



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI AGRARIA

Corso di Laurea Triennale in Tutela e Manutenzione del Territorio

TESI DI LAUREA

ANALISI DELLA SICUREZZA IDRAULICA DEL TORRENTE VALLI DI S. ANDREA

(TV)

Relatore: Prof. Vincenzo D'Agostino

Correlatori: Dott. Marco Zasso

Dott. Alessandro Vianello

Laureando: Diego Cassanego

ANNO ACCADEMICO 2006/2007

RIASSUNTO

Formattato: Tipo di carattere: 16 pt, Grassetto

Questo lavoro di tesi valuta il grado di pericolosità idraulica di quattro attraversamenti situati nella parte basale del bacino della Valle di S. Andrea.

La valle si estende sui versanti meridionali del Monte Grappa, nel Comune di Borso del Grappa.

Applicando le metodologie apprese nel corso di laurea “Interventi di ingegneria naturalistica”, e le funzionalità del software GIS ArcView 3.2, si è condotta un’analisi morfometrica ed idraulica del bacino, che ha consentito di stimare le portate, liquide e solide di assegnato tempo di ritorno; con queste si è eseguita la verifica idraulica delle tombinature poste negli attraversamenti stradali.

Lo studio ha evidenziato un’insufficienza delle sezioni considerate, e propone possibili interventi atti a ridurre la pericolosità idraulica.

Formattato: Normale, Tabulazioni: Non a 1,27 cm + 15,48 cm

ABSTRACT

Formattato: Tipo di carattere: 16 pt, Grassetto, Inglese (Regno Unito)

The work regarding this thesis looks at the danger of four hydraulic crossings in the basic basin of the Valle di S. Andrea.

The valley extends across the southern part of Monte Grappa in the town of Borso del Grappa. Using the methodology course in the degree program of ‘Intreventi di Ingegneria Naturalistica’, and the use of the software program GIS ArcView 3.2, this program is used to analyse morphometric and hydraulics of the basin, that consented the estimation of capacity, the return time of the assigned solids and liquids; the following test was used to verify the hydraulic manhole covers on the street crossings.

The study has evidence that there is an insufficiency in the sections considered, and proposed possible intervention that would reduce the hydraulic danger.

Formattato: Inglese (Regno Unito)

Formattato: Normale, Tabulazioni: Non a 1,27 cm + 15,48 cm

|

|

INDICE

Formattato: Tipo di carattere: 16 pt, Grassetto

1	INTRODUZIONE.....	6	Eliminato: 5
2	LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO	8	Eliminato: 7
2.1	TRATTO SISTEMATO.....	12	Eliminato: 11
2.2	TRATTO PARZIALMENTE SISTEMATO.....	13	Eliminato: 12
2.3	TRATTO INTERMEDIO	14	Eliminato: 13
2.4	TRATTO A CASCADE.....	15	Eliminato: 14
2.5	TRATTO INIZIALE	17	Eliminato: 16
3	MEMORIA STORICA.....	18	Eliminato: 17
4	ACQUISIZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI.....	20	Eliminato: 19
4.1	IL SOFTWARE GIS E LA BANCA DATI.....	20	Eliminato: 19
4.2	LA BASE CARTOGRAFICA	21	Eliminato: 20
4.2.1	Carta dell'uso del suolo e delle tipologie forestali.....	21	Eliminato: 20
4.2.2	Carta litologica.....	22	Eliminato: 21
5	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEL BACINO.....	24	Eliminato: 23
5.1	LA DELIMITAZIONE DEL BACINO.....	24	Eliminato: 23
5.2	DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI MORFOMETRICI.....	25	Eliminato: 24
5.2.1	Quota, pendenza ed esposizione.....	25	Eliminato: 24
5.2.2	Proprietà areali.....	27	Eliminato: 26
5.2.3	Proprietà del rilievo.....	28	Eliminato: 27
6	DETERMINAZIONE DELLA CURVA GRANULOMETRICA.....	32	Eliminato: 31
6.1	PRELIEVO ED ANALISI DEL CAMPIONE DI SEDIMENTI.....	32	Eliminato: 31
6.2	DETERMINAZIONE DELLE FREQUENZE RELATIVE E CUMULATE.....	34	Eliminato: 33
6.3	CALCOLO DEI DIAMETRI CARATTERISTICI.....	36	Eliminato: 35
6.4	CALCOLO DEI PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE.....	37	Eliminato: 36
7	ANALISI STATISTICA DEI DATI IDROLOGICI.....	38	Eliminato: 37
7.1	I DATI PLUVIOMETRICI.....	39	Eliminato: 38
7.2	ANALISI MEDIANTE DISTRIBUZIONE DI GUMBEL (EV1).....	41	Eliminato: 40
7.2.1	Stima dei parametri.....	42	Eliminato: 41
7.2.2	Cartogramma di Gumbel.....	43	Eliminato: 42
7.2.3	Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per diversi Tempi di Ritorno.....	44	Eliminato: 43
8	STIMA DELLA PORTATA DI PIENA.....	50	Eliminato: 49

8.1	IL TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	50	Eliminato: 49
8.2	RELAZIONI EMPIRICHE.....	51	Eliminato: 50
8.3	METODO CINEMATICO.....	52	Eliminato: 51
8.4	PIOGGIA EFFICACE – METODO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS).....	53	Eliminato: 52
8.5	PRODUZIONE DI DEFLUSSO SUPERFICIALE: LA CARTA DEL CN.....	55	Eliminato: 54
8.6	CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO CON IL METODO RAZIONALE.....	60	Eliminato: 59
8.7	COSTRUZIONE DEL PLUVIOGRAMMA A BLOCCHI ALTERNI.....	62	Eliminato: 61
8.8	IL MODELLO CINEMATICO.....	63	Eliminato: 62
8.9	CALCOLO DELL'IDROGRAMMA DI PIENA.....	69	Eliminato: 68
9	TRASPORTO SOLIDO.....	72	Eliminato: 71
9.1	ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO.....	72	Eliminato: 72
9.1.1	Sforzo tangenziale.....	73	Eliminato: 74
9.1.2	Coefficiente di scabrezza (K _s).....	75	Eliminato: 77
9.2	CALCOLO DELLA CAPACITÀ DI TRASPORTO SOLIDO.....	78	Eliminato: 81
10	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEGLI ATTRAVERSAMENTI IN ESAME...82		Eliminato: 82
10.1	LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI.....	83	Eliminato: 87
10.1.1	Primo attraversamento.....	88	Eliminato: 88
10.1.2	Secondo attraversamento.....	89	Eliminato: 89
10.1.3	Terzo attraversamento.....	90	Eliminato: 91
10.1.4	Quarto attraversamento.....	92	Eliminato: 93
11	VERIFICA IDRAULICA.....	94	Eliminato: 97
11.1	ATTRAVERSAMENTI DI VIA ITALO GIRARDI.....	98	Eliminato: 98
11.2	ATTRAVERSAMENTI DI VIA MADONNA DELL'AIUTO.....	99	Eliminato: 99
11.3	ATTRAVERSAMENTI DI VIA OSPITALE.....	101	Eliminato: 100
11.4	ATTRAVERSAMENTI DI VIA PIAVE.....	103	Eliminato: 102
12	POSSIBILI INTERVENTI.....	105	Eliminato: 104
13	CONCLUSIONI.....	107	Eliminato: 106
14	BIBLIOGRAFIA.....	108	Eliminato: 107
	ERRORE. NESSUNA VOCE DI SOMMARIO TROVATA		

Formattato: Normale,
Tabulazioni: Non a 1,27 cm +
15,48 cm

Eliminato: 1 → LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO → 5 ¶
1.1 → TRATTO SISTEMATO → 9 ¶
1.2 → TRATTO PARZIALMENTE SISTEMATO → 10 ¶
1.3 → TRATTO INTERMEDIO → 11 ¶
1.4 → TRATTO A CASCADE → 13 ¶
1.5 → TRATTO FINALE → 14 ¶
2 → MEMORIA STORICA → 16 ¶
3 → CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEL BACINO → 17 ¶
3.1 → LA DELIMITAZIONE DEL BACINO → 17 ¶
3.2 → DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI MORFOMETRICI → 18 ¶
3.2.1 → Quota, pendenza ed esposizione → 18 ¶
3.2.2 → Composizione del re [1]

Formattato: Titolo 1

1 INTRODUZIONE

Lo sviluppo della civiltà è intimamente legato, o meglio subordinato, dai rapporti tra l'uomo e l'acqua. La civiltà ha potuto espandersi solo quando l'uomo ha saputo da una parte sfruttare l'acqua e dall'altra difendersi da essa.

Eliminato: ¶

La leva che però spinge le decisioni della società attuale è il profitto, per questo l'uomo, con le opere di irrigazione, trasporto e approvvigionamento, ha certamente compreso i benefici economici derivanti dall'uso "intelligente" di questo elemento. Viceversa è rimasto per anni insensibile alla difesa del suolo ed alla regimazione idrica dei torrenti, che inducono costi nel breve periodo per le amministrazioni pubbliche; questa profonda cecità ha imposto costi esorbitanti, spesso di vite umane, a seguito di immani catastrofi che hanno colpito il nostro territorio (la più recente quella in Piemonte e in Valle d'Aosta). Trattasi in ogni caso di fenomeni che rientrano nella normale evoluzione del territorio, vale a dire nei processi di erosione e deposito, principali fattori del modellamento della crosta terrestre. I fenomeni di trasporto solido (di fondo e in sospensione) costituiscono il punto di unione tra i fenomeni di erosione che interessano, prevalentemente, la parte montana del bacino e quelli di deposito che si verificano nella zona valliva e alla foce del corso d'acqua.

L'elevato grado di urbanizzazione dei nostri paesi, spesso dimentichi della memoria storica recente e passata di eventi alluvionali, pone la popolazione di fronte ad un rischio idraulico non indifferente, che oltre ad esserne vittima ne diventa causa (basti pensare alle implicazioni dovute al restringimento degli alvei nella parte basale dei bacini idrografici).

Le sistemazioni idraulico-forestali dunque diventano strumenti indispensabili per la difesa della comunità da simili eventi, attraverso il controllo dei fenomeni di erosione e di deposito; la tipologia delle opere previste deve adattarsi alle caratteristiche del torrente nella maniera più possibile precisa, ed oltre agli interventi diretti, come la costruzione di soglie e briglie o interventi di ingegneria naturalistica, risulta molto importante la corretta valutazione delle sezioni critiche degli alvei. Gli attraversamenti (ponti, tubazioni, passerelle) e le coperture dei corsi d'acqua (attraversamenti stradali, tombinature) non possono prescindere, da un'analisi accurata dei fenomeni di trasporto liquido e solido del corso d'acqua. Essi infatti rappresentano sezioni critiche negli alvei, poiché comportano quasi

Eliminato:

Eliminato: .

Eliminato: com'è accaduto nel passato recente,

sempre riduzione della sezione di deflusso, facilitando la possibilità di intasamento e trascinamento.

Nell'ambito di quest'ultima problematica, il presente lavoro di tesi di laurea affronta la valutazione della criticità idraulica degli attraversamenti nel tratto terminale del bacino della Valle di S. Andrea (Borso del Grappa), con l'obiettivo di verificarne la sicurezza idraulica ed eventualmente proporre interventi di sistemazione.

← **Formattati:** Elenchi puntati e numerati

2 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

La Valle di S. Andrea è situata nel Comune di Borso del Grappa, paese che si estende fra le ultime propaggini dell'alta pianura trevigiana ed il versante sud del Massiccio del Grappa (fig. 2.1).

Eliminato: 1

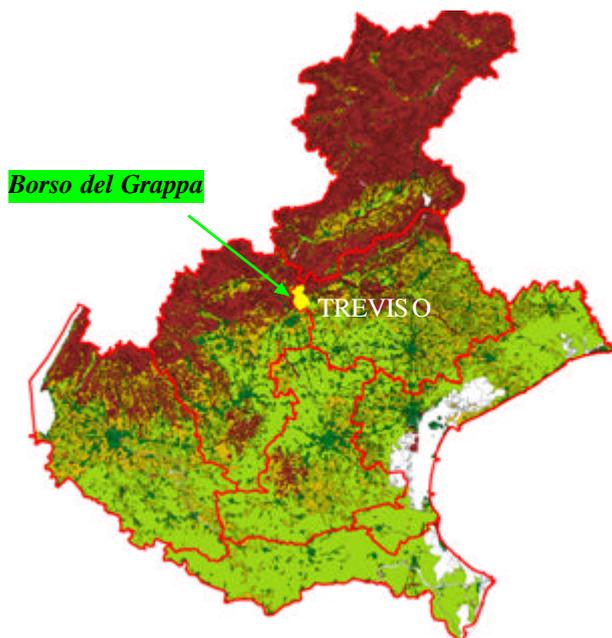


Figura 2.1 Localizzazione del Comune di Borso del Grappa

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.1

Ai piedi di tale massiccio si trovano i maggiori centri abitati compreso il capoluogo Borso che poggia su terreni alluvionali di conoide. L'abitato di Borso è attraversato da Nord a Sud da più torrenti, di cui il principale è il torrente della Valle di S. Andrea (fig. 2.2).

Eliminato: 1

I bacini imbriferi di tali torrenti si estendono sul ripido versante che sovrasta l'abitato di Borso, nonché sulla parte più pianeggiante costituita appunto dai conoidi i cui apici si raccordano agli sbocchi vallivi in pianura.

La Valle di S. Andrea scorre quindi dalle pendici del Monte Grappa fino alla pianura sottostante. Il bacino idrografico in esame, rappresentato sull'ortofoto del Comune di Borso del Grappa si estende da un'altitudine di 1335 m s.m. in località Prai di Borso del Grappa fino alla quota di 230 m s.m., corrispondente alla sezione di chiusura. Nel tratto finale del suo percorso l'alveo attraversa l'abitato di Borso del Grappa (fig. 2.3).

Eliminato: 1

Il massiccio del Monte Grappa è caratterizzato da una formazione litologica prevalente di tipo carsico, nel quale riscontriamo un insieme di forme "anomale" rispetto ai paesaggi di tipo fluviale (fig. 2.4).

Eliminato:

Eliminato: 1

Queste forme sono determinate dalla solubilità della roccia nelle acque naturali. Grazie a questa solubilità le acque tendono a penetrare all'interno delle masse rocciose allargando delle vie di circolazione sotterranea.

Ne deriva una scarsità od assenza di idrografia superficiale, e un'abbondanza di cavità sotterranee (Castiglioni, 2000).



Figura 2.2 Valle di S. Andrea

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.2

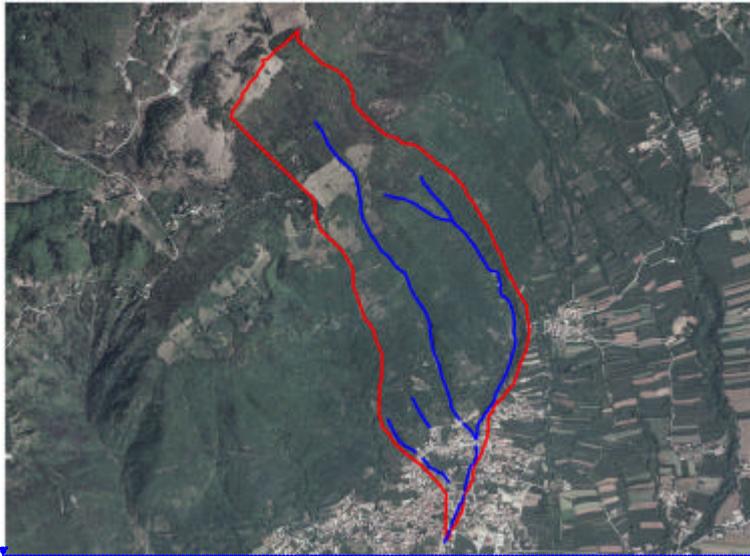


Figura 2.3 Ortofoto del Comune di Borso del Grappa

Eliminato: ¶

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.3



Figura 2.4 Case di pietra

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.4

Presupposti fondamentali perché si individuino dei paesaggi carsici sono quindi la presenza di rocce solubili e l'abbondanza di precipitazioni meteoriche.

Eliminato: ¶



Figura 2.5 Massiccio del Monte Grappa

Eliminato: 1.5

Formattato: DIDABT

La valle di S. Andrea sita ai piedi del massiccio del Grappa non esula da queste caratteristiche, e pertanto l'alveo non presenta un deflusso minimo costante, che però si attiva al verificarsi di eventi meteorici di una certa intensità (tipico di corsi d'acqua effimeri).

L'alveo negli ultimi anni è stato interessato da interventi di "sistemazione idraulico-forestale" atti ad attenuare l'azione di trasporto dell'acqua, che si sono concentrati soprattutto nella parte terminale del suo percorso.

Eliminato: ad

Eliminato:

Per una più scrupolosa ed attenta valutazione si è diviso l'alveo in "tronchi" che presentano caratteristiche omogenee sotto l'aspetto sistematorio (fig. 2.6); partendo dalla sezione di chiusura si hanno:

Eliminato: 1

1) tratto sistemato;

2) tratto parzialmente sistemato;

3) tratto intermedio;

4) tratto a cascate;

5) tratto iniziale.

Eliminato: iniziale

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: a cascate

Eliminato: intermedio

Eliminato: parzialmente sistemato

Eliminato: sistemato

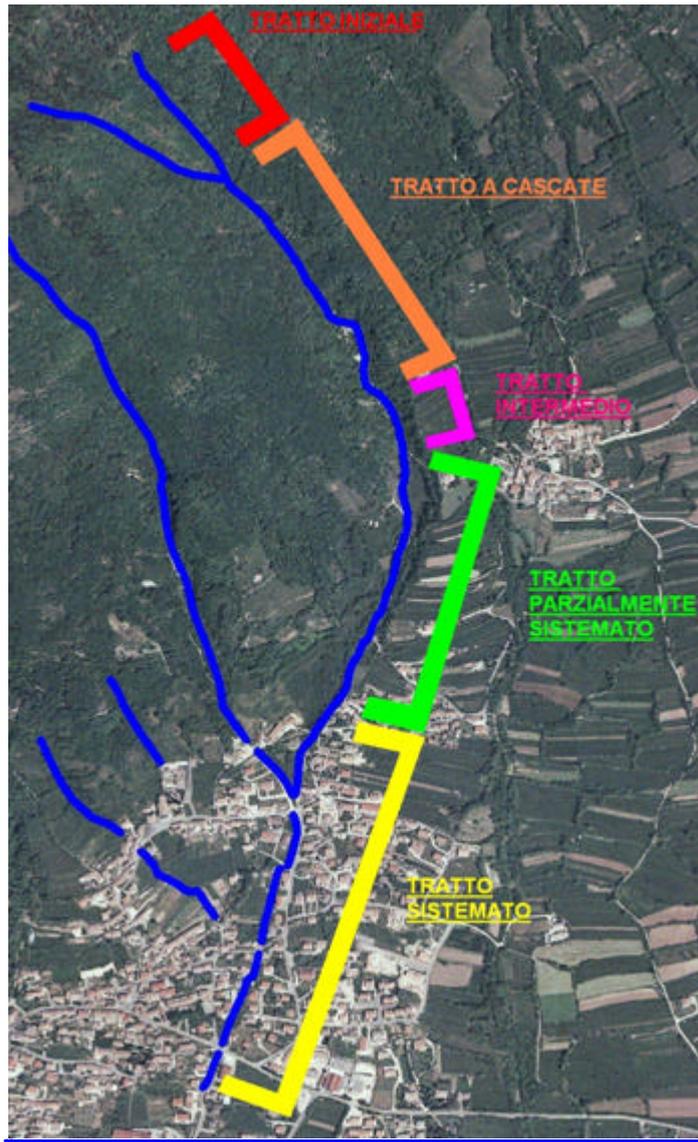


Figura 2.6 Tratti omogenei



- Eliminato: Figura 1.6 Tratti omogenei
- Formattato: FIGURAFINALE
- Formattato: DIDABT
- Formattato: Normale
- Formattati: Elenchi puntati e numerati

2.1 TRATTO SISTEMATO

In prossimità del centro abitato è stato realizzato un cunettone rivestito in massi squadrati; presenta dei salti di fondo posti ad interdistanza variabile, e di altezza compresa da 0,5 m a 1 m (fig. 2.7).



Figura 2.7 Tratto sistemato

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.7

Formattati: Elenchi puntati e numerati

2.2 TRATTO PARZIALMENTE SISTEMATO

Questo tratto, a monte di quello sistemato, è stato oggetto di un blando intervento di riassetto, vista la ridotta presenza di elementi sensibili limitrofi; la sistemazione si è realizzata ponendo nell'alveo dei massi rompitratta (fig. 2.8) e pavimentando le strade forestali che attraversano la valle, con pietrame reperito in sito (fig. 2.9), per ridurre eventuali fenomeni erosivi in seguito al passaggio della corrente.

Eliminato: Ille soglie di fondo (

Eliminato: 1

Eliminato: 1



Figura 2.8 Particolare dei massi rompitratta

Eliminato: ¶

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.8



Figura 2.9 Particolare della pavimentazione negli attraversamenti in alveo

Eliminato: 1.9

Formattato: DIDABT

Formattati: Elenchi puntati e numerati

2.3 *TRATTO INTERMEDIO*

Questa parte di valle è percorsa per la sua lunghezza da una strada forestale recentemente costruita, adibita al trasporto di legname, ed è coperta da una fitta vegetazione non ordinariamente gestita, riconducibile alla tipologia forestale dell'Orno-Ostrieto primitivo di falda detritica (Del Favero, 2000), con un'elevata incursione di specie infestanti come l'Ailanthus Altissima e Robinia pseudoacacia; è inoltre presente un ricco sottobosco di Fraxinus Ornus (fig. 2.10).

Eliminato: 1

La valle in questo tratto, presenta versanti lunghi e ripidi soggetti a localizzati dissesti per erosione al piede (fig. 2.11).

Eliminato: 1



Figura 2.10 Particolare del tratto intermedio

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.10



Figura 2.11 Particolare dei versanti nel tratto intermedio

Eliminato: 1.11

Formattato: DIDABT

Eliminato: <#>

Formattati: Elenchi puntati e numerati

2.4 TRATTO A CASCATE

Questa zona situata sul ripido versante del massiccio del Monte Grappa è conformata a cascate, cioè ad alternanza di tratti a pendenza verticale di profondità varia dai 3 ai 5 m, e tratti a pendenza ridotta di lunghezza variabile (fig. 2.12). L'alveo è molto confinato, con versanti subverticali, dove, al loro piede, è messa a nudo la particolare formazione rocciosa calcarea stratificata, denominata Biancone.

Eliminato: con

Eliminato: 1

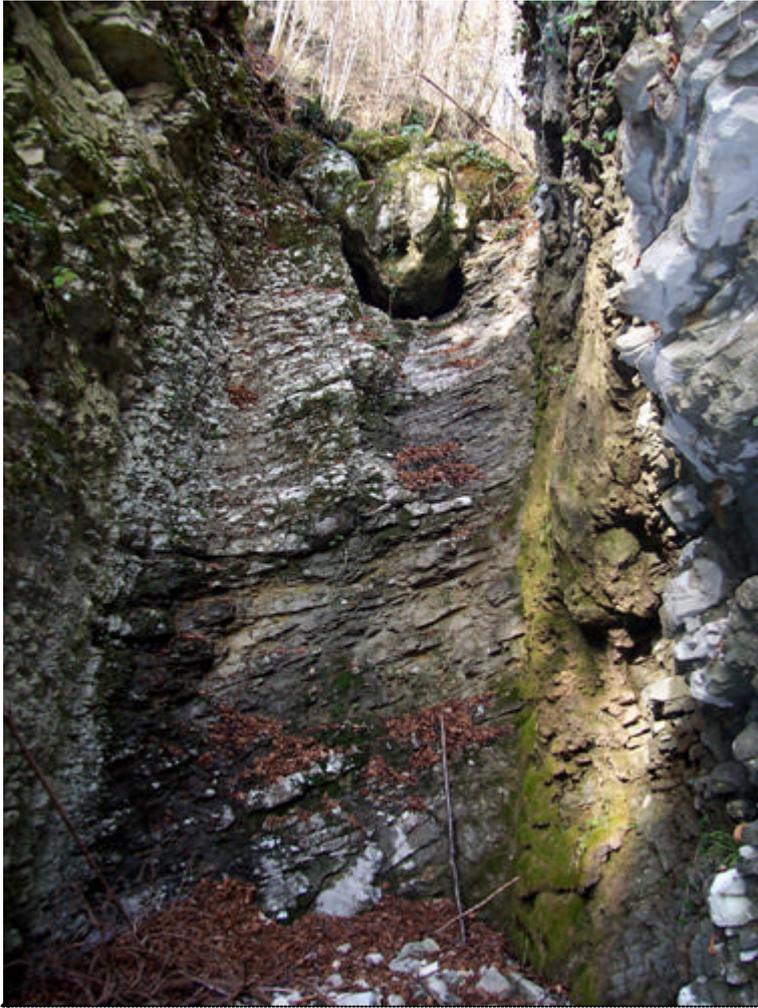


Figura 2.12 Particolare del tratto a cascate

Formattato: Normale, Bordo:
: (Nessun bordo), Motivo:
Trasparente (Nero)

Formattato: DIDABT

Eliminato: 1.12



Figura 2.13 Vista del dislivello tra due tratti contigui

Eliminato: 1.13

Formattato: DIDABT

Eliminato: FINALE

Formattati: Elenchi puntati e numerati

2.5 TRATTO INIZIALE

Nel tratto iniziale le pendenze variano notevolmente, abbassandosi di molto rispetto al precedente. Questa area è denominata Prai di Borso del Grappa, poiché, come da nome dialettale, è caratterizzata da prati per il pascolo; in prossimità dell'alveo si trovano piante di Picea Abies, Larix Decidua e Pinus Sylvestris (fig. 2.14).

Eliminato: finale

Eliminato: la vegetazione è più rada e

Eliminato: 1

Eliminato: 15



Figura 2.14 Particolare del tratto iniziale

Formattato: FIGURAFINALE

Formattato: DIDABT

3 MEMORIA STORICA

Per un'oggettiva analisi del bacino della Valle di S. Andrea, non si possono trascurare le esperienze dirette degli abitanti. Discutendo con loro, nelle varie escursioni fatte per i rilievi, si è appurato come, nel passato, non siano mancati eventi catastrofici che hanno stravolto la conformazione del torrente e le zone limitrofe.

Un episodio di cui si ha documentazione è quello del luglio 1937, che registrò a Cima Grappa 209 mm di pioggia nelle 24 ore, e che provocò un'onda di piena così imponente da trasportare un enorme volume di detrito, depositandolo nella zona sottostante alla sezione di chiusura imposta in questo studio.

D'inferiore intensità è l'evento avvenuto nel 1999, che ha determinato la tracimazione in alcune sezioni critiche, creando disagi ai rivieraschi, e riversando materiale di detrito nelle strade adiacenti alle tombinature.

Dall'intervista fatta ad un anziano del luogo, si è scoperto che, sino alla metà del secolo scorso, l'alveo della valle che interessava il paese misurava circa 16 m, e le pur poche case, erano a debita distanza, mantenendo così un'area di rispetto che garantiva la totale sicurezza. L'economia del Comune era sorretta dalla precaria agricoltura praticata, e i versanti della montagna erano adibiti allo sfalcio del fieno "magro" (povero) che ivi vi cresceva.

Questi versanti denudati non offrivano resistenza allo scorrere dell'acqua, di conseguenza, anche per eventi di pioggia non così importanti, si formava immediatamente la cosiddetta "brentana", cioè un rapido e improvviso aumento della portata del torrente, che trascinava a valle un'elevata quantità di detrito.

Con il boom economico degli anni sessanta e l'abbandono progressivo dell'agricoltura rurale, i versanti si sono ricoperti di una fitta vegetazione fin quasi all'abitato di Borso del Grappa. Le "brentane" non sono più così frequenti, ma non sono escludibili, anche in tempi brevi o brevissimi, a causa di eventi piovosi intensi e di lunga durata magari successivi a incendi, malattie del bosco ecc.

Quali sarebbero le conseguenze, se ciò accadesse, con l'alveo in paese ridotto ad un cunettone di 4 m di larghezza?

Eliminato: ¶
—interruzione pagina—
—interruzione pagina—
MEMORIA STORICA

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: vissute

Eliminato: e

Eliminato: i rivieraschi

Eliminato: ;

Eliminato: 1998

Eliminato: ;

Eliminato: considerato che l'alveo

Eliminato: è

Eliminato: 2,5

|

|

4 ACQUISIZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI

Formattati: Elenchi puntati e numerati

4.1 IL SOFTWARE GIS E LA BANCA DATI

La natura dei dati disponibili e gli obiettivi di elaborazione prefissati hanno indotto alla scelta di un prodotto software in grado di operare in modo efficiente con formato dei dati sia di tipo vettoriale sia di tipo “raster”.

Sul mercato sono disponibili numerosi prodotti commerciali dotati di quasi tutte le funzionalità richieste; nel corso del lavoro è stato impiegato il software ArcView 3.2 della ESRI rivelatosi adeguato a gestire tutte le procedure di “editing”, archiviazione ed analisi.

Si tratta inoltre di un prodotto standard, largamente utilizzato da diverse amministrazioni ed enti pubblici.

La banca dati è stata organizzata in un progetto denominato “Valle”, che è stato suddiviso in più “View” (o viste); ciascuna “View” contiene uno o più strati informativi, sia vettoriali (poligoni, linee e punti) che raster, sovrapponibili l’uno all’altro; le funzioni del software GIS consentono di eseguire facilmente analisi incrociate ed estrarre qualsiasi tipo di informazione.

La banca dati organizza in modo uniforme e facilmente consultabile tutte le informazioni territoriali per mezzo dell’aggregazione, nelle diverse “View”, di un insieme omogeneo di strati informativi, visualizzabili singolarmente o sovrapposti in relazione alle esigenze dell’utente. Le informazioni relative alle singole porzioni od oggetti del territorio sono collocate nel contesto di unità territoriali più ampie, coincidenti con i limiti del bacino idrografico o con unità idrologiche di versante. Su una tale base cartografica è possibile “mantenere memoria” della collocazione geografica di qualsiasi variazione territoriale (uso del suolo, geomorfologia ecc.) consentendo una visione d’insieme non altrimenti conseguibile con le tecniche tradizionali (Da lla Fontana e Grisotto, 2001).

4.2 LA BASE CARTOGRAFICA

Formattati: Elenchi puntati e numerati

La realizzazione di una banca dati georeferenziata prevede la preparazione di una base cartografica adeguata (vettoriale, raster e fotografica) alla quale riferire tutti gli strati informativi. Per il bacino della Val di S. Andrea è stato assunto a riferimento la Carta Tecnica Regionale Numerica della Regione Veneto (scala nominale 1:5000) per ciò che riguarda i dati vettoriali (curve di livello, punti quotati, idrografia, ecc.); per i dati raster invece è stata utilizzata una carta 1:10000 creata sulla CTR cartacea del Veneto, fornite entrambe dal CIRGEO dell'Università di Padova.

Formattato: Colore carattere: Automatico

L'ortofoto, cioè la foto aerea della zona di interesse è stata concessa dal Comune di Borso del Grappa, dove ricade il bacino in esame.

I raster della CTR costituiscono uno strato informativo che viene utilizzato come sfondo, indispensabile per guidare e verificare la collocazione precisa dei vari oggetti grafici (punti, linee e poligoni) che rappresentano le caratteristiche del territorio (Dalla Fontana e Grisotto, 2001).

Formattato: Colore carattere: Automatico

Le informazioni numeriche (o vettoriali) della CTRN costituiscono il cuore della banca dati: da tale base informatica hanno, infatti, origine la maggior parte delle elaborazioni ed analisi usate per caratterizzare il bacino in studio, da un punto di vista morfologico ed idrologico. Per il bacino della Valle di S. Andrea si sono utilizzate le sezioni della CTRN 1:5000 di seguito elencate: 83141, 83142, 83143, 83144.

