COM.

COMUNE DI MONTANARO

OGG.

LAVORI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA CON REALIZZAZIONE DI CANALE SCOLMATORE NORD - 3° LOTTO

PROGETTO ESECUTIVO

DES.

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

FASE	*ID*	*REV.*
ESE	**B2**	**00**

GRUPPO DI LAVORO :

ENDACO srl (Capogruppo mandatario)
Dott. ing. Gian Piero Enrione

Dott. ing. Daniela Fornero
(Mandante)

Dott. ing. Davide Enrione
(Mandante)

Dott. geol. Alberto Strona
(Mandante)

REV.	DATA EM.	MOTIVO REVISIONE	PREPARATO		RIESAMINATO		APPROVATO	
00	15/05/2015	PRIMA EMISSIONE	DF		GPE		GPE	

La proprietà intellettuale di questo documento è della Endaco Srl; esso, sia in forma controllata che non controllata, non può essere diffuso né duplicato senza una preventiva autorizzazione scritta della Direzione della Società.

RIF. **2U301-2R303 B10D03**

COPIA
CONTROLLATA ☐
NON CONTROLLATA ☐

DOC. **B12D07-ESE-B2-00**

Mod. PQ0403Bi-01

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. **Società di Ingegneria**
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

INDICE

1. Premesse 4
2. Inquadramento territoriale 6
3. Rete idrografica 7
4. Eventi alluvionali 9
5. Dinamiche di esondazione 12
6. Opere di sistemazione idrogeologica 14
7. Analisi idrologica 16
7.1 Bacini idrografici 16
7.2 Pluviometria 17
7.3 Tempi di corrivazione 22
7.4 Coefficienti di deflusso 24
7.5 Portate di piena 27
8. Verifiche idrauliche canale scolmatore 29
8.1 Dati planoaltimetrici 29
8.2 Modello idraulico 30
8.3 Coefficienti di scabrezza 31
8.4 Scenari di verifica 34
8.5 Risultati delle elaborazioni 36
8.6 Considerazioni sulle aree a monte della strada provinciale 38
8.7 Verifica dell'idoneità dei massi impiegati in alveo a non essere mobilitati dalla corrente 43
9. ALLEGATI 50
Allegato 1 52
Precipitazioni di massima intensità oraria di durata 1,3,6,12,24 ore nelle stazioni pluviografiche del Servizio Idrografico Nazionale (dati pubblicati negli Annali Idrologici - parte I) 52
Allegato 2 - Verifiche idrauliche 56
Allegato 3 – Elaborati grafici 66

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. **Società di Ingegneria**
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

1. Premesse

Il Comune di Montanaro ha incaricato il raggruppamento temporaneo di professionisti costituito da Endaco s.r.l. (Capogruppo mandatario), nella persona del dott. ing. Gian Piero Enrione, Dott. ing. Davide Enrione (Mandante), Dott. ing. Daniela Fornero (Mandante), Dott. geol. Alberto Strona (Mandante) di redigere il **Progetto esecutivo** dei "***Lavori di sistemazione idrogeologica con realizzazione di canale scolmatore nord – 3° lotto***", di cui il presente elaborato costituisce **Relazione idrologico-idraulica**.

Nel seguito si illustra l'indagine idrologica condotta per la determinazione delle portate di progetto relative a differenti tempi di ritorno dei rii intercettati dal canale scolmatore.

Le verifiche idrauliche delle opere, condotte con modelli di calcolo monodimensionali in moto permanente, hanno consentito di verificare il dimensionamento del canale e delle opere connesse e di valutarne la funzionalità idraulica.

L'indagine idrologico-idraulica svolta si articola nei seguenti passi principali:

- caratterizzazione morfologica dei bacini d'interesse;
- determinazione della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica per assegnati tempi di ritorno;
- stima dei tempi di corrivazione;
- stima dei coefficienti di deflusso;
- calcolo delle portate di progetto di assegnato tempo di ritorno;
- verifica idraulica delle opere in progetto.

Nella presente relazione sono altresì riportate le integrazioni richieste dagli Enti competenti nell'ambito delle Conferenze dei Servizi di approvazione del Progetto Definitivo, in particolare:

- estensione delle simulazioni idrauliche del rio Vallunga a monte della Strada Provinciale, con analisi pre-intervento ed in presenza delle opere in progetto (*Provincia di Torino – Servizio progettazione ed esecuzione interventi viabilità 1 – Prot. n. 144288/2014 Class. 12.2 del 15/09/2014*) – Paragrafo 8.6;

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

- verifica dell'idoneità dei massi impiegati in alveo a non essere mobilitati dalla corrente (*Regione Piemonte – Settore decentrato OO.PP. e difesa assetto idrogeologico di Torino – Prot. n. 53001/14.06 del 16/10/2014*) – Paragrafo 8.7).

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

2. Inquadramento territoriale

Il territorio Comunale di Montanaro è situato nella parte inferiore della vasta pianura irrigua che si estende a sud del sistema morenico canavesano fino al Fiume Po.

La morfologia del terreno e la complessa fenomenologia idrodinamica che connette la fitta rete di canali minori, rogge e fossi irrigui, individuano un bacino di competenza di superficie pari a circa 51.2 kmq, che si estende dall'abitato di Montanaro, in direzione nord-est, fin oltre il Canale di Caluso, che intercetta i deflussi provenienti da monte.

Come già indicato nello "Studio e proposte di regimazione canali minori e rogge intercomunali del chivassese", redatto dalla società scrivente nel 1999, in occasione di eventi di piena il Canale di Caluso non è in grado di ricevere ulteriori incrementi di portata e le acque in esubero vengono convogliate verso i rii più a valle, Denoglia, Vallunga e Fossasso.

Nella parte settentrionale del bacino la dorsale collinare raggiunge un'altezza massima sul livello del mare di 403 m e le pendenze medie riscontrate lungo la dorsale sono del 3-5%. Al piede della dorsale, la maggior parte del bacino risulta avere caratteristiche pianeggianti e le quote altimetriche vanno da poco oltre i 290 m slm a circa 195 m slm, con direttrice nord–sud-est e con pendenze medie di qualche unità per mille (6-8‰).

La destinazione d'uso del terreno nella zona pianeggiante è essenzialmente caratterizzata da un soprassuolo seminativo con colture avvicendate e foraggiere prative. In limitate estensioni superficiali si riscontra la presenza di colture legnose ad alto fusto con la prevalenza di pioppeti e strobeti. La zona collinare è caratterizzata da un soprassuolo di tipo boschivo.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

3. Rete idrografica

L'idrografia superficiale presenta, oltre al Torrente Orco, una fitta rete di corsi d'acqua secondari naturali ed artificiali; nell'ordine, da est verso ovest, i più importanti sono: Rio Fossasso, Rio Auzero, Rio Vallunga, Rio Denoglia, Gora di Chivasso / Bealera di Montanaro, Gora Baina.

Il Rio Fossasso raccoglie le acque di scolo e meteoriche della zona settentrionale del territorio comunale di Montanaro, posto ad ovest del rilevato ferroviario della Ferrovia Canavesana. Attraversa la parte nord del territorio del Comune, costeggia la ferrovia ed attraversa intubato il paese dalla Stazione Ferroviaria sino al cimitero, in prossimità del quale confluisce nella Gora di Chivasso.

Il Rio Auzero è un corso d'acqua secondario di tipo irriguo e di scolo delle acque localizzate nella parte nord del territorio comunale di Montanaro, tra il tracciato della ferrovia e la strada provinciale n° 82. Esso si immette nella Gora di Chivasso in prossimità dello sfioratore collocato in destra, che ha funzione di collegamento tra la Gora e la Bealera di Montanaro.

Il Rio Vallunga nasce dalla confluenza, posta ad est del concentrico di Foglizzo, tra i Rii Drueglio, Staglia e Vallunga Piccolo. Tali Rii hanno origine nella zona posta all'estremo nord-ovest del territorio amministrativo del Comune di Caluso e nella zona sud del territorio di Barone Canavese, a valle del tracciato del Canale Demaniale di Caluso. Il Rio Staglia ha origine in zona località Fraschetto Inferiore, tra i Comuni di Barone Canavese ed Orio Canavese, e riceve le acque provenienti dallo sfioratore del Canale posto nel territorio di Orio Canavese. Il Rio Vallunga Piccolo ha origine in zona località Viacavallo (Comune di Caluso). Entrambi i corsi d'acqua hanno direzione sud. La confluenza è localizzata poco a sud di Cascina Giacone, tra località Fraschetto e Rodallo. Circa settecento metri a valle della confluenza, il Rio Vallunga riceve le acque del Rio Drueglio e prosegue sempre con direttrice sud. Il Rio Vallunga costeggia con direttrice sud il confine comunale tra Foglizzo e Caluso, scorrendo sempre nel territorio di quest'ultimo Comune. Nel territorio del Comune di Montanaro attraversa la Strada Provinciale n° 82 e, aggirata la zona industriale del salumificio situata a monte del concentrico di Montanaro, riversa le sue acque nella Gora di Chivasso.

Il Rio Denoglia ha origine nel basso territorio del Comune di San Giorgio Canavese dai fossi irrigui siti tra località Castelletto e Gerbole, nei pressi dell'ex WIRER. E' un corso d'acqua

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

di raccolta e scolo delle acque, che asservisce utenze irrigue. Il suo tracciato ha direttrice sud sino in zona Gerbole, ove curva verso sud ovest ed attraversa il concentrico di Foglizzo. A valle del centro abitato il Denoglia costeggia in destra orografica la Strada Provinciale n° 82, sino ad attraversarla a nord ovest del concentrico di Montanaro ed a confluire nella Gora di Chivasso.

La Gora di Chivasso è un canale adduttore a scopi irrigui che deriva acqua dal Torrente Orco nel territorio del Comune di Foglizzo poco a monte del ponte sul Torrente Orco a servizio della strada che collega Foglizzo a San Benigno Canavese. A monte dell'attraversamento dell'Autostrada Torino-Aosta, presso la riserva di pesca Lago Fonte Chiara, la Gora si divide in due originando la Bealera di Montanaro. I due canali proseguono il loro tracciato parallelamente fino ad entrare nel territorio amministrativo del Comune di Montanaro con direttrice ovest-est. Poco a monte del tratto che affianca la Strada Provinciale n° 82, ancora al di fuori del centro abitato di Montanaro, si segnalano le confluenze nella Gora di Chivasso del Rio Denoglia e del Rio Vallunga. Poco a monte dell'abitato di Montanaro, nei pressi del Bottonificio e collocato in destra alla Strada Provinciale n° 82 direzione città, si segnala la presenza del nodo idraulico tra Rio Auzero, Gora di Chivasso, Bealera di Montanaro e Gora Baina. La Gora di Chivasso e la Bealera di Montanaro attraversano il centro urbano di Montanaro per buona parte a cielo aperto, separati da un camminamento pedonale. A valle del cimitero, quasi fuoriusciti dal centro urbano, la Gora di Chivasso riceve le acque del Rio Fossasso. La Gora di Chivasso attraversa la Strada Provinciale e la Ferrovia e raggiunge il territorio del Comune di Chivasso, ove è comunemente nota come Roggia Campagna. Il suo tracciato prosegue verso est attraversando la Strada Statale, n° 26 della Valle d'Aosta e l'Autostrada Torino-Milano. Nei pressi di Betlemme e Torassi il canale adduttore principale si diparte e disperde nelle diramazioni secondarie, verso lo svincolo stradale a servizio della Strada Statale n° 11.

La Gora Baina ha funzione principale di scolatore e si diparte dalla Bealera di Montanaro con uno sfioratore posto in sponda destra. La Gora Baina attraversa la parte bassa del concentrico (località San Rocco), località Prato Mariano, località Barello per poi confluire nella Gora di San Marco appena oltre il confine comunale di Chivasso.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

4. Eventi alluvionali

Durante gli intensi eventi meteorici del settembre 1993, del maggio 1994, del novembre 1994 e dell'ottobre 2000 il territorio in oggetto è stato investito da una serie d'intense precipitazioni che hanno provocato un aumento repentino dei deflussi in tutti i corsi d'acqua presenti nel bacino idrografico di competenza.

Gli eccessivi valori di portata registrati in queste occasioni, hanno causato esondazioni incontrollate delle acque in molteplici zone del territorio. Le acque alluvionali hanno causato ingenti danni e talvolta anche la distruzione di molteplici strutture ed infrastrutture presenti. Non si contano le strade interrotte, distrutte o dissestate, paesi, cittadine e borghi alluvionati ed isolati, ponti crollati e purtroppo anche situazioni di reale pericolo per l'incolumità delle persone. Le attività agricolo e forestali presenti in zona hanno subito forti menomazioni, dovute al danneggiamento di molti dei canali artificiali utilizzati per scopi irrigui presenti in zona.

Nel territorio del Comune di Montanaro si sono verificati i maggiori danni alluvionali durante gli eventi di maggio 1994 e novembre 1994.

Nella parte nord del territorio il Rio Fossasso è esondato in destra orografica, provocando l'alluvionamento di vaste aree colturali. Più a sud, le acque del Rio Fossasso hanno allagato la parte nord e la parte est del concentrico, dalla zona ove è sita la Stazione del Corpo dei Carabinieri, presso la località S.M. d'Isola.

Ad est le acque della Gora Baina sono esondate in destra ed in sinistra alluvionando la parte ovest del paese, zona San Rocco. La Gora Baina è esondata anche a valle del centro abitato, allagando i terreni circostanti.

Dai resoconti raccolti al Comune di Montanaro, in poche ore il Paese è risultato per gran parte alluvionato, compresa la piazza centrale. Nel centro del paese si sono verificati lo scalzamento dei cubetti di porfido delle strade, il trascinamento d'automobili e lo spostamento di una pala meccanica. Nei pressi della presa della Gora San Marco, alcuni ragazzi, circondati dalle acque alluvionali si sono rifugiati all'Oasi San Benedetto, e sono stati tratti in salvo tramite l'utilizzo di mezzi di elicotteri.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Le esondazioni delle acque del Rio Fossasso insieme a quelli recapitati dalla Gora Baina, hanno costituito la causa principale delle inondazioni dell'abitato di Montanaro durante gli eventi del maggio 1994 e del novembre 1994.

Dalle testimonianze raccolte presso gli Uffici del Comune di Montanaro nel maggio 1994, il tracciato del Rio Fossasso che ha origine nella zona nord del territorio amministrativo del Comune di Montanaro, è stato invaso dalle acque alluvionali provenienti da monte. Secondo le testimonianze tali incrementi di portata sono da imputarsi parzialmente agli ingenti deflussi provenienti dalla Roggia di Montanaro, derivazione del Canale Demaniale di Caluso in Cascine Aré, in seguito a lavori recentemente eseguiti sulla rete fognaria. Tali deflussi, che hanno interessato la parte di territorio posta ad est del rilevato ferroviario, hanno trovato vari punti di passaggio attraverso tombini e piccoli sottopassaggi al rilevato. Le acque del Rio Fossasso hanno allagato i territori posti in destra orografica a nord del territorio di Montanaro. Nei pressi del cancello che conduce agli impianti sportivi, le testimonianze riportano che si sono verificati tiranti idrici di circa 50-70 cm. All'ingresso del concentrico le acque non sono completamente defluite entro il tratto intubato ed hanno allagato dapprima la parte nord del Paese (zona S.M. d'Isola), per poi proseguire verso la Stazione Ferroviaria. Le acque d'esondazione, ad alta energia, sono proseguite poi per Via Battisti verso la Piazza centrale.

In associazione con tali dinamica di esondazione devono essere menzionate quelle provenienti dalla Gora Baina. Gli ingenti deflussi di piena del Rio Denoglia e del Rio Vallunga, dovuti alle citate dinamiche di monte, si sono sommati ai deflussi della Gora di Chivasso e della Bealera di Montanaro. In prossimità del Bottonificio, ove esiste il sistema di sfioratori descritto in precedenza, l'eccesso di portate è stato quasi interamente convogliato verso l'alveo della Roggia Baina che attraversa la parte situata a quota più bassa del concentrico di Montanaro. Le acque esondate dalla Roggia Baina ad ovest, unendosi con quelle provenienti dalla parte est, hanno contribuito ad allagare la zona posta a quota più bassa del Paese, zona San Rocco.

Durante l'evento alluvionale del novembre 1994, la dinamica dell'esondazioni è stata differente ed il concentrico è stato invaso intorno a mezzogiorno di sabato 05 novembre, dalle acque provenienti dalla Roggia Baina in zona San Rocco.

