



## 1. PREMESSA

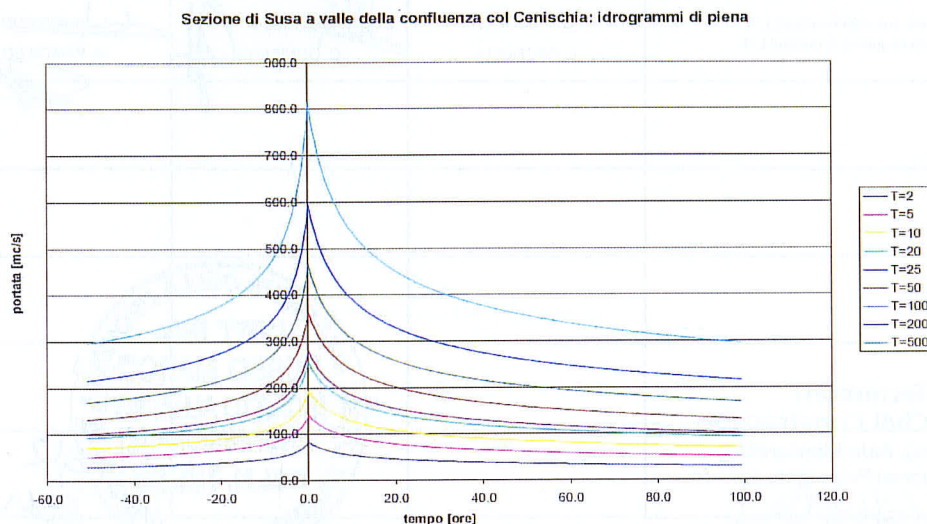
La presente relazione, a partire dai significativi risultati relativi all'analisi idraulica mono e bidimensionale del tratto di Dora Riparia compreso tra la traversa Coldimosso in Susa ed il concentrico di Bussoleno intende approfondire la definizione della compatibilità idraulica dell'intervento dal punto di vista del trasporto solido e della stabilità delle opere connessa con la dinamica del corso d'acqua.

Conseguentemente verrà analizzata la Dora sia per quanto attiene alla capacità di trasporto solido con l'obiettivo di determinare quanto sia stabile il letto fluviale ed in seconda battuta, ma non meno importante, verificare che le opere di protezione degli attraversamenti non siano soggette ad erosioni o scalzamenti.

## 2. DATI A DISPOSIZIONE

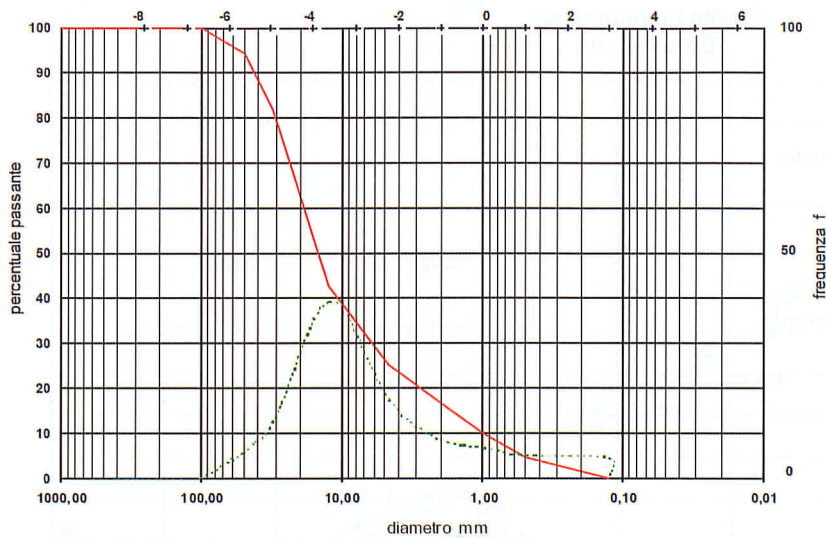
Lo studio di cui alla premessa presenta non pochi elementi di complessità, cui non sarebbe possibile fare fronte senza elementi conoscitivi pregressi sul territorio analizzato; in particolare è possibile fare riferimento allo STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FIUME DORA RIPARIA NEL TRATTO DA OULX ALLA CONFLUENZA IN PO (Autorità di Bacino del Fiume Po). Lo studio in oggetto, oltre ad una estesa analisi idrologica delle aree interessate, ha definito gli idrogrammi di piena su varie sezioni di riferimento, ha analizzato il corso d'acqua con la definizione di curve granulometriche valide per tratti o per tipologie di sezione, ha infine definito un modello complessivo della Dora indicando, per tratti, ove vi sia da attendersi sovralluvionamento o erosione. Il presente lavoro parte pertanto dai risultati di tale studio, approfondendo localmente l'analisi.