La rappresentazione raster è stata creata dal foglio della CTR 1: 10000 numero 83140.

L'ortofoto rappresenta uno strumento molto utile che oltre a dare una visione completa e realistica dell'area, permette lo studio dell'uso del suolo e fornisce riferimenti topografici utili.

La consultazione delle carte raster e numeriche inserite nel database avviene semplicemente attraverso il loro caricamento nella "View" prescelta come un semplice Image Theme in formato di compressione "tiff".

Formattati: Elenchi puntati e numerati

4.2.1 Carta dell'uso del suolo e delle tipologie forestali

La carta dell'uso del suolo e delle tipologie forestali per il bacino di interesse è stata creata ex novo, integrando rilevazioni in campo con l'analisi dell'ortofoto, utilizzata in ArcView come sfondo per la suddivisione delle aree a diversa copertura vegetale.

Si è ottenuta così una carta dell'uso del suolo e delle tipologie forestali (fig 4.1) cui è collegata una tabella degli attributi riportante, per ciascun poligono, un identificatore "Id", la categoria d'uso del suolo di appartenenza, la superficie (km²) e il perimetro (m) visualizzabili nella tabella 4.1.

Codice Id	Categoria di uso del suolo	km ²	%
1	Arbusteto	0,09	5,69
2	Ceduo	0,89	53,73
3	Fustaia di conifere	0,34	20,55
4	Prati	0,23	13,89
5	Radura	0,00	0,48
6	Urbano	0,09	5,66
Totale		1,66	100

Tabella 4.1. Suddivisione del bacino nelle diverse categorie d'uso del suolo

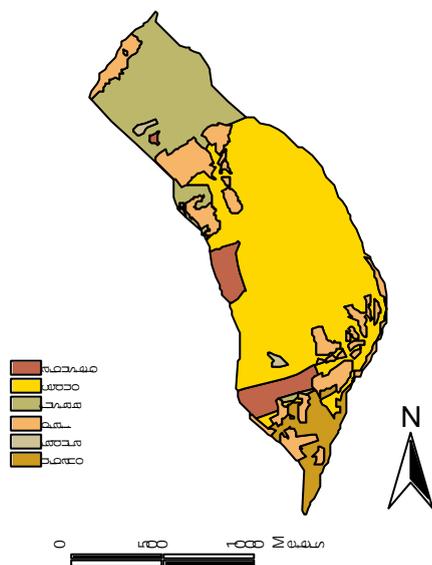


Figura 4.1 Carta dell'uso del suolo

4.2.2 Carta litologica

La carta litologica della Valle di S. Andrea è stata creata con procedura analoga a quella messa in atto per la carta dell'uso del suolo. Si è proceduto con la digitalizzazione della carta litologica (scala 1:10.000 fornita dal Comune di Borso del Grappa) mediante scanner con una risoluzione elevata (400 dpi) e successiva georeferenziazione: questa ha costituito

- Formattato ... [3]
- Tabella formattata ... [4]
- Formattato ... [5]
- Formattato ... [6]
- Formattato ... [7]
- Formattato ... [8]
- Formattato ... [9]
- Formattato ... [10]
- Formattato ... [11]
- Formattato ... [12]
- Formattato ... [13]
- Formattato ... [14]
- Formattato ... [15]
- Formattato ... [16]
- Formattato ... [17]
- Formattato ... [18]
- Formattato ... [19]
- Formattato ... [20]
- Formattato ... [21]
- Formattato ... [22]
- Formattato ... [23]
- Formattato ... [24]
- Formattato ... [25]
- Formattato ... [26]
- Formattato ... [27]
- Formattato ... [28]
- Formattato ... [29]
- Formattato ... [30]
- Formattato ... [31]
- Formattato ... [32]
- Formattato ... [33]
- Formattato ... [34]
- Formattato ... [35]
- Formattato ... [36]
- Formattato ... [37]
- Formattato ... [38]
- Formattato ... [39]
- Formattato ... [40]
- Formattato ... [41]
- Formattato ... [42]
- Formattato ... [43]
- Formattato ... [44]
- Eliminato: 4
- Eliminato: 3
- Eliminato: 3.13.13.1
- Eliminato: 3.2
- Formattato ... [45]
- Formattati: Elenchi puntati e numerati ... [46]
- Formattato ... [47]

lo strato informativo utilizzato come sfondo per la creazione di una carta litologica, formato raster, di dettaglio (fig. 4.2) collegata ad una tabella degli attributi interna riportante, per ogni poligono, un indicatore "Id", il tipo di formazione litologica, oltre alla superficie e al perimetro dello stesso (tab. 4.2).

Codice Id	Categoria di uso del suolo	km ²	%
1	calcari - scaglia rossa Ls.	0.12	7.37
2	conoidi torrentizi	0.07	4.26
3	alluvioni fluvio glaciali	0.12	7.30
4	calcari - rosso ammonitico superiore	0.01	0.63
5	calcari grigi	0.85	50.86
6	calcari - biancone	0.48	28.96
7	calcari - formazione di Fonzaso	0.01	0.62
Totale		1.66	100

Tabella 4.2 Distribuzione delle diverse categorie litologiche

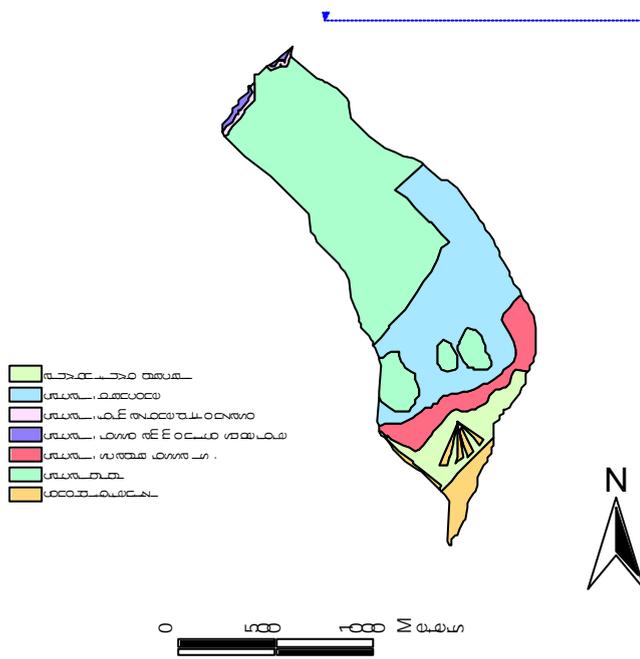


Figura 4.2 Carta litologica

- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato: Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto
- Formattato ... [48]
- Tabella formattata
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [49]
- Formattato ... [50]
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [51]
- Formattato ... [52]
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [53]
- Formattato ... [54]
- Formattato ... [55]
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [56]
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [57]
- Formattato ... [58]
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [59]
- Formattato ... [60]
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [61]
- Formattato ... [62]
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Formattato ... [63]
- Formattato: Interlinea singola
- Formattato: Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Eliminato: 4
- Eliminato: 3
- Eliminato: 3.232
- Eliminato: 3.333

5 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEL BACINO

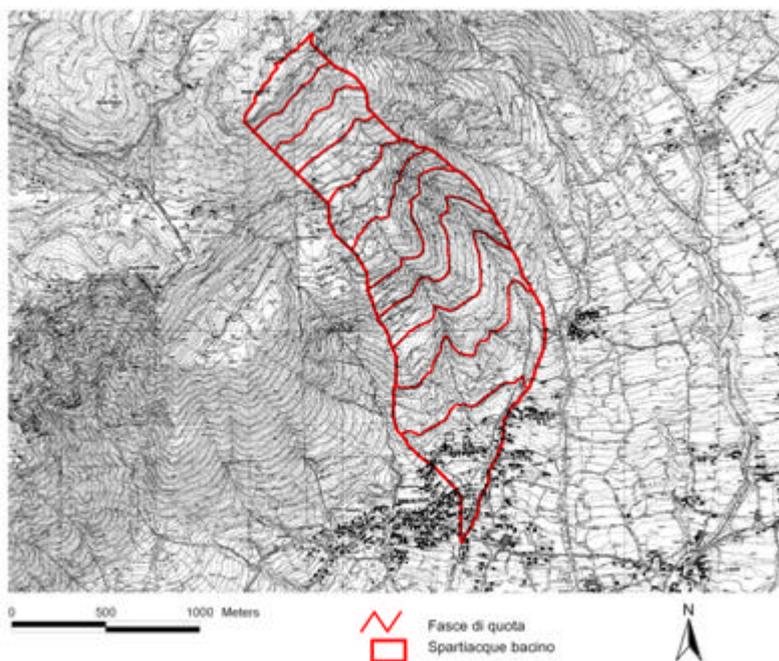
Eliminato: ¶
—interruzione pagina—
CARATTERIZZAZIONE I-
DROLOGICA DEL BACINO
Formattati: Elenchi puntati e
numerati

5.1 LA DELIMITAZIONE DEL BACINO

Sulla Carta Tecnica Regionale (CTR) è stata tracciata la linea di spartiacque del bacino, intersecando perpendicolarmente le isoipse del supporto cartografico; l'individuazione dello spartiacque è un'operazione relativamente semplice che tuttavia richiede una buona sensibilità alla lettura ed interpretazione delle carte topografiche. Successivamente utilizzando alcune funzionalità avanzate del GIS è stato possibile estrarre automaticamente dal modello digitale del terreno, la delimitazione del bacino sotteso ad un'assegnata sezione di chiusura. La linea di spartiacque identifica un poligono che costituisce la cosiddetta maschera del bacino, ovvero la superficie planimetrica che delimita l'area di studio e alla quale sono riferite tutte le carte tematiche (fig. 5.1).

Eliminato: 3

La sezione di chiusura del bacino della Valle di S. Andrea ha coordinate Gauss-Boaga: 1717630; 5077865 (fuso Ovest). Il bacino ha una superficie di 1,66 km² ed un perimetro di 6756 m.



Eliminato: _____

Figura 5.1 Delimitazione del bacino idrografico

Formattato: DIDABT

5.2 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI MORFOMETRICI

5.2.1 Quota, pendenza ed esposizione

I dati vettoriali relativi alle isoipse e ai punti quotati contenuti nella Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN), estratti in formato “dxf” ed importati in ambiente GIS, consentono di calcolare il modello numerico dell’altimetria o DEM (Digital Elevation Model) del bacino.

Il modello digitale delle quote riveste un’importanza particolare; esso costituisce, infatti, la base di partenza per tutta una serie di elaborazioni di fondamentale importanza per la caratterizzazione morfologica e idrologica del bacino. Per l’interpolazione del DEM a partire dai dati vettoriali sono disponibili algoritmi diversi, tuttavia i software GIS normalmente disponibili sono in grado di soddisfare le normali esigenze di accuratezza nella produzione del DEM (Dalla Fontana e Grisotto, 2001). Il modello delle quote per il bacino in studio è stato prodotto in formato raster con celle quadrate di 5 x 5 m a ciascuna delle quali è assegnato un valore di quota (fig. 5.2).

Dal modello delle quote è stato ricavato il raster delle pendenze (fig. 5.4) e quello delle esposizioni (fig. 5.3).

Partendo dalle tre mappe raster relative a quota, pendenza ed esposizione e utilizzando le funzionalità di base del GIS è agevole ricavare una serie di parametri descrittivi delle caratteristiche morfometriche del bacino. Tali valori sono riportati in tabella 5.1.

<u>Parametri morfometrici</u>	<u>Valori</u>
<u>Superficie</u>	km ² 1.66
<u>Perimetro</u>	km 6.76
<u>Altitudine massima</u>	m s.m. 1335
<u>Altitudine media</u>	m s.m. 670.8
<u>Altitudine minima</u>	m s.m. 230
<u>Pendenza media</u>	% 0.6
<u>Lunghezza reticolo principale</u>	km 2.6
<u>Lunghezza reticolo effimero</u>	km 2.84
<u>Lunghezza reticolo completo</u>	km 5.44
<u>Fattore di forma (Gravelius)</u>	1.47
<u>Densità di drenaggio</u>	km/km ² 3.27
<u>Rapporto di biforcazione medio</u>	2.83

Tabella 5.1 Parametri morfometrici

- Formattati: Elenchi puntati e numerati ... [65]
- Eliminato: m...3 ... [66]
- Eliminato: 3...3 ... [67]
- Eliminato: 3 ... [68]
- Formattato ... [68]
- Formattato ... [69]
- Tabella formattata ... [70]
- Formattato ... [71]
- Formattato ... [72]
- Formattato ... [73]
- Formattato ... [74]
- Formattato ... [75]
- Formattato ... [76]
- Formattato ... [77]
- Formattato ... [78]
- Formattato ... [79]
- Formattato ... [80]
- Formattato ... [81]
- Formattato ... [82]
- Formattato ... [83]
- Formattato ... [84]
- Formattato ... [85]
- Formattato ... [86]
- Formattato ... [87]
- Formattato ... [88]
- Formattato ... [89]
- Formattato ... [90]
- Formattato ... [91]
- Formattato ... [92]
- Formattato ... [93]
- Formattato ... [94]
- Formattato ... [95]
- Formattato ... [96]
- Formattato ... [97]
- Formattato ... [98]
- Formattato ... [99]
- Formattato ... [100]
- Formattato ... [101]
- Formattato ... [102]
- Formattato ... [103]
- Formattato ... [104]
- Formattato ... [105]
- Formattato ... [106]
- Formattato ... [107]
- Formattato ... [108]
- Formattato ... [109]
- Formattato ... [110]
- Formattato ... [111]
- Formattato ... [112]
- Formattato ... [113]
- Formattato ... [114]
- Formattato ... [115]
- Formattato ... [116]
- Formattato ... [117]
- Formattato ... [118]
- Formattato ... [119]
- Formattato ... [120]
- Formattato ... [121]
- Formattato ... [122]
- Formattato ... [123]
- Formattato ... [124]
- Formattato ... [125]
- Formattato ... [126]

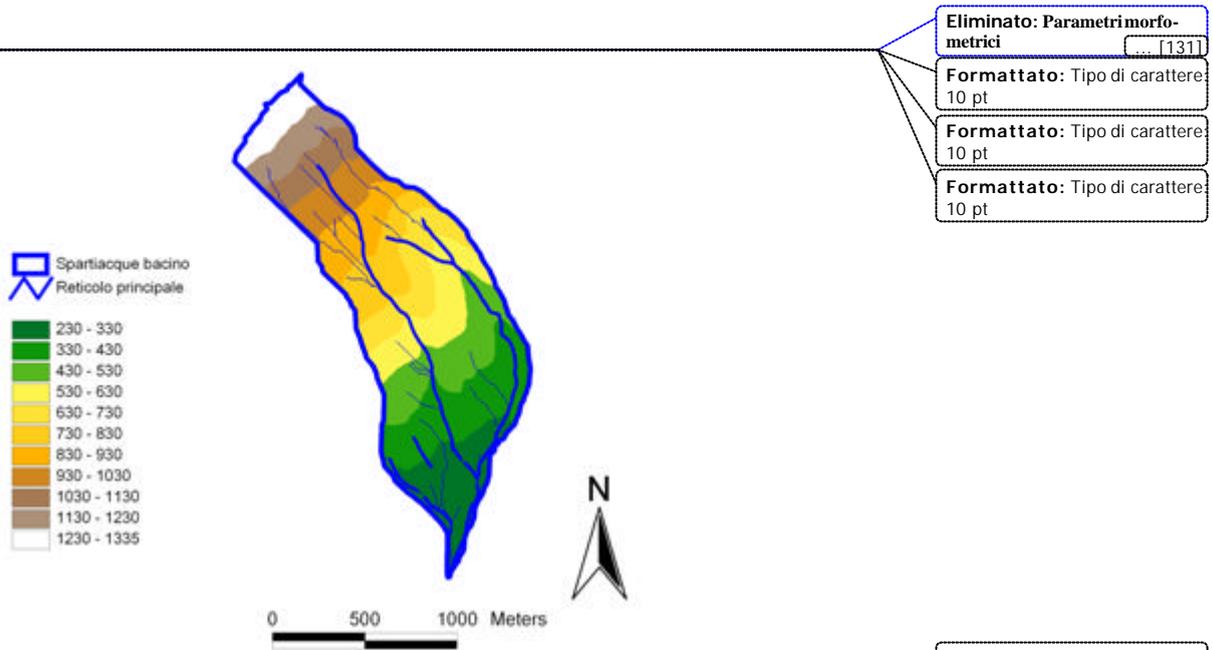


Figura 5.2 Modello digitale delle quote

Formattato: DIDABT

Eliminato: Figura 3.2 Modello digitale delle quote

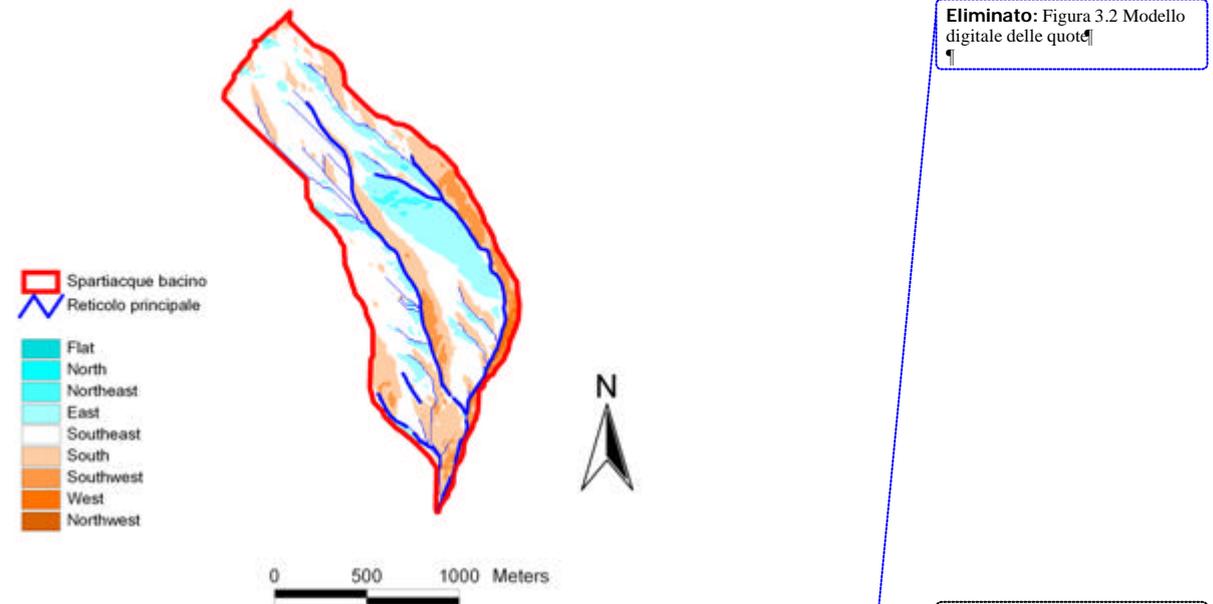


Figura 5.3 Mappa raster delle esposizioni

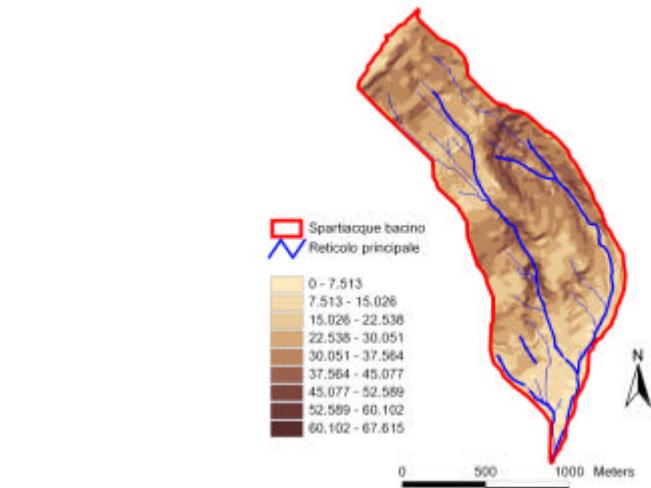


Figura 5.4 Mappa delle pendenze

5.2.2 Proprietà areali

La forma planimetrica del bacino condiziona alcuni fenomeni idrologici che in esso si verificano come, per esempio, i tempi di trasferimento delle gocce di pioggia. Per caratterizzare la forma del bacino della Valle di S. Andrea si è adottato l'indice di forma di Gravelius, denominato "indice di compattezza del bacino":

$$C_f = \frac{0.28P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

che rappresenta il rapporto fra il perimetro P del bacino e la circonferenza del cerchio avente una superficie pari a quella A del bacino. Questo parametro assume valori tanto più prossimi all'unità quanto più raccolta, o rotondeggiante, è la forma del bacino; nel caso esaminato il valore corrisponde a 1,53 che si discosta dall'unità, poiché presenta una forma irregolare e tende ad essere allungato.

Altra grandezza morfometrica considerata è la densità di drenaggio, che definisce il rapporto tra la lunghezza (l_i) totale del reticolo idrografico e la superficie A del bacino stesso:

$$D_r = \frac{\sum l_i}{A} \quad (2)$$

Eliminato: ¶

Formattato: DIDABT

Eliminato: Figura 3.4 Mappa delle pendenze¶

Eliminato: <#>Composizione del reticolo idrografico:¶
 <#>La rete fluviale può essere scomposta in segmenti disposti sui vari rami della rete, che a loro volta possono essere ordinati e-
 condo criteri gerarchici che deri-
 vano dalla loro disposizione. Un sistema di numerazione molto usato è quello di Horton-Strahler che consiste nell'attribuire il numero d'ordine 1 ai canali naturali di prima formazione (quelli aventi come estremi i punti sorgente) che sono segmenti fluviali senza affluenti (Ferro, 2002). Due elementi di 1° ordine a valle del loro punto di confluenza danno origine a un segmento di 2° ordine. Due rami del 2° ordine confluen-
 do danno origine a un segmento del 3° ordine e così via fino all'asta principale che ha, ovvia-
 mente, il numero d'ordine più elevato del sistema. Il numero d'ordine k del corso d'acqua principale definisce l'ordine principale, che nel bacino della Valle di S. Andrea è pari a 3.¶
 <#>Altra proprietà interessante dei reticoli idrografici è il numero di segmenti N_u di ciascun ordine u: al crescere dell'ordine u il numero di segmenti N_u diminuisce, ma il rapporto tra il numero di segmenti di ordine N_u e quello di ordine successivo N_{u+1} , denomi-
 nato rapporto di biforcazione R_b , si mantiene quasi costante e:¶

$$\langle \# \rangle R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}} \rightarrow (1) \quad ¶$$

<#>Si definisce rapporto [132]

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Formattato: Rientro: Prima riga: 0 cm

Eliminato: a cadute sul bacino.¶

Formattato: Inglese (Regno Unito), Abbassato 14 pt

Eliminato: 3

Eliminato: del bacino in esame

Eliminato: la forma del bacino

Eliminato: è

Eliminato: allungata

Formattato: Abbassato 12 pt

Eliminato: 4

La densità di drenaggio mostra l'attitudine del bacino a produrre deflusso, e generalmente ha valori elevati nelle aree interessate dalla presenza di terreni impermeabili, in quanto su quest'ultimi il reticolo si presenta molto ramificato, e viceversa, contenuti per terreni permeabili. Il suo valore diminuisce all'aumentare del grado di copertura vegetale del bacino idrografico, perché il processo di infiltrazione nel suolo risulta favorito rispetto al deflusso superficiale e il reticolo idrografico si presenta sempre meno ramificato. La densità di drenaggio è anche un indicatore dello stadio evolutivo della rete idrografica, dato che i fenomeni di erosione e trasporto che avvengono sia all'interno dei cavi fluviali sia sui versanti condizionano lo sviluppo planimetrico dei canali (Ferro, 2002).

5.2.3 Proprietà del rilievo

Per completare l'informazione morfometrica è necessario stabilire la distribuzione delle aree elementari che compongono il bacino idrografico in relazione alla progressione delle curve di livello che delimitano le suddette aree. In altri termini occorre mettere in relazione le informazioni areali con le dimensioni verticali proprie del rilievo. Per valutare l'altitudine media del bacino si suddivide la sua superficie A in aree parziali A_j comprese tra due curve di livello e a ciascuna area A_j si assegna una quota media h_j pari alla media delle quote delle due curve di livello che la delimitano.

La creazione del DEM (fig. 5.2) soddisfa pienamente questa esigenza e fornisce una tabella degli attributi interna che mostra i valori delle aree divisi in fasce altitudinali di 100 m (tab. 5.2).

Fasce di quota (m s.m.)	A_j (km ²)	h_j (m s.m.)
1230-1330	0,08	1280
1130-1230	0,09	1180
1030-1130	0,10	1080
930-1030	0,11	980
830-930	0,12	880
730-830	0,14	780
630-730	0,16	680
530-630	0,18	580
430-530	0,21	480
330-430	0,27	380
230-330	0,20	280

Tabella 5.2. Informazioni altimetriche dedotte dal modello digitale

Commento [D1]: Va... [134]

Eliminato: <#> [135]

Formattati: Elenchi puntati e numerati [135]

Eliminato: [136]

Eliminato: 3... e delle [136]

Eliminato: [137]

Formattato [137]

Formattato [138]

Formattato [139]

Formattato [140]

Formattato [141]

Formattato [142]

Formattato [143]

Formattato [144]

Formattato [145]

Formattato [146]

Formattato [147]

Formattato [148]

Formattato [149]

Formattato [150]

Formattato [151]

Formattato [152]

Formattato [153]

Formattato [154]

Formattato [155]

Formattato [156]

Formattato [157]

Formattato [158]

Formattato [159]

Formattato [160]

Formattato [161]

Formattato [162]

Formattato [163]

Formattato [164]

Formattato [165]

Formattato [166]

Formattato [167]

Formattato [168]

Formattato [169]

Formattato [170]

Formattato [171]

Formattato [172]

Formattato [173]

Formattato [174]

Formattato [175]

Formattato [176]

Formattato [177]

Eliminato: 5 [178]

Eliminato: 4 [178]

Eliminato: 4.24242 [178]

Eliminato: Fasce di qu... [178]

Formattato [179]

Tabella formattat... [180]

L'altitudine media h_m del bacino è la media pesata delle quote medie h_j con peso la superficie parziale:

$$h_m = \frac{\sum h_j A_j}{A} \quad (3)$$

Formattato: Abbassato12 pt

Eliminato: 5

Da questa relazione è stata costruita la curva ipsografica che fornisce la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche (fig. 5.5).

Eliminato: Dalla tabella

Eliminato: 3.3

Eliminato: 3.7

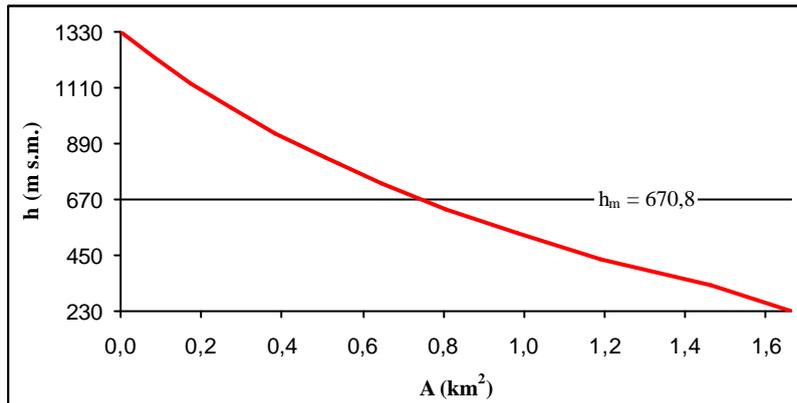


Figura 5.5 Curva ipsografica e altitudine media

Formattato: DIDABT

Eliminato: 3.6

Eliminato: L'area racchiusa dalla curva ipsografica e dagli assi coordinati rappresenta il volume del rilievo.

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato:

Ogni punto della suddetta curva ha come ordinata un valore di quota h_i e come ascissa la superficie parziale del bacino A_i posta al di sopra della quota considerata. Ovviamente alla quota massima corrisponde una superficie nulla mentre alla quota minima, che è quella della sezione di chiusura, corrisponde la superficie dell'intero bacino. Caratteristica peculiare del bacino in esame è la sua forma, intuibile dalla curva ipsografica, che si può approssimare ad un rettangolo allungato, senza variazioni consistenti dell'area al variare della quota. L'area racchiusa dalla curva ipsografica e dagli assi coordinati rappresenta il volume del rilievo. La suddetta area rapportata alla superficie del bacino fornisce il valore dell'altitudine media.

L'altitudine media h_m è una quota riferita al livello del mare mentre l'altezza media H_m è riferita alla quota della sezione di chiusura. Tra l'altezza media e l'altitudine media sussiste pertanto la seguente relazione (Ferro, 2002):

$$H_m = h_m - h_{min} \quad (4)$$

Il bacino idrografico della Valle di S. Andrea ha un'altezza media pari a 440,8 m s.m..

L'andamento della distribuzione della superficie alle rispettive fasce altimetriche è facilmente intuibile anche dal grafico ad istogramma (fig. 5.6).

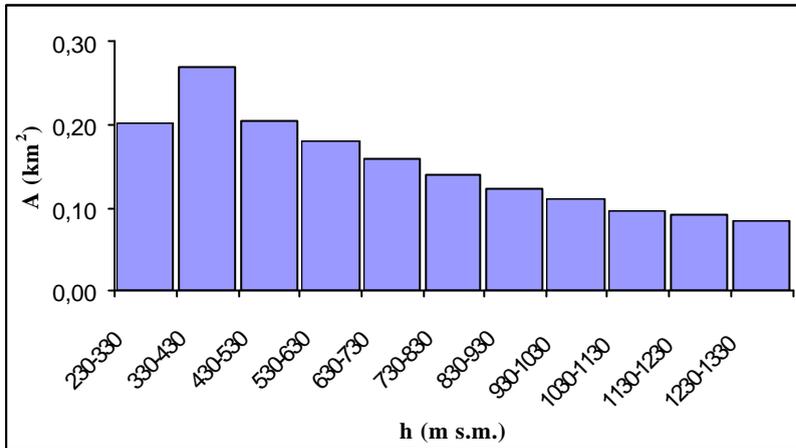


Figura 5.6 Istogramma della distribuzione delle aree per fasce di quota

La curva ipsografica può essere rappresentata anche in un diagramma adimensionale, che riporta in ordinata la quota h_i rapportata al valore massimo h_{max} e in ascissa la superficie A_i posta a quota maggiore o eguale a h_i rapportata alla superficie dell'intero bacino A (fig. 5.7) e in questo caso è denominata ipsometrica. Dall'andamento di questa curva possono dedursi alcune informazioni sul grado di evoluzione del bacino.

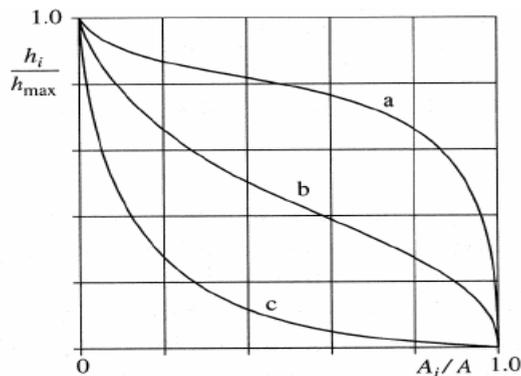


Figura 5.7 Differenti forme della curva ipsometrica di un bacino idrografico

La curva *a* rappresenta lo stadio giovanile (bacino in fase di erosione); la curva *b* quello di maturità (condizioni di equilibrio) e la curva *c* quello di senilità (fase monadnock). La curva ipsografica del bacino in esame mostra una fase prossima alla maturità (fig. 5.8)

Eliminato: ¶

Eliminato: graf. 3.3

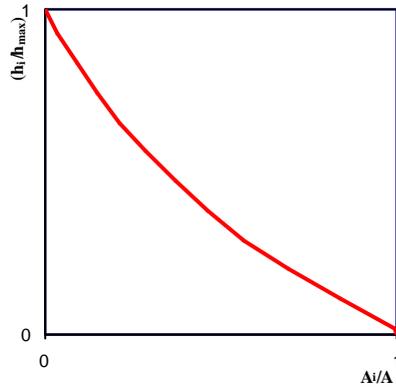


Figura 5.8 Curva ipsometrica

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 3.1 Curva ipsometrica ¶

La pendenza media del bacino, che condiziona la velocità di propagazione del deflusso, è stata calcolata direttamente dal DEM, che genera automaticamente le pendenze delle singole celle e ne può calcolare quindi il loro valore medio; è inoltre possibile rappresentare, come per l'area, l'andamento della distribuzione delle pendenze per le rispettive fasce di quota (fig. 5.9).