Verso sera dello stesso giorno si è registrato l'allagamento dell'abitato in zona Stazione Ferroviaria e di Borgo d'Isola (zona nord del concentrico), dovuta alle acque del Rio Fossasso. L'alluvione ha investito quindi il Paese in tre zone distinte, la zona ovest (San Rocco) con battente di circa un metro e mezzo, la zona sul lato est da nord a sud del paese

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

con battenti di circa quaranta centimetri e la zona di Via Trieste e della piazza principale. Una notevole quantità di acque hanno invaso il concentrico ad alta energia demolendo infrastrutture e trasportando a valle automobili e manufatti. Le esondazioni delle acque della Gora Baina si sono verificate anche a valle del concentrico, allagando i terreni situati intorno all'impianto di depurazione di recente realizzazione ed i territori circostanti, zone Pratomariano e Barello. Ciò è stato causato dai deflussi propri della Gora Baina, ma anche dagli afflussi provenienti dalla parte nord del paese e convogliati nella Roggia Reirola.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

5. Dinamiche di esondazione

A seguito degli eventi alluvionali che hanno interessato il territorio Comunale di Montanaro, la società scrivente ha effettuato, su incarico del Comune di Montanaro, le "Verifiche di compatibilità idraulica ed idrogeologica dello strumento urbanistico", individuando gli scenari di esondazione che caratterizzano il territorio comunale in assenza di interventi di sistemazione idraulica **(cfr allegato B2.01**).

Nel territorio Comunale di Montanaro ad ovest del rilevato ferroviario si distinguono due bacini idrografici principali separati da un terrazzamento: quello orientale, del Rio Fossasso, caratterizzato da quote altimetriche superiori, e quello occidentale, caratterizzato da quote altimetriche inferiori, il cui asse principale di deflusso è costituito dalla Gora Baina, in cui confluiscono le acque del Rio Denoglia, della Gora di Chivasso – Bealera di Montanaro e del Rio Auzero.

Procedendo da monte verso valle, il terrazzamento che divide i due bacini si abbassa gradualmente fino a sfumare nella parte meridionale del concentrico, dove i bacini entrano in comunicazione e le acque, viste le differenti quote altimetriche, tendono a defluire da est verso ovest. Tale dinamica, oltre ad essere ben evidenziata dalla morfologia del territorio, è stata confermata nel corso degli eventi alluvionali verificatisi in passato.

Le esondazioni del Rio Fossasso interessano principalmente la parte orientale del concentrico ad ovest del rilevato ferroviario. Il Rio Fossasso non riuscendo, in piena, a defluire interamente nel tratto intubato, esonda nelle strade del paese e, superato il terrazzamento che lo separa dal bacino occidentale, defluisce in direzione ovest. Una ridotta quotaparte della portata, stimata in circa 1/3 di quella complessiva, continua a defluire in direzione sud.

La porzione più settentrionale del territorio comunale situata ad est della ferrovia è protetta dalle esondazioni del Rio Fossasso dallo stesso rilevato. In tali aree non si evidenzia la presenza di altri corsi d'acqua, ad esclusione di alcuni fossi di modesta rilevanza; inoltre, visto l'andamento planoaltimetrico del territorio, si può supporre che non si verifichino significative inondazioni provenienti dai territori posti a nord-est. Eventuali modesti fenomeni di esondazione sono da attribuire all'inefficienza dei sistemi di raccolta, convogliamento ed evacuazione delle acque meteoriche.

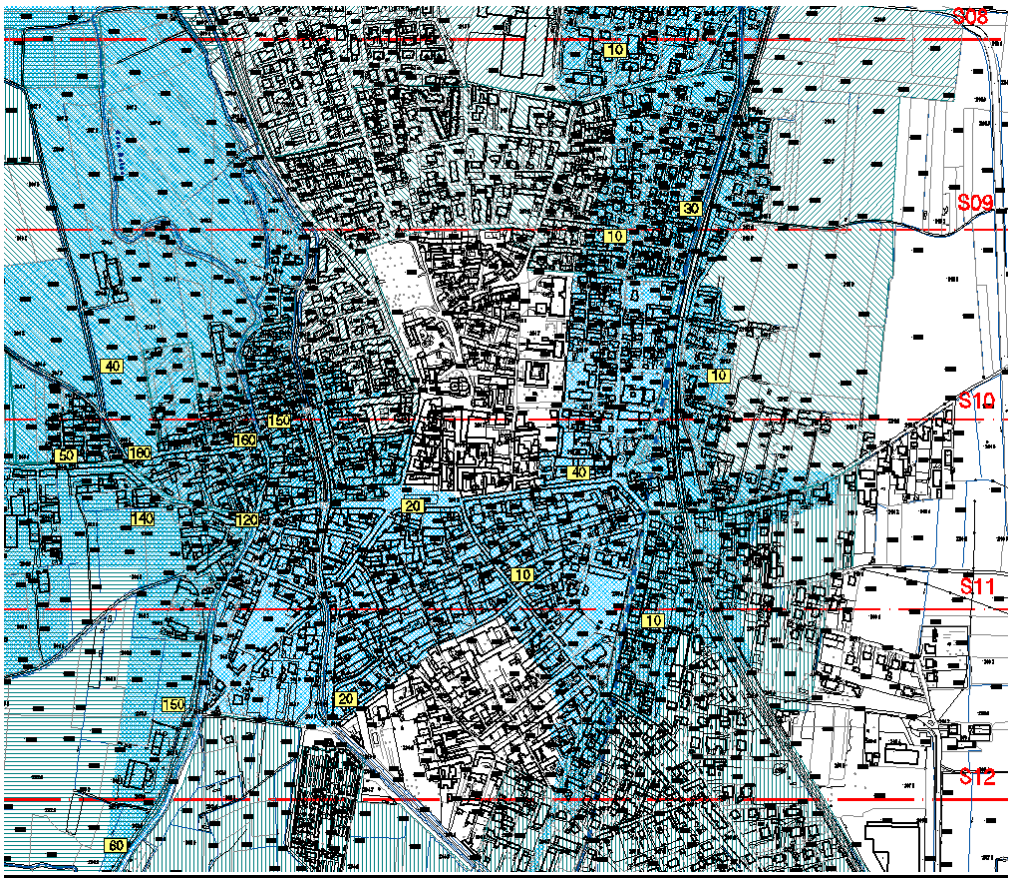
Al contrario, nelle aree più prossime al concentrico, le verifiche idrauliche hanno evidenziato che, per eventi di piena superiori a TR20, il rilevato ferroviario può essere

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

sormontato dalle acque del Rio Fossasso. I territori ad est della ferrovia a ridosso del rilevato possono essere interessati da modeste esondazioni anche per eventi di entità inferiore, a causa di contributi idrici provenienti dai manufatti che attraversano il rilevato stesso.

Nella zona ovest l'asse principale di deflusso è costituito dalla Gora Baina, in cui confluiscono le acque del Rio Vallunga, del Rio Denoglia, della Gora di Chivasso – Bealera di Montanaro, del Rio Auzero e parte delle acque del Rio Fossasso.

Infatti, una quotaparte della portata del Rio Fossasso, stimata in circa 2/3 di quella complessiva, supera il terrazzamento che separa i due bacini e defluisce in direzione ovest.



Aree esondate e battenti idrometrici evento alluvionale novembre 1994

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. **Società di Ingegneria**
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

6. Opere di sistemazione idrogeologica

Al fine di mitigare il rischio idraulico nel territorio comunale di Montanaro, nell'ambito degli studi legati alla compatibilità idraulica del PRGC la società scrivente ha proposto un piano di interventi che prevede, come opera principale, la realizzazione di un canale scolmatore a monte del centro abitato che raccoglie le acque dei vari rii intercettati e le convoglia nel Torrente Orco, difendendo dalle esondazioni i territori di valle.

Oltre al canale scolmatore Nord, sono stati individuati i seguenti interventi da realizzarsi nell'ambito del Comune di Montanaro a completamento della sistemazione idrogeologica (**cfr allegato B2.02**):

- pulizia e rimodellamento alveo Rio Fossasso;
- rimodellamento alveo ed adeguamento sezione di deflusso Gora Baina;
- ripristino funzionalità idrauliche sottopassi Gora Baina ferrovia e strada provinciale;
- formazione bacino di laminazione Gora Baina;
- adeguamento sistema di raccolta, convogliamento ed evacuazione acque meteoriche zone S. Rocco – S. Anna;
- prolungamento in direzione sud, oltre la sezione 44, dell'arginello in sponda sinistra del canale scolmatore principale.

Come evidenziato negli studi idraulici allegati al PRGC, la mitigazione del rischio idraulico nel territorio Comunale di Montanaro è condizionata dalla realizzazione di interventi più a monte, ricadenti in altri territori comunali, costituiti da:

- il bacino di laminazione nel Comune di Foglizzo, che consente di dimezzare i deflussi in piena nel Rio Denoglia (recentemente ultimato);
- le opere di regolazione delle portate nei sottopassi autostradali della Gora di Chivasso e della Bealera di Montanaro, che consentono la modulazione dei deflussi provenienti dal Torrente Orco (attualmente non ancora realizzate).

Inoltre, la sistemazione idrogeologica complessiva è condizionata:

- dalla corretta gestione delle emergenze, che deve garantire che le acque provenienti dal Rio Vallunga siano governate in modo da lasciar defluire verso la Roggia Baina ed il

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

concentrico, attraverso opportune opere di regolazione, portate fino ad un massimo di 11.5 mc/sec (come meglio descritto nel capitolo successivo);

- dalla regolazione delle portate nel Canale di Caluso alla presa nel Torrente Orco e dalla realizzazione del bypass del Canale Caluso.

Il canale scolmatore Nord intercetta progressivamente il Rio Vallunga, il Rio Denoglia, la Gora di Chivasso e la Bealera di Montanaro e, seguendo il percorso del Rio Gravido, corso d'acqua secondario affluente in destra della Gora Baina, raggiunge il Torrente Orco a sud-ovest del concentrico di Montanaro.

La sua realizzazione è stata ripartita in tre lotti funzionali:

- il 1° lotto, comprendente la realizzazione del tratto di canale che si sviluppa dalla confluenza nel Torrente Orco fino alla sezione 28 (in prossimità della strada comunale Succa) e di tutti i manufatti connessi a tale tratto (ultimato nell'aprile 2007);
- il 2° lotto, comprendente la prosecuzione verso monte, per un tratto di circa 760 m (sino alla sezione 10), delle opere già realizzate nel primo lotto ed alcune opere a completamento del primo lotto (ultimato nel maggio 2011);
- il 3° lotto, oggetto del presente incarico, che prevede la realizzazione del canale scolmatore Nord dalla sezione S10 sino al manufatto di regolazione in corrispondenza della Strada Provinciale tra Foglizzo e Montanaro.

La realizzazione del 3° Lotto completerà sostanzialmente la mitigazione del rischio idraulico nel settore occidentale dell'abitato di Montanaro, lasciando totalmente invariate le condizioni di rischio nel settore orientale (**cfr allegato B2.03**). Infatti, a seguito della realizzazione dei tre lotti funzionali del canale scolmatore Nord, permarranno criticità idrauliche nel settore orientale dell'abitato, principalmente connesse alle esondazioni del rio Fossasso. Al fine di completare la mitigazione del rischio idraulico su tutto il centro abitato, gli strumenti urbanistici e di pianificazione territoriale comunale prevedono il prolungamento dell'opera verso est con l'obiettivo di raccogliere e convogliare nel Torrente Orco anche le acque dei bacini idrografici della zona nord-orientale del territorio comunale (rii Auzero e Fossasso), (**cfr allegato B2.04**). Si precisa, a tale proposito, che il presente progetto, coerentemente con quanto già effettuato nell'ambito dei lotti funzionali 1 e 2 già realizzati, tiene in considerazione tali previsioni urbanistiche e di pianificazione territoriale al fine del dimensionamento e della verifica di funzionalità delle opere.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

7. Analisi idrologica

7.1 BACINI IDROGRAFICI

Le caratteristiche morfologiche principali dei bacini d'interesse (rappresentati nella planimetria dell' **allegato B2.05**) sono riportate nella tabella seguente:

Bacino	S [kmq]	L [km]	Hmax [m slm]	Hmin [m slm]	H [m slm]	i
Rio Fossasso	8.9	9.1	402	219	311	0.020
Rio Auzero	0.9	2.8	241	221	231	0.007
Rio Vallunga	23.0	14.4	403	211	307	0.013
Rio Denoglia	9.2	17.5	402	209	306	0.011
Gora Chivasso - Bealera Montanaro	3.8	3.3	235	209	222	0.008
Gora Baina	1.5	1.5	211	202	207	0.006

con:

- S = superficie del bacino [kmq]
- L = lunghezza del percorso idraulico principale [km]
- H = altitudine media del bacino [m slm]
- Hmax = altitudine massima del bacino [m slm]
- Hmin = altitudine minima del bacino [m slm]
- i = pendenza media del bacino

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

7.2 PLUVIOMETRIA

Lo scopo dell'indagine condotta nel seguito è quello di determinare la curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno TR:

$$h=a\ t^n$$

dove:

- h = altezza di pioggia
- a,n = parametri funzione di TR
- t = durata della precipitazione

Nella determinazione della curva di possibilità pluviometrica si fa riferimento a tre diversi approcci:

- il metodo "classico" dell'elaborazione statistica delle piogge massime annue misurate nelle singole stazioni di osservazione
- la regionalizzazione proposta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel Piano Stralcio "PS45" (Legge n. 22 del 1995)
- la regionalizzazione proposta dal Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) nell'ambito del progetto VAPI (VAlutazione delle Piene in Italia).

Analisi classica

Si procede all'elaborazione statistica delle piogge brevi ed intense delle stazioni pluviografiche che dispongono di un adeguato numero di anni di osservazione.

All'interno dell'area oggetto del presente studio si trovano la stazione di Chivasso e quella di Mazzè, mentre la stazione di Caluso, avendo solamente 13 anni di osservazioni, non è stata presa in considerazione.

Gli Annali Idrologici del Servizio Idrografico contengono i dati della stazione di Chivasso dal 1951 al 1986 per un totale di 33 anni, mentre per Mazzè si va dal 1937 al 1986, con una interruzione durante il conflitto mondiale, per un totale di 43 anni.

I dati di pioggia, riportati in allegato, sono stati elaborati come indicato di seguito.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Ognuna delle 5 serie di prefissata durata è stata regolarizzata tramite la legge probabilistica di Gumbel (EV1). In seguito si è ottenuta la curva di possibilità pluviometrica, di assegnato tempo di ritorno, tramite interpolazione con il metodo dei minimi quadrati delle altezze di pioggia di durata 1-3-6-12-24 ore.

Alle curve di Mazzè e Chivasso si aggiunge quella di Cuorgnè, elaborata dal CNR per TR = 100 anni.

Nella tabella seguente sono riportati i parametri della curva di possibilità pluviometrica nella forma $h = a\ t^n$ (h in mm, t in ore).

Tempo di ritorno anni	stazione di Chivasso		stazione di Mazzè		stazione di Cuorgnè	
	a	n	a	n	a	n
20	38.91	0.291	49.44	0.212	/	/
50	44.73	0.284	57.56	0.206	/	/
100	49.10	0.280	63.64	0.202	51.40	0.404
200	53.44	0.277	69.71	0.199	/	/

Regionalizzazione dell'Autorita' di Bacino del Fiume Po

Consiste nella regolarizzazione delle serie storiche tramite un metodo di regionalizzazione a grande scala in cui il bacino occidentale del Po è stato suddiviso in 23 aree considerate omogenee dal punto di vista pluviometrico, ad ognuna delle quali è stata assegnata una curva di possibilità pluviometrica.

Due di queste, il bacino n. 10 "basso canavese" e n. 11 "bassa pianura", contengono il territorio oggetto del presente studio. Più precisamente, il bacino n. 10 comprende la parte più a nord prevalentemente collinare mentre il bacino n. 11 copre la zona a sud pianeggiante.

I parametri della curva di possibilità pluviometrica nella forma $h = a\ t^n$ sono ricavati in funzione del tempo di ritorno TR (con t espresso in giorni):

bacino 10 $a = 33.171 * \ln(TR) + 76.94$

$n = 0.016 * \ln[\ln(TR)] + 0.392$

bacino 11 $a = 24.626 * \ln(TR) + 61.43$

$n = 0.02 * \ln[\ln(TR)] + 0.287$

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Regionalizzazione VAPI

Si fa riferimento, infine, all'atlante delle piogge intense sulle alpi occidentali realizzato dall'Università di Genova nell'ambito di un progetto di cooperazione transfrontaliera INTERREG II Italia-Svizzera promosso dalla Regione Piemonte (Collegamento delle reti di rilevamento e condivisione delle esperienze e delle conoscenze per la gestione del rischio idrogeologico - Regione Piemonte, 2001).

Lo studio si è basato sull'applicazione della metodologia ampiamente validata nell'ambito del progetto VAPI (VAlutazione delle Piene in Italia) proposto dal GNDCI.

