Agenzia Interregionale per il fiume Po

Regione Lombardia

Comune di Rho

OGGETTO: MI-E-792 - LAVORI DI SISTEMAZIONE SPONDALE DEL TORRENTE LURA NEL TRATTO CITTADINO DEL COMUNE DI RHO (MI)

PROGETTO ESECUTIVO

CUP: B49G13001580002

ELABORATO:		DATA:	AGGIORNAMENTO:
3	Relazione idraulica	Febbraio 2017	
		AGGIORNAMENTO: Giugno 2017	AGGIORNAMENTO:
		SCALA: ---	

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Dott. Ing. Luigi Mille

SUPPORTO AL RUP:
FT Geom. Stanislao Moccia

I COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Daniele Forcillo
FT Geom. Stanislao Moccia
FT Geom. Fabio Conti

IL PROGETTISTA:
Dott. Ing. Gaetano La Montagna
AIPo - Agenzia Interregionale per il fiume Po
Sede di Milano
via Taramelli , 12 - 20124 Milano
tel: 02/77714213 - 02/77714222
mail: gaetano.lamontagna@agenziapo.it

STUDIO GEOLOGICO:
Dott. Geol. Luca Maffeo Albertelli
via A. De Gasperi, 28 -
25047 Darfo Boario Terme (BS)
tel: 035/4340011 mail: luca@cogeo.info

SUPPORTO TECNICO ALLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA:
DIZETA INGEGNERIA
Via Bassini, 19 - 20133 MILANO Tel. 02-70600125
server@dizetaingegneria.it Fax 02-70600014
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Fulvio Bernabei

INDICE

PREMESSA 2
1.0 INQUADRAMENTO 3
2.0 FASE DI ANALISI 5
2.1 VINCOLI E FATTIBILITA' 5
2.2 CRONISTORIA PROGETTI 7
3.0 FASE DI ELABORAZIONE – ANALISI IDRAULICA 10
3.1 DESCRIZIONE DELLE CRITICITA' IDRAULICHE 10
3.2 ANALISI IDRAULICA 14
4.0 PROCEDURA DI ALLERTA 54

PREMESSA

Lo scopo del presente progetto è quello di consolidare le sponde del Torrente Lura, per un tratto urbano della lunghezza di circa 350 mt, compreso tra Via Bersaglio e Via Terrazzano, al fine di eliminare il rischio di crollo delle arginature come è avvenuto il 6 Agosto 2010, con il franamento di circa 25 mt di muratura arginale.

A seguito del crollo l'Agenzia Interregionale per il Fiume Po, si attivò con un intervento di messa in sicurezza e ripristino delle murature crollate. Questa porzione di torrente interessata dal crollo, è ricompresa nel tratto oggetto di intervento del presente progetto.

Il crollo si verificò per la forte erosione del piede del muro d'argine, dovuta all'assenza di un fondo stabile, facilmente erodibile, che costituisce tutt'ora l'elemento di principale criticità e causa di possibili instabilità delle murature arginali, per tutto il tratto oggetto di analisi e intervento.

Oltre a queste problematiche di possibile crollo delle sponde, il Torrente Lura presenta numerose criticità di carattere prettamente idraulico, connesse alla forte antropizzazione delle aree che attraversa e alle numerose infrastrutture e costruzioni che si sono susseguite nel tempo, nello sviluppo della città di Rho.

Le tombinature e gli attraversamenti dell'asta torrentizia sono numerosi nella zona urbana e costituiscono elemento di forte restringimento della sezione idraulica.

I fenomeni di esondazione si sono avuti nel tempo, soprattutto nella zona a monte dell'abitato di Rho, in località Passirana e in prossimità dello scolmatore, sia in destra che sinistra orografica. Nella zona urbana le esondazioni si sono invece verificate nei tratti dove idraulicamente vi erano dei restringimenti o delle ostruzioni, che in parte sono stati eliminati, nel tempo, con interventi mirati (si veda sdoppiamento della sezione di deflusso in Via Corso Europa cfr. tavola 13).tali restringimento possono ancora oggi costituire un problema, qualora le portate in transito nella città di Rho, dovessero essere comprese tra i 15 ed i 18 mc/sec.

È difficile definire con precisione una portata massima di riferimento per garantire la sicurezza dal punto di vista idraulico, poiché in molti attraversamenti, già con portate di 15 mc/sec., il deflusso potrebbe avvenire in pressione e sicuramente, con 18 mc/sec., buona parte degli attraversamenti andrebbero in pressione.

Un elemento importante dal punto di vista idraulico è la presenza dello scolmatore a monte dell'abitato di Rho, che recapita parte delle portate di piena del Torrente Lura nello scolmatore Lura, che confluisce a sua volta nel Canale Scolmatore del Nord Ovest (in breve CSNO).

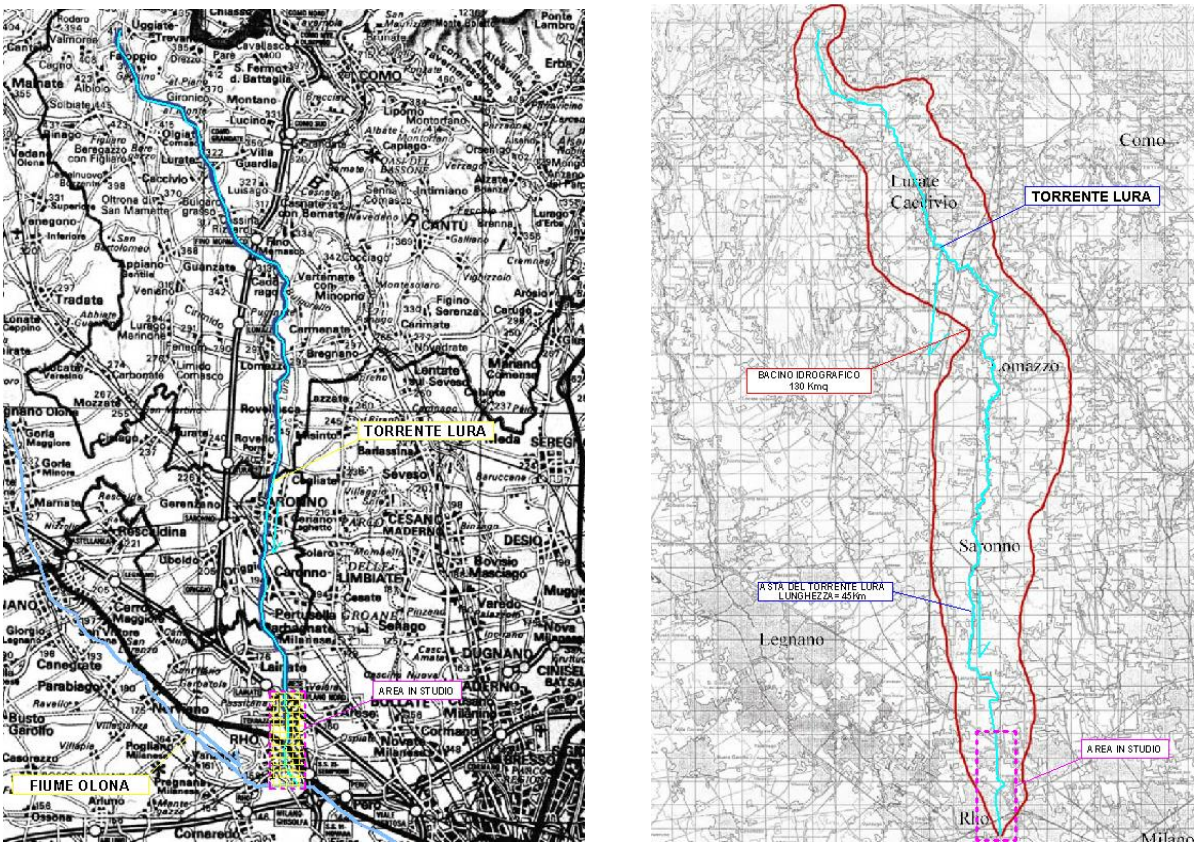
Un ulteriore importante elemento di carattere antropico, è la presenza di una copertura del corso d'acqua, che venne realizzata con strutture a centine ed elementi in policarbonato, per risolvere problemi igienico sanitario in parte ancora presenti per la non completa depurazione delle acque dei comuni presenti a nord del Comune di Rho.

Al fine di verificare le opere previste in progetto, che hanno come scopo principale, il consolidamento delle sponde del corso d'acqua, di seguito sono state effettuate delle verifiche idrauliche della capacità di smaltimento delle portate di piena nel tratto di intervento.
Si tratta di verifiche puntuali poiché un'analisi idraulica complessiva e completa dell'asta torrentizia, sarebbe difficilmente attuabile, visto il numero di interferenze presenti e l'estensione dei tratti tombinati del corso d'acqua difficilmente rilevabili. La verifica è stata effettuata con lo scopo di constatare che con l'intervento proposto, il quale ha un mero scopo di consolidamento strutturale, non si apportano variazioni significative alla sezione di deflusso poiché non si diminuisce l'area di deflusso, ma soprattutto si ottiene un beneficio di carattere idraulico connesso ad un migliore deflusso delle acque nel tratto in esame.

1.0 INQUADRAMENTO

Il Torrente Lura nasce sulle colline moreniche dell'Alto Olgiatese, presso Uggiate Trevano, e confluisce nel fiume Olona a Rho, al termine di un percorso di 45 km. Il Parco del Lura è attraversato dal torrente in tutta la sua estensione da nord verso sud, per una lunghezza totale di 21 km, da Bulgarograsso a Lainate. Il bacino del Lura, di 130 kmq, presenta la forma stretta ed allungata tipica dei corsi d'acqua della zona prealpina. Lungo il percorso drena acqua dai prati umidi e dalle rogge dell'Olgiatese, per poi ricevere l'immissione di alcuni piccoli tributari: i torrenti Riale e Fossato, le rogge Livescia e Murella.
Il torrente Lura appartiene al complesso reticolo idrografico a nord della metropoli milanese, i cui corsi d'acqua nascono nella zona prealpina, non lontano dal confine italo-svizzero, e scorrono con andamento pressoché parallelo verso il capoluogo lombardo. I comuni il cui territorio è attraversato dal torrente Lura, che nasce a circa 1 km dalla frontiera elvetica a quota 402 metri sul livello del mare, sono Uggiate Trevano, Faloppio, Olgiate Comasco, Gironico, Lurate Caccivio, Bulgarograsso, Guanzate, Cadorago, Lomazzo, Bregnano, Rovellasca, Rovello Porro (provincia di Como), Saronno, Caronno Pertusella (provincia di Varese), Lainate, Arese e Rho (provincia di Milano).
Il Lura presenta un bacino idrografico di forma stretta e allungata, conchiuso, nel tipico aspetto dei bacini dei corsi d'acqua di pianura, dai bacini di altri corpi idrici, ovvero del fiume Olona e del torrente Bozzente (a ovest) e del torrente Seveso e del torrente Guisa (a est). Il torrente Lura termina il suo corso in corrispondenza dell'abitato di Rho, dove confluisce nel fiume Olona. La superficie idrografica naturale del bacino, chiuso alla confluenza con il recettore Olona, risulta essere di circa 130 kmq.
Il principale affluente, di sponda sinistra, è sicuramente la roggia Livescia, che attraversa i territori comunali di Cassina Rizzardi, Fino Mornasco e Cadorago, prima di confluire nel Lura in comune di Cadorago. La Livescia riveste una certa importanza poiché presenta portate piuttosto costanti anche in tempo secco. Altri affluenti degni di menzione, sebbene di portata esigua, sono una piccola roggia che, nascendo in comune di Bizzarone, confluisce nel torrente come tributario di sponda destra in comune di Faloppio e viene convenzionalmente classificata anch'essa con il nome di Lura; la roggia Lura di Albiolo, che nasce nel territorio comunale del paese omonimo e

confluisce di sponda destra nel torrente all'altezza dei confini comunali tra Faloppio e Olgiate Comasco; infine, entrambi tributari di sponda sinistra, il torrente Riale, che nasce in comune di Gironico e confluisce nel Lura in comune di Olgiate Comasco, e il torrente Fossato, che riceve i contributi idrici di parte del territorio comunale di Villaguardia e Montano Lucino e confluisce nel Lura al confine tra i comuni di Lurate Caccivio e Bulgarograsso.



01 Inquadramento Torrente Lura e suo bacino

2.0 FASE DI ANALISI

2.1 VINCOLI E FATTIBILITA'

La porzione di territorio interessata dalle opere di progetto risulta totalmente in alveo torrentizio e quindi inserita in classe 4 di fattibilità geologica così come evidenziato nell'immagine sottostante.

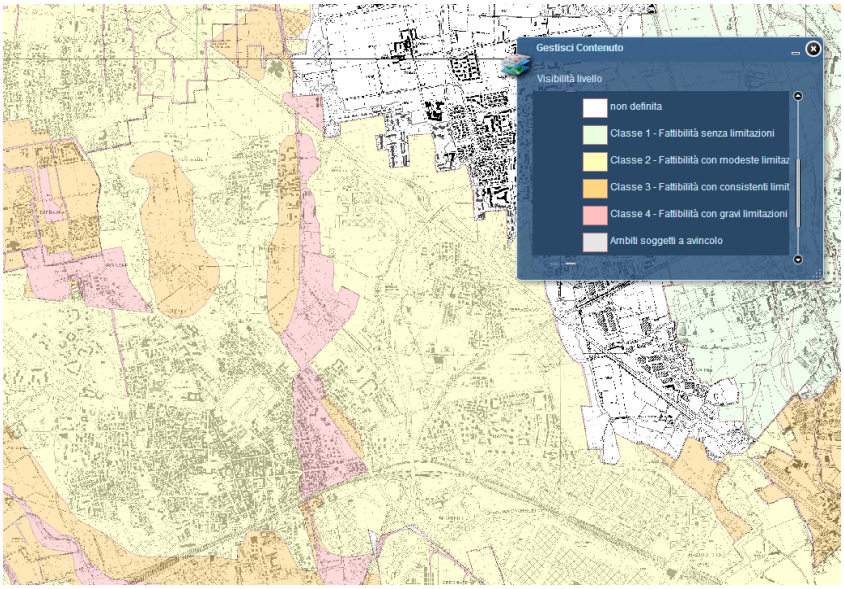


Fig.2 Stralcio della Carta di Fattibilità tratto dal Geoportale delle Regione Lombardia

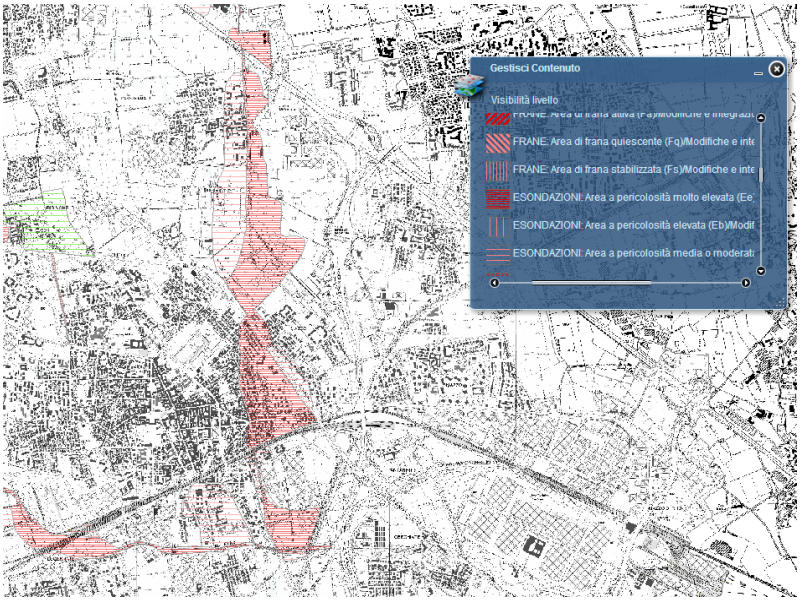


Fig.3 Stralcio della Carta dei Dissesti con legenda uniformata PAI tratto dal Geoportale delle Regione Lombardia

I vincoli geologici, descvritti in ralezione geologica (elaborato B), che caratterizzano l'area di intervento, sono riportati nell'immagine 3 che risulta essere uno stralcio dei dissesti caricati sul geoportale della Regione Lombardia.

Come evidenziato dallo stralcio l'area risulta inserita come esondazione con pericolosità elevata (Ee) e media (Em).

Nella tavola PdR1a Vincoli del pgt comunale vengono evidenziati tutti i vincoli presenti nell'area oggetto di studio. A seguire viene riportato uno stralcio della carta e la sua legenda.

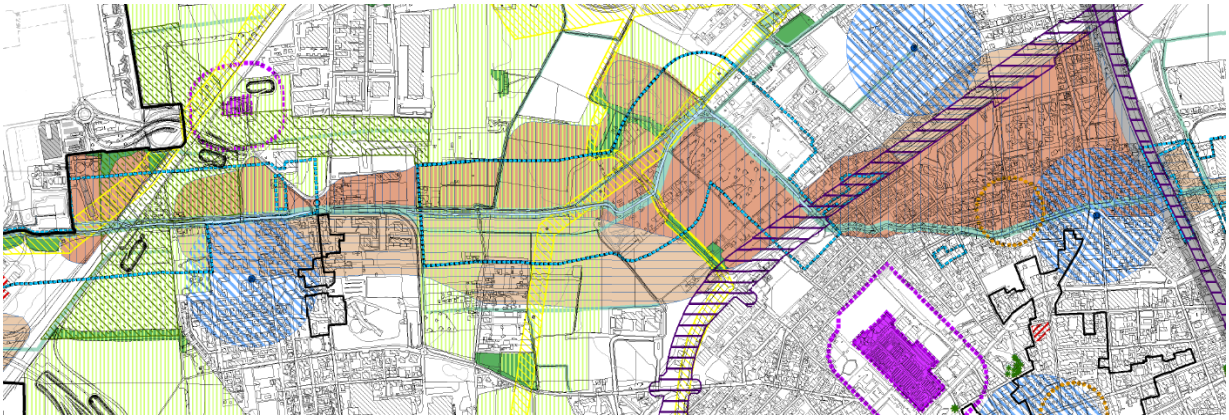


Fig. 4 Stralcio della Tavola PdR1a Vincoli tratto dal PGT comunale

vincoli derivanti dallo studio geologico, idrogeologico e sismico e del Reticolo Idrico Minore
Art.9 nta del PGT

- Fascia fluviale del fiume Olona, vincolata dal PAI
- Area PAI - fascia C area di inondazione per piena catastrofica
- Area PAI - Ee aree a pericolosità molto elevata
- Area PAI - Em aree a pericolosità elevata
- Zona I
- Fattibilità geologica: classe 3
- Fattibilità geologica: classe 4
- Fascia di vincolo ai fini della polizia idraulica
- Aree di salvaguardia delle risorse idriche

Vincoli e tutele
Art.10 nta del PGT

- fascia di rispetto cimiteriale
- fascia di rispetto della ferrovia
- Fascia di rispetto degli elettodotti
- Beni paesaggistici individuati ai sensi dell'art 136 e 157 del D.Lgs. 42/2004
- Beni culturali individuati ai sensi dell'art 10 e 116 del D.Lgs. 42/2004
- Beni paesaggistici individuati ai sensi dell' art. 142 lettera c D.Lgs. 42/2004
- Beni paesaggistici individuati ai sensi dell' art. 142 lettera g D.Lgs. 42/2004
- Giardini e parchi storici
- Fontanili attivi
- Aree a rischio archeologico

Vincoli e ambiti di tutela derivanti da disposizioni della pianificazione sovracomunale
Art.11 nta del PGT

- Parco Agricolo Milano Sud
- Zone di interesse naturalistico art.31 PTC Parco Agricolo Sud Milano
- Insediamento rurale di interesse paesistico art.39 PTC Parco Agricolo Sud Milano
- Emergenze storico architettoniche art.40 PTC Parco Agricolo Sud Milano
- fascia rispetto fontanili art.41 PTC Parco Agricolo Sud Milano
- Canale Scolmatore nord-ovest Milano
- Parco Locale di Interesse Sovracomunale Basso Olona
- Centri storici (PTCP)
- Aree agricole strategiche (PTCP)
- Varchi (PTCP)
- Filari di alberi monumentali (PTCP)
- Gruppi di alberi monumentali (PTCP)
- Singoli alberi monumentali (PTCP)
- fascia di salvaguardia delle infrastrutture regionali art.102bis L.R. 12/2005

2.2 CRONISTORIA PROGETTI

Per meglio comprendere la situazione attuale dell'area in studio viene riportata la cronistoria degli studi effettuati sul Torrente Olona reperiti negli uffici comunali di Rho.

