

COMUNE DI BORDIGHERA

PROVINCIA DI IMPERIA



Soggetto proponente:

PORTO DI S. AMPEGLIO s.r.l.

REALIZZAZIONE DI APPRODO TURISTICO PER NAUTICA DA DIPORTO IN AMPLIAMENTO DELL'ESISTENTE PORTO DI BORDIGHERA

ALLEGATO <i>B.1</i>	EMISSIONE <i>1</i>	RELAZIONE IDRAULICO-IDROLOGICA SISTEMAZIONE IDRAULICA RIO SASSO
------------------------	-----------------------	--

OTTOBRE 2018

Coordinamento:

Ing. Giovanni Rolando
Via Roma, 119 - 18038 Sanremo
Tel: 0184 532770 - fax 0184 532771
E-mail: studio.rolando@virgilio.it

Progetto opere a terra:

Studio Alborno Architetti
P.za Eroi della Libertà, 26 - 18012 Bordighera
Tel: 0184 266364 - fax 0184 268843
E-mail: studioalborno@tiscali.it

Progetto opere marittime:


Ing. Stefano Puppo
Studio associato Tema.Idro
Via Roma, 119 - 18038 Sanremo
Tel: 0184 507412 - fax 0184 59123
E-mail: tema.idro@virgilio.it

Collaboratori: Arch. Letizia C.
elaborazione grafica Allgraph Sanremo

Collaboratori: Ing. Luca Tarantino
Geom. Fabio Vedovato

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL RIO SASSO	3
3. DESCRIZIONE DEL SITO.....	5
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	7
4.1. SEZIONE DI DEFLUSSO.....	7
4.2. ARGINATURE	8
4.3. SBOCCO IN MARE	8
5. CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA DI PIENA	9
6. VERIFICHE IDRAULICHE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO.....	9
7. RISULTATI STATO DI PROGETTO.....	12
8. CONCLUSIONI.....	14
ALLEGATO 1: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	16
ALLEGATO 2: RISULTATI SIMULAZIONI DI PROGETTO IN HEC-RAS	20

1. Premessa

Nell'ambito della progettazione del porto di Bordighera è prevista la sistemazione del tratto terminale di sbocco a mare del rio Sasso, interferente con le strutture in progetto.

Da un esame degli elaborati del Piano di Bacino dell'ambito n° 3 San Francesco, zona Bordighera – Ospedaletti, all'interno del quale ricade il rio Sasso, è emerso che il perimetro dell'intervento comprende le aree esondabili di sponda destra già con tempo di ritorno variabile di 50.

La Carta delle fasce fluviali, inoltre, riporta una fascia di riassetto fluviale di ampiezza non inferiore ai 3,0 m, per tutto il tratto indagato.

L'intervento previsto, quindi, facendo proprie le considerazioni riportate nella Carta degli interventi, che prevedono la sistemazione del tratto a monte della ferrovia, consisterà nell'allargamento della sezione di deflusso tra i ponti dell'Aurelia e delle FF.SS., riportando la foce subito a valle di quest'ultimo, e nel rifacimento degli argini con sopraelevazione degli stessi a quote adeguate a contenere la massima portata di piena con il necessario franco di sicurezza.

Si vedrà nel prosieguo della relazione, attraverso i risultati delle verifiche idrauliche, che le opere in progetto sono in grado di eliminare completamente l'eventuale rischio di esondazione che insiste sull'area a valle dell'Aurelia, per i tempi di ritorno pari a 50 e 200 anni.

In conclusione l'intervento previsto risulta sicuramente migliorativo dal punto di vista idraulico, garantendo, inoltre, il rispetto completo della normativa in termini di franchi di sicurezza.

2. Inquadramento territoriale del rio Sasso

Il bacino del rio Sasso è il più grande dell'ambito Bordighera – Ospedaletti, avendo una superficie di 5,81 Km², ed ha una forma allungata e dentritica.

Il rio Sasso scorre in alveo naturale per la gran parte del suo percorso ad esclusione della zona di Arziglia in cui scorre all'interno di canali artificiali ed attraversa i ponti dell'Aurelia e della ferrovia.

I principali parametri caratterizzanti il bacino sono riassunti nella seguente tabella:

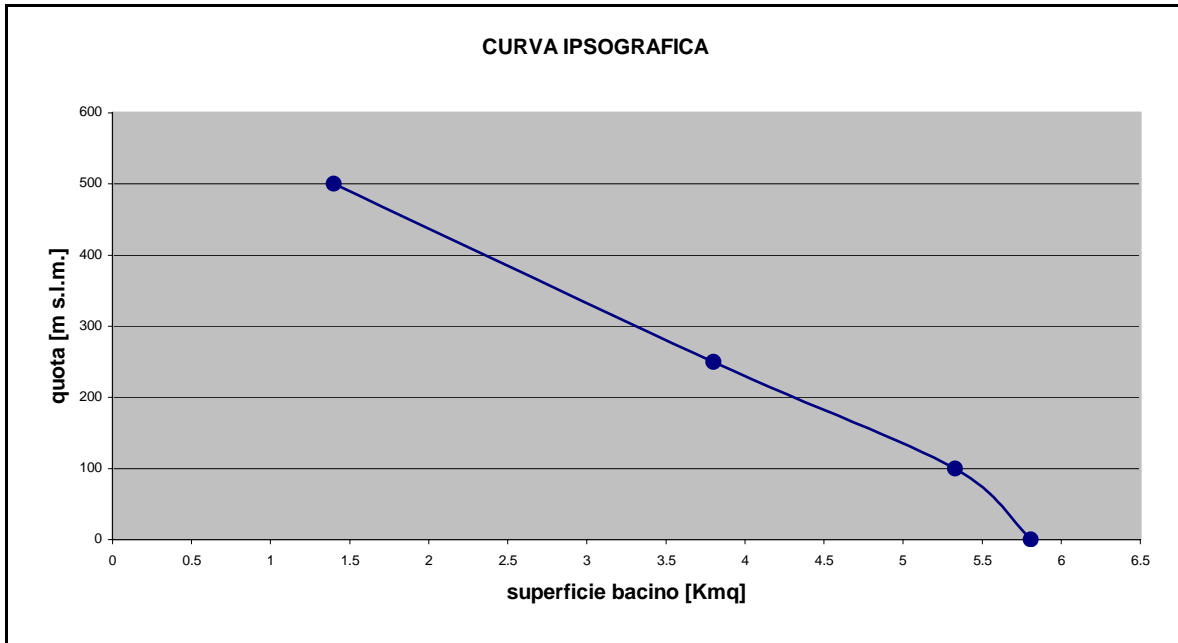
Tabella I - rio Sasso: caratteristiche del bacino			
Superficie bacino	S	5,81	km ²
Lunghezza asta principale	L	7,2	km
Quota massima bacino	H _{max}	875	m s.l.m.
Quota media bacino	H _{med}	376	m s.l.m.
Pendenza media	i _a	12	%

E' possibile caratterizzare ulteriormente il bacino con la costruzione della cosiddetta curva ipsografica, che fornisce una rappresentazione schematica dello sviluppo planimetrico del bacino. Dagli elaborati del Piano di Bacino si ricavano i seguenti dati:

Tabella II - rio Sasso: parametri curva ipsografica		
	[km ²]	[%]
Superficie bacino al di sopra di 500 m s.l.m.	1,40	24,10
Superficie bacino al di sopra di 250 m s.l.m.	3,80	65,40
Superficie bacino al di sopra di 100 m s.l.m.	5,33	91,74
Superficie bacino al di sopra di 0 m s.l.m.	5,81	100,00

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

A partire dai parametri della tabella precedente si ricava la curva ipsografica di seguito riportata.



Figura

1: curva ipsografica del bacino del rio Sasso.

Infine si riporta la classificazione del bacino per ordinamento gerarchico, secondo la metodologia proposta da Strahler, così come riportato negli elaborati del Piano di Bacino.

Tabella III - rio Sasso: gerarchizzazione corso d'acqua

ordine massimo	3
rapporto di biforcazione R1	2,8
rapporto di biforcazione R2	0,6

3. Descrizione del sito

Il rio Sasso presenta un andamento planimetrico leggermente curvilineo nella parte che costeggia il cimitero, mentre il tratto terminale è pressoché rettilineo fino allo sbocco in mare nei pressi della spiaggia dell'Arziglia, a lato del terrapieno del campo sportivo.

Il tratto a monte dell'Aurelia presenta una sezione di deflusso all'incirca rettangolare, ma con presenza di fitta vegetazione sul fondo e sulla sponda sinistra (l'argine destro è costituito da via Camposanto ed è realizzato mediante muro in pietra). L'altezza delle sponde in questo tratto è limitata e, come risulta dalla Carta delle Fasce Fluviali, risulta insufficiente a contenere la massima portata di piena per tutti i tempi di ritorno.

Il tratto più critico, però, è quello a valle, ovvero quello compreso tra il ponte dell'Aurelia e il ponte della ferrovia: la criticità principale è dovuta al restringimento di sezione libera causato dalla realizzazione della stradina di accesso al campo sportivo, all'interno dell'alveo. Inoltre, subito a monte del ponte dell'Aurelia, è presente una passerella pedonale di accesso ai giardini e alle case in sponda sinistra, che riduce ulteriormente la sezione di deflusso della corrente e, soprattutto, può costituire una "barriera" in caso di trasporto di materiale di grosse dimensioni.

I due ponti, invece, entrambi ad arco, hanno quote di intradosso elevate e tali da non costituire alcun ostacolo alla piena; in particolare il ponte dell'Aurelia ha l'intradosso posto a più di 5 metri rispetto al fondo alveo, mentre il ponte delle FF.SS. ha la quota di intradosso a circa 3,50 m dal fondo. L'estensione longitudinale dei due ponti è pari rispettivamente a circa 13 m per quello dell'Aurelia e 10 m per quello ferroviario.

Gli argini di questo tratto risultano essere totalmente insufficienti, in quanto in sponda sinistra è presente un muro in pietra che divide l'alveo dalle proprietà circostanti di altezza inferiore a 1,50 m, mentre la sponda destra è costituita dalla stradina suddetta, che si eleva rispetto al fondo del rio di circa 1,00 m, e dalla quale si accede alle proprietà laterali con accessi a raso.

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

Il fondo dell'alveo dal ponte dall'Aurelia sino allo sbocco in mare è in terra con presenza di materiale e rada vegetazione.

4. Descrizione degli interventi in progetto

Per la messa in sicurezza di tutto il tratto terminale del rio Sasso, dal ponte dell'Aurelia sino allo sbocco in mare, sono previsti diversi interventi di sistemazione idraulica, finalizzati sostanzialmente ad aumentare la sezione di deflusso.

Viene, inoltre, riportato lo sbocco del rio subito a valle del ponte ferroviario, in modo tale da poter riprofilare la pendenza del fondo, portandola a valori più dolci.

Si prevede, infine, di innalzare gli argini esistenti o realizzarne di nuovi, dove mancanti, al fine di contenere i livelli di piena con i margini di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

Di seguito vengono descritti puntualmente e dettagliatamente gli interventi in progetto, divisi per tipologia.

4.1. Sezione di deflusso

Il progetto di sistemazione prevede l'allargamento della sezione di deflusso, a partire dal ponte dell'Aurelia sino al ponte della ferrovia, realizzato mediante l'eliminazione della stradina di accesso al campo sportivo, in sponda destra. La nuova sezione libera, assimilabile ad una forma rettangolare, al di sotto dei due ponti, avrà una larghezza di circa 10 metri, mentre nel tratto compreso tra gli stessi verrà allargata fino al limite dei confini privati, raggiungendo una larghezza media di oltre 13 metri.

Contemporaneamente verrà riprofilato il fondo alveo, imponendo in tale tratto una pendenza dello 0,5%, in modo tale da ottenere un profilo di corrente lenta; così facendo si riescono a contenere le velocità della corrente ottenendo il duplice scopo di ridurre il trasporto solido e contemporaneamente ridurre la forza erosiva della corrente nei confronti degli argini.

Per ottenere la suddetta pendenza si prevede di creare due salti di fondo, uno di circa 60 cm di altezza subito a monte del ponte dell'Aurelia e un altro subito a valle del ponte ferroviario. Come già accennato in precedenza, la sezione di uscita coincide con la foce del rio, e pertanto la quota di fondo è stata cautelativamente posta a circa 1,20 m sul livello medio mare, in modo che l'eventuale sovrizzo di tempesta dello zero marino (stimato in circa 0,60 m) non interferisca in nessun modo con il deflusso della piena.

4.2. Arginature

La sistemazione del rio, al fine di contenere il massimo livello di piena, prevede il rifacimento totale o parziale degli argini, nel tratto compreso tra i due ponti dell'Aurelia e delle FF.SS..

In sponda sinistra l'intervento in progetto consisterà nell'innalzare l'attuale muro in pietra, che divide il rio dalle proprietà circostanti, portandolo ad una quota sommatiale di circa 5,00 m slm, ovvero sopraelevandolo di circa 2 metri, e per una lunghezza di circa 48 metri.

In sponda destra, invece, verrà realizzato un nuovo argine, chiudendo gli accessi alle proprietà circostanti, con altezza pari a quello di sinistra; esso partirà dal filo del fabbricato posto a valle del ponte dell'Aurelia e terminerà contro il rilevato ferroviario, coprendo una lunghezza di circa 45 metri.

Tali muri saranno realizzati in c.a. e rivestiti in pietra ed avranno uno spessore di circa 0,40 m in testa e fondazione sotto il fondo alveo, con dente antiscalzamento.

4.3. Sbocco in mare

Lo sbocco del rio avverrà immediatamente a valle del ponte della ferrovia, attraverso un salto di fondo di circa 1,20 m sopra il livello medio mare. Il tratto che costeggia la spiaggia, da un lato, e il nuovo porto, dall'altro, sarà dragato fino alla profondità di -1,0 m

5. Calcolo della massima portata di piena

Le massime portate di piena assunte alla base del calcolo idraulico vengono desunte dagli elaborati del Piano di bacino e sono riportate nella seguente tabella.

Tabella IV - rio Sasso: portate di massima piena			
Superficie [kmq]	$Q_{T=50}$ [m ³ /s]	$Q_{T=200}$ [m ³ /s]	$Q_{T=500}$ [m ³ /s]
5,81	76	110	133

Tali valori sono stati dedotti dall'applicazione del metodo di regionalizzazione proposto dal CIMA, e in particolare si è adottata la formulazione semplificata per bacini di piccole dimensioni, ovvero di estensione compresa tra i 2 e i 10 Km².

Quest'ultimo metodo prevede il calcolo di una portata indice (associata al tempo di ritorno di 2.9 anni), dalla quale si ottiene il valore corrispondente al tempo di ritorno voluto, attraverso un coefficiente correttivo che dipende esclusivamente dal tempo di ritorno. Si ricorda, infine, come la anche stima della portata indice sia piuttosto semplice, in quanto essa viene a dipendere dall'area sottesa dalla sezione di chiusura e da un coefficiente che tiene in conto della longitudine e del grado di impermeabilità del terreno.

6. Verifiche idrauliche degli interventi in progetto

Con l'uso del software Hec-Ras è possibile studiare il comportamento delle correnti, siano esse in pressione o a pelo libero, sia in condizioni di moto uniforme, che in condizioni di moto permanente gradualmente variato.

Nel caso in esame si è analizzato il deflusso della corrente in moto permanente gradualmente variato.

La verifica idraulica adottata è stata condotta **in moto permanente** utilizzando il modello matematico di calcolo implementato su calcolatore elettronico denominato HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineering.

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

Le formule adottate sono quelle contenute nella moderna letteratura in materia e sono basate sull'equazione del bilancio energetico:

$$y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

y = altezze d'acqua in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

Z = quota del fondo alveo in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

V = velocità medie in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m/s

g = accelerazione di gravità in m/s²

α = coefficiente di Coriolis

h_e = perdite di carico tra due sezioni successive del corso d'acqua in m

Le perdite di carico tra due sezioni successive vengono calcolate con un analogo procedimento iterativo e sono in diretta dipendenza con la scabrezza dell'alveo.

Nei casi in cui il profilo liquido dell'acqua passa attraverso la profondità critica, la suddetta equazione dell'energia non è più applicabile; in tali casi si applica pertanto l'equazione del momento:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_F = Q\rho\Delta V_x$$

dove:

P = pressione idrostatica nelle due sezioni consecutive del corso d'acqua

W = forza peso dell'acqua nella direzione x (direzione del moto)

F_F = forza d'attrito della corrente

Q = portata del corso d'acqua

ρ = densità dell'acqua

ΔV_x = variazione della velocità tra le due sezioni consecutive

I dati da fornire in input al modello matematico sono costituiti essenzialmente dalle caratteristiche geometriche del corso d'acqua (sezioni trasversali, lunghezze dei singoli tratti, altezze del fondo alveo), dal valore della portata di verifica e dalle condizioni idrauliche al contorno (condizioni di moto all'inizio e alla fine del tratto analizzato).

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

Come condizioni al contorno si è ipotizzato, a valle, l'instaurarsi di un moto critico poiché si ha un salto di fondo piuttosto elevato (circa 1,20 m) che è assimilabile ad uno sbocco libero; a monte si è pure ipotizzato l'instaurarsi di un profilo di moto critico, che è risultato ininfluenza nelle simulazioni con la portata duecentennale e cinquecentennale, in quanto il profilo di valle è lento, e cautelativo nel caso della simulazione con la portata cinquantennale, in quanto il profilo di valle è veloce e quello critico è il peggiore che si possa realizzare.

Il coefficiente di scabrezza adottato è pari a $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per l'alveo inciso (tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati in buono stato) e $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per la strada a monte del ponte dell'Aurelia, i sponda destra; i suddetti valori del parametro di Gauckler-Strickler si desumono dai disposti di cui alla delibera n° 32 del Comitato Istituzionale Regionale del 30/05/1999.

Nelle tabelle in allegato sono riportati i risultati dei calcoli sopra descritti ed i valori hanno il seguente significato:

1° colonna: descrizione tratto

2° colonna: n° sezione idraulica (riferita alle tavole grafiche)

3° colonna: tempo di ritorno [anni]

4° colonna: portata di verifica [m^3/s]

5° colonna: distanza progressiva tra le sezioni [m]

6° colonna: quota del fondo della sezione [m s.l.m.]

7° colonna: quota del pelo libero [m s.l.m.]

8° colonna: quota dell'altezza d'acqua critica [m s.l.m.]

9° colonna: quota del carico totale [m s.l.m.]

10° colonna: velocità media della corrente [m/s]

11° colonna: area della sezione liquida [m^2]

12° colonna: numero di Froude

7. Risultati stato di progetto

Dalle verifiche idrauliche effettuate si evince che, nel tratto di sistemazione in progetto, il massimo livello raggiunto dalla portata di piena, per tutti i tempi di ritorno, è contenuto negli argini. I risultati delle simulazioni, per i tre tempi di ritorno considerati, vengono di seguito commentati, con particolare riferimento alle condizioni di moto e ai franchi di sicurezza che si ottengono.