In conclusione per lo studio del trasporto solido sono disponibili i seguenti dati salienti:



Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità - Idrogrammi di piena





Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità curva granulometrica adottata

Caratteristiche medie delle sezioni:

denominazione curva granulometrica 90 g D 50 =13 mm

Classe granulometrica prevalente: Ghiaia sabbiosa con rari ciottoli

Alveo monocursale

Inoltre si è analizzata Elaborato 3.2.3./1/1R: dello Studio di fattibilità che riporta una analisi complessiva della stabilità dell'alveo della Dora ed in particolare indica, per il tratto in esame, da valle confluenza Cenischia sino al concentrico di Bussoleno, una generale tendenza al sovralluvionamento, sia a causa del rilevante contributo solido dei rii di versante sia a causa della progressiva riduzione della pendenza media del corso d'acqua connessa con la progressiva apertura della valle.

Il significativo profilo di fondo risulta riportato nel seguito

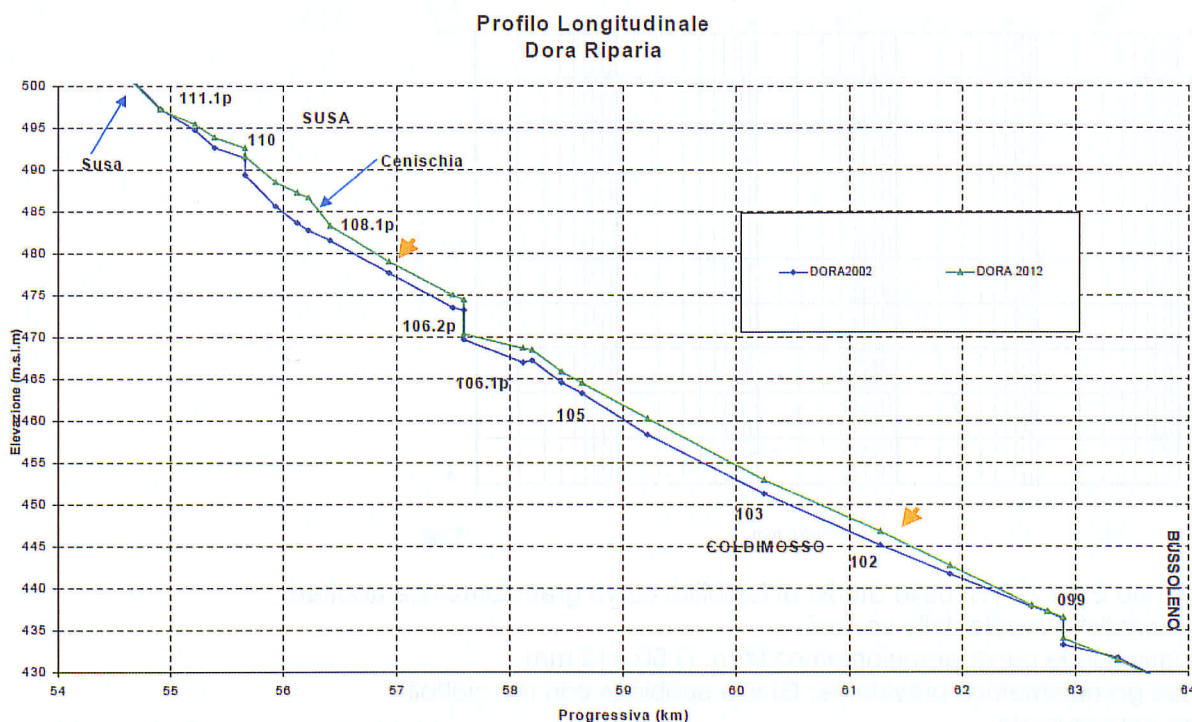


Fig 7b Profilo longitudinale attuale e previsione del modello a medio termine

Il profilo è accompagnato dalla seguente tabella riassuntiva

Sezione	Progressiva	Livello fondo iniziale	Livello fondo finale	Delta	Massa solida transitata (per anno)	Capacità max di trasporto
	[km]	[m s.l.m.]	[m. s.l.m]	[m]	[t]	[kg/s]
Susa - Torino						
111-1p	54.91	497.28	497.21	-0.072	84535	95.4
107	57.49	473.49	474.98	1.494	64711	29.2
103	60.240	451.27	452.92	1.653	44087	29.2
100	62.61	437.77	437.94	0.165	25740	13.3
094	65.67	419.54	418.65	-0.894	30943	34.5
088	70.07	396.36	396.09	-0.266	17727	13.3
084	72.69	385.35	384.17	-1.177	42134	29.2

In conclusione nel tratto compreso tra le sezioni PAI da 106 a 98 che sono i limiti scelti per le analisi idrauliche connesse all'intervento sono prevedibili innalzamenti delle quote di fondo sino anche a circa 1,5 m.