La base dati utilizzata è stata quella delle precipitazioni massime annuali per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

La distribuzione di probabilità genitrice scelta è stata quella del valore estremo a doppia componente (TCEV) elaborata da Rossi et al. (1984), rivelatasi appropriata per la descrizione statistica dei dati idrologici in Italia, mentre la modellazione della variabilità spaziale è stata effettuata con approccio per regioni omogenee.

Il metodo utilizzato per la stima dei parametri della distribuzione TCEV fa riferimento al metodo della Massima Verosimiglianza (Maximum Likelihood) secondo un approccio proposto da Gabriele e Arnell (1991), che perviene alla stima dei parametri per passi successivi, attraverso un approccio gerarchico, che prevede tre diversi livelli di stima.

L'espressione della linea segnalatrice pluviometrica (LSPP) risulta:

$$h(d,T)=\mu*K(T,d)*d^n$$

dove h(d,T) indica l'altezza di precipitazione massima annuale per durata d e tempo di ritorno T, μ il valore della pioggia indice da dedurre in funzione della localizzazione geografica del sito considerato, K(T,d) il quantile adimensionale di pioggia da dedurre dalla curva di crescita della corrispondente regione omogenea ed n l'esponente della relazione di scala, anch'esso funzione della localizzazione geografica del sito considerato.

Confronto dei risultati

Risulta interessante fare un confronto dei risultati ottenuti con i tre metodi per verificarne l'accordo. A tal fine si riportano i parametri a ed n per TR = 100 anni e le altezze di pioggia per le varie durate:

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

AREA NORD	a	n	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Bacino n. 10	61.1	0.416	61.1	96.6	129.0	172.1	229.7
VAPI	-	-	70.0	95.0	120.0	135.0	170.0
Stazione di Mazzè	63.6	0.202	63.6	79.5	91.4	105.1	120.9
Stazione di Cuorgnè	51.4	0.404	51.4	80.1	106.0	140.3	185.6

AREA SUD	a	n	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Bacino n. 11	63.7	0.318	63.7	90.3	112.6	140.3	174.8
VAPI	-	-	75.0	100.0	120.0	135.0	170.0
Stazione di Chivasso	49.1	0.280	49.1	66.8	81.1	98.5	119.5

N.B. L'espressione dell'Autorità di Bacino si riferiva ad una durata espressa in giorni anzichè in ore; considerato che la formulazione classica è in ore, si riporta tutto a quest'ultima tramite la semplice relazione $a_{ore}=a_{giorno} *24^n$

Si osserva un discreto accordo tra i due approcci di regionalizzazione; per le durate inferiori (1-3 ore) le LSPP dell'Autorità di Bacino sono anche confrontabili con le elaborazioni delle singole stazioni pluviografiche.

Per le durate maggiori (6-24 ore) si individua un incremento maggiore delle precipitazioni dell'area nord, pedemontana, rispetto a quella sud, pianeggiante, dovuto presumibilmente all'effetto dell'orografia sul regime pluviometrico. Unica eccezione è data dalla LSPP di Mazzè che, sebbene posizionata nell'area nord, ha valori del parametro n bassi più simili a quelli di Chivasso che si trova invece in pianura.

Dai risultati del confronto, risulta che il metodo dell'Autorità di Bacino è applicabile per il presente studio e quindi viene utilizzata la curva del bacino n. 10 per l'area a nord e quella del bacino n. 11 per il territorio a sud.

Le LSPP adottate, nella forma $h = a * t^n$ (h in mm, t in ore), sono quindi le seguenti:

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

		TR = 20 anni	TR = 50 anni	TR = 100 anni	TR = 200 anni
Area Nord	**a**	47.9	55.4	61.1	66.7
	n	0.410	0.414	0.416	0.419
Area Sud	**a**	50.6	58.1	63.7	69.3
	n	0.309	0.314	0.318	0.320

Si propone, come linea di confine tra le due aree, il canale di Caluso, che costituisce il punto di passaggio tra la zona collinare e quella di pianura.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. **Società di Ingegneria**
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

7.3 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Il “tempo di corrivazione” Tc é inteso come il tempo occorrente ad una goccia d’acqua, caduta nel punto idrograficamente più lontano di un bacino, per giungere alla relativa sezione di chiusura.

Tale valore é funzione di alcune caratteristiche del bacino, quali la sua estensione, la lunghezza del più lungo percorso idraulico, la pendenza media e l’altimetria.

Per il calcolo del tempo di corrivazione del bacino in studio sono state utilizzate le formule riportate di seguito:

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

Pezzoli $$T_c = 0{,}055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

Kirpich $$T_c = 0{,}066 \cdot \left(\frac{L^2}{i} \right)^{0{,}385}$$

Ventura $$T_c = 0{,}1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

Pasini $$T_c = 0{,}108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i}}$$

Puglisi $$T_c = \frac{6 \cdot L^{0{,}67}}{(H_{\max} - H_{\min})^{0{,}33}}$$

Le variabili indicate nelle formule precedenti hanno il seguente significato:

$T_c =$ tempo di corrivazione [ore]

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

S = superficie del bacino [kmq]
L = lunghezza del percorso idraulico principale [km]
H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura [m]
Hmax = altitudine massima del bacino [m slm]
Hmin = altitudine minima del bacino [m slm]
i = pendenza media del bacino

Le elaborazioni effettuate sui bacini in studio hanno fornito i seguenti valori del tempo di corrivazione:

Bacino	Tempo di corrivazione (ore)						
	Giandotti	Pezzoli	Kirpich	Ventura	Pasini	Puglisi	adottato
Rio Fossasso	3.3	3.5	1.6	2.7	3.3	4.7	3.2
Rio Auzero	3.2	1.8	1.0	1.4	1.7	4.5	2.3
Rio Vallunga	5.2	6.9	2.7	5.3	6.5	6.3	5.5
Rio Denoglia	4.9	9.2	3.4	3.7	5.6	7.2	5.6
Gora Chivasso - Bealera Montanaro	4.4	2.0	1.1	2.8	2.8	4.6	3.0
Gora Baina	4.2	1.1	0.6	2.0	1.8	3.8	2.3

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

7.4 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Il concetto di “coefficiente di deflusso” φ deriva dall'analisi del processo idrologico nella sua globalità.

Indicando con A l'afflusso meteorico sul bacino, con D il deflusso, ossia il volume d'acqua che affluisce alla sezione di chiusura durante il tempo di pioggia, e con P il quantitativo d'acqua trattenuto nel bacino o disperso durante il ruscellamento, si ha:

$$A = D + P$$

da cui:

$$D = A - P$$

$$D/A = 1 - P/A = \varphi$$

Ossia, il coefficiente di deflusso é il rapporto tra il volume affluito e quello defluito durante l'evento meteorico.

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggior elemento di incertezza nella valutazione delle portate.

Il parametro tiene conto, in forma implicita, di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo di piena e l’intensità di pioggia media; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore del coefficiente di deflusso in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. E’ possibile comunque ipotizzare che, per eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili.

Il coefficiente di deflusso tiene conto di tre fattori:

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

- il fattore di ragguaglio della precipitazione alla superficie del bacino;
- il fattore di trattenuta del terreno, funzione della capacità di assorbimento del terreno;
- il fattore di laminazione, che dipende dalla capacità di invaso del bacino.

Normalmente, per bacini di piccola dimensione, a favor di sicurezza, si trascurano l'effetto invaso ed il fattore di ragguaglio della precipitazione alla superficie del bacino.

Nelle tabelle seguenti si riportano le indicazioni dei valori da attribuire ai fattori di trattenuta del terreno forniti nella letteratura scientifica.

Caratteristiche del bacino	**φ**
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0.70-0.95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0.05-0.10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2-7%)	0.10-0.15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0.15-0.20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0.13-0.17
Suoli argillosi a pendenza media (2-7%)	0.18-0.22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0.25-0.35

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

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

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

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

Al fine di stimare il coefficiente di deflusso di ciascun bacino in studio sono state individuate le aree con differente permeabilità (elevata, media, bassa) ed uso del suolo (coltivato, bosco, urbano) – cfr **allegati B2.06 – B2.07.**

I valori medi stimati sono riportati nella tabella seguente:

Asta Principale	Coefficiente di deflusso
Rio Fossasso	0.35
Rio Auzero	0.23
Rio Vallunga	0.31
Rio Denoglia	0.27
Gora Chivasso- Bealera Montanaro	0.13
Gora Baina	0.11

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

7.5 PORTATE DI PIENA

Per la determinazione delle portate al colmo di piena di riferimento si è fatto ricorso al metodo razionale, applicando la formula seguente:

$$Q_{MAX} = \frac{\varphi \cdot S \cdot i_c}{3,6} \qquad [mc/sec]$$

dove:

φ	=	coefficiente di deflusso
S	=	superficie del bacino [kmq]
ic	=	intensità di pioggia critica [mm/ora]

Il metodo stima il valore al colmo della portata di piena con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione.

Secondo il modello idrologico "della corrivazione" il valore di Q_{MAX} si verifica al tempo Tc "di corrivazione" del bacino e l'evento pluviometrico critico è quello di durata Tc.

L'altezza di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione del bacino si ricava, fissato il tempo di ritorno, dalla rispettiva curva di possibilità climatica $h = a \cdot t^n$ ponendo t = Tc.

Si ottiene quindi:

$$h_c = a \cdot T_c^n$$

da cui, l'intensità di pioggia :

$$i_c = \frac{h_c}{T_c} = \frac{a \cdot T_c^n}{T_c} = a \cdot T_c^{n-1}$$

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Dunque, la formula per il calcolo della portata al colmo di piena risulta essere:

$$Q_{MAX} = \frac{\varphi \cdot S \cdot a \cdot T_c^{n-1}}{3{,}6} \qquad \text{[mc/sec]}$$

Nella tabella seguente si riportano le portate di progetto di ciascun corso d'acqua relative ad eventi con differente tempo di ritorno calcolate considerando una durata della pioggia pari al massimo dei tempi di corrivazione dei bacini (**5.6 ore**).

Asta Principale	Portata di progetto (mc/sec)			
	TR20	TR50	TR100	TR200
Rio Fossasso	13.4	15.6	17.2	**18.8**
Rio Auzero	0.9	1.0	1.1	**1.2**
Rio Vallunga	31.9	37.1	41.0	**44.8**
Rio Denoglia	10.7	12.5	13.8	**15.0**
Gora Chivasso - Bealera Montanaro	2.1	2.4	2.7	**2.9**
Gora Baina	0.7	0.8	0.9	**1.0**

Bisogna inoltre considerare il contributo del Torrente Orco (stimato in circa **7 mc/sec**), le cui acque possono attualmente attraversare i sottopassi autostradali della Gora di Chivasso e della Bealera di Montanaro.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

8. Verifiche idrauliche canale scolmatore

8.1 DATI PLANOALTIMETRICI

La descrizione planoaltimetrica del territorio in studio è fornita dalla cartografia fotogrammetrica numetrica, disponibile in scala 1:2000 per l'intero territorio comunale di Montanaro.

Da tale cartografia sono stati tratti il modello tridimensionale del terreno e le sezioni trasversali necessarie per le verifiche idrauliche.

La cartografia è stata integrata con dati planoaltimetrici derivanti da rilievi topografici di dettaglio effettuati lungo il tracciato del canale in progetto.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

8.2 MODELLO IDRAULICO

Le verifiche idrauliche sono state condotte con un modello di calcolo monodimensionale in regime di moto permanente.

Il motore di calcolo utilizzato è la versione 4.1 di Hec-Ras (River Analysis System), messo a punto dall'Hydrologic Engineering Center (HEC).

Esso consente di simulare correnti in canali con pendenze inferiori al 10% anche in regime misto.

Il profilo del pelo libero è calcolato, per ogni sezione trasversale, risolvendo l'equazione dell'energia con una procedura iterativa denominata Standard Step Method, ampiamente descritta nei testi classici dell'idraulica delle correnti a pelo libero.

La sezione trasversale del corso d'acqua viene schematizzata in tre settori rilevanti ai fini del convogliamento della portata: golena sinistra, canale principale, golena destra, ritenendo che in ciascuno dei tre settori la distribuzione di velocità sia uniforme.

La perdita di energia tra due sezioni trasversali successive comprende le perdite dovute alla resistenza distribuita (in funzione della scabrezza) e le perdite localizzate per espansione o restringimento delle sezioni.

Il programma consente di parzializzare le sezioni trasversali e calcola gli effetti localizzati prodotti dai ponti, dai cigli sfioranti e dalle luci sottobattente.

Dati fondamentali di input sono:

- geometria del corso d'acqua in esame per un certo numero di sezioni trasversali (ascissa ed ordinata, distanza parziale);
- scabrezze;
- portate;
- condizione al contorno nella prima sezione a valle se il moto è subcritico, nella prima a monte se è supercritico o in entrambe se è misto.

8.3 COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Il coefficiente di scabrezza di un alveo naturale è una misura globale della sua resistenza al moto.

I principali fattori che lo determinano sono:

- il materiale costituente l'alveo (n_0);
- l'irregolarità della superficie della sezione di deflusso (n_1);
- la variazione della dimensione e della forma della sezione trasversale (n_2);
- l'effetto relativo di ostruzioni (n_3);
- l'effetto della vegetazione (n_4);
- il grado di sinuosità dell'alveo (m).

La scabrezza viene normalmente espressa mediante il coefficiente di Manning (n) o di Strickler (c = 1/n).

Con riferimento alle indicazioni fornite nel testo "Open Channel Hydraulics", Ven Te Chow, McGraw Hill International Editions, e riprese nella Direttiva 4 del PAI (1999) "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", il coefficiente di scabrezza di Manning può essere calcolato a partire dai singoli fattori che lo determinano mediante la seguente formula:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Viste le geometrie e le sezioni tipo del canale in progetto, per le elaborazioni successive il coefficiente di scabrezza è stato stimato pari ad n = 0.04 (c = 25).

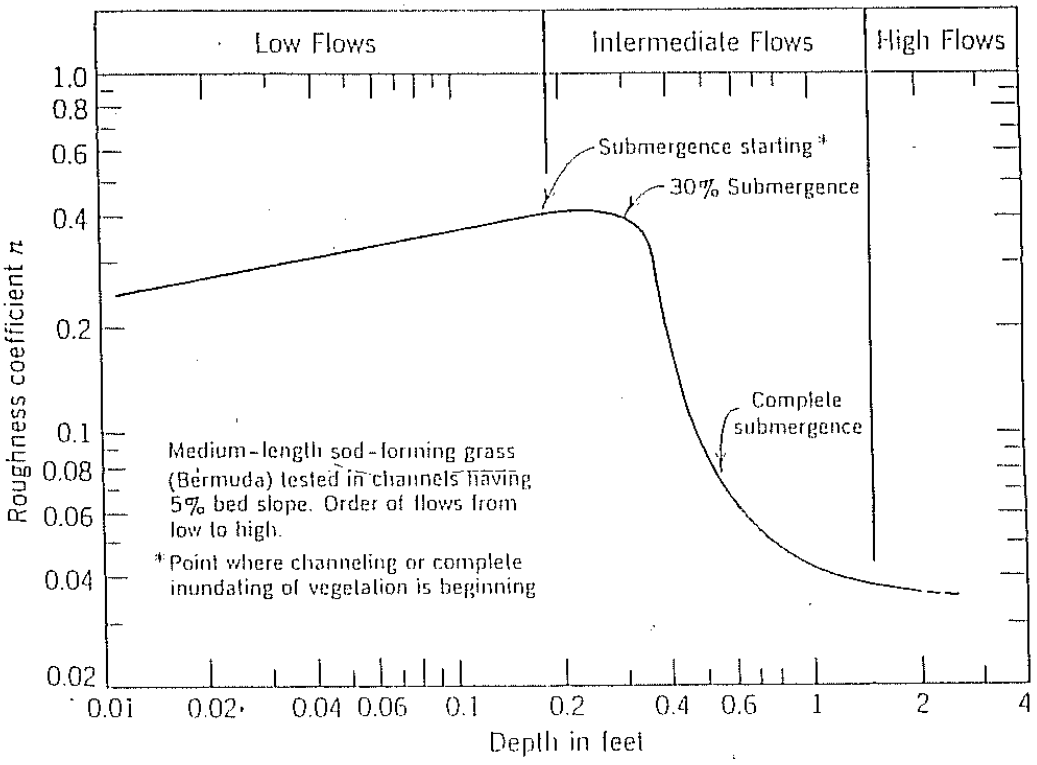
Tale valore è supportato da quanto indicato nella Direttiva 4 del PAI che assegna, per la tipologia “alvei artificiali in sabbia, limo o ghiaia con forte rivestimento vegetale”, valori del coefficiente di Strickler di 20-25 $m^{1/3}s^{-1}$.