Eliminato: 3.7

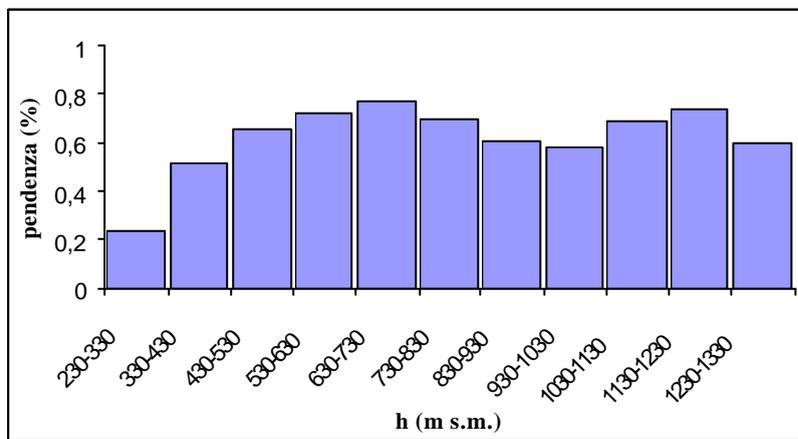


Figura 5.9 Istogramma della distribuzione delle pendenze

Eliminato: ¶

Eliminato: 3.9

Formattato: DIDABT

6 DETERMINAZIONE DELLA CURVA GRANULOMETRICA

La caratterizzazione del materiale del letto di un torrente richiede la conoscenza della distribuzione granulometrica dei sedimenti costituenti l'alveo stesso. Essa è indispensabile per determinare la scabrezza del torrente, i parametri idraulici di inizio e capacità del trasporto solido di fondo.

La granulometria è la caratterizzazione in termini statistici di una miscela di particelle di sedimento, è quindi indispensabile l'utilizzo dell'inferenza statistica visto che l'analisi riguarda soltanto un campione della totalità dei sedimenti presenti (Lenzi, 2004).

I passi principali dell'analisi granulometrica adottati in questo studio sono i seguenti:

- prelievo ed analisi del campione di sedimento;
- determinazione delle frequenze relative e cumulate;
- calcolo dei diametri caratteristici (diametro medio, percentili);
- calcolo dei parametri della distribuzione (media, deviazione standard, simmetria).

6.1 PRELIEVO ED ANALISI DEL CAMPIONE DI SEDIMENTI

L'analisi del sedimento è stata eseguita con due campionamenti in altrettante stazioni rappresentative, utilizzando il metodo numerale a reticolo (Wolman, 1954), preferibile nei torrenti montani ad elevata pendenza. Questo metodo si applica, perciò, per campioni superficiali di sedimento; nei torrenti montani, infatti si assiste spesso ad una marcata differenziazione granulometrica tra lo strato sovrastante (spesso corazzato e dominato da granulometrie grossolane) e quello sottostante a prevalente frazione fine (Vianello, 2005). Il metodo numerale prevede la misurazione sistematica dei clasti, seguendo linee ad intervalli regolari.

Per il dimensionamento dei clasti ci si è avvalsi di due calibri, uno di 0,2 m per i sedimenti più piccoli, il secondo di 1 m per i clasti di dimensioni maggiori.

I campionamenti sono stati eseguiti in tratti d'alveo caratterizzati da un'elevata copertura arborea nei versanti, e da un marcato strato di sottobosco nel letto. Si sono misurati 267 clasti, 138 nella prima stazione e 129 nella seconda.

Eliminato: ¶
<#>ACQUISIZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI ¶
<#>IL SOFTWARE GISE LA BANCA DATI ¶
<#>La natura dei dati disponibili e gli obiettivi di elaborazione prefissati hanno indotto alla scelta di un prodotto software in grado di operare in modo efficiente con formato dei dati sia di tipo vettoriale sia di tipo "raster" ¶
<#>Sul mercato sono disponibili numerosi prodotti commerciali dotati di quasi tutte le funzionalità richieste; nel corso del lavoro è stato impiegato il software ArcView 3.2 della ESRI rivelatosi adeguato a gestire tutte le procedure di "editing", archiviazione ed analisi. ¶
<#>Si tratta inoltre di un prodotto standard, largamente utilizzato da diverse amministrazioni ed enti pubblici. ¶
<#>La banca dati è stata organizzata in un progetto denominato "Valle", che è stato suddiviso in più "View" (o viste); ciascuna "View" contiene uno o più strati informativi, sia vettoriali (poligoni, linee e punti) che raster, sovrapponibili l'uno all'altro; le funzioni del software GIS consentono di eseguire facilmente analisi incrociate ed estrarre qualsiasi tipo di informazione. ¶
<#>La banca dati organizza in modo uniforme e facilmente consultabile tutte le informazioni territoriali per mezzo dell'aggregazione, nelle diverse "View", di un insieme omogeneo di strati informativi, visualizzabili singolarmente o sovrapposti in relazione alle esigenze dell'utente. Le informazioni relative alle singole porzioni od oggetti del territorio sono collocate nel contesto di unità territoriali più ampie, coincidenti con i limiti del bacino idrografico o con unità idrologiche di ver... [181]

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: Tabella 4.2 Distribuzione delle diverse categorie litologiche ¶ ... [182]

Eliminato: , e la capacità di trasporto solido di fondo del torrente.

Eliminato: seguiti

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: 2000

Eliminato: uno



Figura 6.1 Individuazione delle stazioni

Formattato: DIDABT

Eliminato: 5.1



Figura 6.2 Stazione I

Eliminato: 5.2

Formattato: DIDABT,
Allineato a sinistra



Figura 6.3 Stazione II

Formattato: DIDABT

Eliminato: 5.3

Formattati: Elenchi puntati e numerati

6.2 *DETERMINAZIONE DELLE FREQUENZE RELATIVE E CUMULATE*

La classificazione per diametri segue la scala di Wentworth che si basa su una progressione esponenziale dei diametri: la base è 2 e l'esponente è l'indice $-F$. Ogni classe è costituita da incrementi dell'indice $-F$ pari a 0,5; con valori di F compresi fra 12 e -12 si descrive l'intera granulometria del materiale d'alveo ([tab. 6.1](#)).

Tipo di sedimento	Indice: $-\phi$ $2^{-\phi}$	Classe diametrica D (mm)
Massi molto grossi	$2^{12} - 2^{11.5}$	4096 – 2896
Massi molto grossi	$2^{11.5} - 2^{11}$	2896 – 2048
Massi grossi	$2^{11} - 2^{10.5}$	2048 – 1448
Massi grossi	$2^{10.5} - 2^{10}$	1448 - 1024
Massi medi	$2^{10} - 2^{9.5}$	1024 – 724
Massi medi	$2^{9.5} - 2^9$	724 – 512
Massi piccoli	$2^9 - 2^{8.5}$	512 – 362
Massi piccoli	$2^{8.5} - 2^8$	362 – 256
Ciottoli grossi	$2^8 - 2^{7.5}$	256 – 181
Ciottoli grossi	$2^{7.5} - 2^7$	181 – 128
Ciottoli piccoli	$2^7 - 2^{6.5}$	128 – 90
Ciottoli piccoli	$2^{6.5} - 2^6$	90 – 64
Ghiaia molto grossa	$2^6 - 2^5$	64 – 32
Ghiaia grossa	$2^5 - 2^4$	32- 16
Ghiaia media	$2^4 - 2^3$	16 – 8
Ghiaia fine	$2^3 - 2^2$	8 – 4
Ghiaia molto fine	$2^2 - 2^1$	4 – 2
Sabbia molto grossa	$2^1 - 2^{0.5}$	2 - 1.4
Sabbia grossa	$2^{0.5} - 2^{-1}$	1.4 - 0.5
Sabbia da media a molto fine	$2^{-1} - 2^{-4}$	0.5 - 0.06
Limo	$2^{-4} - 2^{-8}$	0.06 - 0.004
Argilla	$2^{-8} - 2^{-12}$	0.004 - 0.002

Tabella 6.1 Scala di Wentworth

La curva di frequenza relativa (fig. 6.4) esprime per ogni classe diametrica la sua percentuale rispetto al totale del campione; la curva di frequenza cumulata (fig. 6.4) rappresenta la percentuale, riferita al totale del campione, del sedimento più fine (detto anche passante) relativamente ad ogni classe diametrica.

- Eliminato: 6
- Eliminato: 5
- Eliminato: 5.15.15.15.1
- Eliminato: 5
- Eliminato: 3
- Eliminato: 5
- Eliminato: 3

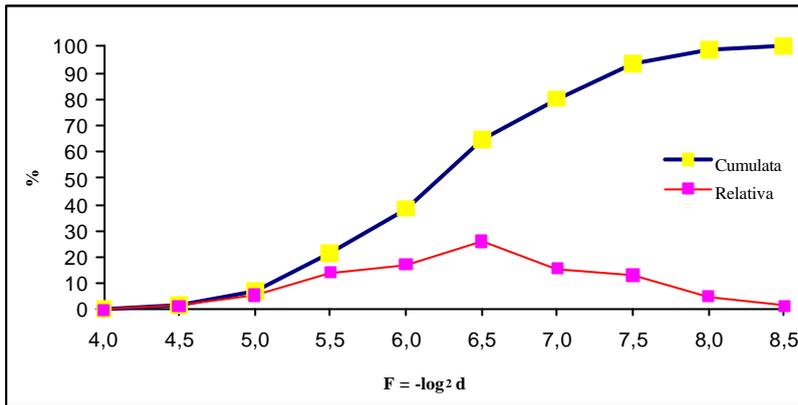


Figura 6.4 Curve granulometriche di frequenza relativa e cumulata

- Formattato: DIDABT
- Eliminato: <sp> [183]
- Formattati: Elenchi puntati e numerati [184]

6.3 CALCOLO DEI DIAMETRI CARATTERISTICI

Sulla curva di frequenza cumulata, i diametri associati ad una certa percentuale di passante vengono definiti diametri percentili e si indicano come D_{16} , D_{50} , D_{90} , dove il numero indica la percentuale considerata.

I percentili si possono calcolare per via grafica (solo approssimativamente) o più correttamente per via analitica.

Si definisce D_x diametro per il quale l'xx % misurato è più fine, ovvero, dimensione dell'apertura del calibro che lascia passare l'xx % in quantità del campione esaminato (Lenzi, 2004).

Nella tabella 6.2 sono indicati i valori dei diametri caratteristici della distribuzione in esame.

	F	D_x (mm)
D_5	4.8	28
D_{16}	5.3	40
D_{30}	5.8	54
D_{50}	6.2	75
D_{84}	7.1	142
D_{90}	7.4	166
D_{95}	7.7	203
D_{medio}	6.2	75

Tabella 6.2 Diametri caratteristici

- Eliminato: 5
- Eliminato: 4
- Eliminato: _____
- Formattato [185]
- Tabella formattata
- Formattato [186]
- Formattato: Pedice
- Formattato [187]
- Formattato: Pedice
- Formattato [188]
- Formattato: Pedice
- Formattato: Pedice
- Formattato [189]
- Formattato [190]
- Formattato: Pedice
- Formattato [191]
- Formattato: Pedice
- Formattato [192]
- Formattato: Pedice
- Formattato [193]
- Eliminato: 6
- Eliminato: 5
- Eliminato: 5.252
- [194]

6.4 CALCOLO DEI PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE

Per individuare le caratteristiche della distribuzione è importante calcolare alcuni parametri che permettono un'analisi oggettiva dell'alveo; nella tabella 6.3 sono riportati i valori trovati.

Indice di gradazione	1,89
Deviazione standard	1,89
Coefficiente di classazione	0,85
Modulo di uniformità	0,75
Coefficiente di asimmetria	0,01

Tabella 6.3 Parametri della distribuzione

I dati evidenziano una granulometria non uniforme, con un moderato grado di classazione; la curva è quasi simmetrica.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: 5

Eliminato: 5

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto

Formattato: Allineato a sinistra

Tabella formattata

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto

Formattato: Allineato a sinistra

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto

Formattato: Allineato a sinistra

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto

Formattato: Allineato a sinistra

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto

Formattato: Allineato a sinistra

Formattato: Mantieni con il successivo

Eliminato: 6

Eliminato: 5

Eliminato: 5.3

Eliminato: Tabella 5.45.35.3 parametri della distribuzione

Formattato: Rientro: Prima riga: 0 cm

Formattato: Tabulazioni: 3,39 cm, Allineato a destra + Non a 1,06 cm + 2,54 cm + 3,6 cm

Formattati: Elenchi puntati e numerati

7 ANALISI STATISTICA DEI DATI IDROLOGICI

L'analisi idrologica è finalizzata alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro *tempo di ritorno*), indispensabili ai fini della modellazione idraulica per la valutazione degli effetti sul territorio di eventi di inondazione. La statistica tratta le osservazioni come indipendenti le une dalle altre, il valore di una osservazione risulta indipendente rispetto ad una osservazione precedente (p. es., il valore di portata massima annuale osservata in un certo anno non dipende dal valore del massimo osservato durante l'anno precedente).

Questo tipo di descrizione statistica è appropriata per eventi idrologici estremi (portate di piena, precipitazioni massime annuali, altezze massime del manto nevoso, portate minime). Quindi, per es., una stessa funzione di distribuzione di probabilità può essere utilizzata per descrivere il comportamento delle piogge intense come quello delle portate di piena.

La magnitudo di un evento estremo è inversamente proporzionale alla sua frequenza di accadimento: eventi molto severi accadono meno frequentemente di eventi di moderata intensità. Obiettivo principale dell'analisi statistica è collegare la magnitudo degli eventi estremi alla loro frequenza di accadimento tramite l'impiego di distribuzioni di probabilità (Borga, 2004).

I dati idrologici utilizzati a tale scopo sono assunti essere indipendenti e identicamente distribuiti.

In pratica questo si consegue utilizzando per le analisi statistiche i valori massimi annuali della variabile di interesse. Si consideri una serie di valori di portata massima annuale: ogni valore è considerato indipendente rispetto agli altri, e ciascun valore può essere considerato come la realizzazione di un processo stocastico identico per tutti gli anni considerati (questo implica che il sistema idrologico che produce tali valori estremi non subisca variazioni nel periodo osservato). Variazioni tipiche sono quelle collegate all'uso del suolo, o alla costruzione di uno sbarramento.

7.1 IDATI PLUVIOMETRICI

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Le stazioni pluviometriche più vicine al bacino in esame sono quelle di Bassano del Grappa e di Pove del Grappa; i dati di precipitazione sono stati forniti dal Centro Meteorologico di Teolo, gestito dall' Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale della Regione Veneto (ARPAV).

Eliminato: di seguito sono riportati

Di seguito si riportano:

- serie storiche delle massime precipitazioni annuali per le scansioni temporali di 1-3-6-12-24 ore, desunti dall'archivio del Centro Meteorologico di Teolo, rilevati presso la centralina meteorologica di Pove del Grappa (VI), per il periodo dal 1987 al 2005 (tab. 7.1);
- serie storiche delle massime precipitazioni annuali per le scansioni temporali di 1-3-6-12-24 ore, desunti dagli annali del Magistrato alle Acque di Venezia, rilevati presso la centralina meteorologica di Bassano del Grappa (VI), per il periodo dal 1956 al 1996 (tab. 7.2).

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: 5

Eliminato: 5

Formattato: Rientro: Sinistro: 0,9 cm

Eliminato: ¶

N	anno	P01	P03	P06	P12	P24
1	1987	23,4	33,6	48,2	60,2	74,2
2	1988	33,2	47,6	55,2	76,8	85,4
3	1992	26,6	39,2	49,2	65,4	80,4
4	1993	36,2	49,0	64,4	96,0	137,6
5	1994	28,0	40,2	50,4	66,2	81,4
6	1995	17,6	30,6	45,2	56,6	70,6
7	1996	41,6	52,6	71,8	98,0	138,8
8	1997	22,4	32,4	48,0	56,8	72,8
9	1998	43,2	80,2	95,0	112,2	145,8
10	1999	28,6	41,2	52,8	68,0	83,4
11	2000	15,6	26,2	42,6	50,8	63,2
12	2001	29,0	44,4	53,4	73,2	84,6
13	2002	33,8	48,2	63,0	87,4	106,4
14	2003	25,8	36,0	49,0	60,6	76,6
15	2004	35,6	48,8	63,8	95,8	113,0
16	2005	33,8	47,6	57,6	77,0	101,6

Tabella 7.1 Serie storiche dati delle massime precipitazioni annuali di Pove del Grappa

N	anno	P01	P03	P06	P12	P24
1	1923	26,0	32,6	40,4	55,0	73,4
2	1924	36,4	45,0	54,4	73,0	93,0
3	1928	19,0	22,0	26,6	31,4	56,0
4	1929	40,0	50,2	62,4	77,6	97,0
5	1930	33,0	42,4	50,2	67,2	87,0
6	1931	24,0	32,2	40,0	54,0	68,4
7	1932	44,2	57,4	68,2	83,0	102,0
8	1936	16,6	57,4	69,0	84,4	104,6
9	1937	48,0	38,2	47,0	66,2	85,6
10	1938	32,4	34,2	42,6	58,6	77,8
11	1939	27,2	49,8	62,4	77,0	96,2
12	1940	40,0	30,6	39,4	52,0	66,4
13	1941	24,0	63,6	78,4	87,6	108,0
14	1942	50,4	62,8	78,0	86,0	107,0
15	1943	48,8	46,8	54,6	73,0	93,2
16	1944	37,4	30,2	38,6	51,8	65,6
17	1945	23,8	28,4	36,4	51,0	64,0
18	1946	22,2	36,0	45,8	62,8	80,8
19	1947	29,4	48,0	57,2	75,0	94,2
20	1948	37,6	20,0	45,0	62,6	50,4
21	1949	18,6	36,0	24,8	45,0	80,0
22	1950	27,8	21,4	34,8	68,6	54,4
23	1951	19,0	27,6	52,2	51,6	63,2
24	1952	21,0	42,6	37,6	53,0	89,4
25	1953	33,8	29,8	39,8	69,2	64,4

N	anno	P01	P03	P06	P12	P24
25	1953	33,8	29,8	39,8	69,2	64,4
26	1954	22,6	31,2	52,4	40,4	67,6
27	1955	24,0	42,8	31,4	34,0	90,4
28	1956	33,8	27,2	29,2	72,2	61,4
29	1957	21,0	24,0	53,8	58,6	56,6
30	1958	19,4	45,0	42,0	87,8	92,8
31	1959	36,0	34,0	78,6	91,0	76,2
32	1960	27,2	77,8	82,6	79,0	112,6
33	1961	51,2	78,4	64,4	78,6	113,0
34	1962	53,2	51,6	64,2	65,6	99,0
35	1963	42,4	51,2	46,4	54,0	98,6
36	1964	41,6	37,6	40,4	57,8	84,0
37	1965	31,2	32,4	41,0	75,2	72,8
38	1966	25,2	34,0	59,0	40,0	76,0
39	1967	27,0	48,2	31,4	64,8	95,0
40	1968	39,0	26,4	46,0	95,4	58,0
41	1969	19,8	37,6	87,4	49,4	82,6
42	1970	30,8	87,4	35,8	62,4	123,6
43	1971	67,8	27,6	44,0	55,2	63,8
44	1972	21,6	34,4	40,5	75,2	80,0
45	1974	27,4	32,6	59,0	160,4	74,6
46	1975	26,4	48,6	126,8	43,4	95,0
47	1976	39,6	90,0	33,4	82,0	164,4
48	1977	82,6	27,4	67,8	56,0	62,4
49	1978	21,0	53,2	40,8	44,4	100,6
50	1979	42,6	33,2	33,6	63,0	75,2
51	1980	26,4	27,5	46,0	73,6	62,8
52	1981	21,0	36,0	57,0	49,8	82,6
53	1982	30,2	47,6	36,0	38,2	93,8
54	1983	37,4	28,0	29,6	70,4	63,8
55	1985	22,0	24,4	53,2	57,0	57,0
56	1986	19,6	43,6	40,8	59,0	92,0
57	1987	35,0	34,0	43,4	69,4	75,2
58	1988	26,6	34,2	52,4	66,6	78,6
59	1990	27,4	43,4	48,6	73,4	92,0
60	1991	17,2	40,4	54,8	80,8	85,8
61	1992	35,0	47,0	65,6	93,6	
62	1993	33,0	52,4		100,0	
63	1994	37,4				
64	1995	42,6				

Tabella 7.2 Serie storiche delle massime precipitazioni annuali di Bassano del Grappa

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.16.16.1

Tabella formattata

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.26.26.2

Tabella formattata

Eliminato: N

Eliminato: anno

Eliminato: P01

Eliminato: P03

Eliminato: P06

Eliminato: P12

Eliminato: P24

Nel presente studio si è proceduto contemporaneamente all'elaborazione di entrambe le distribuzioni.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

7.2 ANALISI MEDIANTE DISTRIBUZIONE DI GUMBEL (EV1)

La distribuzione di Gumbel è molto adoperata nelle applicazioni idrologiche. In letteratura è spesso denominata con la sigla EV1, dall'acronimo inglese *extreme value*. Questo metodo che consente di determinare la Linea Segnatrice di Possibilità Pluviometrica, si basa sull'ipotesi probabilistica che un certo evento accaduto in passato, possa verificarsi nuovamente in futuro (Ferro, 2002).

La distribuzione di Gumbel segue una legge esponenziale di tipo:

$$P(h_t) = \exp\left[-\exp\left(\frac{h_t - u_t}{a_t}\right)\right] \quad (5)$$

Formattato: Abbassato 17 pt

Eliminato: 9

Dove $P(h_t)$ è la probabilità di non superamento dell'evento di altezza h_t relativo alla popolazione con i parametri caratteristici a_t e u_t . Il pedice t indica la dipendenza dei parametri dalla durata dell'evento.

Il tempo di ritorno, vale a dire il numero di anni che in media separa il verificarsi di due eventi di intensità eguale o superiore a quella assegnata, è legato alla $P(h_t)$ dalla seguente relazione:

$$P(h_t) = 1 - \frac{1}{T_r} \quad (6)$$

Eliminato: 10

Risolta, rispetto all'altezza di pioggia e introdotto il tempo di ritorno dell'evento associato come reciproco della probabilità di superamento, la precedente diventa:

$$h_{(Tr,t)} = u_t - \left\{ \frac{1}{a_t} \ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\} \quad (7)$$

Eliminato: 11

Dove :

$$a_t = \frac{1,283}{s_t} \quad (8)$$

Eliminato: Dove

Eliminato: 12

$$u_t = m_t - \left(\frac{0,5772}{a_t} \right)$$

(9)

Eliminato: 13

e μ_t e s_t sono rispettivamente la media e la deviazione standard (funzione della durata) del campione considerato.

Il pedice t indica nelle equazioni la dipendenza dei parametri dalla durata di precipitazione.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

7.2.1 Stima dei parametri

Si procede al calcolo del valore medio (μ_t) dei valori dei campioni e della deviazione standard (s_t), per ognuna delle serie dei massimi annuali di pioggia, dopo di che si possono stimare i parametri a_t e μ (tab. 7.3, 7.4).

Eliminato: 6.5

Eliminato: 6.6

Durata di pioggia	Parametro a	Parametro u
1 h	0,10	26,78
3 h	0,08	34,38
6 h	0,07	42,65
12 h	0,06	56,94
24 h	0,06	74,53

Tabella 7.3 Stima dei parametri della distribuzione (Bassano del Grappa)

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.363636.3

Durata di pioggia	Parametro a	Parametro u
1 h	0,16	26,14
3 h	0,10	38,01
6 h	0,10	51,03
12 h	0,07	66,97
24 h	0,05	82,88

Tabella 7.4 Stima dei parametri della distribuzione (Pove del Grappa)

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.464646.4

Una volta trovati i parametri a_t e μ si calcolano le altezze di pioggia (percentili) per vari tempi di ritorno applicando l'equazione (7) (tab. 7.5).

Eliminato: 11

Eliminato: 6

Eliminato: 7

Eliminato: ¶

Tabella formattata

	Bassano del Grappa			Pove del Grappa		
	Tr (anni)			Tr (anni)		
ore	30	100	200	30	100	200
1h	59,02	70,60	77,23	46,73	54,13	58,36
3h	74,64	89,10	97,37	70,84	82,63	89,37
6h	89,09	105,76	115,31	85,14	97,39	104,40
12h	108,15	126,54	137,07	114,41	131,45	141,20
24h	126,95	145,79	156,56	152,39	177,36	191,64

Tabella 7.5 Valori di precipitazione per diversi tempi di ritorno

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.565656.5

Formattati: Elenchi puntati e numerati

7.2.2 Cartogramma di Gumbel

La carta probabilistica (cartogramma) viene utilizzata per verificare l'ammissibilità della funzione di probabilità prescelta per descrivere il campione, nel nostro caso si tratta della distribuzione di Gumbel.

La realizzazione della carta avviene attraverso il processo denominato "Plotting Position" il quale prevede di ordinare i dati delle precipitazioni in senso crescente, dal più piccolo al più grande, assegnando a ciascuno un numero da 1 a N. Mediante tale numerazione è possibile calcolare la probabilità di non superamento con la relazione:

$$F = \frac{m}{N + 1} \quad (10)$$

dove N è la numerosità del campione e m è il numero d'ordine della precipitazione di cui vogliamo conoscere la probabilità di non superamento.

Da tale relazione è possibile ricavare il tempo di ritorno:

$$T_r = \frac{1}{1 - F} \quad (11)$$

riferito al valore massimo della serie.

Di seguito è riportato il cartogramma che mette a confronto l'equazione regolatrice con i dati campionari associati alla "Plotting Position" (fig. 7.1, 7.2).

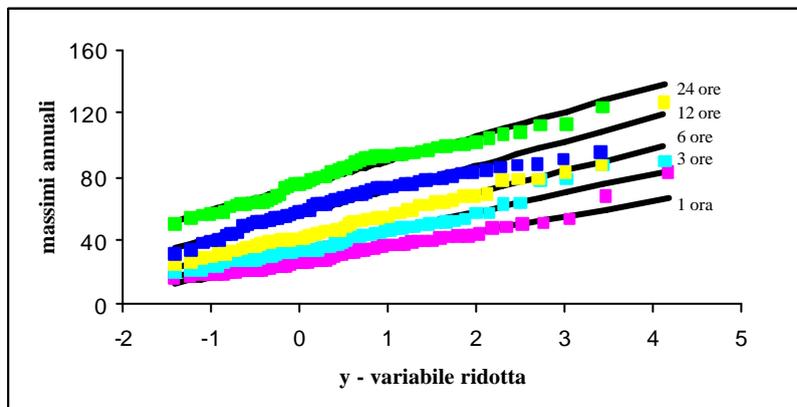


Figura 7.1 Adattamento della distribuzione (Bassano del Grappa)

Eliminato: 14

Eliminato: 15

Eliminato: plotting

Eliminato: position

Eliminato: 5

Eliminato: 4

Eliminato: —

Nella carta probabilistica di Gumbel sono riportate in ascissa sia la frequenza che il relativo tempo di ritorno. I valori del campione vengono posizionati riportando in ascissa la Plotting Position. La scala delle ordinate è lineare e su di essa si riportano valori congruenti con quelli del fenomeno osservato, che nel caso illustrato sono i valori di pioggia massima registrati in ciascun anno (graf. 6.5, 6.6).¶

Il tipo di funzione di distribuzione è adatta ad interpretare le osservazioni se i punti sono addensati attorno ad una retta.¶

Eliminato: 6.1

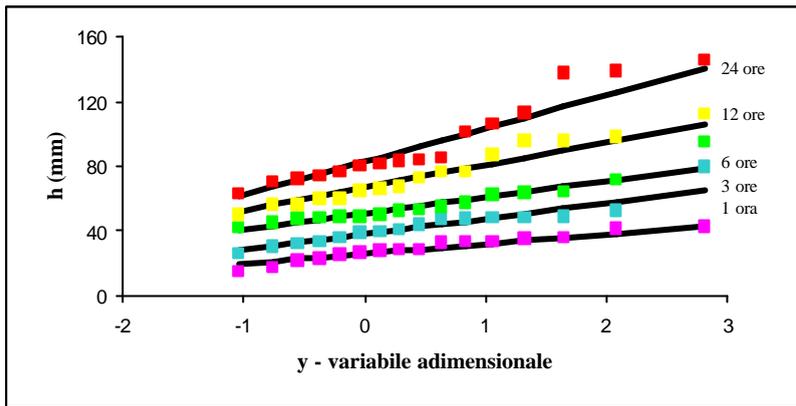


Figura 7.2 Adattamento della distribuzione (Pove del Grappa)

Nella carta probabilistica di Gumbel sono riportate in ascissa sia la frequenza che il relativo tempo di ritorno. I valori del campione vengono posizionati riportando in ascissa la "Plotting Position". La scala delle ordinate è lineare e su di essa si riportano valori congruenti con quelli del fenomeno osservato, che nel caso illustrato sono i valori di pioggia massima registrati in ciascun anno (fig. 7.1, 7.2).

Il tipo di funzione di distribuzione è adatta ad interpretare le osservazioni se i punti sono addensati attorno ad una retta.

7.2.3 Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per diversi Tempi di Ritorno

Lo scopo ultimo dell'analisi delle piogge è quello di fornire delle Curve di Possibilità Pluviometrica che permettono di stabilire, fissato il tempo di ritorno dell'evento, il valore dell'altezza di pioggia per una determinata durata dell'evento meteorico. Determinate le precipitazioni di assegnato tempo di ritorno, si procede al calcolo della curva di tempo di ritorno T_r .

L'andamento della suddetta curva è rappresentato da un'equazione del tipo potenza:

$$h = at^n \quad (12)$$

Per ogni stazione pluviometrica risultano due diversi coefficienti a ed n , che assumono perciò validità locale: n è comunque sempre inferiore a 1; a rappresenta l'altezza o

Eliminato: 6.2
 Formattato: DIDABT, Allineato a sinistra
 Formattato: Normale, Allineato a sinistra

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: curve
 Eliminato: possibilità

Eliminato: curva
 Formattato: Tipo di carattere: Non Corsivo

Eliminato: di probabilità pluviometrica di tempo di ritorno T_r .

Formattato: Tipo di carattere: Non Corsivo

Eliminato: 16

l'intensità della pioggia massima che si può verificare nell'unità di tempo assunta (D'Agostino, 2004).