### 3. FINALITA' DELL'ANALISI

Lo studio in dettaglio delle sistemazioni dal punto di vista dei potenziali scalzamenti e della stabilità delle opere comporta alcune considerazioni qualitative. Circa 1 km a monte del ponte di Susa Infatti si ha la confluenza del T. Cenischia Caratterizzato da un notevole apporto solido. Per contro circa 2,5 km a monte del ponte di Susa è presente la diga delle Gorge di Susa che necessariamente determina una notevole riduzione di apporto solido almeno durante gli eventi di piena. Qualitativamente in evento di piena si ritiene che i due fenomeni si compensino in quanto il maggior trasporto del Cenischia è caricato da un flusso di acqua più rilevante quantitativamente ma meno torrentizio a valle della confluenza.



Le formulazioni per il calcolo del trasporto solido indicano in generale una concentrazione solida, in volume, dei sedimenti nel tratto analizzato generalmente in condizioni di colmo di piena inferiore al 5%.

Conseguentemente non vi sono innalzamenti diretti dei livelli dovuti ad un aumento della portata a causa del trasporto solido, il problema è piuttosto di natura morfologica, ovvero una potenziale progressiva evoluzione dell'alveo con innalzamento o abbassamento del fondo che, nel tempo, può determinare alternativamente o la riduzione della sezione utile o lo scalzamento ed erosione degli eventuali punti deboli delle protezioni.

Fondamentale risulta quindi determinare se vi sono condizioni "medie" di erosione o deposito nei tratti analizzati, ed in particolare localmente in prossimità delle opere che interessano direttamente l'alveo.

#### 4. DEFINIZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO

La valutazione del trasporto solido per un corso d'acqua naturale presenta numerosi fattori di incertezza, generalmente connessi con l'indeterminazione dei dati e dei parametri ed anche con la forte dispersione dei risultati che si ottiene utilizzando differenti formule. Le pendenze in gioco e la dinamica torrentizia non sono trascurabili e questo porta ad un'ulteriore esclusione di alcune formule di trasporto solido nate più in ambito "fluviale", ovvero di quelle formule dove la legge di incipiente movimento che sempre accompagna la formula stessa sia definita per pendenza trascurabile.

Le precedenti considerazioni portano a dire che i valori nel seguito calcolati hanno valore indicativo e che i risultati vanno interpretati più per confronto che non in termini assoluti.

Una possibile formulazione scelta per effettuare successive valutazioni in merito al trasporto solido è la seguente:

- **Schoklitsch (1962)**

che assume la forma:

$$q_s = \frac{2.5}{\rho_s / \rho} i^{1.5} (q - q_c)$$

Dove:

$q_s$  portata solida unitaria considerato B la larghezza dell'alveo attivo ( $m^2/s$ )

$q_c$  portata solida unitaria critica di inizio trasporto considerata B (m) la larghezza dell'alveo attivo ( $m^2/s$ )

$\rho_s$  densità dei sedimenti (2600 kg/mc) (per tutte le prove)

$\rho$  densità acqua (1000 kg/mc). (per tutte le prove)

i ed S pendenza della linea di energia (consigliata rispetto alla pendenza di fondo per condizioni di moto non uniforme – D'Agostino 2006).

$$\text{Con } q_c = 0.26 \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right)^{5/3} \frac{D_{40}^{1.5}}{S^{7/6}}$$

Con riferimento ai tratti contigui ai due attraversamenti di Susa e di Bussoleno la precedente formulazione è applicabile sia a monte sia a valle degli attraversamenti "per tratti" significativi. Si ha:

dati comuni a tutte le sezioni:

d40 (mm) (Dal PAI)	densità dei sedimenti (kg/mc)	densità acqua (kg/mc)	Q max piena di ipotesi (tr 200 anni-mc/s)
10	2600	1000	580

sezione	cadente media nel tratto (m/m)	B larghezza media alveo attivo in piena (m)	Q max piena (mc/s/m)	Qc inizio trasporto (m <sup>2</sup> /s)	qs (m <sup>2</sup> /s)	QS (m <sup>3</sup> /s) istantanea al colmo
monte ponte Susa	0.0053	49	11.84	0.26	0.004296	0.21
Valle ponte Susa	0.0058	53	10.94	0.231	0.00455	0.24
monte ponte Bussoleno	0.00311	50	11.60	0.48	0.001855	0.09
Valle ponte Bussoleno	0.0083	55	10.55	0.152	0.007557	0.42

le grandezze idrauliche sono desunte in questo caso dalle simulazioni 1d in quanto risulta più semplice operativamente mediare i risultati sul tratto inoltre si verifica che effettivamente la dinamica analizzata è largamente monodimensionale perlomeno nel tratto di indagine.