- **portata con tempo di ritorno di 50 anni**

A monte della sezione 180 (tratto non compreso dal progetto di sistemazione) la corrente esonda sia in sponda destra che in sponda sinistra, ma il rilevato dell'Aurelia ne impedisce l'inondazione a valle. La corrente lenta di monte, all'imbocco del ponte, grazie al salto di fondo, diventa veloce e defluisce senza interferire con l'intradosso della struttura. Nel tratto compreso tra le sezioni 100 e 170 (tra i due ponti), invece, essendo la sezione più larga, si instaura un profilo di moto subcritico, che si raccorda con la corrente di monte attraverso un risalto idraulico; all'imbocco del ponte della ferrovia la corrente passa nuovamente per lo stato critico, che mantiene sino allo sbocco.

La portata cinquantennale, quindi, è contenuta entro gli argini sia per ciò che riguarda il pelo libero (con franchi di sicurezza superiori al metro) sia per ciò che riguarda il carico totale. Anche i ponti esistenti risultano idraulicamente sufficiente con franchi di sicurezza superiori ai 2 metri.

- **portata con tempo di ritorno di 200 anni**

Il profilo che si instaura con la portata duecentennale ha esattamente le stesse caratteristiche di quello con la portata cinquantennale, ma risulta "traslato" in elevazione; l'unica differenza apprezzabile è lo spostamento più verso monte del risalto idraulico a valle del ponte dell'Aurelia.

La portata duecentennale, quindi, è contenuta entro gli argini sia per ciò che riguarda il pelo libero (con franchi di sicurezza di circa 50 cm) sia per ciò che riguarda il carico totale. Anche i ponti esistenti risultano idraulicamente

sufficiente con franchi di sicurezza superiori rispettivamente ai 2 metri per il ponte dell'Aurelia e a 1,50 m per il ponte ferroviario.

- portata con tempo di ritorno di 500 anni

Il profilo che si instaura con la portata cinquecentennale ha esattamente le stesse caratteristiche di quello con la portata duecentennale, ma risulta "traslato" in elevazione.

La portata cinquecentennale, quindi, è contenuta entro gli argini per ciò che riguarda il pelo libero (seppur con franchi di sicurezza ridotti), mentre risulta superiore alle arginature (seppur di poco) il carico totale. Anche i ponti esistenti risultano idraulicamente sufficiente con franchi di sicurezza superiori rispettivamente ai 2 metri per il ponte dell'Aurelia e a 1,30 m per il ponte ferroviario.

8. Conclusioni

La normativa del Piano di Bacino in termini di sicurezza delle opere in progetto prevede che debbano essere rispettati dei franchi di sicurezza; in particolare ***"Tutte le opere devono avere franchi adeguati, rispetto al livello di piena previsto per la portata duecentennale. Alla loro valutazione devono concorrere considerazioni sia relative alla tipologia di opera e alla sua rilevanza determinata anche in funzione della vulnerabilità delle zone limitrofe, sia relative alle caratteristiche cinetiche della corrente, con la distinzione dei casi di correnti lente e di correnti veloci."***

I franchi non devono essere inferiori al valore maggiore tra il carico cinetico della corrente ed i valori, divisi per categorie di opere, di seguito indicati:

I. argini e difese spondali: cm. 50/100

II. ponti e similari fino a estensioni longitudinali di m. 10: cm. 100/150

III. coperture o tombature, ponti e similari oltre m. 10: cm. 150/200

L'intervallo associato al franco sul pelo libero ha il seguente significato: ***"[...] i due valori estremi corrispondono rispettivamente a bacini poco dissestati con previsione di modesto trasporto solido ed a bacini molto dissestati con previsione di forte trasporto solido in caso di piena. Per le opere di cui al punto III, nel caso di modesta rilevanza dell'opera stessa e di bacini ben sistemati, il valore minimo del franco come sopra indicato può essere derogato dall'amministrazione competente fino a 100 cm."***

Come descritto al paragrafo precedente, la sistemazione di progetto risulta, quindi, congrua con la normativa vigente per ciò che riguarda la portata con tempo di ritorno di 200 anni; per la portata con tempo di ritorno di 500 anni, invece, sia le nuove arginature sia il ponte esistente della ferrovia sono in grado contenere il pelo libero ma senza i franchi minimi imposti dalla normativa (la nuova arginatura, ad esempio, è insufficiente a contenere il carico totale).

Da quanto suesposto, pertanto, si ritiene che nelle aree a valle del rilevato dell'Aurelia si possa eliminare completamente il vincolo di esondabilità imposto attualmente per la portata cinquantennale e duecentennale.

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento
dell'esistente porto di Bordighera

ALLEGATO 1: Documentazione fotografica

Coordinamento Progetto Generale: Ing. Giovanni Rolando
Opere Marittime: Ing. Stefano PUPPO Studio associato Tema.IDRO
Opere Architettoniche a terra: Studio Albornò Architetti

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

FOTO N° 1

Vista della stradina di accesso al campo sportivo che ha ristretto l'alveo tra il ponte dell'Aurelia (in primo piano) e il ponte FF.SS. (sullo sfondo).



F

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera



Coordinamento Progetto Generale: Ing. Giovanni Rolando
Opere Marittime: Ing. Stefano PUPPO Studio associato Tema.IDRO
Opere Architettoniche a terra: Studio Alborno Architetti

Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

FOTO N° 3 Vista da monte del ponte della ferrovia.



FOTO N° 4 Vista da valle del ponte della ferrovia.



Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

FOTO N° 5 Vista dello sbocco in mare del rio.



Realizzazione di un approdo turistico per nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera

ALLEGATO 2: Risultati simulazioni di progetto in Hec-ras

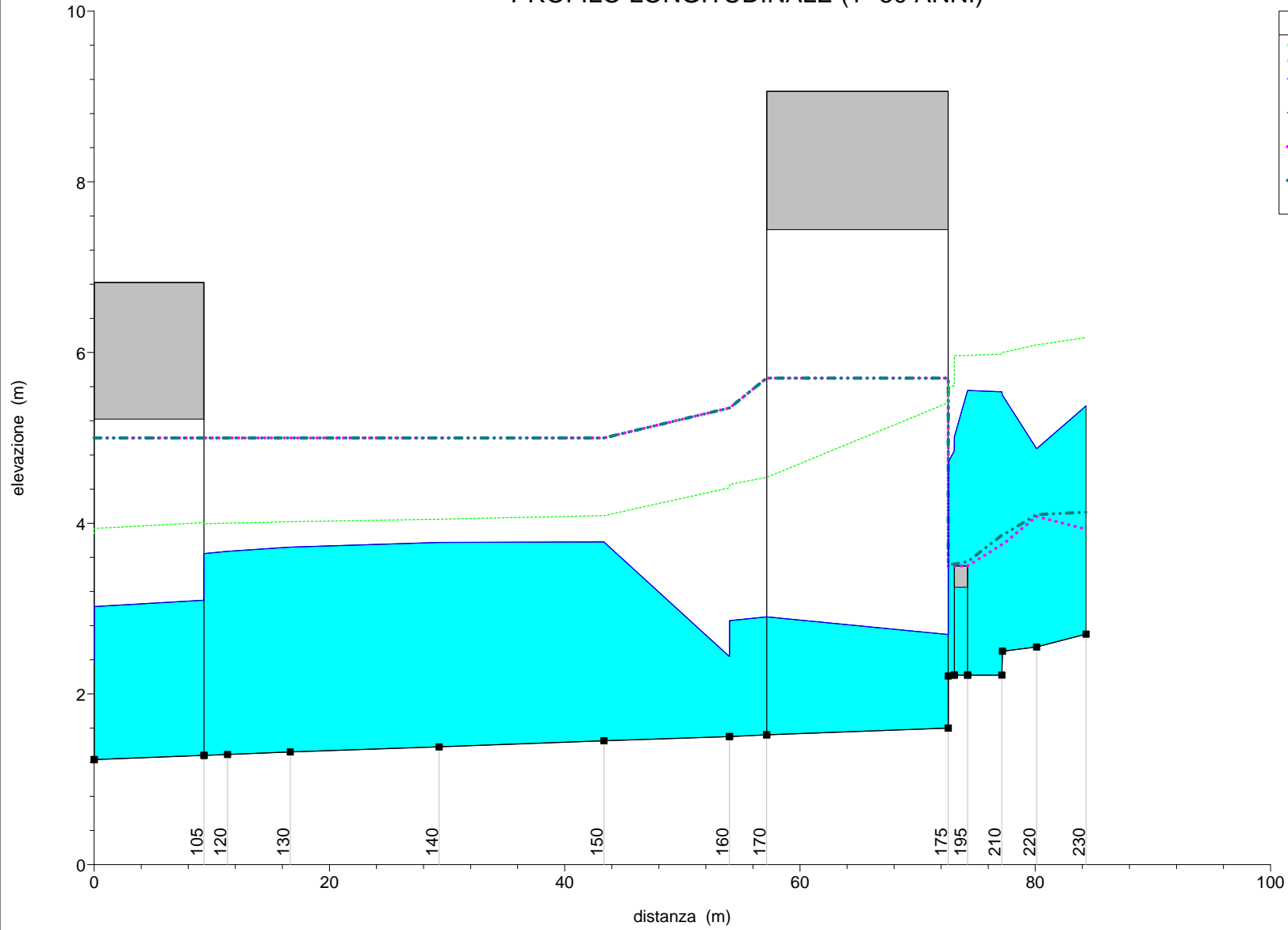
Coordinamento Progetto Generale: Ing. Giovanni Rolando
Opere Marittime: Ing. Stefano PUPPO Studio associato Tema.IDRO
Opere Architettoniche a terra: Studio Albornò Architetti

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: rio Sasso Reach: rio Sasso

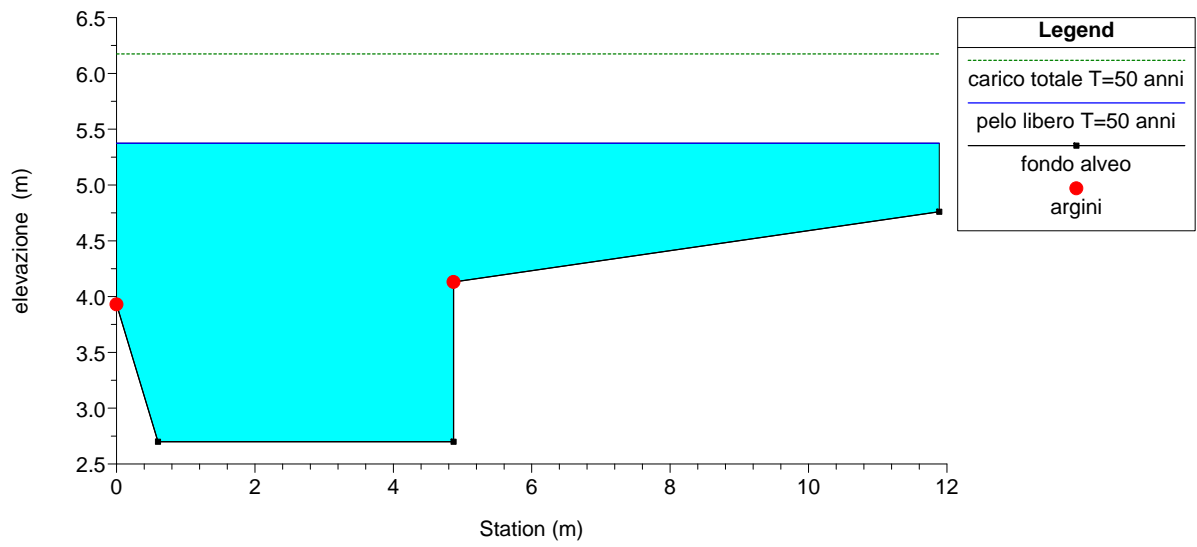
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
rio Sasso	230	T=50 anni	76.00	84.31	2.70	5.37	5.37	6.17	3.98	19.17	0.79
rio Sasso	230	T=200 anni	110.00	84.31	2.70	6.03	5.79	6.90	3.76	27.00	0.66
rio Sasso	230	T=500 anni	133.00	84.31	2.70	6.46	6.07	7.38	3.67	32.04	0.61
rio Sasso	220	T=50 anni	76.00	80.11	2.55	4.87	5.15	6.09	5.03	15.65	1.09
rio Sasso	220	T=200 anni	110.00	80.11	2.55	6.11	5.59	6.84	3.38	29.66	0.58
rio Sasso	220	T=500 anni	133.00	80.11	2.55	6.52	5.88	7.33	3.45	34.26	0.56
rio Sasso	211	T=50 anni	76.00	77.21	2.50	5.50	4.96	6.00	2.92	24.47	0.55
rio Sasso	211	T=200 anni	110.00	77.21	2.50	6.16	5.42	6.80	3.13	31.70	0.53
rio Sasso	211	T=500 anni	133.00	77.21	2.50	6.56	5.72	7.29	3.27	36.11	0.52
rio Sasso	210	T=50 anni	76.00	77.16	2.22	5.54	4.87	5.98	2.76	26.00	0.50
rio Sasso	210	T=200 anni	110.00	77.16	2.22	6.20	5.32	6.78	3.00	33.23	0.49
rio Sasso	210	T=500 anni	133.00	77.16	2.22	6.60	5.61	7.27	3.14	37.64	0.49
rio Sasso	200	T=50 anni	76.00	74.26	2.22	5.56	4.73	5.96	2.42	27.69	0.44
rio Sasso	200	T=200 anni	110.00	74.26	2.22	6.22	5.21	6.76	2.68	35.05	0.45
rio Sasso	200	T=500 anni	133.00	74.26	2.22	6.62	5.52	7.26	2.84	39.55	0.45
rio Sasso	195		Bridge								
rio Sasso	190	T=50 anni	76.00	73.11	2.22	4.85	4.72	5.61	3.54	19.90	0.74
rio Sasso	190	T=200 anni	110.00	73.11	2.22	5.35	5.21	6.35	3.83	25.54	0.73
rio Sasso	190	T=500 anni	133.00	73.11	2.22	5.67	5.51	6.81	4.00	29.09	0.72
rio Sasso	180	T=50 anni	76.00	72.61	2.21	4.72	4.72	5.60	3.86	18.52	0.83
rio Sasso	180	T=200 anni	110.00	72.61	2.21	5.20	5.20	6.34	4.15	23.86	0.81
rio Sasso	180	T=500 anni	133.00	72.61	2.21	5.51	5.51	6.80	4.30	27.26	0.80
rio Sasso	179	T=50 anni	76.00	72.60	1.60	2.70	3.46	5.41	7.30	10.41	2.27
rio Sasso	179	T=200 anni	110.00	72.60	1.60	3.08	4.00	6.14	7.76	14.18	2.07
rio Sasso	179	T=500 anni	133.00	72.60	1.60	3.32	4.29	6.60	8.02	16.59	1.97
rio Sasso	175		Bridge								
rio Sasso	170	T=50 anni	76.00	57.16	1.52	2.90	3.38	4.54	5.67	13.42	1.54
rio Sasso	170	T=200 anni	110.00	57.16	1.52	3.31	3.88	5.35	6.32	17.39	1.54
rio Sasso	170	T=500 anni	133.00	57.16	1.52	3.56	4.19	5.83	6.68	19.90	1.52
rio Sasso	161	T=50 anni	76.00	54.01	1.50	2.86	3.30	4.45	5.60	13.58	1.53
rio Sasso	161	T=200 anni	110.00	54.01	1.50	3.25	3.81	5.27	6.29	17.48	1.52
rio Sasso	161	T=500 anni	133.00	54.01	1.50	3.50	4.12	5.76	6.66	19.97	1.50
rio Sasso	160	T=50 anni	76.00	54.00	1.50	2.44	3.01	4.41	6.23	12.20	2.05
rio Sasso	160	T=200 anni	110.00	54.00	1.50	4.49	3.43	4.90	2.83	38.92	0.52
rio Sasso	160	T=500 anni	133.00	54.00	1.50	4.92	3.69	5.38	2.99	44.55	0.52
rio Sasso	150	T=50 anni	76.00	43.33	1.45	3.78	2.94	4.09	2.46	30.91	0.51
rio Sasso	150	T=200 anni	110.00	43.33	1.45	4.48	3.36	4.86	2.74	40.20	0.50
rio Sasso	150	T=500 anni	133.00	43.33	1.45	4.92	3.62	5.34	2.89	45.95	0.50
rio Sasso	140	T=50 anni	76.00	29.33	1.38	3.77	2.84	4.05	2.31	32.85	0.48
rio Sasso	140	T=200 anni	110.00	29.33	1.38	4.48	3.25	4.82	2.59	42.53	0.47
rio Sasso	140	T=500 anni	133.00	29.33	1.38	4.92	3.50	5.30	2.74	48.52	0.47
rio Sasso	130	T=50 anni	76.00	16.67	1.32	3.72	2.82	4.02	2.42	31.43	0.50
rio Sasso	130	T=200 anni	110.00	16.67	1.32	4.42	3.24	4.79	2.71	40.56	0.49
rio Sasso	130	T=500 anni	133.00	16.67	1.32	4.85	3.50	5.27	2.88	46.19	0.49
rio Sasso	120	T=50 anni	76.00	11.34	1.29	3.67	2.84	4.00	2.55	29.86	0.53
rio Sasso	120	T=200 anni	110.00	11.34	1.29	4.36	3.27	4.77	2.86	38.46	0.52
rio Sasso	120	T=500 anni	133.00	11.34	1.29	4.78	3.54	5.25	3.04	43.77	0.52
rio Sasso	110	T=50 anni	76.00	9.34	1.28	3.64	2.85	3.99	2.62	29.00	0.54
rio Sasso	110	T=200 anni	110.00	9.34	1.28	4.32	3.29	4.77	2.94	37.35	0.54
rio Sasso	110	T=500 anni	133.00	9.34	1.28	4.74	3.56	5.24	3.13	42.52	0.54
rio Sasso	105		Bridge								
rio Sasso	100	T=50 anni	76.00		1.23	2.37	2.80	3.88	5.44	13.97	1.63
rio Sasso	100	T=200 anni	110.00		1.23	2.68	3.24	4.62	6.17	17.84	1.63
rio Sasso	100	T=500 anni	133.00		1.23	2.88	3.51	5.08	6.58	20.22	1.64

PROFILO LONGITUDINALE (T=50 ANNI)