NUMERO	DATA	RELATORI/PROGETTISTI	TITOLO
1	Dicembre 1983	Prof. Mario Catania Dott. Ing. Paolo Palmero	Relazione sullo studio tecnico idraulico del Torrente Lura nel territorio del Comune di Rho (prov. Di Milano) e risposte ai quesiti posti su tale problema della Amministrazione comunale
2	Aprile 1985	Prof. Mario Catania	Relazione sullo stato della tombinatura del Torrente Lura in Via Corridoni - Comune di Rho - e risposte ai quesiti posti su tale problema dalla Amministrazione comunale
3	Luglio 1985	Prof. Mario Catania Dott. Ing. Fiammetta Valentini	Progetto di costruzione della tombinatura di un tratto di torrente Lura a Passirana del ponte di Via Casati per circa 300 m
4	Maggio 1987	Prof. Mario Catania Dott. Ing. Fiammetta Valentini	Progetto per il rifacimento tombinatura Torrente Lura in Rho-tratto Via Corridoni e sistemazione servizi Via Belvedere – Mazzo - Corridoni
5	2012	Ing. Daniele Forcillo	Interventi strutturali dei muri di sostegno del Torrente Lura-Comune di Rho: tratto compreso tra la Via Bersaglio e la Via Terrazzano

A seguire vengono ripresi i progetti sopra elencati andando a definire per ciascuno il loro contenuto.

NUMERO	CONTENUTO
1	**STATO DI FATTO** - la portata massima di piena supera i 100 mc/s - i comuni a valle di Rho dovranno costruire opportune opere per limitare la portata - dal sottopasso dell'autostrada transitano 40 mc/s quando va in pressione ma ne dovrebbero transitare massimo 35 mc/s - portata massima che transita in via Casati è 24 mc/s - la zona tombinata dell'abitato di Rho può smaltire una portata di 11 mc/s. **PROPOSTE** - ripulire il tratto tra via Corridoni e il sottopasso FF.SS., - sistemare gli argini in terra a valle di corso Europa, - completare la costruzione del canale con gli argini in c.a. nel tratto tra via Bersaglio e via Terrazzano, - installare le griglie a larghe maglie a monte di tutti i sottopassi, - raddoppiare il tratto tra l'imbocco del sottopasso di corso Europa e lo sbocco sotto lo stabilimento vicino, - rifare l'alveo in c.a. nel tratto a valle di corso Europa Fatte queste opere la portata transitabile nel percorso cittadino del Lura risultà essere 18 mc/s. - costruzione di una vasca di compensazione a valle di Passirana con relativo scolmatore per contenere le portate in entrata nel tratto cittadino.
2	**STATO DI FATTO** - lo scolmatore non è ancora stato realizzato - la portata massima transitabile per l'abitato di Rho risulta di 18 mc/s (in pressione) poiché sono stati costruiti gli argini in c.a., è stata realizzata una parziale tombinatura del tratto compreso tra via Bersaglio e via Terrazzano, è stato rifatto il sottopasso di corso Europa e la tombinatura da corso Europa per 80 m, è stato rifatto l'alveo in c.a. a valle dello stabilimento **CONCLUSIONE** Dal punto di vista idraulico la tombinatura di via Corridoni ha una sezione che risulta inadeguata alle portate che entrano nel percorso cittadino. Si deve quindi

	procedere ad un aumento della sezione.
3	**STATO DI FATTO** - la portata di massima piena presunta è di 100 mc/s - la portata transitabile dal sottopasso dell'Autostrada Milano-Laghi quando va in pressione è di 40 mc/s, tale portata verrà ridotta a 35 mc/s quando i comuni a valle avranno completato le opere atte a limitare la portata - è in progetto la realizzazione di un canale scolmatore per limitare ulteriormente la portata massima transitabile attraverso il tratto cittadino - dai calcoli di portata di massima piena si arriva ad avere un valore di 25 mc/s per il tratto abitato **PROPOSTE** -tombinamento di un tratto compreso tra il ponte di via Casati e via Bersaglio
4	**STATO DI FATTO** - inadeguatezza della tombinatura in via Corridoni - contributo di inquinamento da parte dei collettori fognari - conduttura del metano che corre fuori terra su via Mazzo **PROPOSTE** - nuova tombinatura in c.a. lungo via Corridoni - nuovo collettore fognario in c.a. - sostituzione del condotto del metano in via Belvedere, via Mazzo, via Corridoni - nuove tubazioni in acciaio per la rete di distribuzione di acqua potabile - verranno interrati i conduttori dell'energia elettrica e delle linee telefoniche
5	**STATO DI FATTO** - lo scolmatore è stato realizzato all'inizio degli anni 90, ed in gradi di ricevere solo una parte del carico idrico proveniente da Nord - l'agenzia interregionale del fiume Po è intervenuta in somma urgenza nel 2010 per il rifacimento delle sponde in c.a. che erano crollate in corrispondenza della via Monte Cervino per un tratto di 25 mi - nel 2012 Aipo Milano ha eseguito un secondo intervento creando per un tratto di 95 ml una soletta in c.a. per legare le due pareti laterali ed eliminando le criticità dell'erosione al piede di fondazione - dopo ispezioni si è verificato che lo scalzamento delle fondazioni risulta diffuso nel tratto compreso tra la via Bersaglio e la via Terrazzano in quanto la fondazione non risulta eseguita a regola d'arte

	PROPOSTE - realizzazione di un nuovo fondo strutturale dell'alveo e posa di travi in acciaio in sommità delle pareti

3.0 FASE DI ELABORAZIONE – ANALISI IDRAULICA

3.1 DESCRIZIONE DELLE CRITICITA' IDRAULICHE

Analizzando la situazione di stato di fatto presente nel tratto del Torrente Lura in Comune di Rho, si trovano differenti situazioni di criticità dovute a carenza delle sezioni idrauliche e alla forte antropizzazione delle aree.

A monte dell'abitato di Rho, il torrente presenta una prima criticità in prossimità del ponte dell'autostrada A8 al di sotto del quale non possono transitare più di 35-40 mc/sec. In tal senso sono da sempre stati pensati e ipotizzati interventi di riduzione delle portate in ingresso attraverso la laminazione delle piene del torrente a monte dell'autostrada, interventi che ad oggi sono stati solo in parte realizzati.

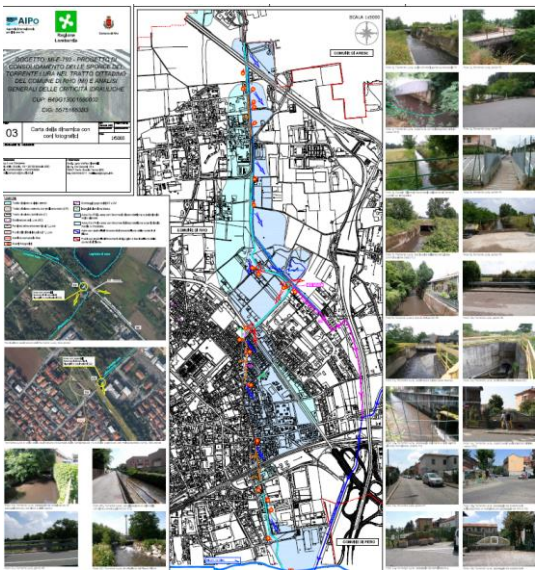


Fig. 5 Stralcio tavola 03

Nel tempo le principali esondazioni si sono verificate a valle di detto ponte in località Passirana, sia in destra che in sinistra orografica e a valle di questa in prossimità dello scolmatore.

Le aree sondabili sono cartografate nella tavola 03 Carta della dinamica con coni fotografici alla quale si rimanda per un maggior dettaglio e di cui di seguito si riporta uno stralcio.

Lo scolmatore svolge un efficace lavoro di riduzione delle portate in ingresso all'abitato di Rho, tuttavia tale opera va spesso in crisi poiché necessità di costanti manutenzioni e interventi di miglioria. Lo scolmatore ha la funzione di scaricare nel canale scolmatore Nord Ovest (CSNO) una portata prossima ai 20 mc/sec, mitigando le portate residue in ingresso all'abitato di Rho.

Dallo scolmatore alla confluenza con il Fiume Olona il torrente è completamente antropizzato con sezioni rettangolari aperte nel tratto a monte e a valle dell'abitato di Rho ed è in buona parte tombinato, al di sotto delle vie e delle aree residenziali del comune dio Rho e, coperto con una struttura in policarbonato nei rimanenti tratti (crf tavola 13). In quest'ultimo caso si tratta di un intervento che aveva lo scopo di ridurre le problematiche igienico sanitarie dovute alle acque

maleodoranti del torrente evitandone la fuoriuscita. Questa problematica è stato solo in parte risolta poiché esistono ancora scarichi che compromettono la qualità delle acque.

All'interno della zona cittadina, sono presenti numerosi attraversamenti e tombinamenti che riducono la sezione di deflusso generando, degli imbuti all'interno del percorso del corso d'acqua e di fatto facendo diminuire i valori di portata transitabili all'interno del canale. Tali ostacoli determinano un parziale deflusso in pressione con criticità che si possono ripercuotere sui manufatti e sulle strutture.

Per assolvere in parte a questi problemi, sono stati nel tempo eseguiti interventi di miglioria e consolidamento delle sponde che tuttavia non consentono ad oggi di ritenere risolte le problematiche di possibile esondazione in prossimità dell'abitato. Tale aspetto vista la forte antropizzazione del corso d'acqua potrebbe trovare una sua compiuta soluzione solo attraverso la laminazione delle portate in prossimità dello scolmatore del Lura. A queste problematiche di carattere idraulico si sommano poi e, sono coalescenti delle problematiche di carattere geotecnico, dovute alla stabilità delle sponde. Di fatto la modifica dei profili liquidi delle acque nel tratto urbano conseguenti alla serie di interventi di restringimento e di modifica della sezione, ha comportato l'insorgere di fenomeni di erosione del fondo e di erosione laterale che sono ben visibili nelle tavole di inquadramento fotografico e che sono stati identificati e cartografati nella tavola di sintesi alle quali si rimanda.

L'erosione di fondo e laterale, connessa al forte carico antropico e alla maggior spinta sulle opere arginali in caso di saturazione dei terreni, comporta un elemento di criticità per la stabilità dei muri arginali che verrebbe in buona parte risolta con l'intervento in progetto.

Per analizzare e sintetizzare le criticità rilevate è stata redatta la tavola 13 Sintesi delle criticità rilevate Torrente Lura in ambito antropizzato, che verrà ripresa in questo paragrafo descrivendo puntualmente i punti critici.

PONTE AUTOSTRADA A8

Il sottopasso, come descritto anche negli studi precedenti, va in crisi con portate superiori a 35 mc/s. Per tale motivo a monte andrebbero previste delle opere idrauliche per ridurre le portate in arrivo. A valle del ponte, in sponda destra al torrente, è presente la località Passirana che, come d

Fig. 6 Immagine Ponte autostrada A8 e stralcio tavola 13

o nei precedenti studi, quando da monte arrivano più di 35 mc/s si trova soggetta a potenziali fenomeni di esondazione ed allagamenti.

SCOLMATORE

Lo scolmatore, posto in prossimità del laghetto di cava, ha le griglie di trattenuta del materiale solido lesionate. Tale scolmatore entra in crisi per portate superiori a 20 mc/s con deviazione delle acque nell'area topografica sottostante in cui è localizzato il laghetto di cava.

Il tratto andrebbe ripulito dal materiale solido e vegetativo presente e le griglie andrebbero sostituite o sistemate in modo da eliminare il trasporto solido a valle dello scolmatore verso le sezioni idrauliche del Torrente Lura.

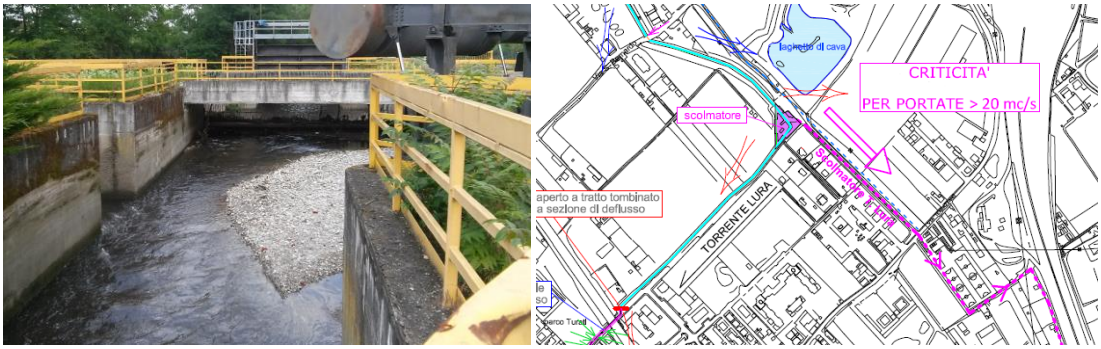


Fig. 7 Immagine Scolmatore e stralcio tavola 13

PARCO TURATI - VIA BERSAGLIO

In prossimità del Parco Turati lungo via Bersaglio, il torrente passa da alveo a cielo aperto ad alveo tombinato con presenza di materiale di deposito proveniente dall'area scolmatore.

Per garantire un'adeguata sezione di deflusso si propone la realizzazione di uno sgrigliatore con sistema autopulente che impedirà all'eventuale trasporto solido/ramaglia di proseguire nel tratto tombinato del Lura.

Fig. 8 Passaggio da alveo a cielo aperto a tombinato e stralcio tavola 13

VIA BERSAGLIO/ASPOMONTE FINO A VIA TERRAZZANO

In questo tratto le sponde del torrente ed il fondo risultano oggetto di fenomeni erosivi con conseguente sottoescavazioni anche delle fondazioni che ne compromettono la stabilità.

L'intero tratto risulta in una situazione di forte erosione.

Al fine di stabilizzare le sponde si propone di intervenire attraverso la realizzazione di un nuovo manufatto scatolare, come descritto nelle relazioni allegate al progetto.

Tale soluzione progettuale permetterà la messa in sicurezza delle aree evitando destabilizzazioni e crolli delle arginature (come avvenuto il 6 agosto 2010 presso Via Monte Cervino).

La nuova struttura avrà una sezione idraulica utile di circa 21, 9 mq considerando un franco di 50 cm.

Fig. 9 Fenomeni erosivi del fondo e stralcio tavola 13

VIA TERRAZZANO FINO A VIA MAZZO

Il torrente si trova in alveo tombinato in cui vi è una prevalenza di deposito di materiale.

Si propone di intervenire mediante manutenzione con asportazione del materiale presente per aumentare la sezione di deflusso.

Fig. 10 Stralcio tavola 13

PIAZZA DON MINZONI

Nella zona di Piazza Don Minzoni l'alveo è ancora tombinato e risulta interessato da deposito di materiale e da fenomeni erosivi di sponda.

Si propone di migliore la situazione andando ad effettuare opere di manutenzione con pulizia del materiale per aumentare la sezione di deflusso e di intervenire andando a sistemare i manufatti o

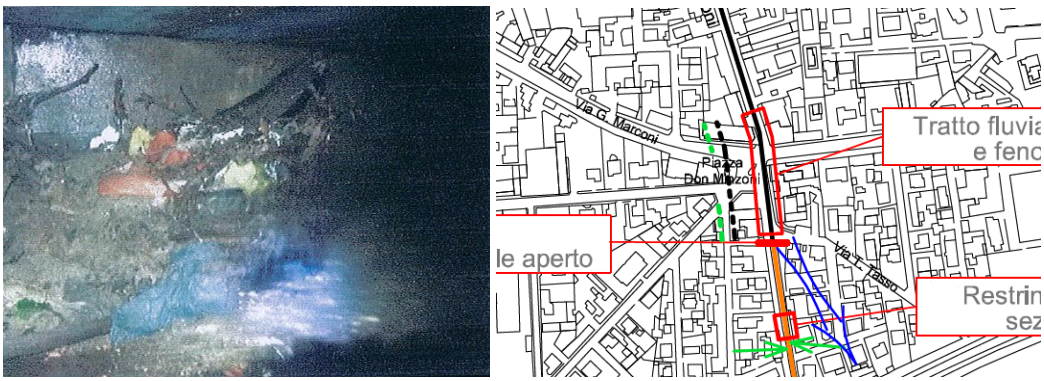


Fig. 11 Deposito di materiale e stralcio tavola 13

di erosione per evitare ulteriori lesioni e problemi di stabilità.

VIA T. TASSO

Il ponte di Via T. Tasso e un tratto posto a valle dello stesso alla distanza di circa 60 mt dal ponte, risultano avere una sezione idraulica critica.

Si propone di intervenire in modo strutturale al fine di allargare la sezione idraulica di deflusso adeguandola come quella esistente tra Via T. Tasso e la linea ferroviaria.

LINEA FERROVIARIA

A monte del sottopasso della ferrovia è presente un'ostruzione generata dal materiale presente in alveo.

Si propone di intervenire mediante manutenzione con pulizia e asportazione del materiale presente in alveo al fine di garantire il deflusso dai due tombotti ferroviari.

Fig. 12 Stralcio tavola 13

RADDOPPIO – CORSO EUROPA

A valle del raddoppio posto lungo Via Europa è presente un'ostruzione generata da materiale depositato in alveo.

Si propone di intervenire mediante manutenzione con pulizia e asportazione del materiale presente in alveo al fine di aumentare la sezione di deflusso.

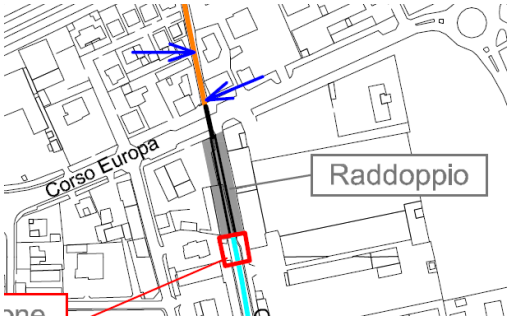


Fig. 13 Stralcio tavola 13

3.2 ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica è stata condotta facendo una verifica puntuale del tratto oggetto di intervento, che si sviluppa da via Bersaglio fino a via Terrazzano, per una lunghezza di circa 350 mt.
Le difficoltà di analisi sono state riscontrate nella verifica delle interferenze presenti e nell'estensione dei tratti tombinati del corso d'acqua, difficilmente rilevabili. Si tratta quindi di una verifica puntuale al solo tratto di intervento e tesa a dimostrare che, con le opere di consolidamento progettate, non si verifica una riduzione delle portate di deflusso rispetto allo stato di fatto.

L'intero tratto è stato pertanto rappresentato attraverso 26 sezioni idrauliche che sono le sezioni progettuali riportate nel presente progetto come schematicamente illustrato nella planimetria di seguito raffigurata.

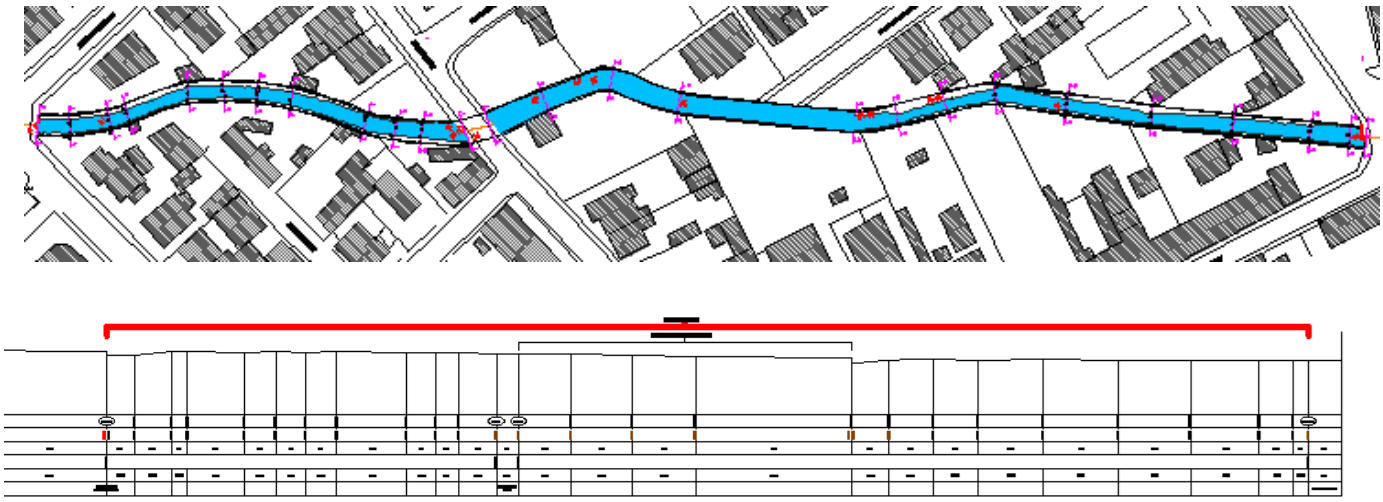


Fig. 14 Planimetria stato di fatto e profilo canale

Va da subito rilevato che la pendenza del fondo del canale risulta in alcuni punti negativa e comunque per buona parte inferiore all'1%.
Vista la presenza di ostacoli e vincoli strutturali non modificabili, l'intervento ha cercato di migliore le pendenze del profilo attuale eliminando i punti di negatività, senza tuttavia apportare significative modifiche allo stato di fatto.

