

REGIONE ABRUZZO

COMUNE DI PESCARA



"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA" (CUP D24B16000260001)
"COMPLETAMENTO DEI NUOVI MOLI GUARDIANI" (CUP D21C18000210001)
FASE A: REALIZZAZIONE DEL MOLO NORD

FASE B: INTERVENTI DI DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE (CUP J24E21001210006)

FASE C: INTERVENTI DI COMPLETAMENTO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Titolo elaborato : INTERFERENZA TRA L'ALVEO FLUVIALE E IL PONTE SUL
MARE: VERIFICA IDRAULICA DELLE CONDIZIONI DI
DEFLUSSO PER SOLUZIONI ALTERNATIVE

Progettazione:

Dott. Ing. Giuseppe Nicola BERNABEO
Dott. Geol. Mattia IPPOLITO
Dott. Arch. Lorenzo DI GIROLAMO

Supporto alla progettazione:

AGiS Ingegneria

Via Sabotino, 46
00195 ROMA

MODIM

Via Monte Zebio 40
00195 ROMA

Studi specialistici Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO
Prof. Ing. Marcello DI RISIO (UNIVAQ – UNIVERSITÀ DELL'AQUILA)

Responsabile Unico Del Procedimento:

Dott. Ing. Tommaso IMPICCIATORE

Scala:

Dimensioni foglio:

Elaborato:

MC-24-214-A

Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Controllato:	Validato:
Maggio 2024	0	EMISSIONE			



INTERVENTO MASTERPLAN ABRUZZO

“DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA” (PSRA/07)

**INTERFERENZA TRA L’ALVEO FLUVIALE E IL
PONTE SUL MARE:
VERIFICA IDRAULICA DELLE CONDIZIONI DI
DEFLUSSO PER SOLUZIONI ALTERNATIVE**

Roma, novembre 2017

Prof. Ing. Paolo De Girolamo



INDICE

1. Premesse, obiettivi, dati di base metodologia di lavoro e sintesi dei risultati	3
1.1. <i>Premesse</i>	3
1.2. <i>Motivazioni e obiettivi del lavoro</i>	3
1.3. <i>Configurazioni alternative oggetto dello studio</i>	5
1.4. <i>Studi idrologici e idraulici di riferimento</i>	7
1.5. <i>Dati di base</i>	8
1.6. <i>Metodologia di lavoro</i>	8
1.7. <i>Sintesi dei risultati e conclusioni</i>	10
2. Studio idrologico	12
2.1. <i>Bacino idrografico</i>	12
2.2. <i>Definizione delle portate</i>	14
2.2.1. <i>Regime Ordinario delle portate</i>	14
2.2.2. <i>Portate al colmo degli eventi di piena</i>	16
2.2.3. <i>Idrogramma di piena</i>	17
2.2.4. <i>Scelta delle portate di progetto</i>	21
2.3. <i>Trasporto solido</i>	23
3. Studio idraulico.....	24
3.1. <i>Studio di Compatibilità idraulica</i>	24
3.2. <i>Verifiche idrauliche</i>	29
3.2.1. <i>Condizioni al contorno e metodologia di calcolo</i>	30
3.3. <i>Analisi dei risultati</i>	35
4. Conclusioni.....	49
5. Allegato – OUTPUT GRAFICO – MODELLO HEC-RAS	50
5.1. <i>Configurazione di PRP</i>	51
5.1. <i>Configurazione sol.A</i>	59
5.1. <i>Configurazione Sol.B</i>	67
5.1. <i>Configurazione Sol.C</i>	75

1. PREMESSE, OBIETTIVI, DATI DI BASE METODOLOGIA DI LAVORO E SINTESI DEI RISULTATI

1.1. PREMESSE

Con riferimento all'Intervento Masterplan Abruzzo "Deviazione del porto canale di Pescara" l'Azienda Regionale Attività Produttive (ARAP) della Regione Abruzzo, con lettera di trasmissione prot. n. 1030 del 3/4/2017, ha dato incarico al Prof. Ing. Paolo De Girolamo di redigere una serie di analisi e studi - definiti in dettaglio nell'offerta del professionista del 27/03/2017 protocollata dall'ARAP al n. 932 - a supporto delle attività di progettazione inerenti le opere necessarie per la deviazione del tratto terminale del fiume Pescara, secondo quanto previsto dal nuovo Piano Regolatore del Porto di Pescara (PRP 2008) approvato dalla Giunta Regionale in data 25/10/2016.

Nell'ambito della presente relazione si esamina l'interferenza tra l'alveo fluviale del fiume Pescara e il Ponte del Mare eseguendo la verifica idraulica delle condizioni di deflusso per tre soluzioni alternative elaborate dall'ARAP.

1.2. MOTIVAZIONI E OBIETTIVI DEL LAVORO

L'ARAP nel redigere il Progetto Preliminare relativo alla "Deviazione del porto canale di Pescara (PSRA/07)" si è posta il problema di analizzare le possibili interferenze tra il nuovo tracciato del fiume Pescara e le opere esistenti. Una possibile interferenza è costituita dal ponte ciclo-pedonale denominato "Ponte del Mare" che collega le sponde Est ed Ovest del fiume Pescara in prossimità della sua foce. La realizzazione del Ponte è avvenuta nel 2009, con progetto esecutivo redatto dall'impresa affidataria nel marzo 2008, ovvero in concomitanza con la presentazione del Piano Regolatore Portuale 2008 (nel seguito indicato PRP 2008). Nel progetto esecutivo del Ponte non vi è alcun riferimento al nuovo tracciato fluviale previsto dal PRP 2008, mentre nel PRP 2008 il ponte ciclo-pedonale è riportato.

Nella Figura 1.1 è rappresentato l'attuale tracciato fluviale e la posizione del Ponte del Mare.

Il nuovo tracciato fluviale previsto dal PRP 2008 riportato in Figura 1.2, prevede che il fiume continui a passare tra le due spalle del ponte anche se in corrispondenza dell'intersezione tra il tracciato del ponte e il nuovo tracciato fluviale si realizza la curva che consente al fiume di deviare verso Ovest.



Figura 1.1 - Attuale tracciato del Fiume Pescara

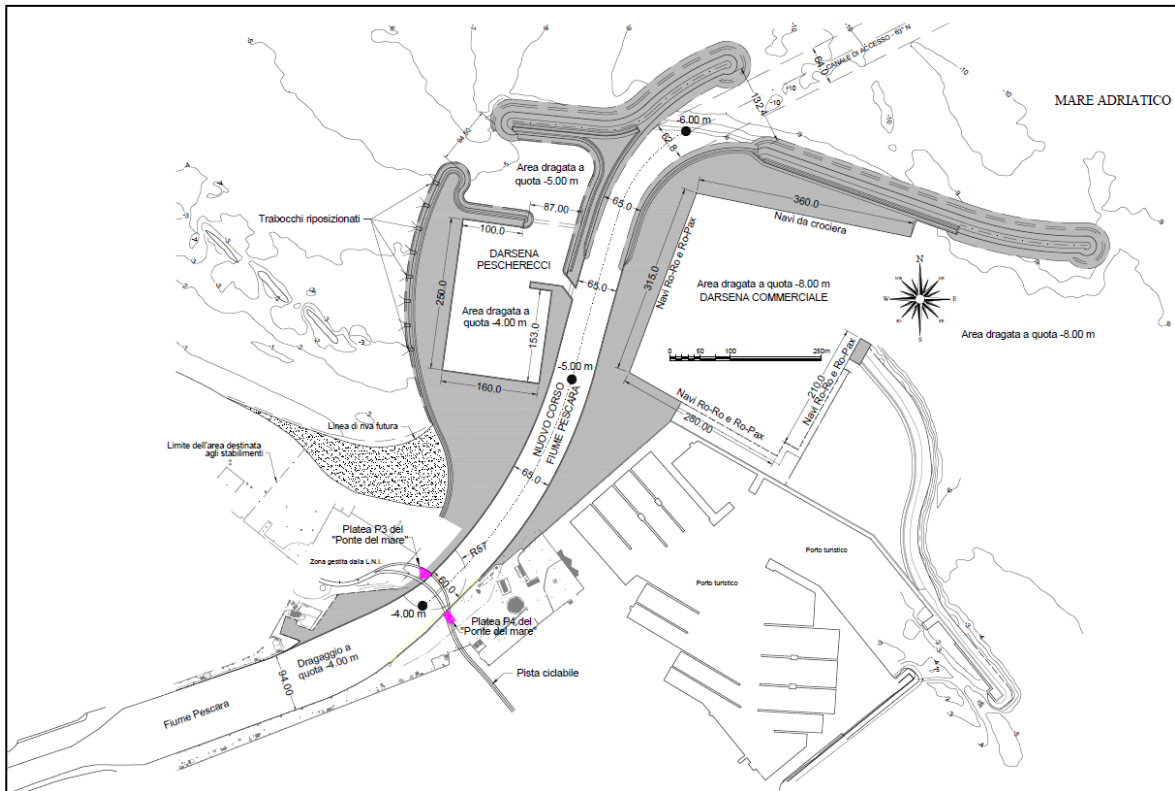


Figura 1.2 - Nuovo tracciato fluviale previsto dal PRP 2008

La larghezza utile per il deflusso delle acque del nuovo tracciato fluviale prevista dal PRP 2008 in corrispondenza dell'intersezione con l'asse longitudinale del ponte risulta di circa 60,0 m, ovvero maggiore rispetto a quella attuale (pari a circa 44,0 m) di circa 16,0 m.

La variazione planimetrica del fiume accompagnata dal previsto allargamento dell'alveo fluviale costituisce una possibile interferenza con le fondazioni del ponte, di cui come detto, il progetto esecutivo del ponte non sembra averne tenuto conto. Di conseguenza l'ARAP ha ritenuto opportuno affrontare questa problematica analizzando la possibile interferenza tra il nuovo tracciato fluviale e le fondazioni del ponte.

Per analizzare il problema l'ARAP ha deciso di indagare in primo luogo se è possibile limitare l'allargamento dell'asta fluviale nella zona di intersezione con il ponte modificando il tracciato fluviale previsto dal PRP 2008. Sostanzialmente quindi l'ARAP si è posta il problema di analizzare dal punto di vista idraulico la compatibilità di un nuovo tracciato fluviale rivolto a contenere il più possibile l'interferenza con le fondazioni del ponte limitando la larghezza dell'alveo fluviale nella zona di intersezione tra il fiume e il ponte.

In questo contesto l'ARAP ha individuato tre soluzioni alternative per il tracciato fluviale e ha richiesto allo scrivente di eseguire uno studio di compatibilità idraulica delle tre soluzioni individuate. Tale studio è descritto nel presente documento.

1.3. CONFIGURAZIONI ALTERNATIVE OGGETTO DELLO STUDIO

Per individuare le configurazioni alternative dell'alveo fluviale da analizzare, L'ARAP ha acquisito dal Comune di Pescara i disegni tecnici relativi alla perizia di variante e agli atti contabili dell'appalto per la costruzione del "Ponte del Mare" ed ha fatto eseguire nel mese di aprile 2017 un rilievo topografico di dettaglio relativo alla posizione della platea di fondazione del ponte posta in sponda sinistra fluviale denominata P3 (vedi Figura 2) nella citata perizia di variante. Il rilievo topografico dell'ARAP non ha riguardato la posizione della platea di fondazione del ponte denominata P4 posta in destra fluviale, pertanto per la sua posizione ha fatto riferimento ai disegni relativi alla citata perizia di variante.

Il rilievo ha mostrato che la distanza tra l'attuale sponda destra fluviale e la platea di fondazione P3 posta in sinistra fluviale è di circa 57,0 m, coerentemente con le previsioni del PRP che prevede anche l'arretramento del filo banchina nel lato destro fluviale di circa 2÷3 m ottenendo di conseguenza una larghezza complessiva di circa 60,0 m. Tuttavia tenendo conto della geometria

delle fondazioni dei piloni del ponte riportate dalla citata perizia di variante e dello spazio necessario per realizzare le opere del nuovo banchinamento fluviale, l'ARAP ha stimato una larghezza utile idraulica in corrispondenza dell'intersezione con il ponte non superiore a circa 55,0 m che risulta quindi di poco inferiore rispetto a quella prevista dal PRP. Pertanto l'ARAP ha deciso di eseguire una nuova verifica idraulica del deflusso fluviale in condizioni di piena riducendo la larghezza dell'alveo fluviale prevista dal PRP da 60,0 m a 55,0 m e mantenendo la stessa profondità di dragaggio dell'alveo di 4,0 m prevista in questa zona dal PRP 2008. Questa soluzione è stata denominata Sol_A. Dal punto di vista costruttivo in questa soluzione l'ARAP prevede di proteggere le platee di fondazione del ponte mediante la realizzazione di pali affiancati posti a ridosso delle platee di fondazione e con retrostante iniezione a bassa pressione di malta di cemento necessaria per evitare il sifonamento tra i pali del materiale fino.

In alternativa l'ARAP ha voluto indagare una ulteriore soluzione che prevede di non modificare in corrispondenza dell'intersezione tra il nuovo tracciato fluviale e l'asse longitudinale del ponte l'attuale larghezza del fiume. Quindi in questa soluzione, denominata Sol_B, la larghezza del fiume risulta quella attuale pari a circa 44,0 m. Per quanto riguarda la profondità del fiume l'ARAP in questa soluzione prevede di mantenere la stessa profondità di dragaggio prevista dal PRP 2008 pari a 4,0 m.

La terza soluzione individuata dall'ARAP, denominata Sol_C, presenta una larghezza dell'alveo coincidente con quella prevista dalla Sol_B (44,0 m) ma con una profondità di dragaggio maggiore di 1,0 m e quindi pari a -5,0 m s.l.m.

Oltre alle tre configurazioni alternative proposte dall'ARAP, le verifiche idrauliche eseguite nell'ambito del presente studio hanno riguardato anche la configurazione delle opere previste dal PRP 2008 che è stata utilizzata:

1. per confrontare i risultati ottenuti nei precedenti studi idraulici richiamati nel seguito;
2. per la "calibrazione" dei parametri idraulici da utilizzare per la valutazione delle tre soluzioni alternative dell'ARAP;
3. a titolo di confronto rispetto alle configurazioni alternative proposte.

1.4. STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI DI RIFERIMENTO

Per la redazione del presente lavoro sono stati presi come riferimento i seguenti studi idrologici e idraulici eseguiti nel passato che sono stati forniti dall'ARAP:

1. Regione Abruzzo: "Redazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)- Studio idrologico per la valutazione delle piene " (dicembre 2008);
2. Commissario liquidatore dell'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro: "Attività di approfondimento tecnico svolta nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara" (12 maggio 2015 prot. RA/125629 e 03 luglio 2015 prot. RA/177196);
3. DHI S.r.l.: "Verifica di compatibilità idraulica della proposta di P.R.P. della città di Pescara" (settembre 2015);
4. Beta Studio s.r.l.: "Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara" (27 giugno 2016).

Dal punto di vista normativo il PSDA per i bacini di rilievo regionale in cui rientra l'Aterno-Pescara è stato adottato con deliberazione di Giunta Regionale n. 1386 del 29.12.2004, pubblicata sul BURA n. 8 del 04.02.2005, e successivamente approvato con verbale di Consiglio Regionale n. 94/5 del 29.01.2008, pubblicato sul BURA n. 12 speciale del 0102.2008.

Il Comitato Tecnico dell'Autorità dei Bacini di rilievo regionale ha stabilito nella seduta del 05.09.2013, la necessità di effettuare "attività di approfondimento tecnico" in merito alle perimetrazioni del PSDA vigente a causa dell'inadeguatezza delle stesse nel tratto di foce del fiume Pescara. Tale inadeguatezza è emersa anche dal verbale della adunanza n. 56 del Consiglio Superiore dei LL.PP tenutasi il 10.12.2014.

Gli approfondimenti tecnici eseguiti, riportati nel documento richiamato al precedente punto 2, aggiornano le aree di pericolosità idraulica del fiume Pescara. Tali approfondimenti, che hanno riguardato anche la configurazione del fiume Pescara prevista dal PRP 2008 (deviazione del tratto terminale del fiume), sono stati adottati con deliberazione della Giunta Regionale n. 408 del 29.06.2016.

Lo studio condotto dal D.H.I. richiamato al precedente punto 3, è stato commissionato dal Comune di Pescara con Atto n. 54 del 31.07.2015, ed ha riguardato la verifica della compatibilità idraulica della proposta del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP 2008) della Città di Pescara.

Un ulteriore studio che ha riguardato anche la verifica delle condizioni di deflusso del fiume Pescara in presenza delle opere previste dal PRP 2008 (richiamato in precedenza al punto 4) è stato eseguito dalla Società Beta Studio su incarico conferito sempre dal Comune di Pescara in data 05.05.2016.

Senza entrare nel merito dei vari studi richiamati, si evidenzia in questa sede che tutti gli studi eseguiti hanno riconosciuto che la realizzazione delle opere di deviazione del fiume previste dal PRP 2008 determinano una importante riduzione delle attuali condizioni di rischio idraulico per la città di Pescara confermando di conseguenza la validità dello studio idraulico redatto a supporto del PRP 2008.

1.5. DATI DI BASE

I principali dati di base utilizzati per la redazione del presente studio sono costituiti:

- dalla configurazione del tratto finale del fiume secondo le previsioni del PRP 2008;
- dalle tre configurazioni alternative per la deviazione fluviale in precedenza descritte e indicate con Sol_A, Sol_B e Sol_C;
- dalle portate al colmo degli eventi di piena caratterizzati dai tempi di ritorno $T_r=50, 100$ e 200 anni in condizioni di varchi chiusi e con le vasche di laminazione operative. Le portate sono state tratte dal progetto definitivo "Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara" approvato con decreto del Commissario straordinario n.4 del 23/05/2017;
- dai rilievi topo-batimetrici del tratto terminale dell'asta fluviale eseguito dall'ARAP nei mesi di aprile e luglio 2017.

1.6. METODOLOGIA DI LAVORO

Le verifiche di deflusso e la determinazione dei profili di rigurgito sono state eseguite con il modello matematico HEC-RAS 5.0 (Hydrologic Engineering Center dello U.S.A.F.) considerato uno riferimento internazionale nel campo delle verifiche di idraulica fluviale. Il modello è in grado di simulare le condizioni di deflusso sulla base di dati di ingresso costituiti dai valori di portata e dalla geometria del corso d'acqua e di calcolare il profilo idrico in condizioni di moto permanente e moto vario sia in modalità monodimensionale che bidimensionale. Nelle simulazioni eseguite il modello è stato utilizzato nella modalità "classica", ossia in modalità monodimensionale ed in condizione di moto permanente.

Per la ricostruzione dei profili di rigurgito di tutti gli scenari sono state imposte le seguenti condizioni al contorno:

- a valle - il livello del mare (massimo livello di marea: +0.50 m s.l.m. - vedi studio metomarinario allegato al Progetto Preliminare dell'ARAP);
- a monte - moto uniforme della corrente idrica ($Q=\text{costante}$), assumendo che la pendenza della cadente piezometrica e del carico totale siano parallele al fondo.

Il tratto fluviale simulato con il modello numerico si estende per circa 2000,0 m e copre, partendo dalla nuova foce fluviale, tutta la zona dove dovrà essere realizzata la deviazione fluviale, l'attuale porto canale (zona di allargamento dell'alveo fluviale) fino raggiungere a monte una sezione posta a circa 350 dall'allargamento.

Le portate utilizzate costanti, imposte nella sezione di monte per la definizione dei profili di rigurgito, (ricavate dal progetto definitivo "Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara" approvato con decreto del Commissario straordinario n.4 del 23/05/2017 richiamato nel capitolo relativo allo studio idrologico), corrispondono a quelle massime che si verificheranno a Pescara quando le vasche di laminazione delle piene saranno operative e sono riferite ai tempi di ritorno $Tr=50, 100$ e 200 anni.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno sono state introdotte le seguenti due ulteriori ipotesi:

1. Porte chiuse in corrispondenza dei varchi di: Via Aterno (porta stagna già messa in opera) Via Orazio, del Museo delle Genti e del Ponte Villa Fabio;
2. Assenza di aree di esondazione all'interno dell'abitato di Pescara.

Per quanto riguarda la prima, "porte chiuse", è stata utilizzata la stessa ipotesi adottata nelle analisi condotte da Beta Studio nel 2016.

Per quanto riguarda la seconda ipotesi, "assenza di aree di esondazione", le sezioni idrauliche simulate dal modello numerico nella zona compresa tra la Capitaneria di Porto e le nuove opere in progetto per la deviazione del tratto terminale del fiume, dove i precedenti studi idraulici già citati hanno mostrato l'esondazione del fiume in corrispondenza degli eventi di piena, sono state chiuse lateralmente in modo artificiale allo scopo di contenere la portata fluviale all'interno dell'alveo. Le chiusure laterali artificiali introdotte nel modello numerico di fatto riproducono le opere che

dovranno essere progettate per scongiurare la possibilità che il fiume possa esondare all'interno della città di Pescara.

Queste due ipotesi devono essere considerate cautelative nei confronti dei parametri idraulici (livelli idrici e velocità della corrente fluviale) forniti dal modello di calcolo nella zona oggetto della deviazione fluviale.

1.7. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Le simulazioni eseguite hanno consentito di valutare per le tre portate esaminate e per ciascuna delle quattro configurazioni prese in esame, le caratteristiche della corrente idrica, l'andamento dei livelli e i relativi battenti di esondazione rispetto alle attuali quote di banchina e l'andamento della velocità media della corrente idrica lungo l'asta fluviale.

Nel tratto oggetto della deviazione fluviale la corrente idrica è sempre contenuta all'interno del nuovo alveo fluviale con un franco minimo di circa 1,0 m.

L'esondazione fluviale avviene, come già mostrato dai precedenti studi idraulici, nella zona che attualmente non presenta arginature, ovvero quella in cui l'alveo fluviale attuale si allarga e che risulta compresa tra la Capitaneria di Porto e l'inizio del tratto deviato del fiume dove verranno realizzate le nuove opere di arginatura e di risagomatura dell'alveo fluviale.

I risultati dello studio eseguito mostrano chiaramente che la conservazione della sezione idraulica attuale in corrispondenza del Ponte del Mare (Sol B), presenta delle sensibili criticità in quanto incrementa i livelli di monte e le velocità nella sezione ristretta. L'aumento delle velocità comporta una maggiore estensione della zona del canale che dovrà essere protetta per evitare fenomeni di scavo localizzati, mentre l'aumento dei livelli determina un incremento di quota dell'arginatura da prevedere per evitare l'esondazione del fiume nel tratto compreso tra la sede della Capitaneria di porto e il Ponte del Mare.

Relativamente alle soluzioni A e C, nei limiti delle simulazioni monodimensionali e a fondo fisso eseguite, non si riscontrano sostanziali variazioni rispetto alla configurazione di PRP 2008 sia in termini di velocità media che di livelli. Si ritiene comunque che dal punto vista tecnico-economico la Sol. A sia da preferire rispetto alla Sol. C per le seguenti ragioni:

1. dovrebbe risultare più economica perché a parità di volumi di escavo richiede una minore profondità delle opere di contenimento delle banchine;

2. tenendo conto delle limitazioni dello studio eseguito, si ritiene che in sede di ottimizzazione della soluzione progettuale consenta maggiori margini decisionali.

Si evidenzia comunque la necessità di procedere alla verifica dell'interferenza del nuovo assetto fluviale con le fondazioni dei piloni del Ponte dal punto di vista geotecnico per qualsiasi soluzione l'ARAP intenda perseguire, in quanto dai documenti progettuali relativi al Ponte del Mare tale interferenza non sembra essere stata presa in esame.

2. STUDIO IDROLOGICO

Le principali caratteristiche idrologiche del bacino del fiume Pescara sono state desunte dai precedenti studi forniti dall'ARAP e in particolare:

1. Regione Abruzzo:" Redazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)- Studio idrologico per la valutazione delle piene " (dicembre 2002);
2. Commissario liquidatore dell'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro: "Attività di approfondimento tecnico svolta nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara" (12 maggio 2015 prot. RA/125629 e 03 luglio 2015 prot. RA/177196);
3. DHI S.r.l.: "Verifica di compatibilità idraulica della proposta di P.R.P. della città di Pescara" (settembre 2015);
4. Beta Studio s.r.l.: "Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara" (27 giugno 2016);

Si riporta nel seguito una sintesi degli studi idrologici disponibili focalizzando l'attenzione alla definizione degli idrogrammi di piena del fiume Pescara utilizzati per le verifiche eseguite nel presente lavoro. Si rimanda ai documenti originari per i necessari approfondimenti tecnici.

2.1. BACINO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico del fiume Aterno-Pescara ha una estensione di circa 3200 km² con un'asta fluviale lunga circa 165,0 km.

Il fiume Aterno sorge sul massiccio dei monti della Laga e dopo un percorso di circa 90 km confluisce insieme al fiume Sagittario nel fiume Pescara (presso le omonime sorgenti vicino all'abitato di Popoli) per poi sfociare nel Mar Adriatico all'interno del porto canale di Pescara.

Il bacino è costituito da terreni prevalentemente boschivi (44%), ed in forma minore a destinazione agricola (per circa 28% - suddivisi in seminativi, vigneti ed uliveti) e a pascolo (22%); il territorio a destinazione urbana ed industriale caratterizza essenzialmente il tratto medio e basso del corso del fiume ma comunque con un'incidenza inferiore al 6%.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i principali parametri morfometrici e topologici del fiume Aterno-Pescara (tratta dalla Scheda Monografica del Bacino del Fiume Aterno - Pescara, redatta dalla Regione Abruzzo nel mese di febbraio 2010):

Corso d'acqua		Fiume Pescara
Lunghezza Asta Principale (km)	L	165
Superficie della rete di drenaggio (km ²)	A	3148
Quota media (m s.l.m.)	H _m	914
Quota media riferita alla sezione di chiusura (m)	H _m	914
Quota massima (m s.l.m.) - Monte Civitella	H _{max}	1616
Pendenza media dell'asta principale	i _m	0.55%
Perimetro del bacino (km)	P	395
Rapporto di allungamento	$\frac{2 \times \sqrt{A/\pi}}{L}$	0.38
Fattore di forma di Horton	A/L ²	0.115



2.2. DEFINIZIONE DELLE PORTATE

Per valutare il regime ordinario dei deflussi e per l'analisi degli eventi di piena (portate al colmo e relativo idrogramma) in corrispondenza della foce del fiume Pescara si è fatto riferimento al PSDA che si riferisce ai dati misurati dalla stazione idrometrica di Santa Teresa (gestita prima dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e successivamente dalla regione Abruzzo - cod.1072), posta a circa 9 km dalla foce. Tale stazione, di cui si possiedono registrazioni di misura di portata di durata significativa dal punto di vista statistico (60 anni non consecutivi), è funzionante dal 1922.

2.2.1. **REGIME ORDINARIO DELLE PORTATE**

Dal punto di vista dei deflussi il fiume Pescara nella sua sezione terminale ha portate piuttosto stabili durante tutto l'anno con limitate oscillazioni rispetto al suo valor medio; in particolare la portata media nel periodo di magra (luglio-agosto) è pari a circa il 75 % della portata media annuale, mentre nel periodo dicembre-aprile la portata media è pari a circa il 115-120% della portata media annuale.

Tale regolarità è una caratteristica tipica dei bacini interessati da formazioni geologiche semi-permeabili, come quello dell'Aterno-Pescara (incidenza terreno permeabile: 58%), che presenta punti di permeabilità del 90% nel sottobacino del Sagittario.

La Figura 2.1, tratta dalla scheda monografiche del fiume Aterno-Pescara (Regione Abruzzo - febbraio 2010), rappresenta l'andamento delle portate medie mensili e il valore della portata media annua che risulta pari a circa 50.0 m³/s.

Tale andamento è tra l'altro confermato anche dalla stazione idrometrica di Popoli come evidenziato dalla Figura 2.2, dove sono riportati i rapporti tra le portate medie mensili con quella media annuale per le due stazioni idrometriche.

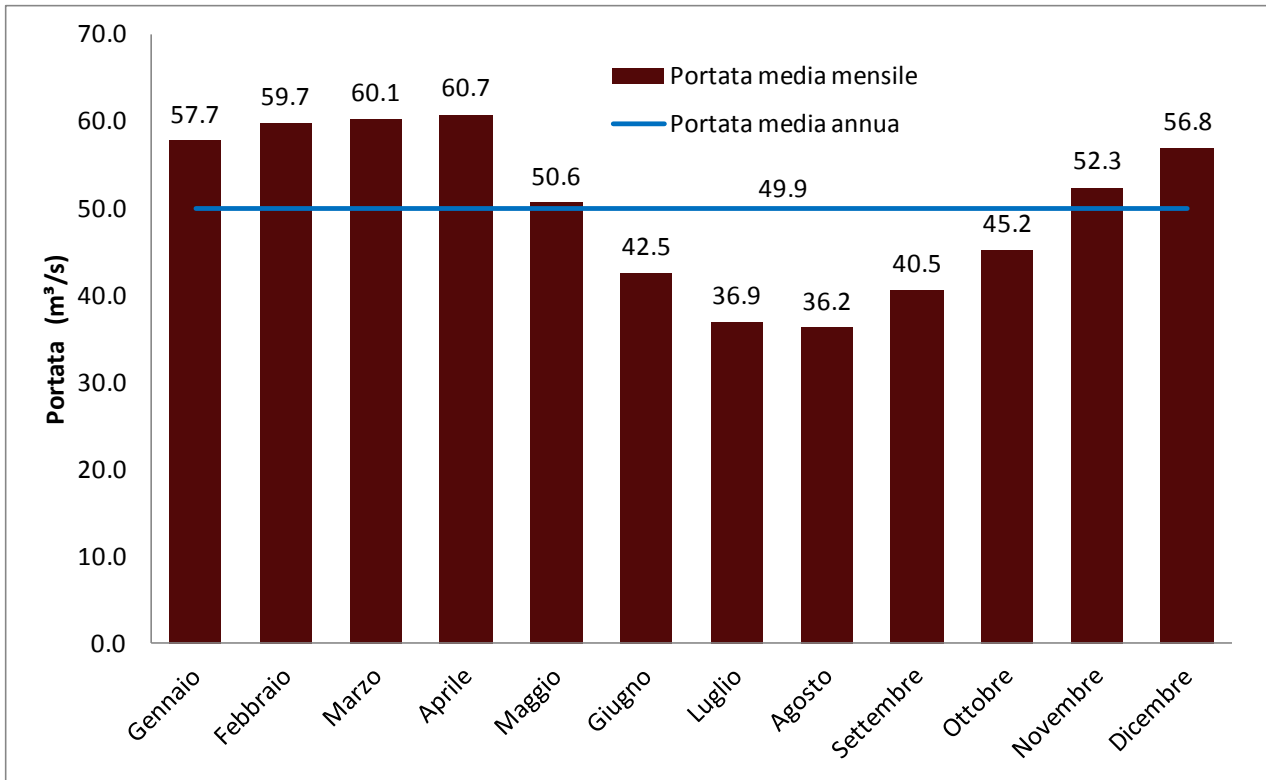


Figura 2.1 Portate medie mensili del fiume Pescara in corrispondenza della Stazione di S. Teresa in prossimità della foce fluviale

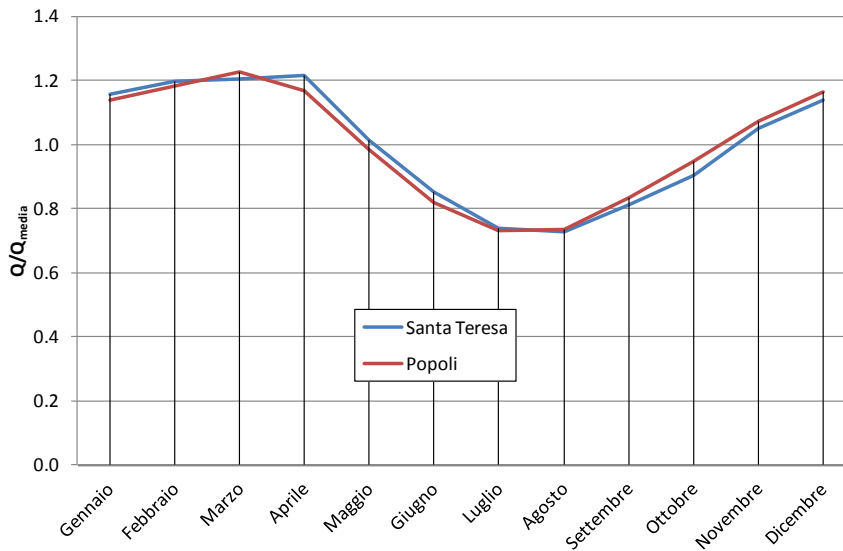


Figura 2.2 Rapporto tra le portate medie mensili e la portata media annuale per le Stazioni di S.Teresa e Popoli.