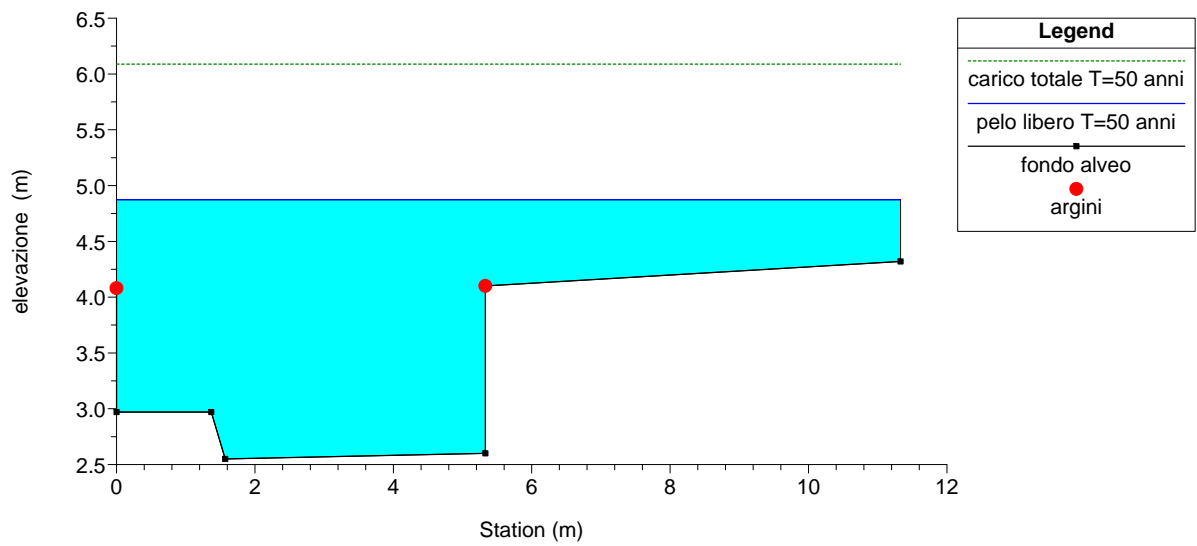
Legend	
	carico totale T=50 anni
	pelo libero T=50 anni
	fondo alveo
	argine sx
	argine dx