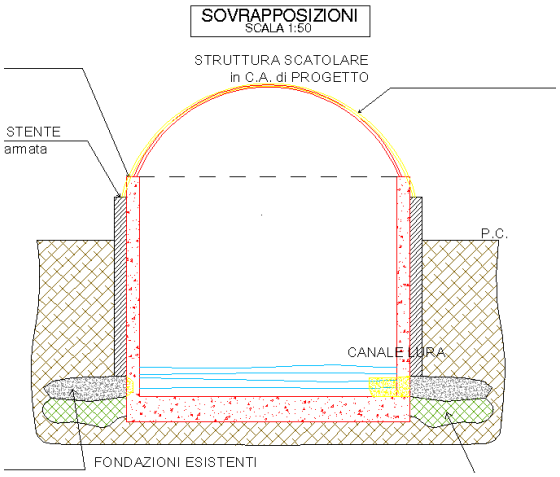


Fig. 15 Sezione tipo di progetto con raffronto con lo stato di fatto

L'intervento progettato ha la funzione di consolidamento delle sponde ma, al tempo stesso assolve al principio di non alterare le portate defluibili dalle sezioni, migliorandone il deflusso, attraverso la riduzione della scabrezza dovuta all'uniformità della sezione idraulica.
Geometricamente la sezione progettuale comporta una leggere modifica in riduzione dell'area di deflusso rispetto alla sezione di stato di fatto a cui come detto non corrisponde una effettiva riduzione delle portate. Si ritiene pertanto che non vengano alterate le condizioni di rischio idraulico rispetto alla situazione attuale. A maggior sicurezza e comunque con il fine di apportare anche delle migliorie di carattere idraulico la nuova sezione progettuale risulta più alte di 40 cm rispetto alle sponde esistenti.

Per avere un'analisi più precisa dell'influenza nella modifica dei deflussi conseguente al progetto è stata condotta una simulazione utilizzando il software americano Hec-Ras sia per le sezioni di stato di fatto che per quelle di progetto.

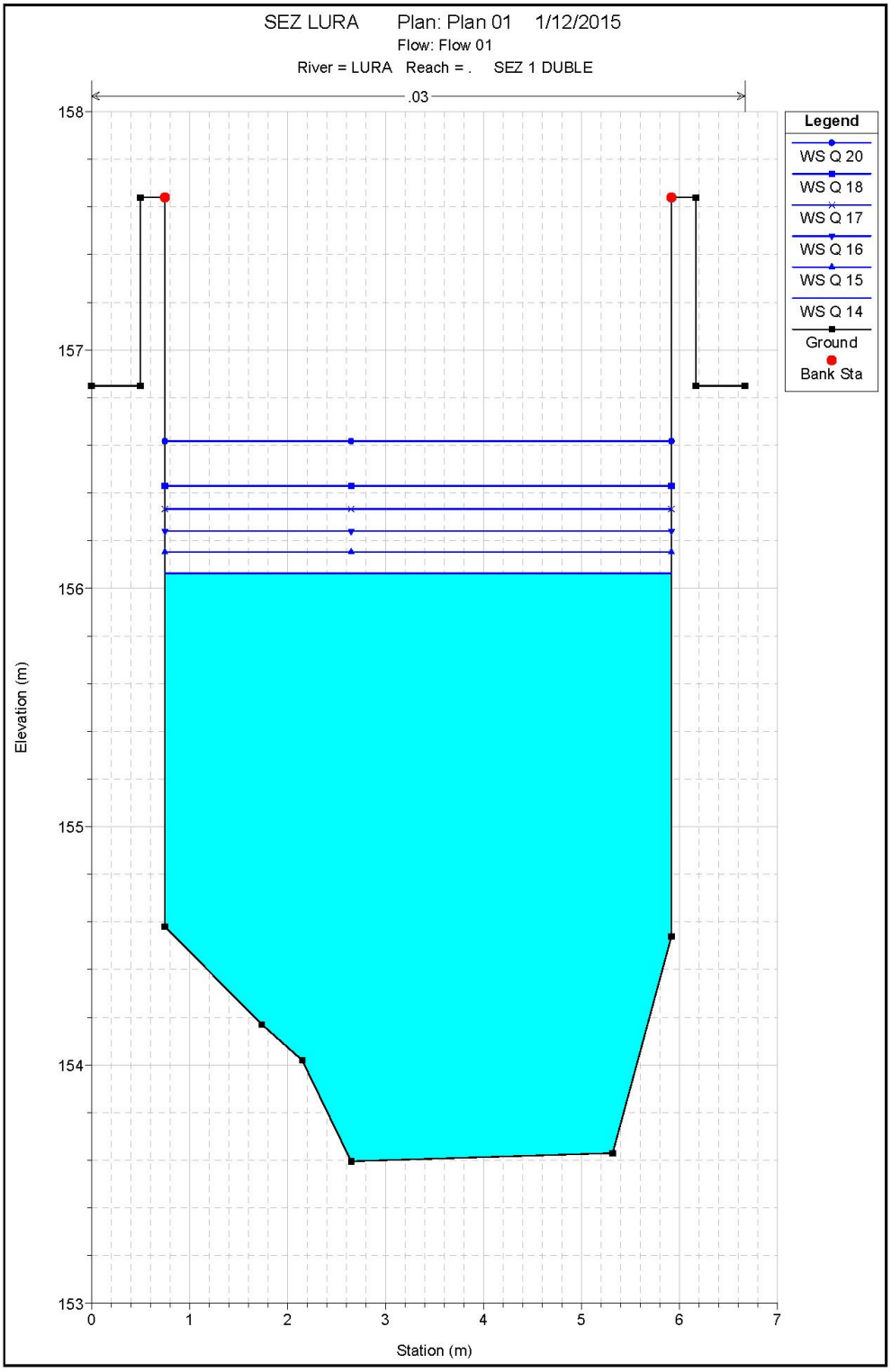
I dati di ingresso richiesti dal programma sono i seguenti:

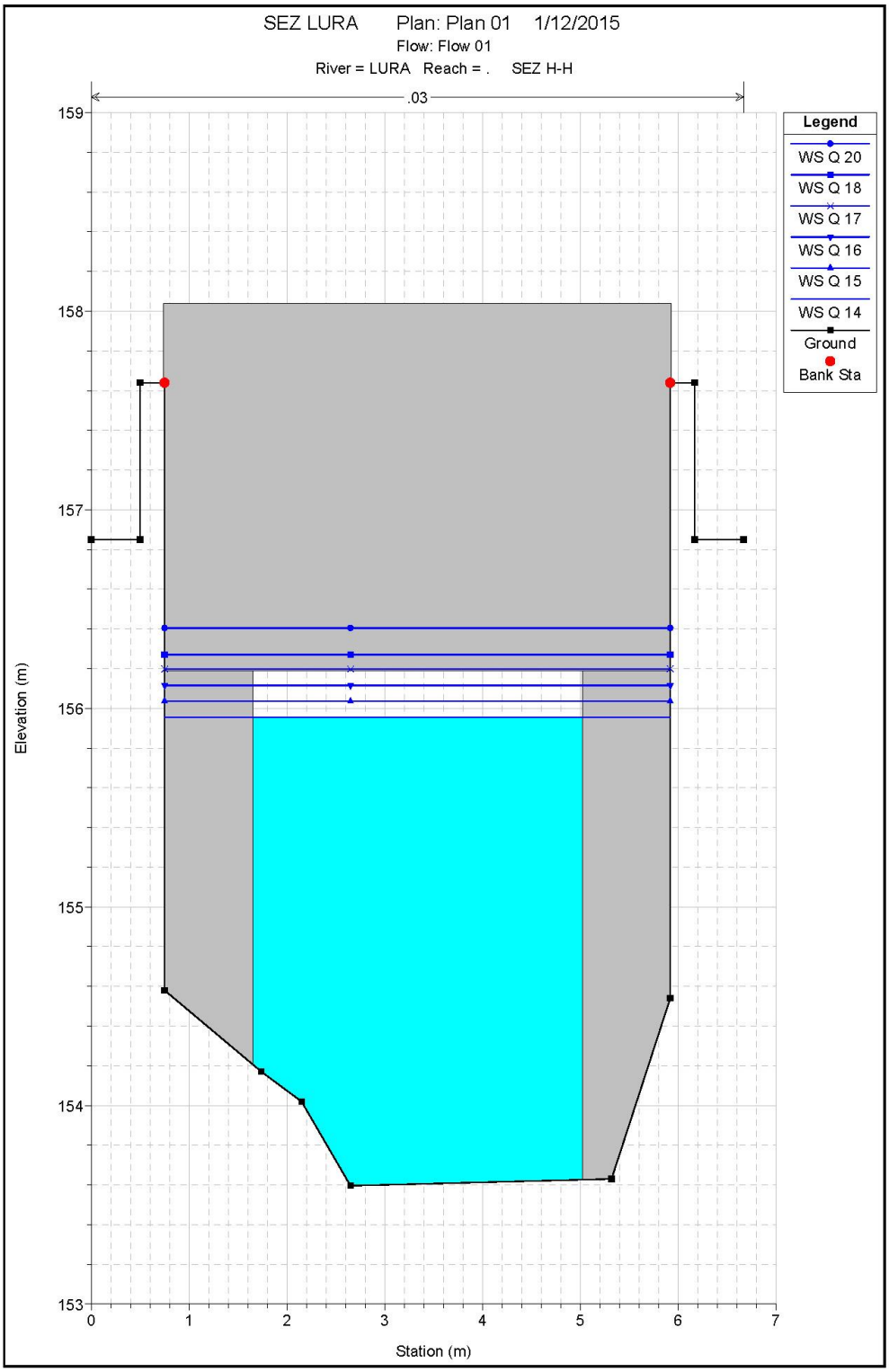
A. Inserimento delle sezioni per avere un corretto andamento morfologico del corso d'acqua: a tal proposito sono state inserite 14 sezioni e 3 attraversamenti per rappresentare il tratto oggetto di studio.
B. Attribuzione dei coefficienti di scabrezza (Manning) in funzione delle caratteristiche del fondo dell'alveo: è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.015 per il progetto, mentre un valore di 0.03 per lo stato di fatto.
C. Scelta della corrente in funzione della pendenza del tratto: alveo a debole pendenza corrente lenta.
D. Inserimento delle condizioni al contorno: è stato inserito il passaggio della corrente per lo stato critico.
E. Implementazione del modello con differenti valori di portata da 14 a 20 mc/s.

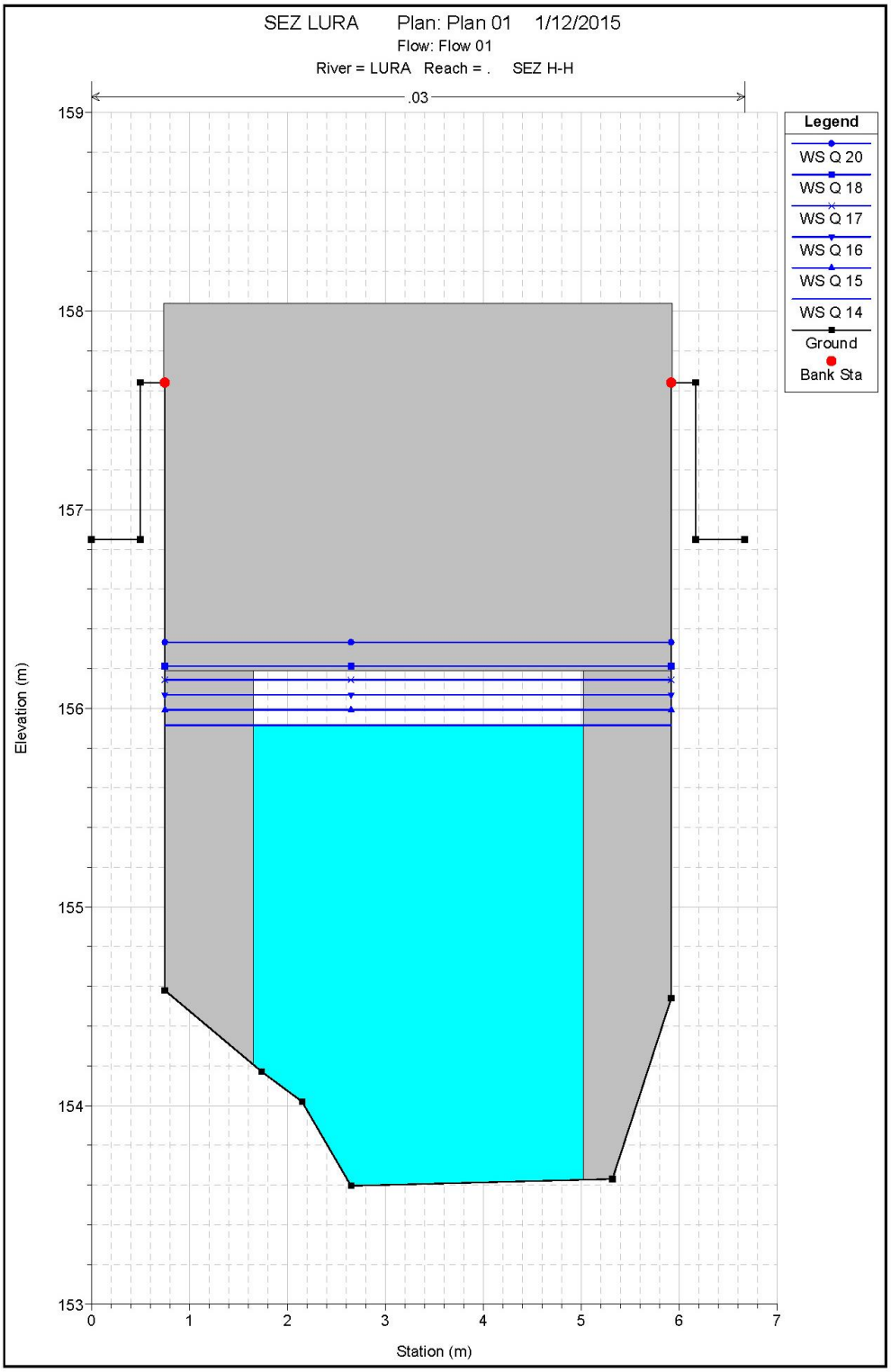
A seguire vengono riportate le sezioni di stato di fatto e di progetto ottenute con i differenti valori di portata inseriti.

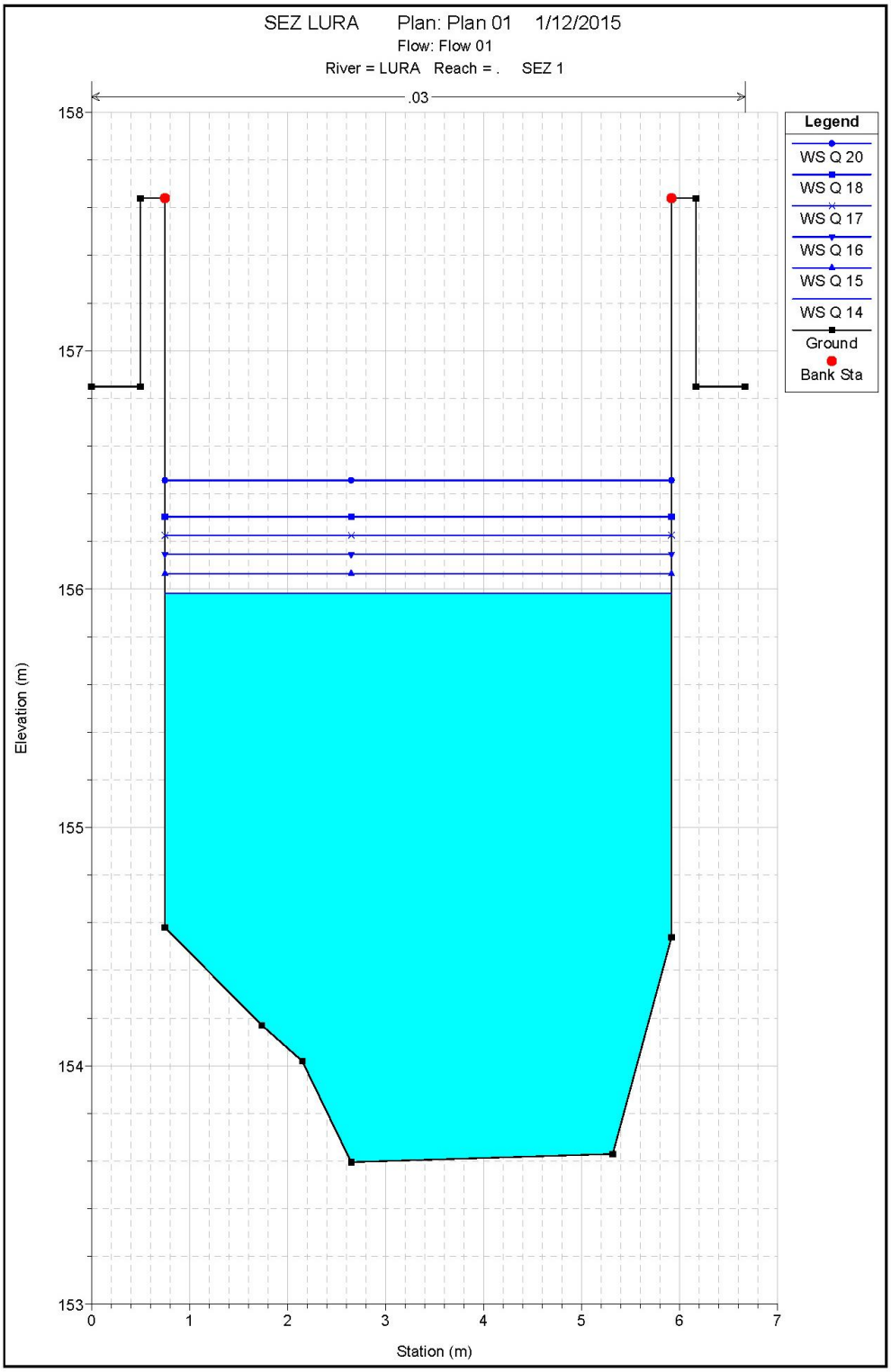
Nelle sezioni, con il colore azzurro viene riportata la portata minore pari a 14 mc/s, con le successive linee blu vengono rappresentati i valori di portata da 15 a 20 mc/s.