Si riportano inoltre le curve di durata delle portate per la stazione di S.Teresa, ricavate sia da uno studio redatto dal CESI per determinare la disponibilità idrica per la produzione di energia idroelettrica (fonte Beta Studio 2016) e sia dagli annali idrologici pubblicati dall'Ufficio idrografico e mareografico di Pescara (SIMN - PCM).

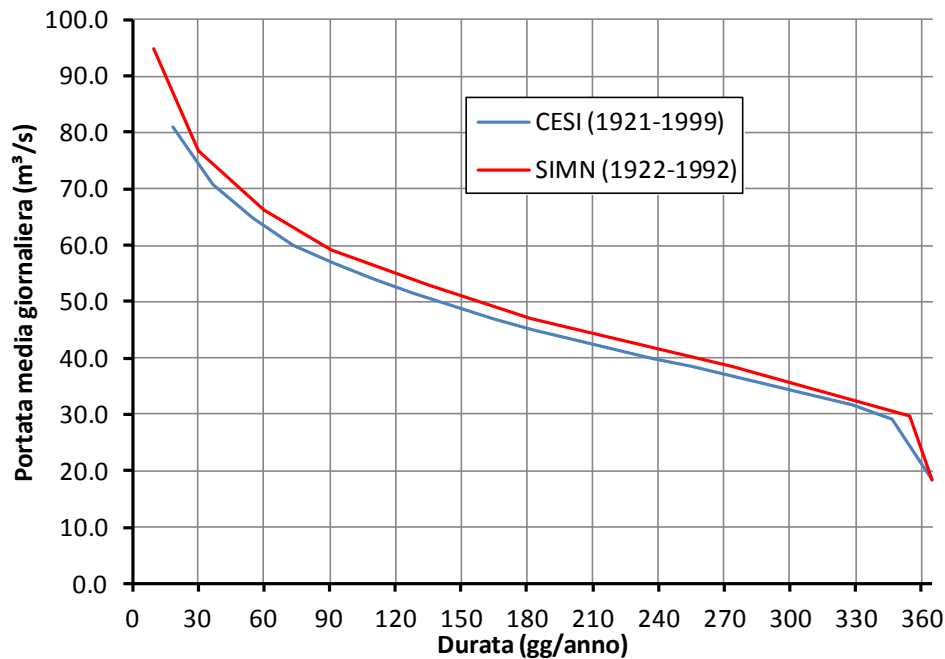


Figura 2.3 - Stazione di S. Teresa: curva di durata delle portate

Tali curve oltre ad evidenziare una riduzione delle portate medie giornaliere negli ultimi anni, permettono di confermare nel regime ordinario la regolarità delle portate.

2.2.2. PORTATE AL COLMO DEGLI EVENTI DI PIENA

Nell'ambito del Piano Stralcio Difesa degli Alluvioni, la regione Abruzzo nel 2002 ha redatto per il fiume Pescara uno studio idrologico per la valutazione delle piene. In tale studio, utilizzando la metodologia proposta nell'ambito del progetto VAPI (metodo TCEV) per la regionalizzazione delle portate, è stata effettuata una stima della curva di crescita delle portate di piena al colmo associate ad un determinato tempo di ritorno, suddividendo il territorio abruzzese in zona appenninica e zona costiera.

In particolare nella zona appenninica dove ricade la quasi totalità del bacino imbrifero del fiume Aterno-Pescara per l'applicazione della formulazione TCEV di seguito riportata

$$T = \frac{1}{1 - F_k(K_T)} = \frac{1}{1 - \exp(-\lambda_1 \cdot e^{-\eta K_T} - \lambda_2 \cdot \lambda_1^{1/\theta_*} \cdot e^{-\eta K_T / \theta_*})}$$

si sono ottenuti i seguenti parametri per definire la curva di crescita (K_T):

λ_*	θ_*	λ_1	η
0.413	3.302	6.56	3.5651

Il valore della portata al colmo (Q) associata ad un dato tempo di ritorno (T_r) è dato da:

$$Q(T) = K_T \times m_Q$$

con " m_Q " - valore medio dei massimi annuali delle portate al colmo nella generica stazione.

Per la stazione idrometrica di S.Teresa, prossima alla foce del Pescara e rappresentativa del tratto di fiume interessato dall'intervento si ha che: $m_Q = 328.6 \text{ m}^3/\text{s}$ - valore desunto dall'analisi della serie (anni di misura > 10) e ottenendo di conseguenza i risultati sintetizzati nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)	20	50	100	200	500
Coefficiente di crescita (K_T)	2.48	3.33	3.97	4.62	5.46
Portata al colmo Q (m^3/s)	815	1094	1305	1518	1794

Tali valori sono riportati nell'allegato E ("*Valori delle portate di progetto per gli interventi consentiti nelle aree a Pericolosità Idraulica*") delle Norme Tecniche di Attuazione del PSDA.

2.2.3. IDROGRAMMA DI PIENA

Nella progettazione di alcune opere idrauliche (es. vasche di laminazione, bacini idrici, ecc) o per valutare l'estensione delle aree a rischio di allagamento è necessario conoscere l'andamento nel tempo delle portate transitanti nella zona di interesse durante un evento di piena (idrogramma di piena).

A tal fine il PSDA fornisce la procedura da seguire per ricostruire l'idrogramma di piena associato ad un determinato tempo di ritorno, conoscendo alcuni parametri morfologici ed idrologici del bacino: portata al colmo (vedi paragrafo precedente), del tempo di corrivazione del bacino, e della portata di base.

L'Autorità di Bacino ha fornita per la stazione di S.Teresa gli idrogrammi di piena associati ad eventi con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni riportati nella Figura 2.4.

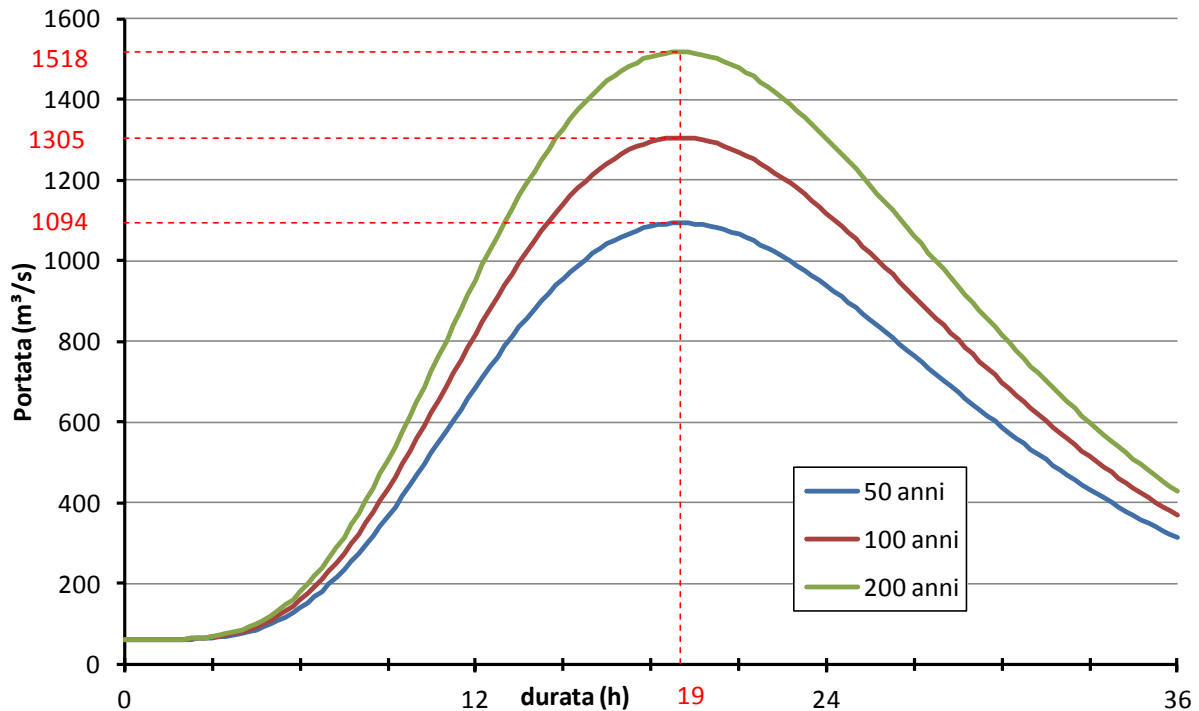


Figura 2.4 - Stazione di S. Teresa - Idrogrammi di piena associati ad eventi con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

Nel 2015 la Società Beta Studio Srl in associazione temporanea con HR Wallingford ha redatto, per conto del Commissario di governo contro il dissesto idrogeologico, il progetto definitivo delle "Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara". Tale progetto approvato con decreto del Commissario straordinario n.4 del 23/05/2017, prevede la realizzazione di 3 vasche di laminazione (nei comuni di Rosciano, Cepagatti, Manoppello e Chieti vedi Figura 2.5) poste a monte dell'intervento di deviazione del tratto focale. Una volta che le casse di laminazione saranno funzionanti, gli eventi di piena verranno "laminati" producendo la riduzione di valori di portata al colmo.

Nella Tabella 2-1 seguente sono riportate le portate al colmo associate ad eventi di piena per diversi tempi di ritorno (50, 100 e 200 anni), relative al tratto focale sia in presenza che in assenza delle previste vasche di laminazione. Si riportano inoltre nella Figura 2.6 in forma grafica gli idrogrammi di piena generati a seguito dell'entrata in esercizio delle vasche di laminazione (fonte Beta Studio - 2016).

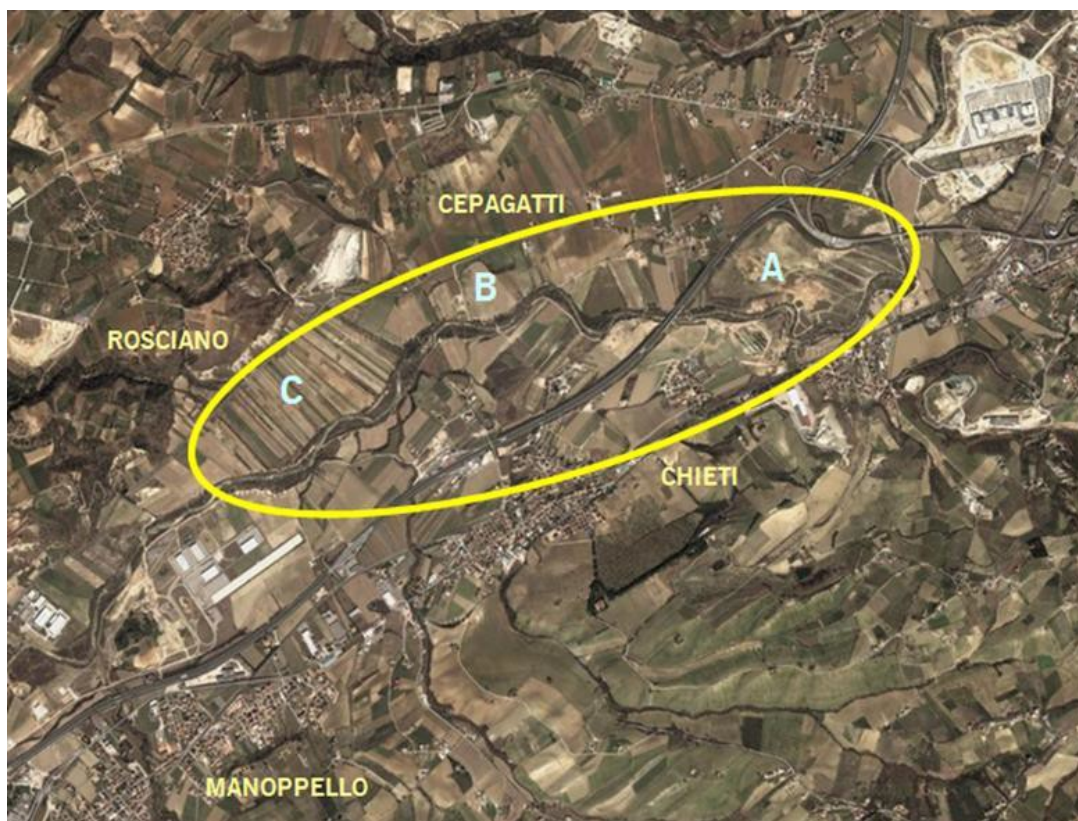


Figura 2.5 - Ubicazione delle vasche (o casse) di laminazione delle piene sul fiume Pescara tratte da Beta Studio 2016.

Tempo di ritorno (anni)	50	100	200
	Portata al colmo - Q (m ³ /s)		
Assenza delle vasche di laminazione	1094	1305	1518
Presenza delle vasche di laminazione	941	1138	1330

Tabella 2-1 – Portate al colmo degli eventi di piena in assenza e in presenza delle vasche di laminazione.

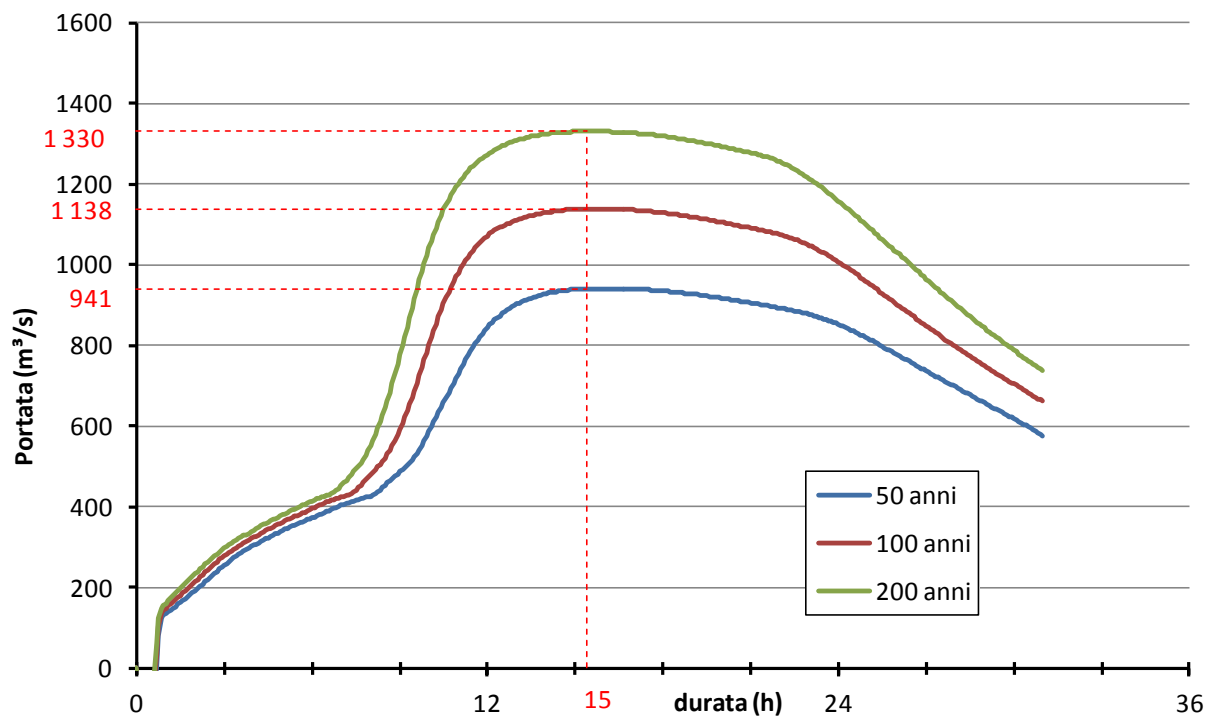


Figura 2.6 - Idrogrammi di piena nel tratto di foce del fiume Pescara generati a seguito dell'entrata in esercizio delle vasche di laminazione (fonte Beta Studio - 2.16).

2.2.4. SCELTA DELLE PORTATE DI PROGETTO

La conoscenza della relazione che correla le portate al colmo degli eventi di piena con il tempo di ritorno degli stessi eventi, consente di valutare il relativo rischio idraulico.

A tal fine si è fatto riferimento alla Norme Tecniche di Attuazione del PSDA della Regione Abruzzo (2008) e relativa Relazione illustrativa (cap.2.1) in cui vengono definite:

Aree a pericolosità idraulica molto elevata (P4): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a **50 anni** con un battente idrico (h) > 1.0 m ed una velocità della corrente (v) maggiore di 1 m/s;

Aree a pericolosità idraulica elevata (P3): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno di **50 anni** con $0.5 < h < 1.0$ m o con tempo di ritorno di **100 anni** con $h > 1.0$ m e $v > 1.0$ m/s

Aree a pericolosità idraulica media (P2): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno di **100 anni** per $h > 0.0$ m.

Aree a pericolosità idraulica moderata (P1): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno di **200 anni** con $h > 0.0$ m.

PERICOLOSITA' IDRAULICA	CONDIZIONI IDRAULICHE
Molto elevata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 50$ anni $h_{50} > 1m$ oppure $v_{50} > 1m/s$
Elevata	Riferimento: eventi di piena con $Tr = 50$ anni e con $Tr = 100$ anni $1m > h_{50} > 0.5m$ oppure $h_{100} > 1m$ oppure $v_{100} > 1m/s$
Media	Riferimento: evento di piena con $Tr = 100$ anni $h_{100} > 0m$
Moderata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 200$ anni $h_{200} > 0m$

La carta di pericolosità idraulica attualmente vigente (2017) per la zona di Pescara è costituita dall'elaborato n. 7.2.07.pe.01_var allegata alla DGR n. 408 del 29.06.2016 che sostituisce quella del PSDA approvata nel 2008.

Tale carta è stata redatta dal Commissario liquidatore dell'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro ("Attività di approfondimento tecnico svolta nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara" -12 maggio 2015 prot. RA/125629 e 03 luglio 2015 prot. RA/177196).

La necessità di effettuare questa attività di approfondimento tecnico in merito alle perimetrazioni del PSDA approvate nel 2008 (vigente alla data di redazione del PRP 2008) è emersa durante le

attività di verifica del PRP 2008 ad opera dell’Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del Consiglio Superiore dei LL.PP..

Si nota che l’inadeguatezza della carta di pericolosità idraulica del PSDA 2008 venne evidenziata anche nell’ambito dello studio idraulico eseguito a supporto del PRP 2008.

Si riportano di seguito alcune conclusioni di rilievo relative alla nuova carta di pericolosità idraulica del 2016 tratte dal documento sopra citato del Commissario liquidatore dell’Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro trasmesso all’ARAP dal Dipartimento opere pubbliche, governo del territorio e politiche ambientali – Funzioni Delegate dall’Autorità di Distretto dell’Appennino Centrale (D.G.R. 06.04.2017) il 22/11/2017 (prot. n. 0298175/17).

“Gli approfondimenti hanno evidenziato una maggiore criticità (NdR rispetto alla carta del 2008) delle sezioni di deflusso del Fiume Pescara nel tratto che va dalla rotonda della Capitaneria di Porto fino al mare. In questo tratto non esistono arginature e le aree golenali risultano, quasi, alla stessa quota del pelo libero delle acque.”

“Nello stato di progetto 2 (NdR nella configurazione variata del tratto terminale del fiume Pescara così come previsto nel nuovo PRP 2008), pur migliorando notevolmente le condizioni di pericolosità idraulica, permane un allagamento generalizzato della città dovuto alla mancanza di strutture arginali nel tratto che va dalla Capitaneria di Porto alla foce.

L’allagamento previsto nello stato di progetto 2 è risultato, dunque, di minore entità rispetto allo “stato di fatto” (NdR situazione attuale con varchi aperti) e di “progetto 1” (NdR situazione attuale con varchi chiusi) in quanto si ha un miglioramento della capacità di deflusso delle sezioni e un aumento dell’efficienza di deflusso del corso d’acqua a causa della deviazione verso il mare aperto. Tale configurazione, infatti, consente di ridurre gli effetti di “ostacolo” prodotti dal sovrizzo indotto dalle maree astronomiche e meteorologiche sul livello del fiume e, quindi, migliora le condizioni di deflusso dell’acqua. La configurazione del tracciato fluviale prevista dal PRP 2008, inoltre, porta benefici sulle problematiche relative alla sedimentazione dei materiali del fiume all’interno delle darsene (rapporto tecnico-scientifico APAT).

In conclusione per la redazione del presente studio sono state prese come riferimento per le portate di progetto quelle relative ai tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni in presenza delle vasche di laminazione riportate nella Tabella 2-1 e nella Figura 2.6.

2.3. TRASPORTO SOLIDO

La valutazione quantitativa del trasporto solido riveste una estrema complessità. L'entità del materiale solido trasportato dipende infatti da numerosi fattori alcuni dei quali di difficile valutazione.

Tra questi sicuramente sono da considerare: le caratteristiche litologiche e di stabilità dei terreni che costituiscono i versanti; il grado di "maturità" del fiume; il regime idrologico del fiume, eventuali interventi antropici sul bacino.

Il bacino del Pescara e dei suoi affluenti è caratterizzato da conformazioni geologiche molto varie, con terreni di origine calcarea lungo le dorsali appenniniche (Aterno, Sagittario, ecc) ; nella zona di valle invece prevalgono evidentemente sabbie, limi ed argille.

Inoltre a valle delle gole di Popoli il fiume Pescara è caratterizzato dalla presenza di numerosi sbarramenti con finalità prevalentemente idroelettrica ed irrigua, i quali trattengono grandi quantitativi di materiale solido principalmente di granulometria grossolana.

Pertanto il materiale che si deposita nel tratto focale, come già evidenziato dalla relazione di Beta Studio (Beta Studio s.r.l.: "Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara" - 27 giugno 2016, è di granulometria medio fine proveniente anche dall'erosione del tratto a valle degli sbarramenti (limi ed argille) come evidenziato dalle analisi granulometriche eseguite nel tratto terminale del Pescara.

Si evidenzia inoltre che la misura diretta della quantità di materiali solidi trasportati da un corso d'acqua è un'operazione complessa. Tanto che in letteratura i dati significativi sull'argomento sono estremamente scarsi e di difficile estrapolazione da un caso all'altro.

3. STUDIO IDRAULICO

3.1. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Con riferimento alla Figura 3.1, il nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP) prevede la deviazione del Pescara nel tratto terminale secondo un andamento caratteristico ad "S" con un pennello finale posto in mare in sinistra idraulica fluviale. Tale soluzione consente di indirizzare in mare e verso Est i sedimenti trasportati dal fiume e le acque fluviali e di proteggere il canale dall'ingresso del moto ondoso per gli eventi provenienti dal primo quadrante. Inoltre la nuova foce si colloca in corrispondenza della attuale scogliera distaccata caratterizzata da fondali elevati (nell'ordine dei -10,00 m slm) e quindi tali da limitare la frequenza delle onde frangenti che si verificheranno raramente solo in corrispondenza ad eventi ondosi estremi.

Il nuovo tratto ad "S" del fiume Pescara si raccorda con l'attuale percorso del fiume nella sezione terminale (verso il mare) dell'attuale darsena del porto canale (larghezza sezione: $\approx 95,0$ m - quota fondale: -4,00 m slm), da qui devia verso sinistra restringendosi gradualmente sino all'altezza del "Ponte del mare" (larghezza sezione: 60,0 m - quota fondale: -4,00 m slm), per poi riallargarsi dolcemente sino a raggiungere la larghezza di circa 65,0 m e mantenendosi costante nel tratto rettilineo per una lunghezza di circa 500,0 m; nell'ultimo tratto il corso devia sfociando verso Est ed allargandosi a circa 130 m per facilitare la navigabilità della nuova imboccatura portuale.

Come accennato in precedenza, in sede di valutazione del PRP 2008 ed a seguito delle richieste del C.S.LL.PP., tale scenario è stato ampiamente indagato, prima dall'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro, poi dal DHI e successivamente da Beta Studio per conto del Comune di Pescara, con modelli matematici di tipo bidimensionale in moto vario in grado di simulare l'esondazione fluviale, anche al fine di determinare le nuove carte della pericolosità e del rischio idraulico nell'abitato di Pescara.

Tutti gli studi eseguiti hanno riconosciuto che la realizzazione delle opere di deviazione del fiume previste dal PRP 2008 determinano una importante riduzione delle attuali condizioni di rischio idraulico per la città di Pescara.

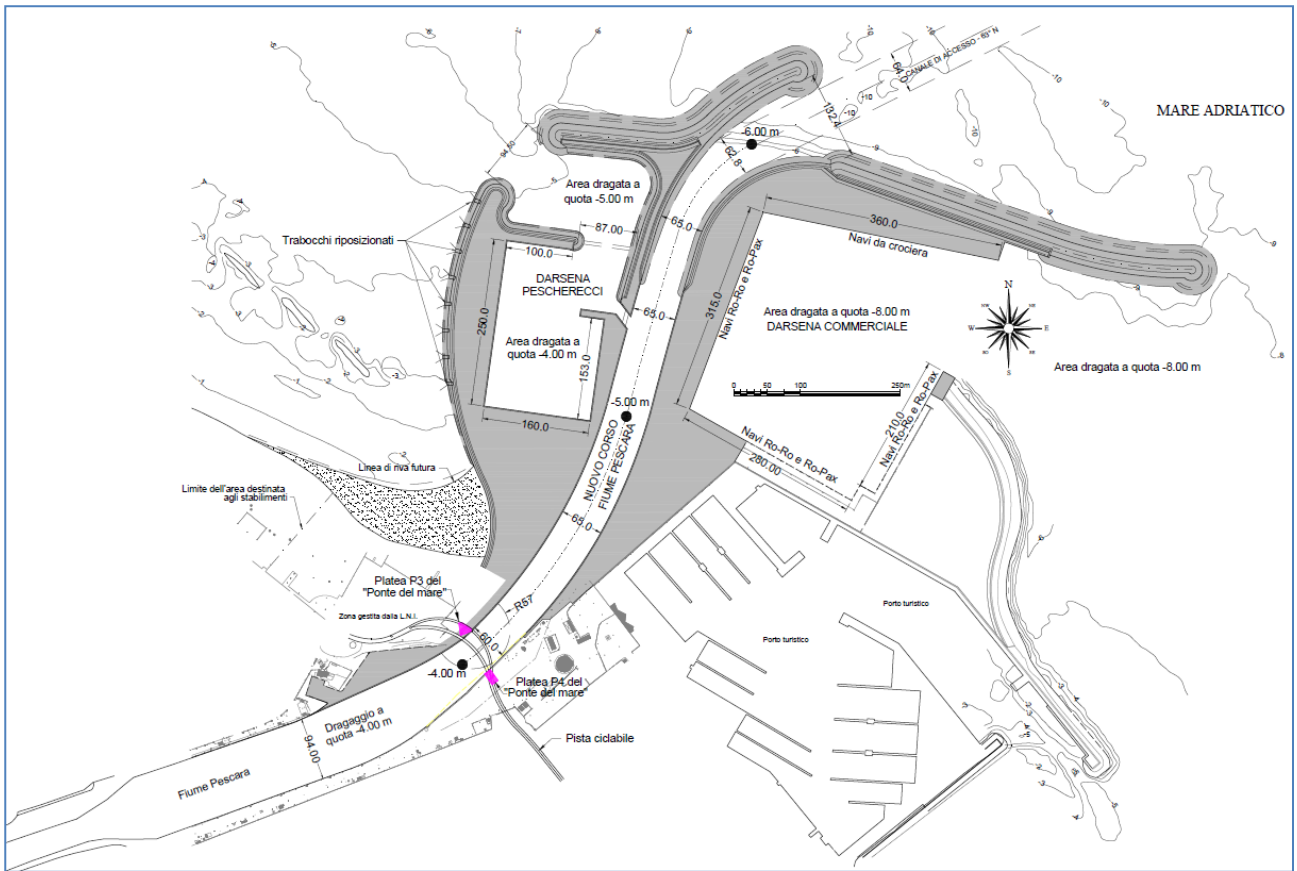


Figura 3.1 - Deviazione del tratto terminale del fiume Pescara prevista dal PRP 2008 (planimetria generale e dettaglio in corrispondenza dell'intersezione del fiume con il Ponte del mare).

Con riferimento ai paragrafi 1.2 e 1.3 del presente documento, l'ARAP ha richiesto allo scrivente di verificare dal punto di vista idraulico tre soluzioni alternative relative al nuovo tracciato fluviale

previsto dal PRP 2008 rivolte a limitare la possibile interferenza tra il nuovo corso fluviale e il Ponte del Mare. Le tre soluzioni alternative descritte nel paragrafo 1.3 sono le seguenti:

1. Sol_A (vedi Figura 3.2): protezione con pali affiancati posti a ridosso delle due platee di fondazione dei piloni del Ponte del mare e con retrostante iniezione a bassa pressione di malta di cemento necessaria per evitare il sifonamento tra i pali del materiale fino. Tale soluzione prevede una larghezza dell'alveo fluviale in corrispondenza della sezione di intersezione con l'asse del ponte di circa 55,0 m con profondità di dragaggio posta alla -4,0 m sul l.m.m.;
2. Sol_B (vedi Figura 3.3): conservazione dell'attuale configurazione fluviale nel solo tratto compreso tra le 2 platee di fondazione del Ponte del mare con dragaggio a quota -4.00 m s.l.m. Tale soluzione prevede quindi una larghezza dell'alveo fluviale in corrispondenza della sezione di intersezione con l'asse del ponte di circa 44,0 m;
3. Sol_C (vedi Figura 3.3) come la Sol_B ma con dragaggio a quota -5.00 m s.l.m.

In sintesi quindi dal punto di vista idraulico:

- la Soluzione A prevede rispetto al PRP 2008 un restringimento in corrispondenza dell'intersezione del fiume con l'asse del Ponte sul mare di soli 5,0 m mantenendo la stessa profondità di dragaggio (-4,0 m) prevista dal PRP 2008;
- la Soluzione B prevede rispetto al PRP 2008 un restringimento in corrispondenza dell'intersezione del fiume con l'asse del Ponte sul mare di 16,0 m mantenendo la stessa profondità di dragaggio (-4,0 m) prevista dal PRP 2008;
- la Soluzione C prevede rispetto al PRP 2008 un restringimento in corrispondenza dell'intersezione del fiume con l'asse del Ponte sul mare di 16,0 m aumentando la profondità di dragaggio prevista dal PRP 2008 da -4,0 m a -5,0 m.

Delle tre soluzioni quindi solo per la B non si produce una rilevante variazione rispetto alla situazione attuale in corrispondenza della sezione di intersezione tra l'alveo fluviale e l'asse longitudinale del Ponte sul Mare, anche se non sia da escludere un'interferenza di tipo geotecnico.

Invece le altre due soluzioni producono una variazione rispetto alla situazione attuale e pertanto è prevedibile per esse una potenziale interferenza con le fondazioni del ponte.