I parametri a e n , caratteristici della stazione, possono essere stimati, per ogni valore del tempo di ritorno T , con il metodo dei minimi quadrati, secondo l'equazione:

$$\log h = \log a + n \log t \quad (13)$$

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 17

t	h	log (t)	log (h)	n	a	h calcolato
1	46,73	0,00	1,67	0,37	46,33	46,33
3	70,83	0,48	1,85			69,31
6	85,13	0,78	1,93			89,37
12	114,40	1,08	2,06			115,22
24	152,38	1,38	2,18			148,55

Tabella 7.6 Processo linearizzazione per T_r di 30 anni (Staz. Pove del Grappa)

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.666666.6

Formattato: Pedice

t	h	log (t)	log (h)	n	a	h calcolato
1	54,13	0,00	1,73	0,37	53,64	53,64
3	82,63	0,48	1,92			80,17
6	97,39	0,78	1,99			103,31
12	131,45	1,08	2,12			133,13
24	177,36	1,38	2,25			171,55

Tabella 7.7 processo linearizzazione per T_r di 100 anni (Staz. Pove del Grappa)

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.767676.7

Formattato: Pedice

Eliminato: ¶

¶

Tabella formattata

t	h	log (t)	log (h)	n	a	h calcolato
1	58,36	0,00	1,77	0,37	57,82	57,82
3	89,37	0,48	1,95			86,39
6	104,40	0,78	2,02			111,30
12	141,20	1,08	2,15			143,40
24	191,64	1,38	2,28			184,74

Tabella 7.8 Processo linearizzazione per T_r di 200anni (Staz. Pove del Grappa)

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.868686.8

Formattato: DIDABT

t	h	log (t)	log (h)	n	a	h calcolato
1	59.02	0.00	1.77	0.24	58.14	58.14
3	74.64	0.48	1.87			76.07
6	89.09	0.78	1.95			90.12
12	108.15	1.08	2.03			106.77
24	126.95	1.38	2.10			126.50

Tabella 7.9 Processo linearizzazione per T_r di 30 anni (Staz. Bassano d. Grappa)

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.9

Tabella formattata

t	h	$\log(t)$	$\log(h)$	n	a	h calcolato
1	70.60	0.00	1.85	0.23	70.05	70.05
3	89.10	0.48	1.95			90.38
6	105.76	0.78	2.02			106.15
12	126.54	1.08	2.10			124.67
24	145.79	1.38	2.16			146.42

← Tabella formattata

Tabella 7.10 Processo linearizzazione per T_r di 100 anni (Staz. Bassano d. Grappa)

- Eliminato: 7
- Eliminato: 6
- Eliminato: 6.10
- Formattato: Normale

t	h	$\log(t)$	$\log(h)$	n	a	h calcolato
1	77.23	0.00	1.89	0.23	76.88	76.88
3	97.37	0.48	1.99			98.59
6	115.31	0.78	2.06			115.34
12	137.07	1.08	2.14			134.94
24	156.56	1.38	2.19			157.86

Tabella 7.11 Processo linearizzazione per T_r di 200 anni (Staz. Bassano d. Grappa)

- Eliminato: 7
- Eliminato: 6
- Eliminato: 6.11
- Formattato: Normale

In tal modo vengono ad essere rappresentate da una retta di cui $\log a$ è la distanza dall'origine degli assi del punto d'incontro con l'asse delle ordinate, ed n è il coefficiente angolare. La retta compensatrice è quella che rende minima la somma degli scarti quadratici. (fig. 7.3, 7.4).

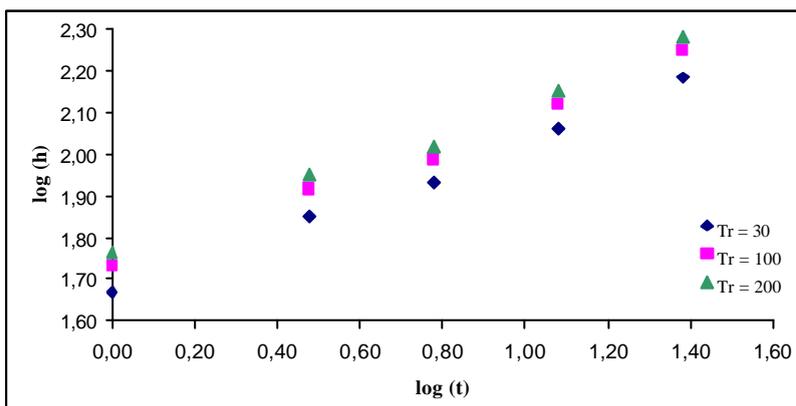


Figura 7.3. Linearizzazione della LSPP (Pove del Grappa)

Eliminato: 6.3

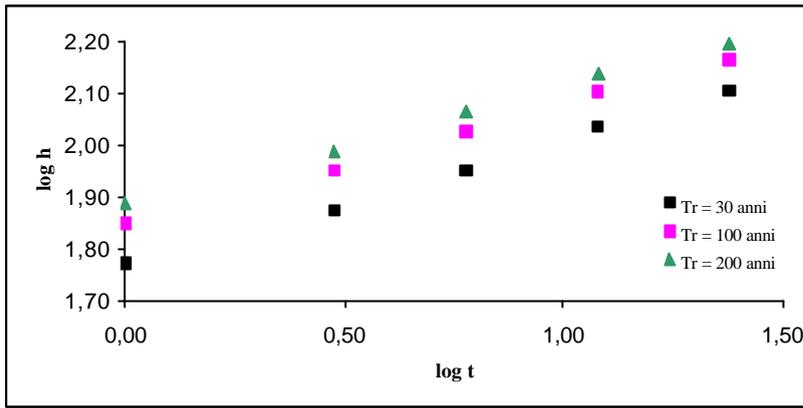


Figura 7.4 Linearizzazione della LSPP (Bassano del Grappa)

Formattato: FIGURAFINALE,
Non mantenere con successivo

Formattato: DIDABT

Formattato: Normale

Dopo aver trovato i parametri a e n è agevole costruire la Curva di Possibilità Pluviometrica (fig. 7.5, 7.6).

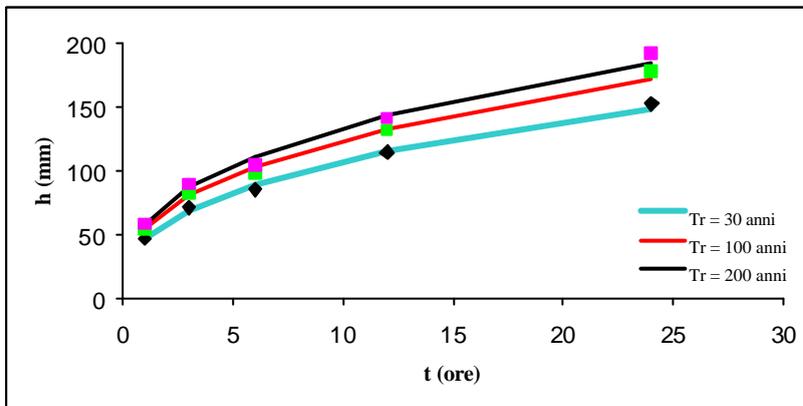


Figura 7.5 Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (Pove del Grappa)

Formattato: DIDABT,
Allineato a sinistra

Eliminato: 6.4

Eliminato: ¶

¶

interruzione pagina

interruzione pagina

interruzione pagina

t [195]

Formattato: Pedice

Formattato: Pedice

Formattato: Pedice

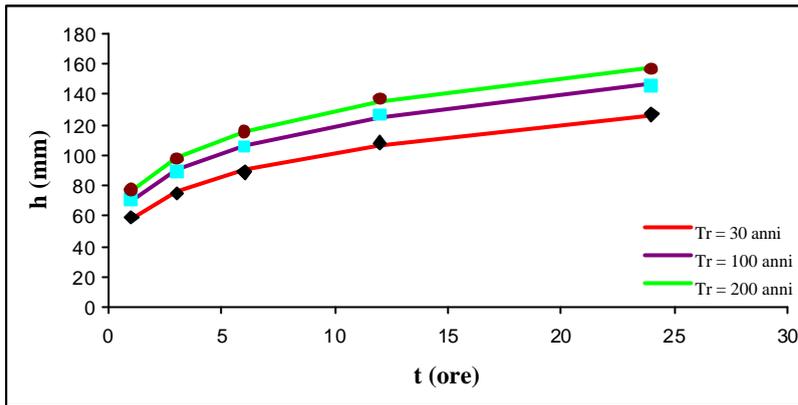


Figura 7.6 Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (Bassano del Grappa)

Eliminato: ¶

Eliminato: 6.6

Bassano del Grappa			Pove del Grappa	
n	a	Tr	n	a
0.24	58.14	30	0.37	46.33
0.23	70.05	100	0.37	53.64
0.23	76.88	200	0.37	57.82

Tabella 7.12 Riassunto parametri per i rispettivi tempi di ritorno

Formattato: Centrato, Interlinea singola

Tabella formattata

Formattato: Centrato, Interlinea singola

Formattato: Centrato, Interlinea singola

Formattato: Centrato, Interlinea singola

Formattato: Centrato, Interlinea singola

Eliminato: 7

Eliminato: 6

Eliminato: 6.12

Formattato: Tipo di carattere: (Predefinito) Times New Roman

Formattato: Tipo di carattere: (Predefinito) Times New Roman

Formattato: Tipo di carattere: (Predefinito) Times New Roman

Formattato: Normale

Formattato: Tipo di carattere: (Predefinito) Times New Roman

Formattato: Tabulazioni:
3,39 cm, Allineato a destra +
Non a 1,06 cm + 2,54 cm +
3,6 cm

Formattato: Tabulazioni:
3,39 cm, Allineato a destra +
Non a 1,06 cm + 2,54 cm +
3,6 cm

Eliminato: <#>
<#>Bassano del Grappa... [196]

Formattato: Tabulazioni:
3,39 cm, Allineato a destra +
Non a 1,06 cm + 2,54 cm +
3,6 cm

Formattati: Elenchi puntati e
numerati

8 STIMA DELLA PORTATA DI PIENA

Il problema centrale del presente studio è quello di determinare i deflussi, originati dagli afflussi meteorici che si abbattono sul bacino idrografico sotteso alla sezione in esame e che attraversano una data sezione di un corso d'acqua. In particolar modo le portate di piena sono quelle più gravose, poiché possono mettere in luce un'insufficienza della sezione trasversale non idonea a convogliare il deflusso prodotto dal bacino. La mancanza di misure di deflusso sia nel corso d'acqua in esame che in corsi limitrofi, induce all'applicazione del meccanismo di trasformazione afflussi-deflussi che consente di ottenere stime di deflusso della portata di piena di assegnata frequenza probabile o tempo di ritorno, Q_t , a partire dalle misure di precipitazione disponibili.

Eliminato: che attraversano una data sezione di un corso d'acqua,

Eliminato: e

Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.1 IL TEMPO DI CORRIVAZIONE

La durata della precipitazione che è critica per il bacino, cioè quella che mette in crisi la rete idrografica perché per essa si raggiunge il valore più elevato di portata, dipende dall'estensione del bacino stesso.

Il tempo di corrivazione rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua è il tempo necessario perché una particella d'acqua, caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino, possa raggiungere la sezione di chiusura del bacino considerato.

La definizione di tempo di corrivazione consente di spiegare perché la piena avviene proprio se l'evento meteorico ha una durata almeno pari al tempo di corrivazione, poiché in questo caso tutta l'area scolante contribuisce ai fini del deflusso superficiale.

Il tempo di corrivazione è un elemento caratteristico di ciascun bacino e non dipende dalla durata di ogni specifico evento meteorologico, ma soltanto dalle caratteristiche del bacino stesso.

Per determinare il tempo di corrivazione si possono utilizzare relazioni empiriche quali le formule di Giandotti (1934) o di Ferro (2002), oppure il metodo cinematico, adottato in questo studio.

Eliminato: 2000

Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.2 RELAZIONI EMPIRICHE

Consentono la valutazione del tempo di corrivazione sulla base di parametri morfometrici del bacino imbrifero, che generalmente si riducono alla sola area ed alla lunghezza del collettore principale. Queste formule tendono a fornire tempi di corrivazione abbastanza contenuti.

Eliminato:

Eliminato:

Giandotti : questa relazione è basata sull'osservazione degli idrogrammi di piena, in particolare sulla variazione tra il baricentro del pluviogramma e il picco dell'idrogramma.

Eliminato: 15

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m}}$$

(14)

Dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore);

L = lunghezza del collettore (km);

H_m = altezza media del bacino riferita alla sezione di chiusura (m);

A = superficie del bacino (km²).

Ferro I il tempo di corrivazione si determina con la seguente formula legata alle dimensioni areali del bacino idrografico:

$$T_c = 0,675\sqrt{A}$$

(15)

Eliminato: 16

Ferro II: questa relazione si basa sulla lunghezza effettiva del collettore principale e sulla sua lunghezza media, ed esprime il tempo di corrivazione in minuti anziché in ore:

Eliminato: 17

$$T_c = 0,022 \frac{L_c}{i^{0,5}}^{0,8}$$

(16)

Dove:

L_c = collettore principale (m);

i = pendenza media (m/m).

Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.3 METODO CINEMATICO

Nello studio del bacino della Valle di S. Andrea si è scelto di determinare il tempo di corrivazione con il metodo cinematico, attraverso la somma del tempo di versante (T_v) e del tempo di reticolo (T_r):

Eliminato: valle

$$T_c = T_v + T_r$$

(17)

Eliminato: 18

Il tempo di versante, è il tempo impiegato dalla goccia d'acqua, caduta nel punto idraulicamente più lontano, a raggiungere il collettore principale:

Eliminato: cio

$$T_v = \frac{L_v}{0,1\sqrt{i_v}}$$

(18)

Eliminato: 19

Il tempo rete è il tempo impiegato dalla goccia d'acqua caduta nel tratto finale del collettore principale, ad arrivare alla sezione di chiusura:

$$T_r = \frac{L_r}{10\sqrt{i_r}}$$

(19)

Eliminato: 20

Il tempo di corrivazione sarà:

$$T_c = \frac{L_r}{10\sqrt{i_r}} + \frac{L_v}{0,1\sqrt{i_v}}$$

(20)

Eliminato: 21

Nella tabella (8.1) sono illustrati i valori dedotti con le quattro metodologie; si noti come i valori calcolati rispettivamente con la seconda formula di Ferro e con il metodo cinematico siano confrontabili, mentre si discostano ampiamente quelli derivati dalla prima relazione di Ferro e dalla formula di Giandotti, che tendono a sottostimare il tempo di corrivazione.

Eliminato: 7

Parametri		Valori
T_c Giandotti	ore	0,54
T_c Ferro I	ore	0,87
T_c Ferro II	ore	0,31
Lunghezza versante	m	200
Dislivello	m	125
Pendenza versante	m/m	0,63
Velocità di versante	m/s	0,08
Tempo di versante	ore	0,7
Velocità di rete	m/s	5,8
Tempo di rete	ore	0,1
Tempo di corrivazione cinematico	ore	0,83

Tabella 8.1 Valori dei principali parametri morfometrici

8.4 PIOGGIA EFFICACE – METODO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)

Il metodo, proposto dal Soil Conservation Service (1972), è una procedura molto applicata in ambiente americano che consente la ricostruzione delle piene in bacini idrografici di superficie non superiore a 15-20 km².

Il metodo consente sia la semplice determinazione della piena o della sua portata al colmo sia la completa ricostruzione dell'idrogramma di piena.

Il metodo assume che il volume specifico di deflusso superficiale P_e sia proporzionale alla precipitazione cumulata lorda P , depurata dall'assorbimento iniziale I_a , secondo il rapporto fra volume specifico infiltrato F e contenuto idrico massimo S : (tutti questi termini sono dati in mm):

$$P_e = (P - I_a) \frac{F}{S} \quad (21)$$

Sostituendo ad F l'espressione ottenuta dall'equazione di continuità:

$$F = P - I_a - P_e \quad (22)$$

Si ottiene:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (23)$$

Formattato: Tipo di carattere Grassetto

Formattato: Allineato a sinistra

Tabella formattata

Formattato: Tipo di carattere Grassetto

Formattato: Allineato a sinistra

Formattato: Tipo di carattere Grassetto

Formattato: [197]

Formattato: [198]

Formattato: [199]

Formattato: [200]

Formattato: [201]

Formattato: [202]

Formattato: [203]

Formattato: [204]

Formattato: [205]

Formattato: [206]

Formattato: [207]

Formattato: [208]

Formattato: [209]

Formattato: [210]

Formattato: [211]

Formattato: [212]

Formattato: [213]

Formattato: [214]

Eliminato: 8

Eliminato: 7

Eliminato: 7.17.17.1

Formattato: [215]

Formattati: Elenchi puntati e numerati [216]

Eliminato: [217]

Eliminato: ¶

Eliminato: 23

Eliminato: 23

Eliminato: 24

L'assorbimento iniziale I_a rappresenta un volume specifico di pioggia sottratto a priori al bilancio in esame, e descrive in modo globale diversi processi:

- intercettazione da parte della vegetazione;
- accumulo nelle depressioni superficiali;
- imbibimento iniziale del terreno.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: imbibimento

Può essere correlato all'invaso massimo del suolo:

$$I_a = cS \quad (24)$$

Eliminato: 25

dove c è generalmente variabile (nella letteratura USA) da 0,1 a 0,2; applicazioni in altri contesti hanno evidenziato come c sia variabile da 0,01 a 0,3 (SCS, 1972).

Di conseguenza, tenendo conto che $P_e = P - I_a$, la (23) si può riscrivere:

$$P_e = \frac{[P - (0,1 \div 0,2S)]^2}{P + (0,9 \div 0,8S)} \quad (25)$$

Eliminato: 24

Formattato: Abbassato14_pt

Il volume specifico di saturazione S dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro *curve number* (CN), secondo la relazione:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (26)$$

Dove:

CN = rappresenta l'attitudine del bacino esaminato a produrre deflusso;

25,4 = è un fattore di scala.

Eliminato: ↔

Eliminato: ↔

Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.5 PRODUZIONE DI DEFLUSSO SUPERFICIALE: LA CARTA DEL CN

Il CN o Curve Number (SCS, 1972) è un parametro utilizzato per esprimere l'attitudine del complesso suolo-soprassuolo a produrre deflussi superficiali. Le informazioni cui fare riferimento per la determinazione del CN sono l'uso del suolo e le caratteristiche di permeabilità dei suoli.

Eliminato:
Eliminato:

La realizzazione di una carta della permeabilità dei suoli richiede normalmente una mole di rilievi in campo che non è compatibile con le risorse disponibili e con le dimensioni del territorio di studio. La soluzione più ragionevole pare essere quella di derivare tale carta, in modo semplificato, da una riclassificazione della carta litologica in quattro gruppi idrologici:

Eliminato:
Eliminato: geologica

- A** = permeabilità alta, bassa capacità di deflusso, suoli con elevata infiltrabilità;
- B** = permeabilità medio alta, suoli con moderata infiltrabilità se saturi;
- C** = permeabilità medio bassa, suoli con bassa infiltrabilità se saturi;
- D** = permeabilità bassa, capacità di deflusso elevata, suoli con infiltrabilità ridottissima in condizione di saturazione.

Eliminato: A
Formattati: Elenchi puntati e numerati
Eliminato: B
Eliminato: C
Eliminato: D

Partendo da detta classificazione è stato piuttosto agevole l'attribuzione delle diverse formazioni geologiche ad uno dei quattro gruppi idrologici previsti dal metodo; la tabella 8.2 esprime appunto la relazione tra gruppi idrologici e le formazioni geologiche presenti nel bacino della Valle di S. Andrea.

Eliminato: 7

GRUPPO "C"	- CALCARI GRIGI : calcari nocciola-rosati frequentemente dolomizzati, in grossi banchi
GRUPPO "B"	- SCAGLIA ROSSA : calcari rossi e rosei fittamente stratificati, argille fortemente marnose
GRUPPO "A"	- BIANCONE : calcari micratici bianchi, sottilmente stratificati a frattura concoide
	- CONOIDI TORRENTIZI
	- ALLUVIONI FLUVIO-GLACIALI
	- FORMAZIONE DI FONZASO : calcari selciferi grigio
	- ROSSO AMMONITICO : calcari nodulari rossi e verdastrati con selce in noduli

Eliminato: _____
Formattato: Rientro: Prima riga: 0 cm
Tabella formattata

Tabella 8.2 Relazione tra litologia e classi di permeabilità

Eliminato: 8
Eliminato: 7
Eliminato: 7.27.27.2

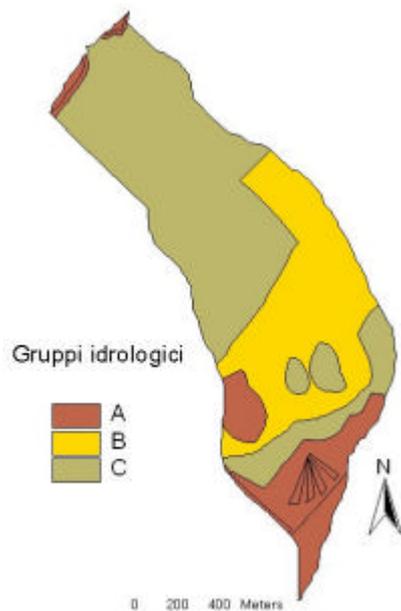


Figura 8.1 Carta dei gruppi idrologici del suolo

Gruppo	%	km ²
A	15.77	0.26
B	28.95	0.48
C	55.26	0.92
	100	1.66

Tabella 8.3 Suddivisione del bacino nei gruppi idrologici

Il parametro CN è espresso con un numero compreso tra 0 e 100, dove lo zero rappresenta situazioni in cui non si ha mai produzione di deflusso superficiale e il 100 le aree perfettamente impermeabili. In realtà le situazioni estreme sono puramente teoriche in quanto ben difficilmente realizzabili e, dato che il CN è un indicatore non lineare, in pratica il range di variabilità è compreso tra circa 15 e valori prossimi a 100.

L'estrazione della carta del CN può essere eseguita attraverso un'operazione di sovrapposizione ("overlay") della carta dei gruppi idrologici con quella dell'uso del suolo. A ciascuna cella del bacino compete univocamente una combinazione "gruppo idrologico - uso del suolo" ricavata dai due relativi raster. Utilizzando una tabella a due entrate è assegnata a ciascuna cella un valore del parametro CN. La tabella a due entrate utilizzata nella costruzione della carta del CN è una matrice di n righe per quattro colonne. Le colonne sono

- Eliminato: 7.1
- Eliminato: carta
- Formattato: DIDABT
- Eliminato: del bacino della Val di S. Andrea
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Tabella formattata
- Formattato: Centrato, Interlinea singola
- Eliminato: 8
- Eliminato: 7
- Eliminato: Gruppo [218]
- Formattato: DIDABT

riferite ai quattro gruppi idrologici di permeabilità del suolo A, B, C, D. Le righe, in numero variabile, sono riferite alle diverse categorie di uso del suolo presenti sul bacino.

I valori riportati in tabella 8.4 sono stati utilizzati per attribuire il CN al bacino della Valle di S. Andrea.

TIPOLOGIA D'USO DEL SUOLO	A	B	C	D
Fustaia	31	49	57	61
Fustaia rada	35	51	59	62
Ceduo	40	55	62	65
Ceduo scadente	45	58	65	68
Rupi boscate	48	61	67	70
Arbusteti	50	62	68	71
Prati e colture agrarie	54	65	71	74
Alpi e pascoli	64	73	79	81
Improduttivi	66	75	80	83
Aree urbanizzate	88	90	92	94

Tabella 8.4 Valori di CN per le varie combinazioni suolo-soprassuolo

Il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento (Antecedent Moisture Conditions, AMC) e a tal fine va precisato che i valori di CN riportati nella tabella 8.4 si riferiscono a condizioni medie del parametro AMC denominate AMCII.

La definizione di AMC richiede la determinazione della precipitazione totale caduta nei cinque giorni precedenti l'evento in esame, e nel caso in cui si ricada nella condizione di AMC I (secca) o in quella di AMC III (umida) devono essere utilizzati valori diversi di CN; in alternativa i valori di CN della tabella 8.4 devono essere corretti utilizzando i fattori FI e FIII, rispettivamente per la condizione di secca e per quella umida, aventi le seguenti espressioni:

$$FI = \frac{4,2CNII}{10 - 0,058CNII} \quad (28)$$

$$FIII = \frac{23CNII}{10 + 0,13CNII} \quad (29)$$

L'operazione di incrocio tra la carta dei gruppi idrologici e la carta dell'uso del suolo del bacino studio ha prodotto la carta del CN (fig. 8.2) la cui analisi può essere riassunta dai dati riportati in tabella 8.5.

Eliminato: 7

Formattato: Tipo di carattere Grassetto

Tabella formattata

Formattato [219]

Formattato: Interlinea singola

Formattato: Interlinea singola

Formattato [220]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [221]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [222]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [223]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [224]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [225]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [226]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [227]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [228]

Formattato: Interlinea singola

Formattato [229]

Eliminato: 8

Eliminato: 7

Eliminato: 4

Eliminato: 5

Eliminato: 7.4

Eliminato: TIPOLOGIA D'USO DEL SUOLO [230]

Tabella formattata

Formattato [231]

Eliminato: 7

Formattato [232]

Eliminato: 7

Formattato [233]

Eliminato: figura

Formattato [234]

Eliminato: 7

Formattato [235]

Eliminato: 7

Formattato [236]

Infine il valore del CN per AMC II, è stato ricavato attraverso una media ponderata dei valori di CN con le rispettive aree; applicando poi la (29) si è trovato il rispettivo CN per AMCIII, usato nel calcolo della pioggia efficace perché più cautelativo.

Eliminato: quest' ultimo

CN	SUP. (km ²)	%	CN x SUP.
21	0,009	0,52	0,2
38	0,008	0,49	0,3
40	0,078	4,65	3,1
41	0,074	4,43	3,0
45	0,339	20,34	15,2
47	0,022	1,31	1,0
50	0,003	0,15	0,1
55	0,452	27,17	24,9
60	0,081	4,87	4,9
62	0,366	21,99	22,7
65	0,139	8,37	9,1
92	0,094	5,66	8,7
Totale	1,66	100	93,2

Tabella formattata

Eliminato: *

Tabella 8.5 Distribuzione delle diverse classi di CN

Eliminato: 8

Eliminato: 7

Eliminato: 5

Eliminato: 6

Eliminato: Tabella 7.67.57.5 Distribuzione delle diverse classi di CN

Eliminato: ¶
¶

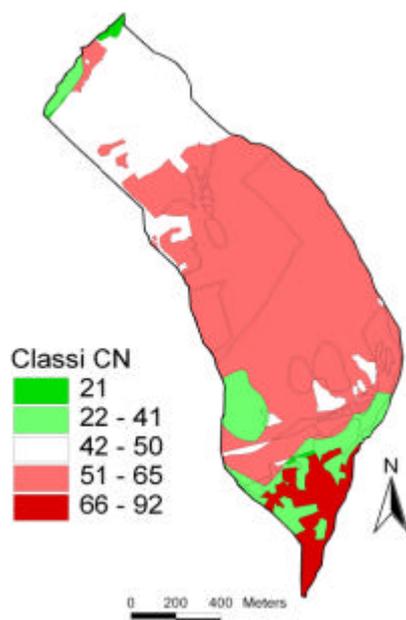


Figura 8.2 Carta del CN del bacino della Valle di S. Andrea

Formattato: DIDABT

Eliminato: 7.2

Il metodo applicato ha fornito i seguenti valori di CN:

CN II = 57

CN III = 75

Riassumendo:

A (km²) = 1,66

T_c (ore) = 0,83

Cn III = 75

S (mm) = 84,85

I_a (0,1 S) = 8,5 mm

I_a (0,2 S) = 17 mm

Applicando il metodo SCS, per durate di precipitazione pari al tempo di corrivazione (0,83 ore) si sono ottenuti i seguenti valori di pioggia efficace:

Metodo SCS (Staz. Pove del Grappa)	Tr (anni)	P (mm)	n	a	Pe (mm)	
					(I _a =0,1 S)	(I _a =0,2 S)
	30	43,3	0,37	46,3	10,12	6,22
	100	50,1	0,37	53,6	13,70	9,31
	200	54,0	0,37	57,8	15,90	11,26

Tabella 8.6 Valori con il metodo SCS

Metodo SCS (Staz. Bassano d. G.)	Tr (anni)	P (mm)	n	a	Pe (mm)	
					(I _a =0,1 S)	(I _a =0,2 S)
	30	55,6	0,24	58,1	16,79	12,06
	100	67,1	0,23	70,0	23,94	18,61
	200	73,7	0,23	76,9	28,34	22,73

Tabella 8.7 Valori con il metodo SCS

- Eliminato: ¶
-
- Eliminato: →
- Eliminato: ¶
- CN III = 75
- Eliminato: _____
- Formattato: Tabulazioni:
1,27 cm, Allineato a sinistra +
2,54 cm, Allineato a destra +
2,96 cm, Allineato a sinistra +
Non a 3,39 cm
- Eliminato: →
- Eliminato: →
- Formattato: Pedice
- Eliminato: →
- Formattato: Italiano (Italia)
- Formattato: Inglese (Regno Unito)
- Eliminato: →
- Eliminato: →
- Eliminato: →

- Eliminato: 8
- Eliminato: 7
- Eliminato: 6
- Eliminato: 7
- Eliminato: 7.7767.6

- Eliminato: 8
- Eliminato: 7
- Eliminato: 7
- Eliminato: 8
- Eliminato: 7.8777.7
- Formattato: Tabulazioni:
3,39 cm, Allineato a destra +
Non a 2,54 cm + 3,6 cm
- Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.6 CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO CON IL METODO RAZIONALE

Eliminato: ¶

Il metodo razionale trova frequente applicazione per piccoli bacini, e consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno. Il metodo si fonda su tre ipotesi:

Eliminato: CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO CON IL METODO RAZIONALE¶

- pioggia costante e distribuita uniformemente su tutto il bacino;
- la durata delle precipitazioni deve essere pari al tempo di corrivazione del bacino (T_c);
- l'idrogramma di piena deve assumere la forma di un triangolo isoscele ed avere una durata pari a $2 T_c$.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Il tempo di corrivazione, essendo la minima durata di pioggia per la quale tutto il bacino risulta contribuente, è anche la condizione per la quale la precipitazione interessa il bacino con la massima intensità.

Si procede eseguendo il bilancio idrologico, ponendo:

$$\text{volume d'acqua affluito} = \text{volume defluito}$$

ovvero:

$$P_e A = Q_t T_c \quad (30)$$

Dove:

P_e = pioggia efficace (mm):

Eliminato: →

A = area (km^2):

Eliminato: →

Q_t = portata al colmo (m^3/s):

Eliminato:

T_c = tempo di corrivazione (ore).

Eliminato: Portata

Eliminato: →

Eliminato: Tempo

Dalla (30) si ricava, bilanciando le unità di misura presenti nell'uguaglianza, la formula per la determinazione della portata al colmo:

$$Q_t = \frac{P_e A}{3,6T} \quad (31)$$

Applicando il metodo si è così calcolata la portata al colmo per il bacino in studio, per tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni; come per la pioggia efficace, anche in questo caso si è proceduto parallelamente al calcolo della portata al colmo per le precipitazioni derivate rispettivamente dalla serie storica di Pove del Grappa e di Bassano del Grappa (tab. 8.8).

Eliminato: _____
 Formattato: Normale

Eliminato:
 Eliminato: 6.8

Portata al colmo (Pove d. Grappa)		Tr	Portata al colmo (Bassano d. G.)	
Q (m ³ /s)			Q (m ³ /s)	
(I _a =0,1 S)	(I _a =0,2 S)		(I _a =0,1 S)	(I _a =0,2 S)
5,64	3,47	30	9,36	6,72
7,63	5,18	100	13,34	10,37
8,86	6,27	200	15,79	12,66

Tabella formattata

Tabella 8.8 Portata al colmo

Eliminato: 8
 Eliminato: 7
 Eliminato: 8
 Eliminato: 9
 Eliminato: 7.978787.8

Per la verifica di dimensionamento che si sta valutando si è scelto di utilizzare i valori di portata al colmo risultante dall'elaborazione delle precipitazioni tratte dalla serie storica di Bassano del Grappa, ed in particolare quelle calcolate con I_a pari a 0,2 S.