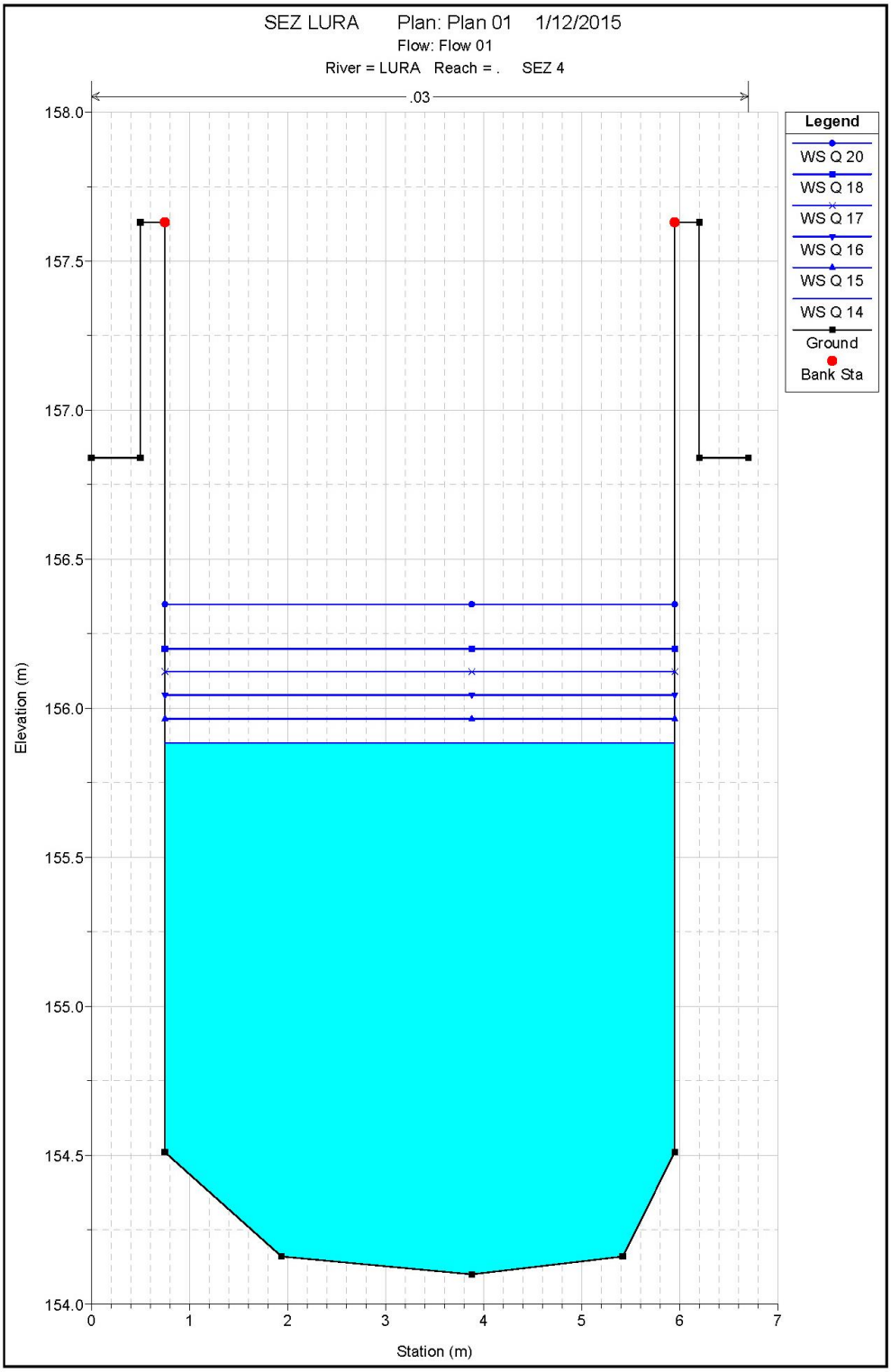
Sezioni stato di fatto

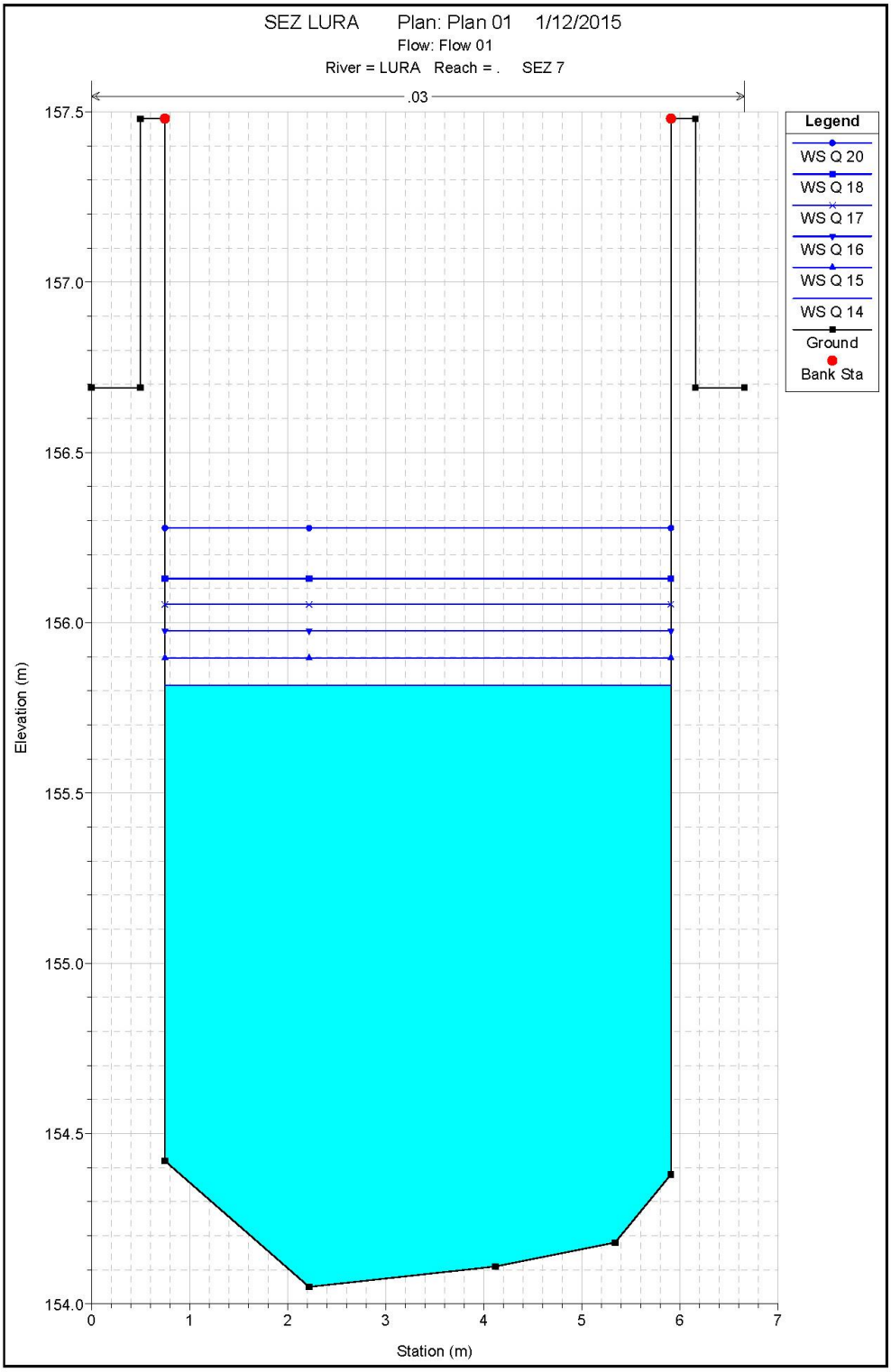


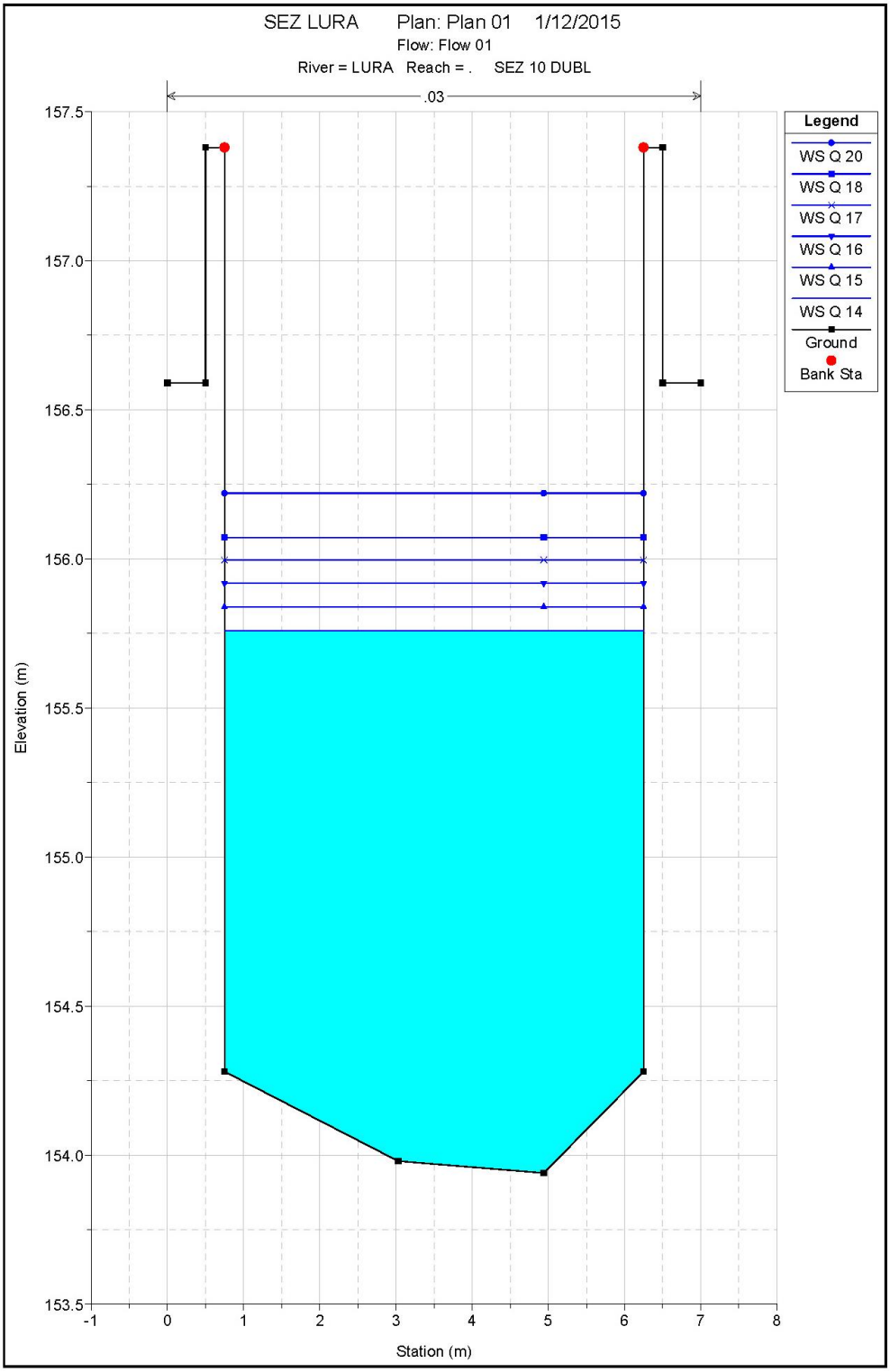

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ H-H
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
159
158
157
156
155
154
153
0
1
2
3
4
5
6
7

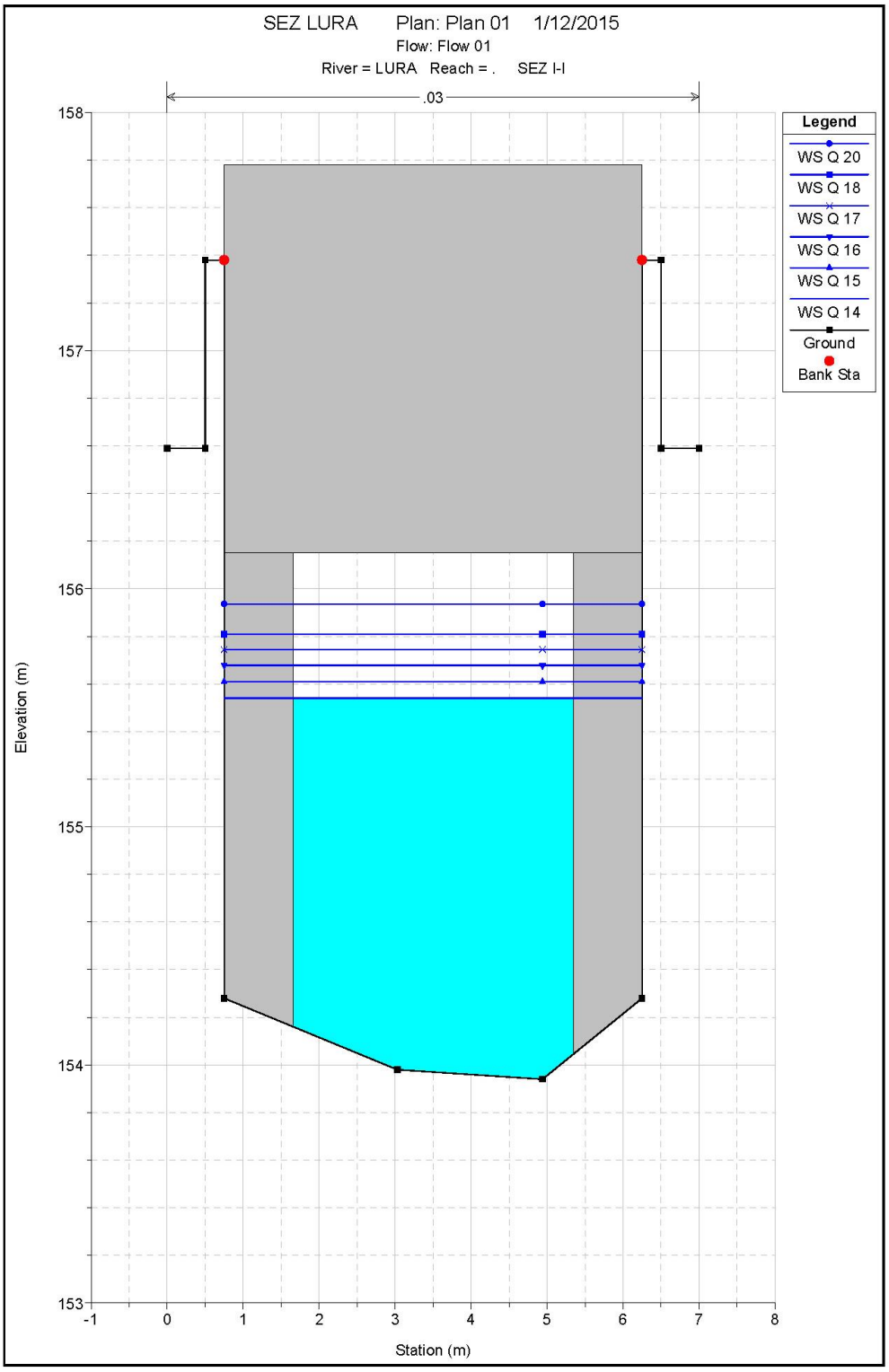

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ H-H
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
159
158
157
156
155
154
153
0
1
2
3
4
5
6
7

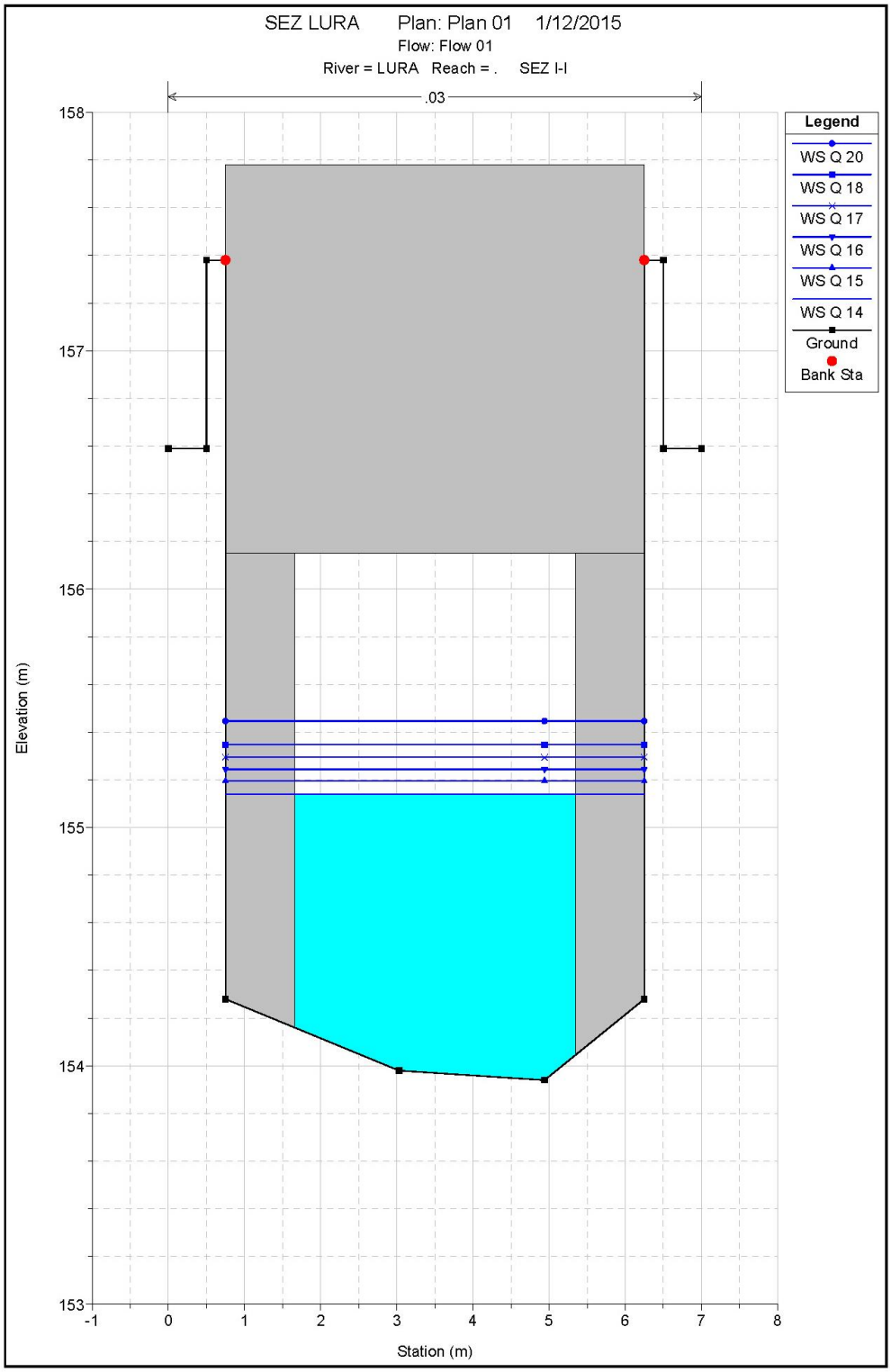

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 1
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
153
0
1
2
3
4
5
6
7

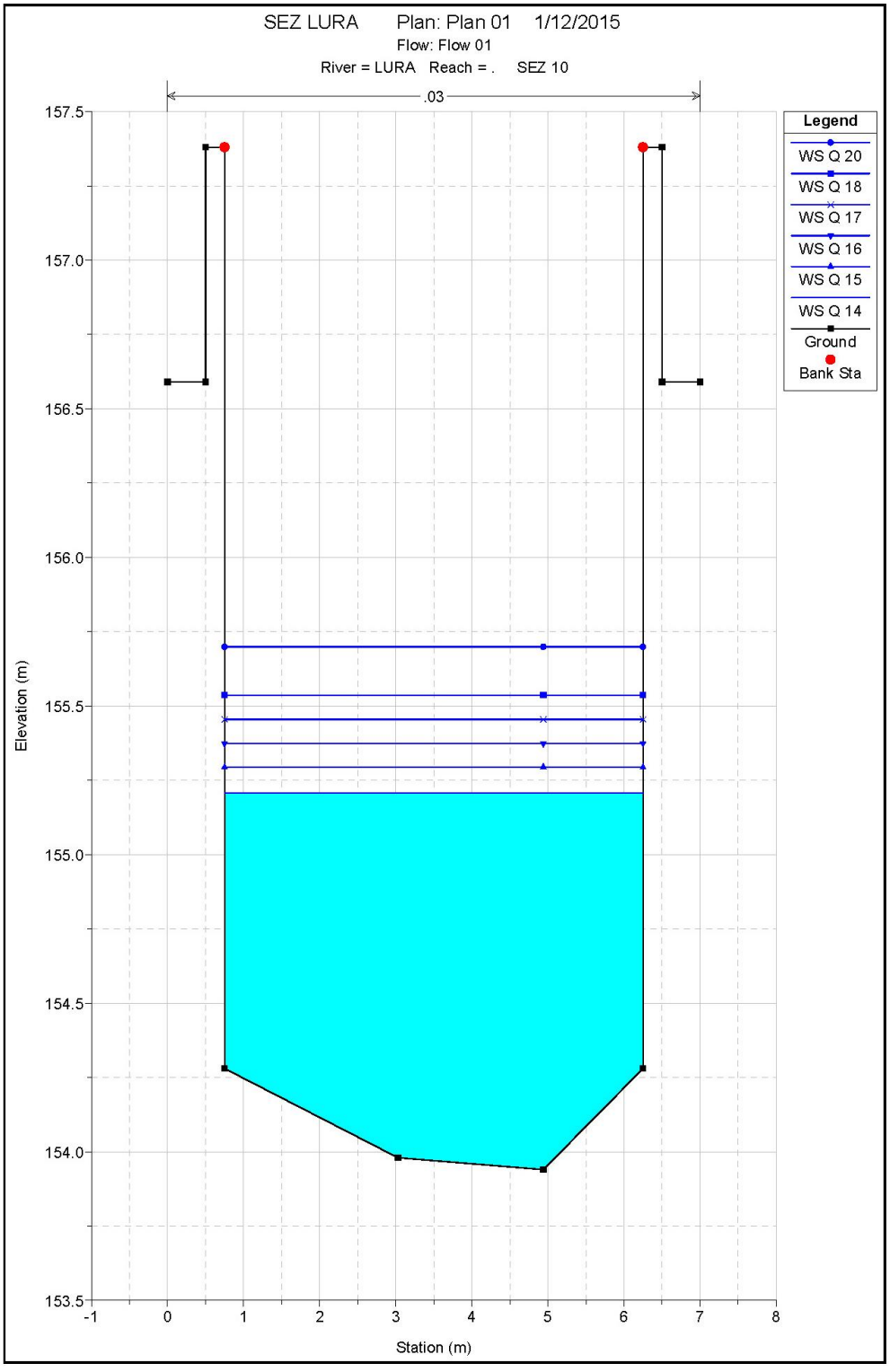

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 4
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158.0
157.5
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
0
1
2
3
4
5
6
7