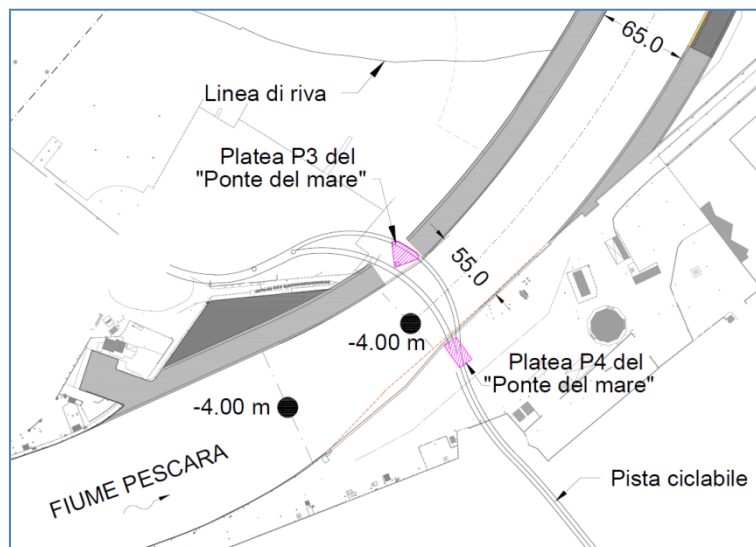
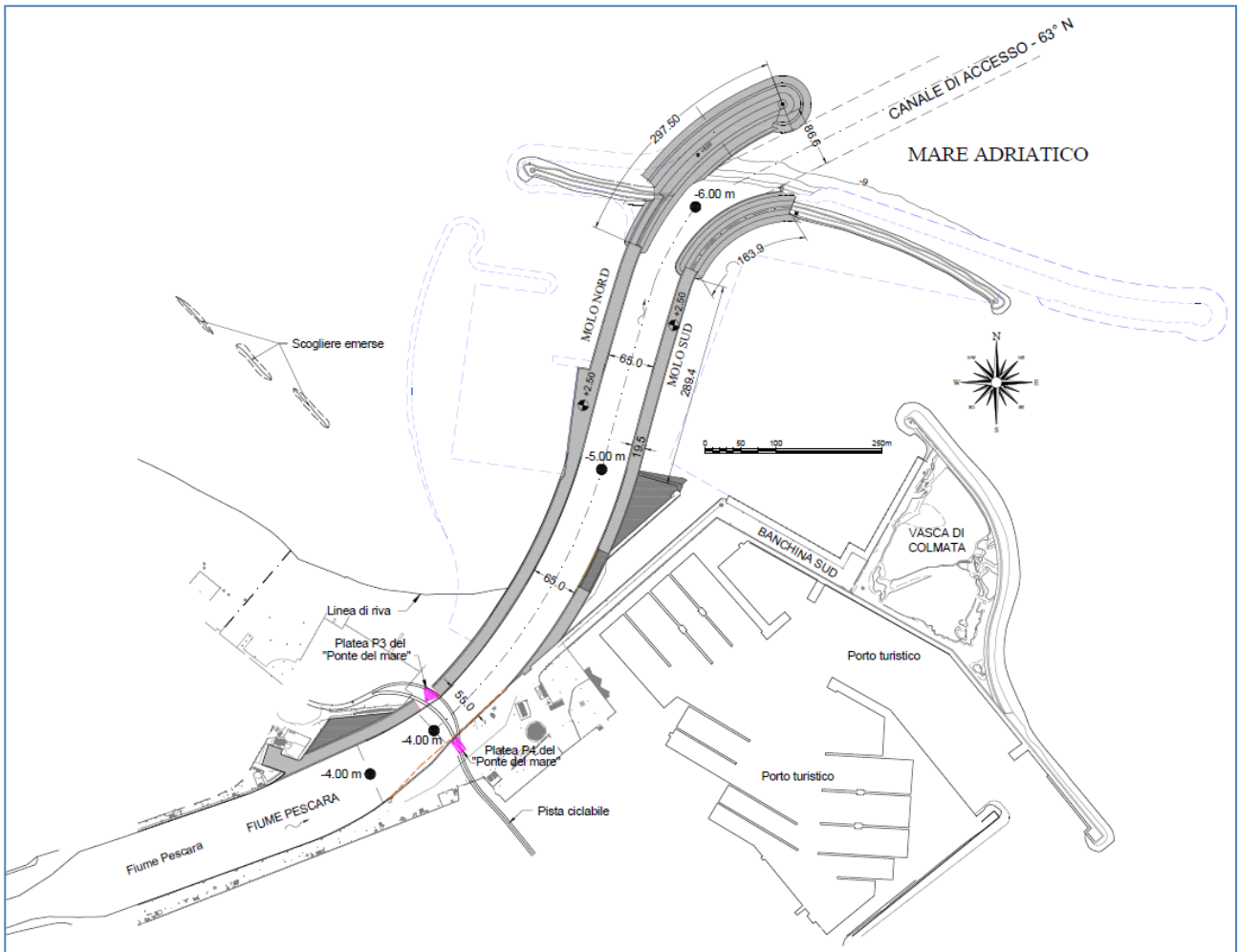


Figura 3.2 - Soluzione A - protezione delle fondazioni del Ponte sul mare con pali affiancati (planimetria generale e dettaglio in corrispondenza dell'intersezione del fiume con il Ponte del mare).

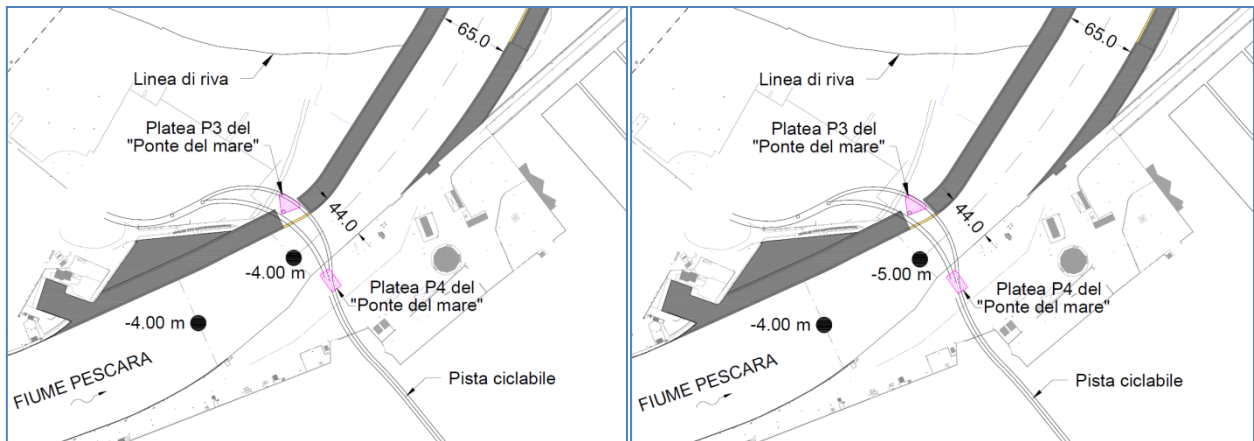
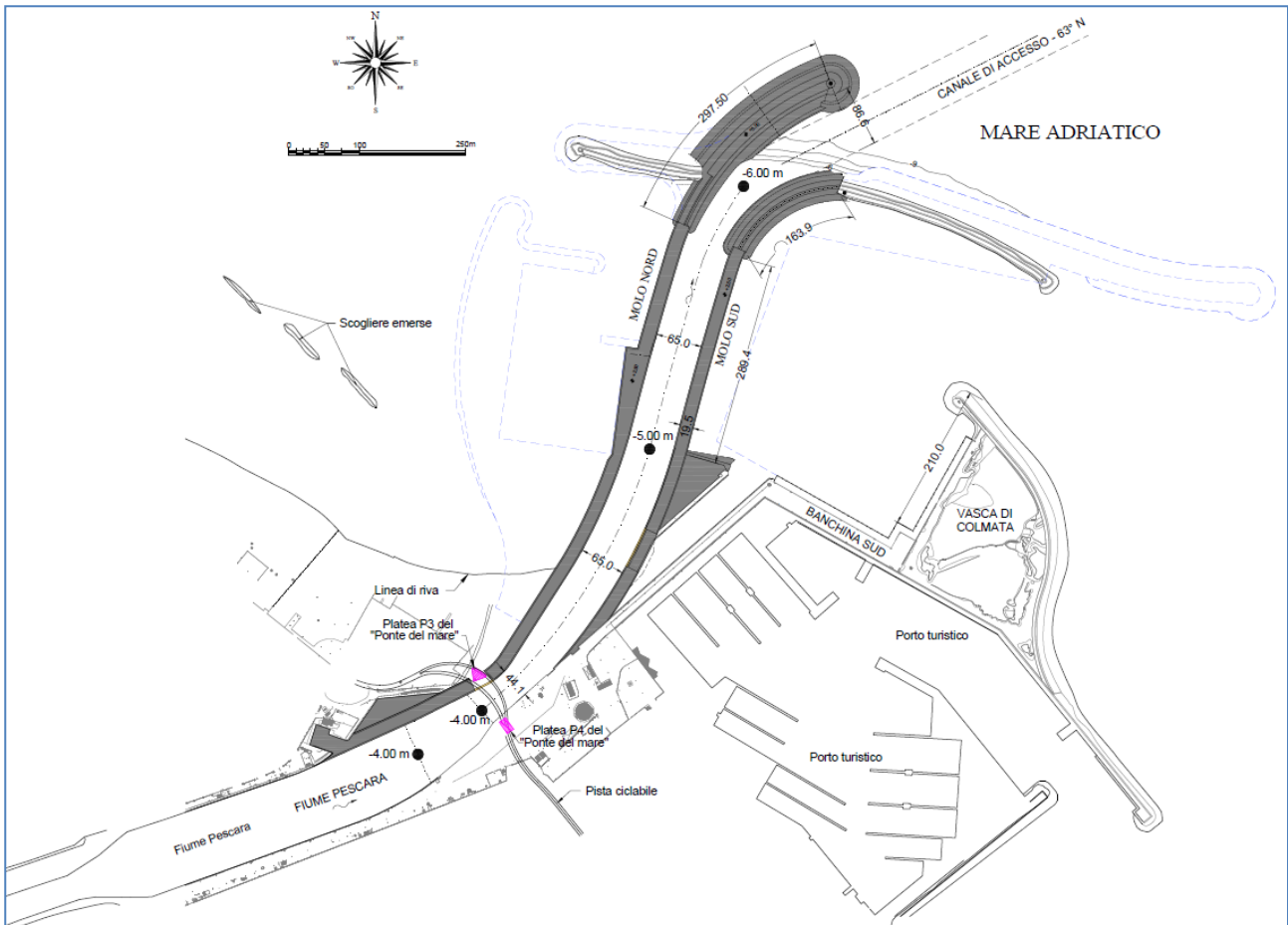


Figura 3.3 - **Soluzione B** (pannello in basso a sinistra) e **Soluzione C** (pannello in basso a destra) - Conservazione dell'attuale configurazione fluviale nel tratto compreso tra le 2 platee di fondazione del Ponte sul mare (planimetria generale e dettaglio in corrispondenza dell'intersezione del fiume con il Ponte del mare).

Si descrive nel seguito lo studio idraulico eseguito in relazione alle tre soluzioni alternative individuate dall'ARAP. A scopo comparativo nel presente studio è stato esaminato anche il deflusso idraulico relativo alla geometria delle opere prevista dal PRP 2008.

3.2. VERIFICHE IDRAULICHE

Le verifiche di deflusso e la determinazione dei profili di rigurgito sono state eseguite con il modello matematico HEC-RAS 5.0 (Hydrologic Engineering Center dello U.S.A.F.) considerato uno riferimento internazionale nel campo delle verifiche di idraulica fluviale.

Questo modello è in grado di simulare le condizioni di deflusso sulla base di dati di ingresso costituiti dai valori di portata e dalla geometria del corso d'acqua e di calcolare il profilo idrico in condizioni di moto permanente e moto vario sia in modalità monodimensionale che bidimensionale.

Nelle simulazioni seguenti il modello è stato utilizzato nella modalità “classica”, ossia in modalità monodimensionale ed in condizione di moto permanente.

Le elaborazioni del citato modello, i cui algoritmi seguono le usuali metodologie di calcolo della letteratura scientifica specializzata, sono sintetizzate in:

- un profilo longitudinale del tronco investigato dal cui esame è possibile verificare la congruenza tra i profili di rigurgito del corso d'acqua per le diverse condizioni di deflusso;
- nel tracciamento delle sezioni trasversali con l'individuazione dei livelli idrici raggiunti nelle differenti condizioni di calcolo;
- tabulati (valori numerici) contenenti i risultati (parametri di output) ottenuti dalle simulazioni con il citato modello matematico.

E' possibile definire le caratteristiche idraulico-cinematiche della corrente idrica (con particolare riferimento a velocità e tirante idrico in corrispondenza delle sezioni trasversali di calcolo) applicando la legge di Bernoulli (o di equilibrio dei carichi totali) risolta alle differenze finite.

Il modello matematico HEC-RAS è in grado inoltre di determinare l'influenza sul regime idrico di eventuali ponti e/o "culvert" presenti sul fiume, le cui perdite di carico sono valutate attraverso quattro metodologie alternative:

- Equazione di bilancio energetico (metodo standard);
- Equazione di bilancio del momento;
- Equazione di Yarnell (ponti su pile)
- Metodo del FHWA (Federal Highway Administration)

Come accennato in precedenza, le verifiche idrauliche eseguite riguardano la configurazione prevista nel **PRP** 2008 (utilizzata per confronto con i risultati ottenuti nei precedenti studi idraulici e per la taratura dei parametri idraulici) e le 3 alternative di progetto per il tratto interessato dalle

fondazioni del "Ponte del mare" descritte nel precedente paragrafo e di seguito indicate con **Sol_A**, **Sol_B** e **Sol_C**.

3.2.1. CONDIZIONI AL CONTORNO E METODOLOGIA DI CALCOLO

I tratti interessati dalle verifiche sono stati discretizzati per mezzo di numerose sezioni trasversali di calcolo, ricavate da:

- il nuovo rilievo topo-batimetrico eseguito dall' ARAP nei mesi di aprile e luglio 2017 (in particolar modo per le attuali quote delle banchine);
- la geometria del tratto finale del fiume secondo le previsioni del PRP e in accordo con le tre configurazioni alternative;
- i precedenti studi idraulici relativamente al tratto a monte dalle opere di deviazione del fiume (sezione 540 di HEC-RAS - Figura 3.4).

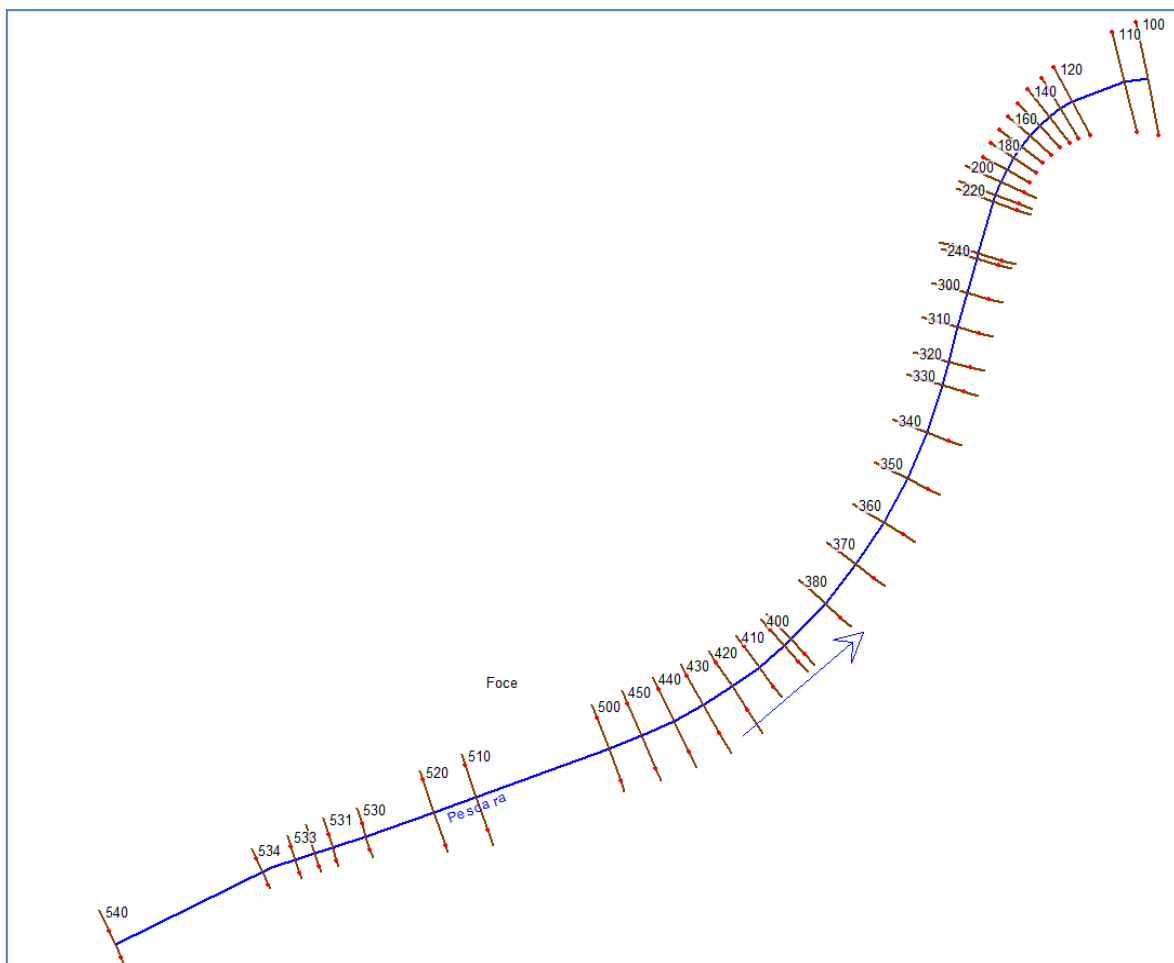


Figura 3.4 - Schematizzazione HEC-RAS - tratto finale fiume Pescara - denominazione ed ubicazione delle sezioni di calcolo

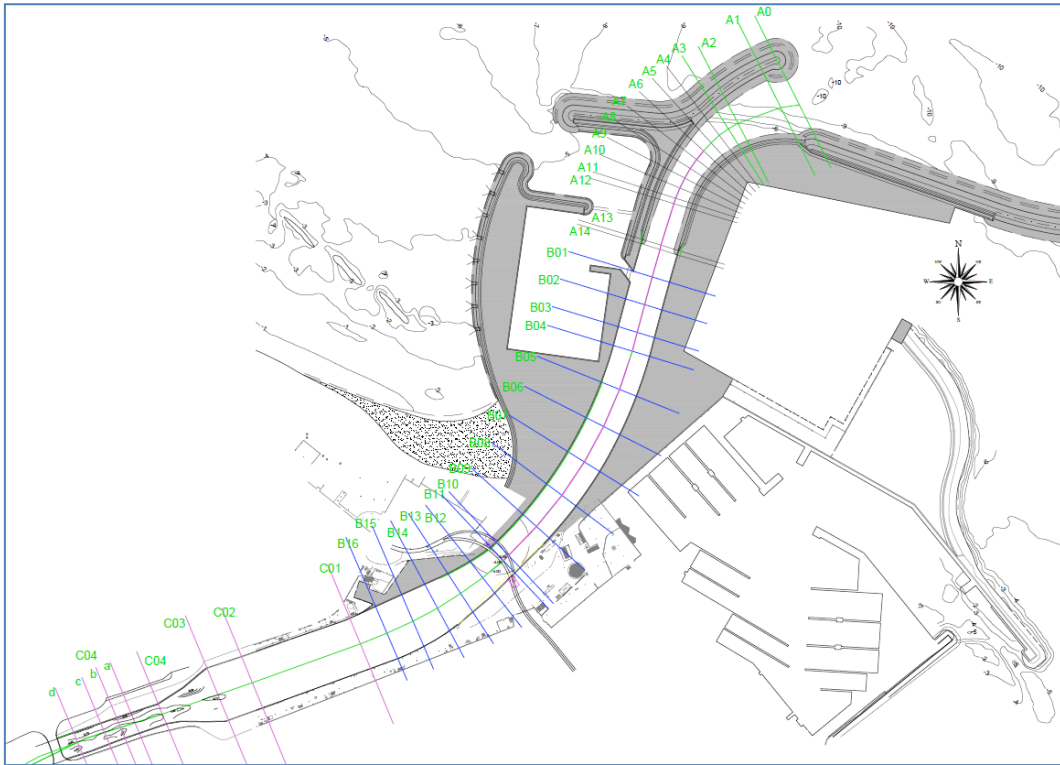


Figura 3.5 - Ubicazione sezioni di calcolo HEC-RAS - tratto finale fiume Pescara – PRP 2008

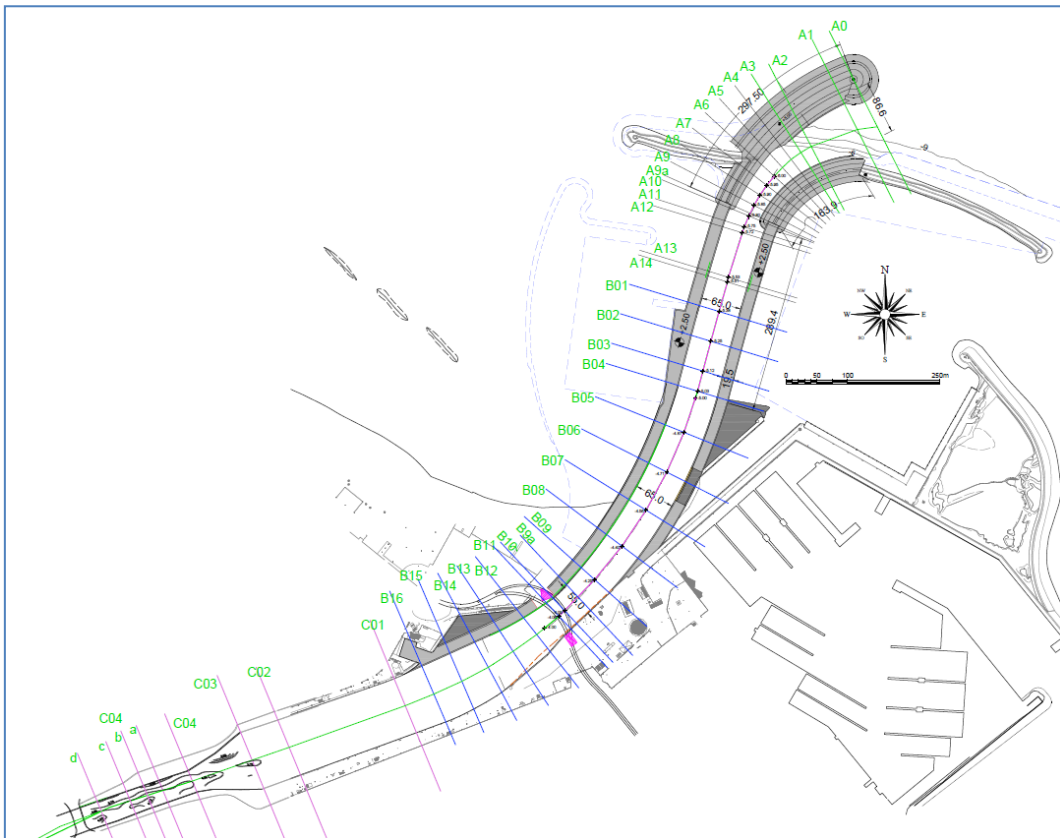


Figura 3.6 - Ubicazione sezioni di calcolo HEC-RAS - tratto finale fiume Pescara - Sol A

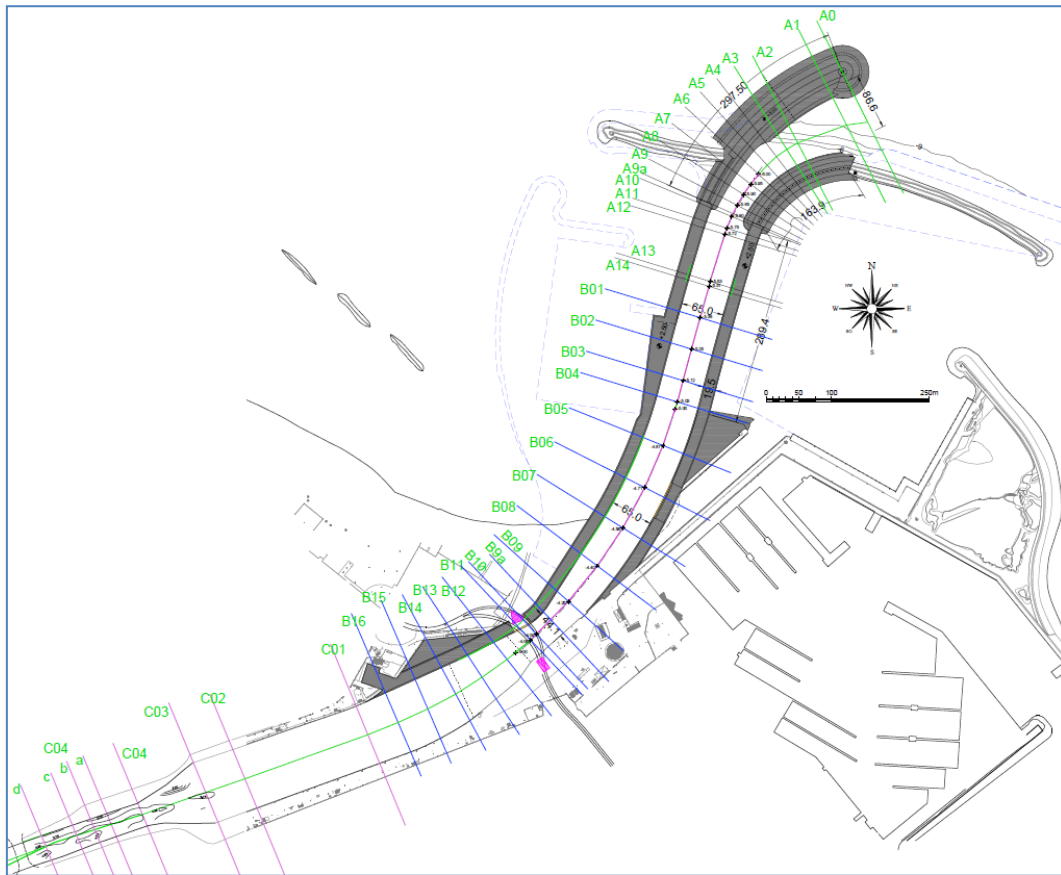


Figura 3.7 - Ubicazione sezioni di calcolo HEC-RAS - tratto finale fiume Pescara - Sol B e C

La Figura 3.5, la Figura 3.6 e la Figura 3.7 mostrano l'ubicazione delle sezioni di calcolo nel tratto oggetto delle simulazioni numeriche relativa alle configurazioni previste dal PRP 2008, dalla Soluzione A e dalle Soluzioni B e C.

Il parametro di scabrezza assunto (coefficiente di scabrezza di Manning - n) è pari a **0.035** sia per le zone in alveo, che quelle sulla banchina, valore cautelativo e consigliato da Ven Te Chow per canali naturali, in piena, con fondali elevati. Si consideri inoltre che l'ultimo tratto del fiume è completamente banchinato, senza massi o elementi che ne possano ostacolare il libero deflusso.

Tale parametro è stato anche verificato confrontando i livelli idrici ottenuti da Beta Studio 2016 con quelli calcolati nel presente lavoro in relazione alla configurazione di PRP 2008 e per il tempo di ritorno di 50 anni per cui la portata idrica risulta quasi completamente contenuta in alveo.

Per le resistenze aggiuntive dovute alle transizioni graduali in corrispondenza di allargamenti e restringimenti delle sezioni trasversali sono stati adottati coefficienti contrazione ed espansione pari rispettivamente a 0.1 e 0.3.

Per la ricostruzione dei profili di rigurgito di tutti gli scenari sono state imposte le seguenti condizioni al contorno:

- a valle - il livello del mare (massimo livello di marea: +0.50 m s.l.m. - vedi studio metomarinario allegato al Progetto Preliminare dell'ARAP);
- a monte - moto uniforme della corrente idrica ($Q=\text{costante}$), assumendo che la pendenza della cadente piezometrica e del carico totale siano parallele al fondo. Le condizioni di monte sono state imposte in corrispondenza della sezione n.540 (vedi Figura 3.4) posta a circa 2000 m dalla foce fluviale, ovvero a circa 350 m a monte dell'allargamento dell'alveo fluviale dove ricade il porto canale di Pescara.

Le portate utilizzate e imposte nella sezione di monte per la definizione dei profili di rigurgito, (ricavate dal progetto definitivo "Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara" approvato con decreto del Commissario straordinario n.4 del 23/05/2017 richiamato nel capitolo relativo allo studio idrologico), sono riportate nella seguente tabella e corrispondono a quelle che si verificheranno a Pescara quando le vasche di laminazione delle piene saranno operative. A tal riguardo si evidenzia che attualmente (fine 2017) la realizzazione delle vasche di laminazione è in stato avanzato di programmazione.

Classe di pericolosità		P3 e P4	P2	P1
Tempo di ritorno (anni)		50	100	200
		Portata al colmo - Q (m ³ /s)		
Presenza vasche di laminazione	(PV)	941	1138	1330

Per quanto riguarda le condizioni al contorno sono state introdotte le seguenti due ulteriori ipotesi:

3. Porte chiuse in corrispondenza dei varchi di: Via Aterno (porta stagna già messa in opera) Via Orazio, del Museo delle Genti e del Ponte Villa Fabio (vedi Figura 3.8 tratta da Beta Studio "Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara" -27 giugno 2016);
4. Assenza di aree di esondazione all'interno dell'abitato di Pescara.

Per quanto riguarda la prima “porte chiuse” è stata utilizzata la stessa ipotesi utilizzata nelle analisi condotte da Beta Studio nel 2016.

Per quanto riguarda la seconda ipotesi “assenza di aree di esondazione”, le sezioni idrauliche simulate dal modello numerico nella zona compresa tra la Capitaneria di Porto e le nuove opere in progetto per la deviazione del tratto terminale del fiume, dove i precedenti studi idraulici già citati hanno mostrato l’esondazione del fiume in corrispondenza degli eventi di piena, sono state chiuse lateralmente in modo artificiale allo scopo di contenere la portata fluviale all’interno dell’alveo. Le chiusure laterali artificiali introdotte nel modello numerico di fatto riproducono le opere che dovranno essere progettate per scongiurare la possibilità che il fiume possa esondare all’interno della città di Pescara.

Queste due ipotesi devono essere considerate cautelative nei confronti dei parametri idraulici (livelli idrici e velocità della corrente fluviale) forniti dal modello di calcolo nella zona oggetto della deviazione fluviale.