Si evidenzia che il valore del coefficiente di scabrezza stimato con la modalità descritta fa riferimento ad una condizione di piena del canale e non agli eventi di magra, in particolare per quanto attiene alla valutazione dell’effetto della vegetazione.

L’effetto di scabrezza dovuto alla vegetazione non è, infatti, una costante caratteristica del tipo di copertura, ma è sensibilmente influenzato dall’altezza dell’acqua in rapporto alla sviluppo verticale della specie vegetale.

L’indice di scabrezza cresce all’aumentare dell’altezza d’acqua fino al livello di massimo sviluppo verticale della specie vegetale, per poi decrescere bruscamente in condizioni di sommersione completa della copertura, come illustrato nelle figura seguente.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



Si sottolinea, infine, che le ipotesi di una modesta irregolarità superficiale della sezione di deflusso, di un modesto effetto relativo di ostruzioni e di un basso effetto della vegetazione presuppongono una adeguata manutenzione dell'opera che consenta la conservazione nel tempo delle condizioni di deflusso di progetto del canale.

Gli interventi di manutenzione dovranno prevedere la regolare pulizia dell'alveo (asportazione degli ostacoli al deflusso e regolarizzazione della superficie di deflusso) ed il taglio dell'erba, in particolare in prossimità delle stagioni più piovose (primavera-autunno) ed in seguito ad eventi di piena che possano aver modificato le condizioni di deflusso di progetto nel canale.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

8.4 SCENARI DI VERIFICA

Per la definizione della portata di progetto del canale si fa riferimento a due scenari **(cfr allegati B2.08 – B2.09)**:

- Scenario 1: si considerano le portate di piena determinate nell'analisi idrologica svolta ai capitoli precedenti, che caratterizzano lo stato attuale della rete idrografica;
- Scenario 2: si considerano gli interventi per la riduzione del rischio idraulico previsti più a monte al di fuori del territorio comunale di Montanaro, in particolare:

  a) il bacino di laminazione nel Comune di Foglizzo, che consente di abbattere sostanzialmente (-40%) il colmo di piena nel Rio Denoglia;

  b) le opere di regolazione delle portate idriche nei sottopassi autostradali della Gora di Chivasso e della Bealera di Montanaro, che consentono di trascurare i contributi idrici del Torrente Orco nel dimensionamento del canale;

  si considera, inoltre, che:

  c) le acque provenienti dal Rio Vallunga, in fase di gestione delle emergenze, siano governate in modo da lasciar defluire verso valle, verso la Roggia Baina ed il concentrico, portate fino a 6.5 mc/sec.

Le portate massime complessive di progetto nel canale scolmatore nei due casi risultano essere:

Scenario	Portata massima complessiva di progetto (mc/sec)			
	TR20	TR50	TR100	TR200
Scenario 1	66.8	76.4	83.7	90.7
Scenario 2	**49.0**	**57.9**	**64.7**	**71.2**

Si precisa che, in entrambi gli scenari configurati, le portate di piena potrebbero incrementarsi dei contributi idrici provenienti dal Canale di Caluso nel caso di inadeguata regolazione delle portate alla presa nel Torrente Orco o nel caso in cui non fosse realizzato il bypass previsto in prossimità del concentrico di Caluso dagli studi di settore Regionali e Provinciali ("Studio e proposte di regimazione canali e rogge intercomunali del chivassese",

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

promosso dalla Provincia di Torino con nota in data 29.11.1996 prot. 177109 e 04.11.1997 prot. 221608, "Studio idrogeologico della rete minore di Chivasso", promosso dalla Regione Piemonte con nota in data 13/12/1996 prot. 13331/Serv.573 ed approvato con G.M. n°1 del 07/01/2000, "Progetto generale di riordino della rete idrografica per la messa in sicurezza della parte Ovest del territorio Comunale" promosso dalla Regione Piemonte ed approvato con G.M. n° 322 del 21/12/2000).

Coerentemente con quanto già effettuato per gli interventi realizzati nei lotti precedenti, il canale è stato dimensionato con riferimento alle portate dello Scenario 2, ipotizzando la realizzazione di tutti gli interventi previsti per la sistemazione complessiva, finalizzata alla riduzione del rischio idraulico, del territorio posto a monte dell'abitato di Chivasso, così come indicato nei già citati studi di settore Regionali e Provinciali.

Il dimensionamento del canale secondo lo Scenario 1, infatti, riferendosi ai soli interventi previsti nell'ambito del territorio comunale di Montanaro, comporterebbe una maggiore occupazione dei terreni agricoli, interferenze con le falde acquifere e conseguenti maggiori oneri finanziari.

Inoltre, per quanto riguarda il rischio idraulico e la riduzione del medesimo mediante interventi strutturali, risulta più opportuno intervenire sul territorio con un articolato e coordinato numero di interventi a basso impatto ambientale, così come ipotizzato nello Scenario 2, anziché realizzare un unico intervento strutturale di maggior impatto.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

8.5 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Il canale è stato verificato secondo un modello idraulico che descrive puntualmente le sezioni trasversali ed i manufatti di attraversamento a partire dallo sbocco nel Torrente Orco fino alla derivazione del Rio Vallunga.

Nel tratto in oggetto, la sezione tipo del canale scolmatore è trapezoidale, con larghezza di fondo 3,0 m e sponde di altezza minima 4.0 m con pendenza h/l pari ad 1/2.

La pendenza media longitudinale dell'alveo è dello 0.3%.

In sponda sinistra si sviluppa un argine di altezza minima 5.0 m rispetto al fondo alveo e larghezza in sommità 5.0 m, separato dalla sponda del canale mediante una banchina di larghezza 1.0 m posta a 3.5 m di altezza dal fondo alveo.

Le scarpate arginali hanno pendenza h/l pari ad 1/2 verso il canale e 2/3 verso il terreno; sulla sommità dell'argine si sviluppa una pista di servizio. In sponda destra si sviluppa una pista di accesso ai terreni.

Il fondo e le sponde del canale e le scarpate dei rilevati saranno ricoperti di terreno vegetale ed inerbiti.

L'opera di derivazione delle acque del rio Vallunga si sviluppa a ridosso dell'attraversamento della Strada Provinciale per Foglizzo ed è costituita da un sistema di regolazione delle portate avente la seguente funzionalità:

- un gruppo di n. 3 paratoie (di luce netta 200x200 cm) posizionate in asse alla Roggia Baina consente di regolare i deflussi che in condizioni ordinarie sono rilasciati verso concentrico di Montanaro;
- in caso di piena, le portate in esubero sfiorano nel canale scolmatore attraverso una soglia di larghezza 15.0 m, posta in asse al canale;

L'impalcato del ponte della Strada Provinciale viene conservato come esistente, mentre si provvederà ad abbassare la livelletta di fondo dell'attraversamento al fine di garantire il deflusso delle portate di progetto con adeguati franchi idraulici.

La verifica di funzionalità idraulica dell'opera è stata condotta con riferimento alla portata di progetto con tempo di ritorno 200 anni (Scenario 2) come sopra descritto.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Limitatamente al tratto di canale oggetto del presente progetto (3° lotto), le risultanze delle elaborazioni condotte possono essere così sintetizzate:

- l'argine in sponda sinistra presenta un franco idraulico sempre superiore ad 1.0 m;
- l'evento di piena TR200 è contenuto nel canale anche in sponda destra (con franco idraulico ridotto).
- Il ponte della strada provinciale e gli impalcati di nuova realizzazione nel manufatto di regolazione presentano un franco idraulico di circa 1.0 m.

In allegato si riportano:

- profilo del pelo libero nel canale con riferimento all'evento di piena con tempo di ritorno 200 anni;
- tabelle delle grandezze idrauliche principali con riferimento all'evento di piena con tempo di ritorno 200 anni;
- sezioni trasversali rappresentative dei deflussi relativi all'evento di piena con tempo di ritorno 200 anni.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

8.6 CONSIDERAZIONI SULLE AREE A MONTE DELLA STRADA PROVINCIALE

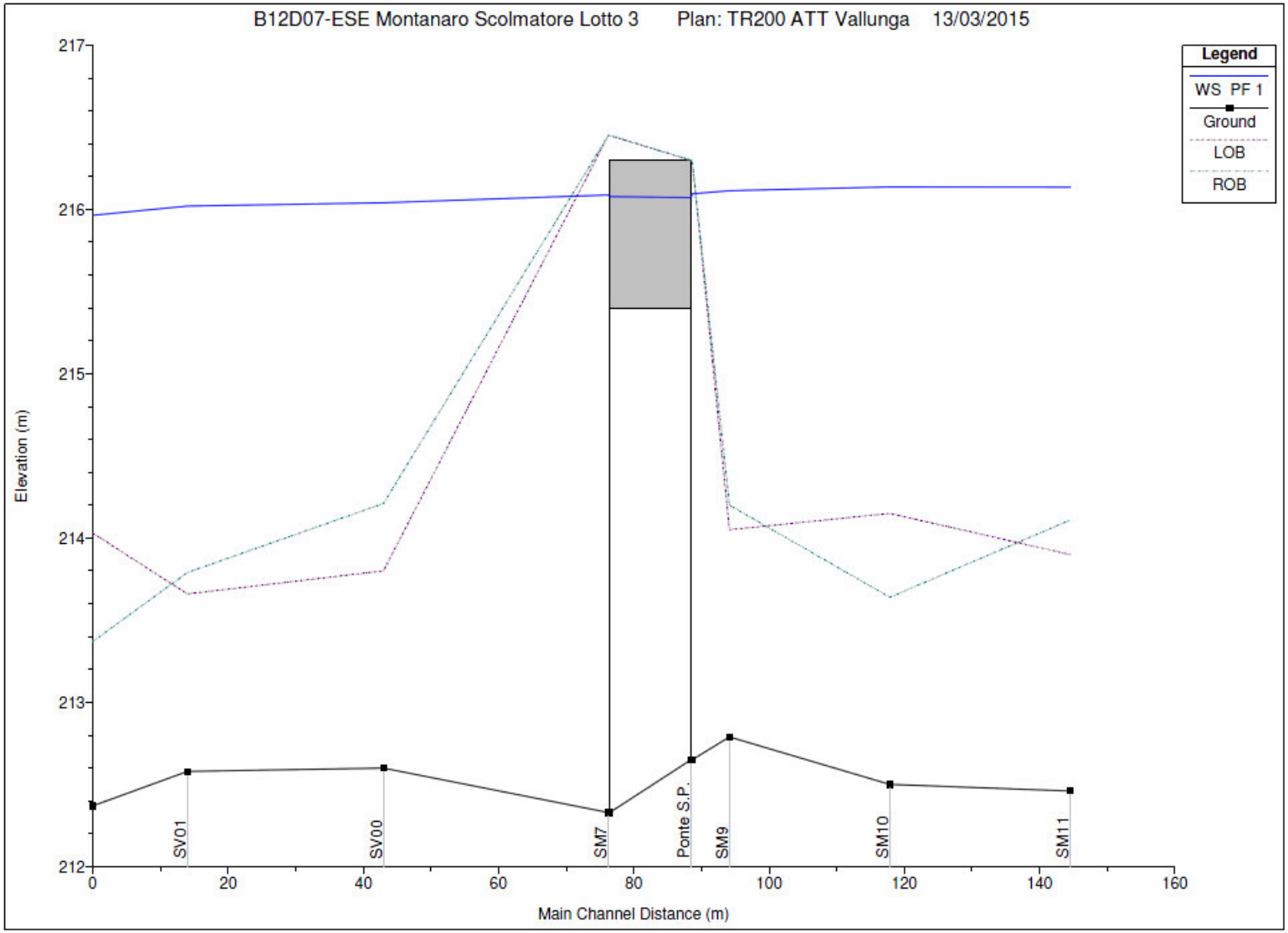
Sono state effettuate le simulazioni idrauliche del rio Vallunga in assenza di interventi nel tratto che si sviluppa a ridosso della Strada Provinciale, al fine di valutare le dinamiche di deflusso nelle aree a monte del ponte.

Le verifiche, condotte con riferimento alla portata di progetto avente tempo di ritorno 200 anni, hanno evidenziato che i deflussi sono solo in minima parte contenuti entro l'alveo attuale e che, sia nelle aree a monte che a valle del ponte, si determinano estese esondazioni.

Inoltre, il deflusso al di sotto del ponte avviene in pressione, e le acque di piena lambiscono l'impalcato della Strada Provinciale.

Nelle figure successive sono riportati il profilo longitudinale e la tabella delle grandezze idrauliche principali relativi alla simulazione effettuata nell'assetto attuale (TR200).

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

HEC-RAS Plan: TR200 ATT Val River: C. S. Montanaro Reach: 3° Lotto Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
3° Lotto	71	PF 1	44.80	212.46	216.14	214.28	216.14	0.000066	0.42	131.20	56.04	0.07
3° Lotto	70	PF 1	44.80	212.50	216.14		216.14	0.000030	0.29	188.61	79.88	0.05
3° Lotto	69	PF 1	44.80	212.79	216.11		216.14	0.000186	0.71	70.49	25.30	0.13
3° Lotto	68	PF 1	44.80	212.65	216.10	213.62	216.13	0.000069	0.87	51.69	15.00	0.15
3° Lotto	67.5		Bridge									
3° Lotto	67	PF 1	44.80	212.33	216.09		216.12	0.000054	0.79	56.38	15.00	0.13
3° Lotto	66	PF 1	44.80	212.60	216.04		216.11	0.000633	1.27	40.27	15.56	0.23
3° Lotto	65	PF 1	44.80	212.58	216.02		216.09	0.000592	1.26	39.83	13.82	0.23
3° Lotto	64	PF 1	44.80	212.37	215.96	214.32	216.08	0.001000	1.60	32.29	11.44	0.29

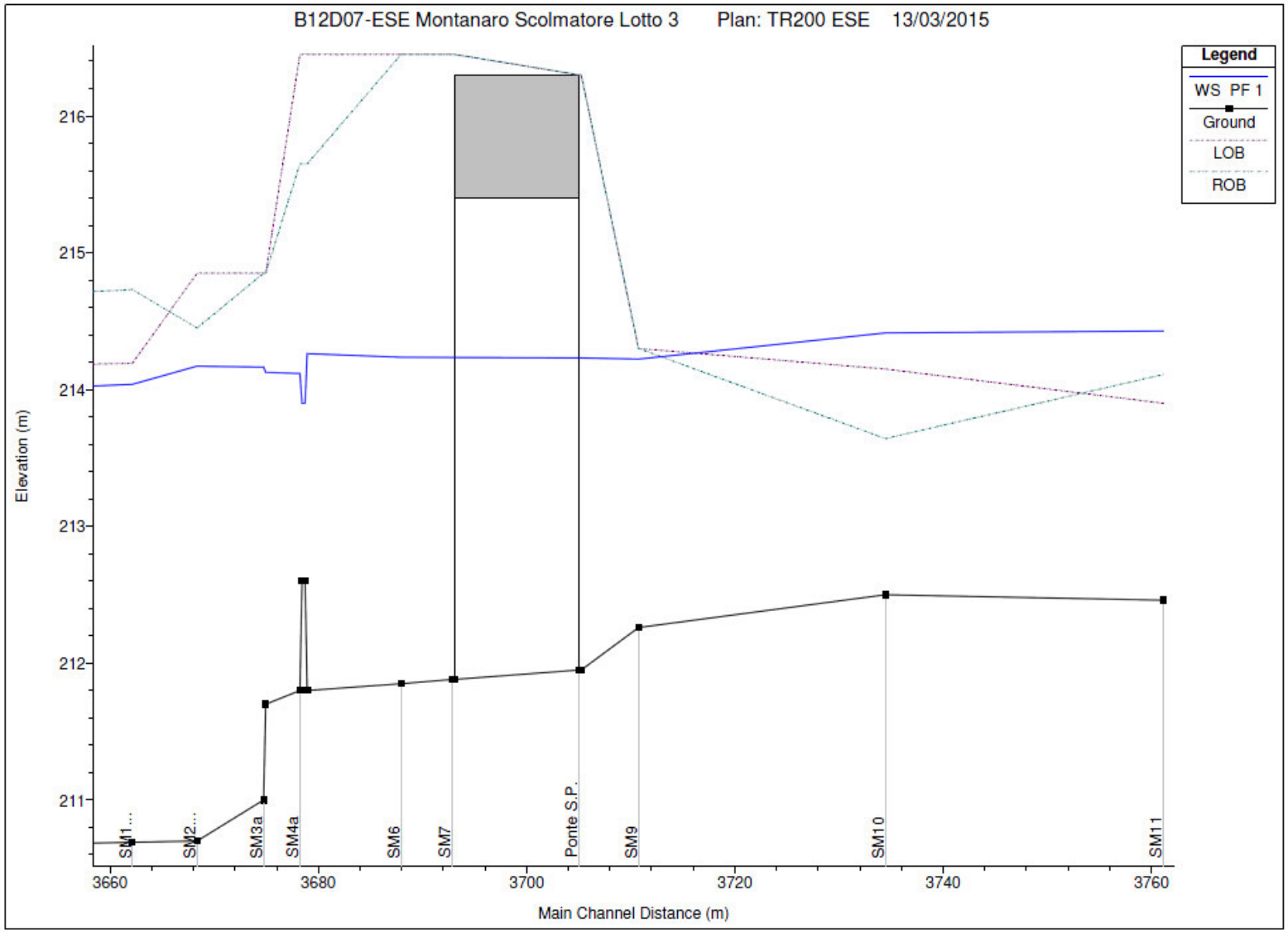
CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Con riferimento alle elaborazioni idrauliche effettuate in assetto di progetto (paragrafo 8.5 ed allegato 2), si evidenzia che, a seguito della realizzazione delle opere, anche nelle aree a monte del ponte della Strada Provinciale si determina una significativa mitigazione dei fenomeni esondativi.