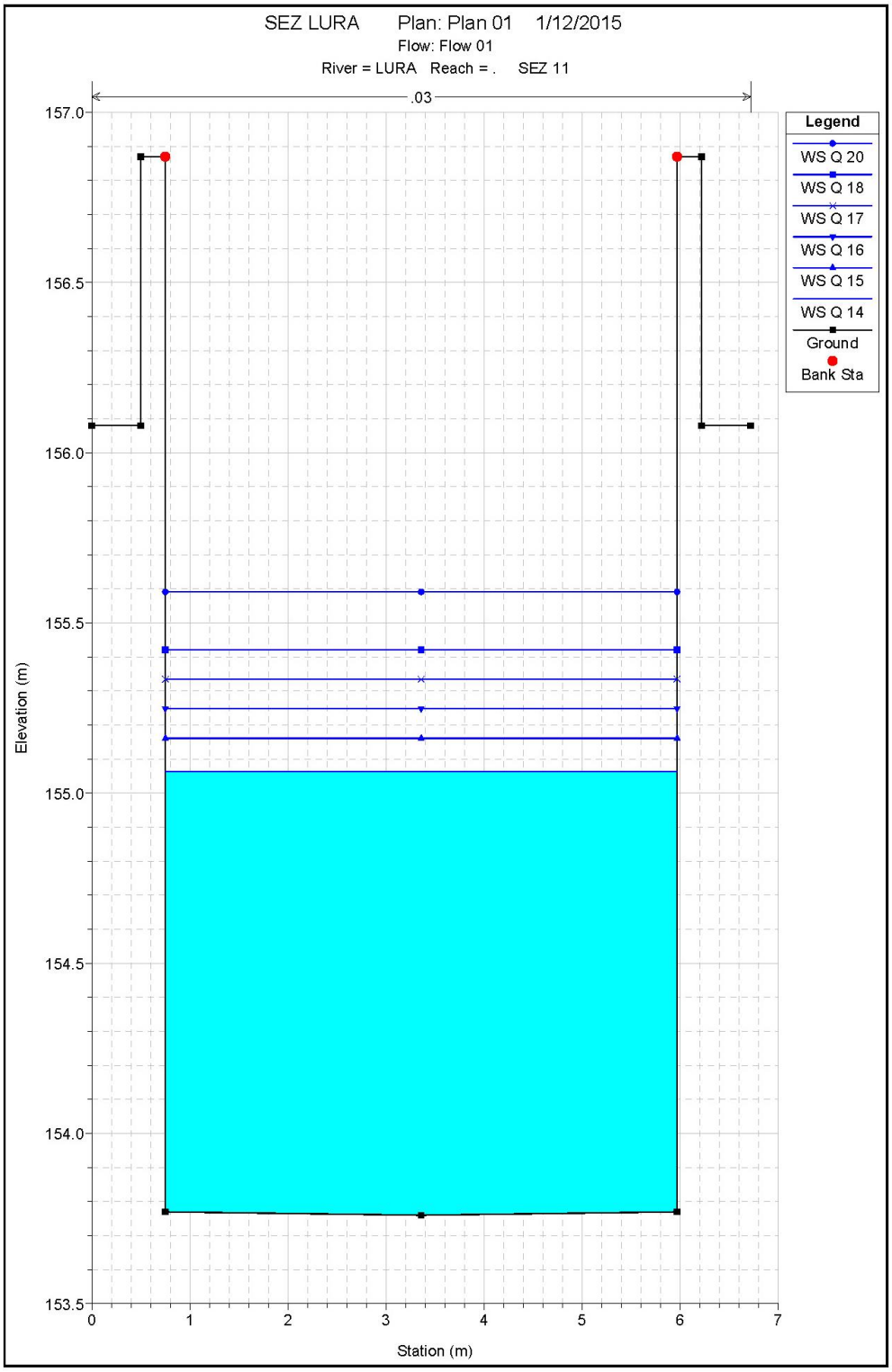

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 7
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
157.5
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
0
1
2
3
4
5
6
7

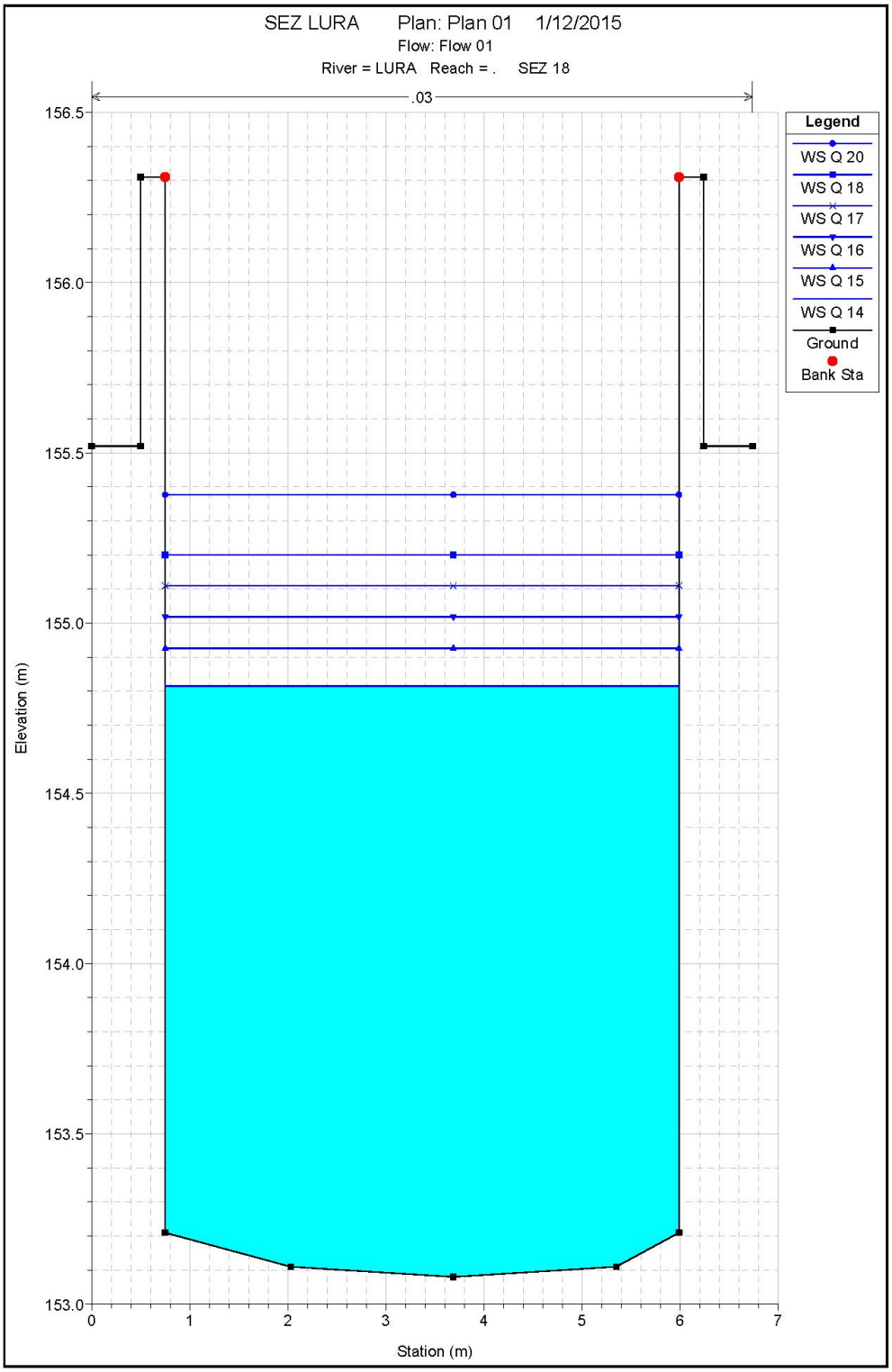

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 10 DUBL
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
157.5
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8

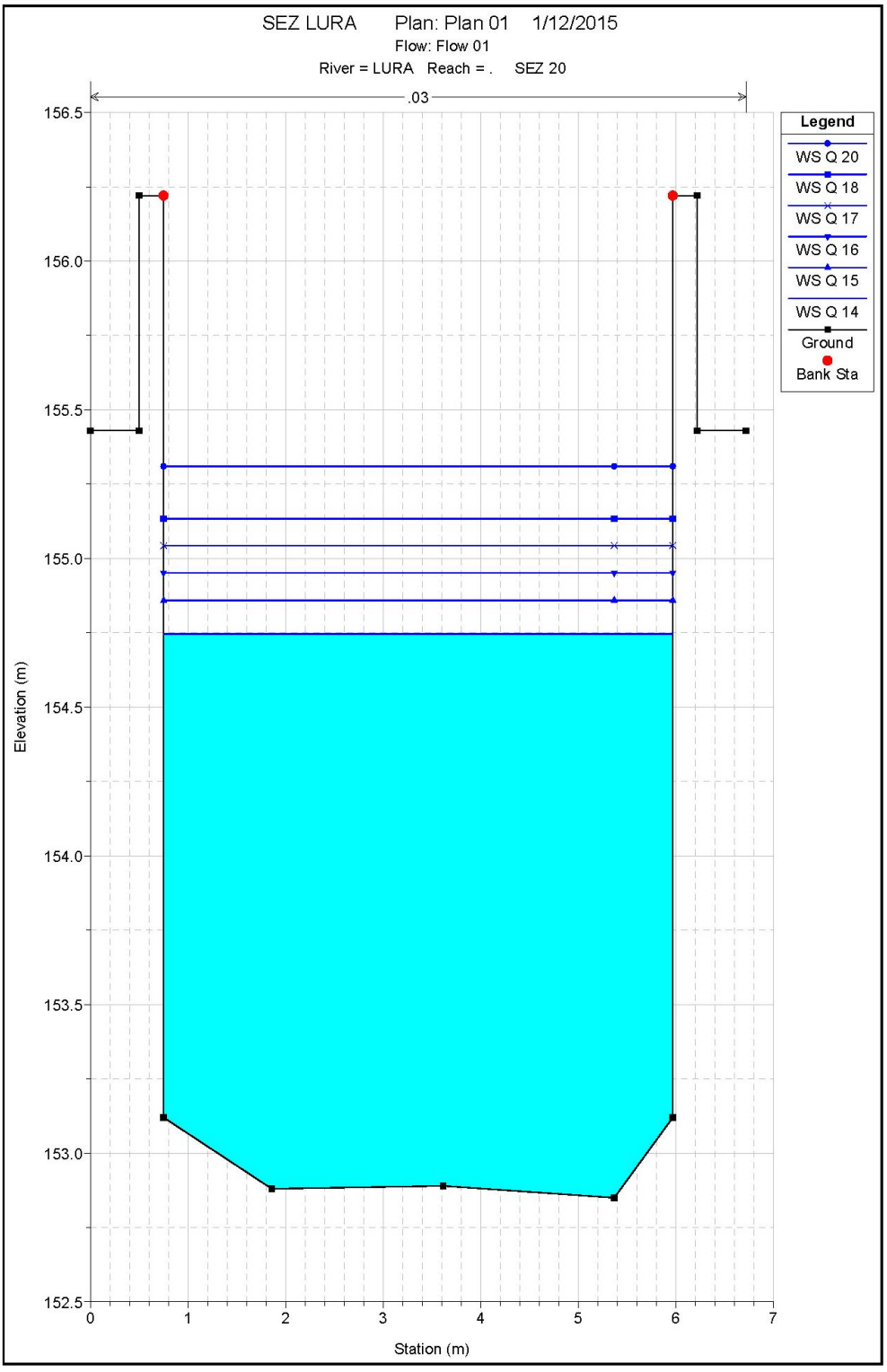

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ I-I
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
153
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8

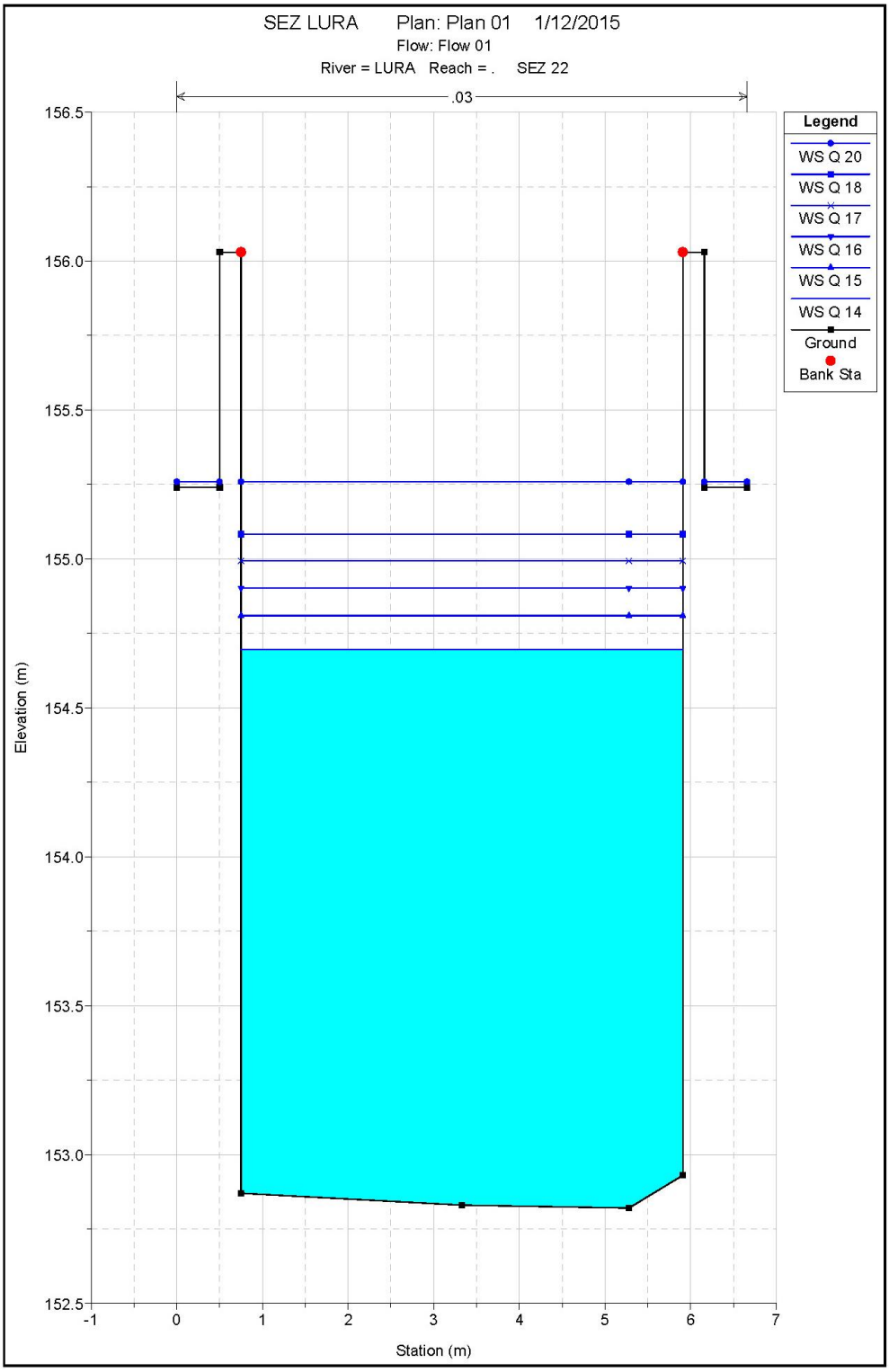

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ I-I
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
153
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8

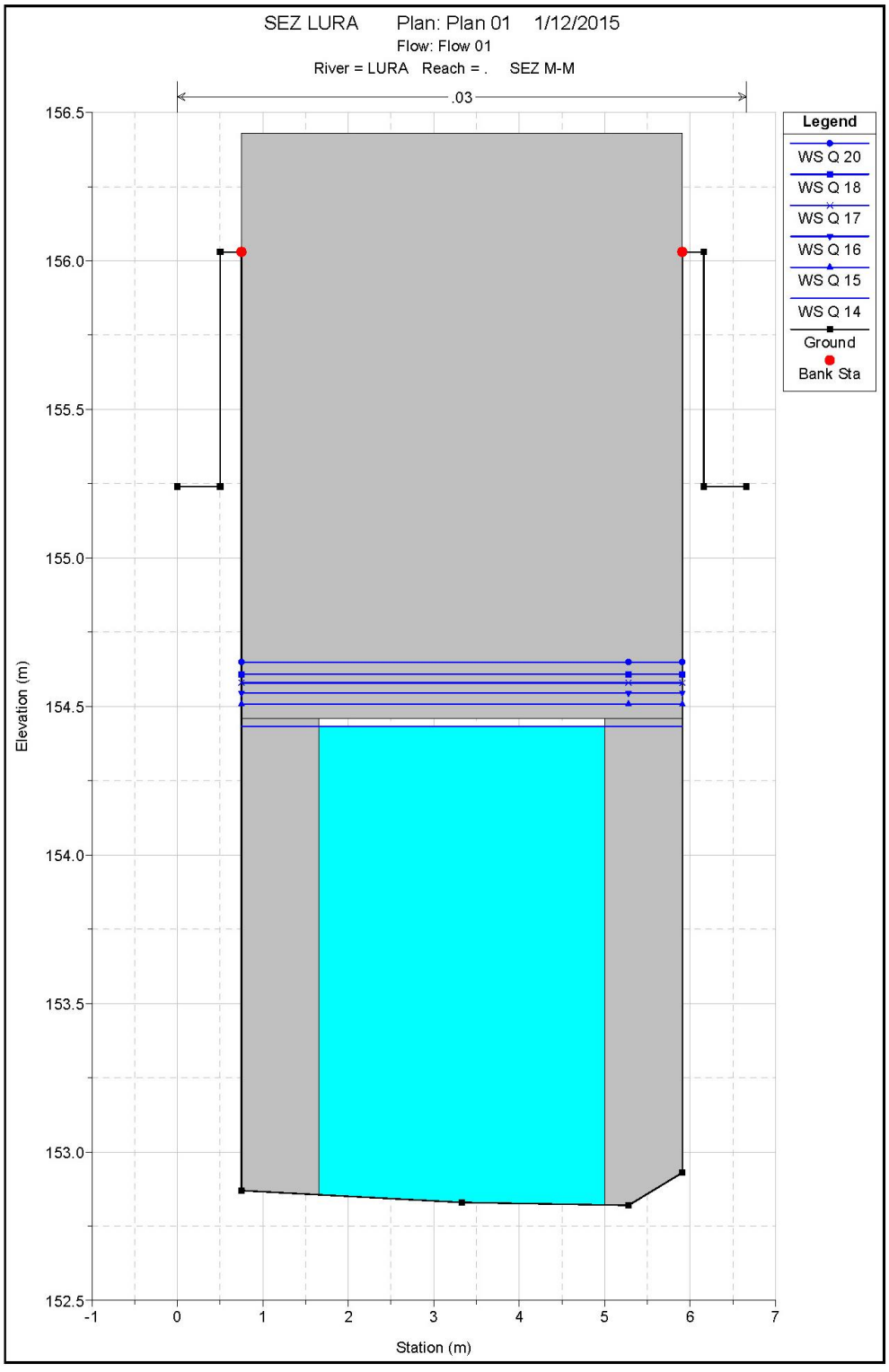

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 10
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
157.5
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8

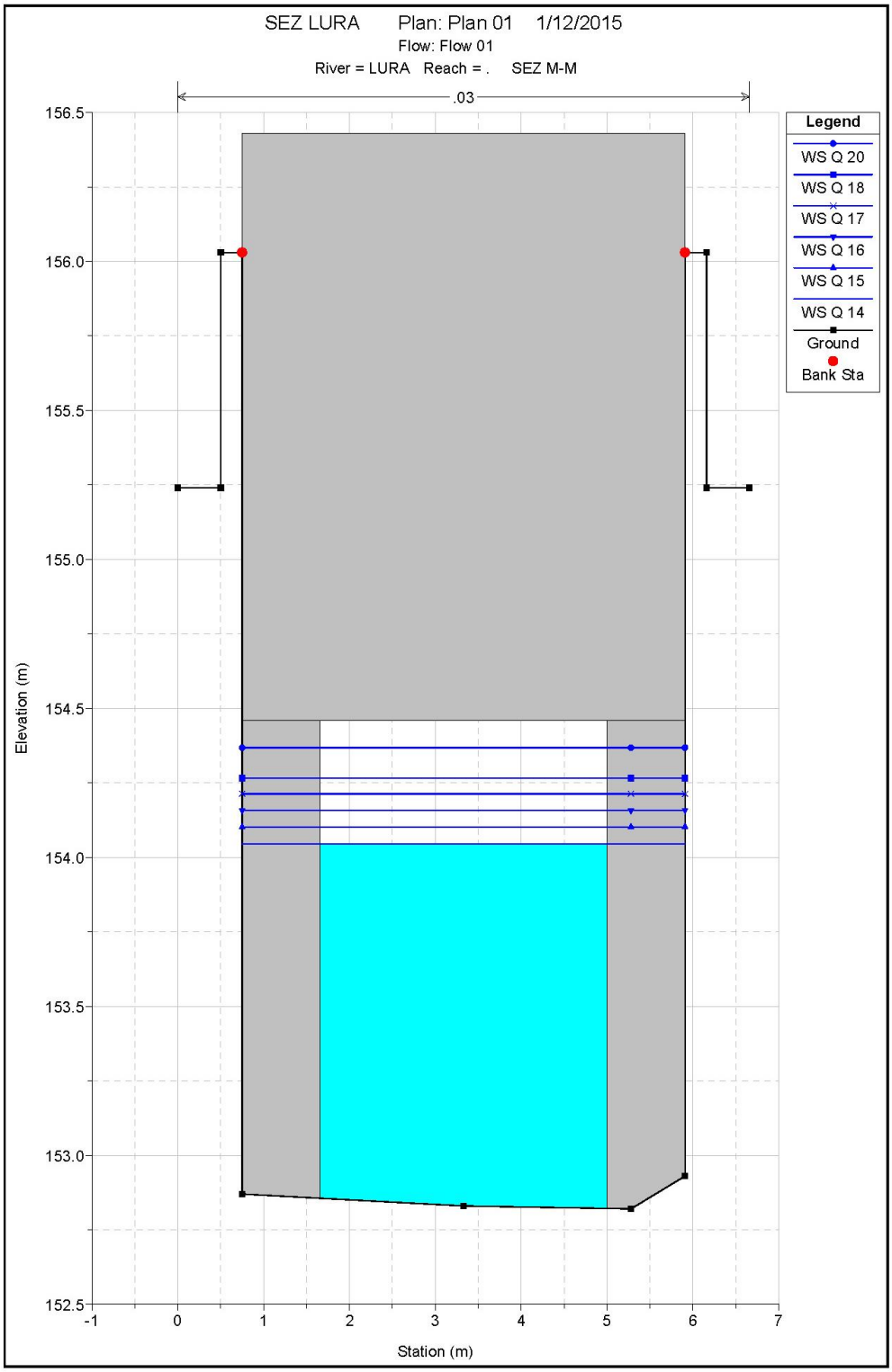

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 11
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)