Utilizzando anche le sezioni interpolate i tratti indagati risultano: per tratto a monte ponte Susa è compreso tra le sezioni 330 e 320 escludendo le perturbazioni locali create dalla traversa Coldimosso. Il tratto indagato come tratto a valle ponte Susa risulta quello compreso tra le sezioni 230 e 210 escludendo le perturbazioni locali create dalla traversa irrigua. Per quanto riguarda Bussoleno a monte il tratto è definito tra le sezioni 120 e 110 che risentono relativamente meno del rigurgito del ponte attuale, a valle si ritengono significative le sezioni dalla 90 alla 89.6(int).

Una seconda formulazione applicabile è

- **Smart & Jaeggy (1983)**

$$q_s = 4 \left( \frac{D_{90}}{D_{30}} \right)^{0.2} \frac{1}{\frac{\rho_s}{\rho} - 1} q S^{1.6} \left( 1 - \frac{\tau_c}{\tau} \right)$$

Con S la cadente e R raggio idraulico

$\tau = 9810 \times R \times S$  (N/m<sup>2</sup>); sforzo tangenziale medio

$\tau_c \approx 1000 D_{50}$  (N/m<sup>2</sup>); sforzo tangenziale critico

La precedente formulazione nella forma proposta ha il pregio di essere adattate il più possibile a corsi d'acqua torrentizi e tiene in considerazione vari diametri del sedimento.

dati comuni a tutte le sezioni:



d30 (mm)	d40 (mm)	d50 (mm)	d90 (mm)	densità dei sedimenti (kg/mc)	densità acqua (kg/mc)	Q max piena di ipotesi (tr 200 anni-mc/s)
6	10	15	40	2600	1000	580

Fatti salvi i medesimi dati della formulazione di Schoklitsch per quanto attiene alla cadente, alla geometria dell'alveo ed alla portata specifica si ha:

sezione	Raggio idraulico	Sforzo tang. Medio (N/mq)	Sforzo tang. Critico-secondo Shield (N/mq)	qs (m <sup>2</sup> /s)	QS (m <sup>3</sup> /s) istantanea al colmo
monte ponte Susa	3.54	151.1	11.69	0.006646	0.33
Valle ponte Susa	2.62	146.5	11.66	0.009446	0.50
monte ponte Bussoleno	2.74	83.6	11.71	0.003548	0.18
Valle ponte Bussoleno	2.36	191.8	11.62	0.01695	0.93

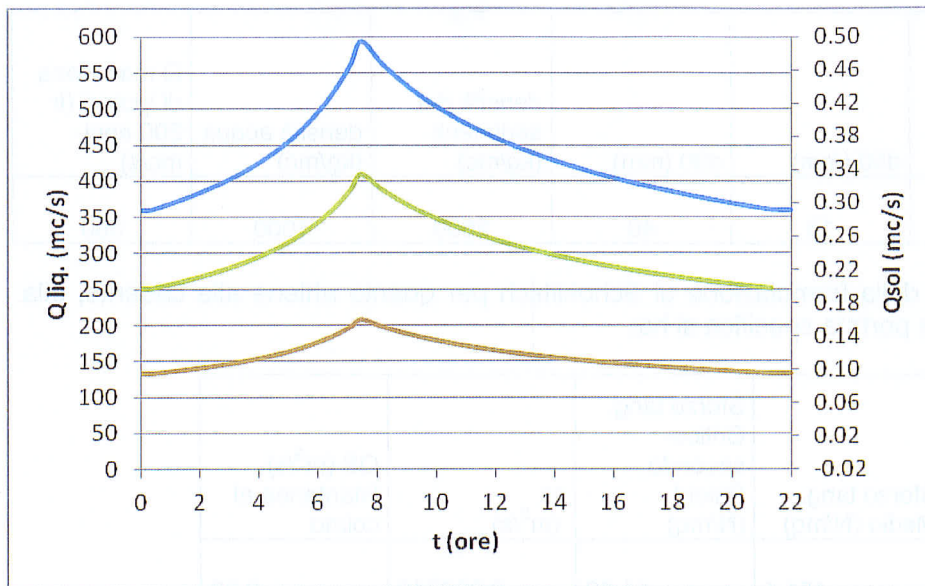
Per la definizione del raggio idraulico si sono definite delle leggi paraboliche che restituiscono il raggio idraulico in funzione della portata.

Dall'analisi comparativa dei risultati si osserva che questi sono generalmente piuttosto vari ma le differenze evidenziano una tendenza comune ad entrambe le formulazioni ovvero che sia per Susa che per Bussoleno la capacità potenziale di trasporto solido è mediamente maggiore per i tratti analizzati a valle degli attraversamenti in progetto rispetto alle condizioni di monte.