Infatti, come si evince dalla figura successive, in cui è riportato un estratto del profilo longitudinale relativo alla simulazione effettuata in assetto di progetto (TR200), i livelli idrometrici a monte del ponte risultano notevolmente inferiori rispetto alla condizione attuale e le esondazioni sono caratterizzate da battenti idrometrici molto più bassi.

Inoltre, il deflusso al di sotto del ponte avviene a pelo libero, con un franco idraulico superiore ad 1 m rispetto all'impalcato della Strada Provinciale.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



CERT. N. 9175

endaco s.r.l. **Società di Ingegneria**
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

8.7 VERIFICA DELL'IDONEITÀ DEI MASSI IMPIEGATI IN ALVEO A NON ESSERE MOBILITATI DALLA CORRENTE

La valutazione dell'inizio del moto del materiale costituente il fondo alveo di un corso d'acqua può essere effettuata analiticamente seguendo l'impostazione adottata da Shields, ossia attraverso l'imposizione dell'equilibrio fra le forze che tendono a mobilitare le particelle e quelle che tendono ad opporsi a tale movimento.

Le ipotesi che stanno alla base di tale approccio sono le seguenti: le particelle sono considerate omogenee, non coesive e poste su fondo orizzontale.

Inoltre, la dimensione dei grani sia dello stesso ordine di grandezza del tirante idrico, ovvero si abbia una bassa sommergenza.

Considerando una singola particella giacente sul fondo alveo si possono distinguere quattro diverse forze agenti su di essa: la forza peso, agente verso il basso, la forza di attrito, agente orizzontalmente nel verso opposto rispetto alla corrente, la forza di portanza, agente verso l'alto e la forza di resistenza idrodinamica, agente orizzontalmente nel verso della corrente.

Imponendo l'equilibrio delle componenti orizzontali di tali forze si ottiene la seguente espressione:

$$\frac{u_*^2}{g \cdot \Delta \cdot d} = f\left(\frac{u_* \cdot d}{\nu}\right)$$

dove:

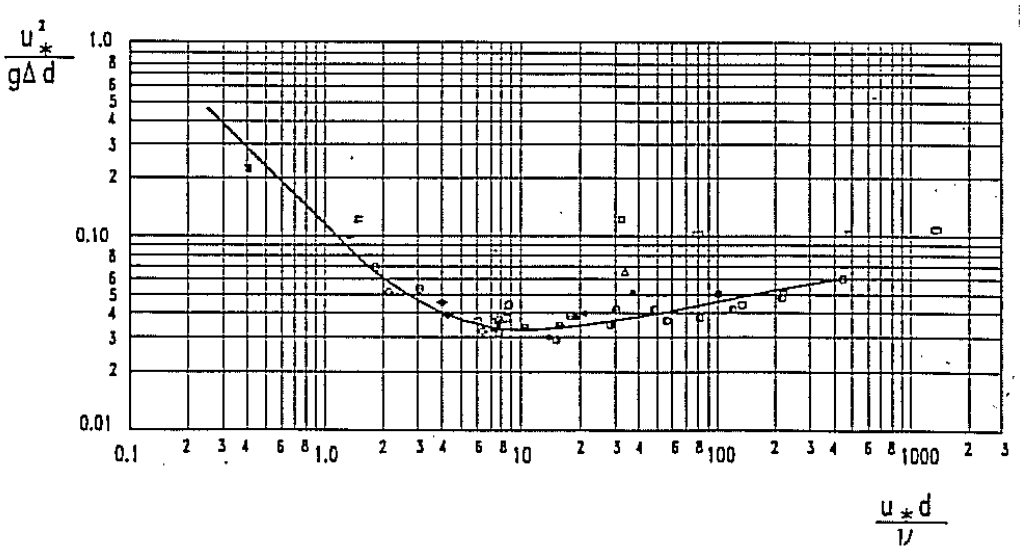
- $u_* = \sqrt{\xi \cdot g \cdot h \cdot i} = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$ = velocità di attrito locale (τ = sforzo tangenziale)
- Δ = (ρs - ρ) / ρ = densità relativa del grano immerso
- d = diametro medio del materiale presente in alveo
- h = battente idrico
- i = pendenza della linea dell'energia
- υ = viscosità cinematica dell'acqua

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

- g = accelerazione di gravità
- ξ = coefficiente che tiene conto della diversa distribuzione degli sforzi tangenziali sulla sezione a seconda della forma della stessa.

L'espressione ottenuta precedentemente è esprimibile anche come θ = f (Re), dove θ è chiamato "parametro di mobilità di Shields", mentre Re è il Numero di Reynolds del grano.

La funzione f è stata determinata sperimentalmente da Shields ed è diagrammata nella figura seguente.



Tale curva separa la zona in cui le particelle sono in moto da quella in cui queste sono ferme; al di sotto di essa la corrente non è in grado di provocare il moto del materiale (θ < θc), viceversa la zona al di sopra della curva rappresenta le particelle in moto (θ > θc).

La curva fornisce quindi le condizioni di moto incipiente delle particelle (θ = θc) e può essere suddivisa in tre parti.

Nel primo tratto (per Re <= 2), che nel diagramma bilogaritmico è rappresentato da una retta, la velocità critica delle particelle è indipendente dal diametro delle stesse, mentre dipende dalla viscosità del liquido (regime laminare).

Nel tratto intermedio (2 <= Re <= 200), la condizione di mobilità dipende sia dalla dimensione del grano che dalla viscosità del liquido; in questa zona la curva presenta il suo valorte minimo θcmin ≈ 0,02 ÷ 0,03 per Re ≈ 8 ÷ 10.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Nel terzo tratto della curva di Shields (Re >= 200) il parametro di mobilità tende asintoticamente (Re → ∞) ad un valore pressochè costante pari a θc = 0.057; in quest'ultimo caso le condizioni di mobilità del materiale sono indipendenti dalla viscosità del fluido e il regime di moto è del tipo turbolento.

La teoria di Shields assume che la scabrezza relativa sia sufficientemente piccola, cioè tale da assumere che la distribuzione locale delle velocità obbedisca alla legge logaritmica del moto uniforme, ossia che esista uno strato di turbolenza di parete in cui valga tale legge.

Nel caso in cui la dimensione dei grani sia dello stesso ordine di grandezza del tirante idrico, ovvero si abbia una bassa sommergenza, la mobilità dei grani si riduce sensibilmente.

E' possibile introdurre coefficienti correttivi del parametro critico di mobilità di Shields che tengano conto degli effetti della bassa sommergenza (h/d < 6) nonché di una pendenza del fondo non trascurabile (if> 0.02) introducendo, in quest'ultimo caso, anche l'effetto della forza peso dei grani nella direzione del moto.

La teoria di Shields può essere estesa allo studio del moto incipiente sulle sponde moltiplicando il parametro di stabilità per un coefficiente k che tenga conto della pendenza delle sponde stesse:

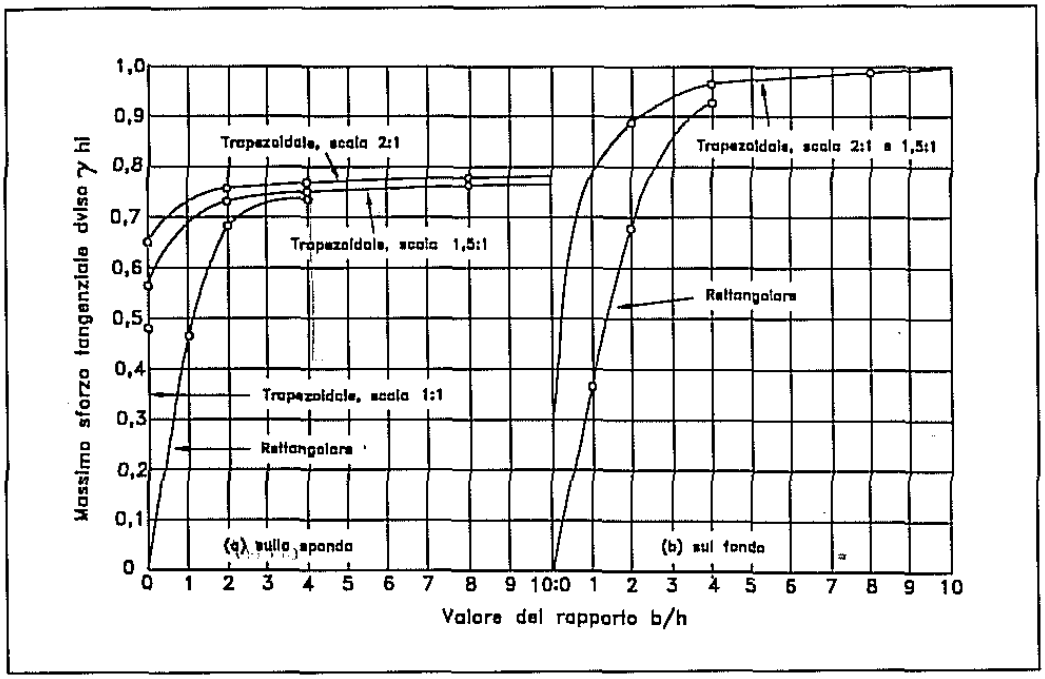
$$k = \sqrt{1 - \frac{sen^2\alpha}{sen^2\beta}}$$

dove:

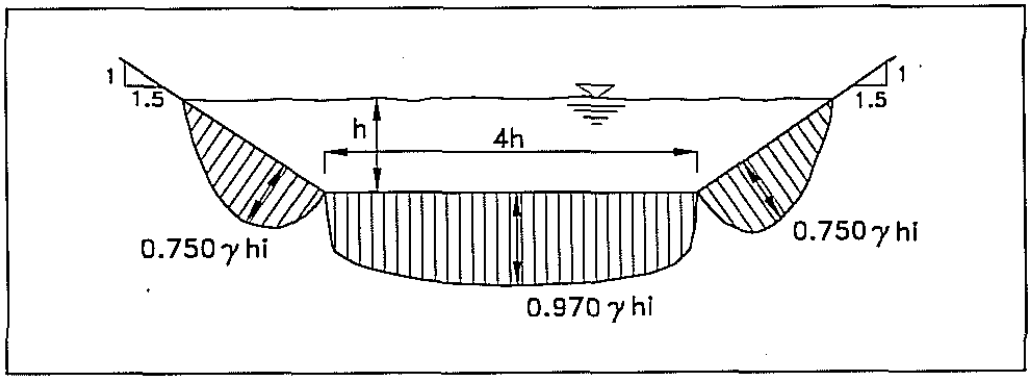
- α = inclinazione delle sponde
- β = angolo di attrito interno del materiale

La determinazione del valore massimo dello sforzo tangenziale ($\tau = \xi \cdot \gamma \cdot h \cdot i$) può essere fatta mediante il diagramma successivo, di natura sperimentale, elaborato da Lane e Carlson nel 1953, che presenta il massimo sforzo tangenziale sul fondo e sulle sponde in funzione della geometria della sezione e del rapporto tra la larghezza del fondo ed il tirante liquido, adimensionalizzato rispetto al prodotto $\gamma \cdot h \cdot i$, ossia il coefficiente ξ.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



Il diagramma della figura seguente riporta l'andamento degli sforzi tangenziali sul fondo e sulle sponde nel caso di una particolare sezione trapezia.



Come si nota, il massimo sforzo tangenziale sul fondo si verifica in mezzeria della sezione e diminuisce debolmente avvicinandosi alle sponde.

Sulle sponde il valore massimo dello sforzo tangenziale si verifica in prossimità dell'unghia.

Questo tipo di comportamento si ripete, nella sostanza, anche nel caso di sezioni trapezie di diversa geometria.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

La teoria del moto incipiente di Shields può essere utilizzata per trattare il problema della determinazione delle condizioni di incipiente movimento dei massi posizionati sul fondo e sulle sponde del canale in progetto.

Nel caso in studio non sono stati adottati coefficienti correttivi del parametro di mobilità di Shields in quanto è stata valutata la condizione di piena del canale che determina elevate sommergenze e la pendenza di fondo è estremamente modesta.

La condizione di moto incipiente del materiale d'alveo risulta essere definito dalle equazioni:

$$\theta_c = 0.057 \qquad \text{sul fondo}$$

$$\theta_c' = 0.027 \qquad \text{sulle sponde}$$

Tramite l'applicazione di tali condizioni e note le caratteristiche idrauliche del moto, è possibile quantificare il valore massimo del diametro del materiale che una certa portata è in grado di mobilitare, valutando, di conseguenza, la stabilità dei massi posizionati in alveo.

Nelle tabelle successive sono riportati i risultati delle elaborazioni:

- la Tabella 1 raccoglie le elaborazioni effettuate al fine di determinare il minimo diametro stabile sul fondo alveo (con riferimento alla portata di progetto TR200);
- la Tabella 2 raccoglie le elaborazioni effettuate al fine di determinare il minimo diametro stabile sulle sponde (con riferimento alla portata di progetto TR200).

Dai risultati delle elaborazioni condotte con riferimento all'evento di piena TR200 si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- fondo: i diametri mobilitabili sono inferiori ad 8 cm;
- sponde: i diametri mobilitabili sono inferiori ad 15 cm.

In conclusione, poiché il progetto prevede l'utilizzo di massi aventi dimensioni non inferiori a 0.3 mc, si ritiene verificata, con adeguati coefficienti di sicurezza, la loro idoneità a non essere mobilitati dalla corrente.