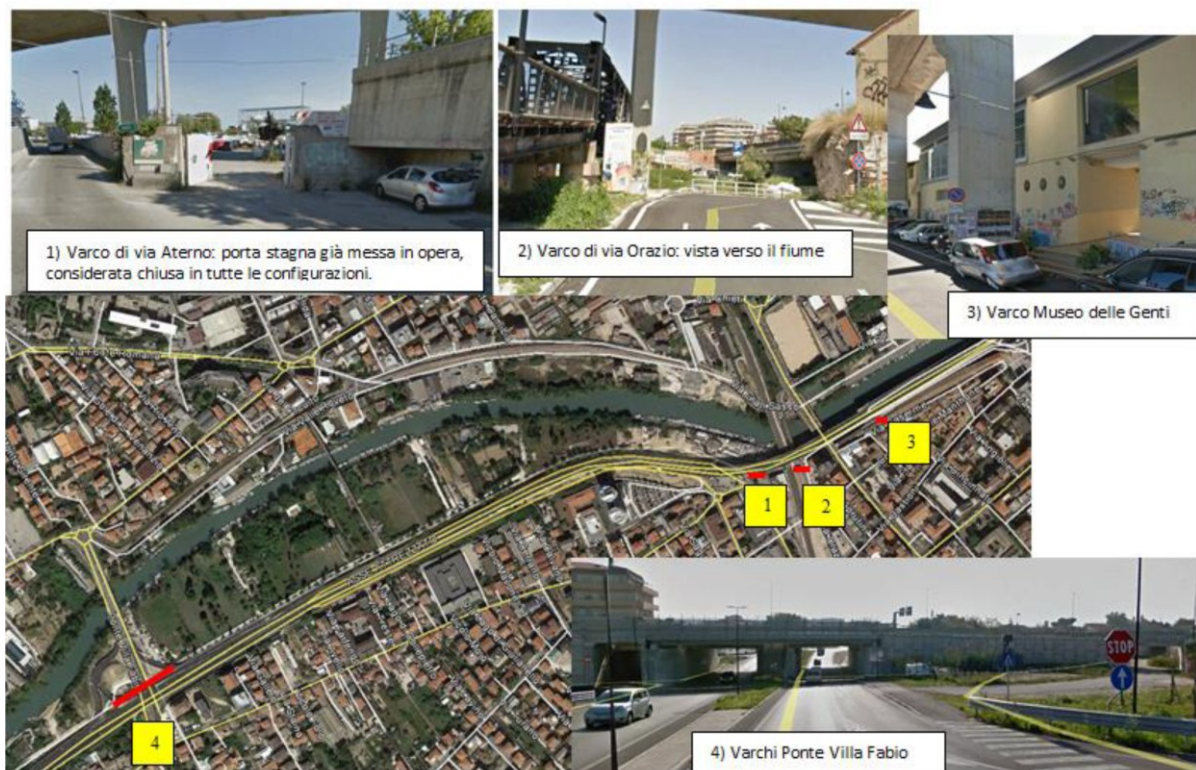


Figura 3.8 - Individuazione dei varchi a Pescara (tratta da Beta Studio 2016)

3.3. ANALISI DEI RISULTATI

I risultati sono riportati per tutte le quattro le configurazioni esaminate: in forma grafica e nella Figura 3.9 (Tr= 50 anni), nella Figura 3.10 (Tr= 100 anni) Figura 3.11 (Tr= 200 anni); in forma numerica: nella Tabella 3-1, nella Tabella 3-2 e nella Tabella 3-3 per la portata con Tr= 200 anni; nella Tabella 3-4, nella Tabella 3-5 e nella Tabella 3-6 per la portata con Tr= 100 anni; nella Tabella 3-7, nella Tabella 3-8 e nella Tabella 3-9 per la portata con Tr= 50 anni.

Le simulazioni consentono di trarre le seguenti conclusioni:

1. Caratteristiche della corrente idrica:
 - a. Configurazione di PRP 2008: con riferimento ai tempi di ritorno di 50 e 100 anni la corrente idrica risulta sempre in corrente lenta, mentre per l'evento duecentennale si osserva la formazione di un risalto idraulico in corrispondenza dell'allargamento posto a monte della darsena del porto canale;
 - b. Configurazioni Sol.A, B e C: per tutti i valori delle portate esaminate la corrente idrica risulta sempre in corrente lenta. Ciò è dovuto al fatto che le soluzioni alternative studiate danno luogo ad un aumento dei livelli in corrispondenza della darsena del porto canale rispetto alla configurazione di PRP 2008.
2. Andamento dei livelli idrici e relativi battenti di esondazione rispetto alle quote di banchina:
 - a. tratto compreso tra la nuova foce fluviale (sez. A0) ed il Ponte del mare (sez. B09): la superficie idrica non subisce sostanziali modifiche rispetto alla configurazione di PRP 2008 al variare delle configurazioni alternative e a parità di portata. Non vi è esondazione ed il franco minimo si realizza con la configurazione di PRP 2008 risultando pari a circa 1.00 m.
 - b. Tratto compreso tra il Ponte del mare (Sez. B09) e l'allargamento dell'alveo (sez. C03): i livelli idrici e la linea dei carichi totali risultano sensibili alla soluzione scelta. In particolare si osserva, confrontando la soluzione di PRP 2008 (per la quale si ottiene un massimo battente idrico pari a +1.28 m in sinistra idraulica - dove la quota di banchina è pari a +1.4 m sul l.m.m.- e pari a +1.18 m in destra idraulica - dove la quota di banchina è pari a +1.50 sul l.m.m.) con:

- I. la **Sol A**, un aumento dei livelli idrici dell'ordine dei 16,0 cm ($T_r = 200$ anni), 12,0 cm ($T_r = 100$ anni) e 7,0 cm ($T_r = 50$ anni), che da luogo con la portata massima: ad un massimo battente idrico sulla banchina in sinistra ed in destra idraulica rispettivamente pari a +1.39 m e a +1.29 m e quindi ad un aumento dei livelli molto contenuto rispetto alla soluzione di PRP 2008;
 - II. la **Sol B**, un aumento dei livelli idrici dell'ordine dei 70,0 cm ($T_r = 200$ anni), 50,0 cm ($T_r = 100$ anni) e 35,0 cm ($T_r = 50$ anni) che da luogo con la portata massima: ad un massimo battente idrico sulla banchina in sinistra ed in destra idraulica rispettivamente pari a +1.86 m e a +1.76 m e quindi ad un aumento dei livelli nell'ordine dei 50 cm rispetto alla soluzione di PRP 2008;
 - III. la **Sol C** un aumento dei livelli idrici dell'ordine dei 18,0 cm ($T_r = 200$ anni), 10,0 cm ($T_r = 100$ anni) e 5,0 cm ($T_r = 50$ anni) che da luogo con la portata massima: ad un massimo battente idrico sulla banchina in sinistra ed in destra idraulica rispettivamente pari a +1.36 m e a +1.26 m e quindi ad un aumento dei livelli molto contenuto rispetto alla soluzione di PRP 2008 e paragonabile a quello della Sol A.
- c. Tratto a monte dell'allargamento (da C03 a C05), la superficie idrica non subisce sostanziali modifiche a parità di portate e al variare delle configurazioni ad eccezione della Sol. B dove si nota un aumento rispetto alla configurazione di PRP 2008 di circa 10,0 -15,0 cm.
3. Andamento della velocità della corrente:
- In termini di velocità della corrente in corrispondenza del punto più stretto (Ponte del Mare) la variazione più importante si nota per la Sol B, dove per la portata duecentennale la velocità raggiunge quasi i 5,0 m/s, valore da paragonare con i circa 3,9 m/s nella configurazione di PRP e dei 4,4 m/s delle altre due soluzioni.

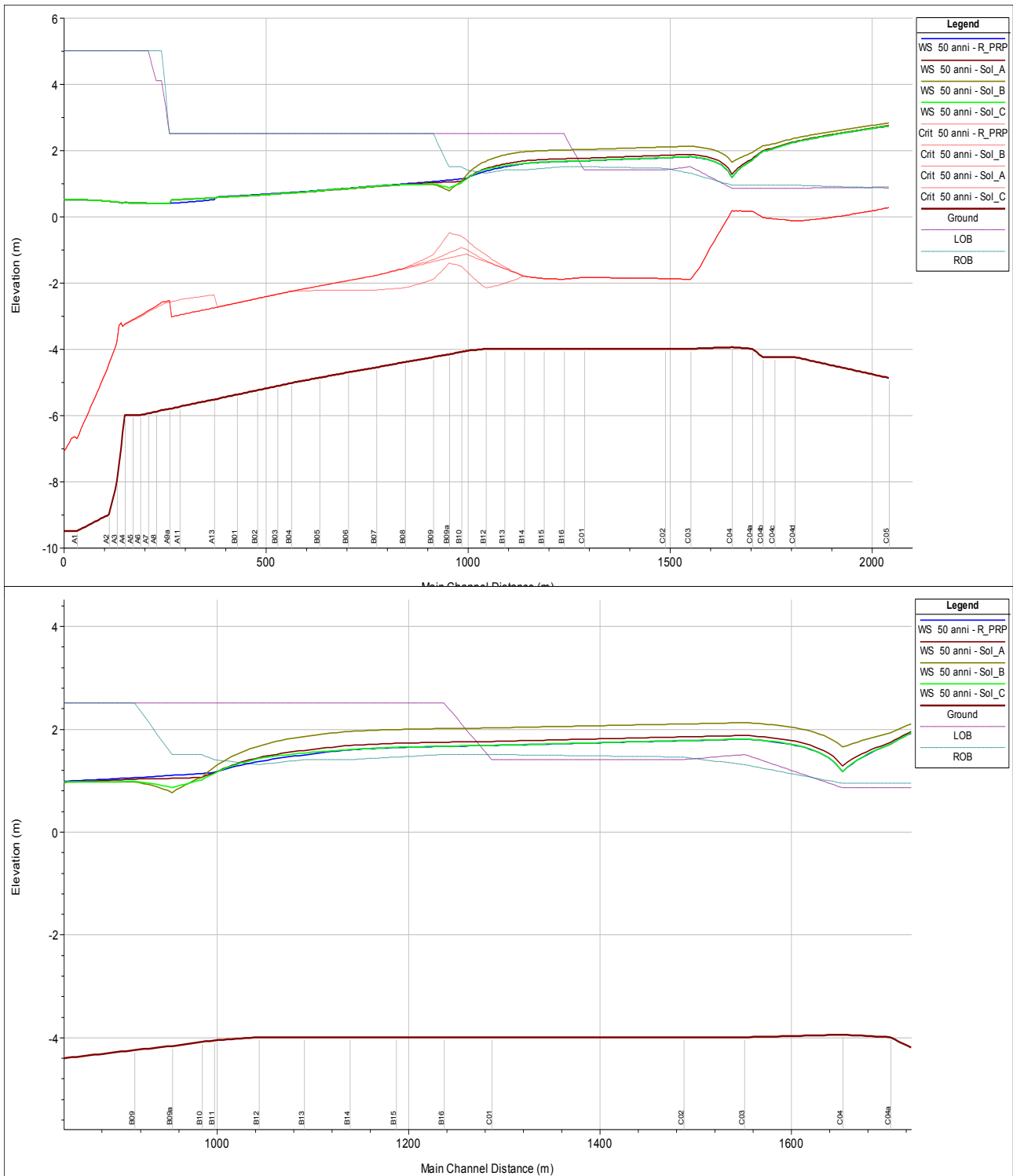


Figura 3.9 - profilo superficie libera - HEC-RAS - Q = 941 m³/s - (Tr=50 anni)

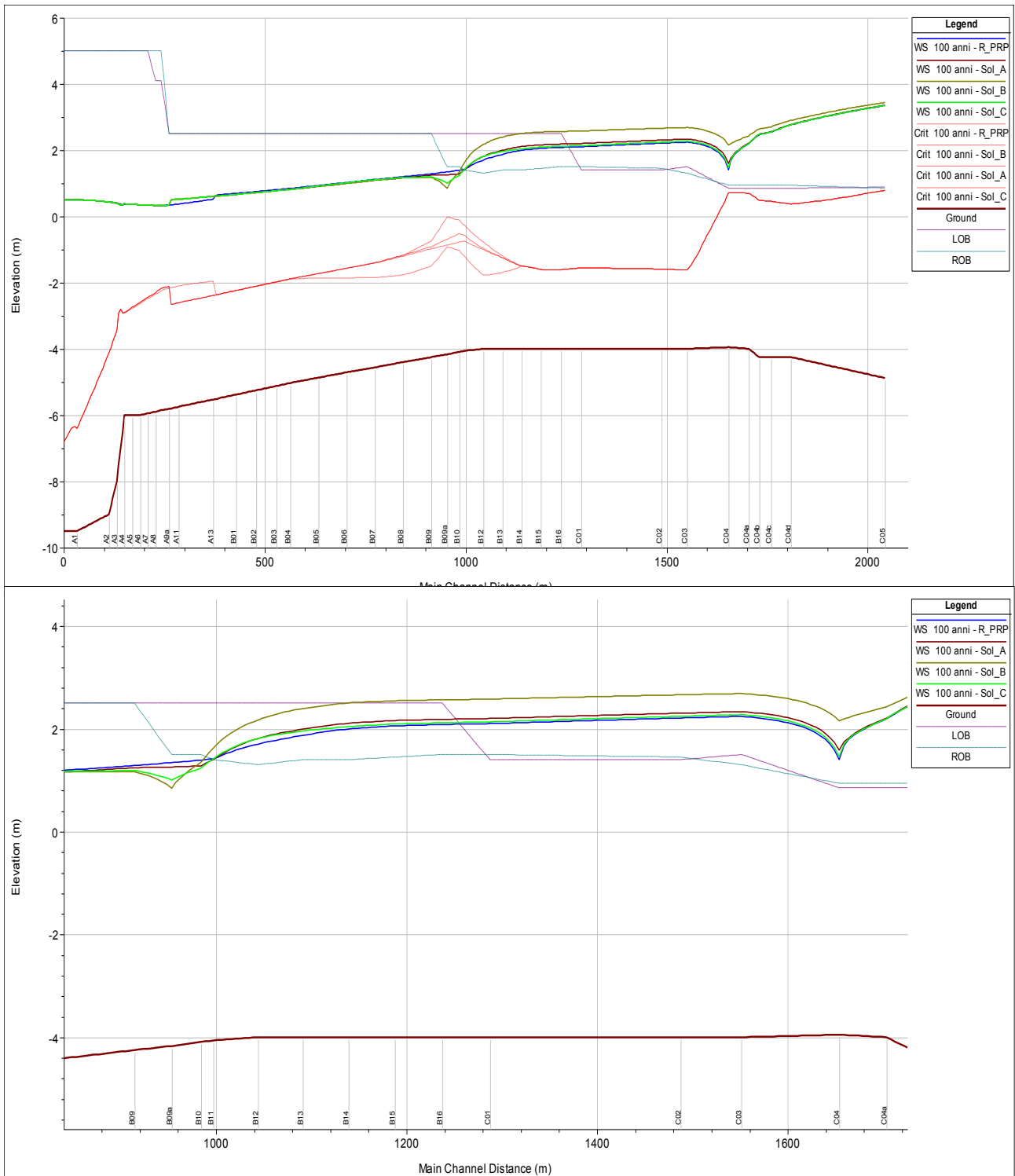


Figura 3.10 - Profilo superficie libera - HEC-RAS - Q = 1138 m³/s - (Tr=100 anni)

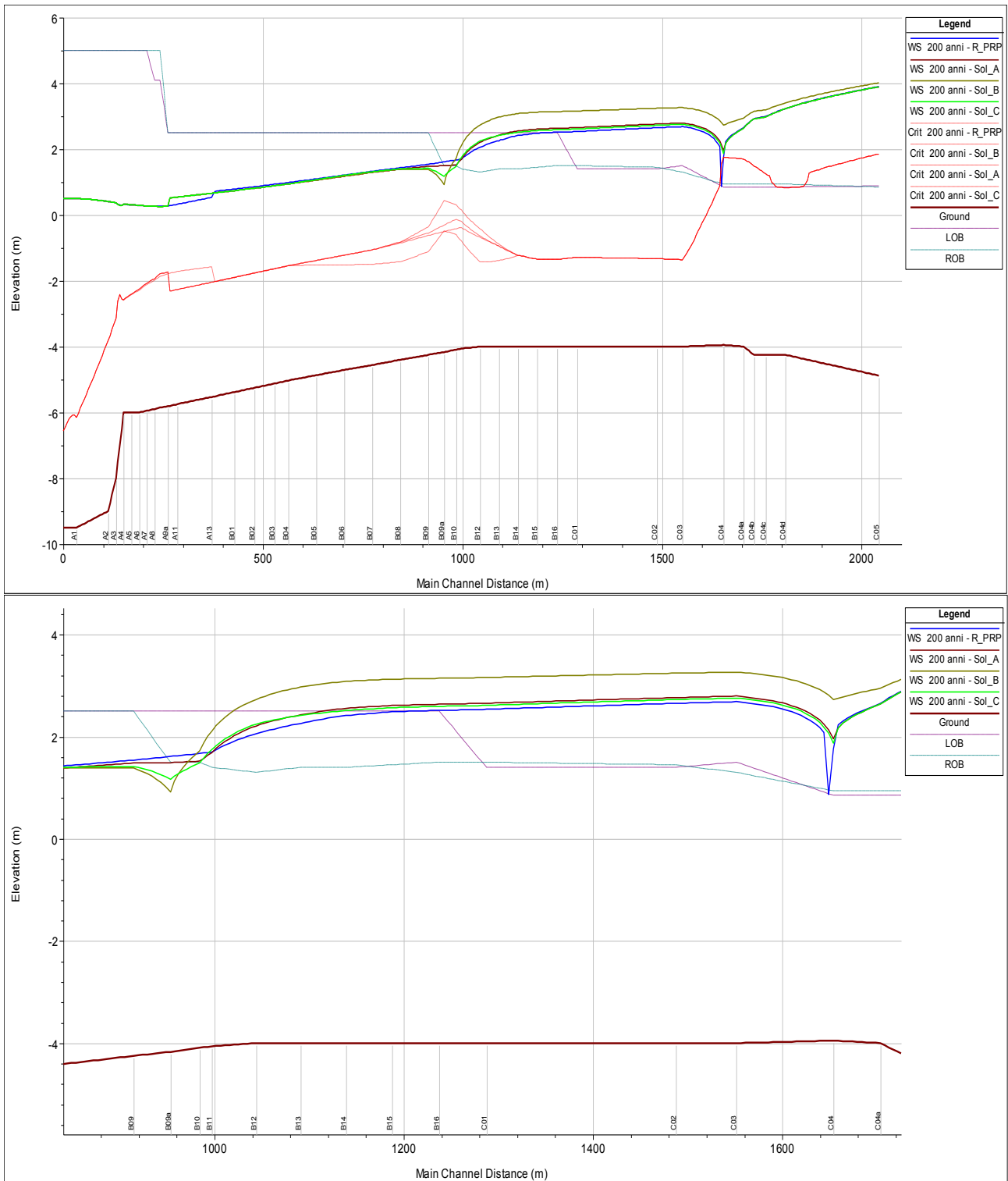


Figura 3.11 - Profilo superficie libera - HEC-RAS - $Q = 1330 \text{ m}^3/\text{s}$ - ($Tr=200$ anni)

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	540 - C05	R_PRP	1330	-4.88	3.90	1.85	4.48	0.132%	3.63	0.43
Foce	540 - C05	Sol_A	1330	-4.88	3.89	1.85	4.48	0.133%	3.64	0.43
Foce	540 - C05	Sol_B	1330	-4.88	4.01	1.85	4.57	0.124%	3.55	0.41
Foce	540 - C05	Sol_C	1330	-4.88	3.89	1.85	4.48	0.133%	3.64	0.43
Foce	534 - C04d	R_PRP	1330	-4.25	3.24	0.83	4.11	0.209%	4.25	0.51
Foce	534 - C04d	Sol_A	1330	-4.25	3.23	0.83	4.10	0.210%	4.26	0.51
Foce	534 - C04d	Sol_B	1330	-4.25	3.40	0.83	4.22	0.192%	4.13	0.49
Foce	534 - C04d	Sol_C	1330	-4.25	3.23	0.83	4.10	0.210%	4.26	0.51
Foce	533 - C04c	R_PRP	1330	-4.25	2.99	1.24	3.98	0.251%	4.53	0.55
Foce	533 - C04c	Sol_A	1330	-4.25	2.98	1.24	3.97	0.252%	4.54	0.55
Foce	533 - C04c	Sol_B	1330	-4.25	3.19	1.24	4.11	0.225%	4.37	0.52
Foce	533 - C04c	Sol_C	1330	-4.25	2.98	1.24	3.97	0.252%	4.54	0.55
Foce	532 - C04b	R_PRP	1330	-4.25	2.93	1.49	3.90	0.249%	4.52	0.55
Foce	532 - C04b	Sol_A	1330	-4.25	2.92	1.49	3.89	0.251%	4.53	0.55
Foce	532 - C04b	Sol_B	1330	-4.25	3.15	1.49	4.03	0.219%	4.33	0.52
Foce	532 - C04b	Sol_C	1330	-4.25	2.92	1.49	3.89	0.251%	4.53	0.55
Foce	531 - C04a	R_PRP	1330	-4.00	2.65	1.70	3.80	0.325%	4.93	0.62
Foce	531 - C04a	Sol_A	1330	-4.00	2.63	1.70	3.79	0.329%	4.95	0.62
Foce	531 - C04a	Sol_B	1330	-4.00	2.95	1.70	3.95	0.270%	4.63	0.57
Foce	531 - C04a	Sol_C	1330	-4.00	2.63	1.70	3.79	0.328%	4.94	0.62
Foce	530 - C04	R_PRP	1330	-3.95	1.75	1.75	3.56	0.605%	6.06	0.82
Foce	530 - C04	Sol_A	1330	-3.95	1.96	1.75	3.57	0.522%	5.76	0.77
Foce	530 - C04	Sol_B	1330	-3.95	2.73	1.75	3.81	0.307%	4.81	0.60
Foce	530 - C04	Sol_C	1330	-3.95	1.87	1.75	3.56	0.554%	5.88	0.79
Foce	520 - C03	R_PRP	1330	-4.00	2.68	-1.36	2.89	0.045%	2.00	0.25
Foce	520 - C03	Sol_A	1330	-4.00	2.79	-1.36	2.99	0.042%	1.96	0.24
Foce	520 - C03	Sol_B	1330	-4.00	3.26	-1.36	3.43	0.033%	1.82	0.22
Foce	520 - C03	Sol_C	1330	-4.00	2.76	-1.36	2.95	0.043%	1.97	0.24
Foce	510 - C02	R_PRP	1330	-4.00	2.65	-1.33	2.86	0.046%	2.02	0.25
Foce	510 - C02	Sol_A	1330	-4.00	2.76	-1.33	2.96	0.043%	1.98	0.24
Foce	510 - C02	Sol_B	1330	-4.00	3.24	-1.33	3.41	0.034%	1.83	0.22
Foce	510 - C02	Sol_C	1330	-4.00	2.73	-1.33	2.92	0.044%	2.00	0.25
Foce	500 - C01	R_PRP	1330	-4.00	2.53	-1.28	2.76	0.052%	2.11	0.26
Foce	500 - C01	Sol_A	1330	-4.00	2.65	-1.28	2.87	0.049%	2.07	0.26
Foce	500 - C01	Sol_B	1330	-4.00	3.16	-1.28	3.34	0.037%	1.90	0.23
Foce	500 - C01	Sol_C	1330	-4.00	2.61	-1.28	2.83	0.050%	2.09	0.26
Foce	450 - B16	R_PRP	1330	-4.00	2.51	-1.35	2.73	0.050%	2.06	0.26
Foce	450 - B16	Sol_A	1330	-4.00	2.63	-1.35	2.84	0.047%	2.02	0.25
Foce	450 - B16	Sol_B	1330	-4.00	3.14	-1.35	3.32	0.036%	1.86	0.22
Foce	450 - B16	Sol_C	1330	-4.00	2.59	-1.35	2.80	0.048%	2.04	0.25
Foce	440 - B15	R_PRP	1330	-4.00	2.49	-1.34	2.70	0.051%	2.08	0.26
Foce	440 - B15	Sol_A	1330	-4.00	2.61	-1.34	2.82	0.048%	2.03	0.25
Foce	440 - B15	Sol_B	1330	-4.00	3.12	-1.34	3.30	0.036%	1.87	0.22
Foce	440 - B15	Sol_C	1330	-4.00	2.57	-1.34	2.78	0.049%	2.05	0.26
Foce	430 - B14	R_PRP	1330	-4.00	2.41	-1.23	2.67	0.063%	2.26	0.28
Foce	430 - B14	Sol_A	1330	-4.00	2.55	-1.23	2.79	0.055%	2.17	0.27
Foce	430 - B14	Sol_B	1330	-4.00	3.08	-1.23	3.28	0.042%	1.98	0.24
Foce	430 - B14	Sol_C	1330	-4.00	2.51	-1.23	2.75	0.057%	2.19	0.27
Foce	420 - B13	R_PRP	1330	-4.00	2.26	-0.94	2.63	0.093%	2.69	0.34
Foce	420 - B13	Sol_A	1330	-4.00	2.42	-0.94	2.75	0.081%	2.56	0.32
Foce	420 - B13	Sol_B	1330	-4.00	2.97	-0.88	3.25	0.063%	2.37	0.29
Foce	420 - B13	Sol_C	1330	-4.50	2.42	-1.38	2.72	0.069%	2.45	0.30

Tabella 3-1 – Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 1330 m³/s – Tr=200 anni.

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	410 - B12	R_PRP	1330	-4.00	2.06	-0.68	2.56	0.136%	3.15	0.41
Foce	410 - B12	Sol_A	1330	-4.00	2.21	-0.64	2.69	0.125%	3.08	0.39
Foce	410 - B12	Sol_B	1330	-4.00	2.72	-0.42	3.19	0.114%	3.06	0.38
Foce	410 - B12	Sol_C	1330	-5.00	2.24	-1.42	2.67	0.096%	2.90	0.34
Foce	400 - B11	R_PRP	1330	-4.06	1.70	-0.38	2.45	0.222%	3.85	0.51
Foce	400 - B11	Sol_A	1330	-4.06	1.69	-0.19	2.57	0.262%	4.15	0.55
Foce	400 - B11	Sol_B	1330	-4.06	2.11	0.15	3.06	0.271%	4.34	0.56
Foce	400 - B11	Sol_C	1330	-5.00	1.74	-0.79	2.56	0.212%	4.01	0.49
Foce	390 - B10	R_PRP	1330	-4.09	1.67	-0.41	2.43	0.222%	3.85	0.51
Foce	390 - B10	Sol_A	1330	-4.09	1.52	-0.13	2.52	0.309%	4.42	0.60
Foce	390 - B10	Sol_B	1330	-4.09	1.72	0.32	2.99	0.390%	4.98	0.66
Foce	390 - B10	Sol_C	1330	-5.00	1.49	-0.59	2.51	0.282%	4.47	0.56
Foce	385 - B09a	Sol_A	1330	-4.17	1.49	-0.31	2.40	0.276%	4.21	0.57
Foce	385 - B09a	Sol_B	1330	-4.09	0.92	0.43	2.77	0.683%	6.03	0.86
Foce	385 - B09a	Sol_C	1330	-5.00	1.17	-0.47	2.39	0.361%	4.89	0.63
Foce	380 - B09	R_PRP	1330	-4.25	1.54	-0.62	2.26	0.209%	3.75	0.50
Foce	380 - B09	Sol_A	1330	-4.25	1.48	-0.55	2.26	0.230%	3.90	0.52
Foce	380 - B09	Sol_B	1330	-4.25	1.39	-0.36	2.32	0.287%	4.28	0.58
Foce	380 - B09	Sol_C	1330	-5.00	1.41	-1.11	2.14	0.192%	3.77	0.47
Foce	370 - B08	R_PRP	1330	-4.40	1.43	-0.85	2.10	0.190%	3.60	0.48
Foce	370 - B08	Sol_A	1330	-4.40	1.39	-0.82	2.08	0.200%	3.68	0.49
Foce	370 - B08	Sol_B	1330	-4.40	1.39	-0.82	2.08	0.200%	3.68	0.49
Foce	370 - B08	Sol_C	1330	-5.00	1.40	-1.42	1.97	0.146%	3.33	0.42
Foce	360 - B07	R_PRP	1330	-4.56	1.33	-1.06	1.95	0.176%	3.49	0.46
Foce	360 - B07	Sol_A	1330	-4.56	1.30	-1.06	1.93	0.179%	3.51	0.46
Foce	360 - B07	Sol_B	1330	-4.56	1.30	-1.06	1.93	0.179%	3.51	0.46
Foce	360 - B07	Sol_C	1330	-5.00	1.32	-1.50	1.86	0.141%	3.26	0.41
Foce	350 - B06	R_PRP	1330	-4.71	1.21	-1.22	1.82	0.171%	3.45	0.45
Foce	350 - B06	Sol_A	1330	-4.71	1.18	-1.23	1.79	0.174%	3.48	0.46
Foce	350 - B06	Sol_B	1330	-4.71	1.18	-1.23	1.79	0.174%	3.48	0.46
Foce	350 - B06	Sol_C	1330	-5.00	1.20	-1.52	1.76	0.148%	3.30	0.42
Foce	340 - B05	R_PRP	1330	-4.87	1.10	-1.38	1.70	0.167%	3.43	0.45
Foce	340 - B05	Sol_A	1330	-4.87	1.06	-1.39	1.66	0.170%	3.45	0.45
Foce	340 - B05	Sol_B	1330	-4.87	1.06	-1.39	1.66	0.170%	3.45	0.45
Foce	340 - B05	Sol_C	1330	-5.00	1.07	-1.52	1.65	0.158%	3.37	0.44
Foce	330 - B04	R_PRP	1330	-5.03	0.98	-1.54	1.57	0.163%	3.40	0.44
Foce	330 - B04	Sol_A	1330	-5.03	0.94	-1.55	1.54	0.166%	3.43	0.45
Foce	330 - B04	Sol_B	1330	-5.03	0.94	-1.55	1.54	0.166%	3.43	0.45
Foce	330 - B04	Sol_C	1330	-5.03	0.94	-1.55	1.54	0.166%	3.43	0.45
Foce	320 - B03	R_PRP	1330	-5.12	0.93	-1.63	1.52	0.159%	3.38	0.44
Foce	320 - B03	Sol_A	1330	-5.12	0.89	-1.64	1.48	0.163%	3.41	0.44
Foce	320 - B03	Sol_B	1330	-5.12	0.89	-1.64	1.48	0.163%	3.41	0.44
Foce	320 - B03	Sol_C	1330	-5.12	0.89	-1.64	1.48	0.163%	3.41	0.44
Foce	310 - B02	R_PRP	1330	-5.25	0.86	-1.76	1.43	0.155%	3.35	0.43
Foce	310 - B02	Sol_A	1330	-5.25	0.81	-1.77	1.39	0.159%	3.37	0.44
Foce	310 - B02	Sol_B	1330	-5.25	0.81	-1.77	1.39	0.159%	3.37	0.44
Foce	310 - B02	Sol_C	1330	-5.25	0.81	-1.77	1.39	0.159%	3.37	0.44
Foce	300 - B01	R_PRP	1330	-5.38	0.79	-1.89	1.35	0.150%	3.32	0.43
Foce	300 - B01	Sol_A	1330	-5.38	0.74	-1.90	1.31	0.154%	3.34	0.43
Foce	300 - B01	Sol_B	1330	-5.38	0.74	-1.90	1.31	0.154%	3.34	0.43
Foce	300 - B01	Sol_C	1330	-5.38	0.74	-1.90	1.31	0.154%	3.34	0.43

Tabella 3-2 – (segue Tabella 3-1) Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 1330 m³/s – Tr=200 anni.