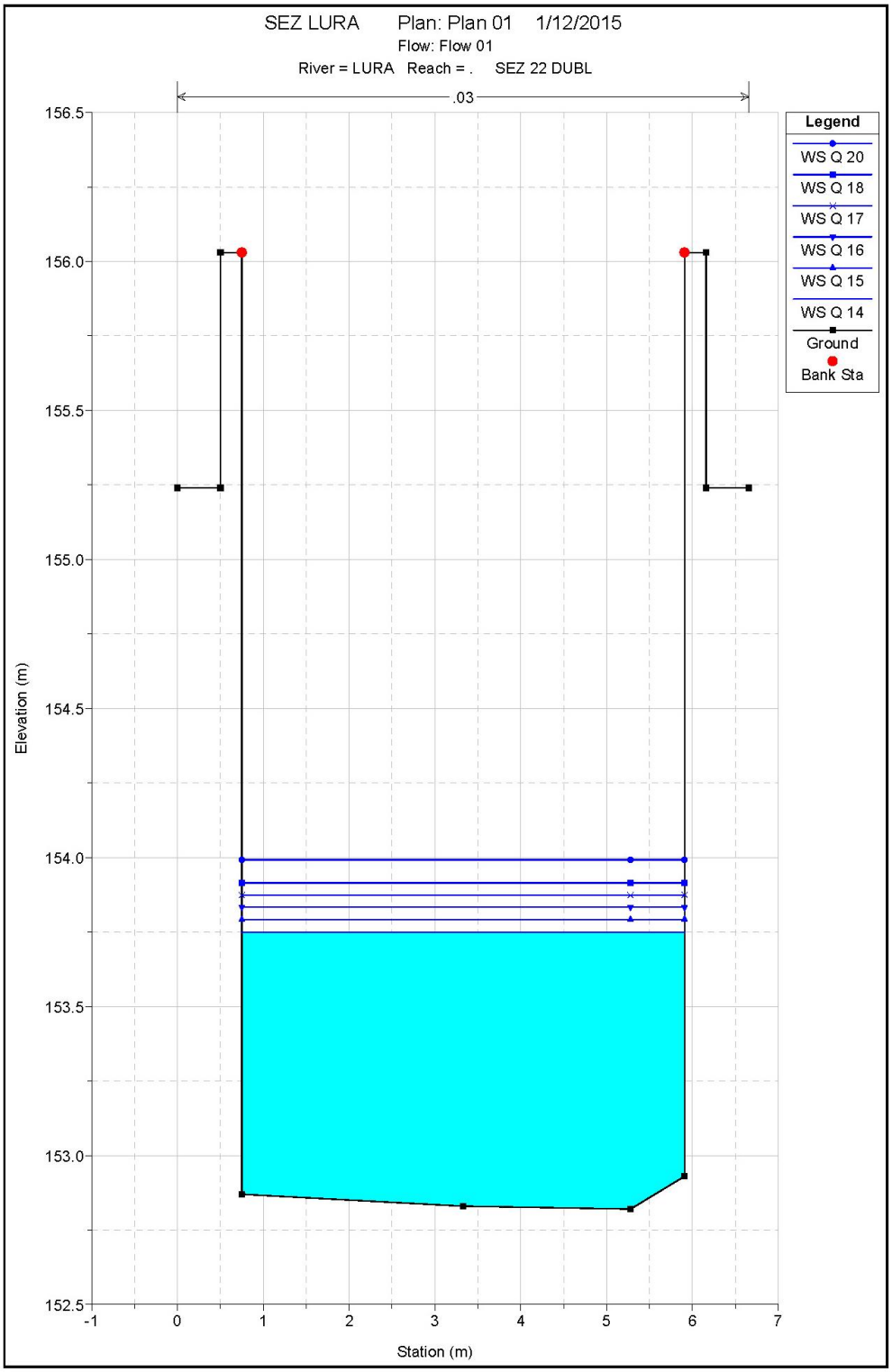

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 18
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
0
1
2
3
4
5
6
7


SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 20
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
0
1
2
3
4
5
6
7

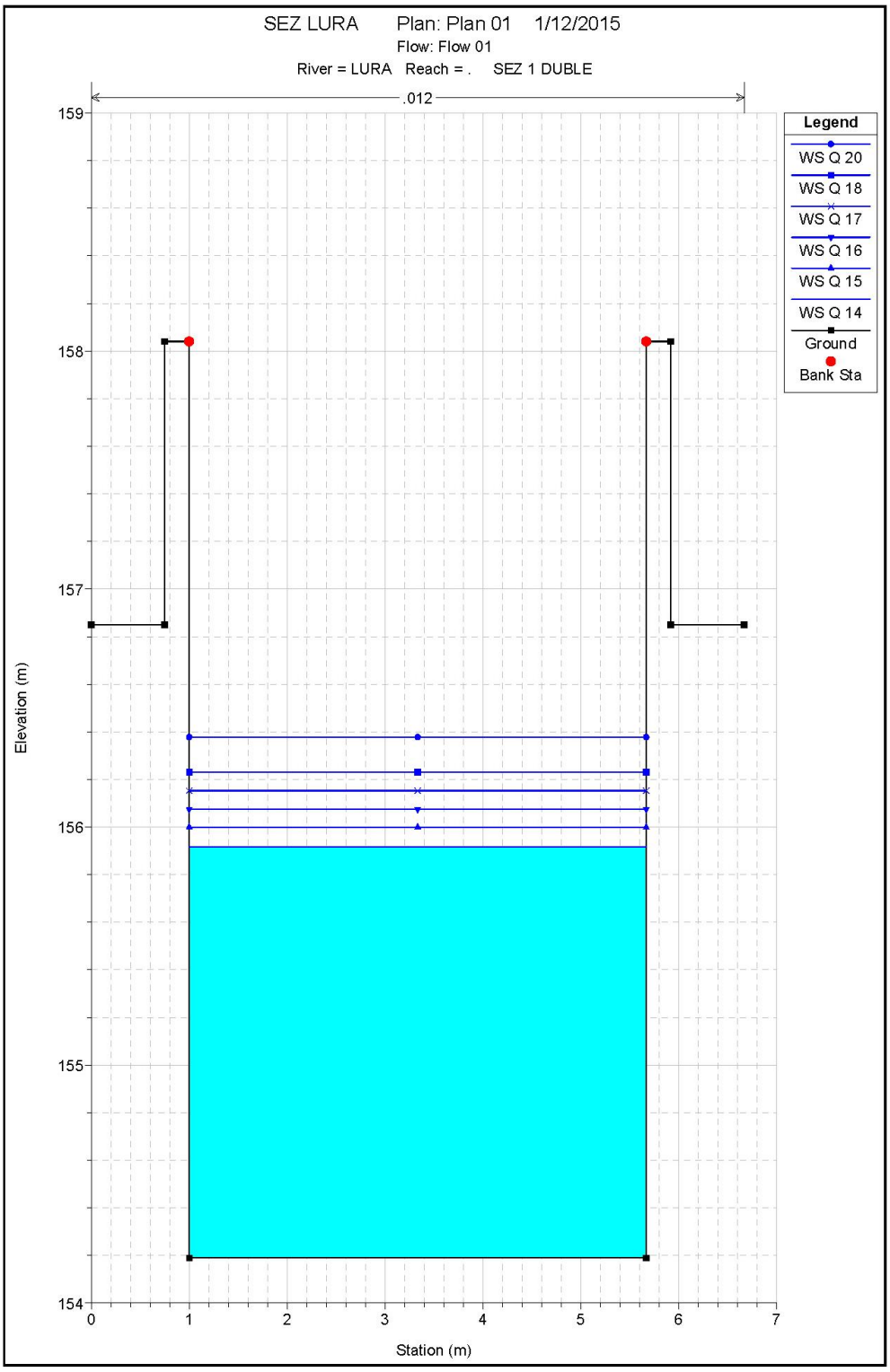

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 22
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
-1
0
1
2
3
4
5
6
7

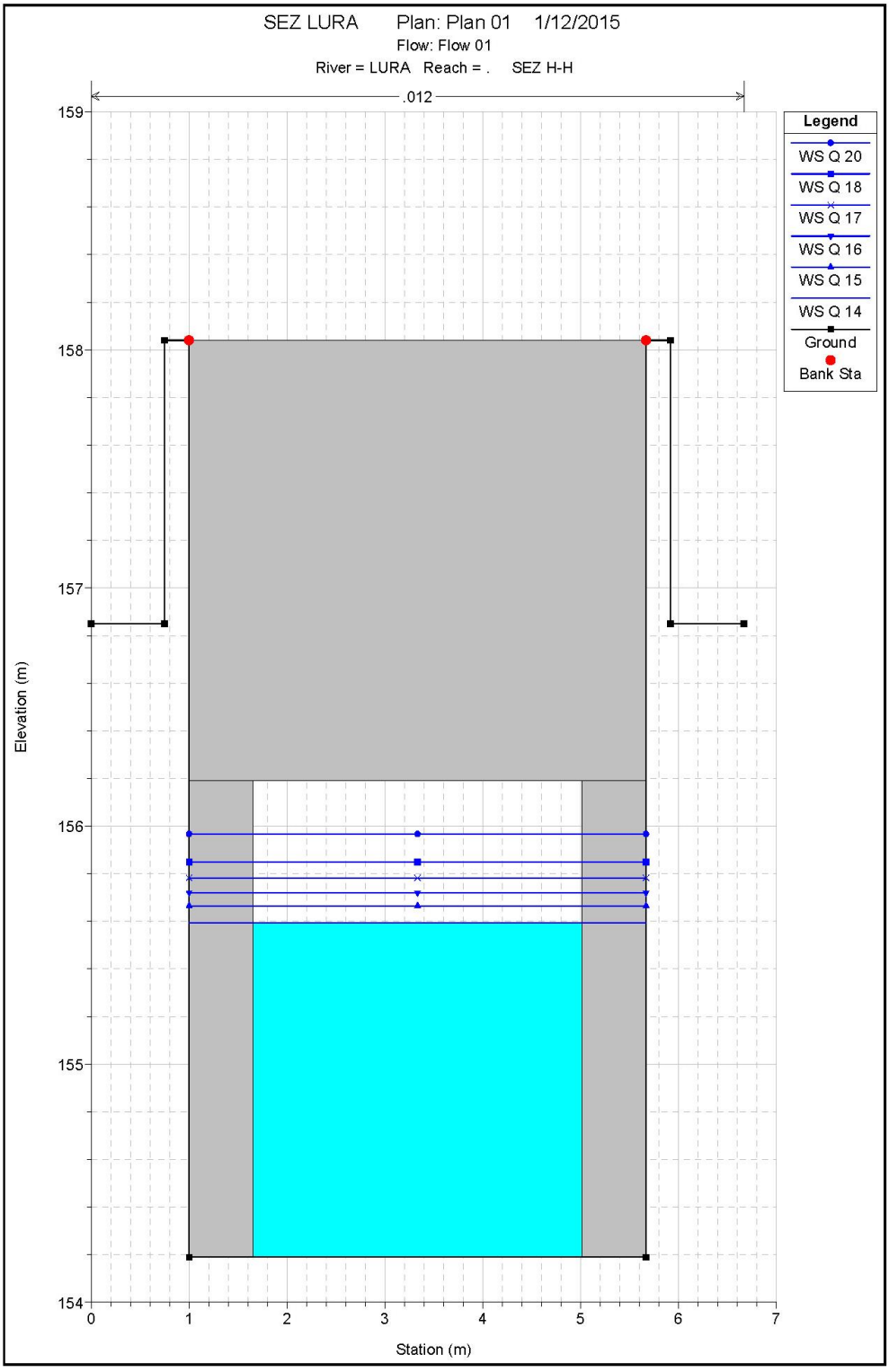

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ M-M
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
-1
0
1
2
3
4
5
6
7

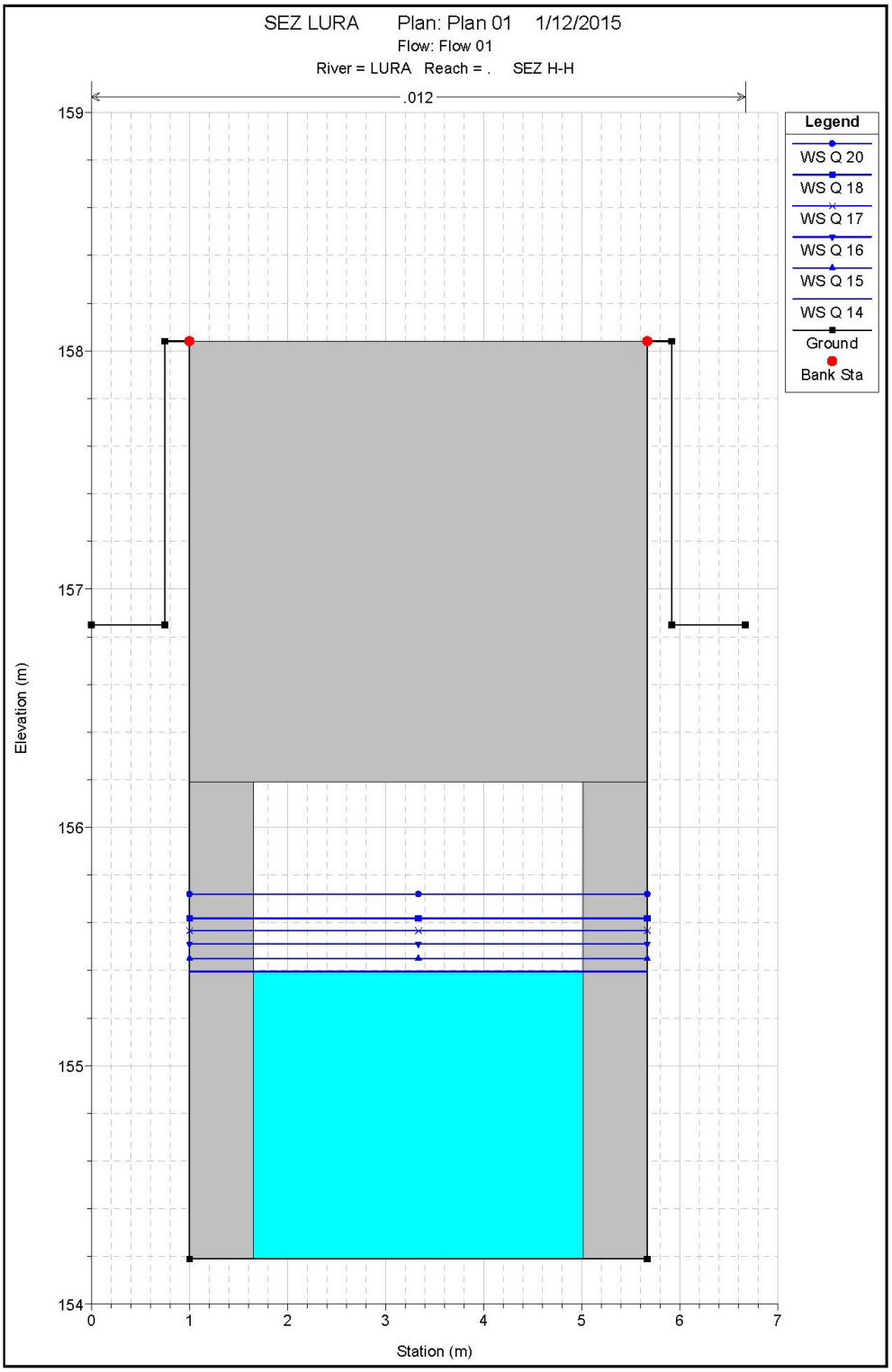

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ M-M
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
-1
0
1
2
3
4
5
6
7

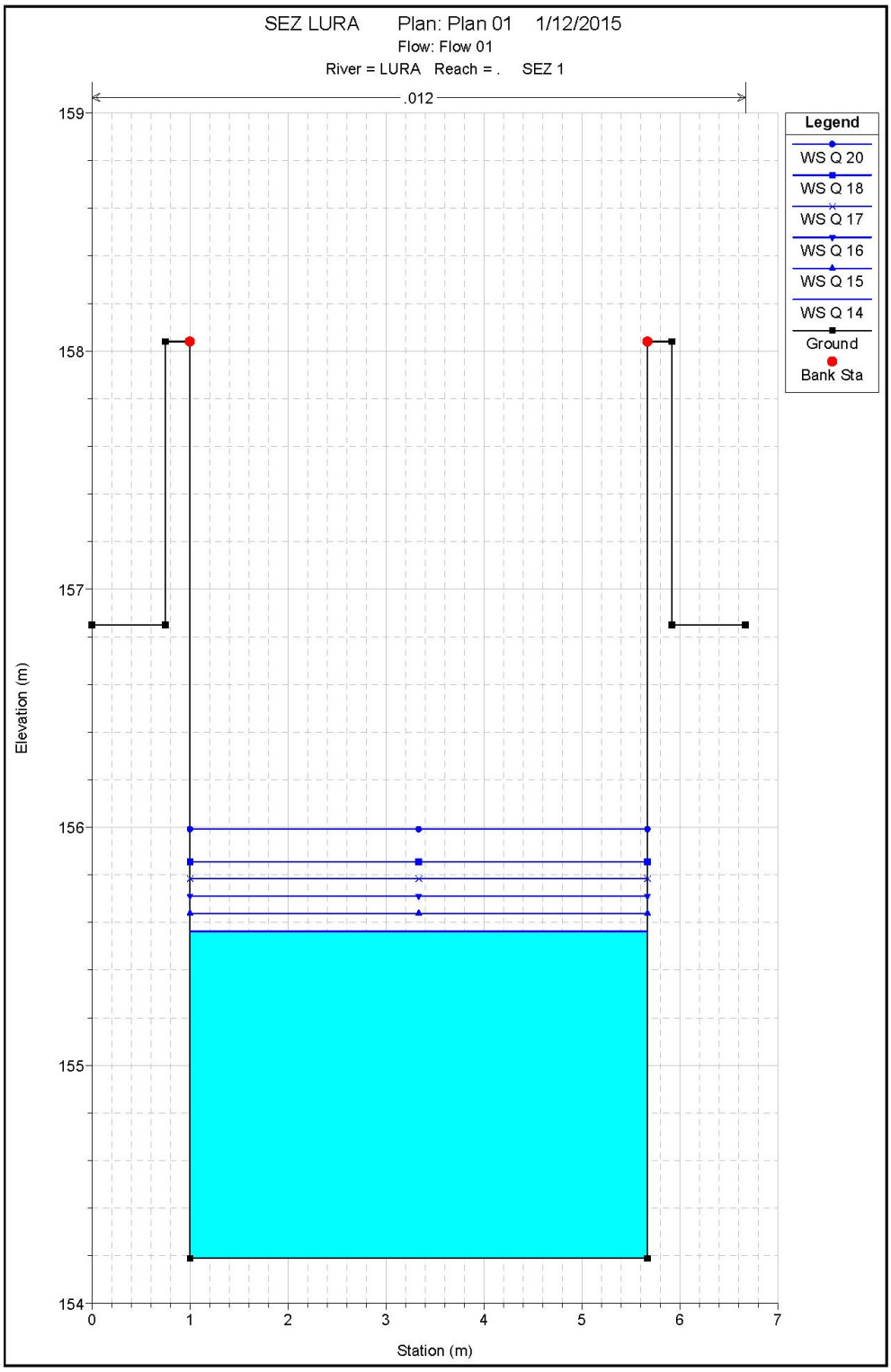

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 22 DUBL
.03
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
-1
0
1
2
3
4
5
6
7