Detta scelta è motivata da una ragione fondamentale di natura statistica, e cioè il campione rappresentato in questa serie, registra circa sessant'anni di osservazioni, ed è di gran lunga più attendibile e rappresentativo del rispettivo di Pove del Grappa, con 16 anni di massime annuali di precipitazioni; vista poi la natura del bacino coperto per gran parte della sua estensione da ceduo e ricadente su suoli calcarei, si è considerato più attendibile il valore di assorbimento iniziale (I_a) maggiore corrispondente a 0,2 S (17 mm).

Eliminato: da detta serie storica
 Eliminato: .
 Eliminato: il quale
 Eliminato: che riporta

Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.7 COSTRUZIONE DEL PLUVIOGRAMMA A BLOCCHI ALTERNI

Il pluviogramma a blocchi alterni è un istogramma che riporta la distribuzione emisimmetrica degli incrementi di pioggia per ogni intervallo di tempo ricavato dalla Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP).

Il tempo di corrvazione del bacino della Valle di S. Andrea di 0,83 ore, che corrispondono a circa 50 minuti, è stato suddiviso in 10 intervalli di tempo (Δt) di 5 minuti ognuno. Dalla LSPP sono state ricavate le altezze di pioggia lorda e quindi gli incrementi di pioggia per ogni intervallo di tempo; la costruzione del pluviogramma avviene disponendo il valore di intensità di pioggia maggiore al centro e procedendo poi con la distribuzione alternativamente a destra e a sinistra degli altri valori.

Considerando che per le analisi successive utilizzeremo i dati ricavati dalla serie storica dei massimi di precipitazione di Bassano del Grappa, i pluviogrammi calcolati ed i rispettivi grafici faranno riferimento a dette Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica, e per i tempi di ritorno fin qui contemplati (fig. 8.3, 8.4 e 8.5).

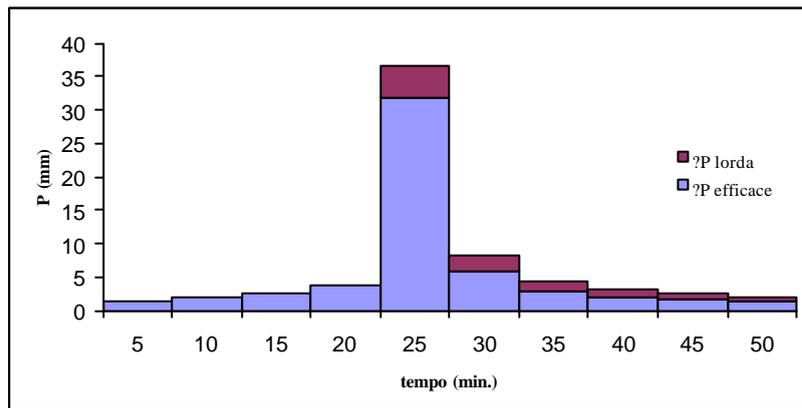


Figura 8.3 Pluviogramma a blocchi alterni per precipitazioni con Tr di 30 anni

Eliminato: (

Eliminato:)

Eliminato:

Eliminato:

Eliminato:

Eliminato: il prosieguo di questo studio

Eliminato: 8

Eliminato: 1

Eliminato: 8

Eliminato: 2

Eliminato: 8

Eliminato: 3

Eliminato: _____

Eliminato: 7.3

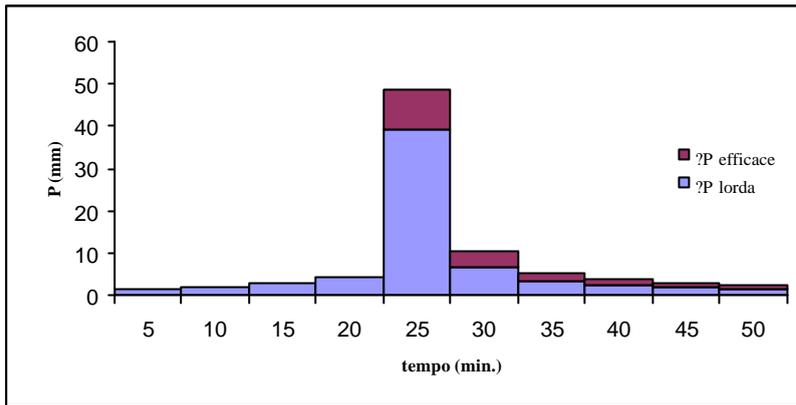


Figura 8.4 Pluviogramma a blocchi alterni per precipitazioni con Tr di 100 anni

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 7.1 Pluviogramma a blocchi alterni per precipitazioni con Tr di 100 anni

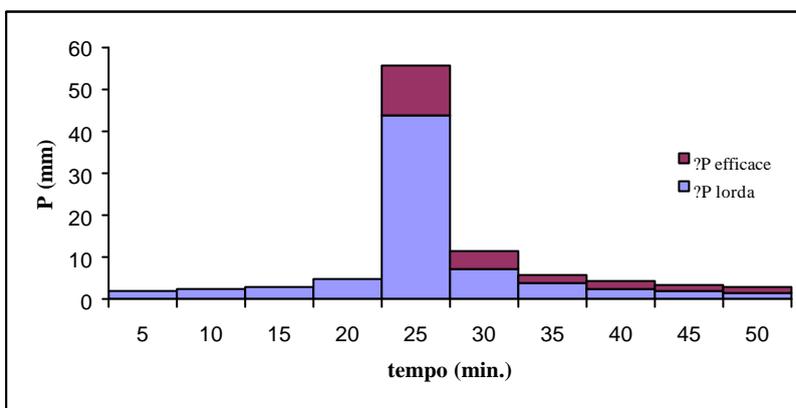


Figura 8.5 Pluviogramma a blocchi alterni per precipitazioni con Tr di 200 anni

Formattato: DIDABT

Formattato: Normale

Eliminato: ¶

Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.8 IL MODELLO CINEMATICO

Il modello cinematico o metodo della corrivazione mette in conto nella deduzione dei deflussi di piena esclusivamente il fenomeno di trasferimento della massa liquida: la goccia d'acqua che cade sulla superficie del bacino scorre su di essa con velocità variabile e si presenta, unita alle altre gocce, dopo un certo intervallo di tempo nella sezione di chiusura. Il modello pertanto prescinde dai fenomeni di laminazione della massa liquida imputabili a un momentaneo accumulo in alcune zone (per esempio, quelle più depresse) del bacino (Ferro, 2002).

Il metodo della corrivazione si fonda sulle seguenti ipotesi:

Eliminato: Grafico 7.2 Pluviogramma a blocchi alterni per precipitazioni con Tr di 200 anni
—interruzione pagina—
<#>IL MODELLO CINEMATICO¶

- la formazione della piena è dovuta unicamente a un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende solo dal punto in cui è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza di altre gocce, cioè ognuna si muove indipendentemente dalle altre;
- le linee isocorrive, cioè le linee che congiungono punti aventi uguale valore del tempo di corrivazione, si mantengono costanti durante l'evento al variare dell'intensità della pioggia, della durata e del coefficiente di deflusso;
- la portata della corrente defluente attraverso la sezione di chiusura si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

Eliminato: .

L'applicazione del metodo della corrivazione richiede

- a) il tracciamento delle linee isocorrive;
- b) la determinazione della curva isocorrivografica;
- c) il calcolo del tempo di corrivazione;
- d) il calcolo del coefficiente di deflusso.

È stato proposto da Viparelli (1963) di considerare le linee isocorrive, cioè le linee che congiungono punti a egual valore del tempo di corrivazione, coincidenti con le isoipse ricadenti nel bacino. Questa proposta si fonda sull'ipotesi che il tempo di corrivazione di ciascun punto del bacino sia proporzionale alla distanza che intercorre tra esso e la sezione di chiusura e che, in generale, a punti di quota più elevata corrispondono distanze maggiori e, quindi, tempi di corrivazione più grandi.

Posta questa ipotesi è necessario, attraverso la curva ipsografica, determinare l'area compresa tra due isocorrive successive (fig. 8.6).

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 8

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 4

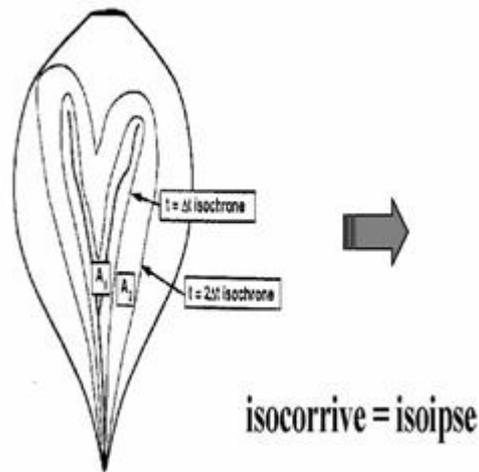


Figura 8.6 Passaggio da isocorrive a isoipse

Formattato: DIDABT

Eliminato: 7.4

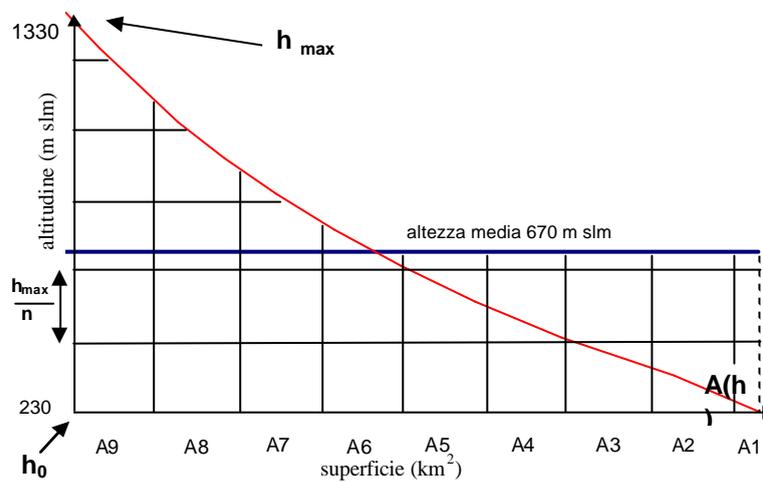


Figura 8.7 Deduzione, dalla curva ipsografica, della superficie compresa tra due successive isocorrive

Eliminato: 7.5

Formattato: Normale

La curva ipsografica viene allora trasformata in una curva Area-Tempi, che rappresenta la porzione di area del bacino, contribuente alla sezione di chiusura, in funzione del tempo. L'altezza massima del bacino H_{max} deve essere divisa in tanti intervalli quanti sono gli intervalli Δt in cui il tempo di corrivazione (0,83 ore ~ 50 minuti) è stato suddiviso; il passaggio dalla curva ipsografica alla curva area - tempo avviene con le seguenti formule:

$$h \rightarrow t = T_c \frac{h - h_0}{h_{\max} - h_0}$$

(32)

Eliminato: 30

$$A(h) \rightarrow A_{TOTALE} - A(h)$$

(33)

Eliminato: 31

La tabella sottostante (tab. 8.9) definisce il processo di trasferimento della curva ipso-grafica nella curva area-tempi.

Eliminato: 2.9

Aree cumulate (km ²)	Quote (m s.m.)	Tempo (h)	Tempo (min.)	Area contribuyente (km ²)
0	1330	0,83	50	1,7
0,1	1230	0,75	45	1,6
0,2	1130	0,68	41	1,5
0,3	1030	0,60	36	1,4
0,4	930	0,53	32	1,3
0,5	830	0,45	27	1,2
0,6	730	0,38	23	1,0
0,8	630	0,30	18	0,9
1,0	530	0,23	14	0,7
1,2	430	0,15	9	0,5
1,5	330	0,08	5	0,2
1,7	230	0	0	0

Tabella 8.9 Aree contribuenti alla sezione di chiusura per ogni intervallo di quota

Eliminato: 8

Eliminato: 7

Eliminato: 9

Eliminato: 10

Eliminato: 7.107.9797.9

Eliminato: 8.6

I valori tempo (minuti) e relativa area cumulata (km²) alla sezione di chiusura vengono inseriti in un grafico (fig 8.8), da cui è possibile ricavare l'equazione polinomiale di terzo grado che interpola i suddetti punti, ed ottenere così la curva tempo - aree incrementali..

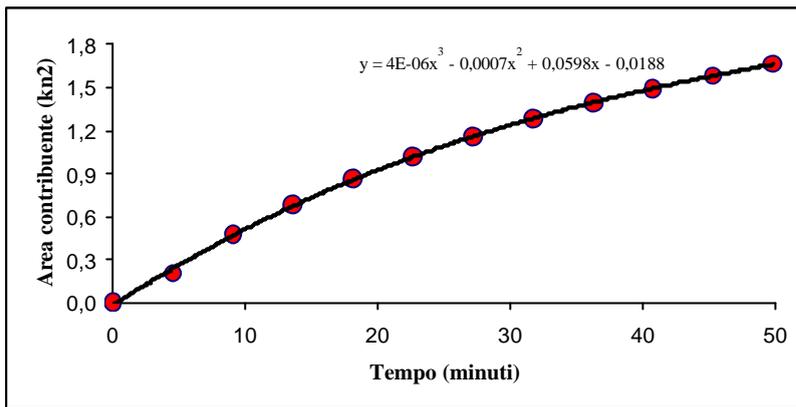


Figura 8.8 Andamento della porzione di area contribuyente alla sezione di chiusura in funzione del tempo

- Eliminato: ¶
- Formattato: DIDABT
- Eliminato: 7.6

Una volta determinata l'equazione che descrive come varia l'area contribuyente al deflusso alla sezione di chiusura in funzione del tempo, si procede suddividendo il tempo di corrivazione del bacino della Valle di S. Andrea (0,83 ore) in intervalli di 5 minuti, cui è possibile attribuire la porzione di area contribuyente, mediante suddetta equazione (fig. 8.9); in questo modo si ottengono i valori riportati in tabella 8.10, nella quale per la definizione di tempo di corrivazione, si osserva che dopo 50 minuti, l'area contribuyente è l'area totale del bacino. Gli stessi dati, relativi agli incrementi di area contribuyente nel tempo, sono stati riportati successivamente in un istogramma (fig. 8.10)

- Eliminato: 8.6
- Eliminato: 8.10

Tempo (min.)	Area cumulata (km ²)	Aree parziali (km ²)	N°
10	0,51	0,25	A2
15	0,73	0,22	A3
20	0,93	0,20	A4
25	1,10	0,17	A5
30	1,25	0,15	A6
35	1,39	0,14	A7
40	1,51	0,12	A8
45	1,62	0,11	A9
50	1,66	0,04	A10

- Formattato: Colore carattere: Automatico
- Eliminato: 8.7
- Formattato: Colore carattere: Automatico
- Tabella formattata

Tabella 8.10 Area cumulata ed aree parziali per intervalli di 5 minuti

- Eliminato: 8
- Eliminato: 7
- Eliminato: 10
- Eliminato: 11
- Eliminato: 7.117.107.107.10

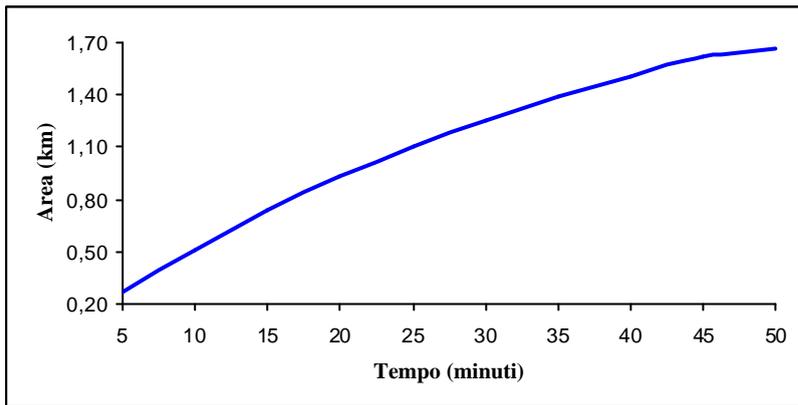


Figura 8.9 Area cumulata contribuente alla sezione di chiusura

Formattato: Didascalia;DidascaliaCarattere, Centrato

Eliminato: Tabella
7.1.27.127.117.117.11 Area cumulata contribuente alla sezione di chiusura

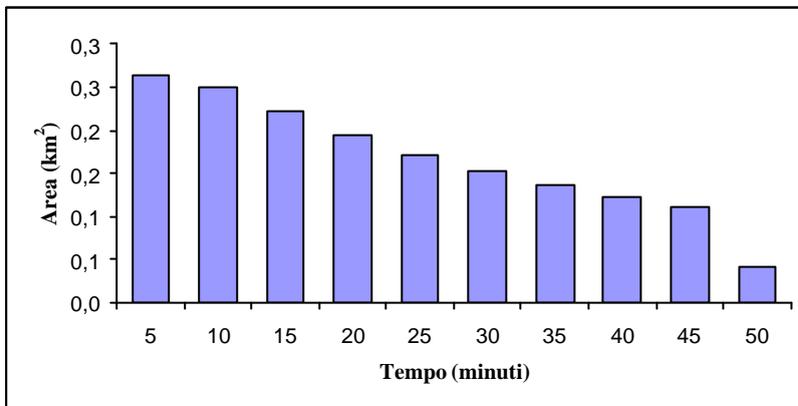


Figura 8.10 Aree parziali contribuente alla sezione di chiusura dopo intervalli di tempo di 5 minuti

Eliminato: 7.7
Formattato: DIDABT

Formattati: Elenchi puntati e numerati

8.9 CALCOLO DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

Il tracciamento dell'onda di piena con il metodo cinematico avviene, una volta note le superfici comprese tra le isocorive, sulla base del seguente prospetto:

$$Q_1 = \frac{P_{e1}}{3,6 Dt} A_1$$

$$Q_2 = \frac{P_{e2} A_1 + P_{e1} A_2}{3,6 Dt}$$

$$Q_3 = \frac{P_{e3} A_1 + P_{e2} A_2 + P_{e1} A_3}{3,6 Dt}$$

$$Q_4 = \frac{P_{e4} A_1 P_{e3} A_2 + P_{e2} A_3 + P_{e1} A_4}{3,6 Dt}$$

$$Q_5 = \frac{P_{e5} A_1 P_{e4} A_2 + P_{e3} A_3 + P_{e2} A_4 + P_{e1} A_5}{3,6 Dt}$$

$$Q_6 = \frac{P_{e5} A_2 + P_{e4} A_3 + P_{e3} A_4 + P_{e2} A_5}{3,6 Dt}$$

$$Q_7 = \frac{P_{e5} A_3 + P_{e4} A_2 + P_{e3} A_1}{3,6 Dt}$$

$$Q_8 = \frac{P_{e5} A_4 + P_{e4} A_5}{3,6 Dt}$$

$$Q_9 = \frac{P_{e5} A_5}{3,6 Dt}$$

$$Q_{10} = 0 \quad (32)$$

Avendo indicato con Q_i ($i = 1, 2, \dots, 10$) la portata che attraversa la sezione di chiusura alla fine della i -esima ora, con P_e l'altezza di pioggia efficace nell' i -esimo intervallo Δt , con A_i ($i = 1, 2, \dots, 5$) la superficie compresa tra l'isocoriva $i - 1$ e i .

Il bacino della Valle di S. Andrea è stato suddiviso in 10 aree:

A_1 contribuisce alla sezione di chiusura dopo il primo Δt (5 minuti), A_2 dopo 10 minuti e A_6 , la più lontana dalla sezione di chiusura, contribuisce solo dopo un tempo pari al T_c . Al termine della precipitazione, di durata pari al T_c , A_1 smette di contribuire mentre l'ultima area che dà il suo contributo è A_{10} , dopo un tempo pari a $2 T_c$. Per ogni Δt , si sommano i contributi giunti alla sezione di chiusura di tutte le aree. Questa sommatoria è inserita nella formula del Metodo Razionale e permette di ottenere la portata concernente ciascun intervallo temporale.

La costruzione dell'idrogramma di piena per un evento di assegnato tempo di ritorno, si effettua quindi riportando in un grafico i valori di portata ottenuti (fig. 8.11, 8.12 e 8.13).

Eliminato: 8

Eliminato: 9

Eliminato: 10

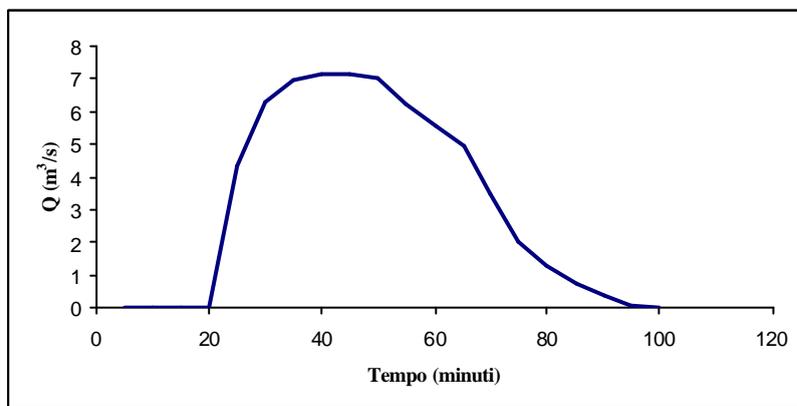


Figura 8.11 Idrogramma di piena ($T_r = 30$ anni)

Formattato: DIDABT

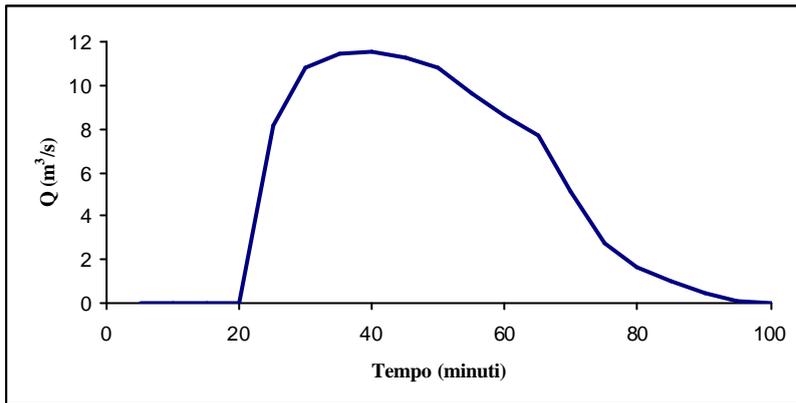


Figura 8.12 Idrogramma di piena (Tr = 100 anni)

Eliminato: Grafico 7.3 Idrogramma di piena (Tr = 30 anni)

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 7.4 Idrogramma di piena (Tr = 100 anni)

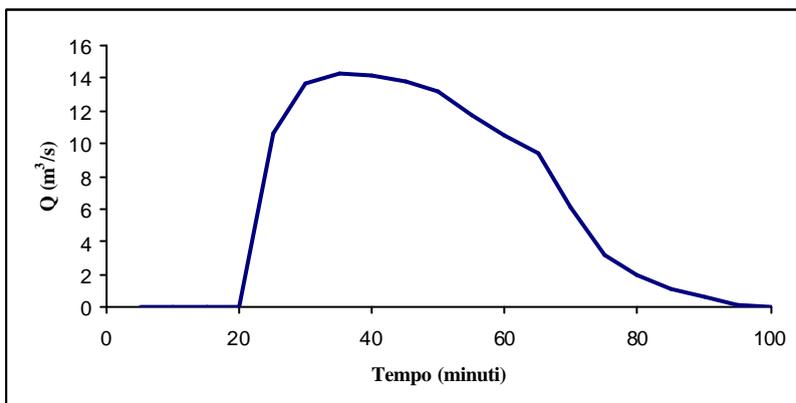


Figura 8.13 Costruzione del pluviogramma per un evento con Tr 200 anni

Formattato: Didascalia; DidascaliaCarattere, Centrato

Eliminato: Grafico 7.5 Costruzione del pluviogramma per un evento con Tr 200 anni

Il calcolo delle portate di piena con il metodo della corrivazione fornisce valori superiori rispetto al metodo razionale. L'affidabilità del metodo cinematico per bacini di forma allungata, quale il nostro caso, è ridotta dalla presenza di zone di eguale quota che hanno una distanza anche molto diversa dalla sezione di chiusura del bacino; le suddette zone dovrebbero allora avere diversi tempi di corrivazione.

Eliminato: diversi

Formattati: Elenchi puntati e numerati

9 TRASPORTO SOLIDO

Le correnti idriche hanno la capacità, in certe condizioni, di trasportare elementi solidi (limo, sabbia, ciottoli, ecc.). Questo fenomeno si chiama trasporto solido.

Il materiale solido trasportato a valle dalla corrente dei torrenti e dei fiumi, rappresenta l'anello di congiunzione tra i fenomeni di erosione nella parte alta del bacino e quelli di sedimentazione e di scarico nella zona di valle (Benini, 1978); visto che l'obiettivo di questo lavoro di tesi di laurea è la valutazione del rischio idraulico connesso ai quattro attraversamenti posti a valle del bacino idrografico della Valle di S. Andrea, risulta particolarmente importante il calcolo della portata solida.

Qualunque sia la modalità di trasporto considerata, è definibile una portata solida volumetrica Q_s , espressa in $m^3 s^{-1}$, pari al volume di particelle solide che attraversano una fissata sezione nell'unità di tempo.

La portata solida ha una maggiore variabilità della portata liquida. Il trasporto solido di un corso d'acqua naturale è infatti rilevante durante gli eventi di piena e le morbide mentre è del tutto trascurabile nei periodi di magra (Ferro, 2002).

Formattati: Elenchi puntati e numerati

9.1 ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO

Lo studio del trasporto solido prende le mosse dall'analisi della condizione di inizio del moto delle particelle solide disposte sul fondo alveo. Lo studio di questa condizione di "equilibrio limite", denominata di moto incipiente, può essere condotto facendo ricorso a equazioni in cui figura o la velocità critica o la tensione critica di trascinamento.

I parametri che determinano qualitativamente e quantitativamente la portata solida per una determinata portata liquida sono i seguenti:

- lo sforzo tangenziale o forza di trascinamento del materiale costituente il letto;
- la scabrezza.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

9.1.1 Sforzo tangenziale

Una corrente fluida in movimento produce sul contorno degli sforzi tangenziali. Considerando le condizioni di moto uniforme, la corrente esercita sul contorno uno sforzo tangenziale medio t :

$$t = g \cdot R_h \cdot i \quad (33)$$

Eliminato: 32

Dove:

g = Peso specifico dell'acqua (N/m^3);

Eliminato: →

R_h = Raggio idraulico (m);

Eliminato: →

i = Pendenza del torrente (m/m).

Eliminato: I

Eliminato:

Eliminato: ¶

Si definisce sforzo tangenziale medio t , la forza per unità di superficie (N/m^2) che si produce lungo il perimetro bagnato in seguito al passaggio di una determinata portata liquida Q .

In corrispondenza della parte centrale del fondo, poi, si osserva il valore massimo di t , del valore:

$$t \approx g \cdot y \cdot i \quad (34)$$

Eliminato: 33

Dove:

y = profondità del tirante (m).

Eliminato: →

R_h = raggio idraulico (m)

Eliminato: →

Formattato: Pedice

i = pendenza del torrente (m)

Formattato: Non Apice / Pedice

Eliminato: →→

Eliminato: I

Eliminato: →

Eliminato: →

Eliminato:

Eliminato:

A parità di portata, una scabrezza del fondo maggiore conferisce maggior resistenza al moto dell'acqua, facendo transitare la stessa portata con un tirante più alto, quindi con un raggio idraulico e sforzo tangenziale medio diversi. L'aumento della scabrezza del fondo produce quindi un aumento del tirante, con un conseguente aumento dello sforzo tangenziale medio.

La determinazione della tensione critica di trascinamento è stata inizialmente condotta, dai diversi autori che si sono interessati all'argomento, quasi esclusivamente per via sperimentale.

Shields (1936) ha determinato lo sforzo necessario per muovere una particella di assegnato diametro, definendo come sforzo tangenziale critico (t_c) il valore minimo dello sforzo tangenziale che movimenta il materiale sul fondo:

Eliminato:

$$t_c = 0,06(g_s - g)D \quad (35)$$

Formattato: Abbassato6 pt

Eliminato: 34

Dove:

γ = peso specifica dell'acqua (9810 N/m³);

γ_s = peso specifico dei sedimenti (26000 N/m³);

D = diametro del materiale costituente il letto (m).

Formattato: Tabulazioni:
1,69 cm, Allineato a sinistra +
Non a 1,9 cm

Allo sforzo tangenziale critico, corrisponderà una profondità critica (h_c) ed infine una portata critica (Q_c), che segna il confine tra moto - non moto delle particelle.

Partendo dalla relazione:

$$t_c \approx g \cdot h_c \cdot i \quad (36)$$

Formattato: Abbassato6 pt

Eliminato: 35

L'altezza critica (h_c) sarà uguale a:

$$h_c = \frac{t_c \cdot D_{50}}{g \cdot i} \quad (37)$$

Eliminato: 36

Formattato: Abbassato14 pt

Formattati: Elenchi puntati e numerati

9.1.2 Coefficiente di scabrezza (K_s)

Il problema nel moto uniforme è quello di trovare una relazione che legghi la velocità media, e quindi la portata con le caratteristiche geometriche della sezione, con la pendenza del fondo e la scabrezza del canale. La sezione trasversale dell'alveo della Valle di S. Andrea, per la maggior parte della sua lunghezza, non ha una forma geometricamente definibile, occorre perciò introdurre un'espressione geometrica che caratterizza la sezione, e questa è il raggio idraulico R_h , definito come rapporto tra l'area A della sezione liquida e la lunghezza P del perimetro bagnato di tale sezione liquida (lunghezza del perimetro della sezione bagnata dall'acqua). Sarà quindi:

$$R_h = \frac{A}{Pb} \quad (38)$$

Eliminato: 37

Ciò premesso la formula adottata per il moto uniforme nei canali è la formula di Gauckler e Strickler (1978):

$$V = K_s R_h^{2/3} i^{1/2} \quad (39)$$

Eliminato: 38

Dove:

V = velocità media del canale;

Eliminato: →V

K_s = coefficiente di scabrezza idraulico;

Eliminato: →C

R_h = raggio idraulico;

Eliminato: →R

i = pendenza piezometrica = pendenza del fondo;

Eliminato: →

Nel caso del torrente in studio si conoscono le caratteristiche geometriche (sezione trasversale) e la pendenza del fondo, la velocità e quindi la portata può essere ricavata facilmente applicando la formula di Gauckler e Strickler, una volta fissato il valore del parametro che ne caratterizza la scabrezza. La difficoltà maggiore consiste nel fissare un valore prossimo a quello reale. In alvei torrentizi si manifesta una variabilità locale del parametro scabrezza che può essere rappresentata mediante quattro grandezze:

- la generica altezza degli elementi, in quanto la resistenza offerta da ciascuno di essi è tanto maggiore quanto più sporge dal fondo penetrando nel corpo della corrente;

Eliminato:

Formattati: Elenchi puntati e numerati

- la spaziatura longitudinale, degli elementi, cioè la distanza misurata nella direzione del moto, la cui conoscenza, in rapporto alla loro altezza, permette di stabilire se esiste interferenza tra i vortici ad asse orizzontale generati dagli elementi stessi;
- la spaziatura trasversale, che permette di stabilire se esiste interferenza tra i vortici ad asse verticale generati dagli elementi di scabrezza;
- la concentrazione degli elementi grossolani.

Formattato: Tipo di carattere: Corsivo

La distinzione dei caratteri geometrici della scabrezza, anche se individuata dal punto di vista concettuale, comporta, però, nel tentativo di introdurla nella legge di resistenza, delle difficoltà applicative particolarmente onerose. Per questo motivo nel passato si è tentato di raggruppare le grandezze relative alla scabrezza in un unico parametro globale convenzionalmente rappresentativo.

Eliminato: che nel caso in esame sono

Nelle espressioni per la valutazione dell'indice di resistenza K_s , reperibili nella letteratura scientifica, forse proprio per facilitarne la pratica applicazione, figura generalmente oltre al raggio idraulico o al tirante critico di moto uniforme, un diametro caratteristico rappresentativo della composizione granulometrica del materiale costituente il letto e, solo in alcuni casi, una concentrazione di scabrezza (Ferro, 2002).