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	240 - A14	R_PRP	1330	-5.51	0.72	-2.02	1.27	0.146%	3.28	0.42
Foce	240 - A14	Sol_A	1330	-5.51	0.67	-2.03	1.23	0.149%	3.31	0.43
Foce	240 - A14	Sol_B	1330	-5.51	0.67	-2.03	1.23	0.149%	3.31	0.43
Foce	240 - A14	Sol_C	1330	-5.51	0.67	-2.03	1.23	0.149%	3.31	0.43
Foce	230 - A13	R_PRP	1330	-5.53	0.53	-1.57	1.24	0.197%	3.73	0.51
Foce	230 - A13	Sol_A	1330	-5.53	0.66	-2.05	1.22	0.149%	3.31	0.42
Foce	230 - A13	Sol_B	1330	-5.53	0.66	-2.05	1.22	0.149%	3.31	0.42
Foce	230 - A13	Sol_C	1330	-5.53	0.66	-2.05	1.22	0.149%	3.31	0.42
Foce	220 - A12	R_PRP	1330	-5.72	0.35	-1.69	1.08	0.206%	3.79	0.53
Foce	220 - A12	Sol_A	1330	-5.72	0.56	-2.23	1.10	0.143%	3.26	0.42
Foce	220 - A12	Sol_B	1330	-5.72	0.56	-2.23	1.10	0.143%	3.26	0.42
Foce	220 - A12	Sol_C	1330	-5.72	0.56	-2.23	1.10	0.143%	3.26	0.42
Foce	210 - A11	R_PRP	1330	-5.75	0.33	-1.72	1.06	0.207%	3.80	0.53
Foce	210 - A11	Sol_A	1330	-5.75	0.54	-2.26	1.08	0.141%	3.25	0.41
Foce	210 - A11	Sol_B	1330	-5.75	0.54	-2.26	1.08	0.141%	3.25	0.41
Foce	210 - A11	Sol_C	1330	-5.75	0.54	-2.26	1.08	0.141%	3.25	0.41
Foce	200 - A10	R_PRP	1330	-5.80	0.28	-1.77	1.02	0.206%	3.80	0.53
Foce	200 - A10	Sol_A	1330	-5.80	0.52	-2.31	1.05	0.139%	3.24	0.41
Foce	200 - A10	Sol_B	1330	-5.80	0.52	-2.31	1.05	0.139%	3.24	0.41
Foce	200 - A10	Sol_C	1330	-5.80	0.52	-2.31	1.05	0.139%	3.24	0.41
Foce	190 - A9	R_PRP	1330	-5.85	0.26	-1.84	0.97	0.198%	3.73	0.52
Foce	190 - A9	Sol_A	1330	-5.85	0.25	-1.78	0.97	0.205%	3.77	0.53
Foce	190 - A9	Sol_B	1330	-5.85	0.25	-1.78	0.97	0.205%	3.77	0.53
Foce	190 - A9	Sol_C	1330	-5.85	0.25	-1.78	0.97	0.205%	3.77	0.53
Foce	180 - A8	R_PRP	1330	-5.90	0.27	-1.98	0.92	0.179%	3.58	0.49
Foce	180 - A8	Sol_A	1330	-5.90	0.27	-1.93	0.93	0.184%	3.61	0.50
Foce	180 - A8	Sol_B	1330	-5.90	0.27	-1.93	0.93	0.184%	3.61	0.50
Foce	180 - A8	Sol_C	1330	-5.90	0.27	-1.93	0.93	0.184%	3.61	0.50
Foce	170 - A7	R_PRP	1330	-5.95	0.27	-2.11	0.87	0.161%	3.42	0.47
Foce	170 - A7	Sol_A	1330	-5.95	0.27	-2.07	0.88	0.164%	3.44	0.47
Foce	170 - A7	Sol_B	1330	-5.95	0.27	-2.07	0.88	0.164%	3.44	0.47
Foce	170 - A7	Sol_C	1330	-5.95	0.27	-2.07	0.88	0.164%	3.44	0.47
Foce	160 - A6	R_PRP	1330	-6.00	0.29	-2.28	0.82	0.140%	3.22	0.44
Foce	160 - A6	Sol_A	1330	-6.00	0.29	-2.25	0.83	0.143%	3.24	0.44
Foce	160 - A6	Sol_B	1330	-6.00	0.29	-2.25	0.83	0.143%	3.24	0.44
Foce	160 - A6	Sol_C	1330	-6.00	0.29	-2.25	0.83	0.143%	3.24	0.44
Foce	150 - A5	R_PRP	1330	-6.00	0.31	-2.43	0.78	0.123%	3.04	0.41
Foce	150 - A5	Sol_A	1330	-6.00	0.31	-2.40	0.78	0.125%	3.05	0.42
Foce	150 - A5	Sol_B	1330	-6.00	0.31	-2.40	0.78	0.125%	3.05	0.42
Foce	150 - A5	Sol_C	1330	-6.00	0.31	-2.40	0.78	0.125%	3.05	0.42
Foce	140 - A4	R_PRP	1330	-6.00	0.33	-2.59	0.74	0.106%	2.84	0.38
Foce	140 - A4	Sol_A	1330	-6.00	0.33	-2.57	0.74	0.106%	2.84	0.38
Foce	140 - A4	Sol_B	1330	-6.00	0.33	-2.57	0.74	0.106%	2.84	0.38
Foce	140 - A4	Sol_C	1330	-6.00	0.33	-2.57	0.74	0.106%	2.84	0.38
Foce	130 - A3	R_PRP	1330	-8.00	0.37	-3.15	0.68	0.074%	2.48	0.32
Foce	130 - A3	Sol_A	1330	-8.00	0.36	-3.13	0.68	0.075%	2.49	0.32
Foce	130 - A3	Sol_B	1330	-8.00	0.36	-3.13	0.68	0.075%	2.49	0.32
Foce	130 - A3	Sol_C	1330	-8.00	0.36	-3.13	0.68	0.075%	2.49	0.32
Foce	120 - A2	R_PRP	1330	-9.00	0.41	-3.84	0.64	0.049%	2.14	0.27
Foce	120 - A2	Sol_A	1330	-9.00	0.41	-3.81	0.64	0.050%	2.14	0.27
Foce	120 - A2	Sol_B	1330	-9.00	0.41	-3.81	0.64	0.050%	2.14	0.27
Foce	120 - A2	Sol_C	1330	-9.00	0.41	-3.81	0.64	0.050%	2.14	0.27
Foce	110 - A1	R_PRP	1330	-9.50	0.50	-6.16	0.58	0.012%	1.25	0.14
Foce	110 - A1	Sol_A	1330	-9.50	0.50	-6.16	0.58	0.012%	1.25	0.14
Foce	110 - A1	Sol_B	1330	-9.50	0.50	-6.16	0.58	0.012%	1.25	0.14
Foce	110 - A1	Sol_C	1330	-9.50	0.50	-6.16	0.58	0.012%	1.25	0.14
Foce	100 - A0	R_PRP	1330	-9.50	0.50	-6.55	0.57	0.011%	1.17	0.13
Foce	100 - A0	Sol_A	1330	-9.50	0.50	-6.55	0.57	0.011%	1.17	0.13
Foce	100 - A0	Sol_B	1330	-9.50	0.50	-6.55	0.57	0.011%	1.17	0.13
Foce	100 - A0	Sol_C	1330	-9.50	0.50	-6.55	0.57	0.011%	1.17	0.13

Tabella 3-3 – (segue Tabella 3-2) Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 1330 m³/s – Tr=200 anni.

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	540 - C05	R_PRP	1138	-4.88	3.35	0.78	3.89	0.135%	3.48	0.42
Foce	540 - C05	Sol_A	1138	-4.88	3.35	0.78	3.90	0.134%	3.48	0.42
Foce	540 - C05	Sol_B	1138	-4.88	3.44	0.78	3.96	0.127%	3.42	0.41
Foce	540 - C05	Sol_C	1138	-4.88	3.35	0.78	3.89	0.135%	3.48	0.42
Foce	534 - C04d	R_PRP	1138	-4.25	2.76	0.37	3.53	0.199%	3.96	0.49
Foce	534 - C04d	Sol_A	1138	-4.25	2.77	0.37	3.53	0.198%	3.96	0.49
Foce	534 - C04d	Sol_B	1138	-4.25	2.89	0.37	3.62	0.185%	3.87	0.47
Foce	534 - C04d	Sol_C	1138	-4.25	2.77	0.37	3.53	0.199%	3.96	0.49
Foce	533 - C04c	R_PRP	1138	-4.25	2.54	0.46	3.41	0.238%	4.22	0.53
Foce	533 - C04c	Sol_A	1138	-4.25	2.55	0.46	3.41	0.237%	4.21	0.53
Foce	533 - C04c	Sol_B	1138	-4.25	2.70	0.46	3.51	0.217%	4.09	0.51
Foce	533 - C04c	Sol_C	1138	-4.25	2.54	0.46	3.41	0.238%	4.22	0.53
Foce	532 - C04b	R_PRP	1138	-4.25	2.47	0.49	3.34	0.243%	4.26	0.54
Foce	532 - C04b	Sol_A	1138	-4.25	2.48	0.49	3.34	0.241%	4.25	0.53
Foce	532 - C04b	Sol_B	1138	-4.25	2.64	0.49	3.45	0.217%	4.11	0.51
Foce	532 - C04b	Sol_C	1138	-4.25	2.47	0.49	3.34	0.242%	4.26	0.54
Foce	531 - C04a	R_PRP	1138	-4.00	2.19	0.70	3.25	0.323%	4.67	0.61
Foce	531 - C04a	Sol_A	1138	-4.00	2.20	0.70	3.25	0.320%	4.66	0.61
Foce	531 - C04a	Sol_B	1138	-4.00	2.43	0.70	3.37	0.275%	4.42	0.57
Foce	531 - C04a	Sol_C	1138	-4.00	2.19	0.70	3.25	0.322%	4.67	0.61
Foce	530 - C04	R_PRP	1138	-3.95	1.40	0.70	3.01	0.577%	5.66	0.79
Foce	530 - C04	Sol_A	1138	-3.95	1.59	0.70	3.04	0.501%	5.40	0.74
Foce	530 - C04	Sol_B	1138	-3.95	2.16	0.70	3.22	0.330%	4.69	0.61
Foce	530 - C04	Sol_C	1138	-3.95	1.47	0.70	3.02	0.548%	5.57	0.78
Foce	520 - C03	R_PRP	1138	-4.00	2.24	-1.62	2.41	0.041%	1.84	0.24
Foce	520 - C03	Sol_A	1138	-4.00	2.33	-1.62	2.50	0.039%	1.81	0.23
Foce	520 - C03	Sol_B	1138	-4.00	2.68	-1.62	2.83	0.033%	1.71	0.21
Foce	520 - C03	Sol_C	1138	-4.00	2.27	-1.62	2.44	0.041%	1.83	0.23
Foce	510 - C02	R_PRP	1138	-4.00	2.21	-1.59	2.39	0.044%	1.87	0.24
Foce	510 - C02	Sol_A	1138	-4.00	2.30	-1.59	2.47	0.041%	1.84	0.23
Foce	510 - C02	Sol_B	1138	-4.00	2.66	-1.59	2.81	0.034%	1.73	0.21
Foce	510 - C02	Sol_C	1138	-4.00	2.24	-1.59	2.42	0.043%	1.86	0.24
Foce	500 - C01	R_PRP	1138	-4.00	2.10	-1.55	2.29	0.049%	1.96	0.25
Foce	500 - C01	Sol_A	1138	-4.00	2.20	-1.55	2.39	0.046%	1.92	0.25
Foce	500 - C01	Sol_B	1138	-4.00	2.58	-1.55	2.74	0.037%	1.80	0.22
Foce	500 - C01	Sol_C	1138	-4.00	2.14	-1.55	2.33	0.048%	1.94	0.25
Foce	450 - B16	R_PRP	1138	-4.00	2.08	-1.61	2.27	0.046%	1.90	0.25
Foce	450 - B16	Sol_A	1138	-4.00	2.18	-1.61	2.36	0.044%	1.87	0.24
Foce	450 - B16	Sol_B	1138	-4.00	2.56	-1.61	2.72	0.036%	1.75	0.22
Foce	450 - B16	Sol_C	1138	-4.00	2.12	-1.61	2.30	0.045%	1.89	0.24
Foce	440 - B15	R_PRP	1138	-4.00	2.06	-1.60	2.24	0.047%	1.91	0.25
Foce	440 - B15	Sol_A	1138	-4.00	2.16	-1.60	2.34	0.045%	1.88	0.24
Foce	440 - B15	Sol_B	1138	-4.00	2.54	-1.60	2.70	0.036%	1.76	0.22
Foce	440 - B15	Sol_C	1138	-4.00	2.09	-1.60	2.28	0.046%	1.90	0.25
Foce	430 - B14	R_PRP	1138	-4.00	2.00	-1.50	2.22	0.057%	2.07	0.27
Foce	430 - B14	Sol_A	1138	-4.00	2.11	-1.50	2.31	0.052%	2.01	0.26
Foce	430 - B14	Sol_B	1138	-4.00	2.50	-1.50	2.68	0.042%	1.87	0.23
Foce	430 - B14	Sol_C	1138	-4.00	2.04	-1.50	2.25	0.054%	2.04	0.26
Foce	420 - B13	R_PRP	1138	-4.00	1.87	-1.24	2.18	0.084%	2.45	0.32
Foce	420 - B13	Sol_A	1138	-4.00	1.99	-1.25	2.28	0.076%	2.38	0.31
Foce	420 - B13	Sol_B	1138	-4.00	2.39	-1.19	2.65	0.064%	2.26	0.29
Foce	420 - B13	Sol_C	1138	-4.50	1.96	-1.69	2.22	0.064%	2.28	0.29

Tabella 3-4 – Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 1138 m³/s – Tr=100 anni

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	410 - B12	R_PRP	1138	-4.00	1.70	-1.00	2.12	0.120%	2.86	0.38
Foce	410 - B12	Sol_A	1138	-4.00	1.81	-0.97	2.22	0.115%	2.84	0.38
Foce	410 - B12	Sol_B	1138	-4.00	2.17	-0.77	2.59	0.115%	2.91	0.37
Foce	410 - B12	Sol_C	1138	-5.00	1.81	-1.77	2.17	0.087%	2.66	0.33
Foce	400 - B11	R_PRP	1138	-4.06	1.42	-0.75	2.03	0.190%	3.46	0.47
Foce	400 - B11	Sol_A	1138	-4.06	1.40	-0.58	2.12	0.227%	3.75	0.51
Foce	400 - B11	Sol_B	1138	-4.06	1.63	-0.27	2.47	0.263%	4.07	0.55
Foce	400 - B11	Sol_C	1138	-5.00	1.42	-1.21	2.08	0.183%	3.62	0.46
Foce	390 - B10	R_PRP	1138	-4.09	1.39	-0.78	2.00	0.190%	3.46	0.47
Foce	390 - B10	Sol_A	1138	-4.09	1.28	-0.52	2.08	0.259%	3.95	0.54
Foce	390 - B10	Sol_B	1138	-4.09	1.35	-0.12	2.41	0.355%	4.57	0.63
Foce	390 - B10	Sol_C	1138	-5.00	1.24	-1.03	2.04	0.233%	3.98	0.51
Foce	385 - B09a	Sol_A	1138	-4.17	1.25	-0.69	1.98	0.231%	3.76	0.52
Foce	385 - B09a	Sol_B	1138	-4.09	0.85	-0.01	2.24	0.522%	5.23	0.75
Foce	385 - B09a	Sol_C	1138	-5.00	1.01	-0.92	1.95	0.286%	4.30	0.56
Foce	380 - B09	R_PRP	1138	-4.25	1.28	-0.98	1.86	0.177%	3.36	0.46
Foce	380 - B09	Sol_A	1138	-4.25	1.24	-0.91	1.86	0.193%	3.49	0.48
Foce	380 - B09	Sol_B	1138	-4.25	1.17	-0.74	1.91	0.238%	3.81	0.52
Foce	380 - B09	Sol_C	1138	-5.00	1.19	-1.49	1.76	0.158%	3.34	0.43
Foce	370 - B08	R_PRP	1138	-4.40	1.20	-1.20	1.72	0.158%	3.21	0.43
Foce	370 - B08	Sol_A	1138	-4.40	1.17	-1.17	1.71	0.166%	3.27	0.44
Foce	370 - B08	Sol_B	1138	-4.40	1.17	-1.17	1.71	0.166%	3.27	0.44
Foce	370 - B08	Sol_C	1138	-5.00	1.17	-1.77	1.62	0.120%	2.95	0.38
Foce	360 - B07	R_PRP	1138	-4.56	1.11	-1.40	1.60	0.145%	3.10	0.42
Foce	360 - B07	Sol_A	1138	-4.56	1.09	-1.41	1.58	0.147%	3.12	0.42
Foce	360 - B07	Sol_B	1138	-4.56	1.09	-1.41	1.58	0.147%	3.12	0.42
Foce	360 - B07	Sol_C	1138	-5.00	1.10	-1.85	1.53	0.115%	2.88	0.37
Foce	350 - B06	R_PRP	1138	-4.71	1.02	-1.56	1.50	0.138%	3.05	0.41
Foce	350 - B06	Sol_A	1138	-4.71	0.99	-1.57	1.48	0.140%	3.07	0.41
Foce	350 - B06	Sol_B	1138	-4.71	0.99	-1.57	1.48	0.140%	3.07	0.41
Foce	350 - B06	Sol_C	1138	-5.00	1.01	-1.86	1.45	0.119%	2.91	0.38
Foce	340 - B05	R_PRP	1138	-4.87	0.93	-1.72	1.40	0.133%	3.02	0.40
Foce	340 - B05	Sol_A	1138	-4.87	0.90	-1.73	1.37	0.135%	3.03	0.40
Foce	340 - B05	Sol_B	1138	-4.87	0.90	-1.73	1.37	0.135%	3.03	0.40
Foce	340 - B05	Sol_C	1138	-5.00	0.92	-1.86	1.36	0.125%	2.96	0.39
Foce	330 - B04	R_PRP	1138	-5.03	0.84	-1.88	1.30	0.128%	2.98	0.39
Foce	330 - B04	Sol_A	1138	-5.03	0.82	-1.89	1.27	0.130%	3.00	0.40
Foce	330 - B04	Sol_B	1138	-5.03	0.82	-1.89	1.27	0.130%	3.00	0.40
Foce	330 - B04	Sol_C	1138	-5.03	0.82	-1.89	1.27	0.130%	3.00	0.40
Foce	320 - B03	R_PRP	1138	-5.12	0.81	-1.97	1.25	0.125%	2.95	0.39
Foce	320 - B03	Sol_A	1138	-5.12	0.78	-1.98	1.22	0.127%	2.97	0.39
Foce	320 - B03	Sol_B	1138	-5.12	0.78	-1.98	1.22	0.127%	2.97	0.39
Foce	320 - B03	Sol_C	1138	-5.12	0.78	-1.98	1.22	0.127%	2.97	0.39
Foce	310 - B02	R_PRP	1138	-5.25	0.75	-2.10	1.18	0.120%	2.92	0.38
Foce	310 - B02	Sol_A	1138	-5.25	0.72	-2.11	1.16	0.122%	2.93	0.38
Foce	310 - B02	Sol_B	1138	-5.25	0.72	-2.11	1.16	0.122%	2.93	0.38
Foce	310 - B02	Sol_C	1138	-5.25	0.72	-2.11	1.16	0.122%	2.93	0.38
Foce	300 - B01	R_PRP	1138	-5.38	0.70	-2.23	1.12	0.115%	2.88	0.37
Foce	300 - B01	Sol_A	1138	-5.38	0.66	-2.24	1.09	0.117%	2.90	0.38
Foce	300 - B01	Sol_B	1138	-5.38	0.66	-2.24	1.09	0.117%	2.90	0.38
Foce	300 - B01	Sol_C	1138	-5.38	0.66	-2.24	1.09	0.117%	2.90	0.38

Tabella 3-5 – (segue Tabella 3-4) Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 1138 m³/s – Tr=100 anni

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	240 - A14	R_PRP	1138	-5.51	0.64	-2.36	1.06	0.111%	2.84	0.37
Foce	240 - A14	Sol_A	1138	-5.51	0.61	-2.37	1.03	0.113%	2.86	0.37
Foce	240 - A14	Sol_B	1138	-5.51	0.61	-2.37	1.03	0.113%	2.86	0.37
Foce	240 - A14	Sol_C	1138	-5.51	0.61	-2.37	1.03	0.113%	2.86	0.37
Foce	230 - A13	R_PRP	1138	-5.53	0.51	-1.95	1.04	0.146%	3.20	0.44
Foce	230 - A13	Sol_A	1138	-5.53	0.60	-2.39	1.02	0.112%	2.85	0.37
Foce	230 - A13	Sol_B	1138	-5.53	0.60	-2.39	1.02	0.112%	2.85	0.37
Foce	230 - A13	Sol_C	1138	-5.53	0.60	-2.39	1.02	0.112%	2.85	0.37
Foce	220 - A12	R_PRP	1138	-5.72	0.39	-2.08	0.92	0.147%	3.22	0.45
Foce	220 - A12	Sol_A	1138	-5.72	0.53	-2.58	0.93	0.106%	2.80	0.36
Foce	220 - A12	Sol_B	1138	-5.72	0.53	-2.58	0.93	0.106%	2.80	0.36
Foce	220 - A12	Sol_C	1138	-5.72	0.53	-2.58	0.93	0.106%	2.80	0.36
Foce	210 - A11	R_PRP	1138	-5.75	0.37	-2.10	0.90	0.148%	3.22	0.45
Foce	210 - A11	Sol_A	1138	-5.75	0.52	-2.61	0.92	0.105%	2.79	0.36
Foce	210 - A11	Sol_B	1138	-5.75	0.52	-2.61	0.92	0.105%	2.79	0.36
Foce	210 - A11	Sol_C	1138	-5.75	0.52	-2.61	0.92	0.105%	2.79	0.36
Foce	200 - A10	R_PRP	1138	-5.80	0.35	-2.15	0.87	0.146%	3.21	0.44
Foce	200 - A10	Sol_A	1138	-5.80	0.50	-2.66	0.89	0.103%	2.78	0.35
Foce	200 - A10	Sol_B	1138	-5.80	0.50	-2.66	0.89	0.103%	2.78	0.35
Foce	200 - A10	Sol_C	1138	-5.80	0.50	-2.66	0.89	0.103%	2.78	0.35
Foce	190 - A9	R_PRP	1138	-5.85	0.33	-2.22	0.84	0.140%	3.15	0.43
Foce	190 - A9	Sol_A	1138	-5.85	0.32	-2.16	0.84	0.144%	3.18	0.44
Foce	190 - A9	Sol_B	1138	-5.85	0.32	-2.16	0.84	0.144%	3.18	0.44
Foce	190 - A9	Sol_C	1138	-5.85	0.32	-2.16	0.84	0.144%	3.18	0.44
Foce	180 - A8	R_PRP	1138	-5.90	0.33	-2.35	0.80	0.126%	3.02	0.41
Foce	180 - A8	Sol_A	1138	-5.90	0.33	-2.31	0.81	0.130%	3.05	0.42
Foce	180 - A8	Sol_B	1138	-5.90	0.33	-2.31	0.81	0.130%	3.05	0.42
Foce	180 - A8	Sol_C	1138	-5.90	0.33	-2.31	0.81	0.130%	3.05	0.42
Foce	170 - A7	R_PRP	1138	-5.95	0.34	-2.48	0.76	0.114%	2.89	0.39
Foce	170 - A7	Sol_A	1138	-5.95	0.34	-2.44	0.77	0.116%	2.91	0.40
Foce	170 - A7	Sol_B	1138	-5.95	0.34	-2.44	0.77	0.116%	2.91	0.40
Foce	170 - A7	Sol_C	1138	-5.95	0.34	-2.44	0.77	0.116%	2.91	0.40
Foce	160 - A6	R_PRP	1138	-6.00	0.35	-2.64	0.73	0.099%	2.73	0.37
Foce	160 - A6	Sol_A	1138	-6.00	0.35	-2.60	0.74	0.101%	2.74	0.37
Foce	160 - A6	Sol_B	1138	-6.00	0.35	-2.60	0.74	0.101%	2.74	0.37
Foce	160 - A6	Sol_C	1138	-6.00	0.35	-2.60	0.74	0.101%	2.74	0.37
Foce	150 - A5	R_PRP	1138	-6.00	0.36	-2.77	0.70	0.087%	2.57	0.35
Foce	150 - A5	Sol_A	1138	-6.00	0.36	-2.74	0.70	0.089%	2.59	0.35
Foce	150 - A5	Sol_B	1138	-6.00	0.36	-2.74	0.70	0.089%	2.59	0.35
Foce	150 - A5	Sol_C	1138	-6.00	0.36	-2.74	0.70	0.089%	2.59	0.35
Foce	140 - A4	R_PRP	1138	-6.00	0.37	-2.92	0.67	0.075%	2.41	0.32
Foce	140 - A4	Sol_A	1138	-6.00	0.38	-2.90	0.67	0.076%	2.41	0.32
Foce	140 - A4	Sol_B	1138	-6.00	0.38	-2.90	0.67	0.076%	2.41	0.32
Foce	140 - A4	Sol_C	1138	-6.00	0.38	-2.90	0.67	0.076%	2.41	0.32
Foce	130 - A3	R_PRP	1138	-8.00	0.40	-3.46	0.63	0.053%	2.11	0.27
Foce	130 - A3	Sol_A	1138	-8.00	0.40	-3.44	0.63	0.054%	2.11	0.28
Foce	130 - A3	Sol_B	1138	-8.00	0.40	-3.44	0.63	0.054%	2.11	0.28
Foce	130 - A3	Sol_C	1138	-8.00	0.40	-3.44	0.63	0.054%	2.11	0.28
Foce	120 - A2	R_PRP	1138	-9.00	0.44	-4.14	0.60	0.035%	1.82	0.23
Foce	120 - A2	Sol_A	1138	-9.00	0.43	-4.12	0.60	0.036%	1.83	0.23
Foce	120 - A2	Sol_B	1138	-9.00	0.43	-4.12	0.60	0.036%	1.83	0.23
Foce	120 - A2	Sol_C	1138	-9.00	0.43	-4.12	0.60	0.036%	1.83	0.23
Foce	110 - A1	R_PRP	1138	-9.50	0.50	-6.41	0.56	0.009%	1.07	0.12
Foce	110 - A1	Sol_A	1138	-9.50	0.50	-6.41	0.56	0.009%	1.07	0.12
Foce	110 - A1	Sol_B	1138	-9.50	0.50	-6.41	0.56	0.009%	1.07	0.12
Foce	110 - A1	Sol_C	1138	-9.50	0.50	-6.41	0.56	0.009%	1.07	0.12
Foce	100 - A0	R_PRP	1138	-9.50	0.50	-6.81	0.55	0.008%	1.00	0.11
Foce	100 - A0	Sol_A	1138	-9.50	0.50	-6.81	0.55	0.008%	1.00	0.11
Foce	100 - A0	Sol_B	1138	-9.50	0.50	-6.81	0.55	0.008%	1.00	0.11
Foce	100 - A0	Sol_C	1138	-9.50	0.50	-6.81	0.55	0.008%	1.00	0.11

Tabella 3-6– (segue Tabella 3-5) Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 1138 m³/s – Tr=100 anni

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	540 - C05	R_PRP	941	-4.88	2.73	0.27	3.24	0.138%	3.31	0.42
Foce	540 - C05	Sol_A	941	-4.88	2.74	0.27	3.25	0.137%	3.30	0.42
Foce	540 - C05	Sol_B	941	-4.88	2.82	0.27	3.30	0.130%	3.24	0.41
Foce	540 - C05	Sol_C	941	-4.88	2.73	0.27	3.24	0.138%	3.31	0.42
Foce	534 - C04d	R_PRP	941	-4.25	2.24	-0.14	2.89	0.186%	3.63	0.47
Foce	534 - C04d	Sol_A	941	-4.25	2.26	-0.14	2.90	0.184%	3.62	0.46
Foce	534 - C04d	Sol_B	941	-4.25	2.36	-0.14	2.98	0.173%	3.54	0.45
Foce	534 - C04d	Sol_C	941	-4.25	2.24	-0.14	2.89	0.186%	3.63	0.47
Foce	533 - C04c	R_PRP	941	-4.25	2.05	-0.08	2.78	0.220%	3.85	0.50
Foce	533 - C04c	Sol_A	941	-4.25	2.07	-0.08	2.80	0.217%	3.83	0.50
Foce	533 - C04c	Sol_B	941	-4.25	2.20	-0.08	2.88	0.201%	3.74	0.48
Foce	533 - C04c	Sol_C	941	-4.25	2.05	-0.08	2.78	0.220%	3.85	0.50
Foce	532 - C04b	R_PRP	941	-4.25	1.96	-0.05	2.72	0.233%	3.95	0.52
Foce	532 - C04b	Sol_A	941	-4.25	1.98	-0.05	2.74	0.228%	3.92	0.51
Foce	532 - C04b	Sol_B	941	-4.25	2.13	-0.05	2.83	0.208%	3.80	0.49
Foce	532 - C04b	Sol_C	941	-4.25	1.96	-0.05	2.72	0.233%	3.95	0.52
Foce	531 - C04a	R_PRP	941	-4.00	1.69	0.15	2.63	0.314%	4.35	0.59
Foce	531 - C04a	Sol_A	941	-4.00	1.73	0.15	2.65	0.306%	4.31	0.59
Foce	531 - C04a	Sol_B	941	-4.00	1.92	0.15	2.75	0.266%	4.12	0.55
Foce	531 - C04a	Sol_C	941	-4.00	1.69	0.15	2.63	0.314%	4.35	0.59
Foce	530 - C04	R_PRP	941	-3.95	1.17	0.17	2.42	0.471%	4.97	0.71
Foce	530 - C04	Sol_A	941	-3.95	1.28	0.17	2.46	0.433%	4.83	0.68
Foce	530 - C04	Sol_B	941	-3.95	1.64	0.17	2.60	0.329%	4.41	0.60
Foce	530 - C04	Sol_C	941	-3.95	1.17	0.17	2.42	0.470%	4.96	0.71
Foce	520 - C03	R_PRP	941	-4.00	1.80	-1.90	1.94	0.037%	1.65	0.22
Foce	520 - C03	Sol_A	941	-4.00	1.87	-1.90	2.01	0.035%	1.62	0.21
Foce	520 - C03	Sol_B	941	-4.00	2.12	-1.90	2.24	0.030%	1.55	0.20
Foce	520 - C03	Sol_C	941	-4.00	1.80	-1.90	1.94	0.037%	1.64	0.22
Foce	510 - C02	R_PRP	941	-4.00	1.77	-1.88	1.91	0.039%	1.68	0.22
Foce	510 - C02	Sol_A	941	-4.00	1.84	-1.88	1.98	0.037%	1.66	0.22
Foce	510 - C02	Sol_B	941	-4.00	2.09	-1.88	2.22	0.032%	1.58	0.20
Foce	510 - C02	Sol_C	941	-4.00	1.77	-1.88	1.91	0.039%	1.68	0.22
Foce	500 - C01	R_PRP	941	-4.00	1.67	-1.84	1.83	0.043%	1.75	0.23
Foce	500 - C01	Sol_A	941	-4.00	1.75	-1.84	1.90	0.041%	1.73	0.23
Foce	500 - C01	Sol_B	941	-4.00	2.02	-1.84	2.15	0.035%	1.64	0.21
Foce	500 - C01	Sol_C	941	-4.00	1.68	-1.84	1.83	0.043%	1.75	0.23
Foce	450 - B16	R_PRP	941	-4.00	1.66	-1.90	1.81	0.040%	1.70	0.23
Foce	450 - B16	Sol_A	941	-4.00	1.74	-1.90	1.88	0.039%	1.67	0.22
Foce	450 - B16	Sol_B	941	-4.00	2.01	-1.90	2.13	0.033%	1.59	0.21
Foce	450 - B16	Sol_C	941	-4.00	1.66	-1.90	1.81	0.040%	1.69	0.23
Foce	440 - B15	R_PRP	941	-4.00	1.64	-1.89	1.79	0.041%	1.71	0.23
Foce	440 - B15	Sol_A	941	-4.00	1.72	-1.89	1.86	0.039%	1.68	0.22
Foce	440 - B15	Sol_B	941	-4.00	1.99	-1.89	2.12	0.034%	1.60	0.21
Foce	440 - B15	Sol_C	941	-4.00	1.64	-1.89	1.79	0.041%	1.71	0.23
Foce	430 - B14	R_PRP	941	-4.00	1.59	-1.80	1.76	0.048%	1.83	0.25
Foce	430 - B14	Sol_A	941	-4.00	1.67	-1.80	1.84	0.046%	1.80	0.24
Foce	430 - B14	Sol_B	941	-4.00	1.95	-1.80	2.10	0.039%	1.71	0.22
Foce	430 - B14	Sol_C	941	-4.00	1.60	-1.80	1.77	0.048%	1.83	0.25
Foce	420 - B13	R_PRP	941	-4.00	1.49	-1.57	1.73	0.071%	2.17	0.30
Foce	420 - B13	Sol_A	941	-4.00	1.58	-1.57	1.81	0.067%	2.13	0.29
Foce	420 - B13	Sol_B	941	-4.00	1.85	-1.52	2.07	0.060%	2.08	0.27
Foce	420 - B13	Sol_C	941	-4.50	1.53	-2.02	1.74	0.056%	2.03	0.26