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Tabella 1 - Determinazione del massimo diametro mobilitabile sul fondo alveo
Evento di riferimento TR200

g (m·sec^{-2})	9.81
Δ	1.65
θ_c	0.057

Sezione	b (m)	h (m)	i	b/h	ξ	u* (m/sec)	d (m)
69	15	1.96	0.0033	7.7	0.980	0.25	0.067
68	15	2.28	0.0003	6.6	0.970	0.09	0.008
67	15	2.35	0.0003	6.4	0.970	0.08	0.007
66	15	2.39	0.0003	6.3	0.970	0.08	0.007
65.5	15	2.46	0.0002	6.1	0.970	0.07	0.005
65	15	1.30	0.0015	11.5	1.000	0.14	0.021
64.5	15	1.30	0.0025	11.5	1.000	0.18	0.035
64	15	2.32	0.0004	6.5	0.970	0.10	0.010
63.5	15	2.42	0.0004	6.2	0.970	0.09	0.009
63	15	3.16	0.0002	4.7	0.960	0.07	0.005
62	15	3.47	0.0002	4.3	0.960	0.09	0.009
61	3	3.35	0.0026	0.9	0.770	0.26	0.072
						max	**0.072**

Tabella 2 - Determinazione del massimo diametro mobilitabile sulle sponde
Evento di riferimento TR200

g (m·sec^{-2})	9.81
Δ	1.65
α	50
β	60
k	0.466
θ_c	0.057
θ'_c	0.027

Sezione	b (m)	h (m)	i	b/h	ξ	u* (m/sec)	d (m)
Scogliera monte (S69)	15	1.96	0.0033	7.7	0.780	0.22	0.114
Scogliera valle (S61)	3	3.35	0.0026	0.9	0.730	0.25	0.145
Scogliera Vallunga	6	1.20	0.0010	5.0	0.770	0.10	0.021

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

9. ALLEGATI

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

ALLEGATO 1

PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ ORARIA DI DURATA 1,3,6,12,24 ORE NELLE STAZIONI PLUVIOGRAFICHE DEL SERVIZIO IDROGRAFICO NAZIONALE (DATI PUBBLICATI NEGLI ANNALI IDROLOGICI - PARTE I)

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

Stazione di Chivasso										
	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
Anno	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1951	27.0	28-apr	36.6	11-nov	59.6	11-nov	75.0	11-nov	81.8	11-nov
1952	29.0	06-ago	32.0	24-ago	40.0	24-ago	64.0	24-ago	83.8	23-ago
1953	25.6	08-giu	32.2	08-giu	37.2	08-giu	44.2	08-giu	66.4	08-giu
1954	22.2	21-ago	24.6	21-ago	27.4	21-ago	42.4	21-ago	58.0	13-mar
1955	17.4	04-lug	19.6	21-ott	28.4	21-ott	56.8	21-ott	77.2	21-ott
1956	31.4	02-lug	40.8	02-lug	48.0	02-lug	48.0	02-lug	75.8	24-set
1957	23.2	09-lug	23.4	18-lug	25.0	10-nov	42.0	10-nov	70.0	09-nov
1958	13.8	18-ago	24.4	18-ago	29.4	13-nov	47.6	13-nov	70.0	13-nov
1959	21.8	25-lug	23.6	25-lug	51.0	16-apr	64.0	16-apr	106.0	16-apr
1960	21.4	26-giu	33.4	16-mag	33.4	16-giu	39.0	25-ott	56.6	17-dic
1961	30.0	06-ott	49.0	06-ott	57.6	06-ott	66.0	12-nov	115.4	11-nov
1962	11.0	01-giu	22.6	08-nov	31.6	07-nov	51.4	07-nov	75.4	17-apr
1963	24.4	10-giu	31.4	10-giu	31.4	10-giu	46.4	05-apr	77.0	05-apr
1964	40.0	09-mag	67.2	09-mag	72.8	09-mag	78.6	09-mag	78.8	09-mag
1965	28.0	22-lug	34.8	07-giu	40.0	07-giu	42.2	07-giu	44.6	07-giu
1966	21.2	23-giu	38.0	30-set	40.2	30-set	65.4	20-apr	78.0	29-ott
1967	31.0	03-set	35.6	16-mag	35.6	16-mag	36.0	11-giu	43.6	16-mag
1968	30.0	02-nov	41.0	02-nov	59.0	02-nov	79.6	02-nov	132.6	02-nov
1969	29.0	04-set	32.0	04-set	32.0	04-set	44.4	06-apr	70.6	05-apr
1970	23.0	18-giu	23.2	18-giu	24.0	18-giu	30.0	27-dic	40.0	27-dic
1971	26.0	01-apr	26.0	01-apr	38.4	09-nov	40.6	09-nov	60.0	23-apr
1972	19.0	24-lug	34.2	14-apr	36.4	14-apr	42.0	14-set	70.4	14-set
1973	36.0	20-giu	42.0	20-giu	42.6	20-giu	45.0	13-ott	60.0	05-giu
1974	13.6	14-apr	20.2	14-apr	21.4	13-apr	36.8	18-feb	63.8	17-feb
1975	34.2	11-set	36.6	11-set	40.0	11-giu	62.6	11-giu	88.2	11-giu
1976	47.4	19-ott	60.0	19-ott	60.0	19-ott	60.0	19-ott	66.8	25-ott
1977	14.4	30-lug	26.4	01-mag	32.4	01-mag	36.0	03-mag	71.0	03-mag
1979	16.8	31-lug	32.0	31-lug	36.0	15-mar	60.2	15-mar	89.8	15-mar
1980	17.2	23-giu	25.0	09-giu	41.8	09-giu	45.0	09-giu	60.4	09-giu
1982	24.0	16-lug	36.4	08-ott	38.0	08-ott	50.2	27-nov	73.0	22-ott
1984	25.4	07-giu	26.6	07-giu	41.4	04-ott	46.6	04-ott	66.4	04-mag
1985	41.2	30-lug	41.2	30-lug	41.2	30-lug	41.2	30-lug	70.8	12-mag
1986	21.6	21-mag	31.0	21-mag	37.6	07-apr	45.6	07-apr	56.2	07-apr

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

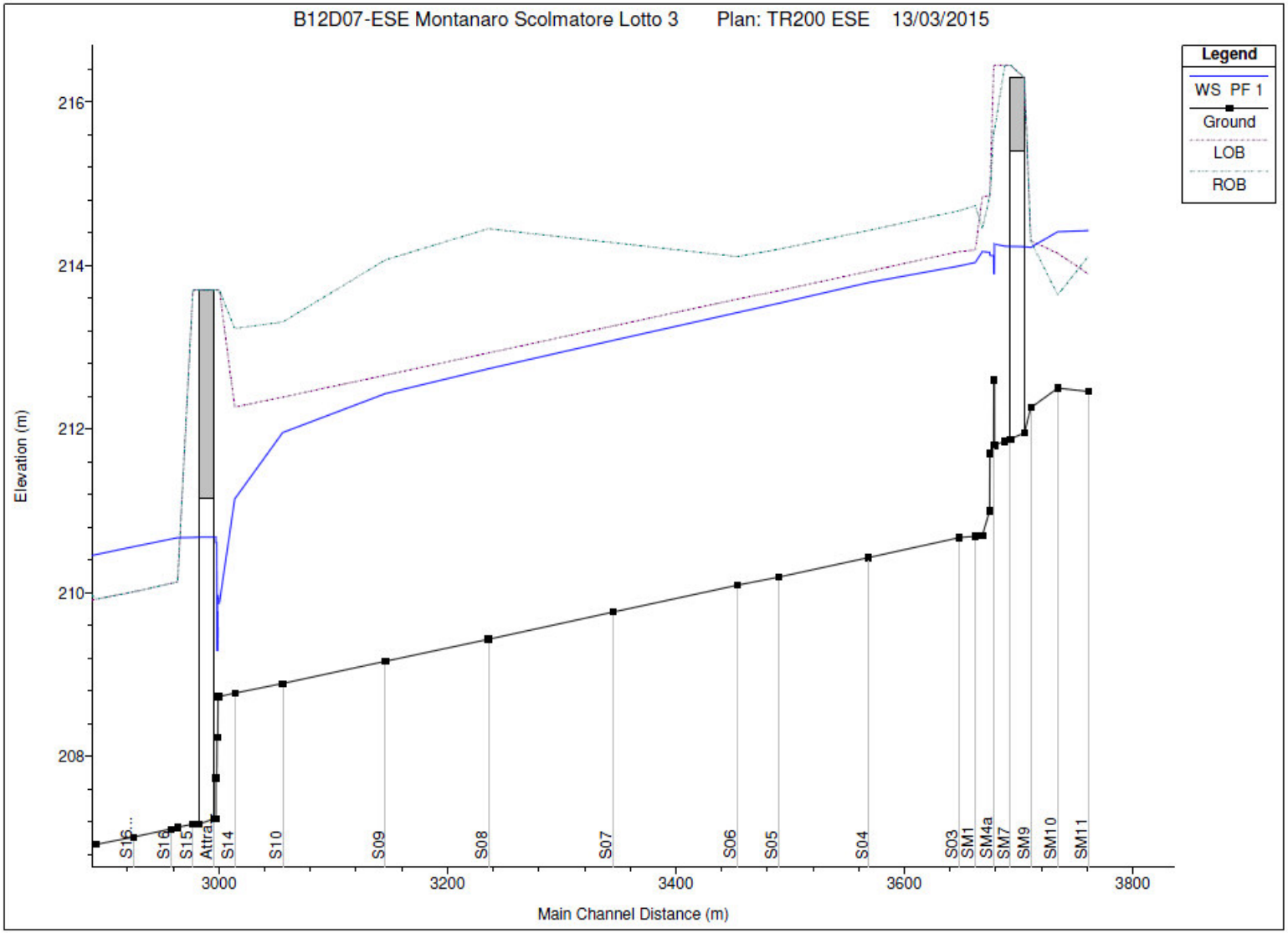
Stazione di Mazzè										
	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
Anno	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1937	42.4	16-lug	42.4	16-lug	56.0	06-giu	57.0	06-giu	71.0	06-giu
1938	37.0	11-giu	37.0	11-giu	39.0	11-giu	40.0	09-set	59.0	09-set
1939	34.0	04-set	39.0	12-mag	42.0	04-set	68.0	04-set	76.0	04-set
1941	42.0	27-lug	46.0	12-lug	54.0	12-lug	70.0	11-lug	76.0	29-set
1943	28.8	28-ago	33.0	28-ago	34.0	28-ago	39.0	21-apr	56.0	21-apr
1944	26.0	04-lug	37.0	06-ott	53.0	06-ott	64.0	06-ott	64.0	06-ott
1946	28.0	21-giu	37.0	21-giu	43.0	21-giu	43.0	21-giu	51.0	21-giu
1947	24.0	20-lug	36.0	09-lug	37.0	08-lug	38.0	25-set	74.0	24-ott
1949	30.0	18-lug	30.0	18-lug	30.0	18-lug	49.0	02-mag	64.0	02-mag
1950	31.0	16-giu	36.0	16-giu	42.0	16-giu	42.0	16-giu	62.0	15-mag
1951	34.0	08-giu	42.0	08-giu	52.0	10-nov	84.0	08-giu	90.0	08-giu
1952	36.0	27-lug	54.0	02-ago	56.5	27-lug	56.5	27-lug	56.5	27-lug
1953	28.0	24-giu	28.0	24-giu	39.0	09-giu	45.0	08-giu	58.0	08-giu
1954	80.0	24-giu	82.0	24-giu	82.0	24-giu	82.0	24-giu	83.0	24-giu
1955	28.0	27-lug	36.0	27-lug	36.0	27-lug	48.0	21-ott	74.0	21-ott
1956	35.8	14-giu	45.0	02-lug	52.0	02-lug	56.6	25-set	93.6	25-set
1957	37.2	11-ago	37.2	11-ago	37.2	11-ago	39.0	16-mag	46.6	16-mag
1958	21.6	01-ago	24.4	01-ott	29.4	14-apr	42.4	13-apr	55.8	13-apr
1959	28.4	21-giu	31.0	22-ago	33.8	22-ago	66.0	22-mag	77.0	22-mag
1960	27.8	20-lug	31.8	25-lug	34.6	25-ott	47.2	25-giu	64.6	25-giu
1961	42.2	16-giu	46.2	16-giu	46.8	16-giu	52.4	23-apr	87.4	11-nov
1962	26.8	06-ago	26.8	06-ago	26.8	06-ago	40.0	17-apr	70.6	17-apr
1963	23.2	05-giu	27.4	05-giu	30.6	06-apr	51.6	.	83.2	05-apr
1964	31.2	19-giu	31.4	19-giu	33.0	19-giu	33.0	19-giu	33.2	19-giu
1965	28.6	06-giu	28.6	06-giu	28.6	06-giu	33.4	20-lug	37.6	30-set
1966	15.2	09-apr	27.2	19-lug	33.0	19-lug	45.0	20-apr	58.8	18-lug
1967	19.0	04-set	20.0	12-giu	25.0	12-giu	41.0	11-giu	41.0	11-giu
1968	28.0	06-giu	42.4	06-giu	59.6	02-nov	68.9	02-nov	137.8	02-nov
1969	29.0	04-set	29.6	19-giu	29.6	19-giu	31.0	06-mag	67.0	05-mag
1970	31.8	09-giu	54.8	09-giu	58.4	09-giu	58.4	09-giu	66.0	08-ott
1971	31.4	25-giu	31.6	25-giu	31.8	25-giu	35.6	09-nov	53.0	09-nov
1972	26.0	24-lug	28.6	24-lug	39.0	24-lug	40.0	24-lug	50.0	14-set
1973	25.0	14-lug	49.0	14-lug	70.8	18-set	98.8	18-set	102.8	18-set
1974	20.8	31-ago	21.2	31-ago	21.6	31-ago	27.8	13-apr	45.0	02-feb
1975	17.2	22-mag	24.8	07-set	31.6	15-set	34.4	15-set	49.2	07-nov
1976	58.2	03-ott	89.0	03-ott	90.0	03-ott	90.0	03-ott	90.0	03-ott
1977	22.6	30-lug	24.8	30-lug	37.6	30-lug	50.2	30-lug	65.6	08-dic
1979	22.4	20-lug	36.4	14-ott	53.0	12-ott	63.4	12-ott	73.0	12-ott
1981	25.2	17-lug	26.2	17-lug	36.0	03-mag	47.6	03-mag	62.4	31-mar
1982	21.6	11-giu	28.0	26-set	28.0	26-set	38.6	23-ott	60.6	23-ott
1983	21.2	30-giu	27.2	24-ago	38.6	24-ago	50.2	24-ago	63.8	24-ago
1985	25.2	07-giu	26.8	07-giu	26.8	07-giu	31.8	07-giu	51.2	12-mag
1986	19.4	12-ago	37.8	12-lug	40.6	18-ago	43.8	11-ago	43.8	11-ago

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

ALLEGATO 2 - VERIFICHE IDRAULICHE

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



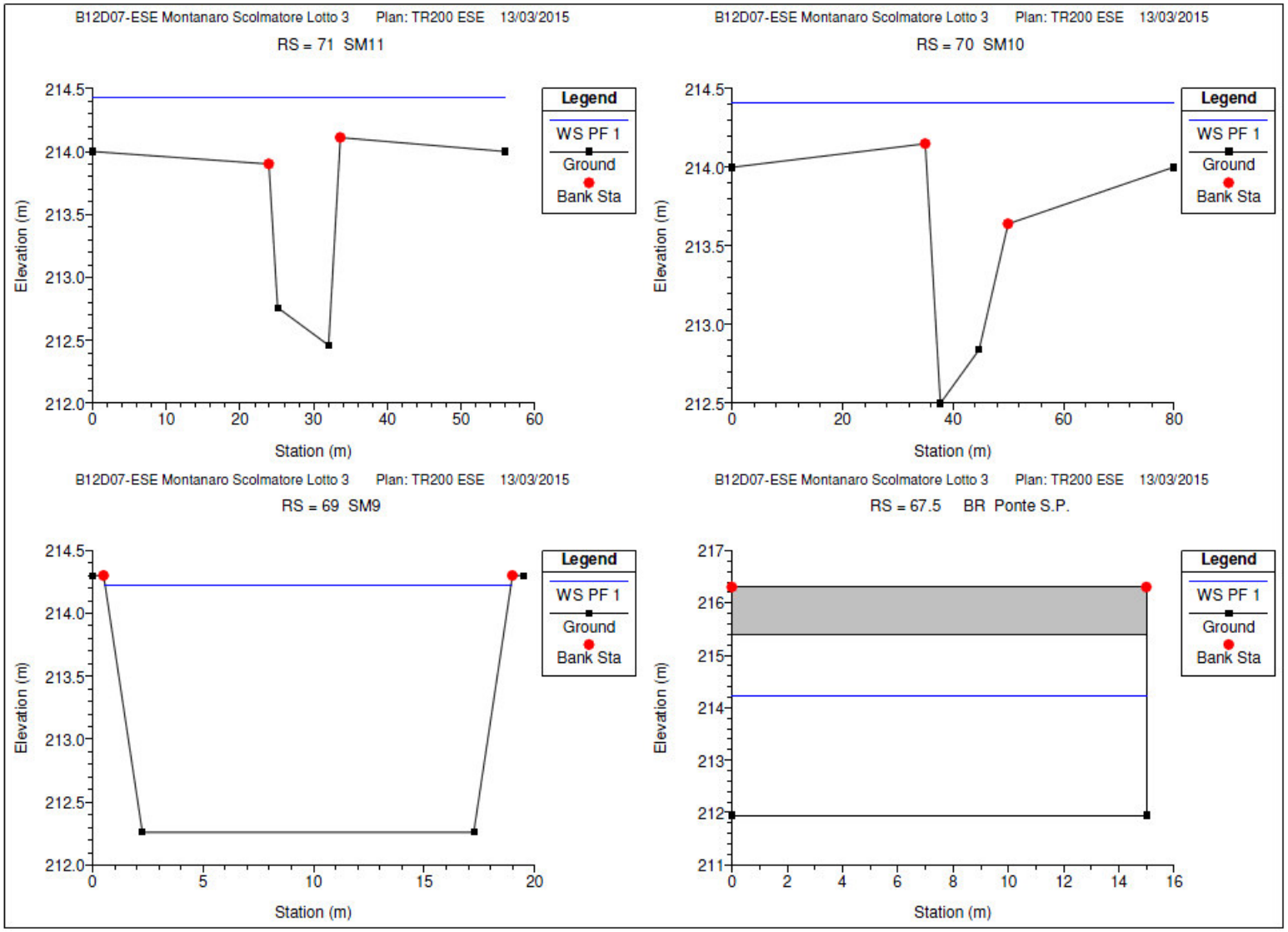
CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