Si definisce regime di *microscabrezza*, la condizione idraulica in cui i sedimenti sono molto più piccoli rispetto al tirante della corrente e non disturbano il profilo di velocità. La situazione in cui i sedimenti sono emergenti rispetto alla corrente o immersi, ma comunque disturbano l'intero profilo di velocità, è detta di *macroscabrezza*. Viene definita come sommergenza relativa il rapporto tra il raggio idraulico (R_h) e il diametro caratteristico D_{84} , si può osservare che a parità di sezione, ovvero di raggio idraulico, in regime di macroscabrezza, la portata che transita tende a diminuire per sedimenti del fondo di grosse dimensioni.

Formattato: Pedice

La figura 9.1 mostra chiaramente la diretta relazione tra il parametro sommergenza relativa e scabrezza espressa attraverso il coefficiente di Chezy (?) di valore:

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 39

$$c = K_s Rh^{1/6}$$

(40)

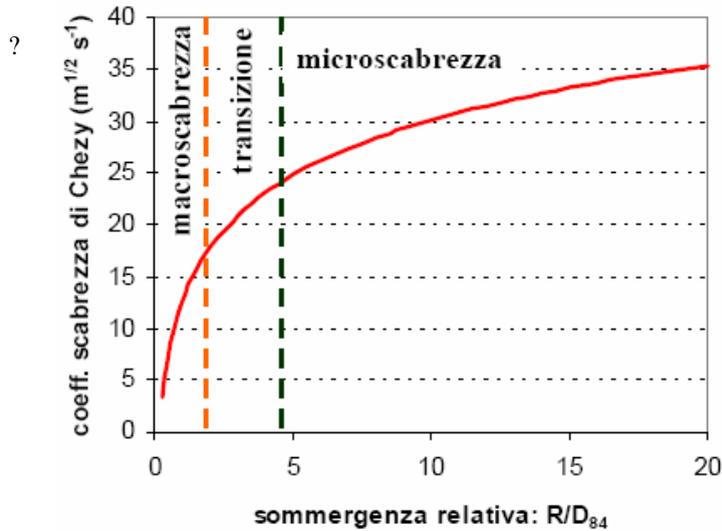


Figura 9.1 Relazione tra sommergenza relativa e scabrezza (D'Agostino, 2004)

Eliminato: 8.1

Da notare che il coefficiente di scabrezza K_s non dipende dal raggio idraulico ovvero dal livello del pelo libero. Questa proprietà rende facilmente utilizzabile la formula di Gaultier-Strickler, ma può portare ad errori di valutazione della resistenza al moto. Dato un canale di fissata scabrezza all'aumentare della profondità il coefficiente di scabrezza aumenta perché diminuisce la scabrezza relativa. Operativamente per la stessa superficie costituente l'alveo della Valle di S. Andrea, per bassi valori di profondità si utilizzano i valori più bassi calcolati con la formula di Bathurst, aumentandoli man mano che la profondità aumenta.

Dal grafico in figura 9.1 si osserva che per valori di sommergenza minori di 2 le condizioni dell'alveo sono di macroscabrezza, mentre ci si trova in microscabrezza per valori di sommergenza relativa maggiori a 5. Per regimi di microscabrezza, K_s si determina utilizzando la seguente formula (D'Agostino, 2004):

Eliminato: 8

Eliminato: le

Eliminato: seguenti

Eliminato: formule

Eliminato: 39

$$K_s = \frac{20,1}{D_{90}^{1/6}} \quad (\text{Bray, 1979}) \quad (41)$$

Nel caso della Valle di S. Andrea, i valori di sommergenza relativo risultano sempre minori di 2, quindi le condizioni del fondo si definiscono di macroscabrezza ed il valore di K_s viene ricavato dalla formula di Bathurst (1985):

$$\frac{c}{\sqrt{g}} = 5,62 \log \left(\frac{h}{D_{84}} \right) + 4 \cong \frac{K_s h^{1/6}}{\sqrt{g}} \quad (42)$$

Come si osserva dalla relazione, K_s dipende ora dal tirante h.

9.2 CALCOLO DELLA CAPACITÀ DI TRASPORTO SOLIDO

L'equazione utilizzata per il calcolo della capacità di trasporto solido è quella di Smart e Jaeggy (1983):

$$q_s = 4 \left(\frac{D_{90}}{D_{30}} \right)^{0,2} \frac{l}{r_s - l} q S^{1,6} \left(1 - \frac{t_c}{t} \right) \quad (43)$$

Dove:

q_s = portata solida unitaria (m^3/s);

q = portata liquida unitaria (m^3/s);

ρ = densità acqua (kg/m^3);

ρ_s = densità materiale (kg/m^3);

t = sforzo tangenziale medio (N/m^2);

t_c = sforzo tangenziale critico (N/m^2).

Per determinare la portata solida mediante la relazione di Smart e Jaeggy è necessario prima calcolare il valore del tirante con cui transita la portata liquida di assegnato tempo di ritorno. Questo valore, condizionato dalla scabrezza del fondo, è calcolato per tentativi fino ad ottenere una portata che si avvicini alla portata reale per l'assegnato tempo di ritorno.

Nella tabella 9.1 sono riportati i valori che caratterizzano l'alveo della Valle di S. Andrea.

Eliminato: $\rightarrow K_s = \frac{26}{D_{90}^{1/6}}$
 →(Meyer Peter.)→(40)¶

Eliminato: 41

Formattato: FORMULEtesi

Eliminato: →(Bathurst, 1985)

Eliminato: ¶

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: 42

Formattato: Tabulazioni:
1,69 cm, Allineato a sinistra +
Non a 1,9 cm

Eliminato: →

Eliminato: →

Eliminato: →

Eliminato: ;

Eliminato: 9

i (pendenza)	0,20	m/m
B (larghezza letto)	5,70	m
D_{84}	141,71	mm

Tabella 9.1 Dati caratteristici del bacino della Valle di S. Andrea

Nella tabella 9.2, è illustrato il processo iterativo usato per il calcolo del tirante.

			Q_{30}	Q_{100}	Q_{200}
Portata	Q	m^3/s	6,72	10,37	12,66
Altezza tentativo	h	m	0,29	0,37	0,41
Area liquida	A	m^2	1,66	2,10	2,35
Perimetro bagnato	P_b	m	6,28	6,44	6,52
Raggio idraulico	R_h	m	0,26	0,33	0,36
Sommersione relativa	h/D_{84}		2,05	2,60	2,91
Coefficiente di scabrezza	K_s	$m^{1/3}/s$	22,15	23,43	23,98
Velocità	V	m/s	4,05	4,93	5,39
Portata calcolata	$Q_{calc.}$	m^3/s	6,72	10,37	12,66

Tabella 9.2 Determinazione del tirante

Con l'altezza appena trovata si calcola il valore dello sforzo tangenziale (t_{QT}) esercitato sul contorno bagnato dal transito della suddetta portata.

A questo punto, applicando la formula di Smart e Jaeggy si calcola la portata solida che si verifica con una portata liquida del tempo di ritorno di 30, 100 e 200 anni, come illustrato nella tabella 9.3.

			Q_{30}	Q_{100}	Q_{200}
Portata liquida	Q_L	m^3/s	6,72	10,37	12,66
Altezza tirante	h	m	0,29	0,37	0,41
Sforzo tangenziale	t_{QT}	N/m^2	1,66	2,10	2,35
Portata solida	Q	m^3/s	1,33	2,11	2,61

Tabella 9.3 Calcolo della portata solida

Come spiegato, si possono calcolare i valori critici che segnano il confine tra il moto-
non moto delle particelle relativi allo sforzo tangenziale (tab. 9.4)

Diametro caratteristico	D_{50}	m	0,07
Sforzo tangenziale critico	$\tau_{c D50}$	N/m^2	74,59
Altezza critica	H_c	m	0,04
Area critica	A_c	m^2	0,22
Perimetro bagnato	P_b	m	5,78
Raggio idraulico	R_h	m	0,04
Sommergenza	h/D	s^4	0,27
Coefficiente di scabrezza	K_s	$m^{1/3}/s$	4,18
Velocità critica	V_c	m/s	0,21
Portata critica	$Q_{crit io}$	m^3/s	0,04

Tabella 9.4 Valori critici

- Eliminato: ¶
_____ Interruzione pagina _____
- Formattato
- Eliminato: 9
- Formattato: Colore carattere: Automatico
- Formattato: Colore carattere: Automatico
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Tabella formattata
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Eliminato: M
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Eliminato: m
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Grassetto
- Eliminato: M
- Eliminato: 9
- Eliminato: 8
- Eliminato: 8.4848.48.4

|

← **Formattati:** Elenchi puntati e numerati

|

10 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEGLI ATTRASAMENTI IN ESAME

Oggetto di questo lavoro di tesi di laurea, è la valutazione del rischio idraulico connesso ai quattro sottopassi che incontra il torrente nella parte basale del bacino idrografico; è importante perciò, esaminare il canale, caratterizzandolo qualitativamente e geometricamente.

I rilievi si sono svolti in più uscite, in particolare per la determinazione del profilo longitudinale, della sezione trasversale e della pendenza si è utilizzata una livella “Kern Swiss” modello GKOA (fig. 10.1).



Figura 10.1 Livella utilizzata

Eliminato: (fig. 16.1).

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: DIDABT, Allineato a sinistra

Eliminato: 9.1

Formattati: Elenchi puntati e numerati

10.1 LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

Nella figura 10.2 vengono visualizzati sulla ortofoto del Comune di Borso del Grappa, le quattro tombinature prese in esame per l'analisi di pericolosità idraulica.

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 16

Formattato: Colore carattere: Automatico



Figura 10.2 Visualizzazione grafica dei quattro attraversamenti

Eliminato: 9.2

La tombinatura è stata eseguita negli anni ottanta, quando esisteva una zona detta di rispetto definita come distanza minima di edificazione dall'alveo. Negli ultimi vent'anni l'incremento della popolazione, lo sviluppo economico, e nondimeno, la particolare bellezza del paese che attrae sempre più cittadini da zone limitrofe e non, ha lievitato la richiesta di zone edificabili; questo insieme ad altre cause, ha indotto la pubblica amministrazione a

rilasciare permessi di costruzione persino dentro l'alveo della valle, che come ricordato nel capitolo 3 era di 16 m circa negli anni '50 contro i 4m di oggi.

Eliminato: 2



Figura 10.3 Urbanizzazione delle aree adiacenti all'alveo della Valle di S. Andrea

Eliminato: 9.3

Dal 1994 sino al 2003, la Regione del Veneto per opera del Servizio Forestale Regionale, è intervenuta nella sistemazione dell'alveo ricadente nell'abitato di Borso del Grappa, con quattro stralci di intervento.

Di seguito viene riportata la relazione, rilasciata dall'ufficio provinciale di Treviso dei Servizi Forestali della Regione Veneto del giugno 1999, concernente la natura dei lavori di sistemazione del tratto della Valle che va dal primo al secondo attraversamento:

Eliminato: :

“Anche per il presente Progetto, come già constatato nei precedenti stralci, l'attuale aspetto orografico della zona appare molto compromesso in quanto la presenza, lungo le sponde del torrente, di abitazioni lascia supporre che in passato materiale proveniente dalla costruzione delle case o per ripianamenti per la formazione di orti e giardini, sia stato depositato nell'alveo del torrente, innalzandone artificialmente il livello e creando quindi tutti i presupposti per tracimazioni e divagamenti delle acque specialmente durante i periodi di massima precipitazione.

Per rimediare a quanto sopra esposto, necessita quindi ricreare le condizioni primitive del tratto di torrente interessato ai lavori mediante l'asportazione di tutto il materiale in sovrappiù esistente lungo l'asta, e, dov'è necessario, riprendersi quelle parti di terreno (argini, sponde ecc.) oggetto di appropriazione involontaria da parte degli abitanti della zona.

Quindi si provvederà a creare un cunettone avente le stesse caratteristiche dei precedenti interventi e di cui il presente sarà la naturale prosecuzione.

Eliminato:

Perciò anche in questo caso, come nei precedenti progetti, l'opera sarà eseguita con massi non inferiori a mc. 0,600 di forma più o meno rozzamente squadrati, sovrapposti uno all'altro, poggiati su un fondo di lastroni di circa 50-60 cm di altezza.

Alla base del cunettone, lungo m 85,75, misurerà m 2,50 e alla sommità m 3,10. L'altezza sarà in media di m 1,50 e la pendenza si aggirerà attorno al 6%. Per rallentare la velocità dell'acqua sono stati previsti n° 5 salti di fondo e sulla base del cunettone saranno fissati, ogni 10 m circa, alternativamente a destra e a sinistra delle sponde, dei massi rompitratta, con lo scopo di smorzare ulteriormente la velocità dell'acqua specialmente nei periodi di massima piovosità.

Eliminato:

Eliminato:

Eliminato:

Il lavoro verrà completato eseguendo su tutte e due le sponde e per tutti gli 87,75m. previsti, la stesa di terreno vegetale come preparazione alla successiva piantumazione e l'inerbimento mediante semina a spaglio di un miscuglio di specie erbacee selezionate.

Verrà depositato terreno vegetale anche nello spazio tra i due massi sovrapposti formando le sponde del cunettone con lo scopo di inserire talee di salice con il conseguente effetto stabilizzante dal momento del radicamento e per l'effetto aggregante che le stesse radici produrranno.”

Come spiegato nella suddetta relazione, nel cunettone sono state piantate delle talee di salice, che negli anni, mancando di una regolare manutenzione, hanno invaso l'intero canale accrescendosi in dimensione e numero.



Figura 10.4. Situazione attuale del cunettone sottoposto a intervento di sistemazione

Eliminato: 9.4

Oltre alle talee, ad aggravare la situazione è la presenza, in alcuni tratti, di materiale depositato dal torrente o accumulato dai cittadini, che va ad alzare la quota di fondo del canale; su questo si è sviluppata una notevole flora costituita da vegetazione appartenente a specie erbacee ed arbustive.

Eliminato: appartenenti



Figura 10.5. Particolare di alcuni tratti del cunettone

Eliminato: 9.5

Questa situazione, in caso di piena, va ad ostacolare il deflusso dell'acqua e del materiale solido trasportato, innalzando di molto il tirante idraulico, creando fenomeni di sovralluvionamento, ed intasando le tombinature poste negli attraversamenti.

Di seguito verranno analizzate le caratteristiche idrauliche dei tratti a ridosso dei sottopassi; in particolare sono considerate le seguenti grandezze: il profilo altimetrico, la sezione trasversale, misurata in corrispondenza dell'ultimo salto di fondo antecedente il tombino, ed infine la pendenza.

← **Formattati:** Elenchi puntati e numerati

10.1.1 Primo attraversamento

Il primo attraversamento che incontra il torrente è quello che interseca via Italo Girardi (fig. 10.6).

Eliminato: (fig. 16.6).

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico



Figura 10.6 Primo attraversamento

Eliminato: 9.6

Si riportano di seguito il profilo longitudinale del tratto esaminato (fig. 10.7) e la sezione trasversale, in corrispondenza all'ultimo salto di fondo, precedente il tombino (fig. 10.8).

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto, Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 1

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto, Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 2

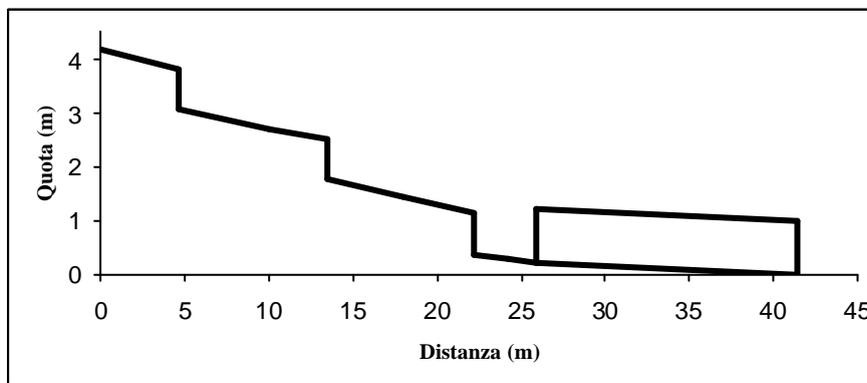
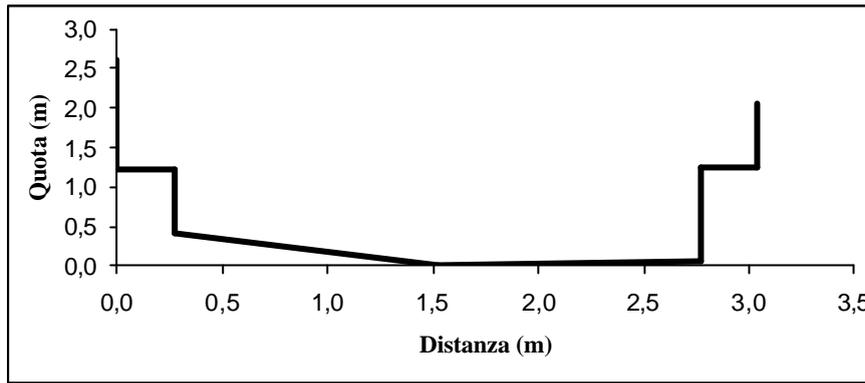


Figura 10.7 Profilo longitudinale del primo attraversamento

Formattato: DIDABT



Eliminato: Grafico 9.1 Profilo longitudinale

Figura 10.8 Sezione trasversale del primo attraversamento

Eliminato: Grafico 9.2

Pendenza media cunettone: 15,44 %

Eliminato: ¶

Pendenza sottopasso: 1,35 %

Eliminato: ¶

10.1.2 Secondo attraversamento

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Il secondo attraversamento che incontra il torrente è quello parallelo a via Madonna dell' Aiuto, ed interseca una strada secondaria adibita all'accesso di alcune abitazioni poste nelle vicinanze.



Figura 10.9 Secondo attraversamento (visto da valle rispetto al cunettone)

Eliminato: 9.7

Eliminato:)

Formattato: Normale

Si riportano di seguito il profilo bngitudinale [del tratto esaminato](#) (fig. 10.10) e la sezione trasversale, in corrispondenza all'ultimo salto di fondo, precedente il tombino (fig. 10.11).

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 2

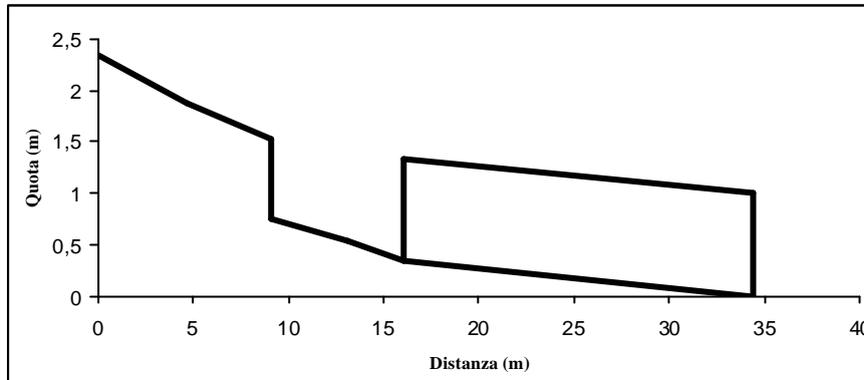


Figura 10.10 Profilo longitudinale del secondo attraversamento

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 93 Profilo longitudinale

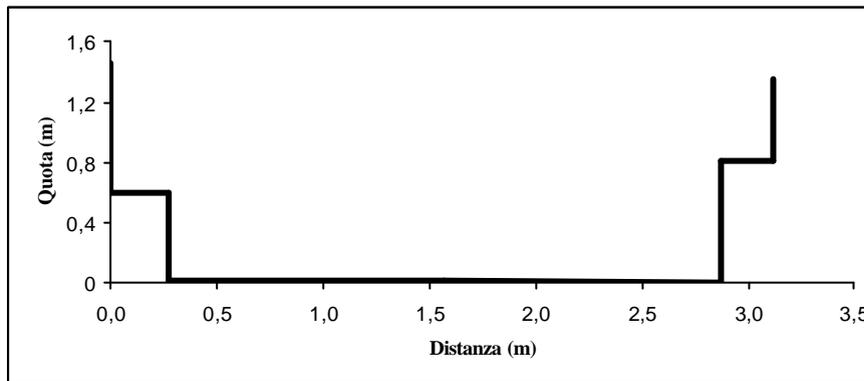


Figura 10.11 Sezione trasversale del secondo attraversamento

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 94 Sezione trasversale

Pendenza media cunettone: 12,44 %

Pendenza sottopasso: 1,88 %

10.1.3 Terzo attraversamento

Il terzo attraversamento che incontra il torrente è quello che interseca via Ospitale (fig. 10.12).

Eliminato: ¶

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 16



Figura 10.12 Terzo attraversamento

Eliminato: 9.8

Si riportano di seguito il profilo longitudinale [del tratto esaminato](#) (fig. 10.13) e la sezione trasversale, in corrispondenza all'ultimo salto di fondo, precedente il tombino (fig. 10.14).

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 2

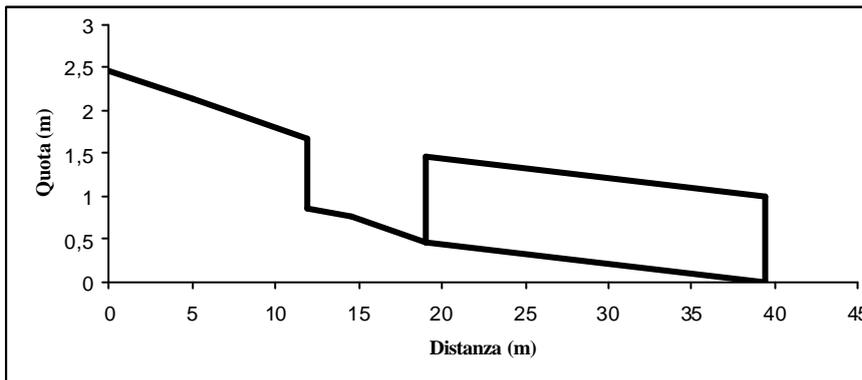


Figura 10.13 Profilo longitudinale del terzo attraversamento

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 95 Profilo longitudinale

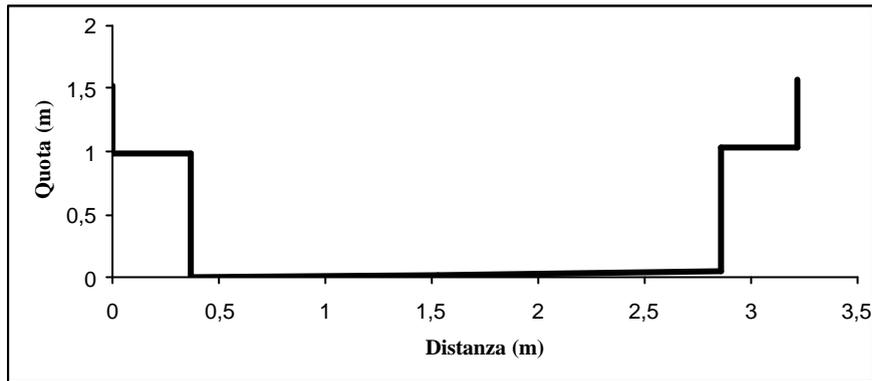


Figura 10.14 Sezione trasversale del terzo attraversamento

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 96 Sezione trasversale

Pendenza media cunettone: 10,6%

Pendenza sottopasso: 2,3 %

Formattati: Elenchi puntati e numerati

10.1.4 Quarto attraversamento

Il quarto attraversamento che incontra il torrente è quello di via Piave.



Figura 10.15 Quarto e ultimo attraversamento

Eliminato: 9.9

Formattato: Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: 2

Formattato: Colore carattere: Automatico

Si riportano di seguito il profilo longitudinale [del tratto esaminato](#) (fig. 10.16) e la sezione trasversale, in corrispondenza all'ultimo salto di fondo, precedente il tombino (fig. 10.17).

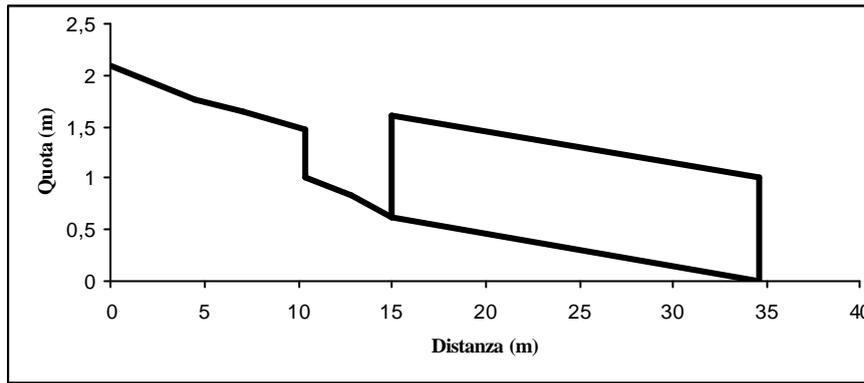


Figura 10.16 Profilo longitudinale del quarto attraversamento

Eliminato: ¶

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 97 Profilo longitudinale¶

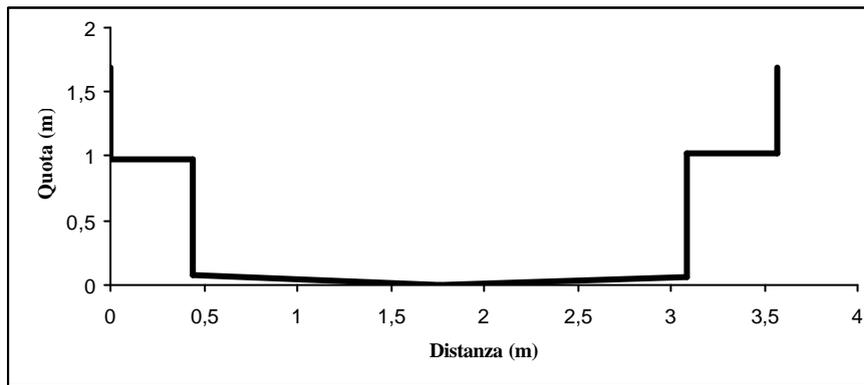


Figura 10.17 Sezione trasversale del quarto attraversamento

Formattato: DIDABT

Eliminato: Grafico 98 Sezione trasversale¶

Pendenza media cunettone: 9,83%

Pendenza sottopasso: 3,14 %

Formattati: Elenchi puntati e numerati

11 VERIFICA IDRAULICA

L'energia totale di una corrente a pelo libero, rispetto al fondo, è:

$$H = y + \frac{V^2}{2g} \quad (44)$$

Eliminato: 56

Dove y è l'altezza rispetto al fondo del pelo libero e rappresenta pure la linea piezometrica, $V^2/2g$ è il termine cinetico. Riferendoci a sezioni rettangolari, e considerando una larghezza unitaria q abbiamo la seguente relazione:

$$q = V * y \quad (45)$$

Eliminato: 56

$$V = \frac{q}{y} \quad (46)$$

Eliminato: 57

Perciò la (44) diventa:

$$H = y + \frac{q^2}{2gh^2} \quad (47)$$

Eliminato: 56

Eliminato: 58

da cui:

$$q = y\sqrt{2g(H - y)} \quad (48)$$

Eliminato: 59

Se, per un certo valore costante di H , tracciamo l'andamento di q in funzione di y , si ha una parabola, che da $q = 0$ per $y = 0$ (canale senza acqua) e $q = 0$ per $y = H$ (canale con acqua ferma) (Benini, 1978).

Eliminato: .

La profondità corrispondente al valore minimo dell'energia specifica H è denominata profondità critica ed è uguale a:

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (49)$$

Eliminato: 60

Si definisce profondità critica di una corrente a pelo libero, il valore del tirante idrico per cui risulta minima la distanza della linea dei carichi totali dal fondo, e per cui risulta massima la portata (Ferro, 2002).

Definita critica la velocità V_c corrispondente alla profondità critica si ha:

$$q = V_c y_c = y_c \sqrt{g y_c}$$

(50)

Eliminato: 61

da cui:

$$V_c = \sqrt{g y_c}$$

(51)

Eliminato: 62

Il numero di Froude corrispondente allo stato critico è pari a 1.

La portata unitaria presenta un massimo per:

$$h = \frac{2}{3} H$$

(52)

Eliminato: 63

Si definisce pendenza critica (i_c) la pendenza del fondo per cui una portata q viene con-

vogliata a moto uniforme in condizioni critiche:

$$i_c = \frac{g}{C^2} \frac{P_b}{B}$$

(53)

Eliminato: È questa una condizione caratteristica, e l'altezza corrispondente h si chiama altezza critica (h_c), cioè quel valore del tirante idrico per cui risulta minima la distanza della linea dei carichi totali dal fondo, e per cui risulta massima la portata (Ferro, 2002). ¶

Eliminato: 64

Dove:

P_b = perimetro bagnato (m);

C = coefficiente di Chezy ($m^{1/2}/s$);

B = larghezza alveo (m);

g = forza di gravità (ms^{-2}).

Formattato: Pedice

Eliminato: G

Per sezioni di forma qualsiasi la profondità critica è quella profondità che soddisfa la seguente relazione:

$$\frac{Q^2 B}{g A^3} - 1 = 0$$

(54)

Eliminato: 65

Posto $V = Q/A$ la (54) diventa:

$$\frac{V^2 B}{gA} = 1$$

(55)

Eliminato: 65

Eliminato: 66

La radice quadrata del termine a primo membro della (55) coincide con il numero di Froude perché il rapporto A/B è equivalente ad una profondità (altezza del rettangolo di area A e base B) così che $V = (g A/B)^{1/2}$ è la velocità in condizioni critiche per sezione di forma qualsiasi e compatta.

Eliminato: 66

Per calcolare la profondità critica si procede per tentativi. Dato un valore di y di tentativo si calcola la quantità $Q^2 B/gA^3$: se questa è uguale ad 1 il valore di y di tentativo è la profondità critica. Se invece è superiore ad 1 si prende un valore di y inferiore altrimenti un valore superiore e la si calcola di nuovo. Si itera il procedimento finché per un determinato valore di y si trova $Q^2 B/gA^3 = 1$ (Gregoretti, 2003).

Quando una corrente si sviluppa con altezza superiore all'altezza critica si ha una corrente lenta; quando l'altezza è inferiore all'altezza critica, si ha una corrente rapida o veloce. L'altezza critica è l'altezza che separa questi due tipi di moto.

Il passaggio da una corrente permanente lenta a una corrente veloce avviene con una graduale diminuzione del tirante idrico e il passaggio attraverso la condizione di stato critico. Invece il passaggio dalla condizione di corrente veloce a quella di corrente lenta si presenta come un brusco sopraelevamento della superficie libera, denominato risalto idraulico, che tipicamente è caratterizzato dalla presenza di un vortice superficiale ad asse orizzontale (Ferro, 2002).

La relazione che quantifica l'altezza h imposta dal risalto è la seguente :

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + 8F_1^2} \right)$$

(56)

Eliminato: 67

Dove:

h_1 = tirante della corrente veloce;

h_2 = tirante della corrente lenta;

F_1 = n° di Froude della corrente veloce.

La lunghezza del risalto idraulico può essere calcolata in funzione delle altezze coniugate con la seguente relazione (Ferro, 2002):

$$l = a(h_2 - h_1)$$

(57)

Eliminato: 68

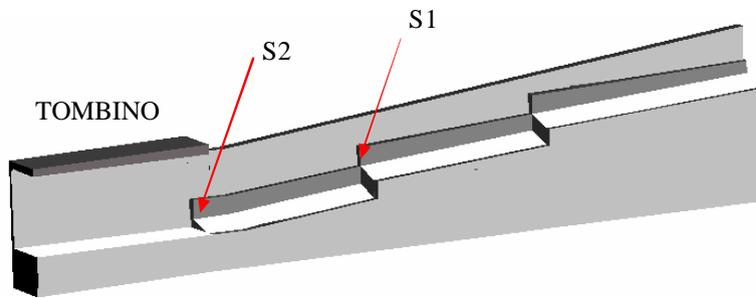
in cui a è un coefficiente variabile tra 5 e 7.