Tabella 3-7- Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 941 m³/s – Tr=50 anni

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	410 - B12	R_PRP	941	-4.00	1.36	-1.36	1.68	0.100%	2.51	0.35
Foce	410 - B12	Sol_A	941	-4.00	1.44	-1.33	1.76	0.099%	2.52	0.34
Foce	410 - B12	Sol_B	941	-4.00	1.66	-1.15	2.02	0.106%	2.65	0.36
Foce	410 - B12	Sol_C	941	-5.00	1.42	-2.15	1.70	0.073%	2.35	0.30
Foce	400 - B11	R_PRP	941	-4.06	1.15	-1.14	1.61	0.152%	3.01	0.42
Foce	400 - B11	Sol_A	941	-4.06	1.14	-0.99	1.68	0.181%	3.25	0.46
Foce	400 - B11	Sol_B	941	-4.06	1.25	-0.72	1.92	0.225%	3.62	0.50
Foce	400 - B11	Sol_C	941	-5.00	1.13	-1.66	1.63	0.144%	3.13	0.40
Foce	390 - B10	R_PRP	941	-4.09	1.13	-1.17	1.59	0.151%	3.00	0.42
Foce	390 - B10	Sol_A	941	-4.09	1.06	-0.94	1.65	0.203%	3.41	0.48
Foce	390 - B10	Sol_B	941	-4.09	1.06	-0.59	1.87	0.287%	3.99	0.56
Foce	390 - B10	Sol_C	941	-5.00	1.01	-1.50	1.60	0.179%	3.42	0.45
Foce	385 - B09a	Sol_A	941	-4.17	1.03	-1.11	1.57	0.179%	3.24	0.45
Foce	385 - B09a	Sol_B	941	-4.09	0.76	-0.50	1.75	0.377%	4.40	0.64
Foce	385 - B09a	Sol_C	941	-5.00	0.85	-1.41	1.53	0.212%	3.65	0.48
Foce	380 - B09	R_PRP	941	-4.25	1.05	-1.37	1.48	0.138%	2.90	0.40
Foce	380 - B09	Sol_A	941	-4.25	1.02	-1.31	1.48	0.150%	3.00	0.42
Foce	380 - B09	Sol_B	941	-4.25	0.97	-1.16	1.51	0.183%	3.27	0.46
Foce	380 - B09	Sol_C	941	-5.00	0.97	-1.91	1.39	0.120%	2.86	0.37
Foce	370 - B08	R_PRP	941	-4.40	0.98	-1.58	1.37	0.122%	2.76	0.38
Foce	370 - B08	Sol_A	941	-4.40	0.96	-1.56	1.36	0.127%	2.81	0.39
Foce	370 - B08	Sol_B	941	-4.40	0.96	-1.56	1.36	0.127%	2.81	0.39
Foce	370 - B08	Sol_C	941	-5.00	0.96	-2.16	1.29	0.091%	2.53	0.33
Foce	360 - B07	R_PRP	941	-4.56	0.92	-1.78	1.28	0.110%	2.66	0.36
Foce	360 - B07	Sol_A	941	-4.56	0.90	-1.78	1.26	0.111%	2.67	0.36
Foce	360 - B07	Sol_B	941	-4.56	0.90	-1.78	1.26	0.111%	2.67	0.36
Foce	360 - B07	Sol_C	941	-5.00	0.91	-2.22	1.22	0.087%	2.46	0.32
Foce	350 - B06	R_PRP	941	-4.71	0.85	-1.94	1.20	0.104%	2.60	0.35
Foce	350 - B06	Sol_A	941	-4.71	0.83	-1.94	1.18	0.105%	2.61	0.35
Foce	350 - B06	Sol_B	941	-4.71	0.83	-1.94	1.18	0.105%	2.61	0.35
Foce	350 - B06	Sol_C	941	-5.00	0.85	-2.23	1.16	0.089%	2.48	0.33
Foce	340 - B05	R_PRP	941	-4.87	0.78	-2.10	1.12	0.099%	2.56	0.34
Foce	340 - B05	Sol_A	941	-4.87	0.77	-2.10	1.10	0.100%	2.57	0.35
Foce	340 - B05	Sol_B	941	-4.87	0.77	-2.10	1.10	0.100%	2.57	0.35
Foce	340 - B05	Sol_C	941	-5.00	0.77	-2.23	1.10	0.092%	2.51	0.33
Foce	330 - B04	R_PRP	941	-5.03	0.72	-2.26	1.05	0.094%	2.52	0.34
Foce	330 - B04	Sol_A	941	-5.03	0.70	-2.26	1.03	0.094%	2.52	0.34
Foce	330 - B04	Sol_B	941	-5.03	0.70	-2.26	1.03	0.094%	2.52	0.34
Foce	330 - B04	Sol_C	941	-5.03	0.70	-2.26	1.03	0.094%	2.52	0.34
Foce	320 - B03	R_PRP	941	-5.12	0.70	-2.35	1.01	0.090%	2.49	0.33
Foce	320 - B03	Sol_A	941	-5.12	0.68	-2.35	1.00	0.091%	2.50	0.33
Foce	320 - B03	Sol_B	941	-5.12	0.68	-2.35	1.00	0.091%	2.50	0.33
Foce	320 - B03	Sol_C	941	-5.12	0.68	-2.35	1.00	0.091%	2.50	0.33
Foce	310 - B02	R_PRP	941	-5.25	0.66	-2.48	0.96	0.086%	2.45	0.32
Foce	310 - B02	Sol_A	941	-5.25	0.64	-2.48	0.95	0.087%	2.46	0.32
Foce	310 - B02	Sol_B	941	-5.25	0.64	-2.48	0.95	0.087%	2.46	0.32
Foce	310 - B02	Sol_C	941	-5.25	0.64	-2.48	0.95	0.087%	2.46	0.32
Foce	300 - B01	R_PRP	941	-5.38	0.62	-2.61	0.92	0.082%	2.41	0.31
Foce	300 - B01	Sol_A	941	-5.38	0.60	-2.61	0.90	0.083%	2.42	0.32
Foce	300 - B01	Sol_B	941	-5.38	0.60	-2.61	0.90	0.083%	2.42	0.32
Foce	300 - B01	Sol_C	941	-5.38	0.60	-2.61	0.90	0.083%	2.42	0.32

Tabella 3-8- (segue Tabella 3-7) Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 941 m³/s – Tr=50 anni

Reach	River Station	Plan	Portata	Quota thalweg	Quota Livello idrico	Quota livello critico	Quota energia	Pendenza linea energia	Velocità	Numero di Froude
			(m³/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m/m)	(m/s)	
Foce	240 - A14	R_PRP	941	-5.51	0.59	-2.74	0.87	0.078%	2.37	0.31
Foce	240 - A14	Sol_A	941	-5.51	0.57	-2.74	0.86	0.079%	2.38	0.31
Foce	240 - A14	Sol_B	941	-5.51	0.57	-2.74	0.86	0.079%	2.38	0.31
Foce	240 - A14	Sol_C	941	-5.51	0.57	-2.74	0.86	0.079%	2.38	0.31
Foce	230 - A13	R_PRP	941	-5.53	0.50	-2.37	0.86	0.101%	2.65	0.37
Foce	230 - A13	Sol_A	941	-5.53	0.56	-2.76	0.85	0.078%	2.38	0.31
Foce	230 - A13	Sol_B	941	-5.53	0.56	-2.76	0.85	0.078%	2.38	0.31
Foce	230 - A13	Sol_C	941	-5.53	0.56	-2.76	0.85	0.078%	2.38	0.31
Foce	220 - A12	R_PRP	941	-5.72	0.42	-2.50	0.78	0.099%	2.65	0.37
Foce	220 - A12	Sol_A	941	-5.72	0.51	-2.95	0.79	0.073%	2.32	0.30
Foce	220 - A12	Sol_B	941	-5.72	0.51	-2.95	0.79	0.073%	2.32	0.30
Foce	220 - A12	Sol_C	941	-5.72	0.51	-2.95	0.79	0.073%	2.32	0.30
Foce	210 - A11	R_PRP	941	-5.75	0.41	-2.52	0.77	0.099%	2.65	0.36
Foce	210 - A11	Sol_A	941	-5.75	0.51	-2.98	0.78	0.072%	2.31	0.30
Foce	210 - A11	Sol_B	941	-5.75	0.51	-2.98	0.78	0.072%	2.31	0.30
Foce	210 - A11	Sol_C	941	-5.75	0.51	-2.98	0.78	0.072%	2.31	0.30
Foce	200 - A10	R_PRP	941	-5.80	0.39	-2.57	0.75	0.097%	2.63	0.36
Foce	200 - A10	Sol_A	941	-5.80	0.49	-3.03	0.76	0.071%	2.30	0.29
Foce	200 - A10	Sol_B	941	-5.80	0.49	-3.03	0.76	0.071%	2.30	0.29
Foce	200 - A10	Sol_C	941	-5.80	0.49	-3.03	0.76	0.071%	2.30	0.29
Foce	190 - A9	R_PRP	941	-5.85	0.39	-2.64	0.73	0.093%	2.58	0.35
Foce	190 - A9	Sol_A	941	-5.85	0.38	-2.59	0.73	0.096%	2.60	0.36
Foce	190 - A9	Sol_B	941	-5.85	0.38	-2.59	0.73	0.096%	2.60	0.36
Foce	190 - A9	Sol_C	941	-5.85	0.38	-2.59	0.73	0.096%	2.60	0.36
Foce	180 - A8	R_PRP	941	-5.90	0.39	-2.76	0.70	0.084%	2.47	0.34
Foce	180 - A8	Sol_A	941	-5.90	0.39	-2.72	0.71	0.086%	2.49	0.34
Foce	180 - A8	Sol_B	941	-5.90	0.39	-2.72	0.71	0.086%	2.49	0.34
Foce	180 - A8	Sol_C	941	-5.90	0.39	-2.72	0.71	0.086%	2.49	0.34
Foce	170 - A7	R_PRP	941	-5.95	0.39	-2.88	0.68	0.075%	2.36	0.32
Foce	170 - A7	Sol_A	941	-5.95	0.39	-2.85	0.68	0.077%	2.38	0.33
Foce	170 - A7	Sol_B	941	-5.95	0.39	-2.85	0.68	0.077%	2.38	0.33
Foce	170 - A7	Sol_C	941	-5.95	0.39	-2.85	0.68	0.077%	2.38	0.33
Foce	160 - A6	R_PRP	941	-6.00	0.40	-3.03	0.65	0.066%	2.24	0.30
Foce	160 - A6	Sol_A	941	-6.00	0.40	-2.99	0.66	0.068%	2.25	0.31
Foce	160 - A6	Sol_B	941	-6.00	0.40	-2.99	0.66	0.068%	2.25	0.31
Foce	160 - A6	Sol_C	941	-6.00	0.40	-2.99	0.66	0.068%	2.25	0.31
Foce	150 - A5	R_PRP	941	-6.00	0.41	-3.15	0.63	0.058%	2.11	0.28
Foce	150 - A5	Sol_A	941	-6.00	0.41	-3.11	0.64	0.059%	2.12	0.29
Foce	150 - A5	Sol_B	941	-6.00	0.41	-3.11	0.64	0.059%	2.12	0.29
Foce	150 - A5	Sol_C	941	-6.00	0.41	-3.11	0.64	0.059%	2.12	0.29
Foce	140 - A4	R_PRP	941	-6.00	0.42	-3.28	0.61	0.050%	1.98	0.27
Foce	140 - A4	Sol_A	941	-6.00	0.42	-3.26	0.62	0.051%	1.98	0.27
Foce	140 - A4	Sol_B	941	-6.00	0.42	-3.26	0.62	0.051%	1.98	0.27
Foce	140 - A4	Sol_C	941	-6.00	0.42	-3.26	0.62	0.051%	1.98	0.27
Foce	130 - A3	R_PRP	941	-8.00	0.43	-3.80	0.59	0.036%	1.73	0.22
Foce	130 - A3	Sol_A	941	-8.00	0.43	-3.78	0.59	0.036%	1.74	0.23
Foce	130 - A3	Sol_B	941	-8.00	0.43	-3.78	0.59	0.036%	1.74	0.23
Foce	130 - A3	Sol_C	941	-8.00	0.43	-3.78	0.59	0.036%	1.74	0.23
Foce	120 - A2	R_PRP	941	-9.00	0.46	-4.48	0.57	0.024%	1.50	0.19
Foce	120 - A2	Sol_A	941	-9.00	0.46	-4.45	0.57	0.024%	1.51	0.19
Foce	120 - A2	Sol_B	941	-9.00	0.46	-4.45	0.57	0.024%	1.51	0.19
Foce	120 - A2	Sol_C	941	-9.00	0.46	-4.45	0.57	0.024%	1.51	0.19
Foce	110 - A1	R_PRP	941	-9.50	0.50	-6.71	0.54	0.006%	0.88	0.10
Foce	110 - A1	Sol_A	941	-9.50	0.50	-6.71	0.54	0.006%	0.88	0.10
Foce	110 - A1	Sol_B	941	-9.50	0.50	-6.71	0.54	0.006%	0.88	0.10
Foce	110 - A1	Sol_C	941	-9.50	0.50	-6.71	0.54	0.006%	0.88	0.10
Foce	100 - A0	R_PRP	941	-9.50	0.50	-7.10	0.53	0.005%	0.82	0.09
Foce	100 - A0	Sol_A	941	-9.50	0.50	-7.10	0.53	0.005%	0.82	0.09
Foce	100 - A0	Sol_B	941	-9.50	0.50	-7.10	0.53	0.005%	0.82	0.09
Foce	100 - A0	Sol_C	941	-9.50	0.50	-7.10	0.53	0.005%	0.82	0.09

Tabella 3-9– (segue Tabella 3-8) Principali parametri idraulici - modello Hec RAS Q = 941 m³/s – Tr=50 anni

4. CONCLUSIONI

Le simulazioni eseguite hanno consentito di valutare per le tre portate esaminate e per ciascuna delle quattro configurazioni prese in esame, le caratteristiche della corrente idrica, l'andamento dei livelli e i relativi battenti di esondazione rispetto alle attuali quote di banchina e l'andamento della velocità media della corrente idrica lungo l'asta fluviale.

Nel tratto oggetto della deviazione fluviale la corrente idrica è sempre contenuta all'interno del nuovo alveo fluviale con un franco minimo di circa 1,0 m.

L'esondazione fluviale avviene, come già mostrato dai precedenti studi idraulici, nella zona che attualmente non presenta arginature, ovvero quella in cui l'alveo fluviale attuale si allarga che risulta compresa tra la Capitaneria di Porto e l'inizio del tratto deviato del fiume dove verranno realizzate le nuove opere di arginatura e di risagomatura dell'alveo fluviale.

I risultati dello studio eseguito mostrano chiaramente che la conservazione della sezione idraulica attuale in corrispondenza del Ponte del Mare (Sol B), presenta delle sensibili criticità in quanto incrementa i livelli di monte e le velocità nella sezione ristretta. L'aumento delle velocità comporta una maggiore estensione della zona del canale da proteggere, mentre l'aumento dei livelli determina un incremento di quota dell'arginatura da prevedere per evitare l'esondazione del fiume nel tratto compreso tra la sede della Capitaneria di porto e il Ponte del Mare.

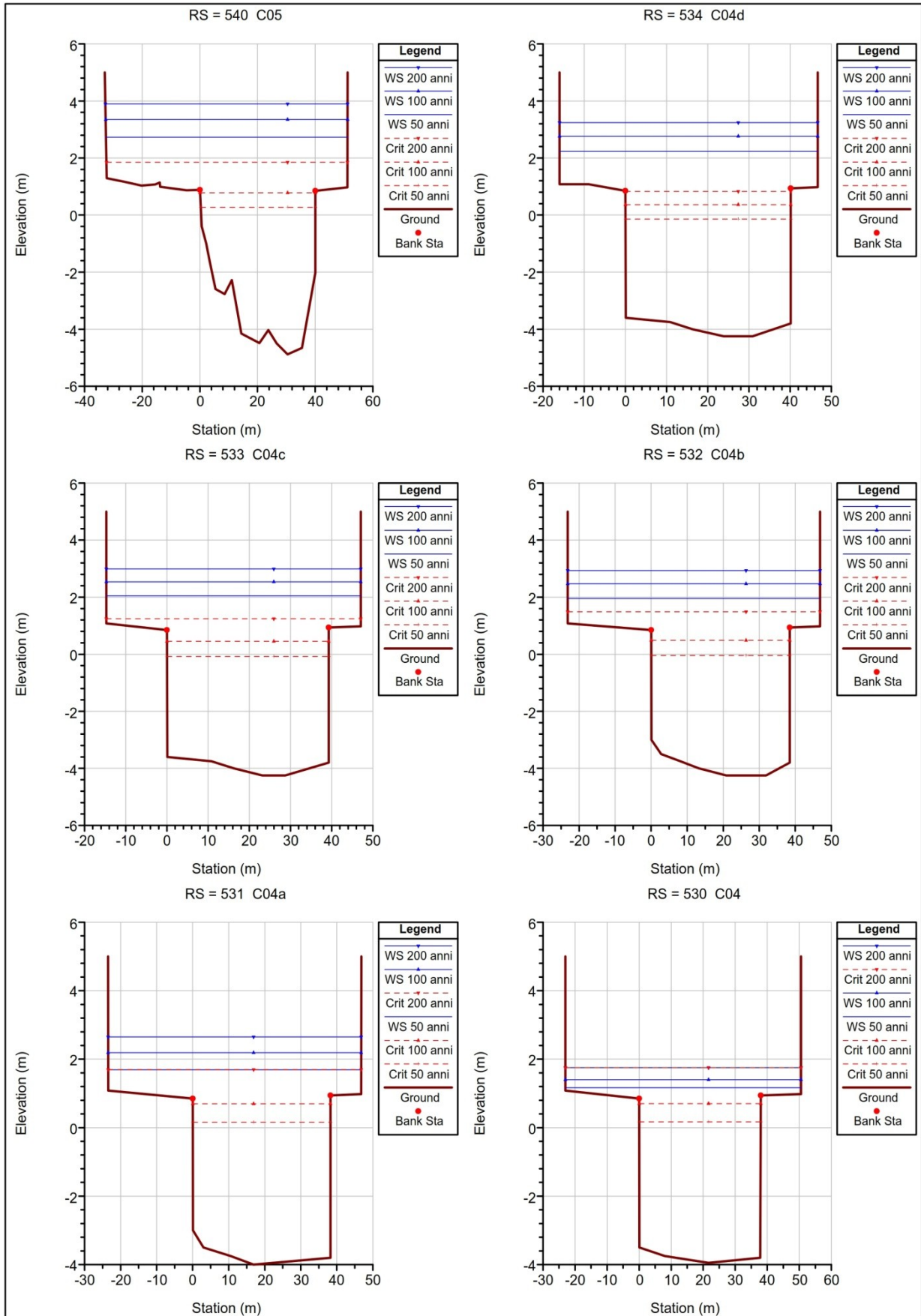
Relativamente alle soluzioni A e C, nei limiti delle simulazioni monodimensionali e a fondo fisso eseguite, non si riscontrano sostanziali variazioni rispetto alla configurazione di PRP 2008 sia in termini di velocità media che di livelli. Si ritiene comunque che dal punto vista tecnico-economico la Sol. A sia da preferire rispetto alla Sol. C per le seguenti ragioni:

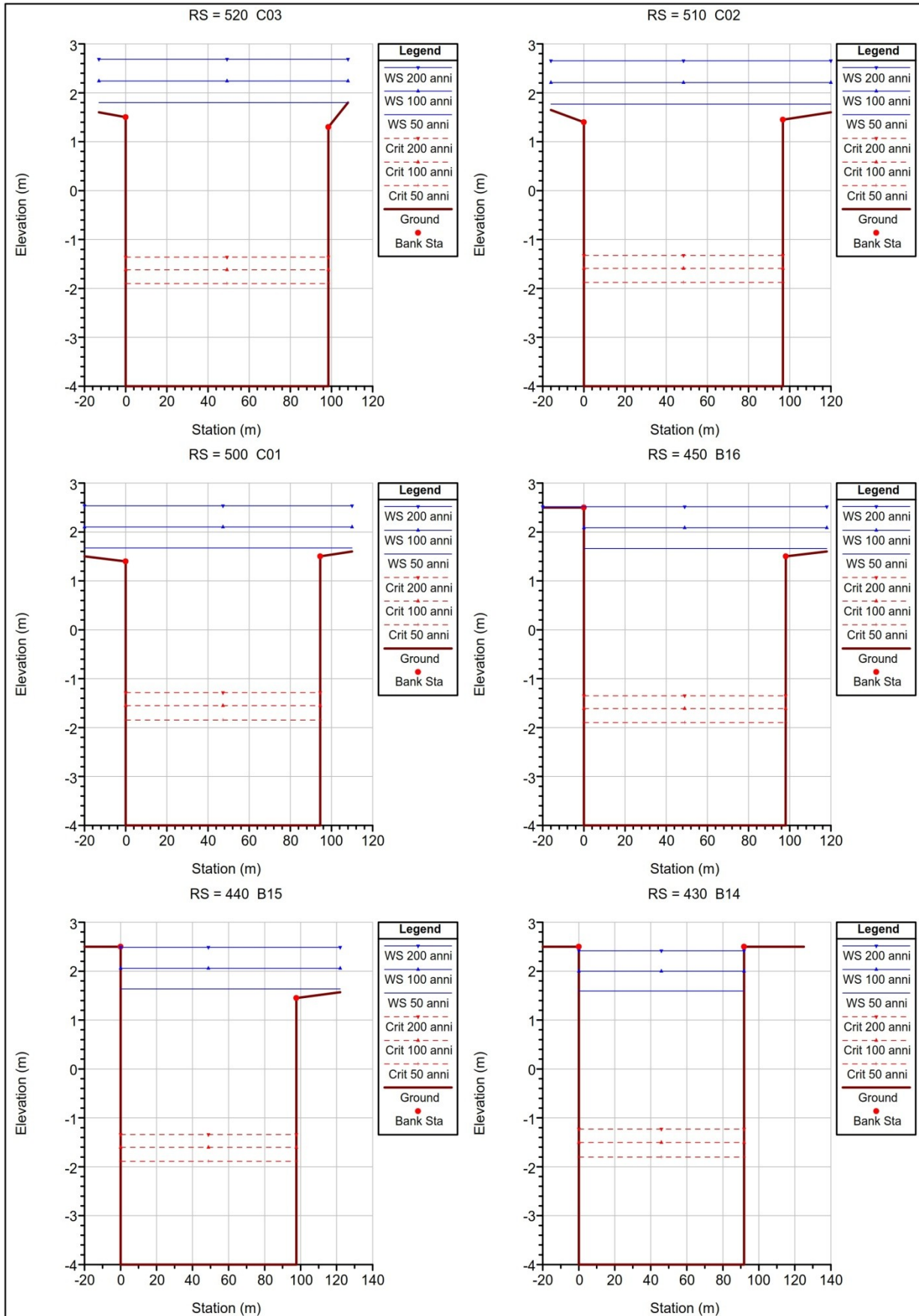
1. dovrebbe risultare più economica perché a parità di volume di escavo richiede una minore profondità delle opere di contenimento delle banchine;
2. tenendo conto delle limitazioni dello studio eseguito, si ritiene che in sede di ottimizzazione della soluzione progettuale consenta maggiori margini decisionali.

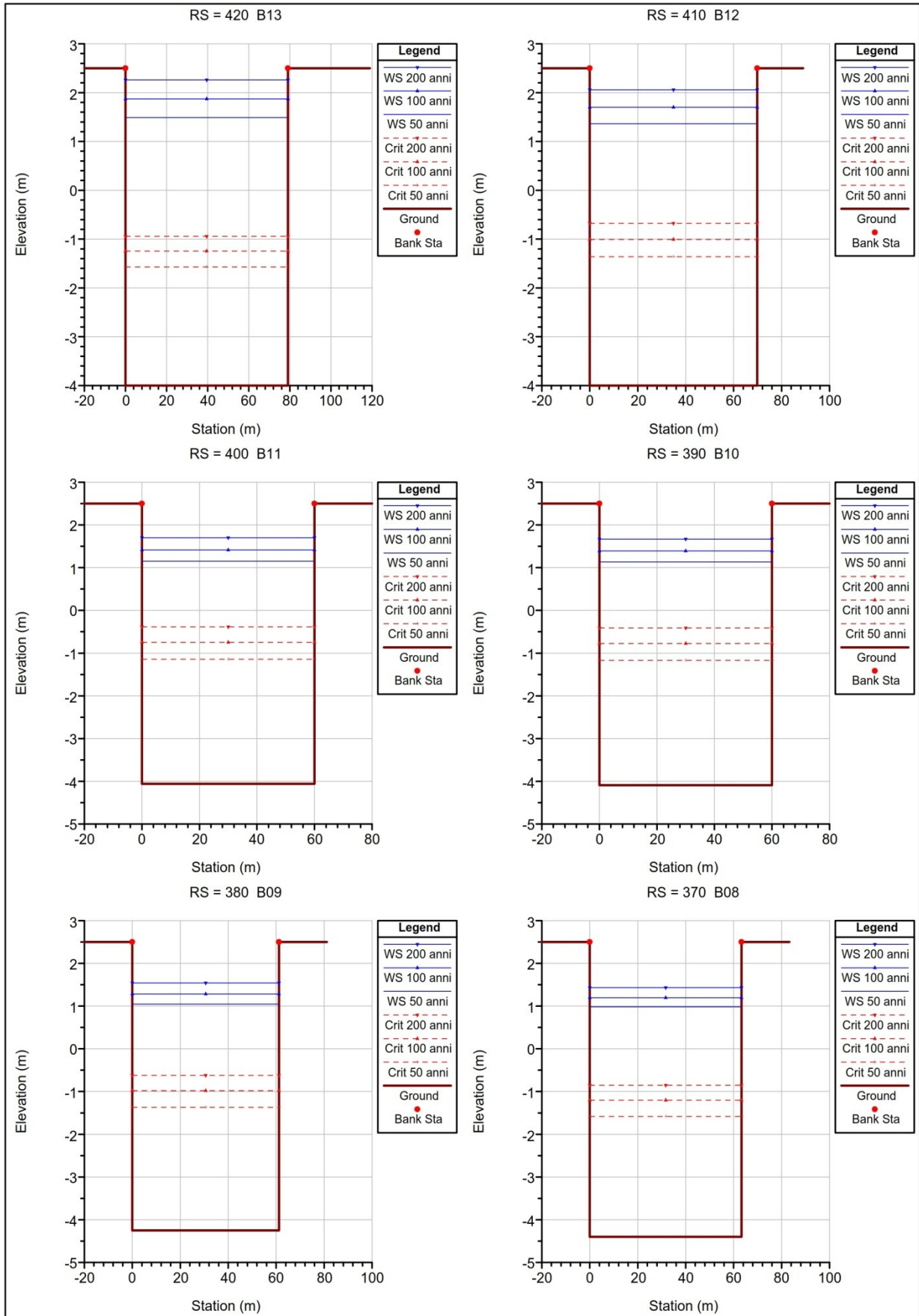
Si evidenzia comunque la necessità di procedere alla verifica dell'interferenza del nuovo assetto fluviale con le fondazioni dei piloni del Ponte dal punto di vista geotecnico per qualsiasi soluzione l'ARAP intenda perseguire, in quanto dai documenti progettuali relativi al Ponte del Mare tale interferenza non sembra essere stata presa in esame.