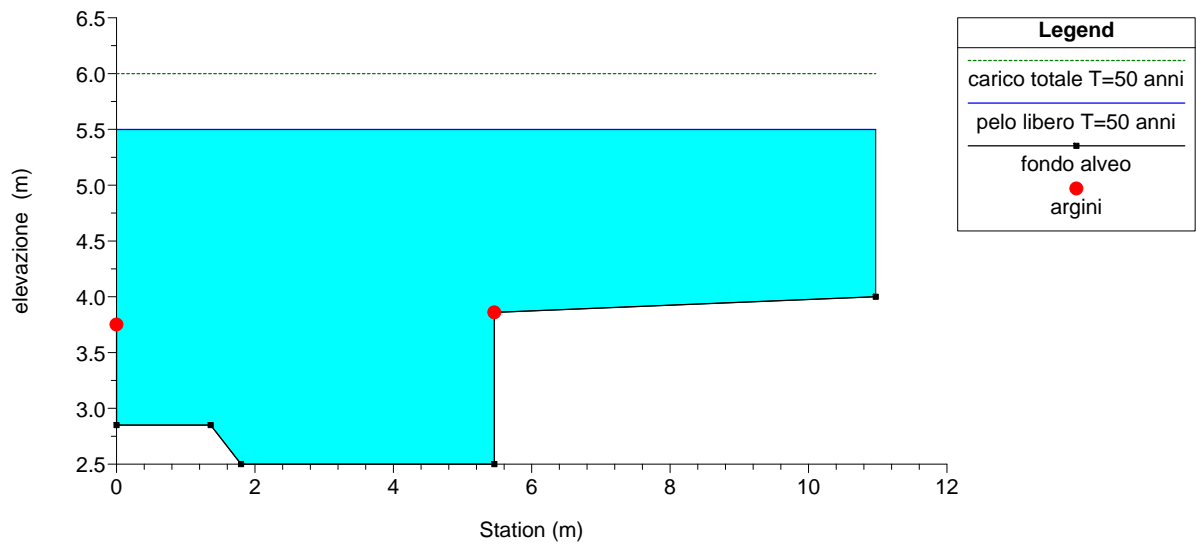
RS = 230



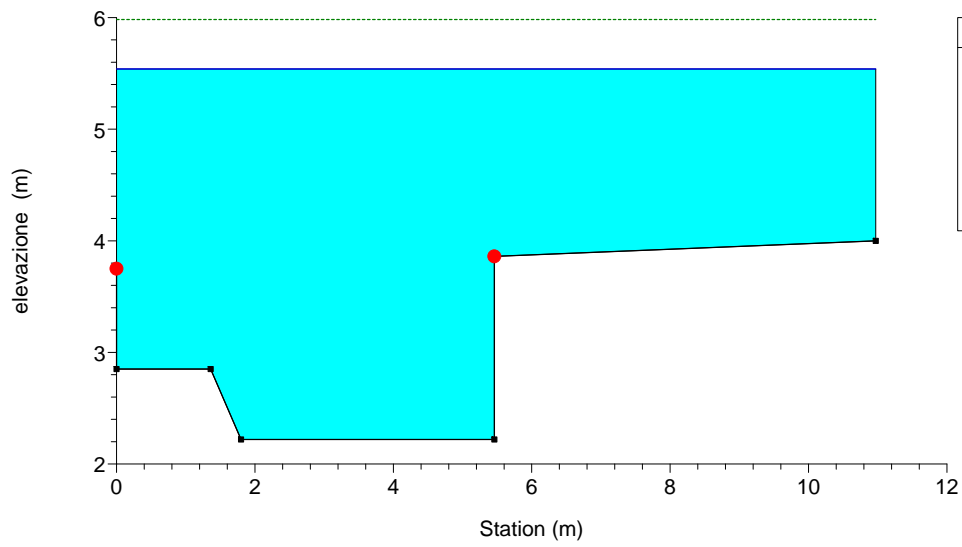
RS = 220



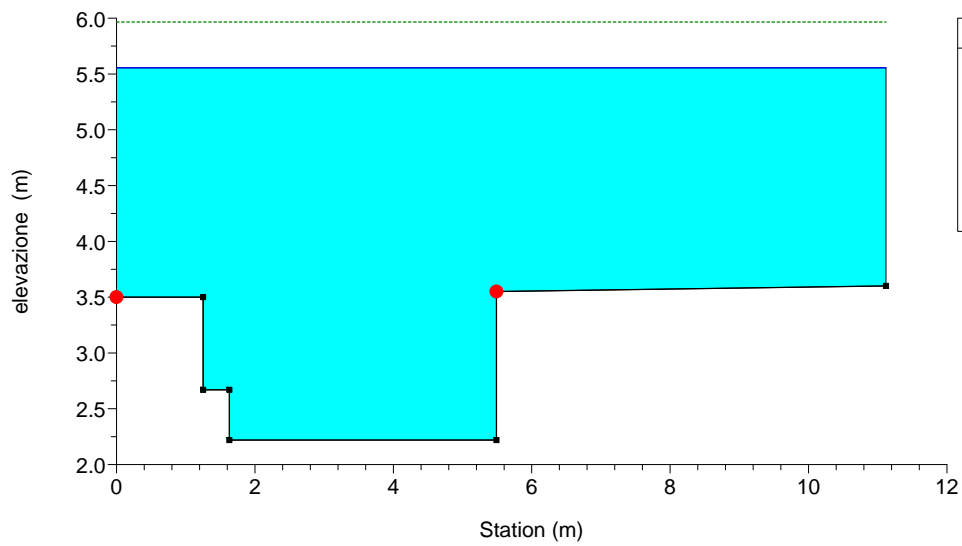
RS = 211



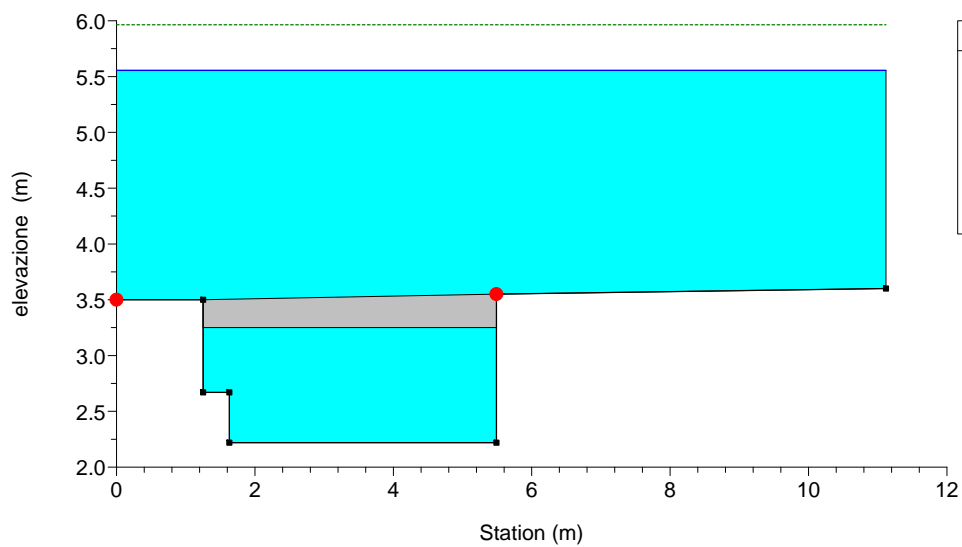
RS = 210



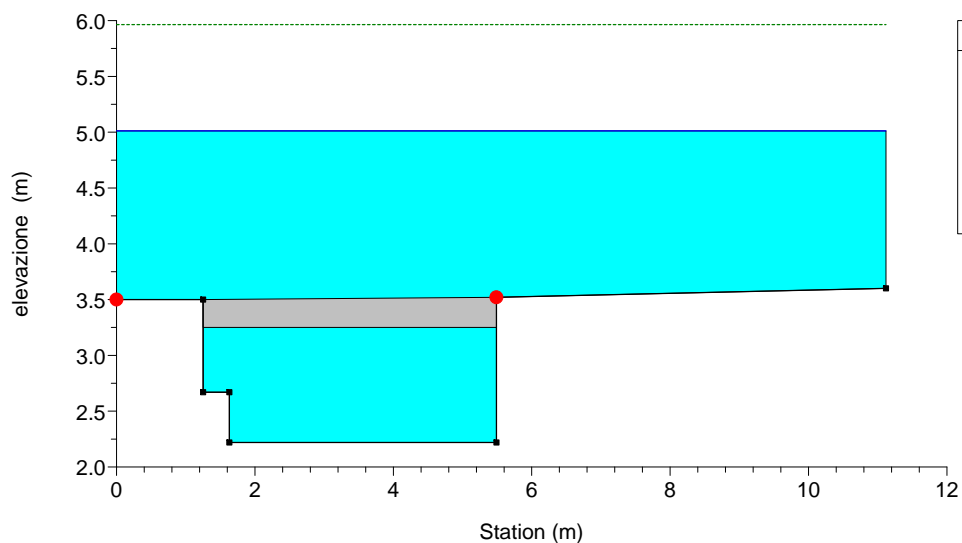
RS = 200



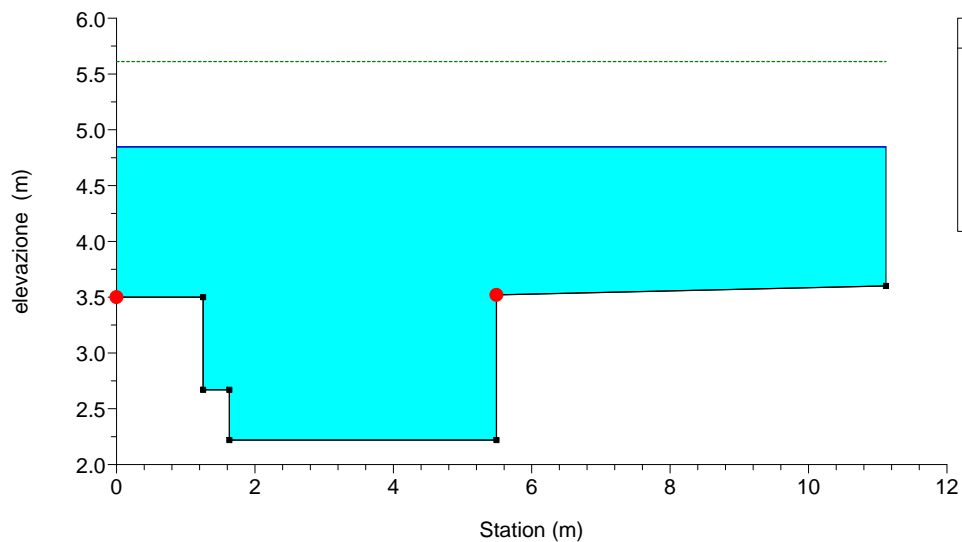
RS = 195 BR



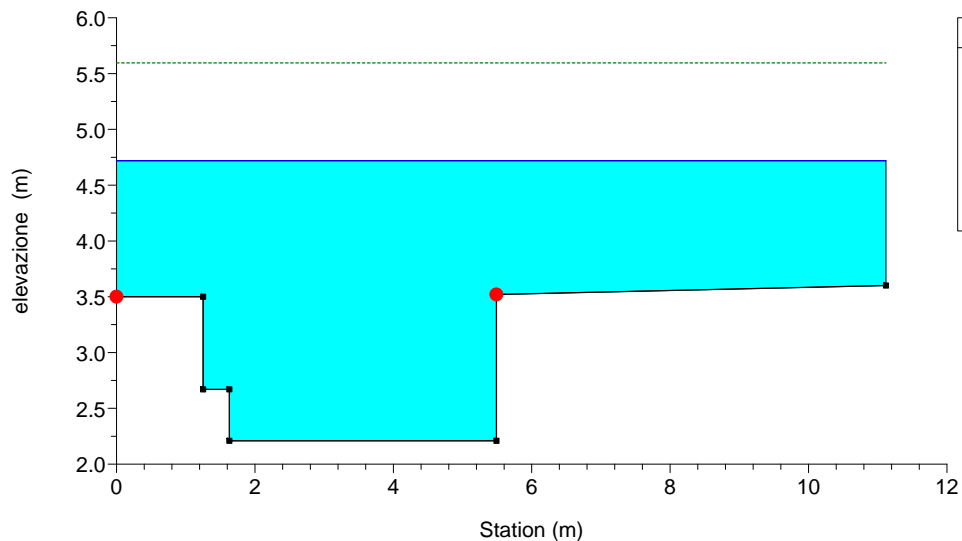
RS = 195 BR



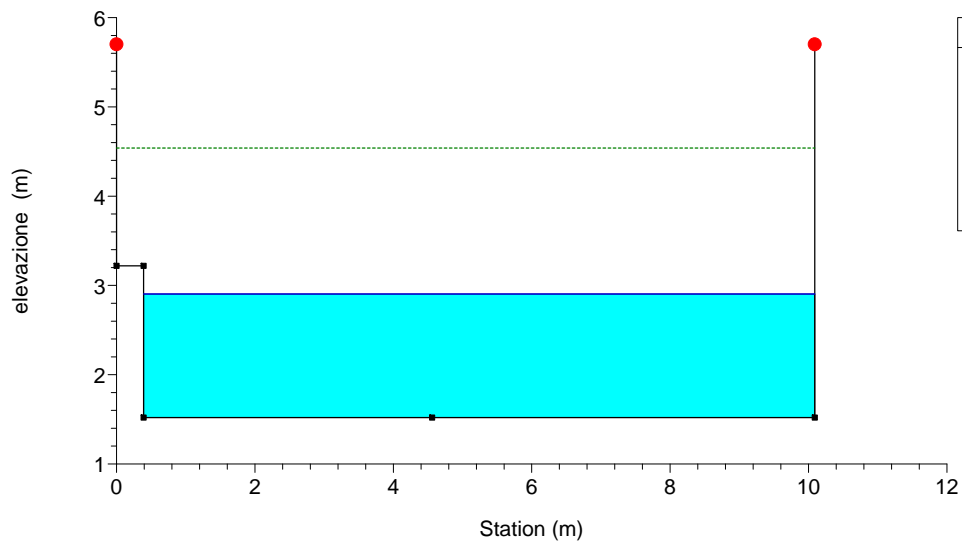
RS = 190



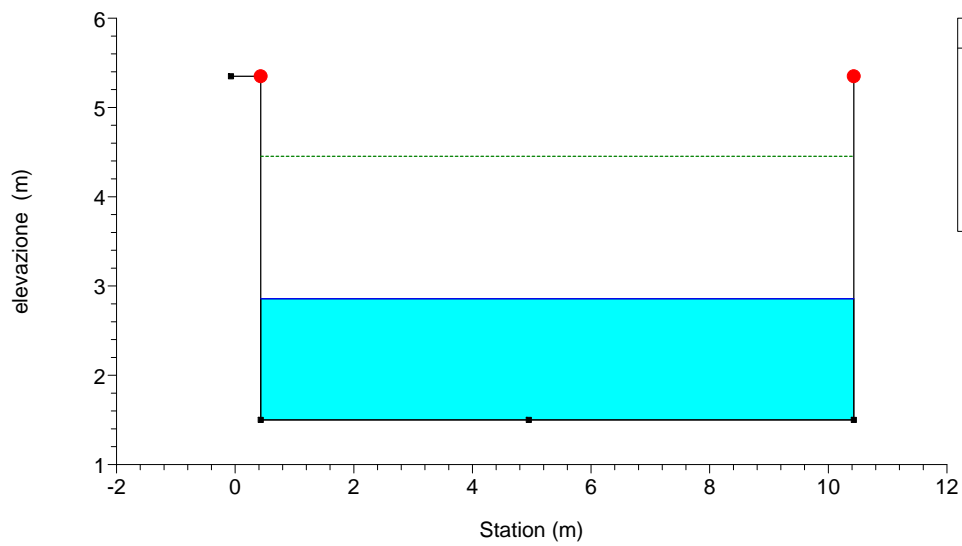
RS = 180



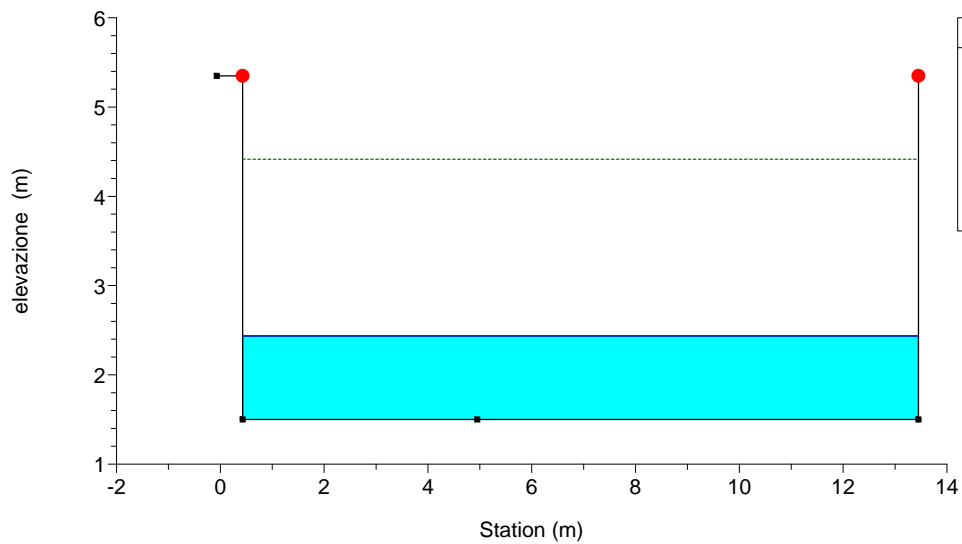
RS = 170

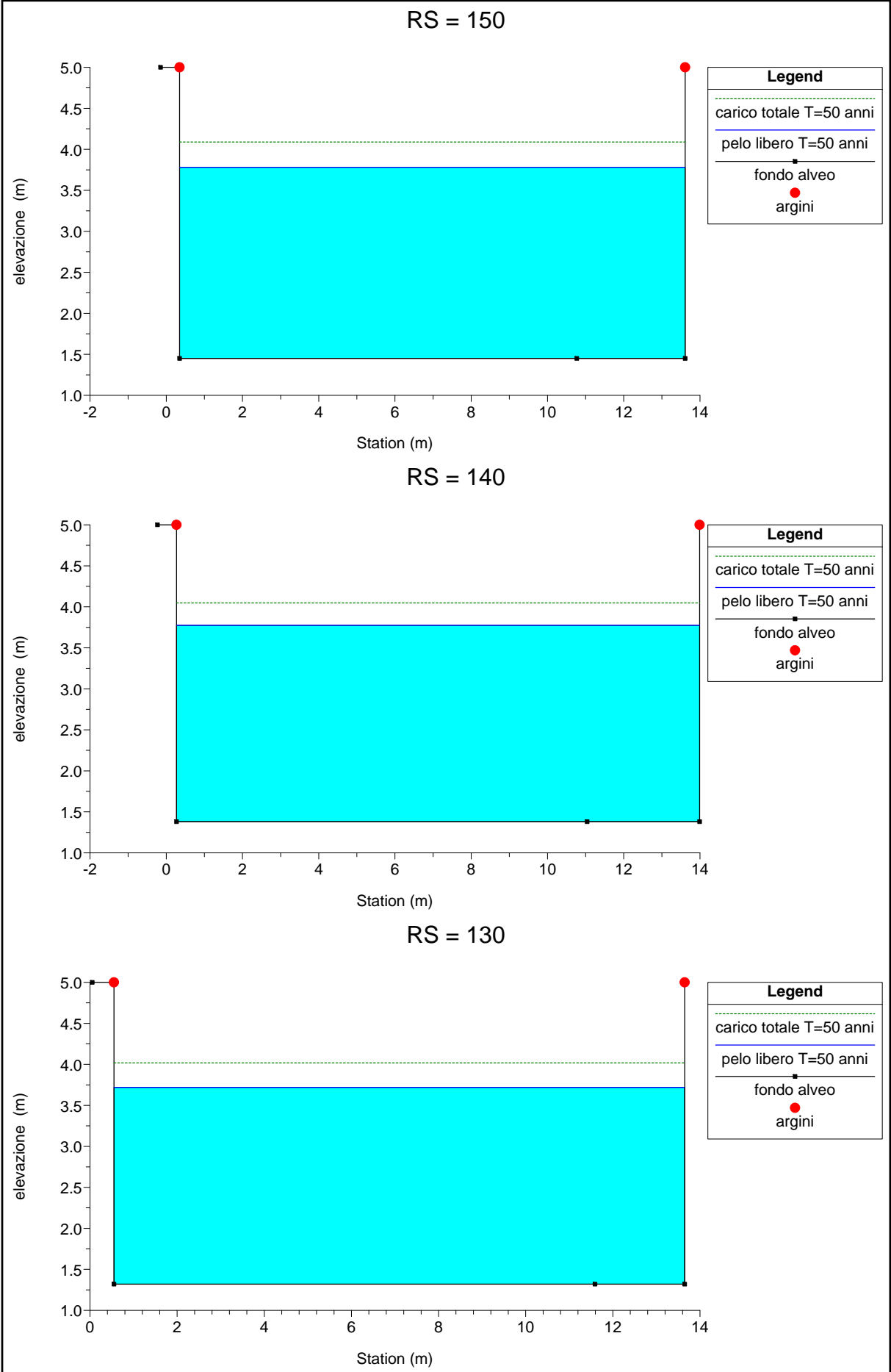


RS = 161

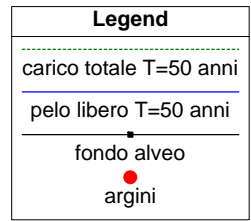
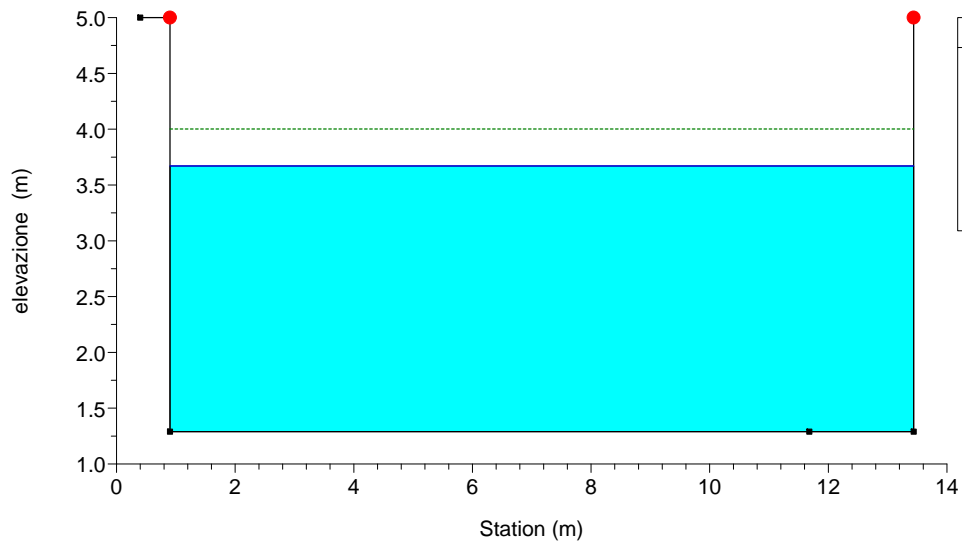


RS = 160

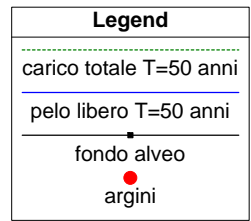
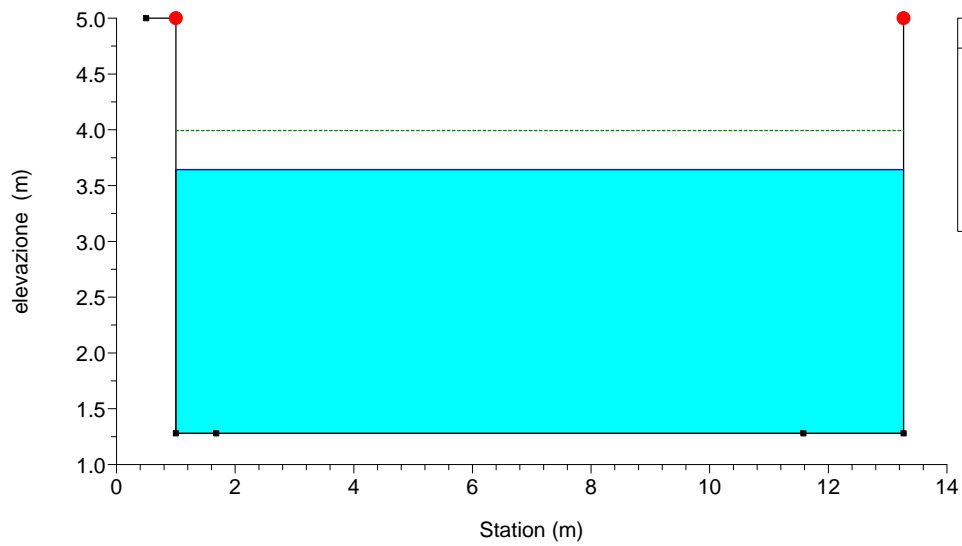




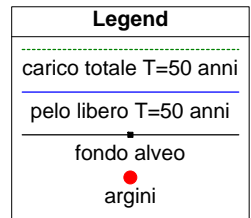
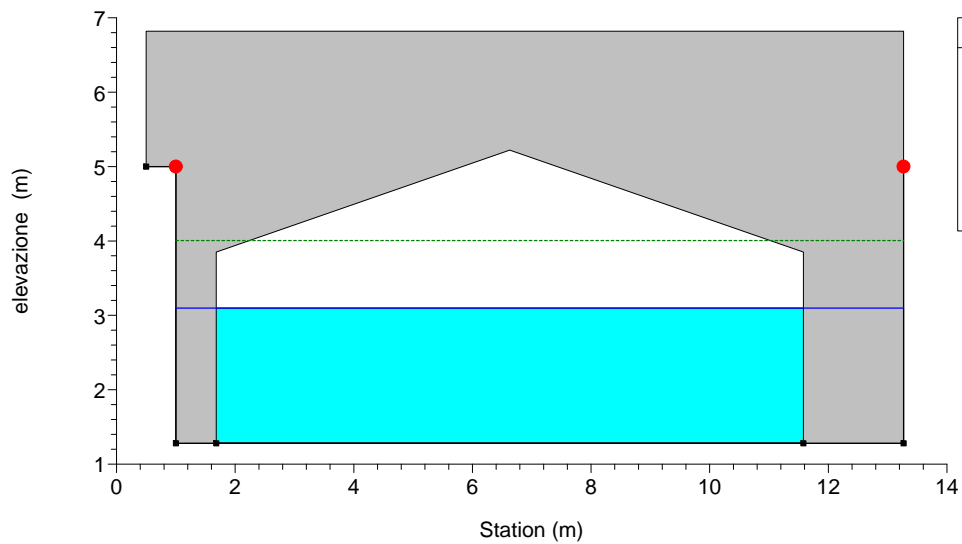
RS = 120



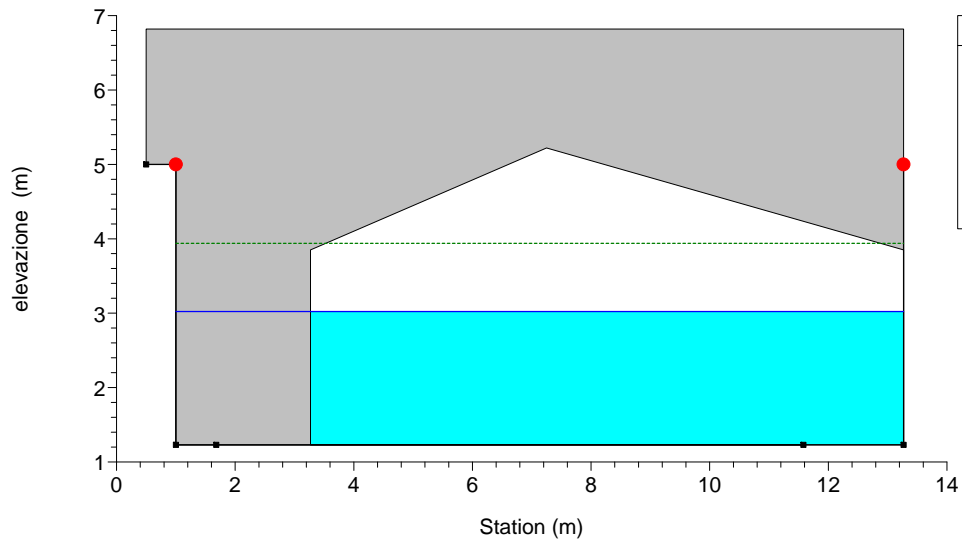
RS = 110



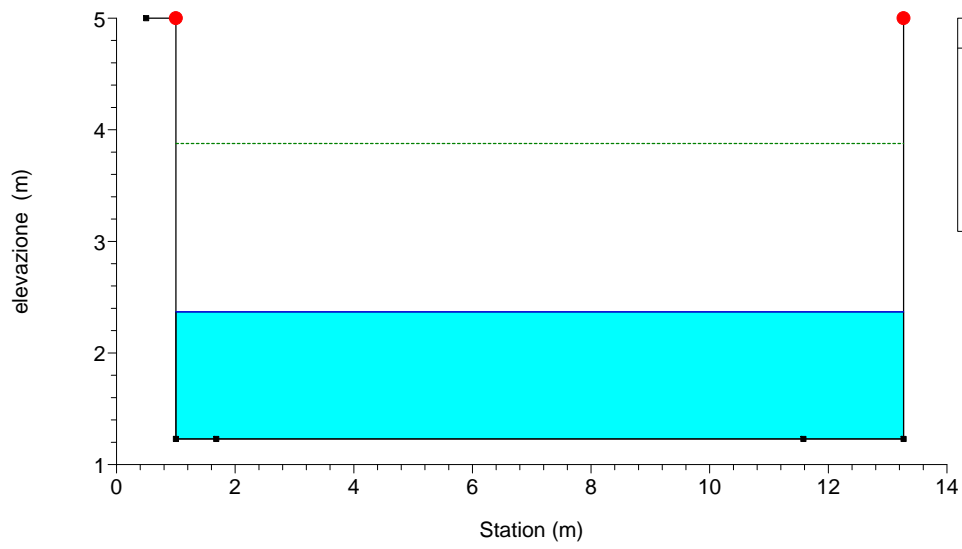
RS = 105 BR



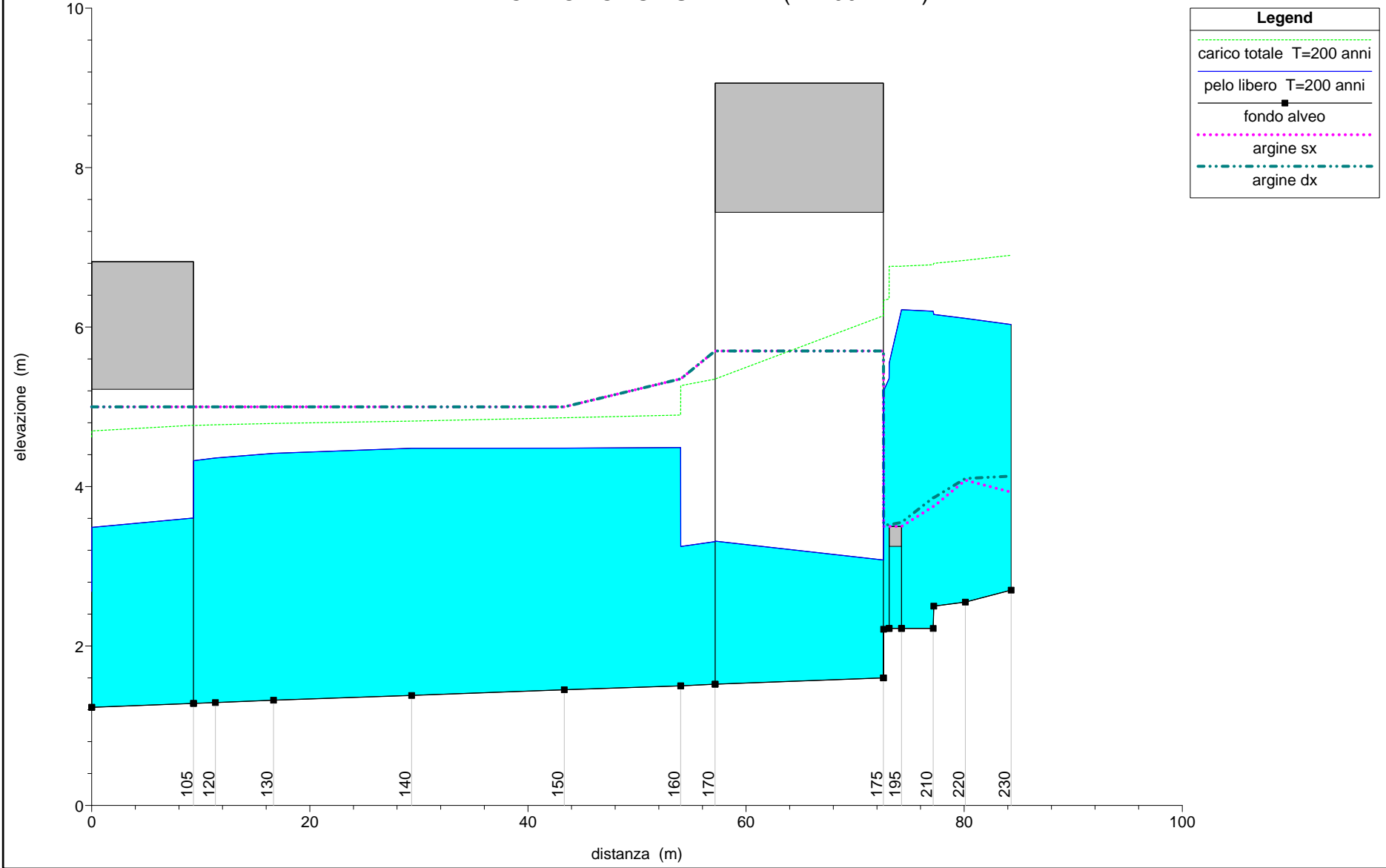
RS = 105 BR



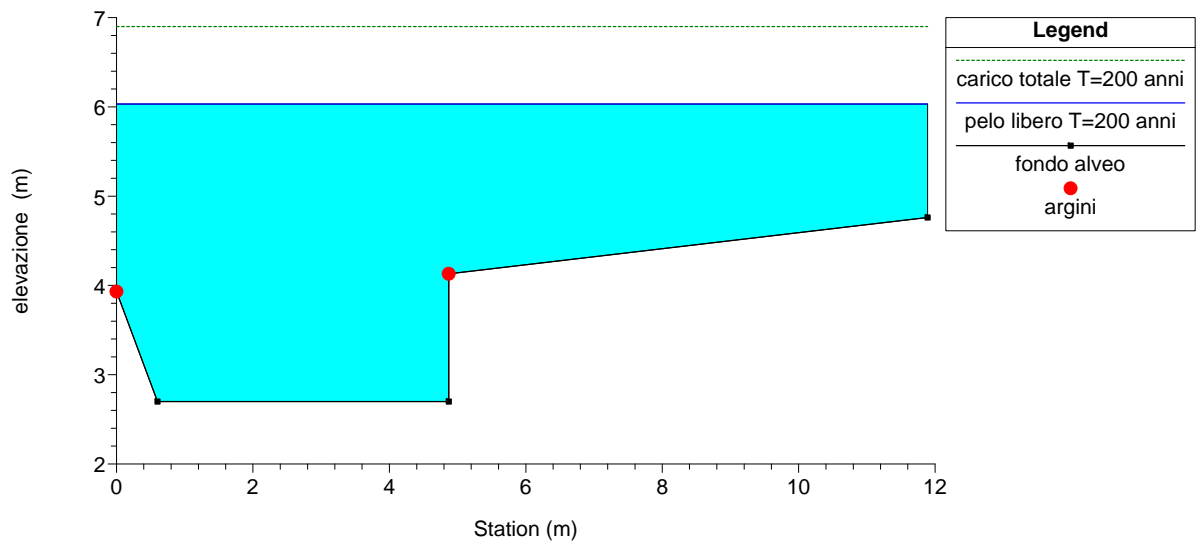
RS = 100



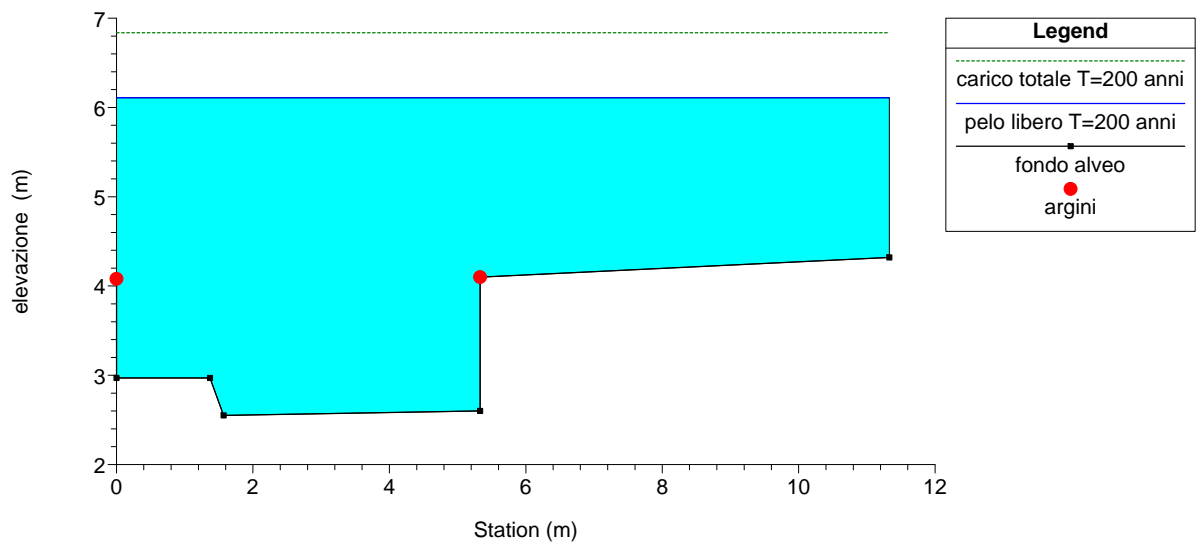
PROFILO LONGITUDINALE (T=200 ANNI)