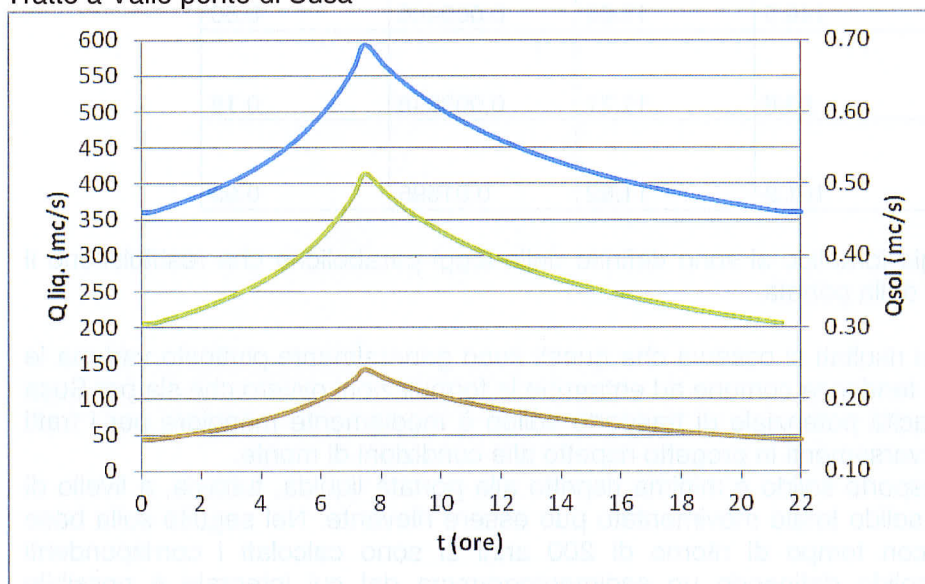
L'entità volumetrica del trasporto solido è minima rispetto alla portata liquida, tuttavia, a livello di evento di piena, il volume solido totale movimentato può essere rilevante. Nel seguito sulla base dell'idrogramma del PAI con tempo di ritorno di 200 anni si sono calcolati i corrispondenti andamenti del trasporto solido definendo un sedimentogramma dal cui integrale è possibile ricavare il volume totale movimentabile da un certo tratto a scala di evento. Con riferimento alla seguente legenda si ha:

Blu Q liq , verde Q sol Smart Jaeggy, marrone chiaro Q sol Schoklitsch

Tratto a monte ponte di Susa

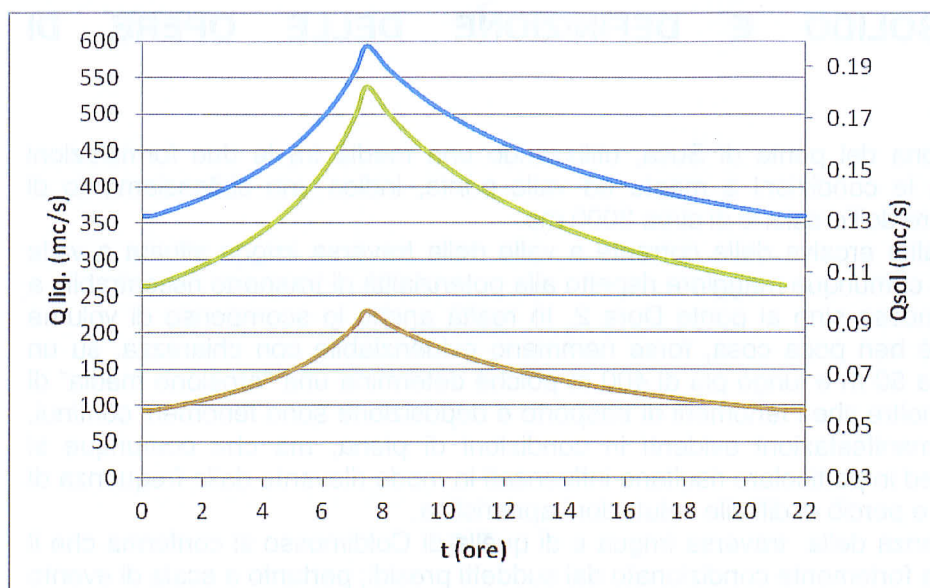


Tratto a Valle ponte di Susa

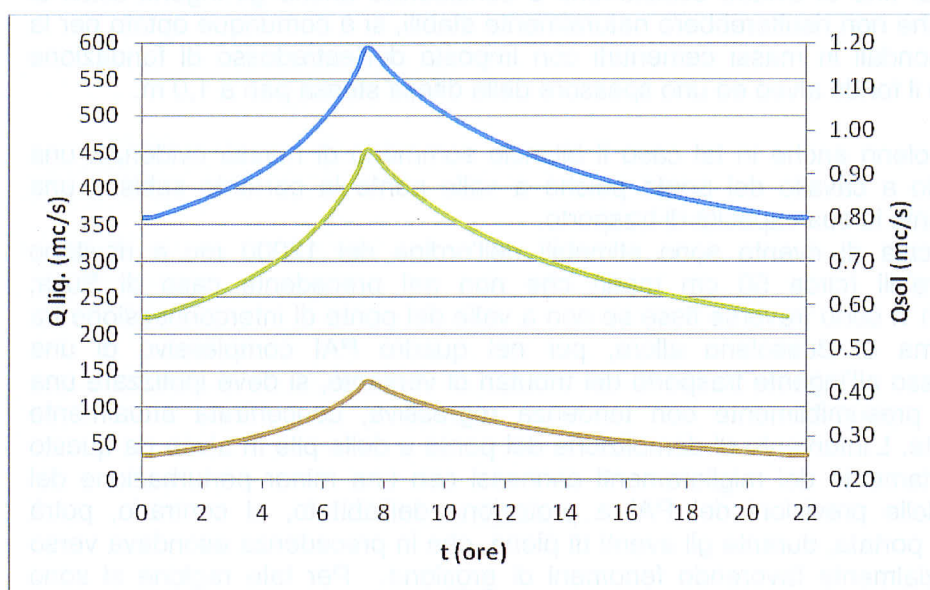


Tratto a monte ponte di Bussoleno





Tratto a Valle ponte di Bussoleno



Il volume totale in mc movimentabile a scala di evento risulta il seguente:

formulazione	Susa monte ponte	Susa valle ponte	Bussoleno monte ponte	Bussoleno valle ponte
Schoklitsch	3670	5549	2176	9845
Smart Jaegy	7644	11767	4101	22047

A prescindere dai valori assoluti calcolati, i cui forti scostamenti evidenziano anche le incertezze connesse con le numerose variabili in gioco, la verifica effettuata evidenzia come in tutti i casi a valle sono presenti condizioni di moto che favoriscono la rimozione del materiale eventualmente proveniente da monte, e che pertanto non risulta attesa una deposizione significativa in prossimità delle nuove opere; tale valutazione teorica dovrà comunque essere attentamente verificata nel corso degli anni, con un adeguato piano di monitoraggio e manutenzione.



## **5. TRASPORTO SOLIDO E DEFINIZIONE DELLE OPERE DI PROTEZIONE**

Per quanto riguarda la zona del ponte di Susa, utilizzando una media tra le due formulazioni adottate, la differenza tra le condizioni a monte ed valle ponte, indica uno sbilanciamento di potenziale trasporto a favore dell'erosione di circa 3000 mc.

Questo poiché la potenzialità erosiva della corrente a valle della traversa irrigua situata a valle dell'attuale ponte Dora 1 è comunque maggiore rispetto alla potenzialità di trasporto riscontrabile a valle della traversa Coldimosso sino al ponte Dora 2. In realtà anche lo scompenso di volume complessivo di 3000 mc è ben poca cosa, forse nemmeno evidenziabile con chiarezza, su un tratto largo comunque circa 50 m e lungo più di 400 m poiché determina una "erosione media" di circa 15 cm. Si consideri inoltre che i fenomeni di trasporto e deposizione sono fenomeni continui, che a volte presentano manifestazioni evidenti in condizioni di piena, ma che comunque si esplicano continuamente, ed in particolare risultano influenzati in modo rilevante dalla frequenza di morbide o piene ordinarie, e perciò di difficile valutazioni aprioristica.

Considerata infine la presenza della traversa irrigua e di quella di Coldimosso si conferma che il profilo di fondo alveo risulta fortemente condizionato dai suddetti presidi; pertanto a scala di evento pur potendosi attendere erosioni si configura una condizione di alveo stabile a condizione che la traversa irrigua a valle ponte Dora 1 sia mantenuta in efficienza alle attuali quote.

In conclusione per Susa al fine di evitare scalzamenti e considerato anche gli ingenti scavi di riprofilatura delle sponde che non risulterebbero naturalmente stabili, si è comunque optato per la realizzazione di difese spondali in massi cementati con imposta dell'estradosso di fondazione profondo almeno 1 m sotto il fondo alveo ed uno spessore della difesa stessa pari a 1,0 m.

Per quanto riguarda Bussoleno anche in tal caso il bilancio sommario di massa evidenzia una tendenza erosiva nel tratto a cavallo del ponte poiché a valle ponte la corrente subisce una accelerazione che incrementa la sua capacità di trasporto.