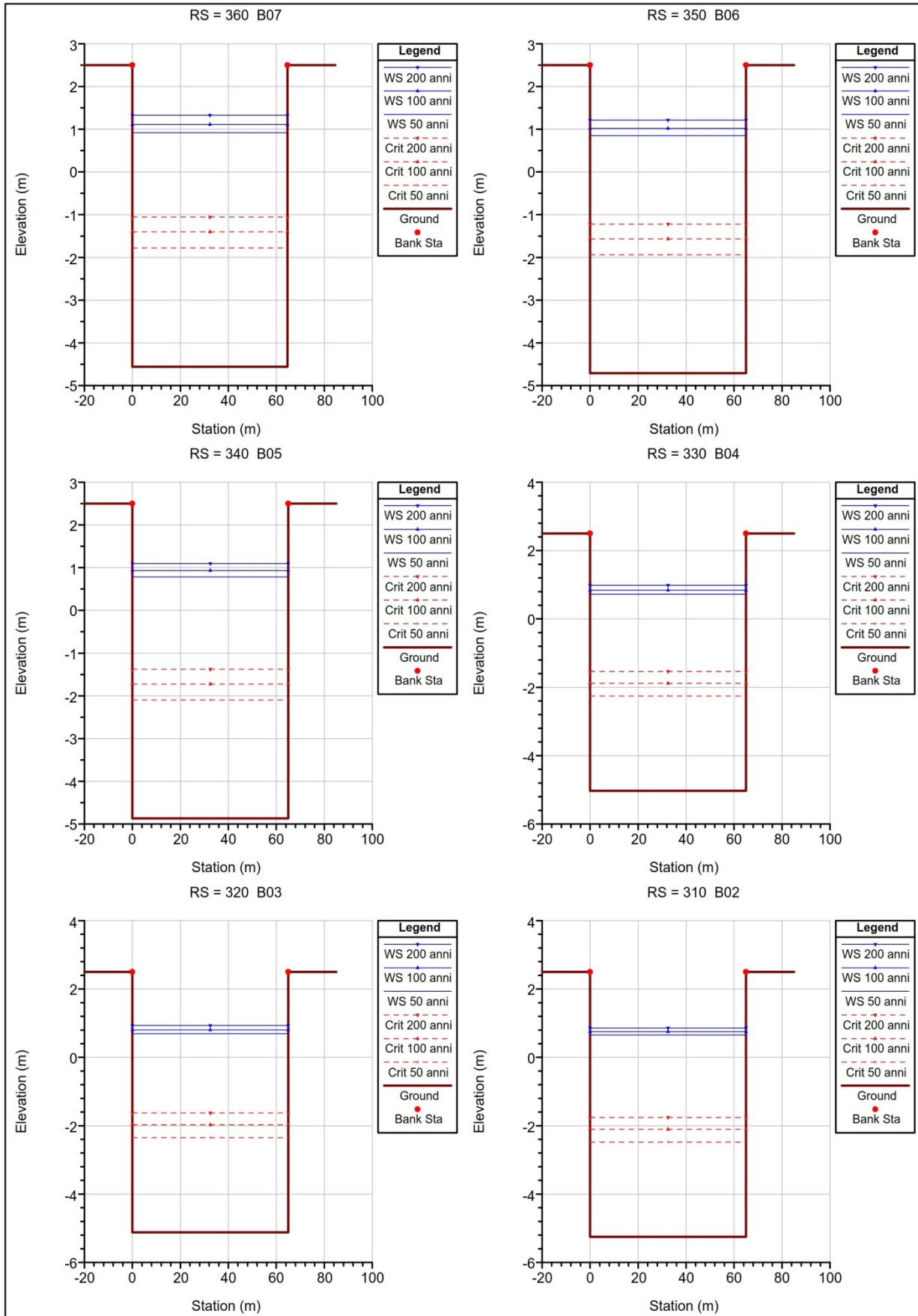
5. ALLEGATO – OUTPUT GRAFICO – MODELLO HEC-RAS

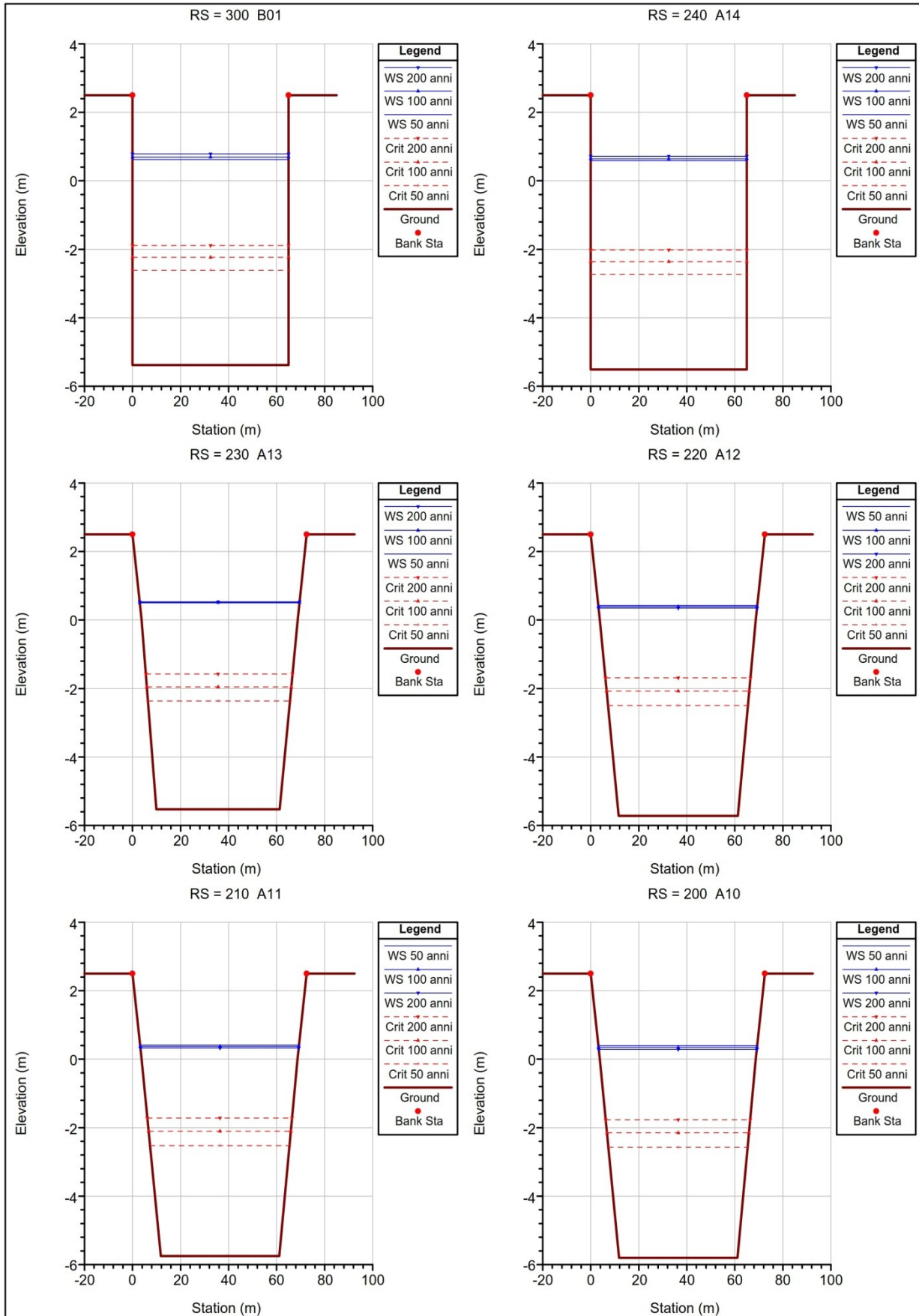
5.1. CONFIGURAZIONE DI PRP

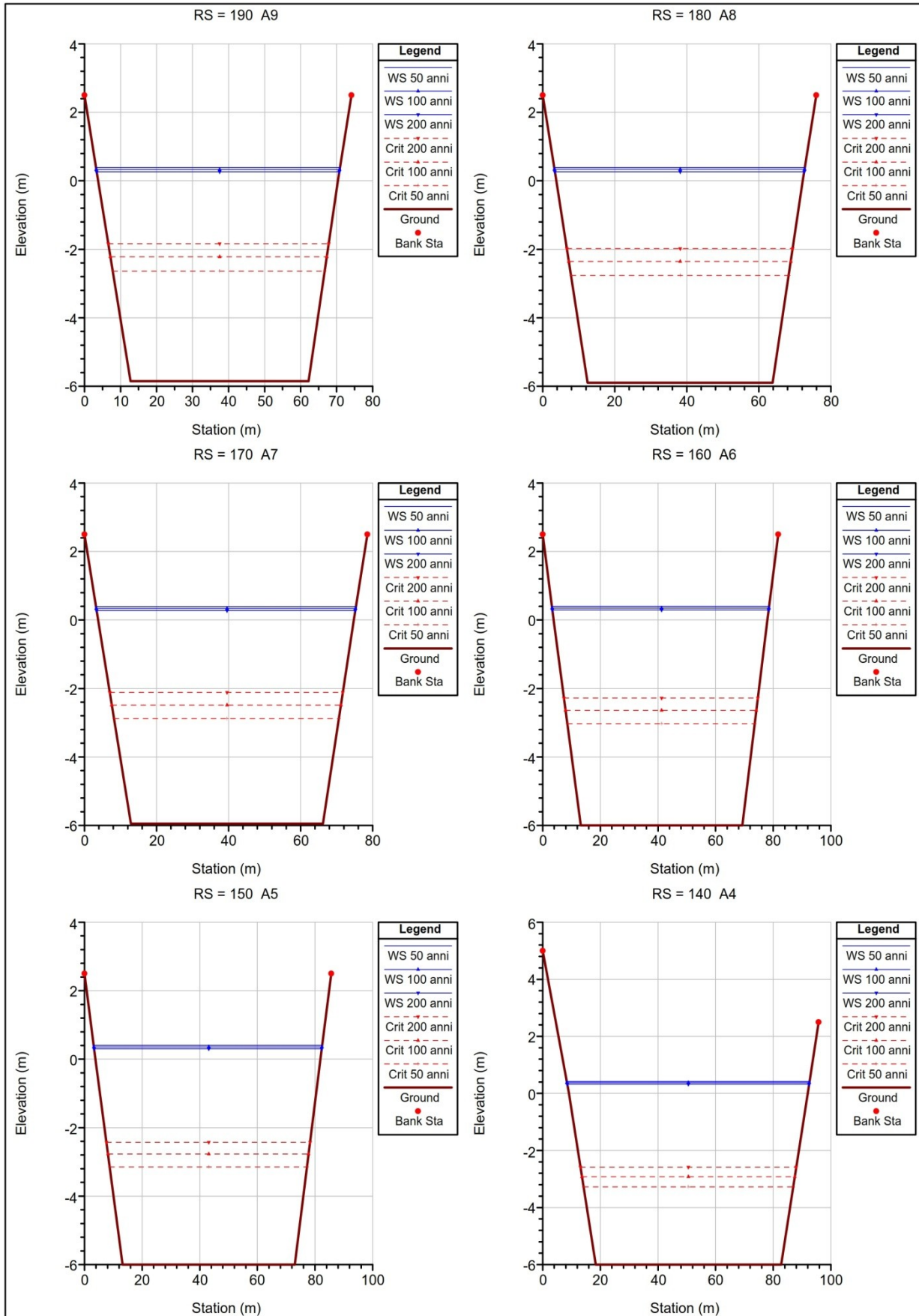


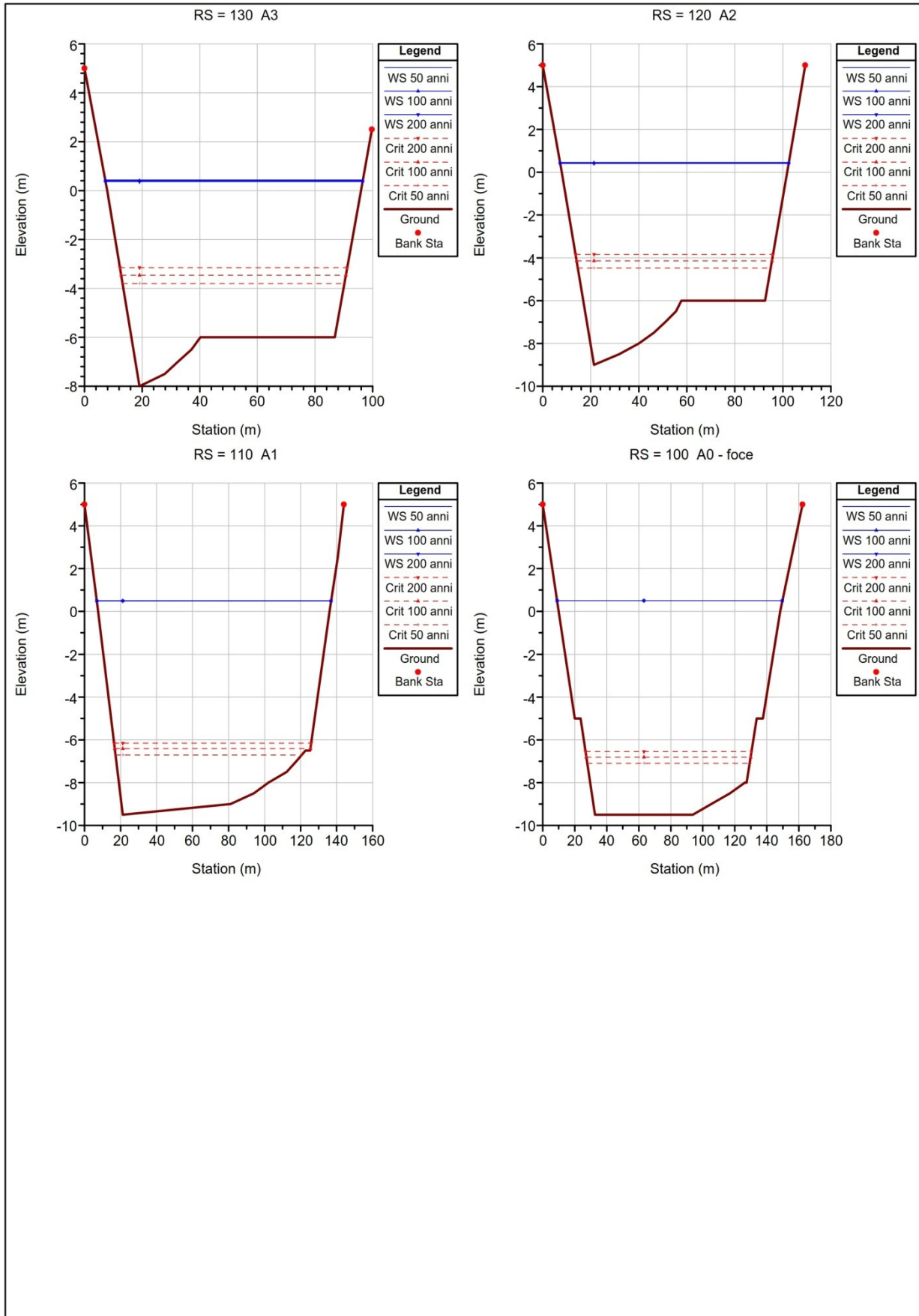




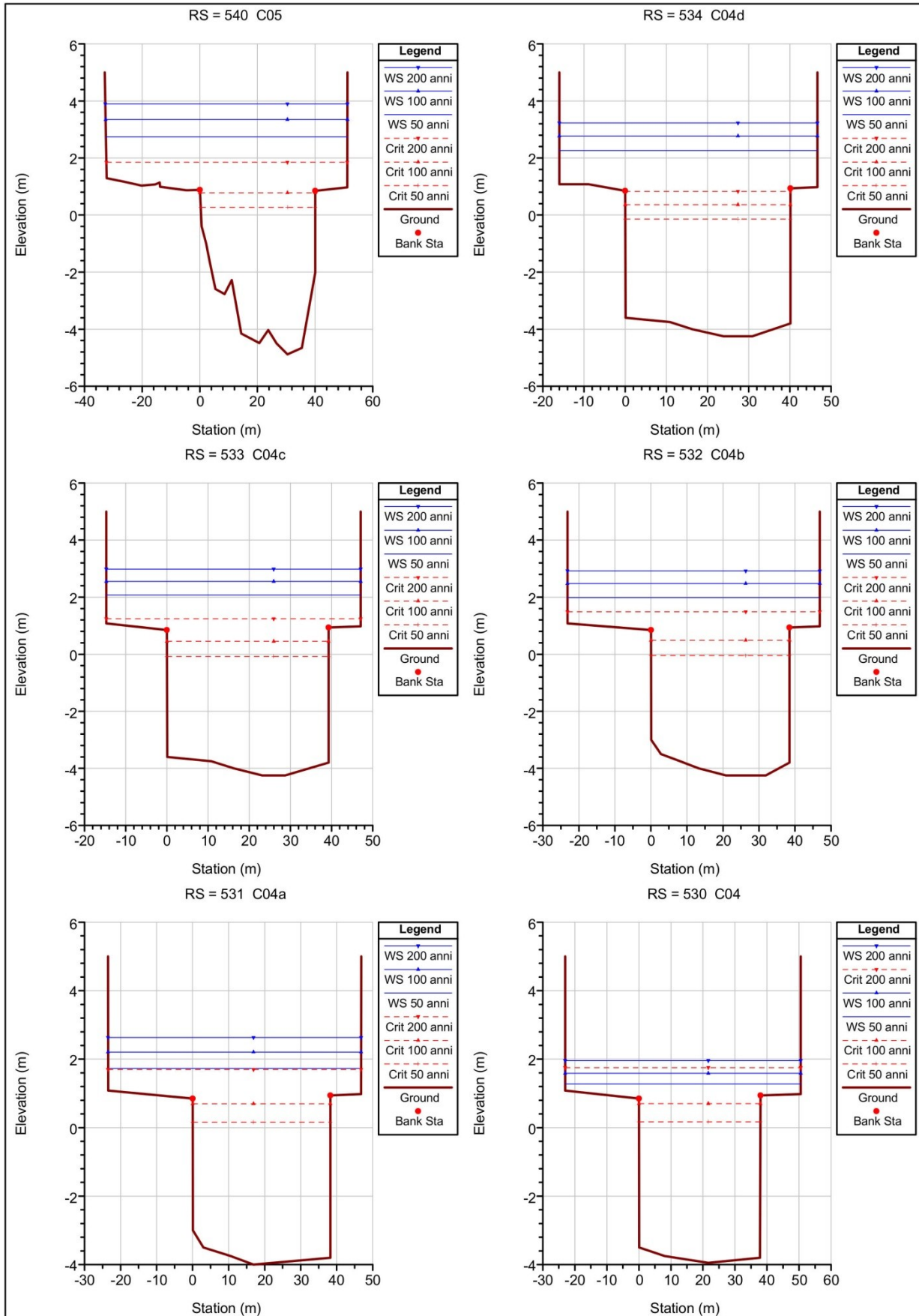


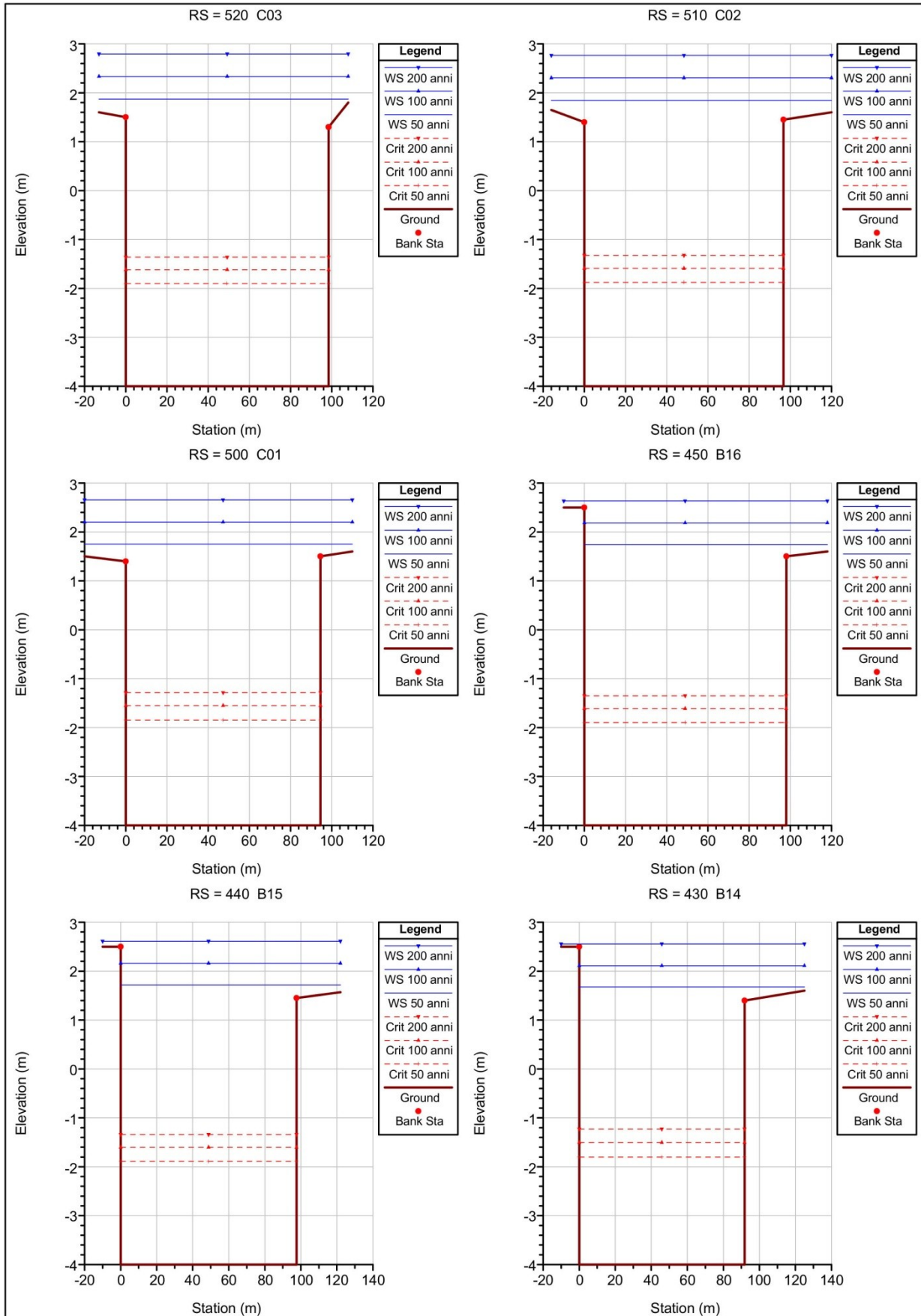


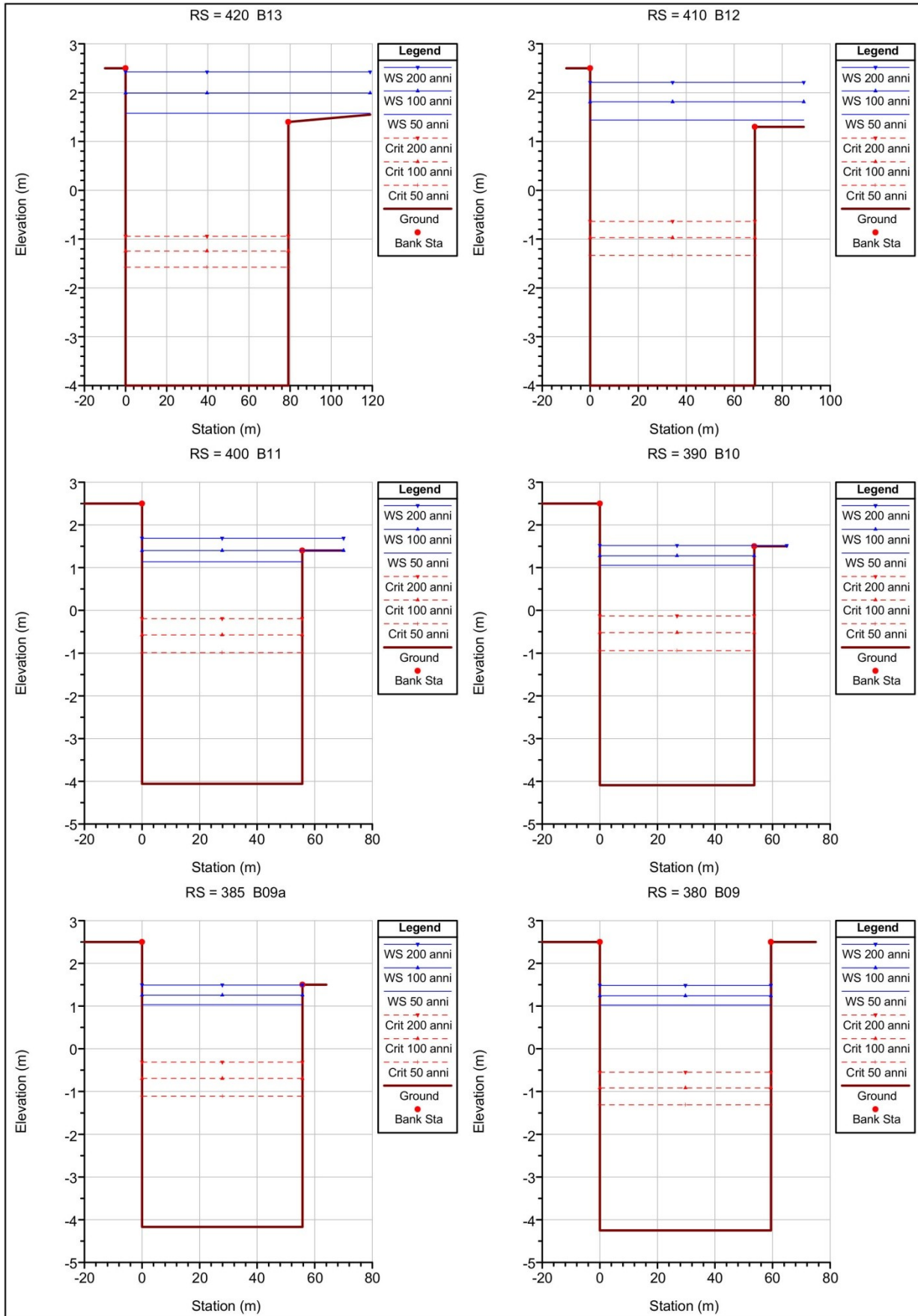


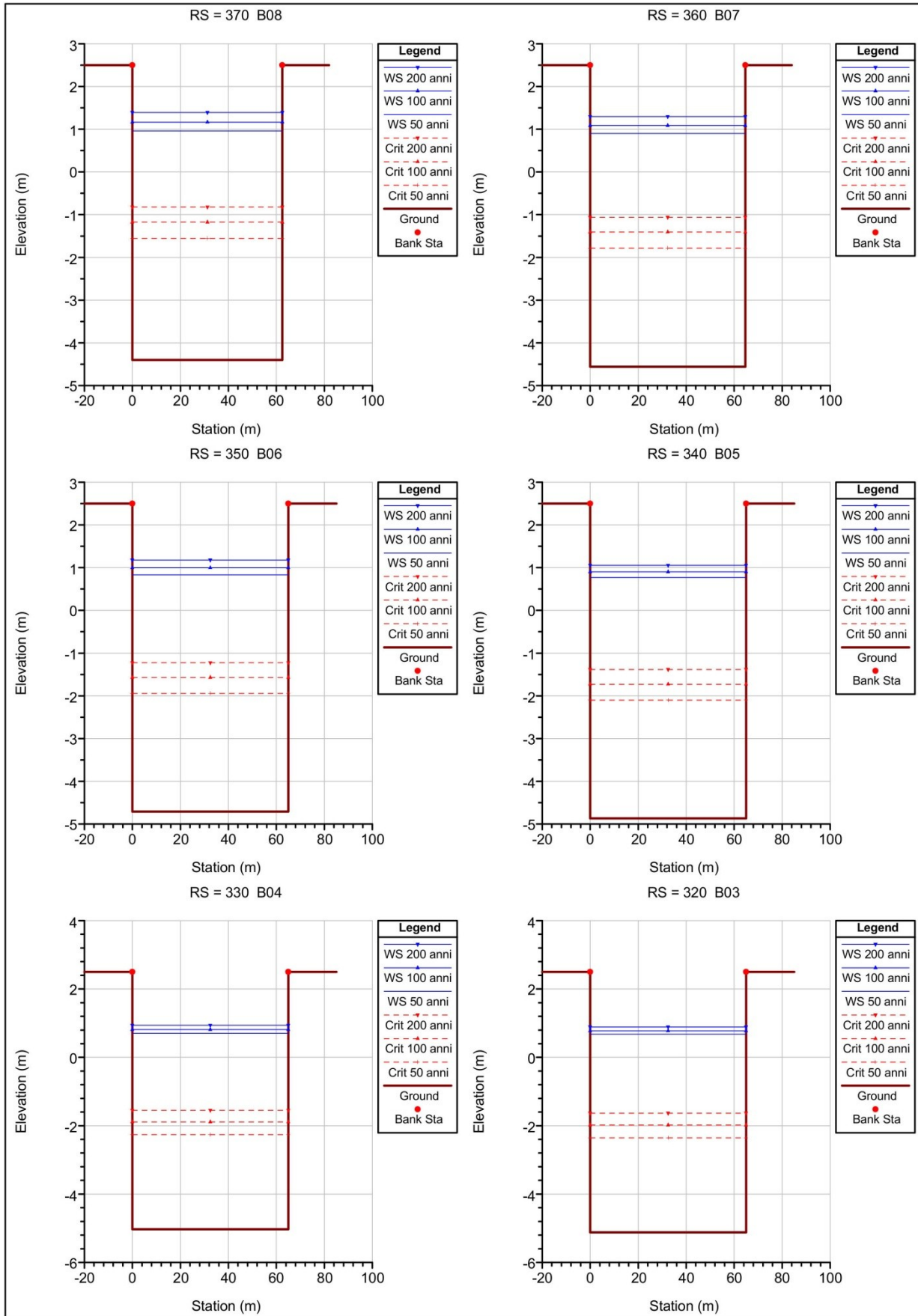


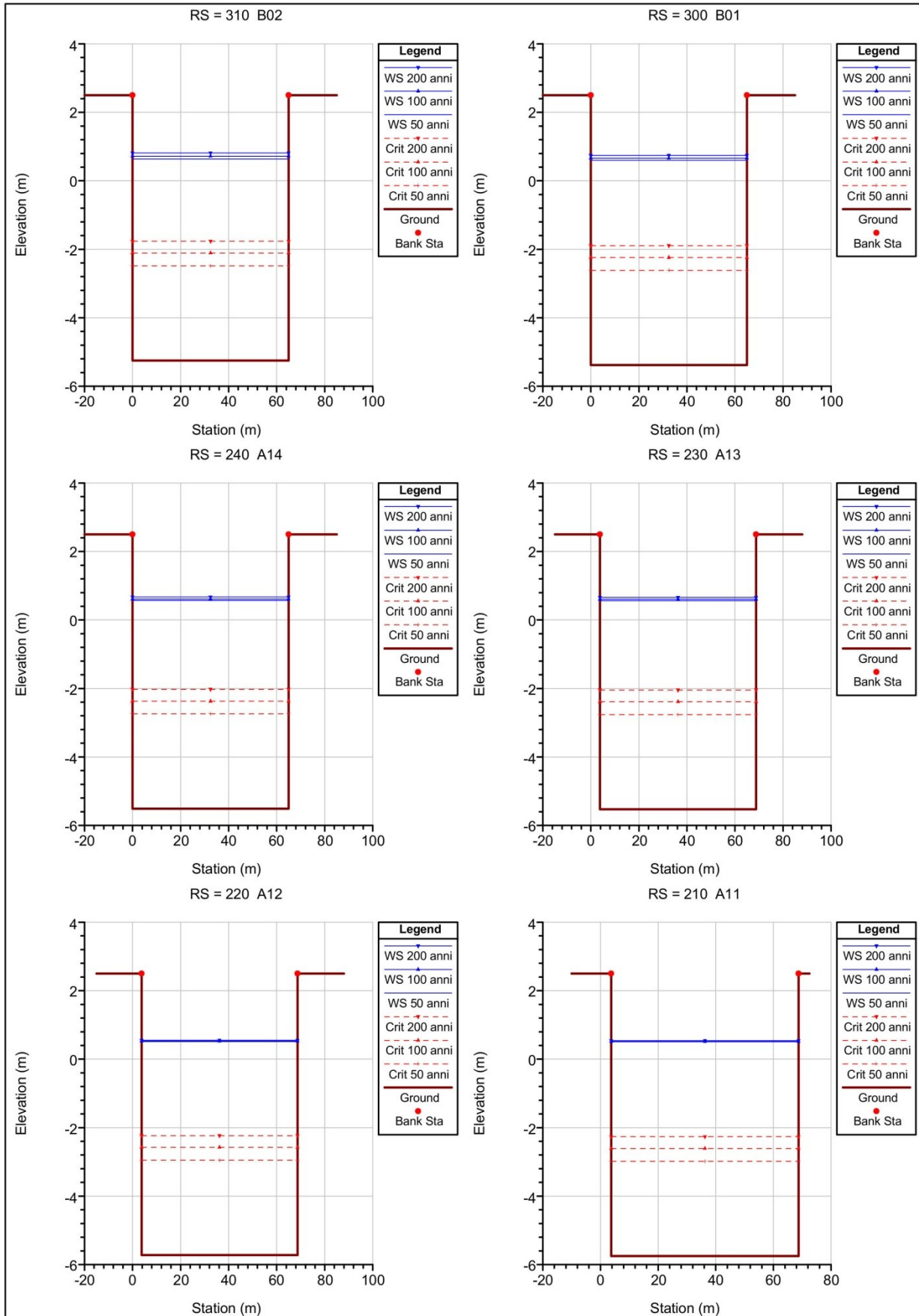