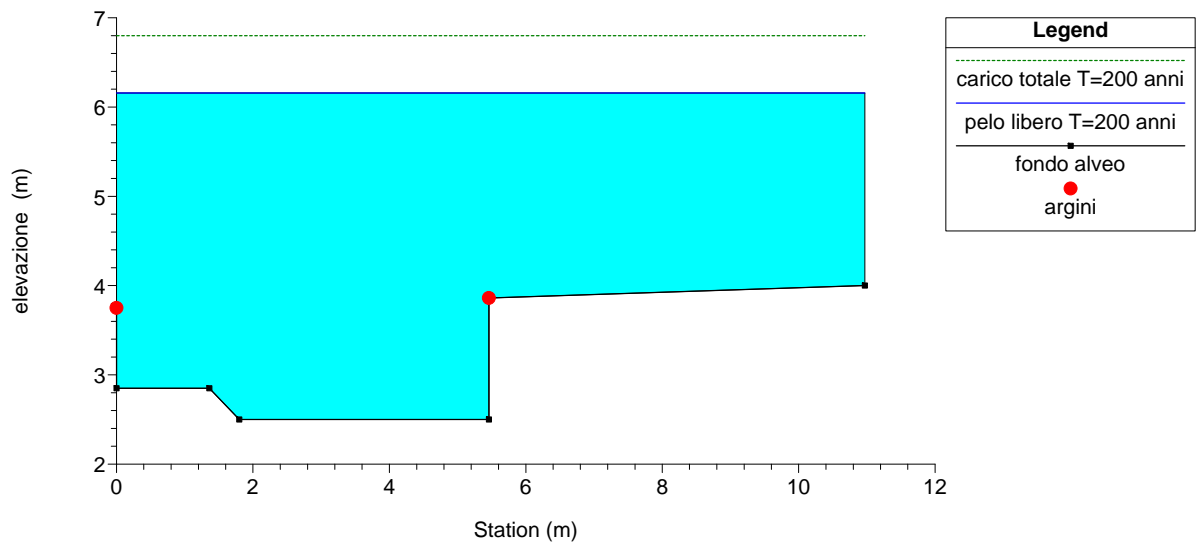
RS = 230



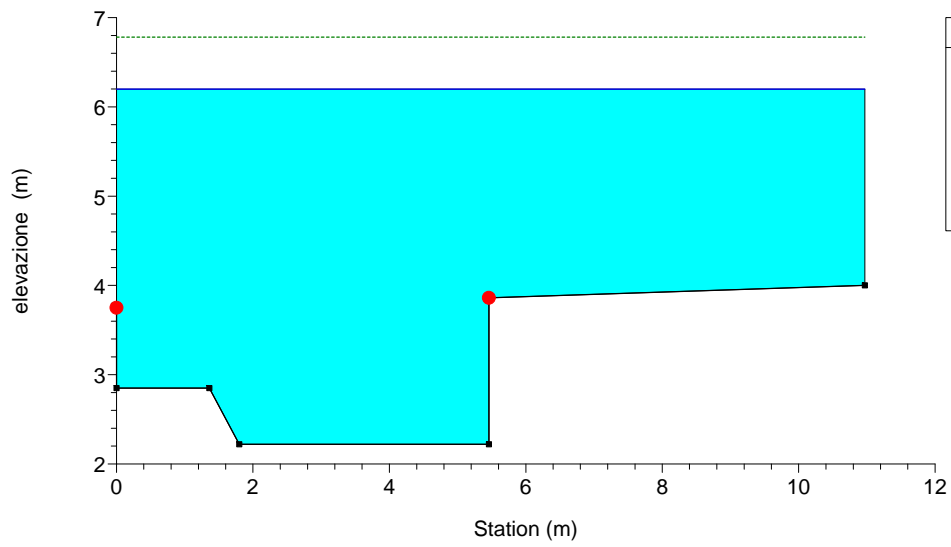
RS = 220



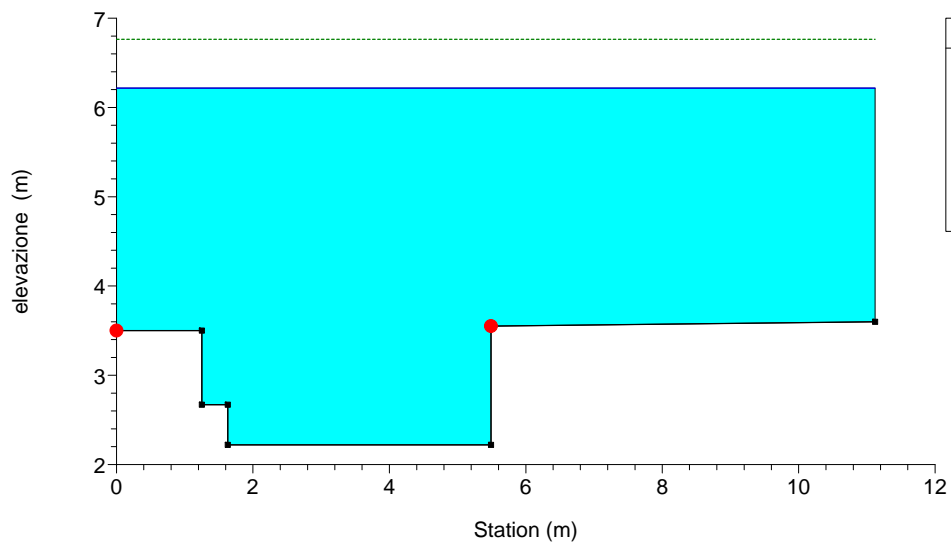
RS = 211



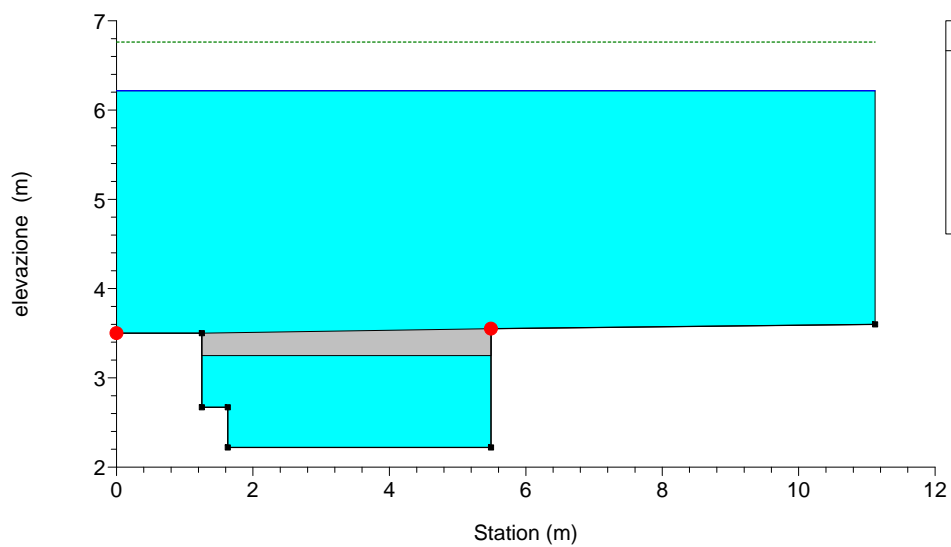
RS = 210



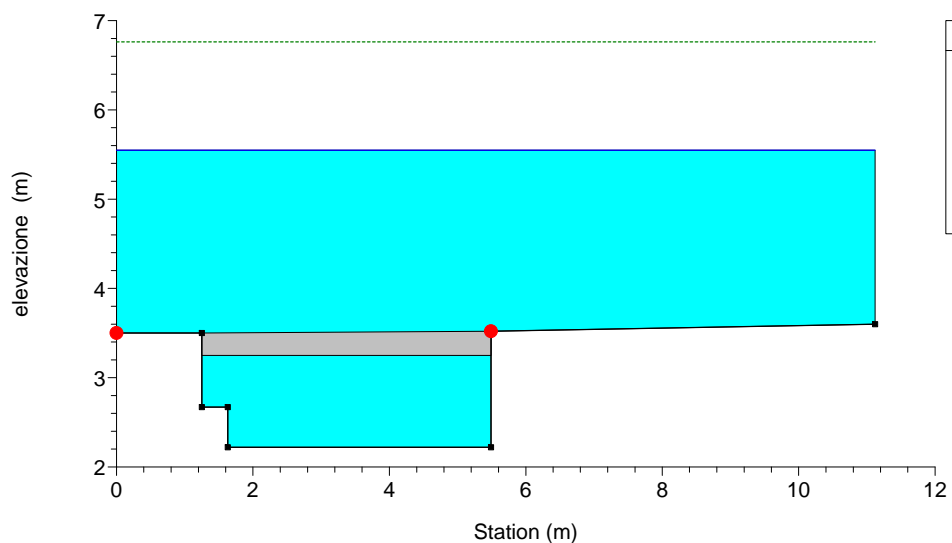
RS = 200



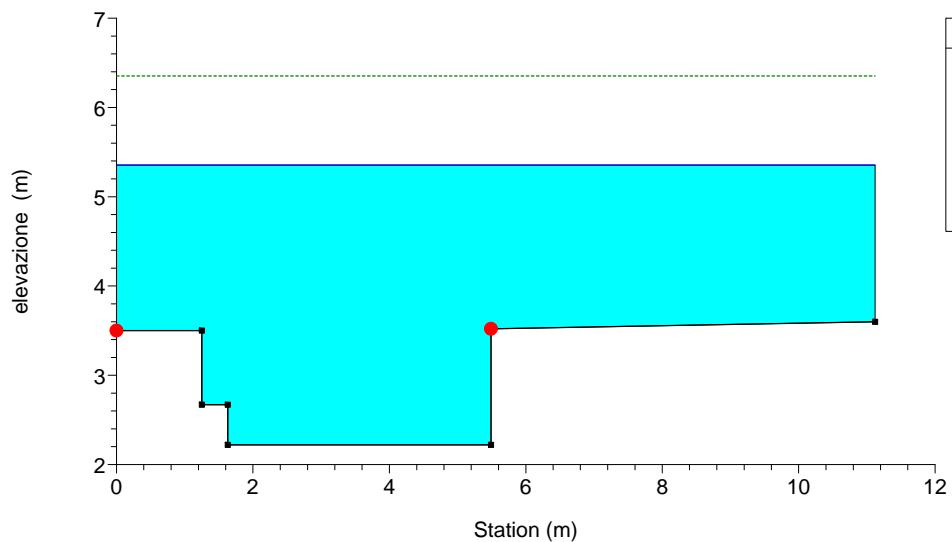
RS = 195 BR



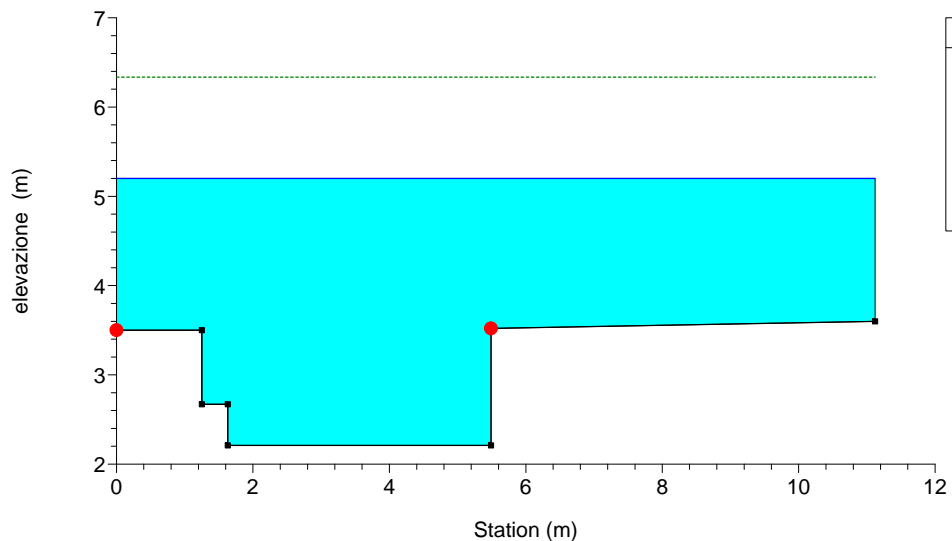
RS = 195 BR



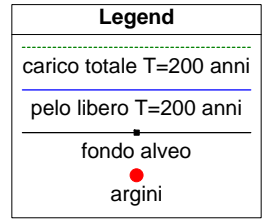
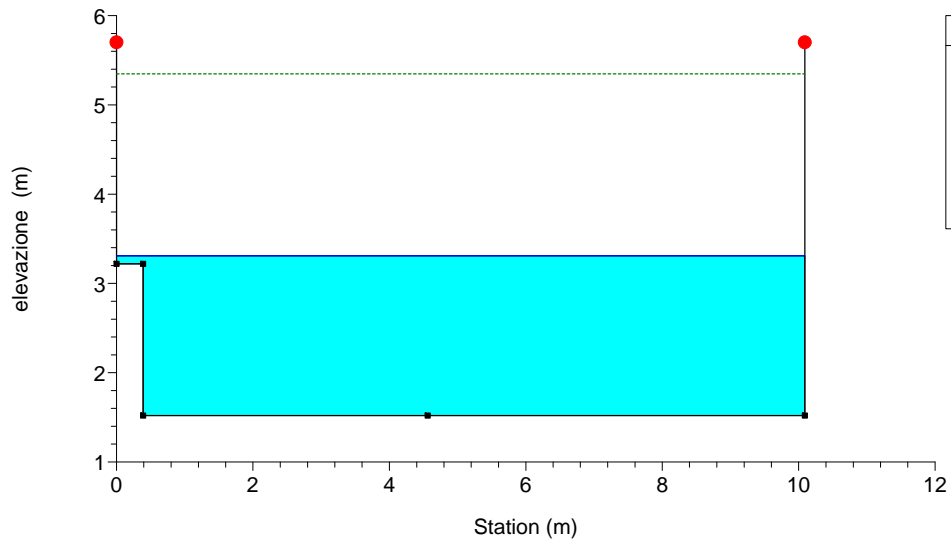
RS = 190



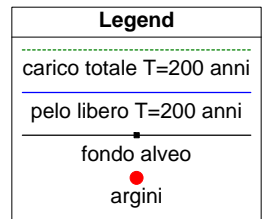
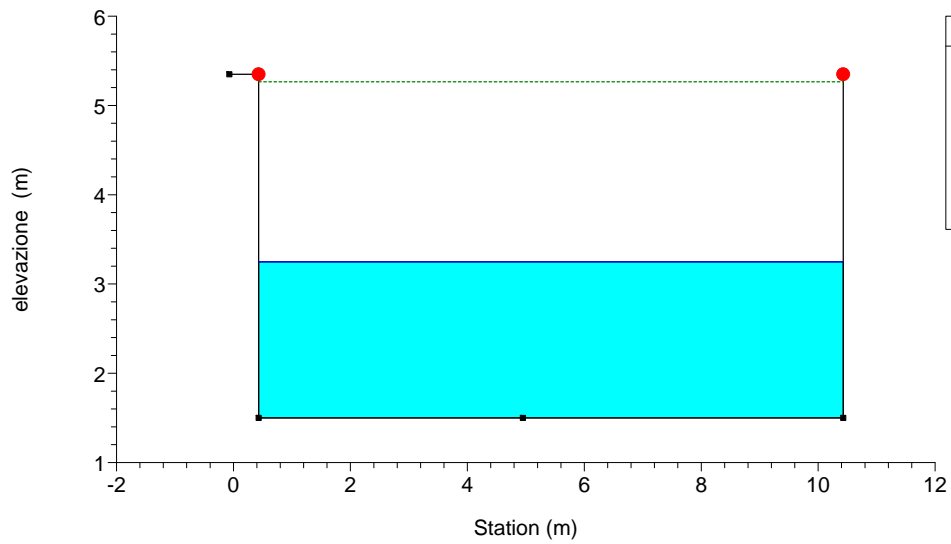
RS = 180