HEC-RAS Plan: TR200 ESE River: C. S. Montanaro Reach: 2° Lotto Profile: PF 1

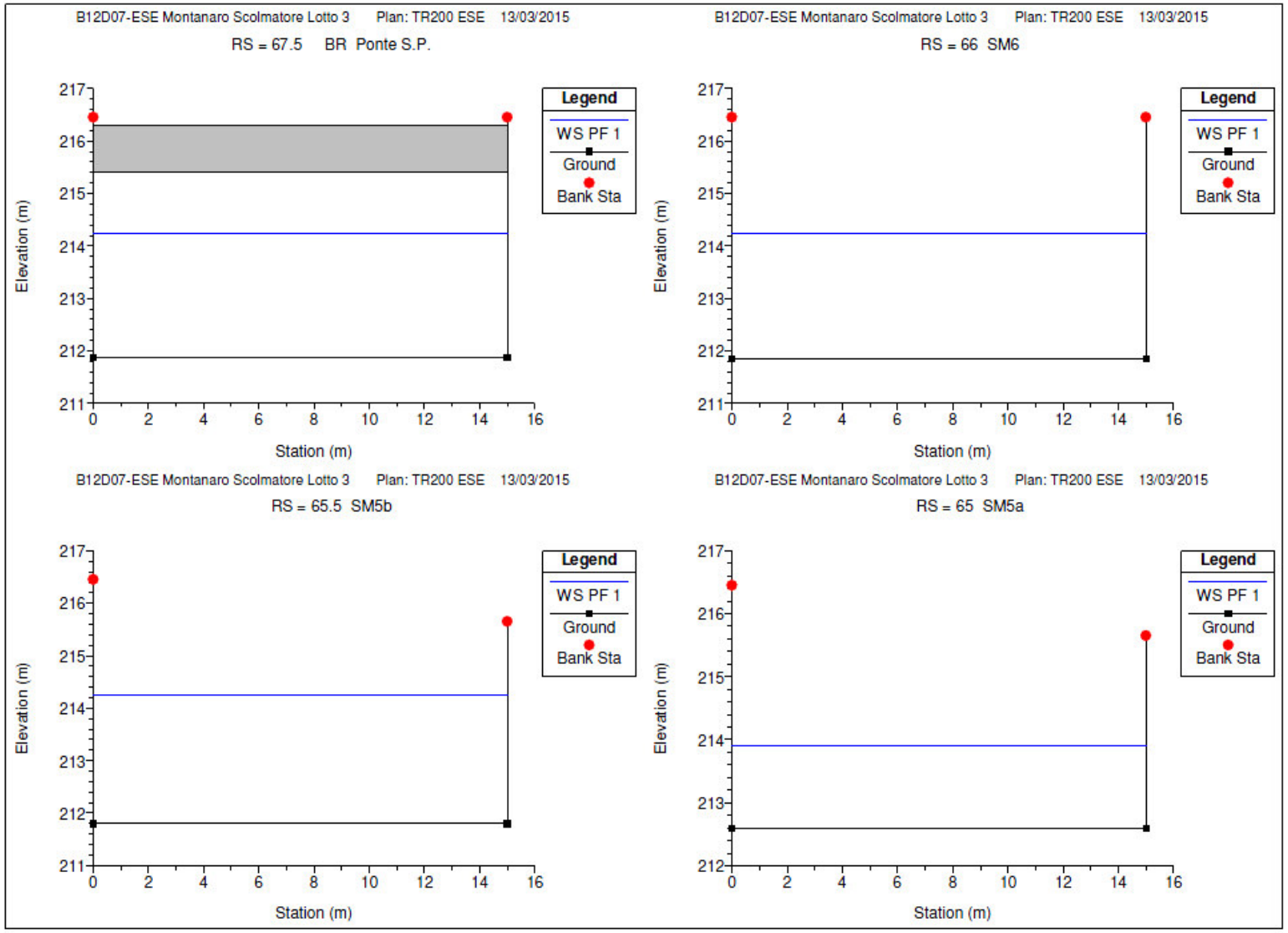
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
2° Lotto	71	PF 1	44.80	212.46	214.43	214.28	214.55	0.003311	1.84	35.40	56.04	0.46
2° Lotto	70	PF 1	44.80	212.50	214.41		214.47	0.001617	1.24	50.96	79.88	0.33
2° Lotto	69	PF 1	64.80	212.26	214.22		214.42	0.001286	1.98	32.72	18.37	0.47
2° Lotto	68	PF 1	64.80	211.95	214.23	213.19	214.41	0.000334	1.89	34.20	15.00	0.40
2° Lotto	67.5		Bridge									
2° Lotto	67	PF 1	64.80	211.88	214.23		214.41	0.000303	1.84	35.31	15.00	0.38
2° Lotto	66	PF 1	64.80	211.85	214.24		214.40	0.000291	1.81	35.79	15.00	0.37
2° Lotto	65.8		Lat Struct									
2° Lotto	65.5	PF 1	58.30	211.80	214.26		214.39	0.000215	1.58	36.92	15.00	0.32
2° Lotto	65	PF 1	58.30	212.60	213.90		214.36	0.001527	2.99	19.50	15.00	0.84
2° Lotto	64.5	PF 1	58.30	212.60	213.90		214.36	0.002529	2.99	19.49	15.00	0.84
2° Lotto	64	PF 1	58.30	211.80	214.12		214.26	0.000426	1.68	34.76	15.00	0.35
2° Lotto	63.5	PF 1	58.30	211.70	214.12		214.26	0.000371	1.60	36.37	15.00	0.33
2° Lotto	63	PF 1	58.30	211.00	214.16		214.24	0.000169	1.23	47.44	15.00	0.22
2° Lotto	62	PF 1	58.30	210.70	214.17		214.23	0.000248	1.12	52.05	15.00	0.19
2° Lotto	61	PF 1	58.30	210.69	214.04	212.90	214.22	0.002609	1.89	30.84	15.43	0.43
2° Lotto	60	PF 1	58.30	210.67	213.99	212.88	214.18	0.002688	1.91	30.50	15.35	0.43
2° Lotto	59	PF 1	58.30	210.43	213.79	212.64	213.97	0.002555	1.88	31.09	15.49	0.42
2° Lotto	58	PF 1	62.80	210.19	213.54	212.49	213.75	0.003025	2.04	30.85	15.43	0.46
2° Lotto	57	PF 1	62.80	210.09	213.42	212.39	213.64	0.003077	2.05	30.66	15.39	0.46
2° Lotto	56	PF 1	62.80	209.76	213.09	212.06	213.30	0.003118	2.06	30.51	15.35	0.47
2° Lotto	55	PF 1	62.80	209.43	212.74	211.73	212.96	0.003196	2.08	30.22	15.28	0.47
2° Lotto	54	PF 1	62.80	209.16	212.43	211.46	212.66	0.003337	2.11	29.74	15.16	0.48
2° Lotto	53	PF 1	67.30	208.89	211.96	211.27	212.28	0.005138	2.52	26.66	14.39	0.59
2° Lotto	49	PF 1	67.30	208.77	211.14	211.14	211.89	0.015664	3.82	17.60	11.82	1.00
2° Lotto	48	PF 1	67.30	208.73	209.87	210.39	211.64	0.007536	5.90	11.40	10.00	1.76
2° Lotto	47	PF 1	67.30	208.73	209.87	210.39	211.64	0.007504	5.89	11.42	10.00	1.76
2° Lotto	46	PF 1	67.30	208.73	209.87	210.39	211.64	0.007504	5.89	11.42	10.00	1.76
2° Lotto	45	PF 1	70.20	208.73	209.98	210.45	211.59	0.006204	5.62	12.49	10.00	1.61
2° Lotto	44	PF 1	70.20	208.23	209.29	209.95	211.53	0.010290	6.63	10.60	10.00	2.05
2° Lotto	43	PF 1	70.20	208.23	209.29	209.95	211.52	0.010194	6.61	10.63	10.00	2.05
2° Lotto	42	PF 1	70.20	207.73	210.61	209.45	210.92	0.000519	2.43	28.84	10.00	0.46
2° Lotto	41	PF 1	70.20	207.73	210.61	209.43	210.92	0.000520	2.43	28.83	10.00	0.46
2° Lotto	40	PF 1	70.20	207.23	210.68	208.95	210.89	0.000314	2.04	34.47	10.00	0.35
2° Lotto	39.5		Bridge									
2° Lotto	39	PF 1	71.20	207.17	210.68	208.90	210.89	0.000308	2.03	35.05	10.00	0.35
2° Lotto	38	PF 1	71.20	207.13	210.67	209.53	210.87	0.002925	2.00	36.82	19.17	0.42

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



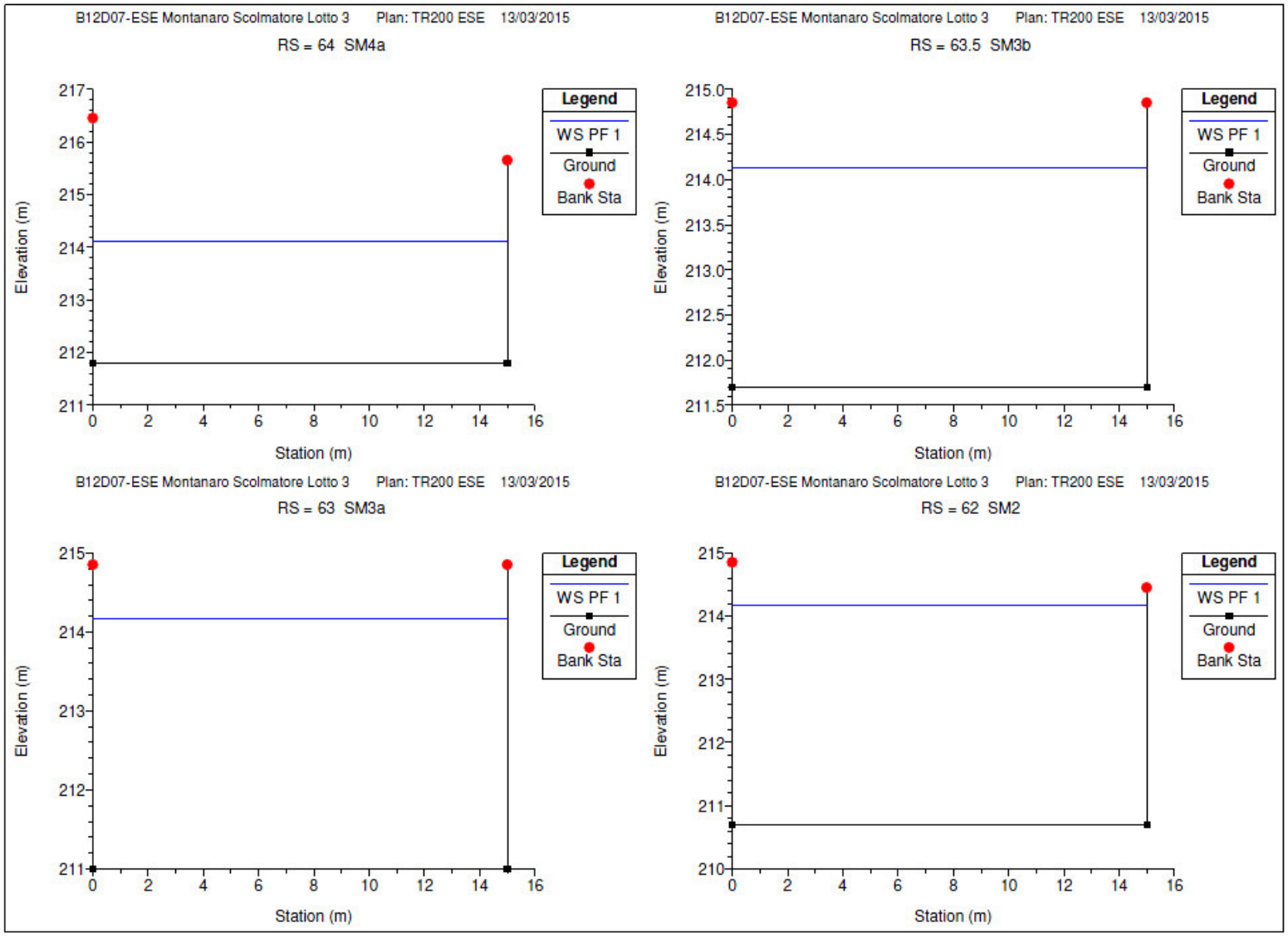
CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