Di seguito vengono analizzati analiticamente i tratti in prossimità degli attraversamenti.

La figura 11.1 mostra una sezione del profilo longitudinale di un tratto rappresentativo; sono inoltre evidenziati le sezioni dove si è eseguito il calcolo idraulico, denominati rispettivamente S1 (sezione posta sull'ultimo salto di fondo) ed S2 (sezione posta all'imbocco del tombino).

Eliminato: 10

Eliminato: i punti



Formattato: FIGURAFINALE

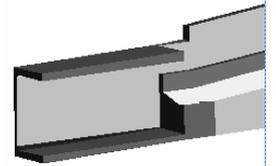
Figura 11.1 Sezione del profilo longitudinale di un tratto rappresentativo

Formattato: DIDABT

Eliminato: <sp>

Eliminato: <sp><sp><sp><sp>

Le tombinature hanno le seguenti dimensioni:



Eliminato: Figura 10.1 Sezione del profilo longitudinale di un tratto rappresentativo

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto

Formattato: Tipo di carattere: Grassetto, Colore carattere: Automatico

Formattato: Colore carattere: Automatico

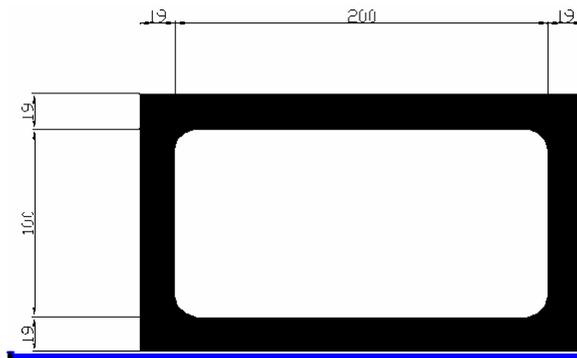


Figura 11.2 Sezione trasversale delle tombinature

La verifica idraulica è stata eseguita considerando le attuali condizioni del cunettone (K_s pari a 10) ed ipotizzando il canale sottoposto a regolare manutenzione con il taglio e l'asportazione della vegetazione e del materiale in alveo (K_s pari a 25). La pendenza utilizzata per la verifica idraulica nella sezione 2, è quella del tombino, perché più cautelativa.

11.1 ATTRAVERSAMENTO DI VIA ITALO GIRARDI

La tabella 11.1 mette in evidenza i parametri geometrici delle sezioni considerate.

			S1	S2
Larghezza alveo	(B)	m	2,6	2
Coefficiente di scabrezza	(K_s)	$m^{1/3}/s$	10	10
Pendenza	(i)	m/m	0,12	0,02

Tabella 11.1 Valori caratteristici della sezione al primo sottopasso

Questo tratto, di recente sistemazione, si presenta libero da materiale di deposizione e di vegetazione in alveo, perciò nella verifica svolta si è utilizzato un coefficiente di scabrezza (K_s) pari a 25. Di seguito sono riportati i valori del tirante idraulico ed i rispettivi valori critici connessi, delle sezioni (S1 ed S2), per i tempo di ritorno di 30 e 100 anni (tab. 11.2).

		Q (T_r 30 anni)		Q (T_r 100 anni)	
		S1	S2	S1	S2
Tirante idrico	m	0,60	1,85	0,81	2,66
Raggio idraulico	m	0,40	0,65	0,49	0,73
Velocità corrente	m/s	5,36	2,18	6,13	2,34
Altezza critica	m	1,02	1,18	1,36	1,58
Velocità critica	m/s	3,16	3,40	3,66	3,94
Pendenza critica	m/m	0,03	0,05	0,03	0,06

- Eliminato: ¶
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Formattato: DIDABT
- Formattati: Elenchi puntati e numerati
- Eliminato: sia
- Eliminato: , sia
- Eliminato: <#>
- <#>
- <#>
- <#>
- Formattato: Colore carattere: Automatico
- Eliminato: 11
- Eliminato: 10
- Eliminato: 10.110.110.110.1
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Eliminato: 1
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Eliminato: 3
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Tabella formattata
- Formattato
- Formattato: Centrato
- Formattato: Allineato a sinistra
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato: Allineato a sinistra
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato: Allineato a sinistra
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato
- Formattato
- Formattato
- Formattato
- Formattato
- Formattato

N. di Froude	2,21	0,51	2,17	0,46
	rapida	lenta	rapida	lenta

Tabella 11.2 Valori idraulici del tirante al primo sottopasso (K_s 25)

Come si può vedere in tabella 11.2 l'altezza del tirante idrico in prossimità del sottopasso (S2) è:

$$h = 1,85 \text{ m (Q Tr 30 anni)}$$

$$h = 2,66 \text{ m (Q Tr 100 anni)}$$

In entrambi i casi la luce del sottopasso è insufficiente a far transitare una portata con questo tirante idrico. Il calcolo del risalto, che avviene per il passaggio di una corrente rapida a lenta, produce un aumento del profilo che è inferiore all'aumento del tirante dovuto al restringimento.

11.2 ATTRAVERSAMENTO DI VIA MADONNA DELL'AIUTO

La tabella 11.3 mette in evidenza i parametri geometrici delle sezioni considerate (S1 ed S2).

			S1	S2
Larghezza alveo	(B)	m	2,6	2
Coefficiente di scabrezza	(K _s)	m ^{1/3} /s	10	10
Pendenza	(i)	m/m	0,12	0,02

Tabella 11.3 Valori caratteristici della sezione al secondo sottopasso

Questo tratto di torrente è caratterizzato da un elevato grado di copertura vegetale nonché di materiale depositato, per cui nella verifica svolta si è utilizzato un coefficiente di scabrezza (K_s) pari a 10. Di seguito sono riportati i valori del tirante idraulico ed i rispettivi valori critici connessi, delle sezioni (S1 ed S2), per i tempo di ritorno di 30 e 100 anni (tab. 11.4).

		Q (Tr 30 anni)		Q (Tr 100 anni)	
		S1	S2	S1	S2
Tirante idrico	m	1,20	3,48	1,68	5,13
Raggio idraulico	m	0,63	0,77	0,73	0,84
Velocità corrente	m/s	2,59	1,15	2,86	1,22
Altezza critica	m	0,99	1,18	1,33	1,58
Velocità critica	m/s	3,12	3,40	3,61	3,94

- Formattato: Allineato a sinistra
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Eliminato: 11
- Eliminato: 10
- Eliminato: 10.210.210.2102
- Eliminato: idrico
- Eliminato: 2
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Eliminato: ¶
- Eliminato: da
- Eliminato: ¶
- Formattati: Elenchi puntati e numerati
- Eliminato: —
- Formattato: ATTRAVERSAMENTO DI VIA MADONNA DELL'AIUTO¶
- Eliminato: 11.1
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Tabella formattata
- Eliminato: 11
- Eliminato: 10
- Eliminato: 10.310.310.3103
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Eliminato: 3
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Tabella formattata
- Formattato: Centrato
- Formattato: ... [281]
- Formattato: ... [282]
- Formattato: ... [283]
- Formattato: ... [284]
- Formattato: ... [285]
- Formattato: ... [286]
- Formattato: ... [287]
- Formattato: ... [288]
- Formattato: ... [289]
- Formattato: ... [290]
- Formattato: ... [291]

Pendenza critica	m/m	0,22	0,48	0,25	0,64
N. di Froude		0,75	0,20	0,71	0,17
		lenta	lenta	lenta	lenta

Tabella 11.4 Valori idraulici del tirante idrico al secondo sottopasso (Ks 10)

Come si può vedere in tabella l'altezza del tirante idrico in prossimità del sottopasso (S2) è:

$$h = 3,48 \text{ m (Q Tr 30 anni)}$$

$$h = 5,13 \text{ m (Q Tr 100 anni)}$$

In entrambi i casi la luce del sottopasso è insufficiente a far transitare una portata con questo tirante idrico.

Il calcolo del risalto, che avviene per il passaggio di una corrente da rapida a lenta, produce un aumento del profilo che è inferiore all'aumento del tirante dovuto al restringimento.

Sono stati inoltre calcolati i valori del tirante idrico con un coefficiente di scabrezza pari a 25, ipotizzando il canale sottoposto a regolare manutenzione. Di seguito sono riportati i valori del tirante idraulico ed i rispettivi valori critici connessi, delle sezioni (S1 ed S2), per i tempo di ritorno di 30 e 100 anni (tab. 11.5).

		Q (Tr 30 anni)		Q (Tr 100 anni)	
		S1	S2	S1	S2
Tirante idrico	m	0,63	1,62	0,85	2,32
Raggio idraulico	m	0,42	0,62	0,62	0,70
Velocità corrente	m/s	4,96	2,48	5,65	2,69
Altezza critica	m	0,99	1,18	1,33	1,58
Velocità critica	m/s	3,12	3,40	3,61	3,94
Pendenza critica	m/m	0,03	0,05	0,03	0,06
N. di Froude		1,99	0,62	1,96	0,57
		rapida	lenta	rapida	lenta

Tabella 11.5 Valori del tirante idrico al secondo sottopasso (Ks 25)

- Formattato: Allineato a sinistra
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato: Allineato a sinistra
- Formattato: Centrato
- Eliminato: rapida
- Eliminato: rapida
- Eliminato: 11
- Eliminato: 10
- Eliminato: 10.410.410.410.4
- Eliminato: 4
- Eliminato: ¶
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Eliminato: 3
- Formattato: Colore carattere: Nero
- Tabella formattata
- Formattato: Allineato a sinistra
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato: Tipo di carattere: Non Grassetto
- Formattato: [292]
- Formattato: [293]
- Formattato: [294]
- Formattato: [295]
- Formattato: [296]
- Formattato: [297]
- Formattato: [298]
- Formattato: [299]
- Formattato: [300]
- Formattato: [301]
- Formattato: [302]
- Formattato: [303]
- Eliminato: 11
- Eliminato: 10
- Eliminato: 10.510.510.510.5
- Formattato: Titolo 2
- Formattati: Elenchi puntati e numerati [304]

12 POSSIBILI INTERVENTI

Nel capitolo precedente si è eseguita la verifica idraulica sia per il cunettone allo stato attuale sia nell'ipotesi che fosse sottoposto ad intervento di ordinaria manutenzione (taglio ed asportazione della vegetazione e del materiale in alveo); nella tabella 12.1 si sono calcolati i valori di variazione dell'altezza del tirante idrico all'imbocco della tombinatura dei tre sottopassi (II, III e IV) nelle due situazioni esaminate (cioè canale allo stato attuale e canale ripulito, calcolate per una portata del tempo di ritorno di 30 anni). Il calcolo non è stato eseguito nel tratto in corrispondenza di Via Italo Girardi perché di recente sistemazione, si presenta libero da materiale di deposizione e da vegetazione in alveo.

		II	III	IV
Canale allo stato attuale	h (m)	3,48	3,18	1,71
Canale ripulito	h (m)	1,62	1,49	1,32
Variazione percentuale	?h (%)	53,45	53,14	22,81

Tabella 12.1. Variazione percentuale del tirante idrico nei tre attraversamenti

Una manutenzione ordinaria dell'alveo riduce sensibilmente il grado di pericolosità idraulica connesso ai sottopassi. Tuttavia la luce delle tombinature non è in ogni caso adeguata al passaggio della corrente di assegnato tempo di ritorno.

La larghezza media del cunettone è di 2,5 m e si raccorda nell'ultimo tratto, ai tombini scatolari che hanno una larghezza di 2 m; questo brusco restringimento comporta, come visto nel capitolo 11, un considerevole aumento del tirante idrico.

Si propone perciò di allargare la sezione dei tombini adattandola a quella del cunettone. Nella tabella 12.2 sono riportati i valori ottenuti contemplando tale intervento, e confrontati con quelli calcolati allo stato attuale, nelle sezioni trasversali S1 ed S2 esaminate.

		I		II		III		IV	
		Q ₃₀	Q ₁₀₀						
Canale attuale	h (m)	1,85	2,66	1,62	2,32	1,49	2,13	1,32	1,87
Canale post-intervento	h (m)	1,45	2,04	1,28	1,79	1,18	1,65	1,05	1,49
Variazione percentuale	?h (%)	21,62	23,31	20,99	22,84	20,81	22,54	20,45	20,32

Tabella 12.2. Confronto tra valori pre e post intervento

Eliminato:

Eliminato: 4.1

Formattato: Colore carattere: Nero

Formattato: Colore carattere: Nero

Eliminato: mette in evidenza la

Tabella formattata

Formattato: Allineato a sinistra

Formattato: Allineato a sinistra

Formattato: Allineato a sinistra

Eliminato: 46,55

Eliminato: 46,86

Eliminato: 77,19

Eliminato: 12

Eliminato: 11

Eliminato: 11.111.111.111.1

Eliminato: Analizzando le sezioni, 1

Eliminato: 2 m di larghezza dei

Eliminato: 10

Eliminato: e

Eliminato: 11.2

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: ;

Tabella formattata

Eliminato: 78,38

Eliminato: 76,69

Eliminato: 79,01

Eliminato: 77,16

Eliminato: 79,19

Eliminato: 77,46

Eliminato: 79,55

Eliminato: 79,68

Eliminato: 12

Eliminato: 11

Eliminato: 11.211.211.211.2

L'intervento di dimensionamento abbassa il valore del tirante idrico in prossimità dell'imbocco del tombino del 20 – 24 %.

La sistemazione delle tombinature deve garantire oltre al passaggio dell'acqua una regolare circolazione d'aria, onde evitare formazione di corrente in pressione; è opportuno quindi incrementare, in fase di progetto, l'altezza della luce dei tombini.

Si consiglia di porre in opera, nell'attraversamento di Via Italo Girardi il primo a subire gli effetti dell'arrivo dell'onda di piena una tombinatura di 2,5 m di altezza; nei restanti tre la luce dei sottopassi non dovrebbe essere inferiore ai 2 m.

Un intervento incisivo per ridurre il rischio di sovralluvionamento è l'aumento della pendenza dei sottopassi, che, incrementando la velocità della corrente, abbassa l'altezza del tirante; questo è tanto più giustificato per portate con tempi di ritorno superiore ai 30 anni. L'attuale conformazione del canale però, non consente modifiche locali delle pendenze, a meno di interventi strutturali che interessino oltre alle tombinature anche il cunettone ad esse associato.

Eliminato: drasticamente

Eliminato: (range di variazione

Eliminato: 75-80%).

Eliminato:
Il problema non è comunque esaurito, in quanto i tombini hanno altezza 1m, per cui anche con una portata del tempo di ritorno di 30 anni si rivelano carenti al passaggio della corrente.¶
Le strade che attraversano il cunettone sono poste ad un'altezza, diversa per ogni attraversamento, che consente di avere un margine utile per le modifiche proposte, senza stravolgere l'attuale profilo delle stesse.¶
Nella tabella 11.3 sono r... [310]

Formattato: Colore carattere: Arancione

Eliminato: A ragion di ciò s

Eliminato: tombinature con profondità

Eliminato: ; in particolare quella che attraversa Via Italo G... [311]

Eliminato: Dalla tabella 11.3 si nota come per il primo e... [312]

Formattato: Colore carattere: Arancione

Formattato: Normale

Formattato: Colore carattere: Arancione

Formattato: Colore carattere: Arancione

Eliminato: variazione di inclinazione, a meno

Eliminato: profondi

Eliminato: ad

Eliminato: esse associate, e di conseguenza le proprietà... [313]

13 CONCLUSIONI

Il bacino della Valle di S. Andrea, posto su roccia di tipo calcareo, non presenta un deflusso minimo costante, e questo può abbassare l'attenzione che esso merita.

L'invito a valutare il rischio idraulico delle tombinature poste sui quattro attraversamenti è pervenuto dall'attuale amministrazione di Borso del Grappa, conscia dei possibili rischi in seguito al passaggio di un'onda di piena.

Lo studio del bacino si è articolato integrando tre fasi: la ricerca e la raccolta di materiale, i sopralluoghi e i rilievi in campo e l'elaborazione dei dati.

Il materiale acquisito nell'elaborazione del progetto consiste nelle serie storiche delle piogge delle stazioni di Bassano e Pove del Grappa, negli elaborati di progetti delle sistemazioni realizzate in passato, nel bacino esaminato, ed in quelli limitrofi, nel recupero di ortofoto e carte in formato numerico e "raster", e nelle interviste effettuate.

I rilievi di campo, hanno permesso di raccogliere informazioni sulle caratteristiche granulometriche dell'alveo. Sono state inoltre rilevate le caratteristiche topografiche del cunettone in massi che attraversa il paese e delle tombinature poste sulle strade comunali.

L'analisi del bacino è stata eseguita mediante l'applicazione di tecniche GIS, attraverso l'utilizzo del software ArcView 3.2; per l'analisi idraulica si sono adottate le metodologie illustrate nel corso "Interventi di Ingegneria Naturalistica" dell'Università di Padova.

La ricerca ha dimostrato come sia determinante, oltre ad una consona progettazione delle opere sistematorie, anche la loro manutenzione ordinaria, in quanto la presenza di ostacoli, quali vegetazione e materiale detritico, aumenta di molto la scabrezza riducendo la capacità idraulica delle opere; con l'intervento di pulizia del cunettone infatti, si prevede un abbattimento del 50% dell'altezza del tirante idrico all'imbocco delle tombinature.

Gli interventi proposti sulle sottovie sono proporzionati a portate del tempo di ritorno di trenta anni, lungi da essere sufficienti al passaggio di correnti con portate superiori; queste ultime richiedono provvedimenti, oltre che sulle condotte sotterranee, anche al canale ad esse associato.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Eliminato: Spiegando ad amici e conoscenti del paese, l'oggetto del lavoro della tesi di laurea, tutti obiettano la solita frase: "ma se non scorre acqua, dove sussiste il problema"? La sensibilità alle possibili conseguenze di errate scelte urbanistiche e paesaggistiche, nei bacini che interessano il paese, sta scemando. ¶

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: connessi agli errati interventi sviluppati nel recente passato

Eliminato: in tre fasi:

Eliminato: le

Eliminato: escursioni e i rilievi in c

Eliminato: raccolto riguarda

Formattato: Colore carattere: Automatico

Eliminato: ,

Eliminato: studi

Eliminato: fatti

Eliminato: della Valle

Eliminato: di S. Andrea

Eliminato: le immagini fotografiche e geografiche dell'area considerata e

Eliminato: Percapire ed interpretare correttamente il fenomeno del carsismo e, per verificare l'attendibilità di elaborazioni fatte in studio, si è percorso, oltre che l'intero bacino, anche il massiccio del Grappa, documentandone alcuni aspetti caratteristici con immagini digitali. I rilievi granulometrici, le misure topografiche e geometriche, sono state eseguite con più escursioni in alveo.¶

Eliminato: L'interpretazione e l'elaborazione dei dati morfometrici si sono compiute con l'applicazione di tecniche GIS attraverso l'utilizzo

Eliminato: sono state utilizzati

Eliminato: seguite

Eliminato: tenute dal Dott. D'Agostino Vincenzo

Eliminato: L'analisi del bacino ha dimostrato come sia determinante, oltre ad una consona progettazione delle opere che lo coinvolgono, la manutenzione ordinaria del cunettone sistemato. [314]

14 BIBLIOGRAFIA

Formattato: Titolo 1, Rientro:
Sinistro: 0 cm, Prima riga: 0
cm

Bathrust, J. C. (1985), "Flow resistance estimation in mountain rivers", Closure, J. Hydr. Ergg., 111 (4), pp. 625-643.

Formattato: Inglese (Regno Unito)

Formattato: Italiano (Italia)

Benini, G., (1978), Sistemazioni idraulico – forestali, Cleup, Padova.

Borga, M., (2004), Appunti del corso "Idraulica ed idrologia", Università di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali Legnaro.

Bray, D. I., (1979), Estimating average velocity in gravel-bed rivers, J. Hydr. Div., 105 (9), pp. 1103-1121.

Formattato: Inglese (Regno Unito)

Formattato: Inglese (Regno Unito)

Castiglione, G. B., (2000), Geomorfologia. II edizione, Utet, Torino.

D'Agostino, V., (2004), Appunti del corso "Interventi di ingegneria naturalistica", Università di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali Legnaro.

Dalla Fontana, G., Grisotto, S., (2001), Controllo dei Versanti alpini, "Bacini del torrente Tegosa e torrente Rovala di Framont (Val Cordevole, Dolomiti Bellunesi)", Fondazione Giovanni Angelini, Belluno.

Del Favero, R., (2000), Biodiversità e Indicatori nei tipi forestali del Veneto, Regione del Veneto in collaborazione con l'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Venezia.

Ferro, V., (2002), La sistemazione dei bacini idrografici, McGraw-Hill, Milano.

Giandotti, M., (1934), Previsione delle piene e delle magre dei corsi d'acqua, Ministero LL. PP., Servizio Idrografico Italiano, Memorie e studi idrografici, vol. 8, Roma, (Pubbl. N 2 del S.I.I.).

Gregoretto, C., (2003), Appunti del corso "Idraulica ed idrologia", Università di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali Legnaro.

Horton, R.E., (1940), An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity, Soil Sci. Soc. Am. J., 5, 399-417.

Lenzi, M.A., (2004), Appunti del corso "Tutela del paesaggio agricolo-forestale e riassetto idraulico del territorio", Università di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali, Legnaro.

SCS, 1972 - (Soil Conservation Service). National Engineering Handbook, Section 4, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.

Formattato: Inglese (Regno Unito)

Formattato: Inglese (Regno Unito)

Servizio Forestale Regionale del Veneto, (1999), copia di relazione “Prosecuzione lavori idraulici/forestali atti alla regimazione delle acque lungo la Valle di S. Andrea in comune di Borso del Grappa, nell’unità idrografica del fiume musone”.

Shields A., (1936), Application of similarity principles and turbulence research to bed-load movement. Mitteilunger der Preussischen Versuchsanstalt fur Wasserbau und Schiffbau 26: 5-24.

Vianello, A., (2005). L’analisi granubmetrica dei sedimenti nei corsi d’acqua montani, Atti del 41 corso di Cultura in Ecologia “Conoscere il sistema fiume in ambiente alpino” pag. 112-124 Università di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali, Legnaro.

Wolman, M.G., (1954). A method of sampling coarse river-bed material: Transactions of the American Geophysical Union, v. 35, p. 951-956.

Formattato: Inglese (Regno Unito)

RINGRAZIAMENTI

Eliminato: ¶
_____interruzione pagina_____

Formattato: Inglese (Regno Unito)

Desidero ringraziare per la disponibilità ed il tempo dedicatomi, il Dott. Marco Zasso, dottorando del dipartimento “Territorio e Sistemi Agro-Forestali” della Facoltà di Agraria di Padova, indispensabile per la realizzazione di questo studio.

Eliminato: ¶

Eliminato: agro

Eliminato: forestali

Un sentito grazie al Dott. Zilio Ziliotto, sindaco di Borso del Grappa nonché appassionato geologo, per la disponibilità fornitami nell’uso del suo archivio personale e delle sue conoscenze, ampiamente elargite durante le piacevoli escursioni nel massiccio del Monte Grappa.

Un particolare ringraziamento a Cinzia ed alla mia famiglia, per la disponibilità, l’appoggio e la pazienza dimostratami durante il percorso universitario.

Eliminato: ¶

A tutti gli amici, in particolare Renato, Luca, Daniele e Nino, grazie.

A Giuseppe, senza il quale nulla di ciò.

1LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO	5
1.1TRATTO SISTEMATO	9
1.2TRATTO PARZIALMENTE SISTEMATO	10
1.3TRATTO INTERMEDIO	11
1.4TRATTO A CASCADE	13
1.5TRATTO FINALE	14
2MEMORIA STORICA	16
3CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEL BACINO	17
3.1LA DELIMITAZIONE DEL BACINO	17
3.2DESCRIZIONE DEI PRINIPALI PARAMETRI MORFOMETRICI	18
3.2.1Quota, pendenza ed esposizione	18
3.2.2Composizione del reticolo idrografico:	21
3.2.3Proprietà areali	23
3.2.4Proprietà del rilievo	24
4ACQUISIZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI	29
4.1IL SOFTWARE GIS E LA BANCA DATI	29
4.2LA BASE CARTOGRAFICA	30
4.2.1Carta dell'uso del suolo e delle tipologie forestali	30
4.2.2Carta litologica	32
5DETERMINAZIONE DELLA CURVA GRANULOMETRICA	34
5.1PRELIEVO ED ANALISI DEL CAMPIONE DI SEDIMENTI	34
5.2DETERMINAZIONE DELLE FREQUENZE RELATIVE E CUMULATE	36
5.3CALCOLO DEI DIAMETRI CARATTERISTICI	38
5.4CALCOLO DEI PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE	39
6ANALISI STATISTICA DEI DATI IDROLOGICI	40
6.1I DATI PLUVIOMETRICI	41
6.2ANALISI MEDIANTE DISTRIBUZIONE DI GUMBEL (EV1)	43
6.2.1Stima dei parametri	44
6.2.2Cartogramma di Gumbel	46
6.2.3Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per diversi Tempi di Ritorno	48
7STIMA DELLA PORTATA DI PIENA	52
7.1IL TEMPO DI CORRIVAZIONE	52
7.2RELAZIONI EMPIRICHE	53
7.3METODO CINEMATICO	54

7.4	PIOGGIA EFFICACE – METODO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)	56
7.5	PRODUZIONE DI DEFLUSSO SUPERFICIALE: LA CARTA DEL CN	58
7.6	CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO CON IL METODO RAZIONALE	64
7.7	COSTRUZIONE DEL PLUVIOGRAMMA A BLOCCHI ALTERNI	66
7.8	IL MODELLO CINEMATICO	68
7.9	CALCOLO DELL'IDROGRAMMA DI PIENA	73
8	TRASPORTO SOLIDO	76
8.1	ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO	76
8.1.1	Sforzo tangenziale	77
8.1.2	Coefficiente di scabrezza (K_s)	79
8.2	CALCOLO DELLA CAPACITÀ DI TRASPORTO SOLIDO	82
9	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEGLI ATTRAVERSAMENTI IN ESAME	85
9.1	LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI	86
9.1.1	Primo attraversamento	91
9.1.2	Secondo attraversamento	92
9.1.3	Terzo attraversamento	93
9.1.4	Quarto attraversamento	95
10	VERIFICA IDRAULICA	97
10.1	ATTRAVERSAMENTO DI VIA ITALO GIRARDI	101
10.2	ATTRAVERSAMENTO DI VIA MADONNA DELL'AIUTO	103
10.2.1	ATTRAVERSAMENTO DI VIA OSPITALE	105
10.3	ATTRAVERSAMENTO DI VIA PIAVE	107
11	POSSIBILI INTERVENTI	109
12	CONCLUSIONI	111

—interruzione pagina—

Pagina 22: [2] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
---------------------------	------	--------------------

Tipo di carattere: Grassetto

Pagina 22: [3] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
---------------------------	------	--------------------

Centrato, Interlinea singola

Pagina 22: [4] Cambia	DEKA	13/02/2007 1.06.00
-----------------------	------	--------------------

Tabella formattata

Pagina 22: [5] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
---------------------------	------	--------------------

Centrato, Interlinea singola

Pagina 22: [6] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 22: [7] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [8] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [9] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Allineato a sinistra, Interlinea singola		
Pagina 22: [10] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [10] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [11] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [12] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 22: [13] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Allineato a sinistra, Interlinea singola		
Pagina 22: [14] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [14] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [15] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [16] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [17] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [18] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 22: [19] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00

Allineato a sinistra, Interlinea singola

Pagina 22: [20] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [20] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [21] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [22] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [23] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [24] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 22: [25] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Allineato a sinistra, Interlinea singola		
Pagina 22: [26] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [26] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [27] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [28] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [29] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [30] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 22: [31] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Allineato a sinistra, Interlinea singola		
Pagina 22: [32] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [32] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00

Tipo di carattere: Non Grassetto

Pagina 22: [33] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [34] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [35] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [36] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 22: [37] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Allineato a sinistra, Interlinea singola		
Pagina 22: [38] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [38] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [39] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [40] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.05.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 22: [41] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Allineato a sinistra, Interlinea singola		
Pagina 22: [42] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 22: [43] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [44] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.06.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 22: [45] Formattato	DEKA	16/02/2007 23.44.00
DID ABT		
Pagina 22: [46] Cambia	DEKA	13/02/2007 16.41.00
Elenchi puntati e numerati formattati		
Pagina 22: [47] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.15.00

Colore carattere: Automatico

Pagina 22: [47] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.15.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 22: [47] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.15.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 22: [47] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.16.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 23: [48] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Interlinea singola		
Pagina 23: [48] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [49] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [49] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 23: [50] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Interlinea singola		
Pagina 23: [50] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [51] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [51] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 23: [52] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Interlinea singola		
Pagina 23: [52] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [53] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [53] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 23: [54] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00

Interlinea singola

Pagina 23: [54] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [55] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [55] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 23: [56] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Interlinea singola		
Pagina 23: [56] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [57] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [57] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 23: [58] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Interlinea singola		
Pagina 23: [58] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [59] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [59] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 23: [60] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Interlinea singola		
Pagina 23: [60] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [61] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [61] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 23: [62] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00

Interlinea singola

Pagina 23: [62] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.14.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 23: [63] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 23: [63] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.12.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [64] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.43.00
Figura 3.1 Delimitazione del bacino idrografico		
Pagina 25: [65] Cambia	DEKA	12/02/2007 22.15.00
Elenchi puntati e numerati formattati		
Pagina 25: [66] Eliminato	DEKA	16/02/2007 23.55.00
m		
Pagina 25: [66] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.45.00
3		
Pagina 25: [67] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.45.00
3		
Pagina 25: [67] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.45.00
3		
Pagina 25: [68] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [68] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [69] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [70] Cambia	DEKA	15/02/2007 16.20.00
Tabella formattata		
Pagina 25: [71] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [72] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		

Pagina 25: [73] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [74] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [75] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [75] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [76] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [77] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [78] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [79] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [79] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [80] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [81] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [82] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [83] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [84] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [85] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [85] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		

Pagina 25: [86] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [87] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [88] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [89] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [90] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [90] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [91] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [92] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [93] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [94] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [95] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [95] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [96] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [97] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [98] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [99] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		

Pagina 25: [100] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [100] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [101] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [102] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [103] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [104] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [105] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [105] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [106] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [107] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [108] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [109] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [110] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [110] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [111] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [112] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		

Pagina 25: [113] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [114] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [115] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [115] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [116] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [117] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [118] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [118] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [119] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [120] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [121] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [122] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [123] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [124] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [125] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [125] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		

Pagina 25: [126] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 25: [127] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Interlinea singola		
Pagina 25: [128] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.02.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 25: [128] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 25: [129] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 25: [130] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.01.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 26: [131] Eliminato	DEKA	13/02/2007 1.02.00

Parametri morfometrici		Valori
Superficie	(km ²)	1,66
Perimetro	(km)	6,76
Altitudine massima	(m s.m.)	1335
Altitudine media	(m s.m.)	670,8
Altitudine minima	(m s.m.)	230
Pendenza media	(%)	0,6
Lunghezza reticolo principale	(km)	2,6
Lunghezza reticolo effimero	(km)	2,84
Lunghezza reticolo completo	(km)	5,44
Fattore di forma (Gravelius)		1,47
Densità di drenaggio	(km/km ²)	3,27
Rapporto di biforcazione medio		2,83

4.2Tabella 3.1 Parametri morfometrici

Composizione del reticolo idrografico:

La rete fluviale può essere scomposta in segmenti disposti sui vari rami della rete, che a loro volta possono essere ordinati secondo criteri gerarchici che derivano dalla loro disposizione. Un sistema di numerazione molto usato è quello di Horton-Strahler che consiste nell'attribuire il numero d'ordine 1 ai canali naturali di prima formazione (quelli aventi come estremi i punti sorgente) che sono segmenti fluviali senza affluenti (Ferro, 2002). Due elementi di 1° ordine a valle del loro punto di confluenza danno origine a un segmento di 2° ordine. Due rami del 2° ordine confluenndo danno origine a un segmento del 3° ordine e così via fino all'asta principale che ha, ovviamente, il numero d'ordine più elevato del sistema. Il numero d'ordine k del corso d'acqua principale definisce l'ordine principale, che nel bacino della Valle di S. Andrea è pari a 3.