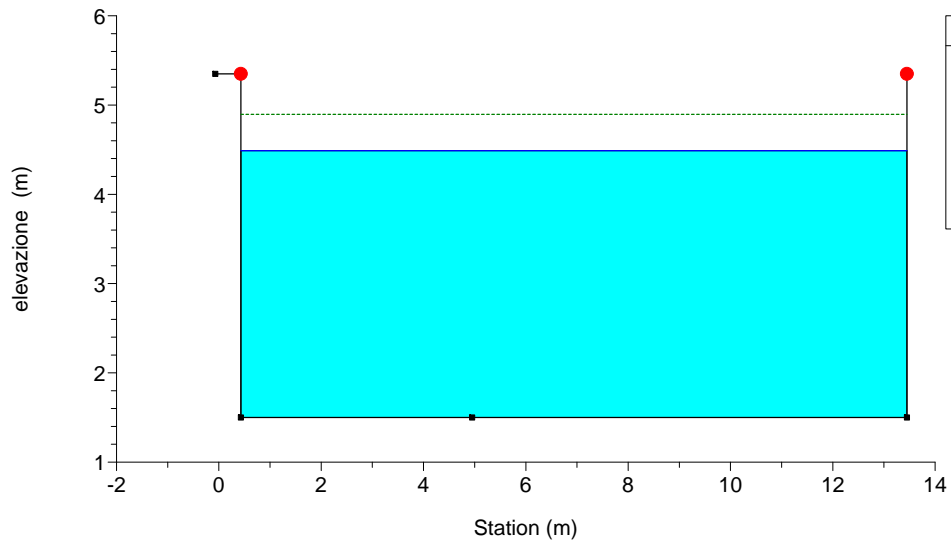
RS = 170

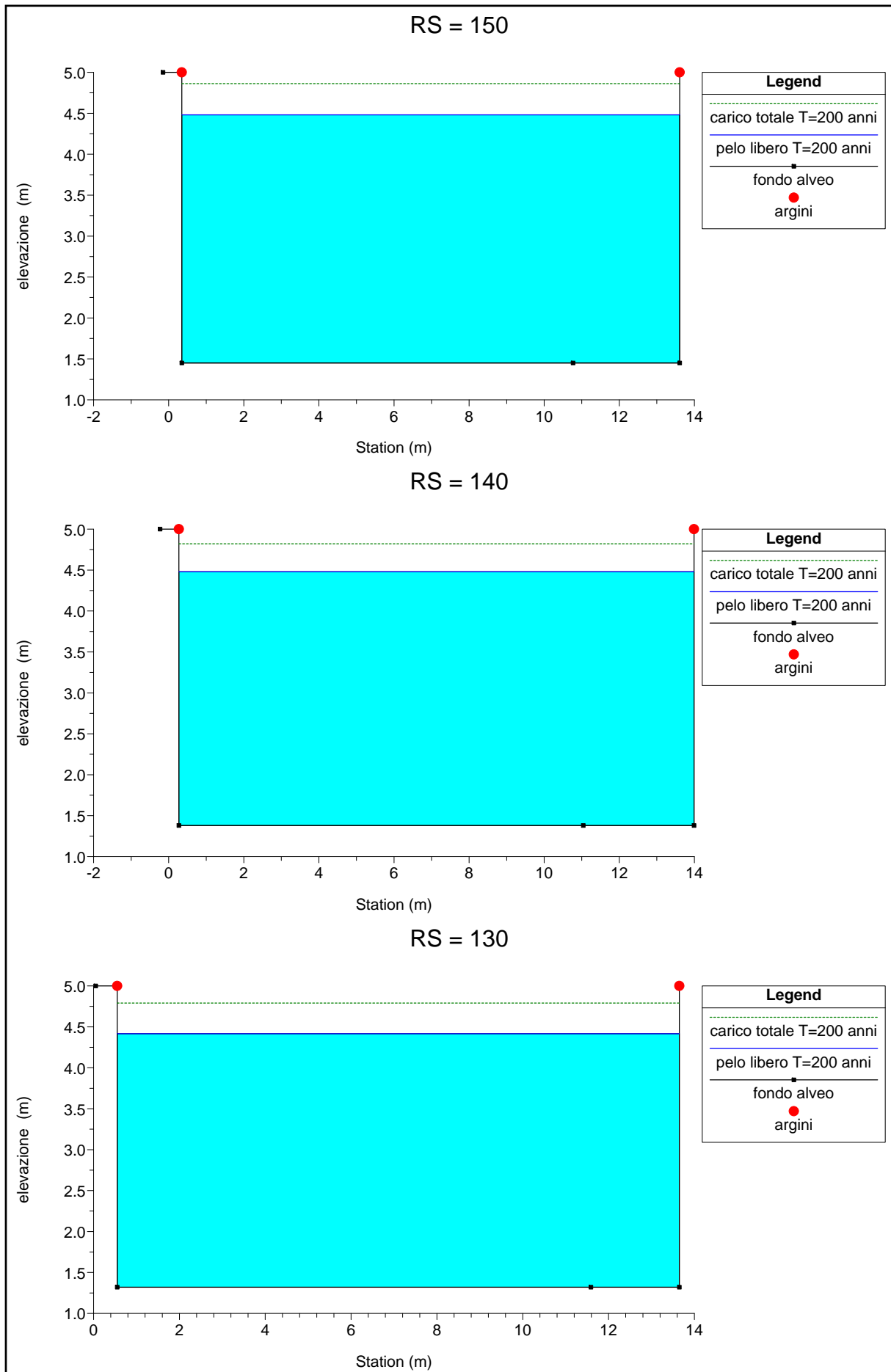


RS = 161

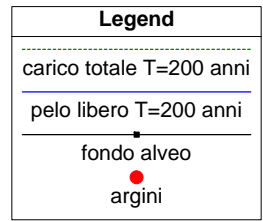
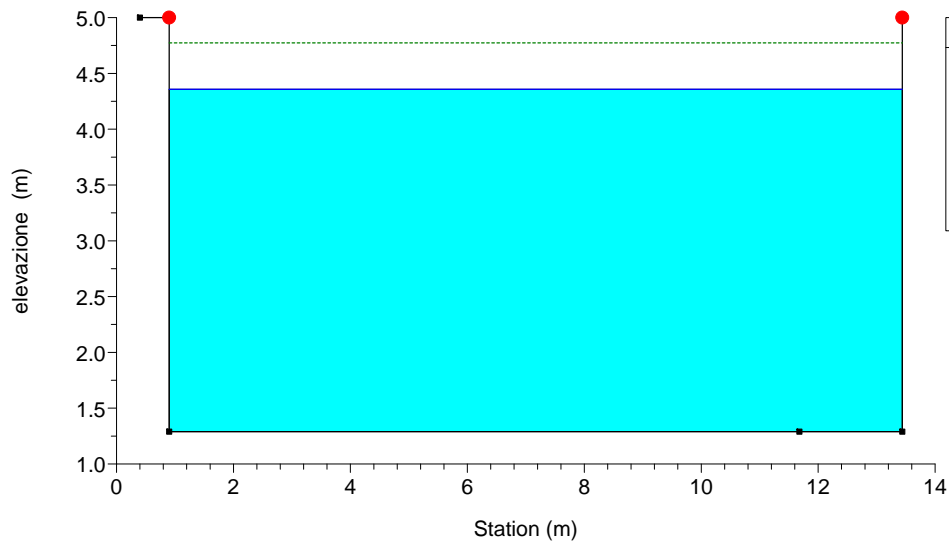


RS = 160

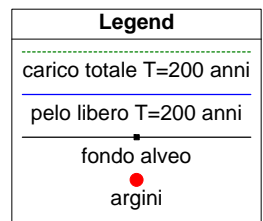
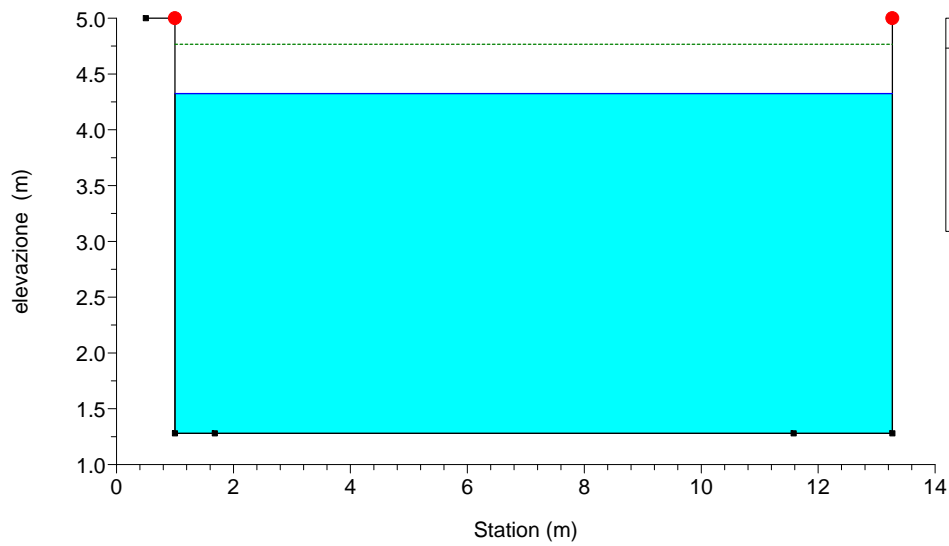




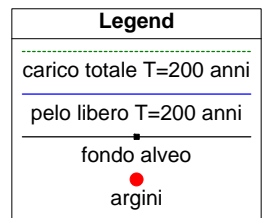
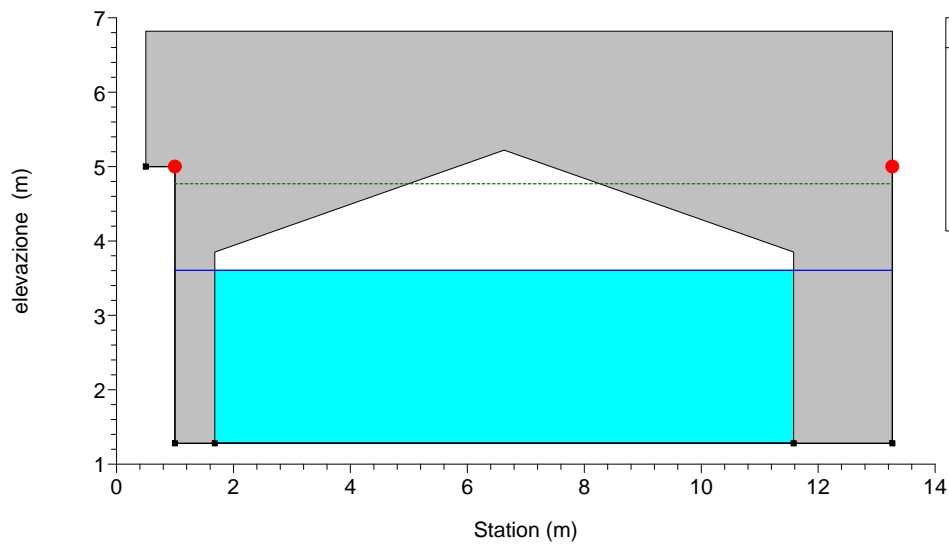
RS = 120



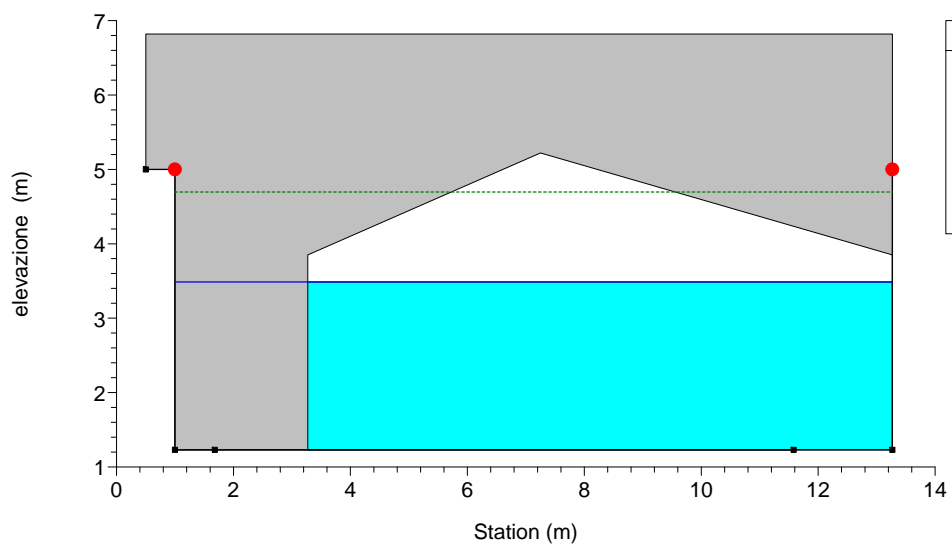
RS = 110



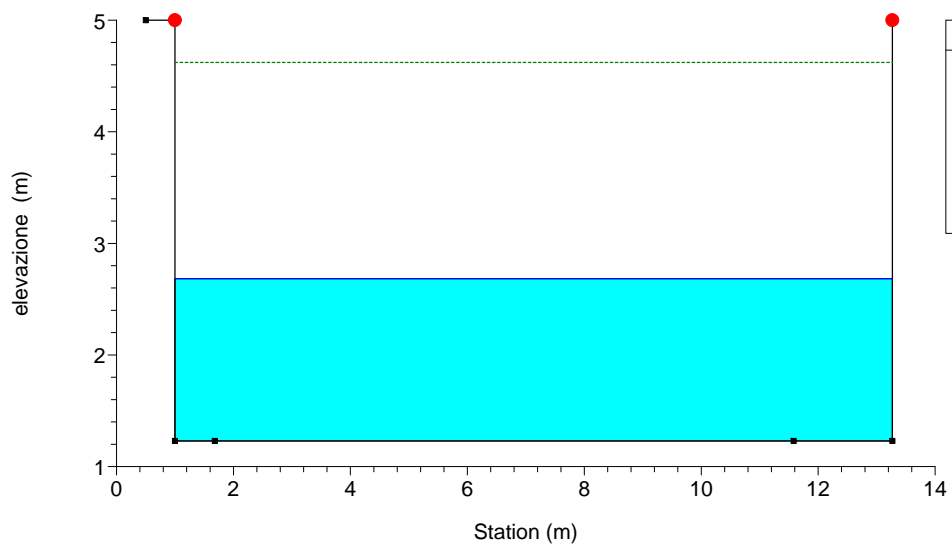
RS = 105 BR



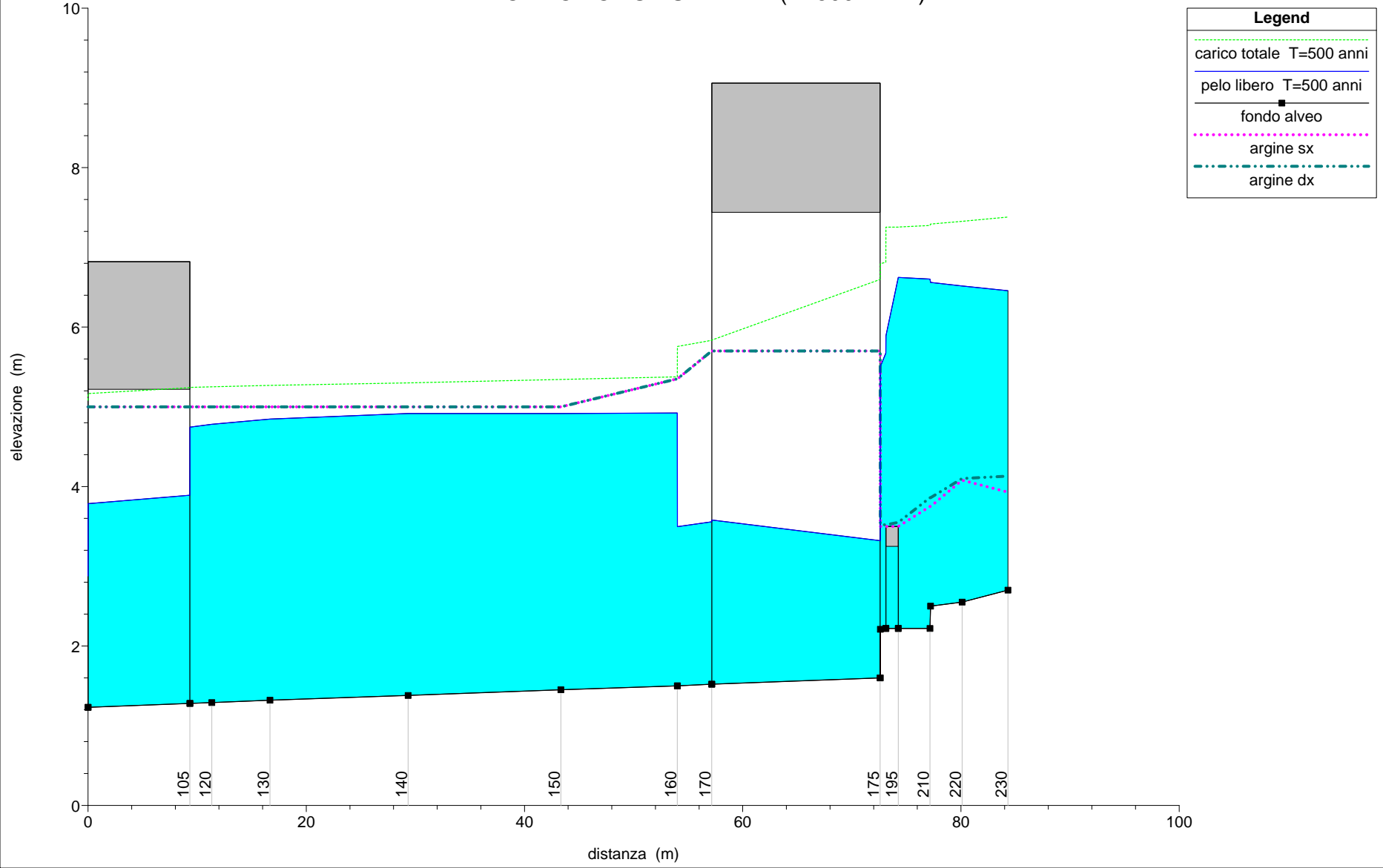
RS = 105 BR



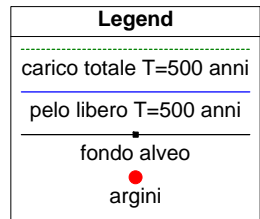
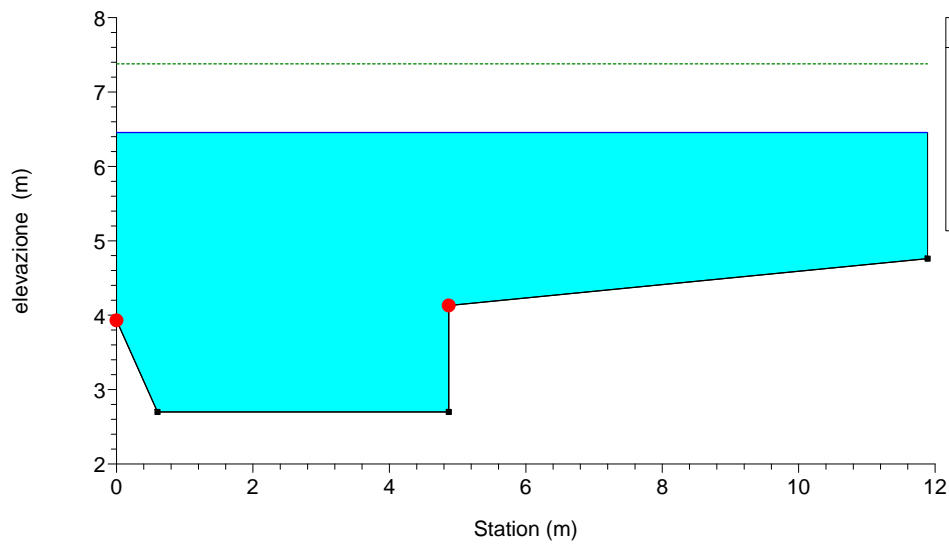
RS = 100