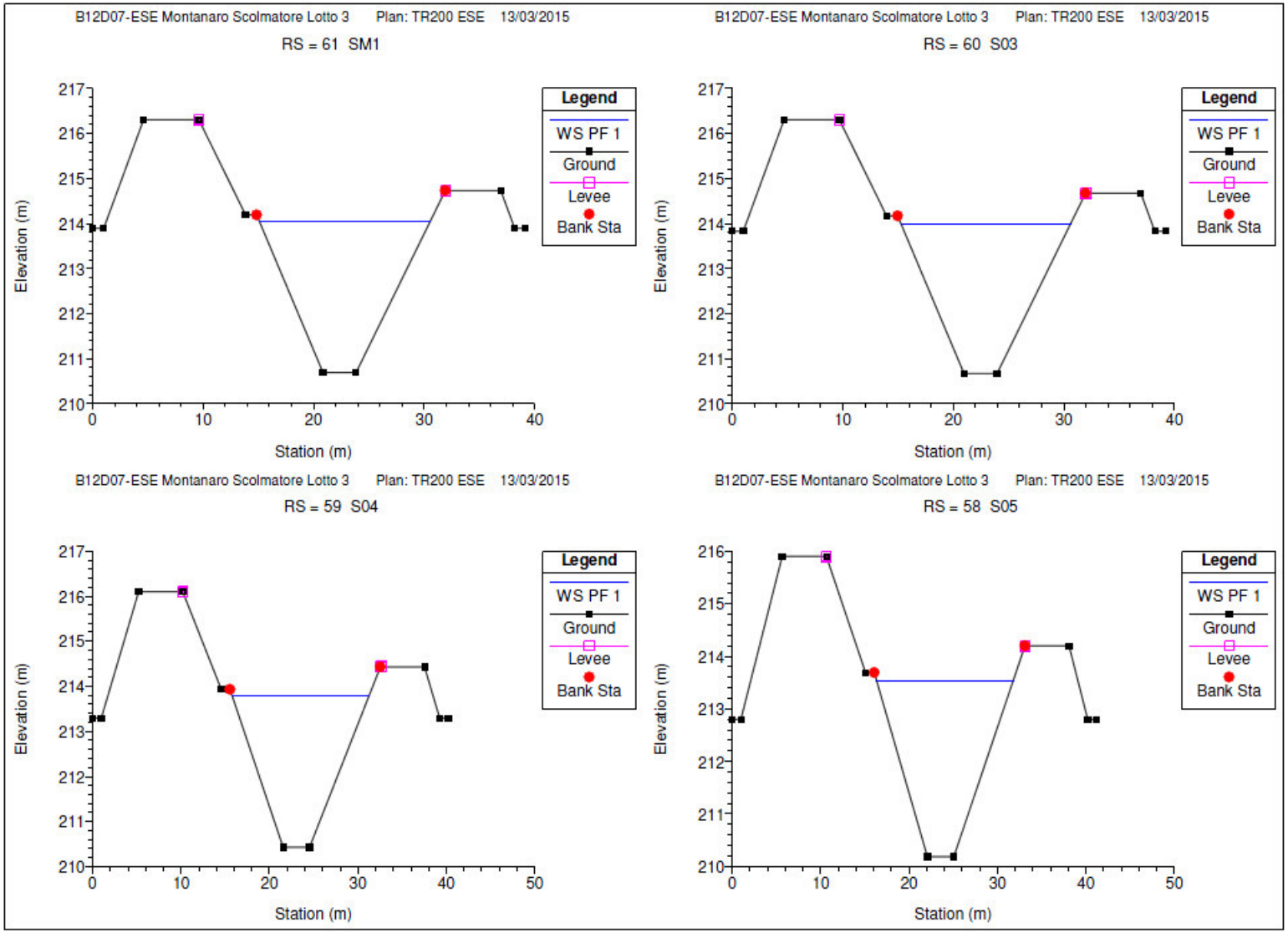


CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

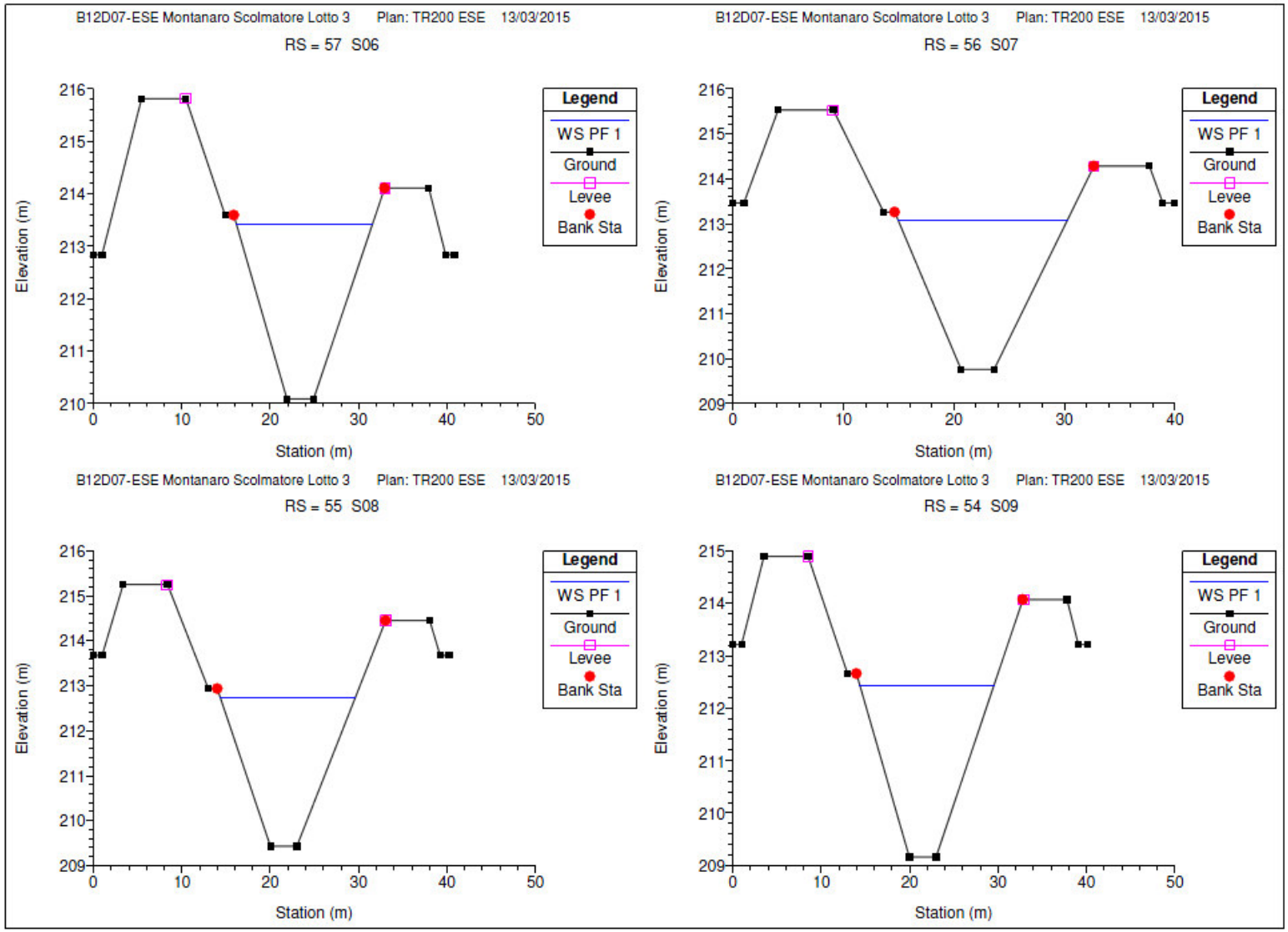


CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



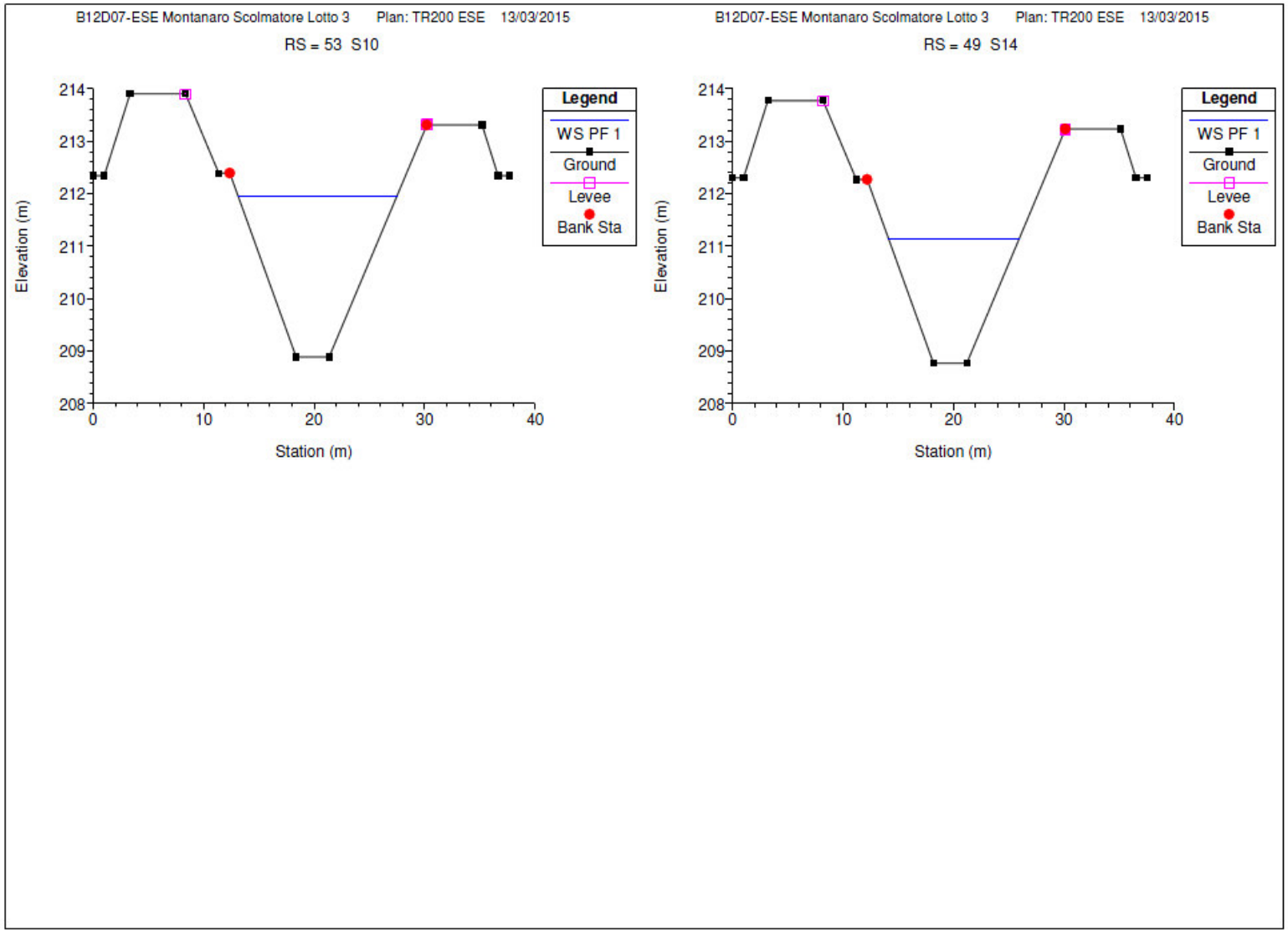
CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com



CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

ALLEGATO 3 – ELABORATI GRAFICI

B2.01 - Scenari di esondazione in assenza di interventi di mitigazione

B2.02 - Proposte di intervento di mitigazione del rischio idraulico

B2.03 - Scenari di esondazione a seguito della realizzazione dei lotti 1+2+3

B2.04 - Scenari di esondazione a seguito del completamento degli interventi

B2.05 - Planimetria bacini idrografici

B2.06 - Carta della permeabilità del sottosuolo

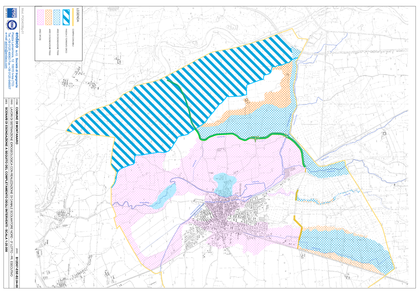
B2.07 - Carta dell'uso del suolo

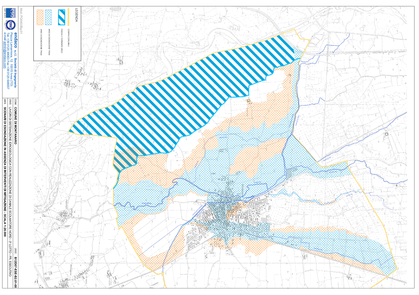
B2.08 - Analisi idrologica Scenario 1

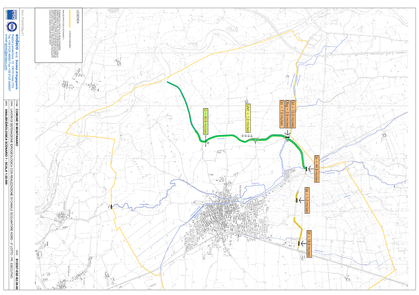
B2.09 - Analisi idrologica Scenario 2

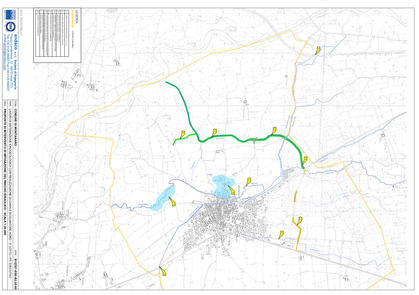
CERT. N. 9175
endaco s.r.l. **Società di Ingegneria**
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

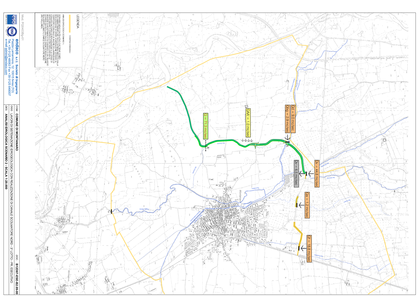
CERT. N. 9175
endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail admin@endaco.com

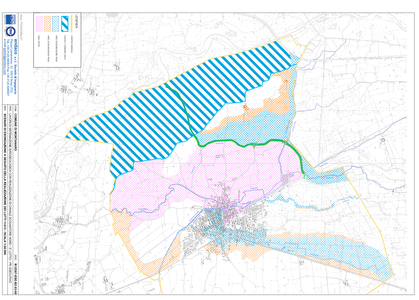


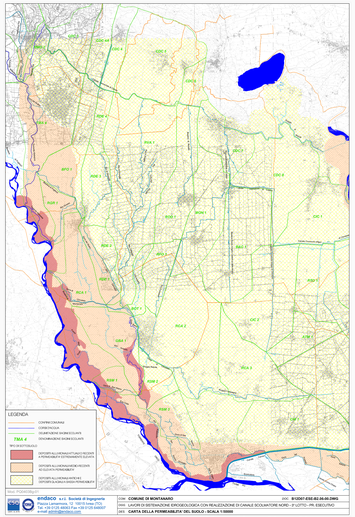










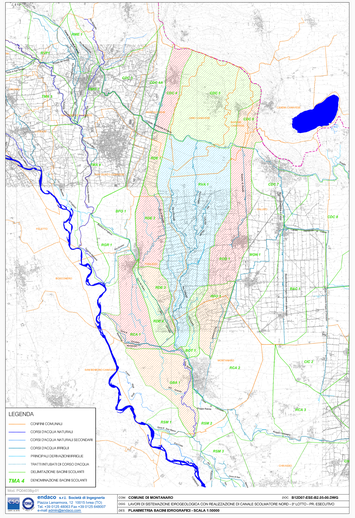


Ditta: PORRETTA

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 - 10015 Ivrea (TO)
Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007
e-mail: admin@endaco.com

COM: COMUNE DI MONTANARO
OGG: LAVORI DI DESTINAZIONE IDROGEOLOGICA CON REALIZZAZIONE DI CANALE SCOLMATORE NORD - 2° LOTTO - PR. ESECUTIVO
DIS: CARTA DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO - SCALA 1:10000

DOC: B1DD07-E02-00-04-00.DWG

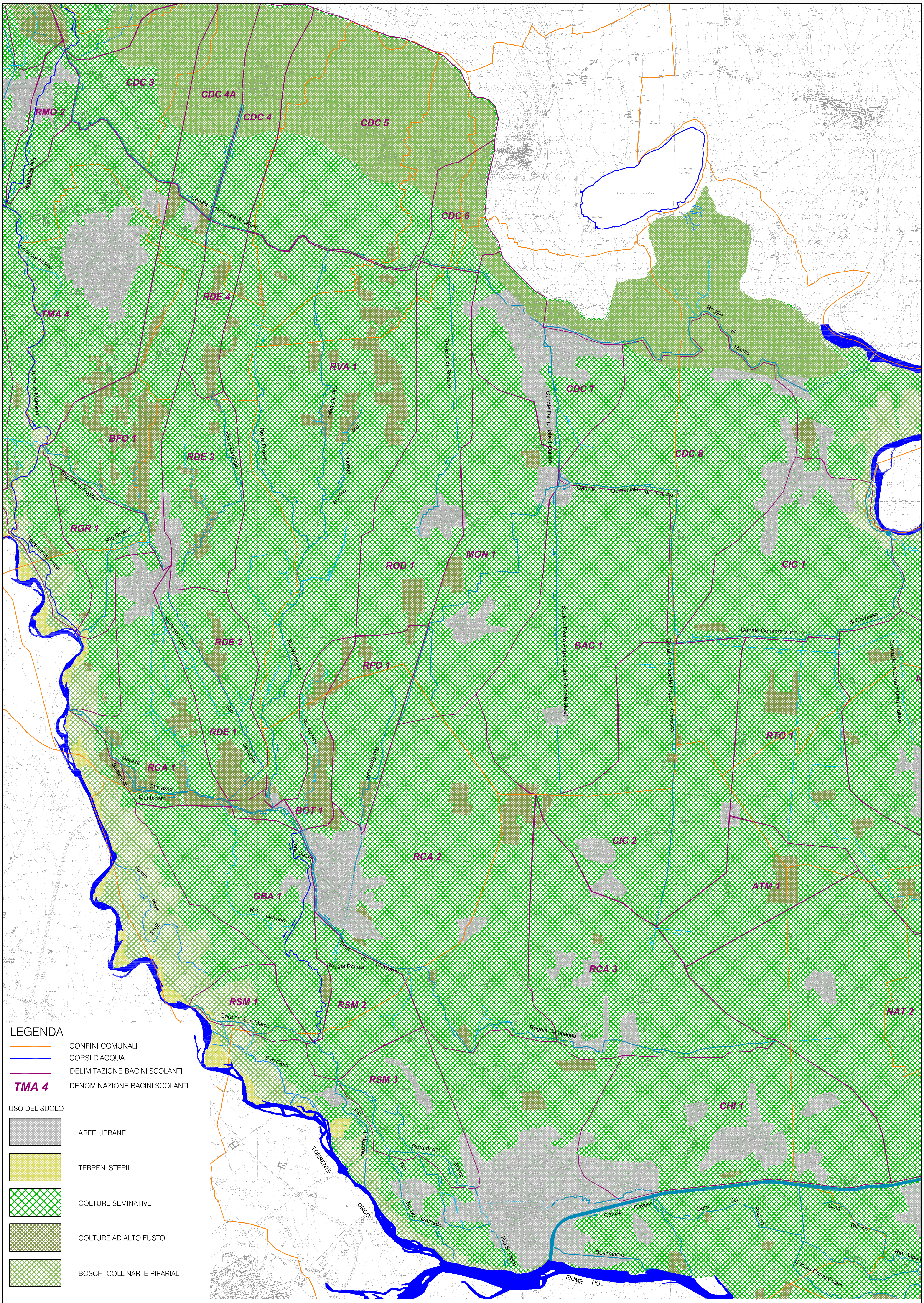


Ditta: PORRETTA

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 - 10015 Ivrea (TO)
Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007
e-mail: admin@endaco.com

COM: COMUNE DI MONTANARO
OGG: LAVORI DI DESTINAZIONE IDROGEOLOGICA CON REALIZZAZIONE DI CANALE SCOLMATORE NORD - 2° LOTTO - PR. ESECUTIVO
DIS: PLANIMETRIA BACINI IDROGRAFICI - SCALA 1:10000

DOC: B1DD07-E02-00-03-00.DWG



Mod. PQ0403Bg-01

CERT. N. 9175

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO)
Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007
e-mail admin@endaco.com

COM.	**COMUNE DI MONTANARO**	*DOC.*	**B12D07-ESE-B2.07-00.dwg**
OGG.	LAVORI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA CON REALIZZAZIONE DI CANALE SCOLMATORE NORD - 3° LOTTO - PR. ESECUTIVO		
DES.	**CARTA USO DEL SUOLO - SCALA 1:50000**		