Le volumetrie erose a scala di evento sono stimabili nell'ordine dei 12000 mc e risultano certamente meno trascurabili (circa 50 cm medi) che non nel precedente caso di Susa; considerato inoltre che non vi sono traverse fisse se non a valle del ponte di interconnessione tra SS24 e SS25 poco prima di Bussoleno allora, pur nel quadro PAI complessivo di una sovralluvionamento connesso all'ingente trasporto dei tributari di versante, si deve ipotizzare una locale tendenza erosiva, presumibilmente con tendenza regressiva, concentrata attualmente soprattutto a valle del ponte. L'intervento di demolizione del ponte e delle pile in alveo da questo punto di vista porterà certamente dei miglioramenti connessi con una minor perturbazione del flusso; la realizzazione delle previsioni del PAI a protezione dell'abitato, al contrario, potrà concentrare una maggiore portata, durante gli eventi di piena, che in precedenza esondava verso la sponda sinistra, potenzialmente favorendo fenomeni di erosione. Per tale ragione si sono prolungate ed approfondite le difese in cassero sino a valle del ponte con una imposta dell'estradosso di fondazione profondo almeno 1 m sotto il fondo alveo ed uno spessore della difesa stessa pari a 1,5 m.

In conclusione la tipologia di intervento adottata consentirà di evitare che erosioni e scalzamenti possano raggiungere o danneggiare le opere di attraversamento in progetto.

Sulla base delle precedenti considerazioni e in rapporto alle opere di protezione previste, si ritiene che verifiche a scalzamento ottenibili con le classiche formule di calcolo in questo caso non sono necessarie poiché per i nuovi ponti non sono previsti pile in alveo; inoltre le spalle non perturbano direttamente la corrente.

## **6. VALUTAZIONE DELLO SCALZAMENTO**

La successiva valutazione viene effettuata per i setti dei fornicci e le fondazioni delle scogliere in massi cementati che risultano elementi rigidi direttamente interessabili dalla corrente o comunque posizionati in presenza di fondo mobile.



## 6.1 SETTI

La presente riguarda la valutazione dello scalzamento per le pile in alveo valutato secondo quanto riportato nella direttiva 4 dell'Autorità di Bacino.

Rapide variazioni di intensità e distribuzione delle velocità di una corrente liquida possono provocare fenomeni di erosione localizzata, soprattutto se l'alveo è composto da materiale incoerente.

La presenza di un manufatto in alveo causa, come è noto, un aumento della velocità in corrispondenza dell'opera stessa, resa manifesta dall'addensamento delle linee di corrente.

Assunto come riferimento un manufatto di forma generica, la profondità di scavo  $d_s$  può essere descritta (Breusers) come funzione delle seguenti variabili:

$$\frac{d_s}{s} = f\left\{\frac{v_o}{v_c}, \frac{y_o}{s}, \text{forma}, \alpha\right\},$$

essendo:

$d_s$  = la profondità di scavo misurata a partire dal fondo del terreno indisturbato;

$s$  = la larghezza caratteristica dell'ostacolo che crea lo scavo ;

$v_o$  = la velocità media della corrente indisturbata;

$v_c$  = velocità critica di trascinamento, intesa come velocità media della corrente alla quale inizia il movimento del materiale del fondo d'assegnato diametro  $d$ ;

$d$  = la dimensione del materiale;

$\alpha$  = l'angolo che la corrente indisturbata forma con il manufatto.

Per le applicazioni tecniche viene di solito utilizzata la seguente formula sperimentale, in cui le variabili hanno il significato sopra descritto:

$$\frac{d_s}{s} = f_1\left(\frac{v_o}{v_c}\right) \cdot \left[2 \tanh\left(\frac{y_o}{s}\right)\right] \cdot f_2(\text{forma}) \cdot f_3\left(\alpha, \frac{l}{s}\right),$$

nella quale i parametri  $f_1$ ,  $f_2$  ed  $f_3$  variano in funzione rispettivamente della velocità della corrente, della geometria del problema e delle caratteristiche del materiale in alveo; in letteratura sono forniti i loro valori.

Si adotta normalmente  $d = d_{50}$ ; la velocità critica  $v_c$  si può ottenere dalla:

$$v_c = 0,85\sqrt{2gd(\gamma_s - \gamma) / \gamma}$$

ove si è indicato con  $\gamma_s$  il peso specifico del materiale di fondo e con  $\gamma$  quello dell'acqua.

Nel caso in esame si intende verificare il setto di separazione dei due forni presenti in sinistra nuovo ponte di Susa che di fatto sono l'unico manufatto che potrebbe comportarsi come pila.

Sostituendo nel caso specifico i valori dei parametri si ottiene:

$d = 0,015 \text{ m}$

$\gamma_s = 26.000 \text{ N/m}^3$

$\gamma = 10.000 \text{ N/m}^3$

$v_c = 0,58 \text{ m/s}$

$v_o = 4 \text{ m/s}$  (velocità massima)

$$\frac{v_o}{v_c}$$

dal rapporto  $\frac{v_o}{v_c}$  si determina  $f_1 = 1$

$f_2 = 1$  in considerazione che non si tratta di una pila in alveo e che il manufatto di difesa è situato su sponda e quindi non in piena corrente.