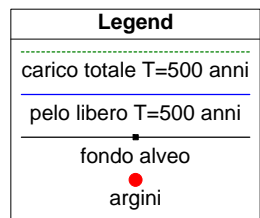
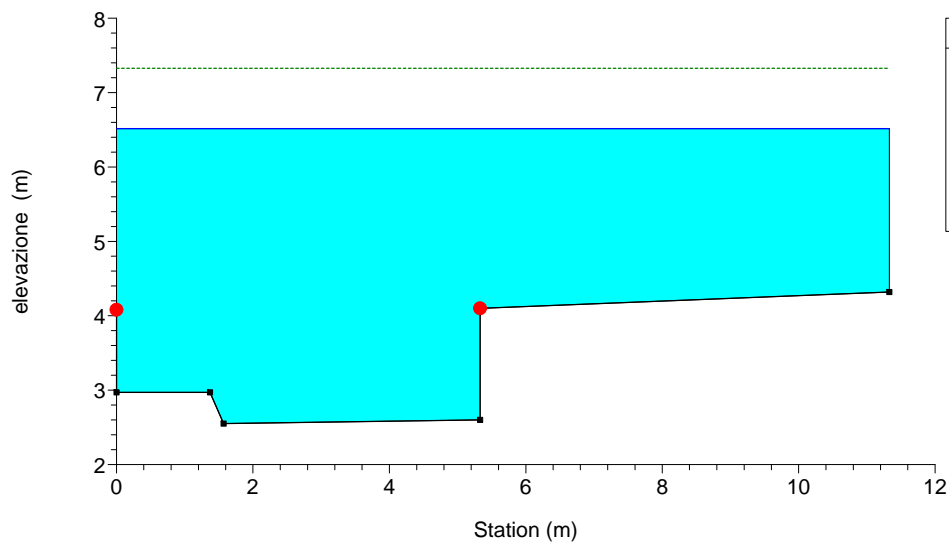
PROFILO LONGITUDINALE (T=500 ANNI)



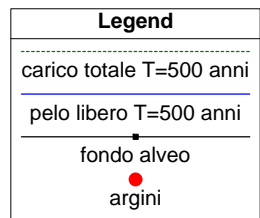
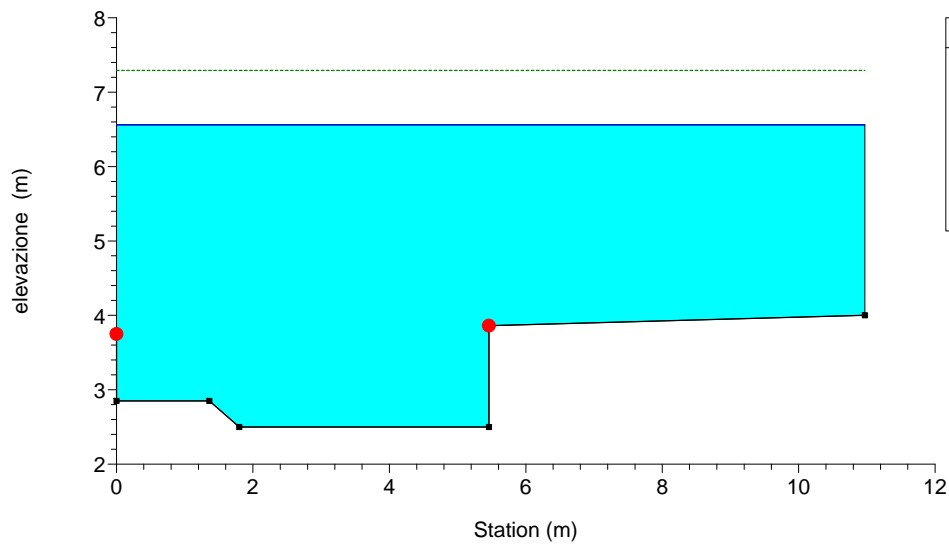
RS = 230



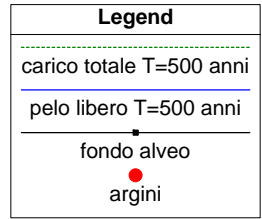
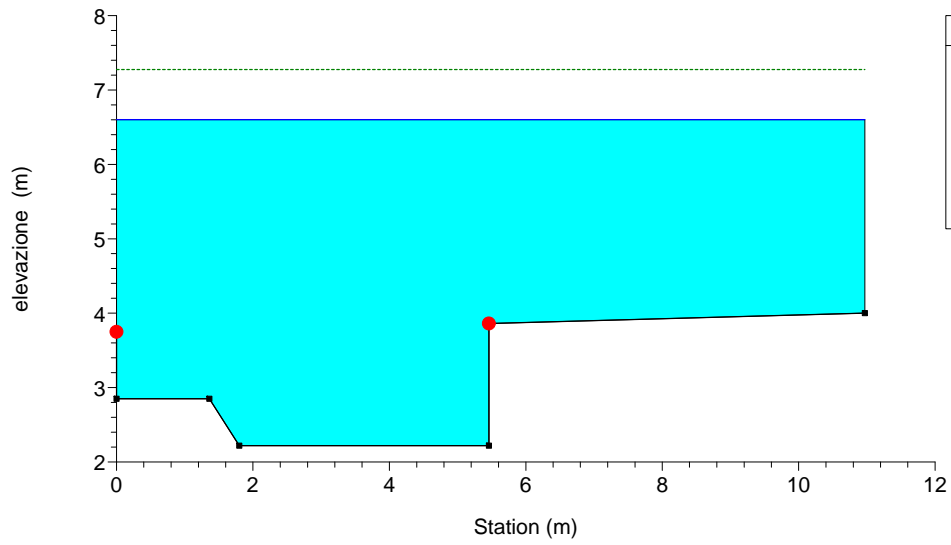
RS = 220



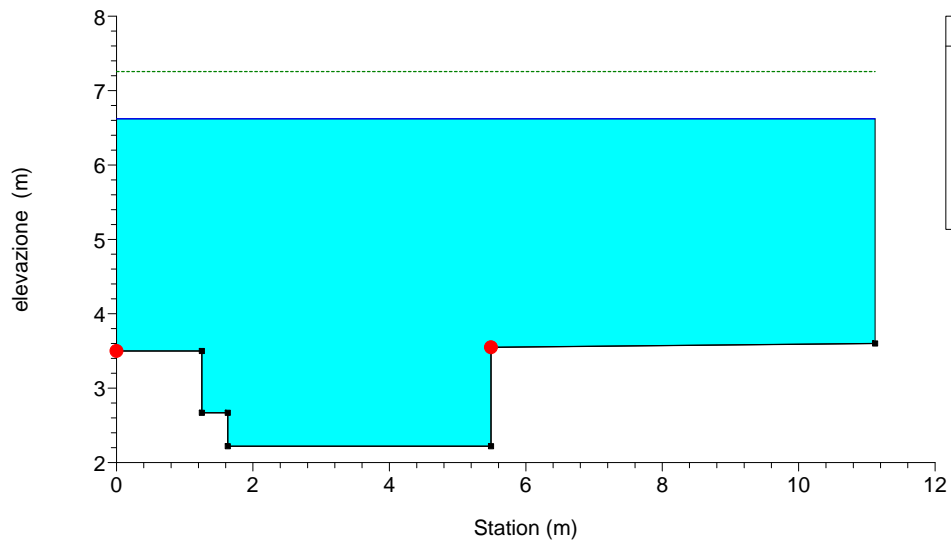
RS = 211



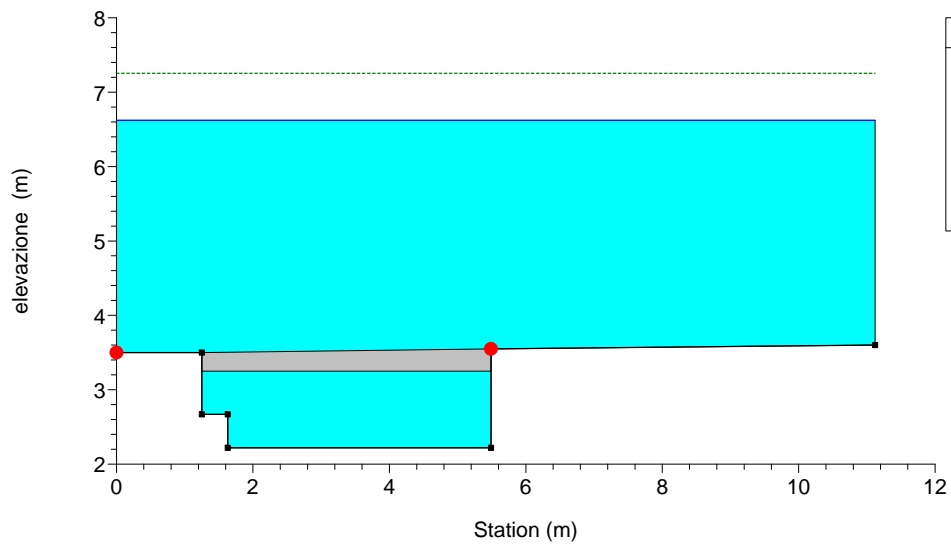
RS = 210



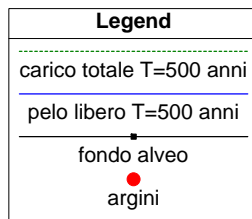
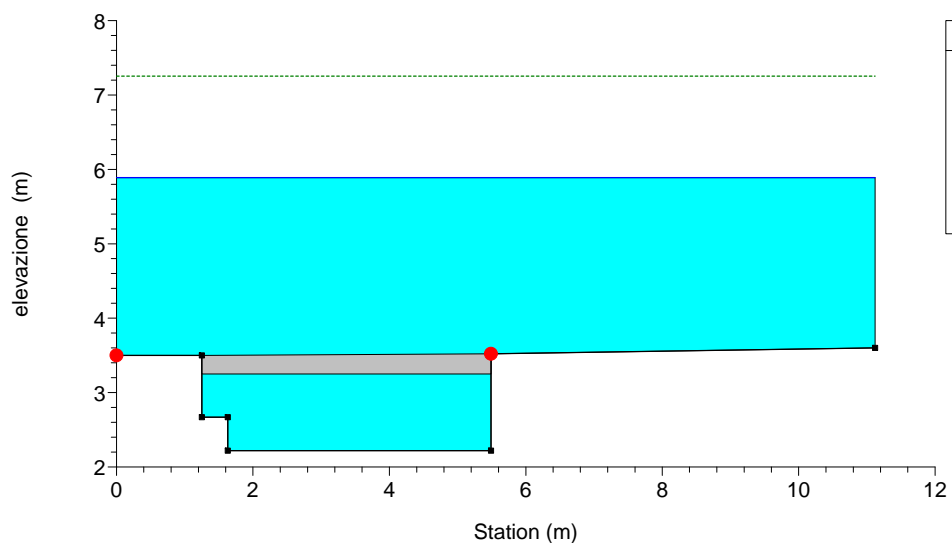
RS = 200



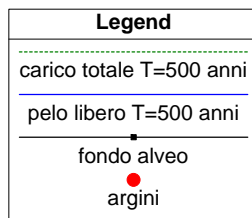
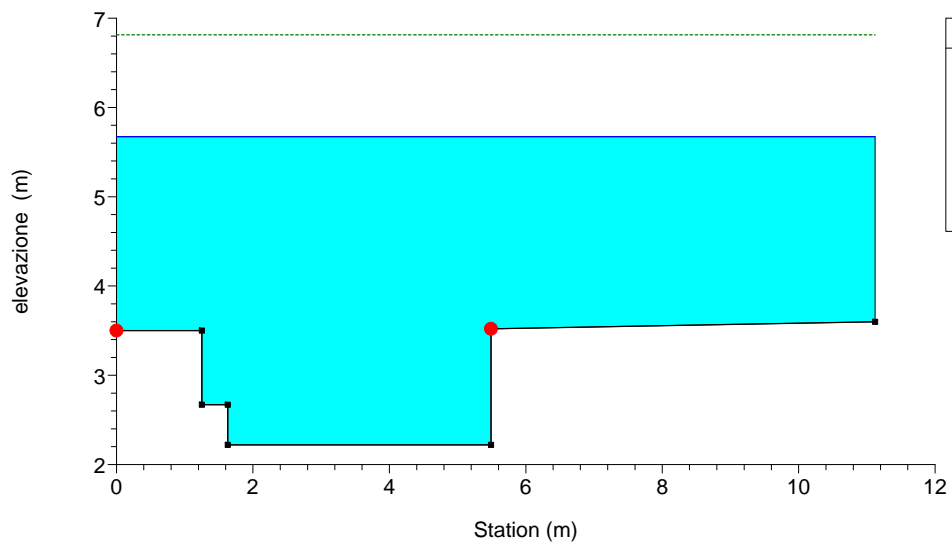
RS = 195 BR



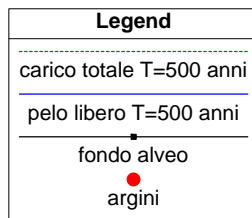
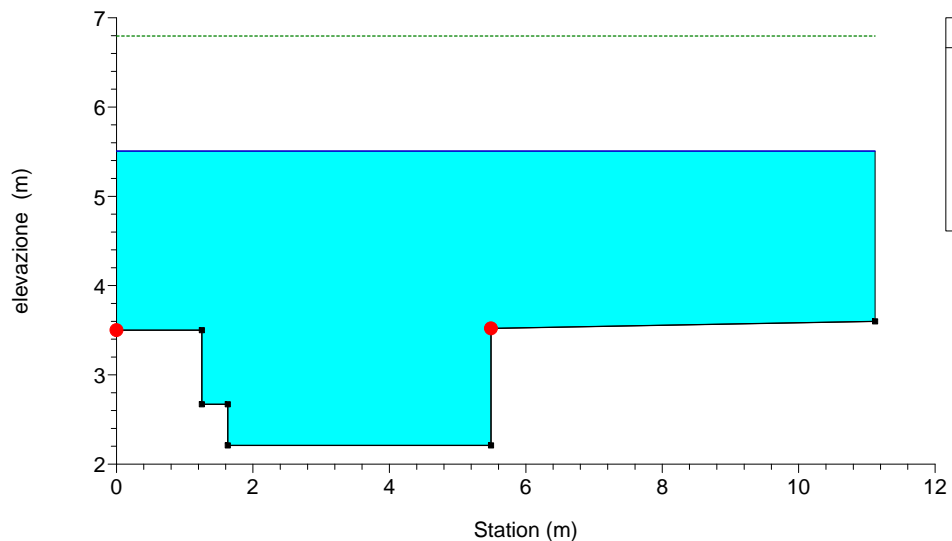
RS = 195 BR



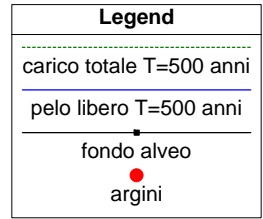
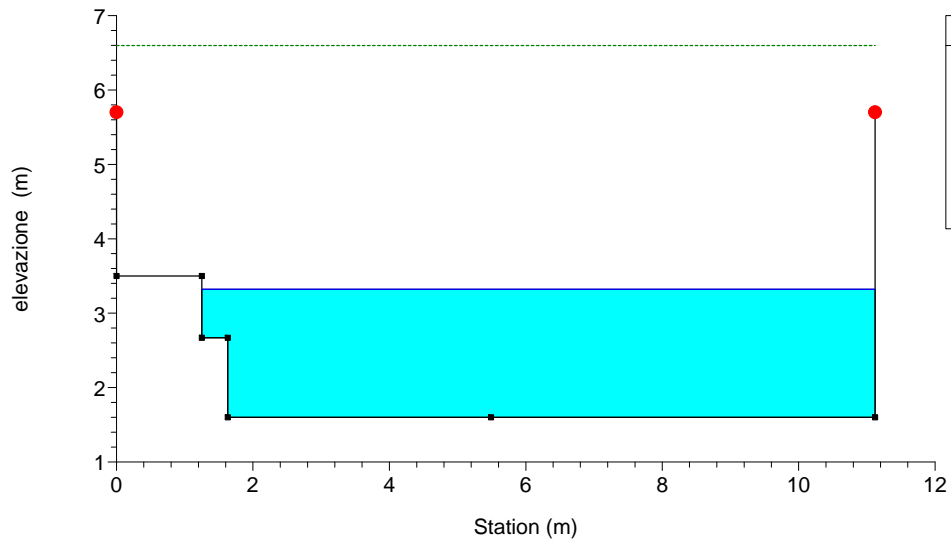
RS = 190



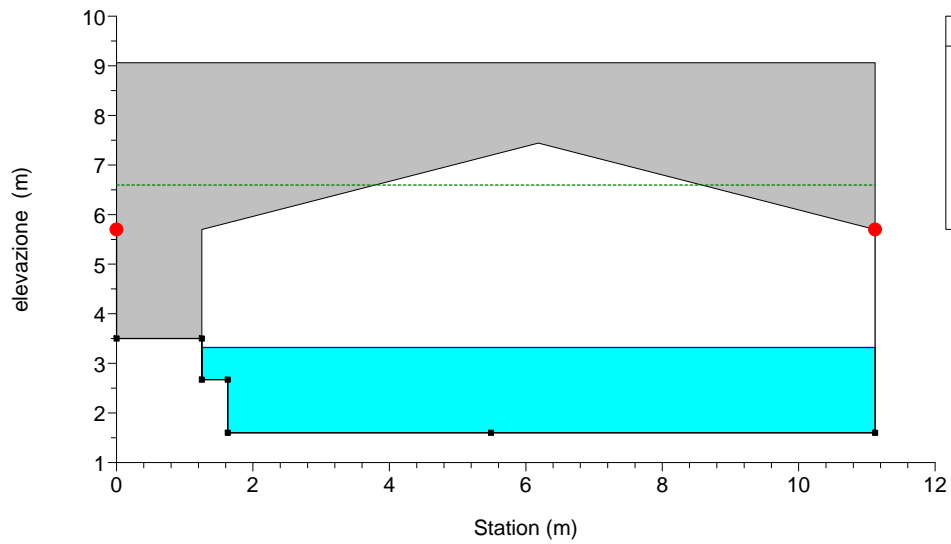
RS = 180



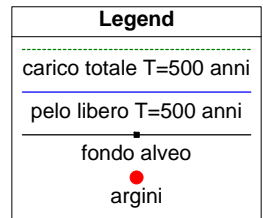
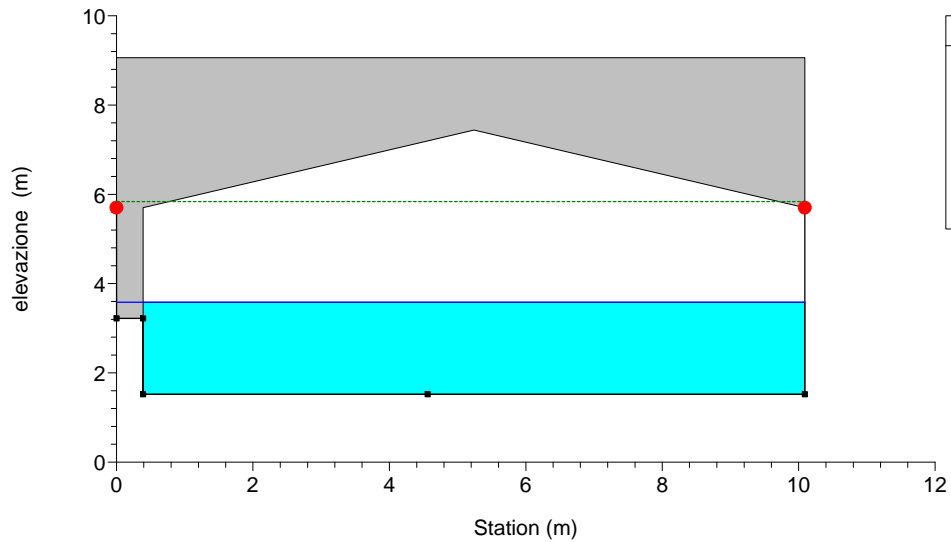
RS = 179