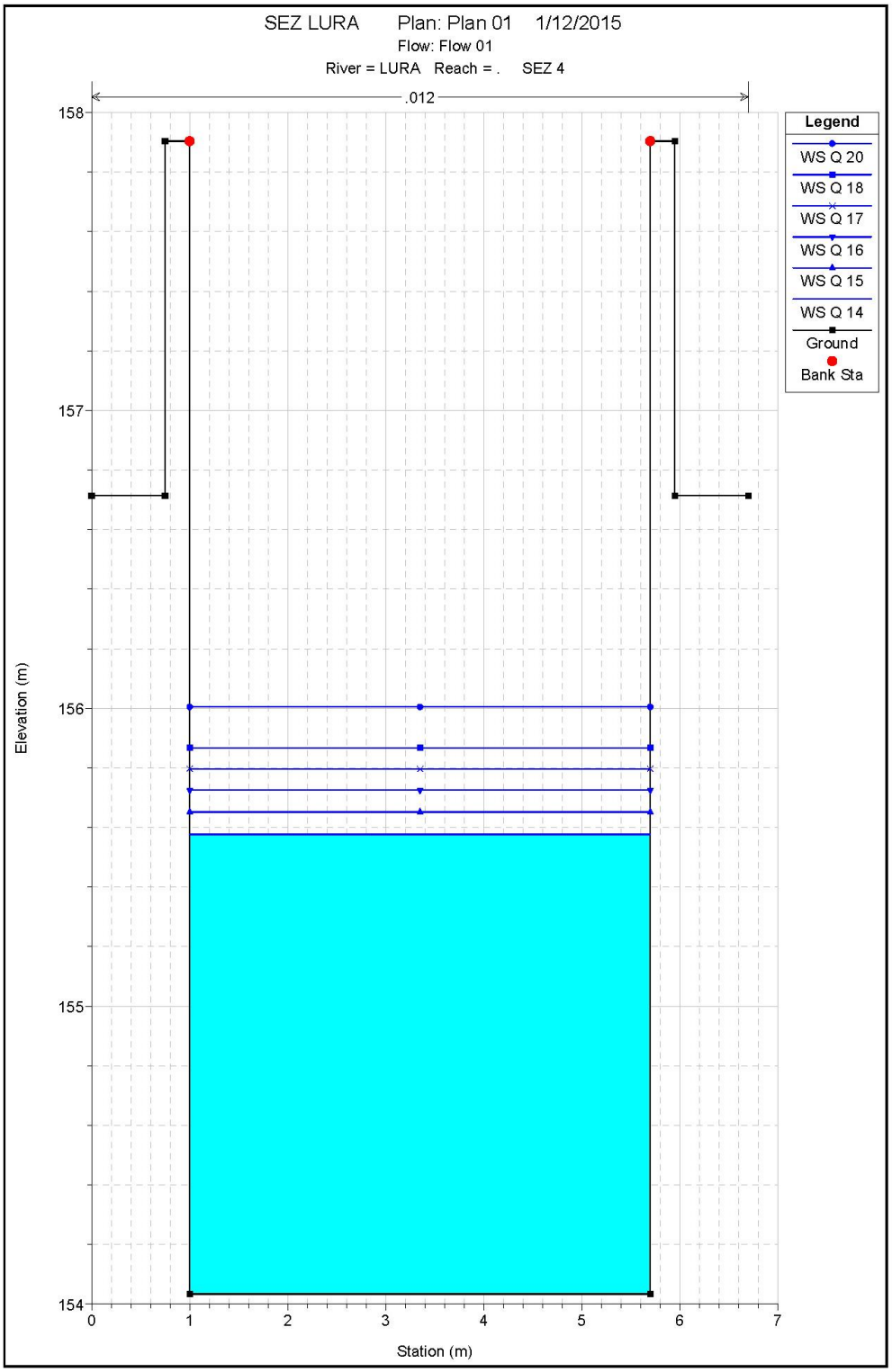
Sezioni di progetto

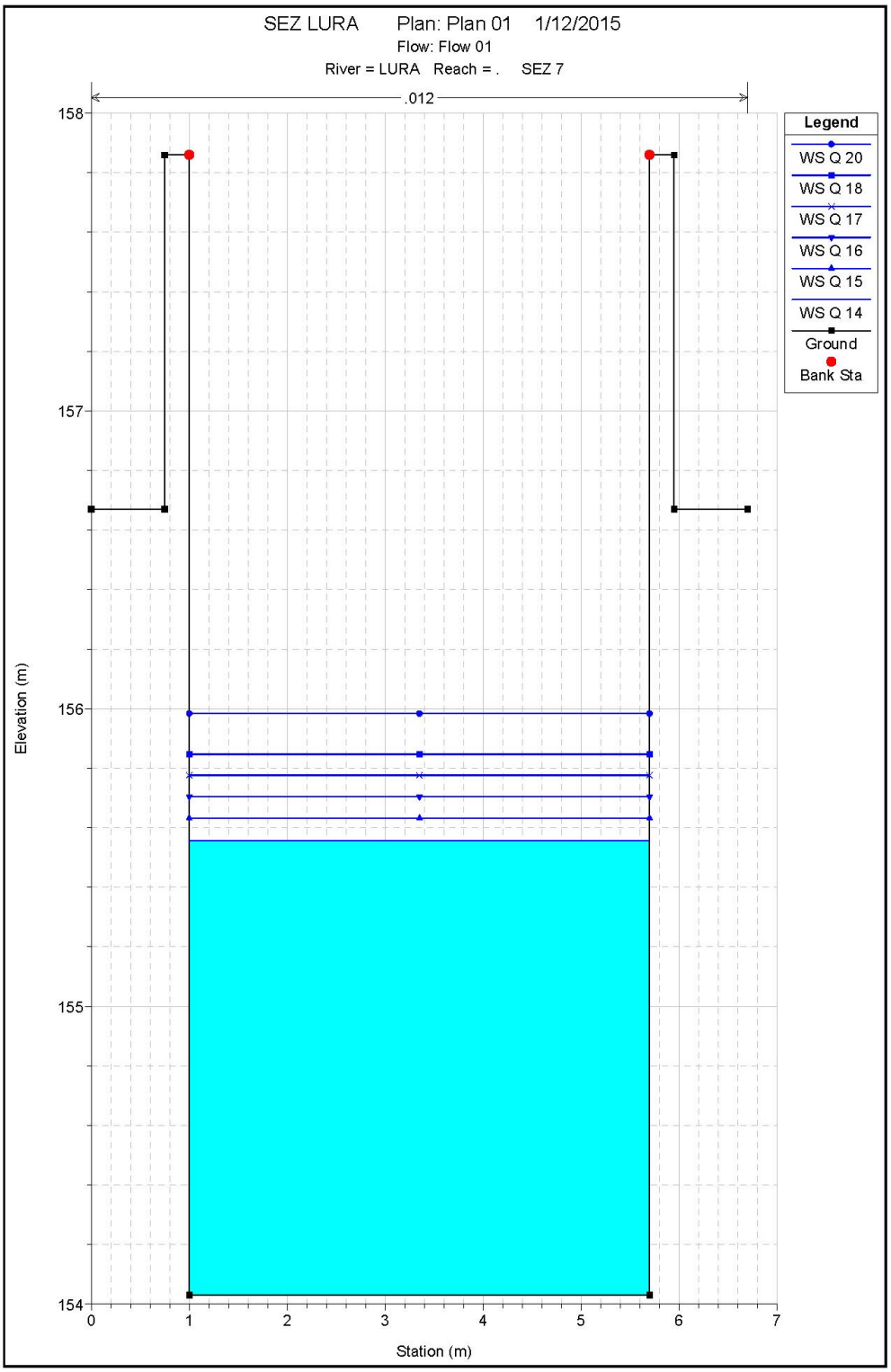


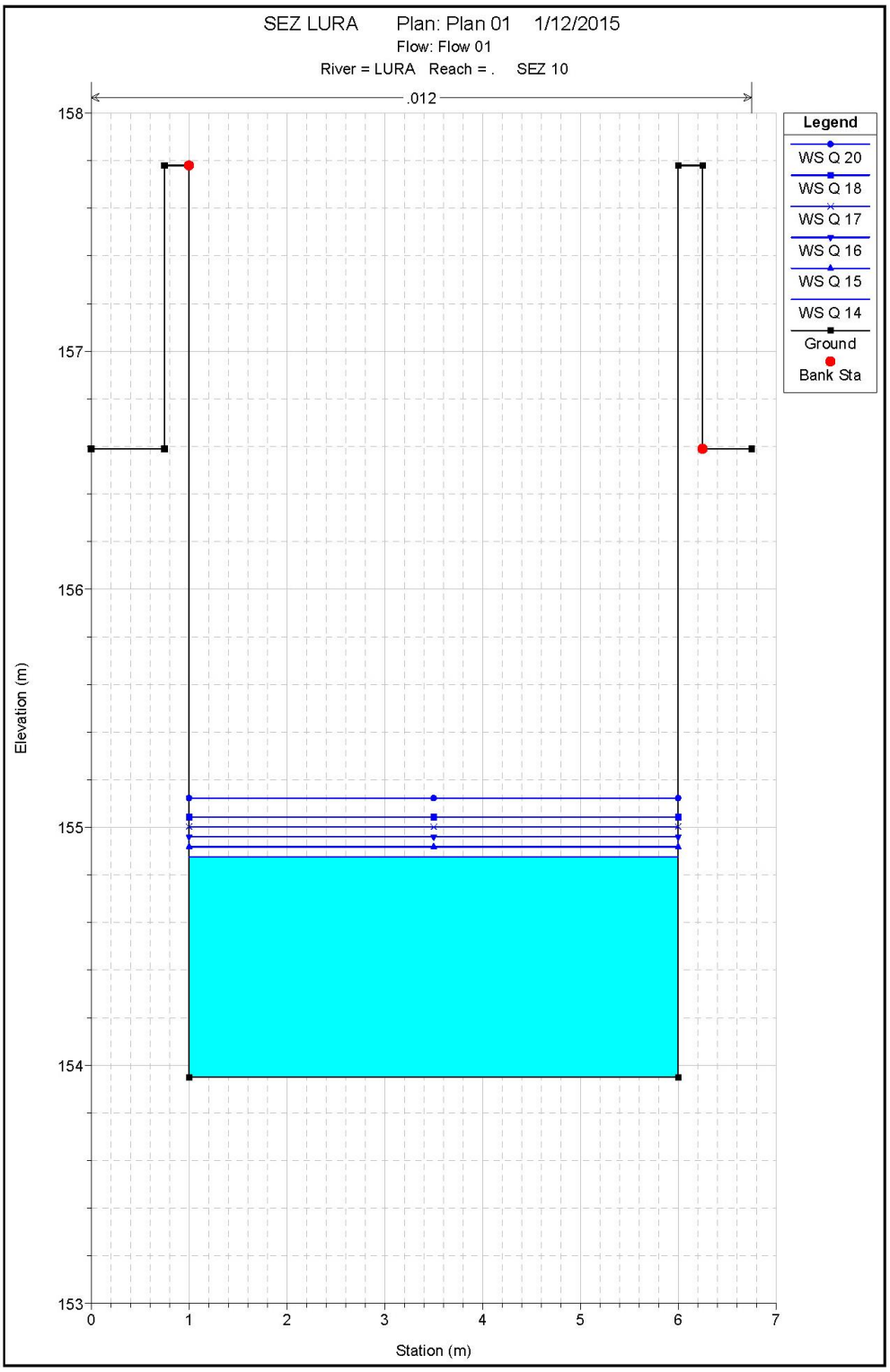

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ H-H
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
159
158
157
156
155
154
0
1
2
3
4
5
6
7

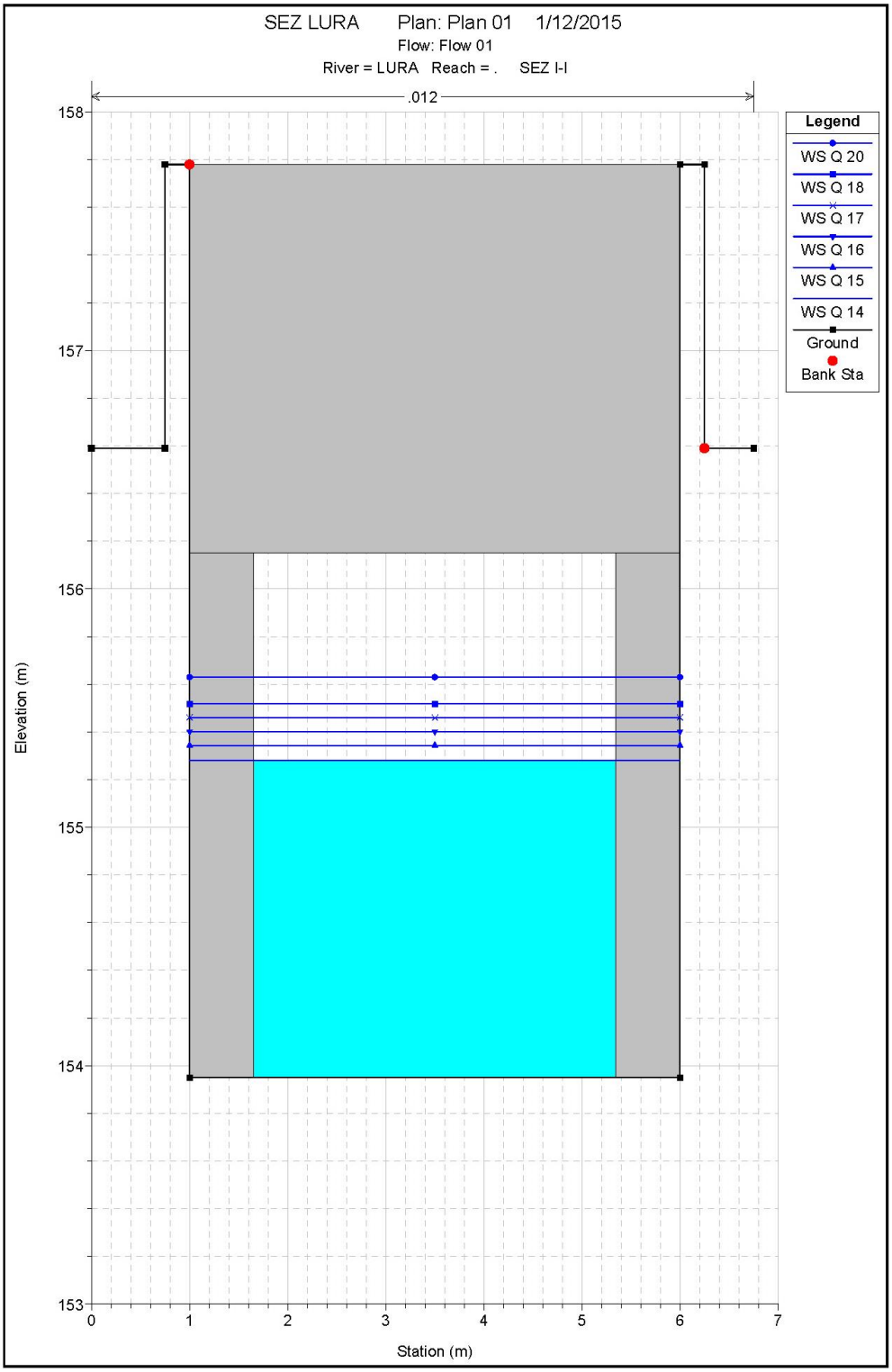

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ H-H
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
159
158
157
156
155
154
0
1
2
3
4
5
6
7

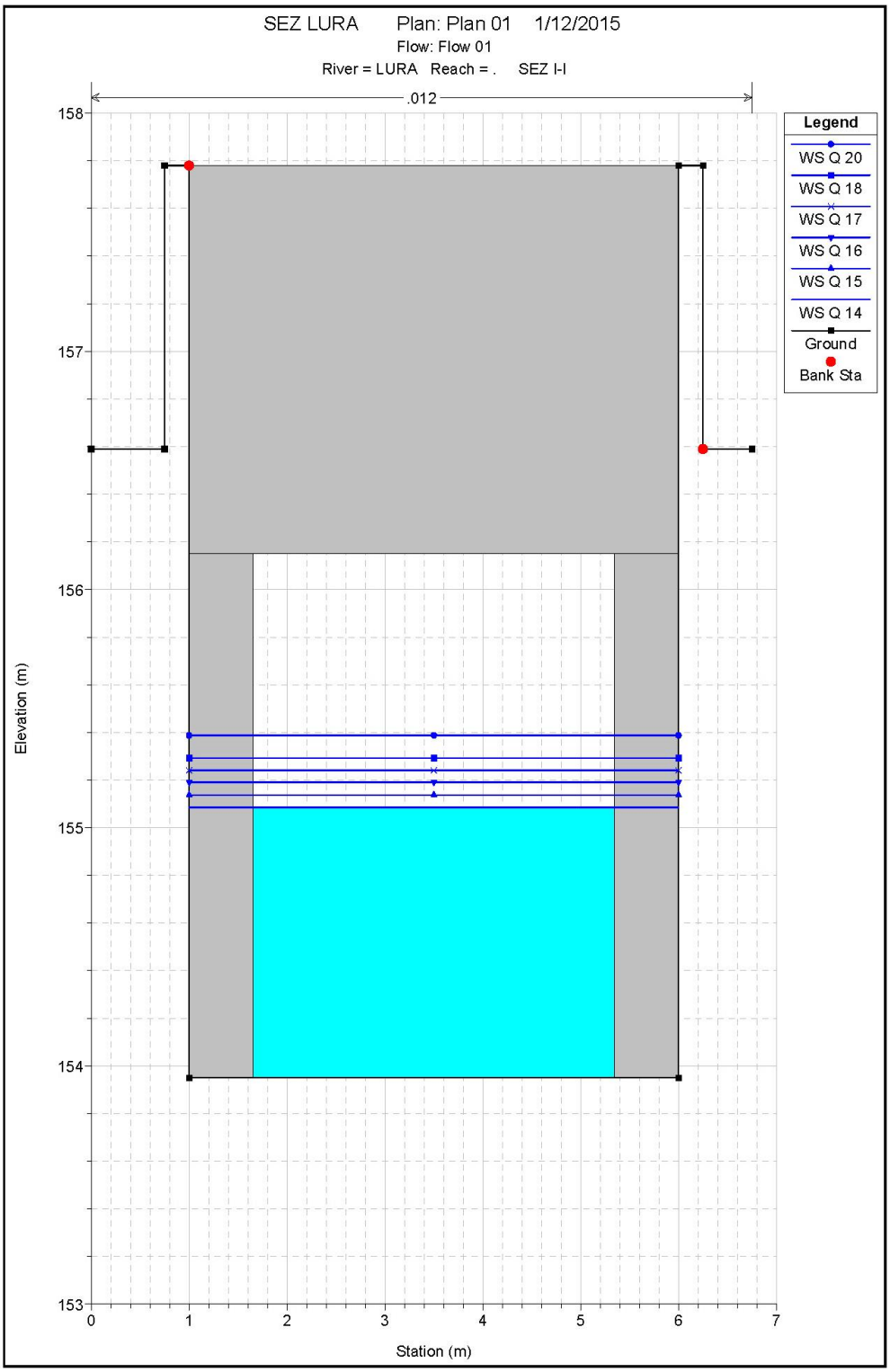

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 1
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
159
158
157
156
155
154
0
1
2
3
4
5
6
7

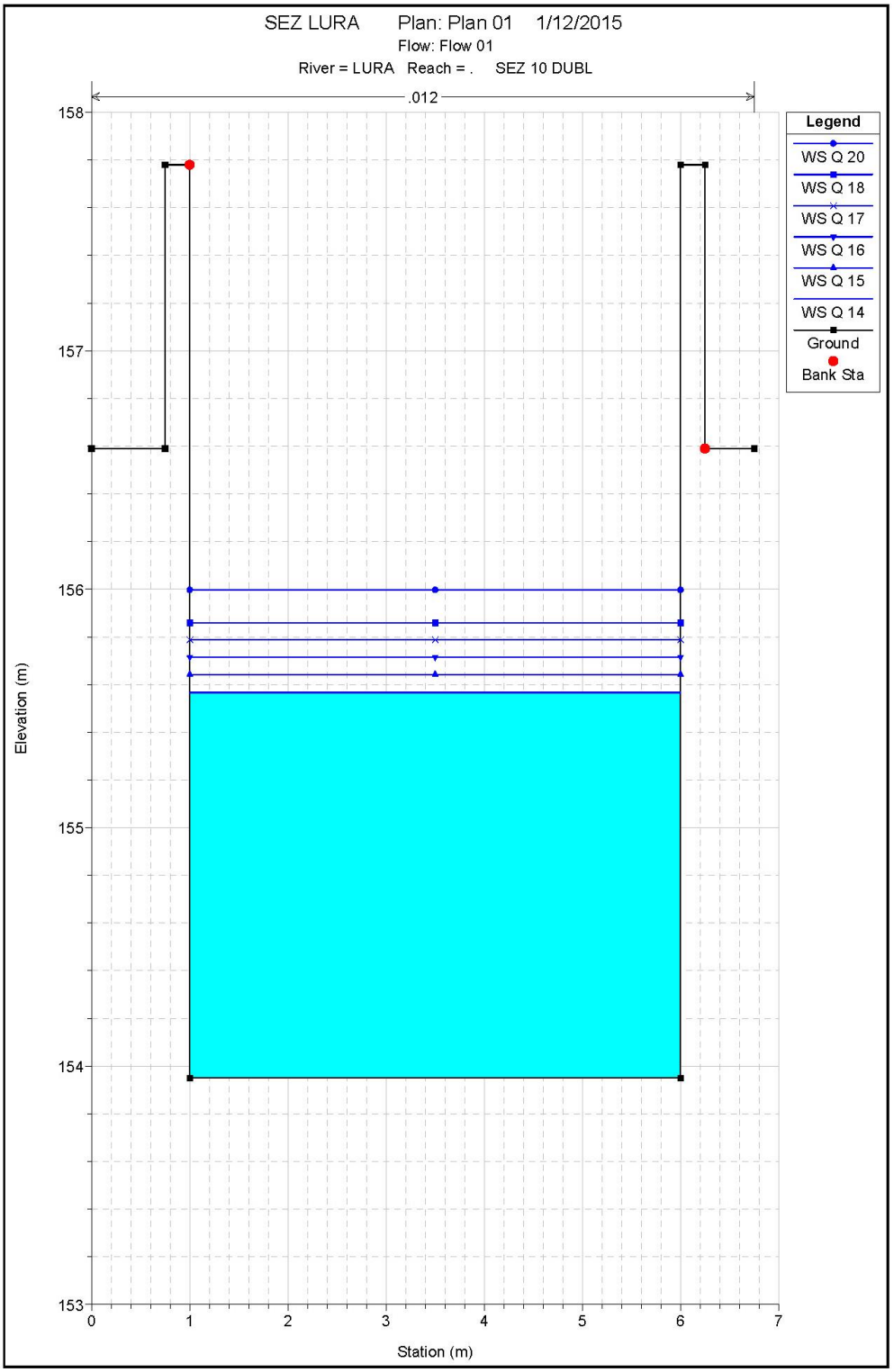

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 4
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
0
1
2
3
4
5
6
7