$f_3 = 1$  (funzione della geometria del problema)

pertanto:

$ds/s = 1,92 \text{ m}$  e pertanto  $ds = 1.53 \text{ m}$

Pertanto si può concludere che rispetto alla quota dell'alveo che si viene a stabilire in prossimità del setto lo scalzamento massimo risulta minore rispetto alla profondità di fondazione della platea prevista 2 m sotto il piano attuale.

Infine la platea di protezione si sviluppa per almeno 10 m a valle del setto analizzato anche in corrispondenza della spalla sinistra del ponte; la distanza adottata è tale da ritenersi ragionevolmente dissipata la vorticità secondaria responsabile dello scalzamento.

## 6.2 SCOGLIERE

Il caso dello scalzamento delle scogliere normalmente viene verificato utilizzando considerazioni basate sulla stabilità dei massi costituenti la scogliera stessa; nel caso in esame trattandosi di massi cementati non vi sono elementi disgiunti tra loro la cui asportazione da parte della corrente possa costituire un fattore di instabilizzazione dell'intera scogliera. Il corpo della scogliera, pur essendo sagomato in modo da assecondare la corrente potrebbe, nel caso di forte erosione locale come avviene quando il flusso si porta in battuta, costituirsi come un elemento rigido sul fondo mobile che pertanto determina un effetto di scalzamento analogo a quello di una pila in alveo. In tal caso risulta tuttavia complicato determinare le dimensioni caratteristiche da adottare per la verifica dello scalzamento. Considerato il caso più sfavorito la dimensione dell'ostacolo potrebbe essere assunta pari a 0.8 m mentre la profondità della corrente potrebbe risultare fino a 4 m per la condizione di piena ed una velocità contro sponda sino a 4-5 m/s. applicando la formulazione di Breusers a parità di altri fattori lo scalzamento risulterebbe pari a 1.6 m rispetto alla quota di fondo alveo naturale. Considerata la geometria di posa, che prevede in entrambi i casi che l'estradosso della fondazione sia posto a -1.00 m rispetto al fondo alveo naturale e che lo spessore della fondazione sia sempre maggiore di 1.00 m (1.00 m a Susa, 1.50 m a Bussoleno), tali spessori risultano sufficienti per garantire che il flusso nelle condizioni più critiche non giunga ad erodere al di sotto della fondazione.

Nel caso di Susa si ha:

fattori che contribuiscono allo scavo	geometria
erosione media dell'alveo (vedi par. 5) 0.15 m	Distanza estradosso fondazione dal fondo alveo 1 m
scalzamento 1.6 m	Spessore scogliera al piede 1

In conclusione si ha  $2-1.75=0.25$  m distanza media verticale tra lo scavo potenziale di scalzamento ed il piano di fondazione della scogliera in massi cementati

Nel caso di Bussoleno si ha:

fattori che contribuiscono allo scavo	geometria
erosione media dell'alveo (vedi par. 5) 0.5 m	Distanza estradosso fondazione dal fondo alveo 1 m
scalzamento 1.6 m	Spessore scogliera al piede 1.5

In conclusione si ha  $2.5-2.1=0.4$  m distanza media verticale tra lo scavo potenziale di scalzamento ed il piano di fondazione della scogliera in massi cementati.

Tenuto conto che le precedenti valutazioni sono effettuate nelle condizioni più cautelative, e che prevedono contemporaneità del massimo abbassamento del fondo alveo e del fenomeno erosivo al piede, si ritiene che le opere di protezione siano correttamente dimensionate.



## **7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

In definitiva le considerazioni e le valutazioni precedenti evidenziano come le opere da un lato non comportino influenze rilevanti rispetto alle dinamiche in atto e che risultano adeguatamente dimensionate rispetto ai fenomeni attesi.

Tenuto tuttavia conto della difficoltà di prevedere il comportamento morfodinamico del corso d'acqua, soggetto a variabili connesse con la frequenza e l'entità dei fenomeni (ad esempio prolungati periodi senza piene significative comportano modifiche del letto molto diverse da un susseguirsi regolare di morbide), è indispensabile che sia posto in atto un piano di monitoraggio e verifica delle sezioni d'alveo, in particolare in prossimità degli attraversamenti, che comporti la segnalazione di necessità di interventi di rimozione di eventuali depositi in eccesso a monte degli stessi, o di interventi localizzati di ricalibratura in caso di instaurarsi di erosioni localizzate, situazioni che come evidenziato anche nelle precedenti analisi, non sono aprioristicamente evitabili, ma neppure prevedibili.

Risulta pertanto più conveniente, a seguito delle analisi di dettaglio condotte, prevedere eventuali e periodici interventi manutentivi piuttosto che ricorrere a costosi interventi (quali ad esempio il plateamento di tratti d'alveo), la cui efficacia appare tra l'altro dubbia.