Altra proprietà interessante dei reticoli idrografici è il numero di segmenti N_u di ciascun ordine u : al crescere dell'ordine u il numero di segmenti N_u diminuisce, ma il rapporto tra il numero di segmenti di ordine N_u e quello di ordine successivo N_{u+1} , denominato rapporto di biforcazione R_b , si mantiene quasi costante:

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}} \quad (1)$$

Si definisce rapporto di biforcazione medio R_b e si considera rappresentativo dell'intero bacino, la media dei rapporti di biforcazione dei segmenti di differente ordine u che costituiscono il reticolo idrografico del bacino. La tabella 3.2, oltre ai parametri fin'ora considerati, riporta anche i valori di N_u teorica, ricavati dall'equazione:

$$N_u = R_b^{(k-u)} \quad (2)$$

*in cui k è il numero d'ordine del corso d'acqua principale. Questa equazione esprime la Prima legge di Horton (**riferimento**):*

“il numero di segmenti idrografici di ordine successivo si dispone secondo una progressione geometrica con il primo termine pari all’unità (essendo solo uno il canale di ordine massimo) e con ragione pari al rapporto di biforcazione” (Ferro, 2002).

Il valore di N_u e quello di N_u teorico sono espressi nella figura 3.5.

u	N_u teorica
1	8,0 3
2	2,8 3
3	1
media R_b	

Tabella 3.2 Dati morfometrici del corso d’acqua

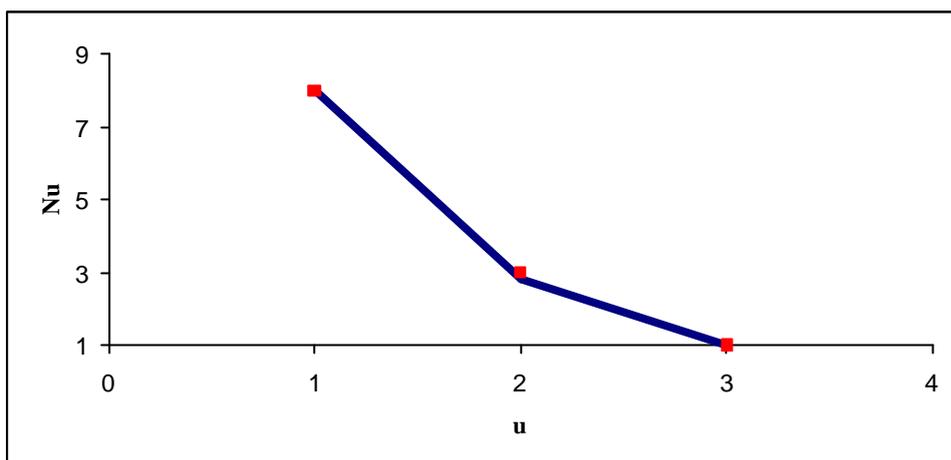


Figura 3.5 Relazione tra N_u e l'ordine u

Pagina 28: [133] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.55.00
La densità di drenaggio		
Pagina 28: [134] Commento [D1]	DEKA	12/02/2007 22.24.00
Valori indice?		
Pagina 28: [135] Cambia	DEKA	12/02/2007 22.15.00
Elenchi puntati e numerati formattati		
Pagina 28: [136] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.57.00
3		
Pagina 28: [136] Eliminato	DEKA	17/02/2007 0.03.00
e delle pendenze		
Pagina 28: [136] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.58.00
3		
Pagina 28: [136] Eliminato	DEKA	12/02/2007 23.59.00
3		
Pagina 28: [137] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [138] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [139] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		

Pagina 28: [139] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [139] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [139] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [139] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [140] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [141] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [142] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [142] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [142] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [142] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [142] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [143] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [144] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [144] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [144] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [144] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 28: [144] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [145] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [146] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [147] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [148] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [148] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [148] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [148] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [148] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [149] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [150] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [151] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [151] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [151] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [151] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [151] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		

Pagina 28: [152] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [153] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [154] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [154] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [154] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [154] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [154] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [155] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [156] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [157] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [157] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [157] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [157] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [157] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [158] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [159] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		

Pagina 28: [160] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [160] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [160] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [160] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [160] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [161] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [162] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [163] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [163] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [163] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [163] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [163] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [164] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [165] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [166] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [166] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 28: [166] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [166] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [166] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [167] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [168] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [169] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [169] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [169] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [169] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [169] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [170] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [171] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [172] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [172] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [172] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [172] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 28: [172] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [173] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 28: [174] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [175] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.05.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 28: [175] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [175] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [175] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 28: [175] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.04.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [176] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.02.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [177] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.03.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 28: [178] Eliminato	DEKA	13/02/2007 0.07.00

Fasce di quota	A_j	h_j	A_i	h_i
(m s.m.)	(km ²)	(m s.m.)	(km ²)	(m s.m.)
1230-1330	0,08	1280	0	1330
1130-1230	0,09	1180	0,08	1230
1030-1130	0,10	1080	0,18	1130
930-1030	0,11	980	0,27	1030
830-930	0,12	880	0,38	930
730-830	0,14	780	0,50	830
630-730	0,16	680	0,64	730
530-630	0,18	580	0,81	630
430-530	0,21	480	0,98	530

330-430	0,27	380	1,19	430
230-330	0,20	280	1,46	330
			1,66	230

4.3 Tabella 3.3 Informazioni altimetriche dedotte dal modello digitale

Pagina 28: [179] Formattato	DEKA	13/02/2007 0.00.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 28: [180] Cambia	DEKA	13/02/2007 0.01.00
Tabella formattata		
Pagina 32: [181] Eliminato	DEKA	16/02/2007 0.37.00

ACQUISIZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI

IL SOFTWARE GIS E LA BANCA DATI

La natura dei dati disponibili e gli obiettivi di elaborazione prefissati hanno indotto alla scelta di un prodotto software in grado di operare in modo efficiente con formato dei dati sia di tipo vettoriale sia di tipo “raster”.

Sul mercato sono disponibili numerosi prodotti commerciali dotati di quasi tutte le funzionalità richieste; nel corso del lavoro è stato impiegato il software Arc View 3.2 della ESRI rivelatosi adeguato a gestire tutte le procedure di “editing”, archiviazione ed analisi.

Si tratta inoltre di un prodotto standard, largamente utilizzato da diverse amministrazioni ed enti pubblici.

La banca dati è stata organizzata in un progetto denominato “Valle”, che è stato suddiviso in più “View” (o viste); ciascuna “View” contiene uno o più strati informativi, sia vettoriali (poligoni, linee e punti) che raster, sovrapponibili l’uno all’altro; le funzioni del software GIS consentono di eseguire facilmente analisi incrociate ed estrarre qualsiasi tipo di informazione.

La banca dati organizza in modo uniforme e facilmente consultabile tutte le informazioni territoriali per mezzo dell'aggregazione, nelle diverse "View", di un insieme omogeneo di strati informativi, visualizzabili singolarmente o sovrapposti in relazione alle esigenze dell'utente. Le informazioni relative alle singole porzioni od oggetti del territorio sono collocate nel contesto di unità territoriali più ampie, coincidenti con i limiti del bacino idrografico o con unità idrologiche di versante. Su una tale base cartografica è possibile "mantenere memoria" della collocazione geografica di qualsiasi variazione territoriale (uso del suolo, geomorfologia ecc.) consentendo una visione d'insieme non altrimenti conseguibile con le tecniche tradizionali (Dalla Fontana e Grisotto, 2000).

LA BASE CARTOGRAFICA

La realizzazione di una banca dati georeferenziata prevede la preparazione di una base cartografica adeguata (vettoriale, raster e fotografica) alla quale riferire tutti gli strati informativi. Per il bacino della Val di S. Andrea è stato assunto a riferimento la Carta Tecnica Regionale Numerica della Regione Veneto (scala nominale 1:5000) per ciò che riguarda i dati vettoriali (curve di livello, punti quotati, idrografia, ecc.); per i dati raster invece è stata utilizzata una carta 1:10000 creata sulla CTR cartacea del Veneto, fornite entrambe **dal CIRGEO dell'Università di Padova.**

L'ortofoto, cioè la foto aerea della zona di interesse è stata concessa dal Comune di Borso del Grappa, dove ricade il bacino in esame.

I raster della CTR costituiscono uno strato informativo che viene utilizzato come sfondo, indispensabile per guidare e verificare la collocazione precisa dei vari oggetti grafici (punti, linee e poligoni) che **rappresentano le caratteristiche del territorio (Dalla Fontana e Grisotto, 2001).**

Le informazioni numeriche (o vettoriali) della CTRN costituiscono il cuore della banca dati: da tale base informatica hanno, infatti, origine la maggior parte delle elaborazioni ed analisi usate per caratterizzare il bacino in studio, da un punto di vista morfologico ed idrologico. Per il bacino della Val di S. Andrea si sono utilizzate le sezioni della CTRN 1:5000 di seguito elencate: 83141, 83142, 83143, 83144.

La rappresentazione raster è stata creata dal foglio della CTR 1: 10000 numero 83140.

L'ortofoto rappresenta uno strumento molto utile che oltre a dare una visione completa e realistica dell'area, permette lo studio dell'uso del suolo e fornisce riferimenti topografici utili.

La consultazione delle carte raster e numeriche inserite nel database avviene semplicemente attraverso il loro caricamento nel-

la View prescelta come un semplice Image Theme in formato di compressione tiff.

Carta dell'uso del suolo e delle tipologie forestali

La carta dell'uso del suolo e delle tipologie forestali per il bacino di interesse è stata creata ex novo, integrando rilevazioni in campo e lo studio dell'ortofoto, utilizzata in ArcView come sfondo per la suddivisione delle aree a diversa copertura vegetale.

Si è ottenuta così una carta vettoriale dell'uso del suolo e delle tipologie forestali (fig 4.1) cui è collegata una tabella degli attributi riportante, per ciascuno poligono, un identificatore "Id", la categoria d'uso del suolo di appartenenza, la superficie (km²) e il perimetro (m) visualizzabili nella tabella 4.1.

Co di ce Id	Categoria di uso del suolo
1	arbusteto

2 ceduo

**3 fustaia di
conifere**

4 prati

5 radura

<p>6 urbano</p>	<p>8 5 , 0 0</p>
<p>To ta- le</p>	<p>1 0 0</p>

Tabella 4.1 Suddivisione del bacino nelle diverse categorie d'uso del suolo

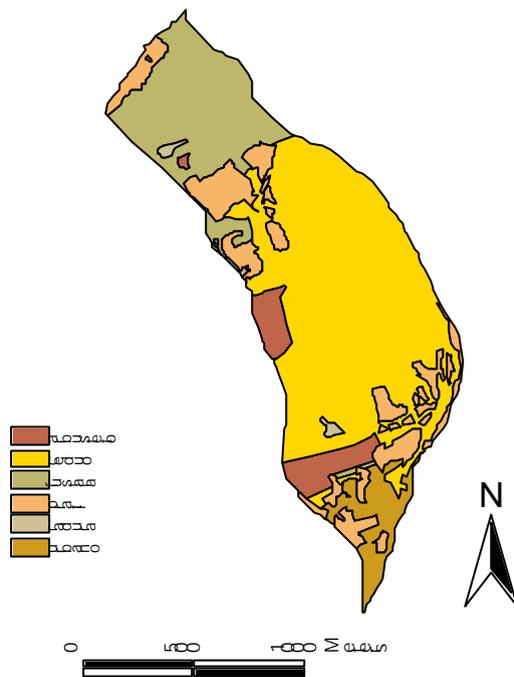


Figura 4.1 Carta dell'uso del suolo

Carta litologica

La carta litologica della Val di S. Andrea è stata creata con procedura analoga a quella messa in atto per la carta dell'uso del suolo. Si è proceduto con la digitalizzazione della **carta litologica (scala 1:10.000 fornita dal Comune di Borso del Grappa) mediante scanner con una risoluzione elevata (400 dpi) e successiva georeferenziazione; questa ha costituito lo strato informativo utilizzato come sfondo per la creazione di una carta litologica, formato raster, di dettaglio (fig. 4.2) collegata ad una tabella degli attributi interna riportante, per ogni poligono, un indicatore “Id”, il tipo di forma-**

zione litologica, oltre alla superficie e al perimetro dello stesso (tab. 4.3).

Co di ce Id	Categoria di uso del suolo	
1	calcari - scaglia rossa l.s.	7 , 3 7
2	conoidi torrentizi	4 , 2 0
3	alluvioni fluvio glaciali	7 , 3

**4 calcari - rosso
ammonitico supe-
riore**

5 calcari grigi

6 calcari - biancone

**7 calcari - forma-
zione di Fonzaso**

**To
ta-
le**

Tabella 4.2 Distribuzione delle diverse categorie litologiche

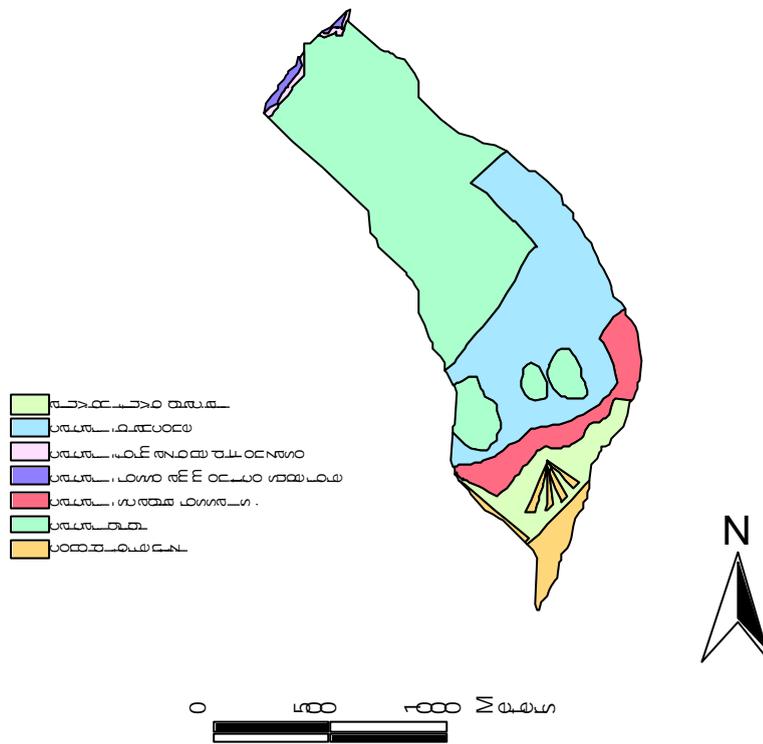


Figura 4.2 - Carta geolitologica del bacino della Val San Andrea

—interruzione pagina—

DETERMINAZIONE DELLA CURVA GRANULOMETRICA

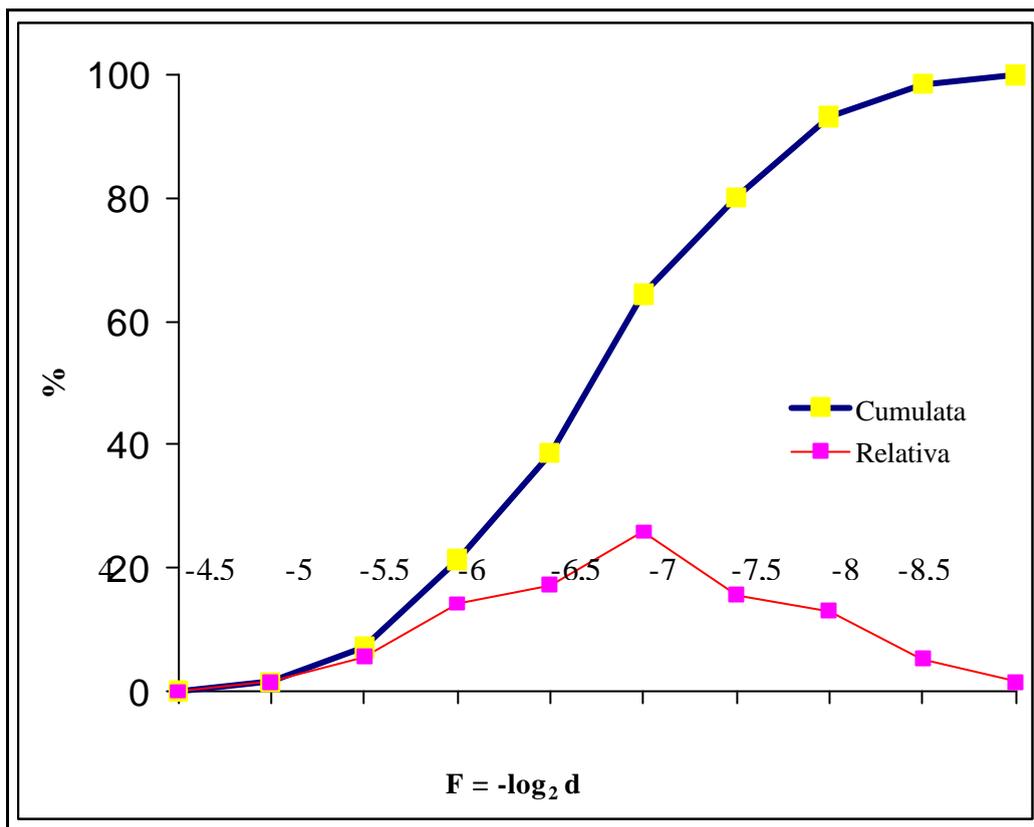


Figura 5.4 Curve granulometriche di frequenza relativa e cumulata

Pagina 36: [184] Cambia	DEKA	12/02/2007 22.15.00
Elenchi puntati e numerati formattati		
Pagina 36: [185] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 36: [186] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 36: [187] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 36: [188] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 36: [189] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 36: [190] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 36: [191] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00
Centrato, Interlinea singola		
Pagina 36: [192] Formattato	DEKA	13/02/2007 1.41.00

	F	D_x (mm)
D5	-4,8	28
D16	-5,3	40
D30	-5,8	54
D50	-6,2	75
D84	-7,1	142
D90	-7,4	166
D95	-7,7	203
D_{medio}	-6,2	75

Tabella 5.35.25.2 Diametri caratteristici

t	h	log (t)	log (h)	n	a	h calcolato
1	59,02	0,00	1,77	0,24	58,14	58,14
3	74,64	0,48	1,87			76,07
6	89,09	0,78	1,95			90,12
12	108,15	1,08	2,03			106,77
24	126,95	1,38	2,10			126,50

Tabella 6.96.96.9 Processo linearizzazione per T_r di 30 anni (Staz. Bassano d. Grappa)

t	h	log (t)	log (h)	n	a	h calcolato
1	70,60	0,00	1,85	0,23	70,05	70,05
3	89,10	0,48	1,95			90,38
6	105,76	0,78	2,02			106,15
12	126,54	1,08	2,10			124,67
24	145,79	1,38	2,16			146,42

Tabella 6.106.106.10 Processo linearizzazione per T_r di 100 anni (Staz. Bassano d. Grappa)

t	h	log (t)	log (h)	n	a	h calcolato
1	77,23	0,00	1,89	0,23	76,88	76,88
3	97,37	0,48	1,99			98,59
6	115,31	0,78	2,06			115,34
12	137,07	1,08	2,14			134,94
24	156,56	1,38	2,19			157,86

Tabella 6.116.116.11 Processo linearizzazione per T_r di 200 anni (Staz. Bassano d. Grappa)

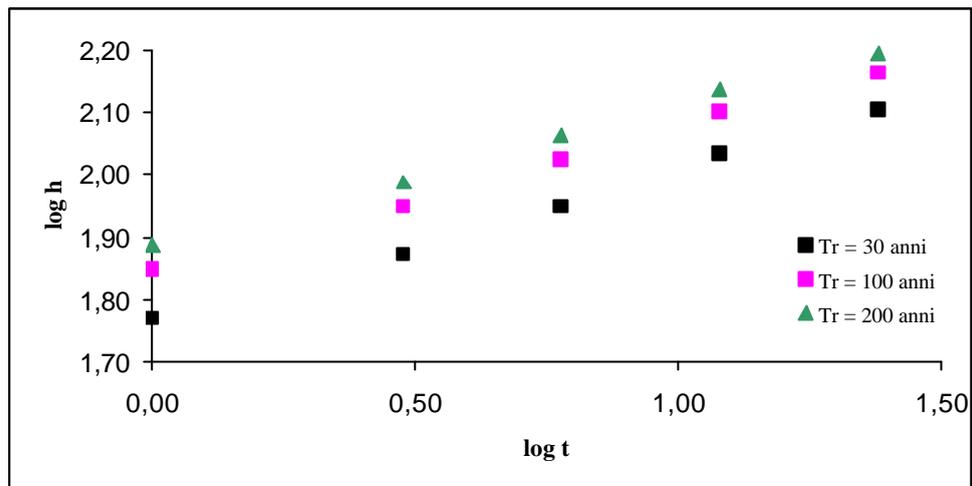


Figura 6.5 Linearizzazione della LSPP (Bassano del Grappa)

Bassano del Grappa		Pove del Grappa	
n	a	n	a
0,	58	0	4
24	,1	,	6
	4	3	,
		7	3
			3
			5
0,	70	0	3
23	,0	,	,
	5	3	6
		7	4
			4
0,	76	0	5
	,8	,	7

23	8		3	,
			7	8
				2

Tabella 6.136.126.12 Riassunto parametri per i rispettivi tempi di ritorno

Pagina 53: [197] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [198] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [199] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [200] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [201] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [202] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [203] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [204] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [205] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [206] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [207] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00

Allineato a sinistra

Pagina 53: [208] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [209] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [210] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [211] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [212] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [213] Formattato	DEKA	13/02/2007 10.18.00
Allineato a sinistra		
Pagina 53: [214] Formattato	DEKA	17/02/2007 1.04.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 53: [215] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.09.00
Tabulazioni: 3,39 cm, Allineato a destra + Non a 2,54 cm + 3,6 cm		
Pagina 53: [216] Cambia	DEKA	12/02/2007 22.15.00
Elenchi puntati e numerati formattati		
Pagina 53: [217] Eliminato	DEKA	13/02/2007 11.09.00
-----interruzione pagina-----		

PIOGGIA EFFICACE – METODO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)

Pagina 56: [218] Eliminato	DEKA	13/02/2007 11.30.00															
<table border="1"><thead><tr><th>Gruppo</th><th>%</th><th>km²</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>15,77</td><td>0,26</td></tr><tr><td>B</td><td>28,95</td><td>0,48</td></tr><tr><td>C</td><td>55,26</td><td>0,92</td></tr><tr><td></td><td>100</td><td>1,66</td></tr></tbody></table>			Gruppo	%	km ²	A	15,77	0,26	B	28,95	0,48	C	55,26	0,92		100	1,66
Gruppo	%	km ²															
A	15,77	0,26															
B	28,95	0,48															
C	55,26	0,92															
	100	1,66															

Tabella 7.47.37.37.3 Suddivisione del bacino nei gruppi idrologici

Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		

Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 57: [219] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 57: [220] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [221] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [222] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [223] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [224] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [225] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [226] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [227] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		

Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [228] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [229] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.18.00
Tipo di carattere: 10 pt, Grassetto		
Pagina 57: [229] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [229] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [229] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [229] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [229] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 57: [229] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.23.00
Tipo di carattere: 10 pt		

Pagina 57: [229] Formattato DEKA 13/02/2007 11.23.00

Tipo di carattere: Non Grassetto

Pagina 57: [229] Formattato DEKA 13/02/2007 11.23.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [230] Eliminato DEKA 13/02/2007 11.23.00

TIPOLOGIA D'USO DEL SUOLO	A	B	C	D
fustaia	31	49	57	61
fustaia rada	35	51	59	62
ceduo	40	55	62	65
ceduo scadente	45	58	65	68
rupi boscate	48	61	67	70
arbusteti	50	62	68	71
prati e colture agrarie	54	65	71	74
alpi e pascoli	64	73	79	81
improduttivi	66	75	80	83
aree urbanizzate	88	90	92	94

Tabella 7.57.47.47.4 Valori di CN per le varie combinazioni suolo-soprassuolo.

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato DEKA 13/02/2007 11.21.00

Tipo di carattere: 10 pt

Pagina 57: [231] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.21.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [231] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.21.00
Tipo di carattere: 10 pt		
Pagina 57: [232] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.24.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 57: [233] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.24.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 57: [234] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.25.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 57: [235] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.25.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 57: [235] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.25.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 57: [235] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.27.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 57: [236] Formattato	DEKA	13/02/2007 11.27.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 79: [237] Formattato	DEKA	16/02/2007 12.16.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [238] Cambia	DEKA	16/02/2007 12.16.00
Tabella formattata		
Pagina 79: [239] Formattato	DEKA	16/02/2007 12.16.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [240] Formattato	DEKA	16/02/2007 12.16.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [241] Formattato	DEKA	13/02/2007 12.57.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 79: [242] Formattato	DEKA	13/02/2007 12.57.00
Colore carattere: Automatico		
Pagina 79: [243] Cambia	DEKA	13/02/2007 13.03.00
Tabella formattata		

Pagina 79: [244] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.03.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [245] Formattato	DEKA	17/02/2007 1.39.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [246] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
(
Pagina 79: [246] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
)		
Pagina 79: [247] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [248] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [249] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
(
Pagina 79: [249] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
)		
Pagina 79: [250] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [251] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
(
Pagina 79: [251] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
)		
Pagina 79: [252] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [253] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
(
Pagina 79: [253] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
)		
Pagina 79: [254] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [255] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [256] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
(
Pagina 79: [256] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
)		
Pagina 79: [257] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00

Tipo di carattere: Grassetto

Pagina 79: [258] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
	(
Pagina 79: [258] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
)	
Pagina 79: [258] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.01.00
	2	
Pagina 79: [259] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
	Tipo di carattere: Grassetto	
Pagina 79: [260] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
	(
Pagina 79: [260] Eliminato	DEKA	13/02/2007 13.07.00
)	
Pagina 79: [261] Formattato	DEKA	17/02/2007 1.39.00
	Tipo di carattere: Grassetto	
Pagina 79: [262] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
	Colore carattere: Automatico	
Pagina 79: [263] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
	Colore carattere: Automatico	
Pagina 79: [264] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
	Tipo di carattere: Grassetto	
Pagina 79: [265] Cambia	DEKA	14/02/2007 17.47.00
	Tabella formattata	
Pagina 79: [266] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
	Tipo di carattere: Grassetto	
Pagina 79: [267] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
	Tipo di carattere: Grassetto	
Pagina 79: [268] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00
	(
Pagina 79: [268] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00
)	
Pagina 79: [269] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
	Tipo di carattere: Grassetto	
Pagina 79: [270] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00
	(
Pagina 79: [270] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00

Pagina 79: [271] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [272] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00
(
Pagina 79: [272] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00
)		
Pagina 79: [273] Formattato	DEKA	13/02/2007 13.04.00
Tipo di carattere: Grassetto		
Pagina 79: [274] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00
(
Pagina 79: [274] Eliminato	DEKA	14/02/2007 17.30.00
)		
Pagina 98: [275] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.50.00
Allineato a sinistra		
Pagina 98: [276] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.49.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 98: [277] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.50.00
Allineato a sinistra		
Pagina 98: [278] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.49.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 98: [279] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.50.00
Allineato a sinistra		
Pagina 98: [280] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.49.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 99: [281] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.54.00
Allineato a sinistra		
Pagina 99: [282] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.42.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 99: [283] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.42.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 99: [284] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.54.00
Allineato a sinistra		
Pagina 99: [285] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.42.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 99: [286] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.54.00
Allineato a sinistra		
Pagina 99: [287] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.42.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 99: [288] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.54.00
Allineato a sinistra		
Pagina 99: [289] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.42.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 99: [290] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.54.00
Allineato a sinistra		
Pagina 99: [291] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.42.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 100: [292] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Allineato a sinistra		
Pagina 100: [293] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 100: [294] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Allineato a sinistra		
Pagina 100: [295] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 100: [296] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Allineato a sinistra		
Pagina 100: [297] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 100: [298] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Allineato a sinistra		
Pagina 100: [299] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 100: [300] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Allineato a sinistra		
Pagina 100: [301] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		

Pagina 100: [302] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 100: [303] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.40.00
Allineato a sinistra		
Pagina 100: [304] Cambia	DEKA	12/02/2007 22.15.00
Elenchi puntati e numerati formattati		
Pagina 101: [305] Formattato	DEKA	14/02/2007 18.56.00
Allineato a sinistra		
Pagina 101: [306] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.42.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 101: [307] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.44.00
Colore carattere: Nero		
Pagina 103: [308] Formattato	DEKA	13/02/2007 16.44.00
Tipo di carattere: Non Grassetto		
Pagina 103: [309] Eliminato	DEKA	13/02/2007 11.25.00
10.1010.1010.1010.10		
Pagina 106: [310] Eliminato	DEKA	14/02/2007 20.58.00
—interruzione pagina—		

Il problema non è comunque esaurito, in quanto i tombini hanno altezza 1m, per cui anche con una portata del tempo di ritorno di 30 anni si rivelano carenti al passaggio della corrente.

Le strade che attraversano il cunettone sono poste ad un'altezza, diversa per ogni attraversamento, che consente di avere un margine utile per le modifiche proposte, senza stravolgere l'attuale profilo delle stesse.

Nella tabella 11,3 sono riportati rispettivamente i valori di margine interessati (?h) e l'altezza del tirante idrico calcolato con preventivo intervento di allargamento della sezione.

	?h (m)	h (m)
I SOTTOPASSO	1,05	1,45
II SOTTOPASSO	0,66	1,28
III SOTTOPASSO	1,03	1,18
IV SOTTOPASSO	0,84	1,05

Tabella 11.311.311.311.3 Valori di margine e di altezze del tirante

Pagina 106: [311] Eliminato	DEKA	14/02/2007 19.20.00
-----------------------------	------	---------------------

; in particolare quella che attraversa Via Italo Girardi, la prima a subire gli effetti dell'arrivo dell'onda di piena, deve misurare un'altezza di 2,5m.

Pagina 106: [312] Eliminato

DEKA

13/02/2007 18.44.00

Dalla tabella 11.3 si nota come per il primo e terzo attraversamento questa modifica non vada ad intaccare la quota strada, che è però di poco inferiore nei due restanti (II e IV).

Pagina 106: [313] Eliminato

DEKA

14/02/2007 2.37.00

esse associate, e di conseguenza le proprietà private limitrofe.

interruzione pagina

Pagina 107: [314] Eliminato

DEKA

14/02/2007 19.50.00

L'analisi del bacino ha dimostrato come sia determinante, oltre ad una consona progettazione delle opere che lo coinvolgono, la manutenzione ordinaria del cunettone sistemato, in quanto la presenza di ostacoli, quali vegetazione e materiale detritico, aumenta di molto la scabrezza esasperando le già precarie condizioni geometriche delle tombinature.

Gli interventi proposti sulle sottovie sono proporzionati a portate del tempo di ritorno di trenta anni, lungi da essere sufficienti al passaggio di correnti con portate superiori; queste ultime richiedono provvedimenti, oltre che sulle condotte sotterranee, anche al canale ad esse associato.