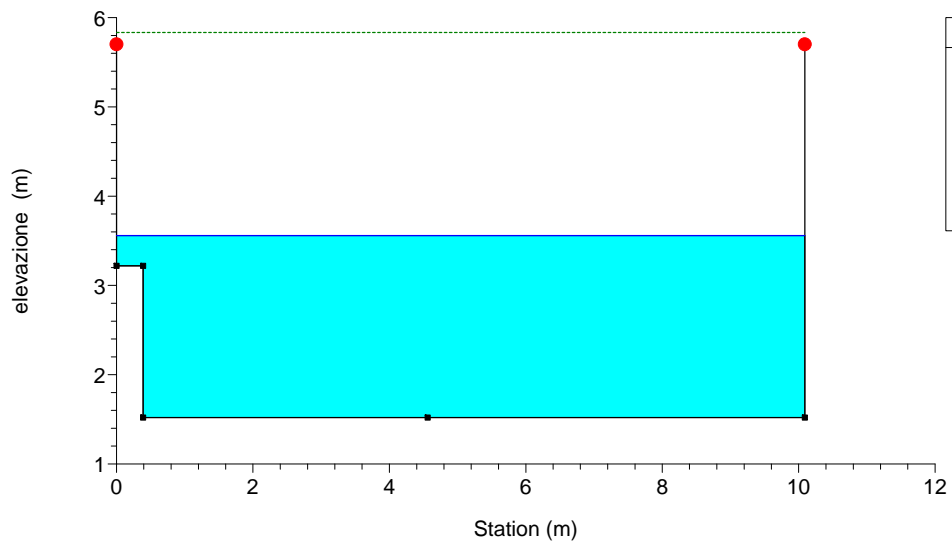
RS = 175 BR



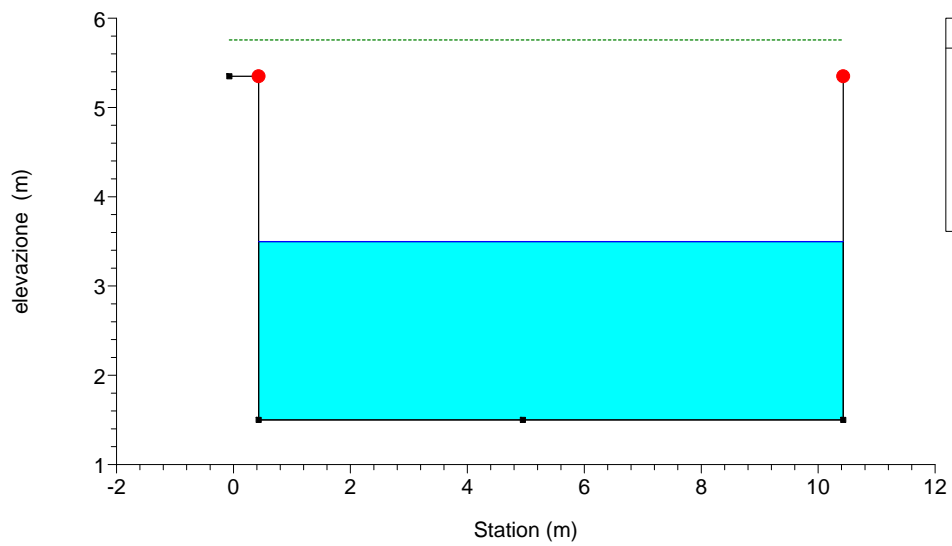
RS = 175 BR



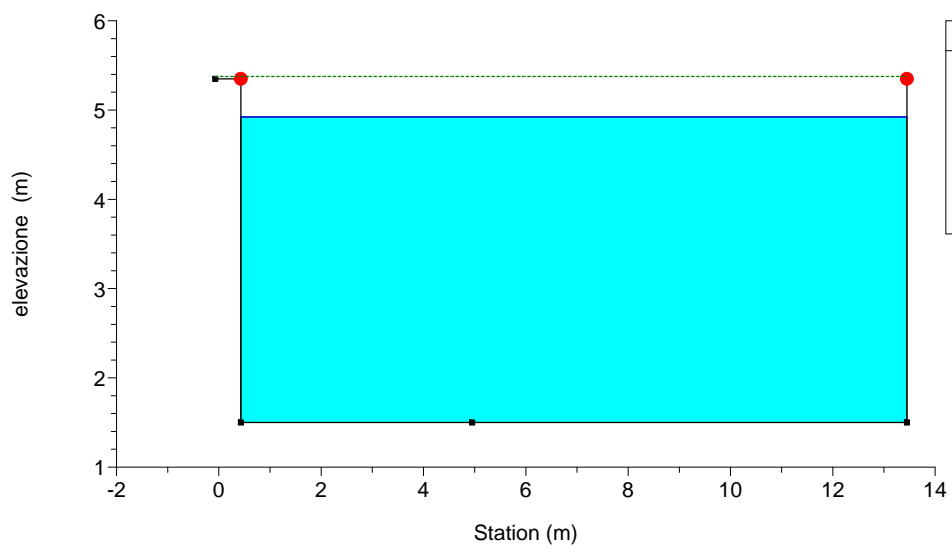
RS = 170



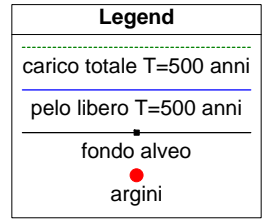
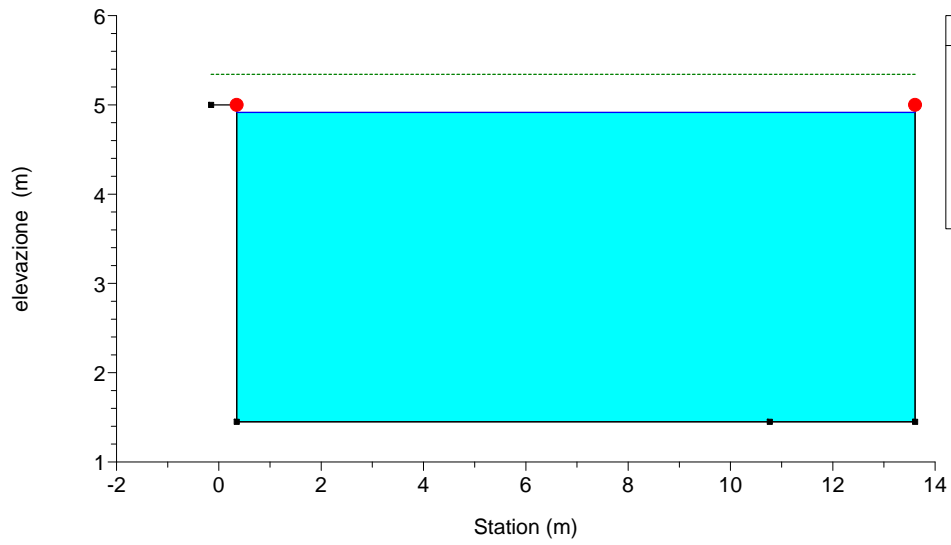
RS = 161



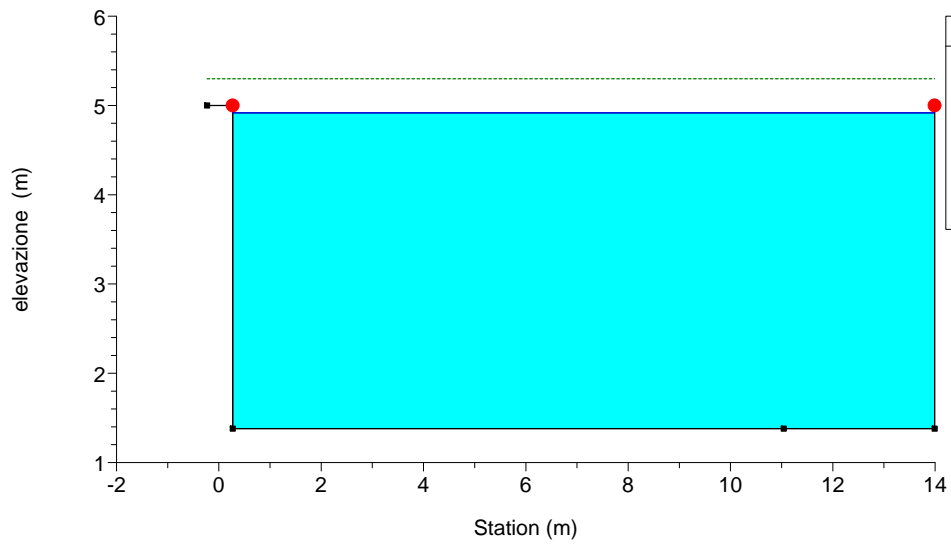
RS = 160



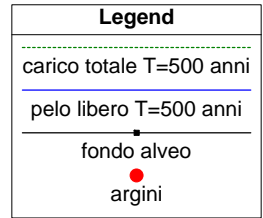
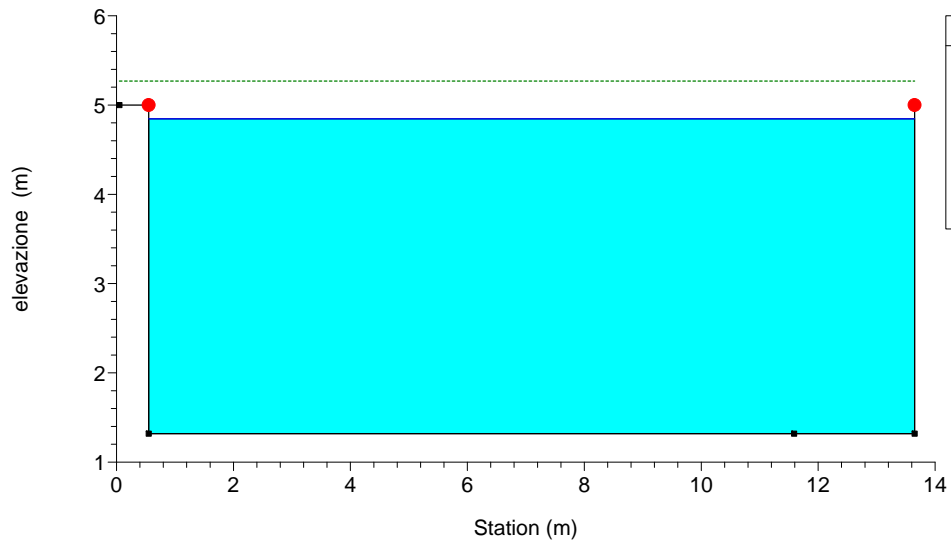
RS = 150



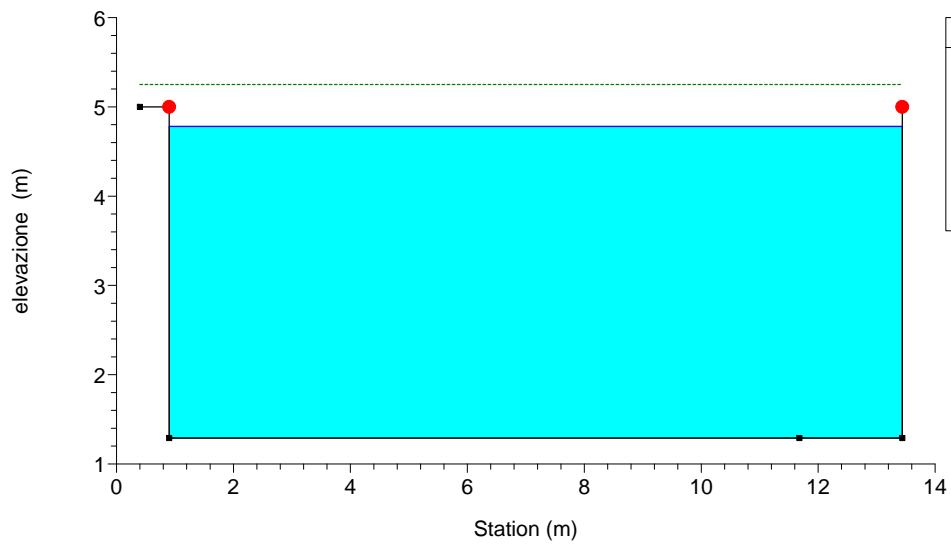
RS = 140



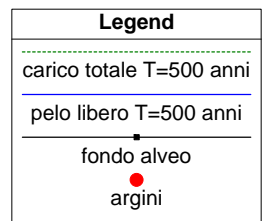
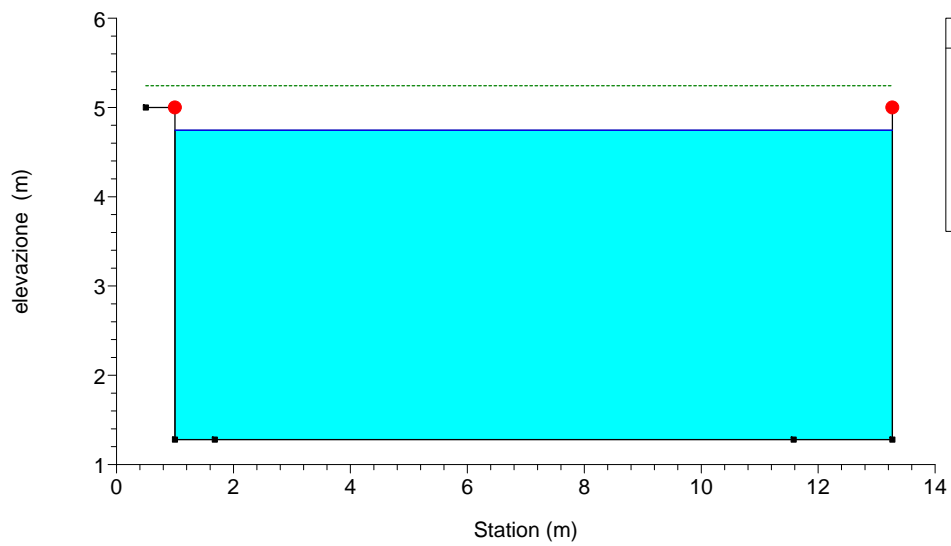
RS = 130



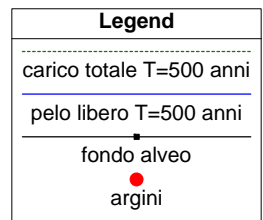
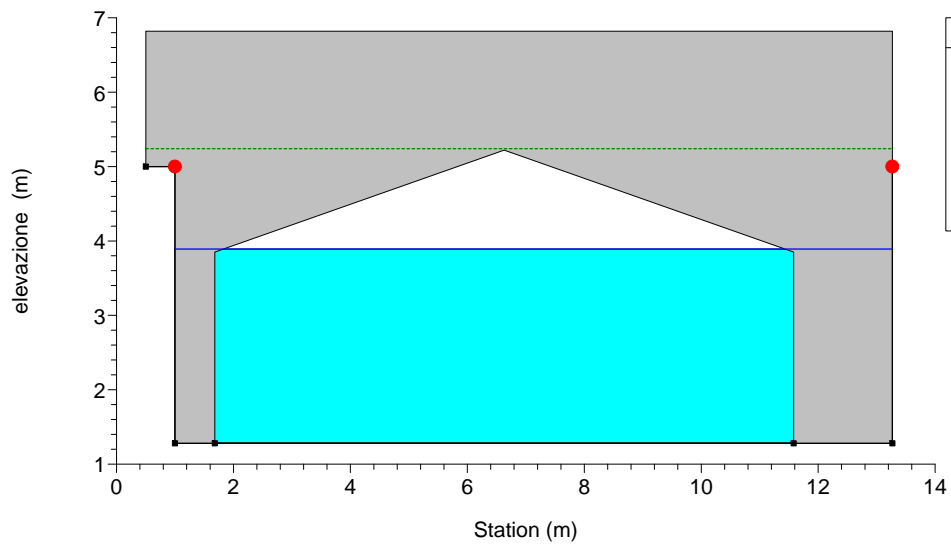
RS = 120



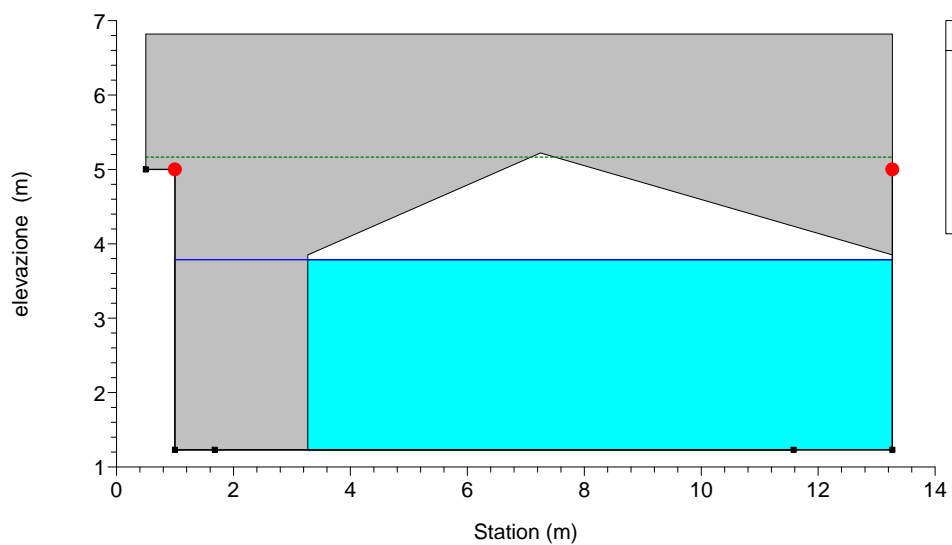
RS = 110



RS = 105 BR



RS = 105 BR



RS = 100