5.1. CONFIGURAZIONE SOLA

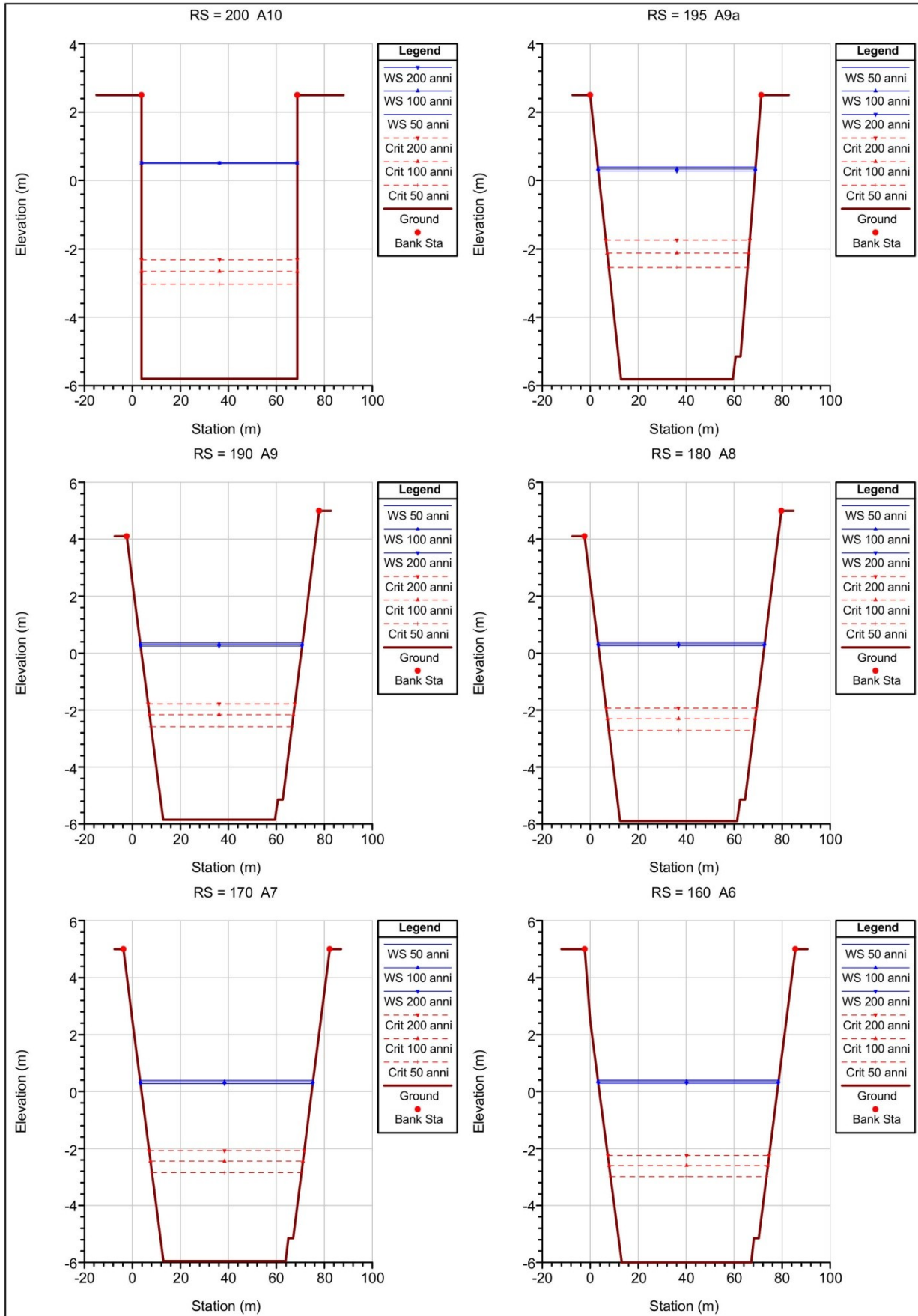


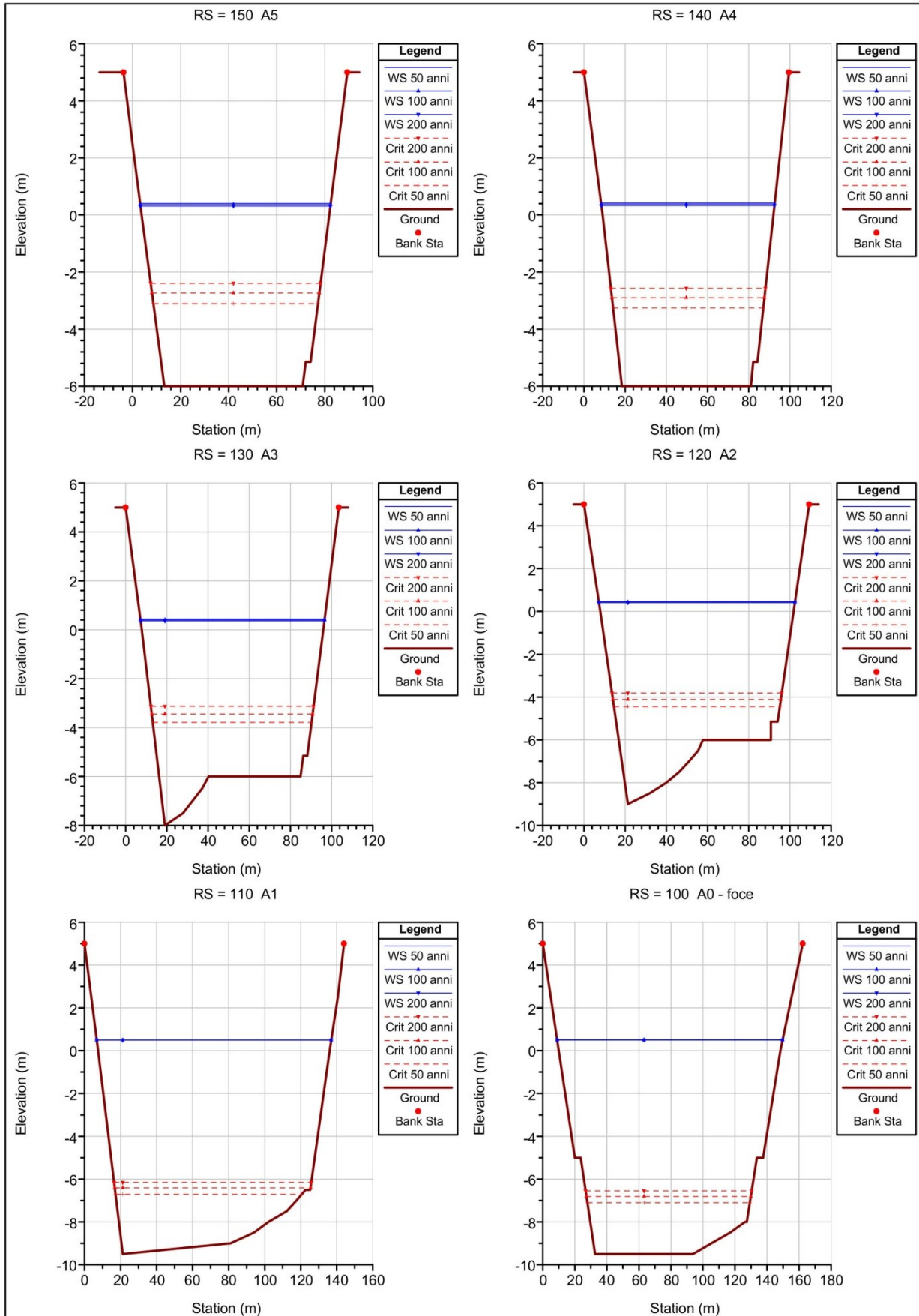




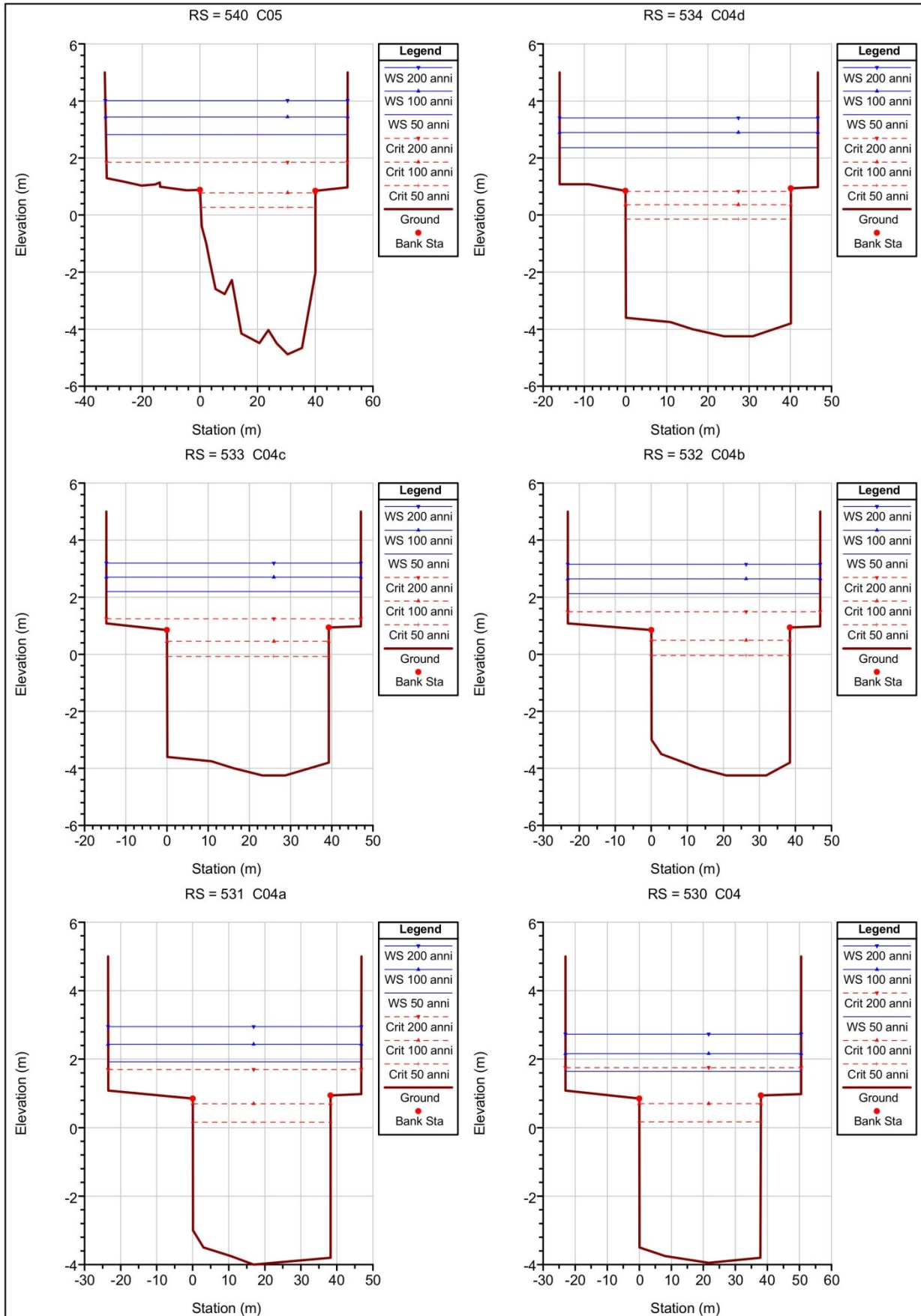


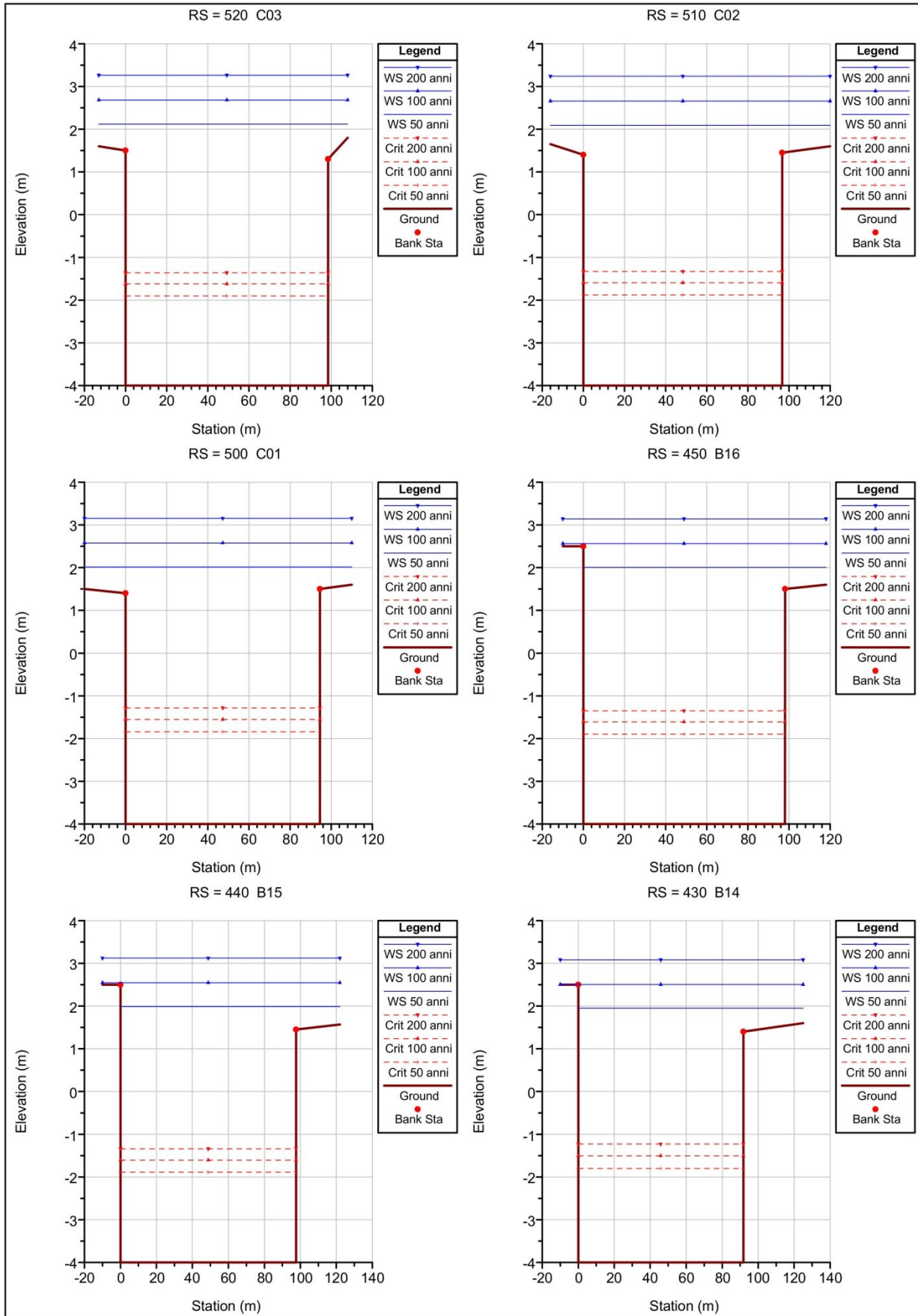


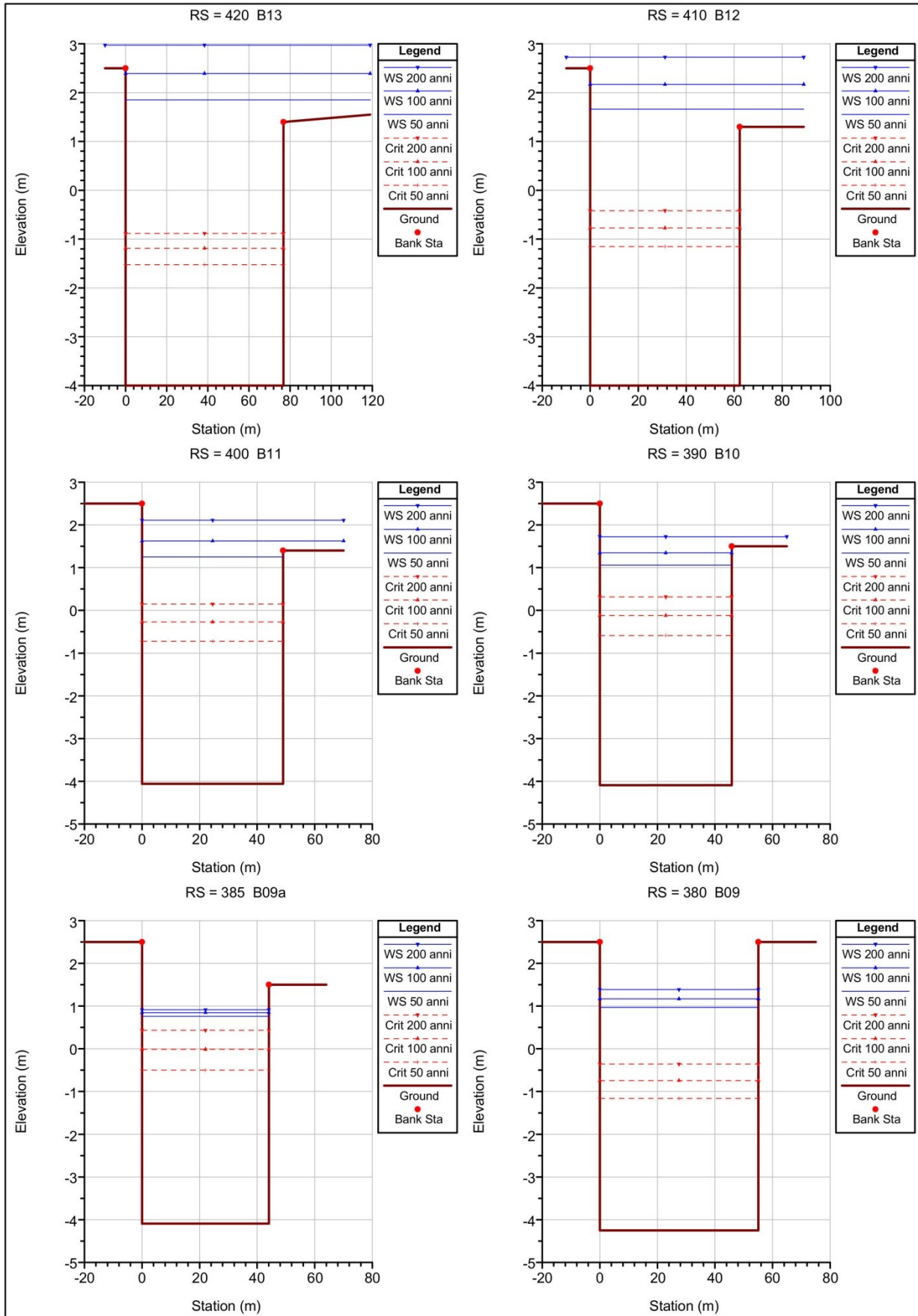


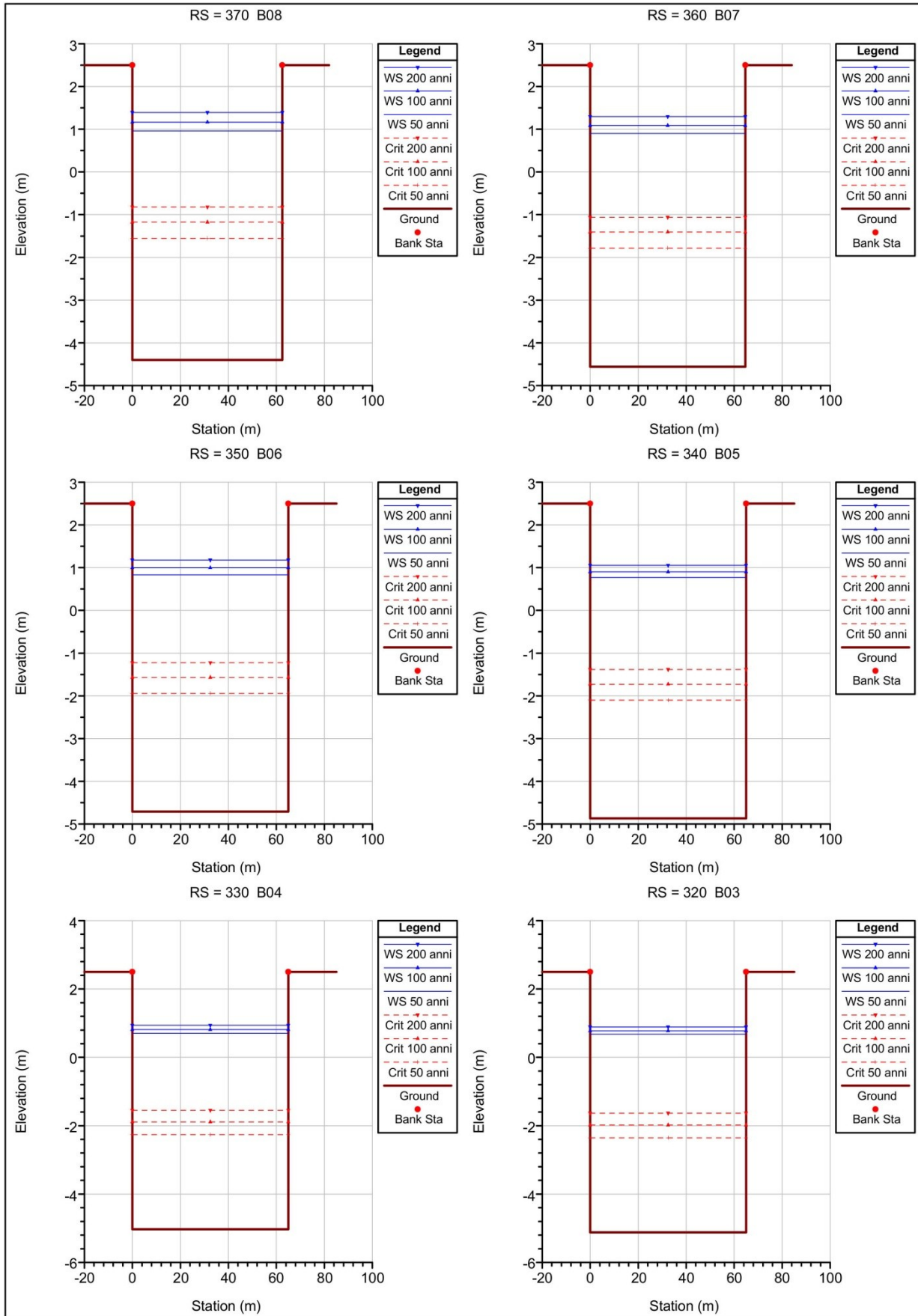


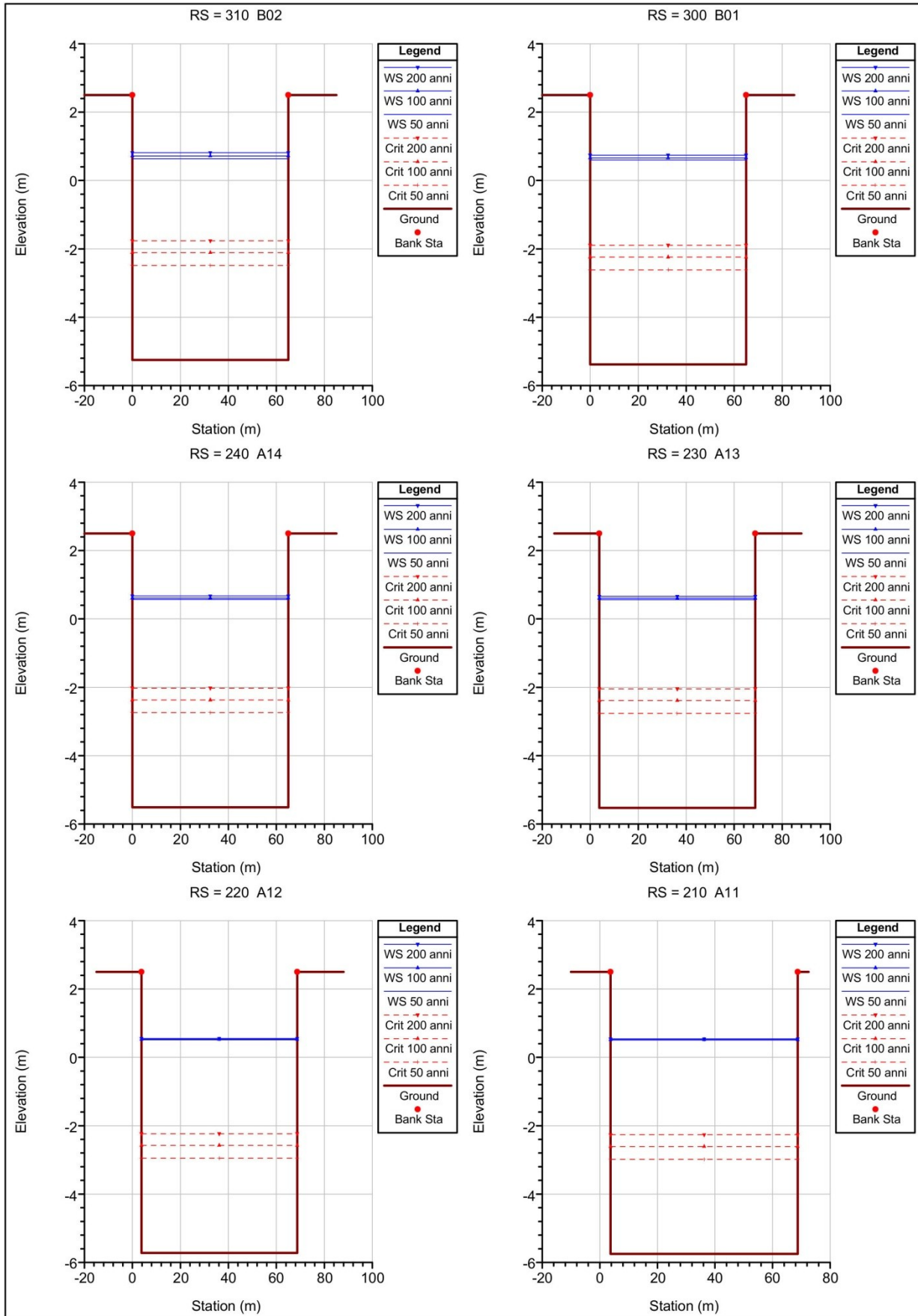
5.1. CONFIGURAZIONE SOL.B

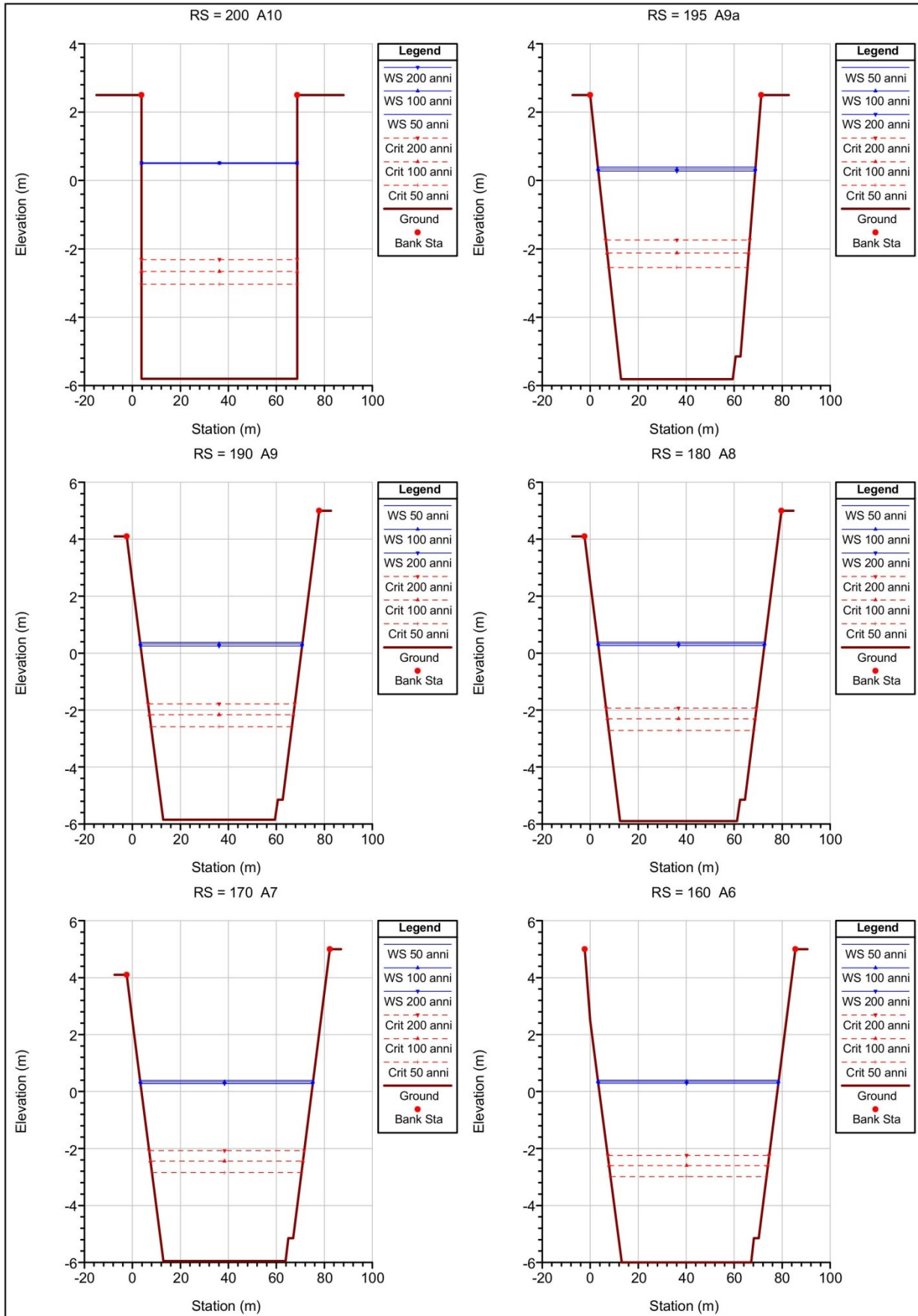


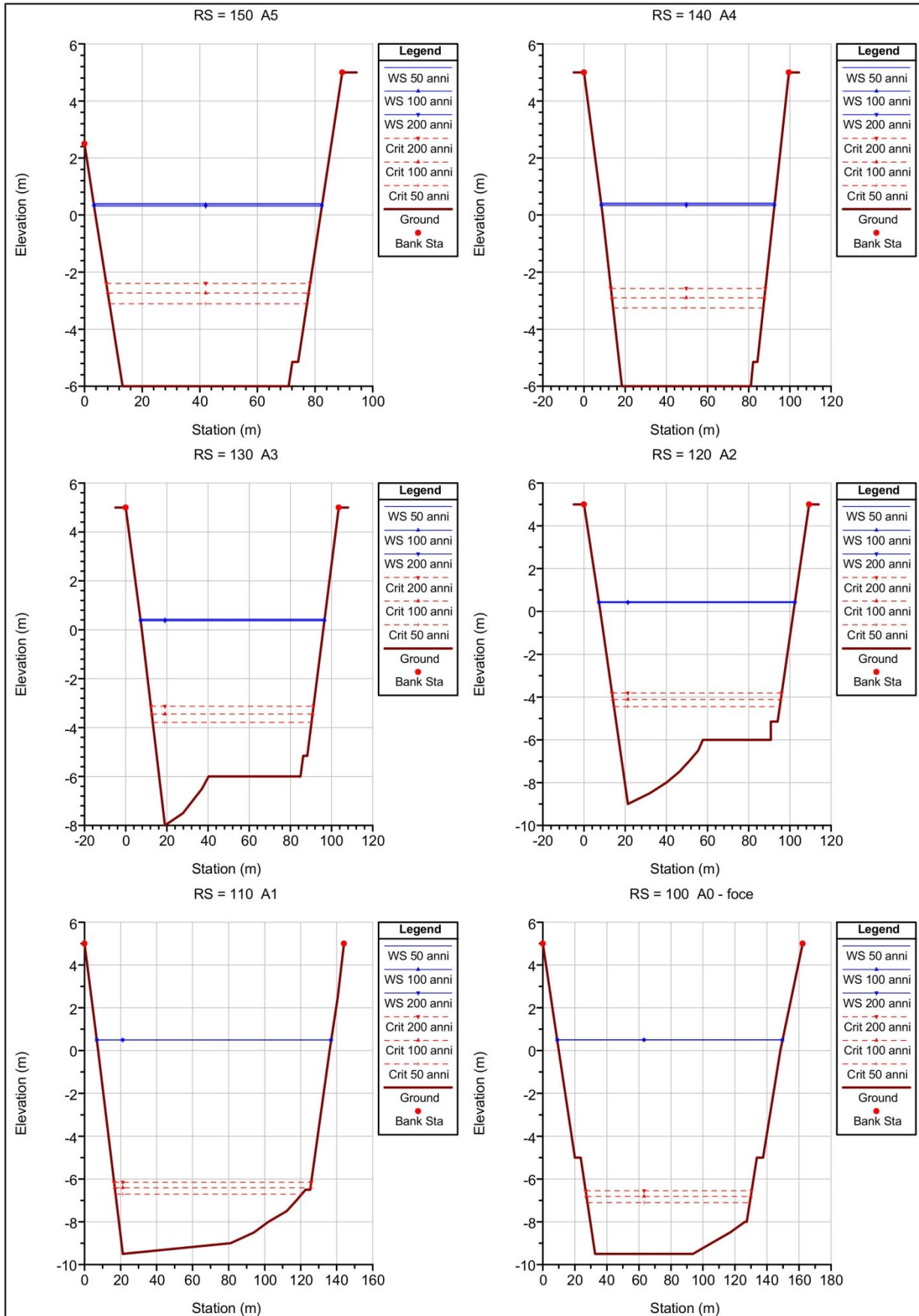












5.1. CONFIGURAZIONE SOLC