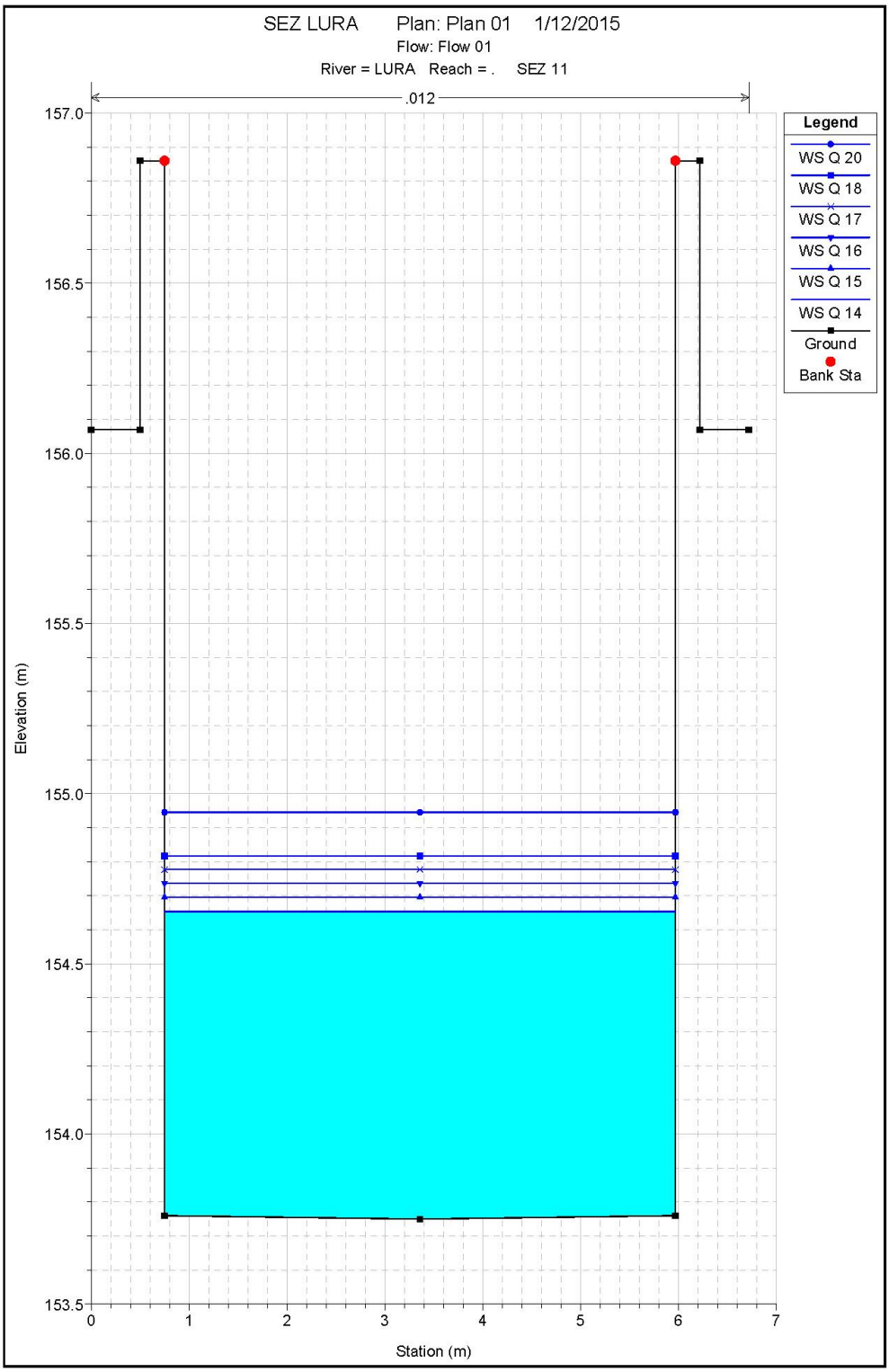

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 7
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
0
1
2
3
4
5
6
7

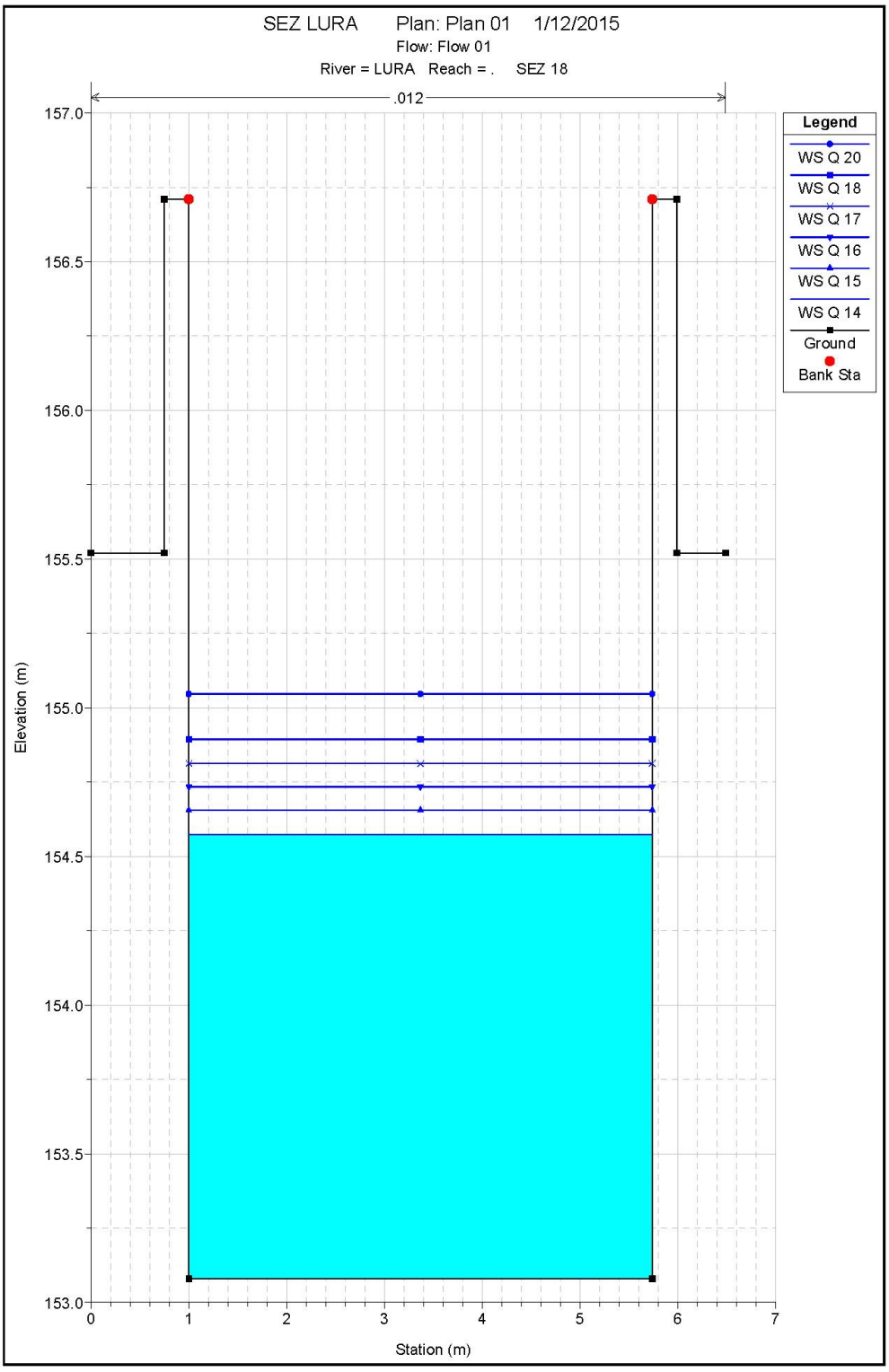

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 10
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
153
0
1
2
3
4
5
6
7

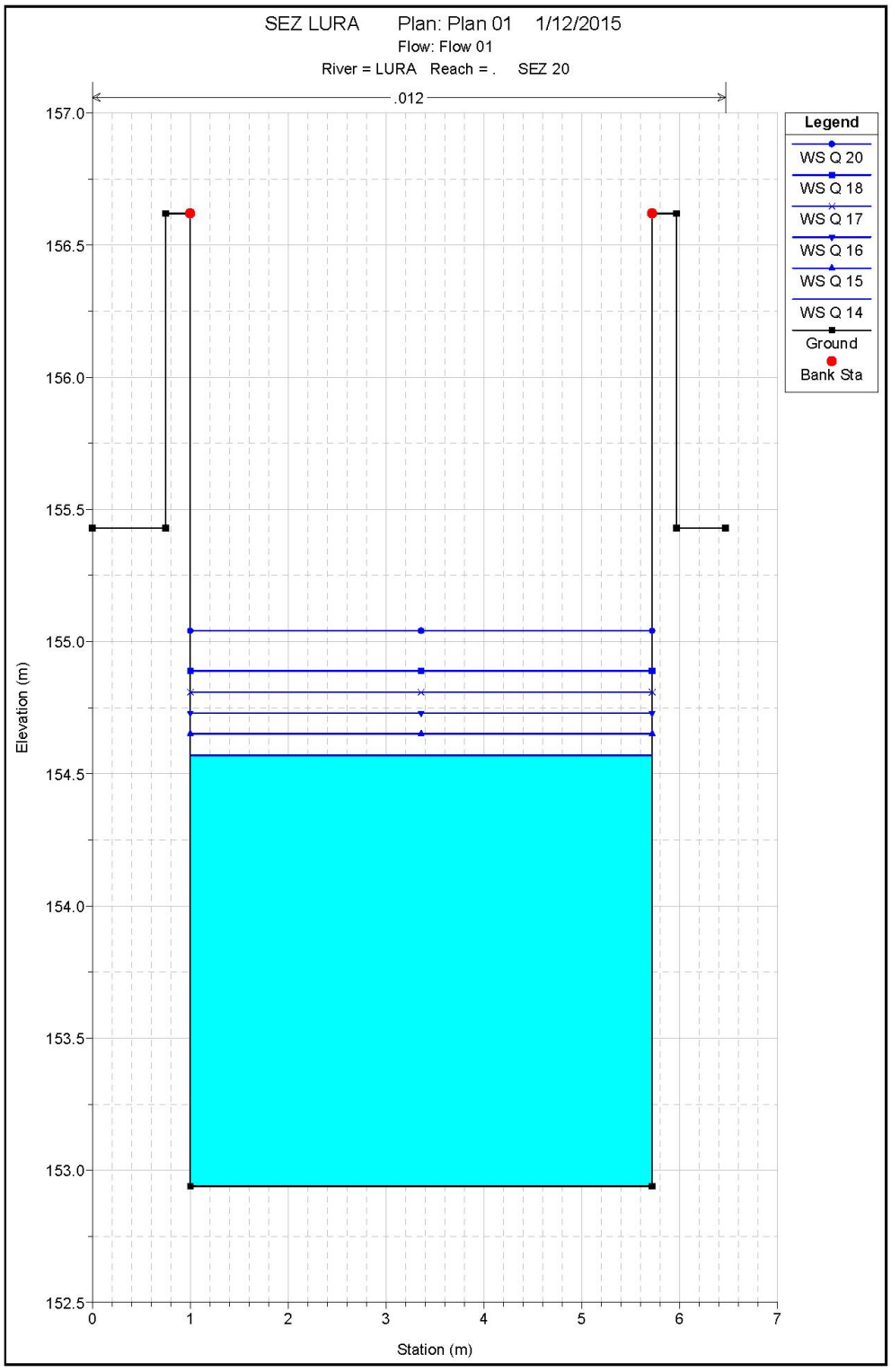

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ I-I
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
153
0
1
2
3
4
5
6
7

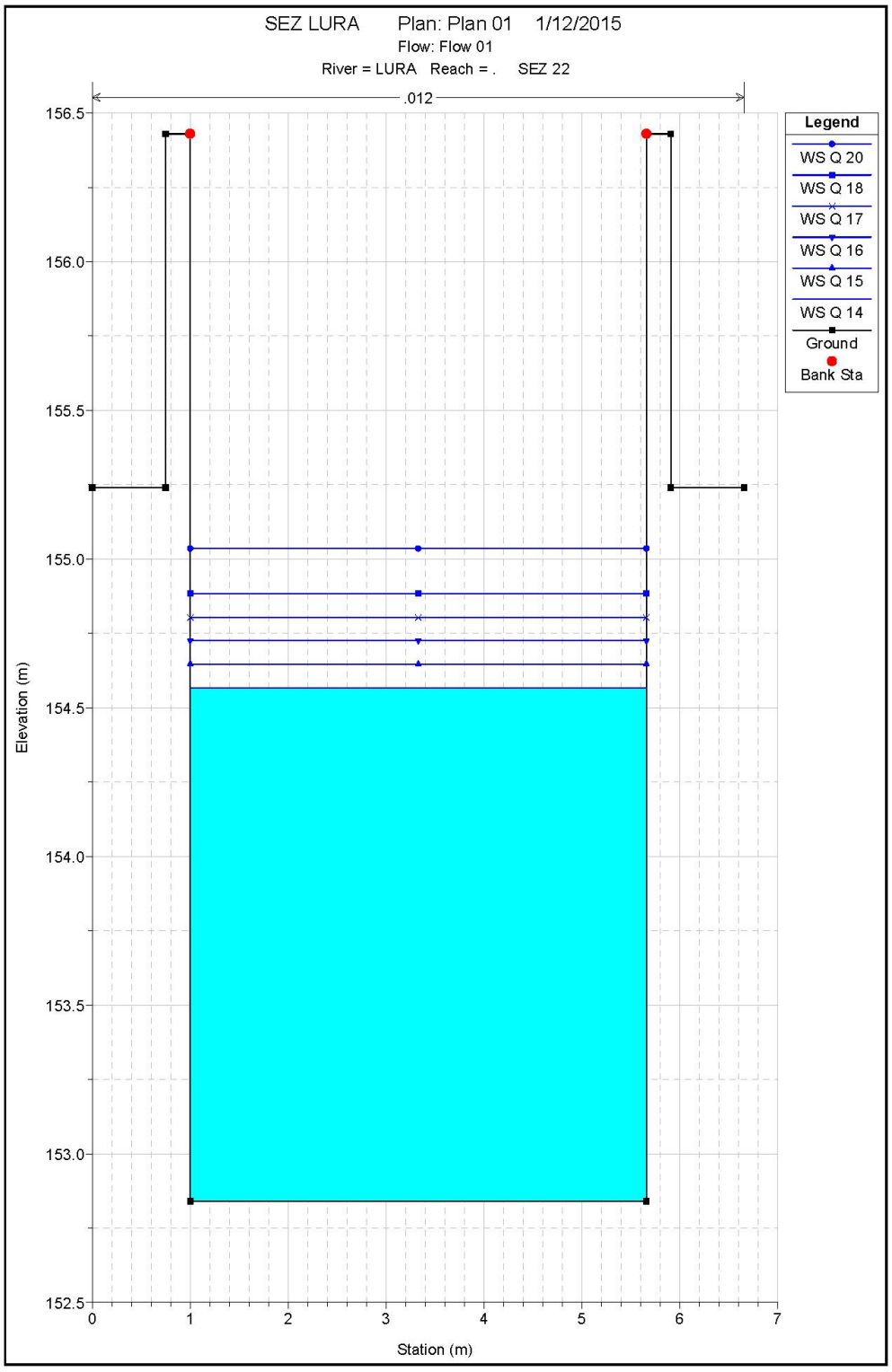

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ I-I
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
153
0
1
2
3
4
5
6
7

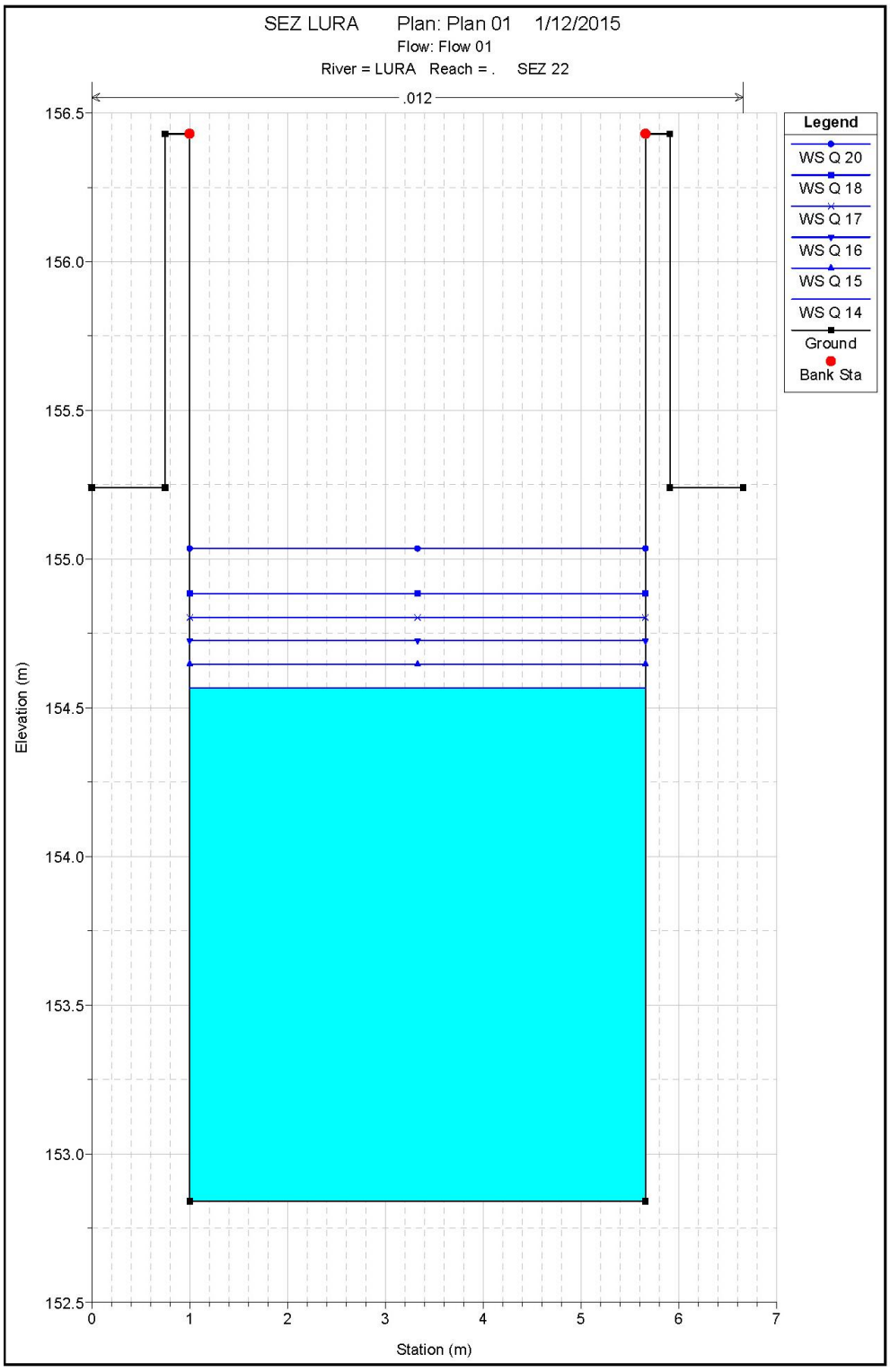

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 10 DUBL
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
158
157
156
155
154
153
0
1
2
3
4
5
6
7

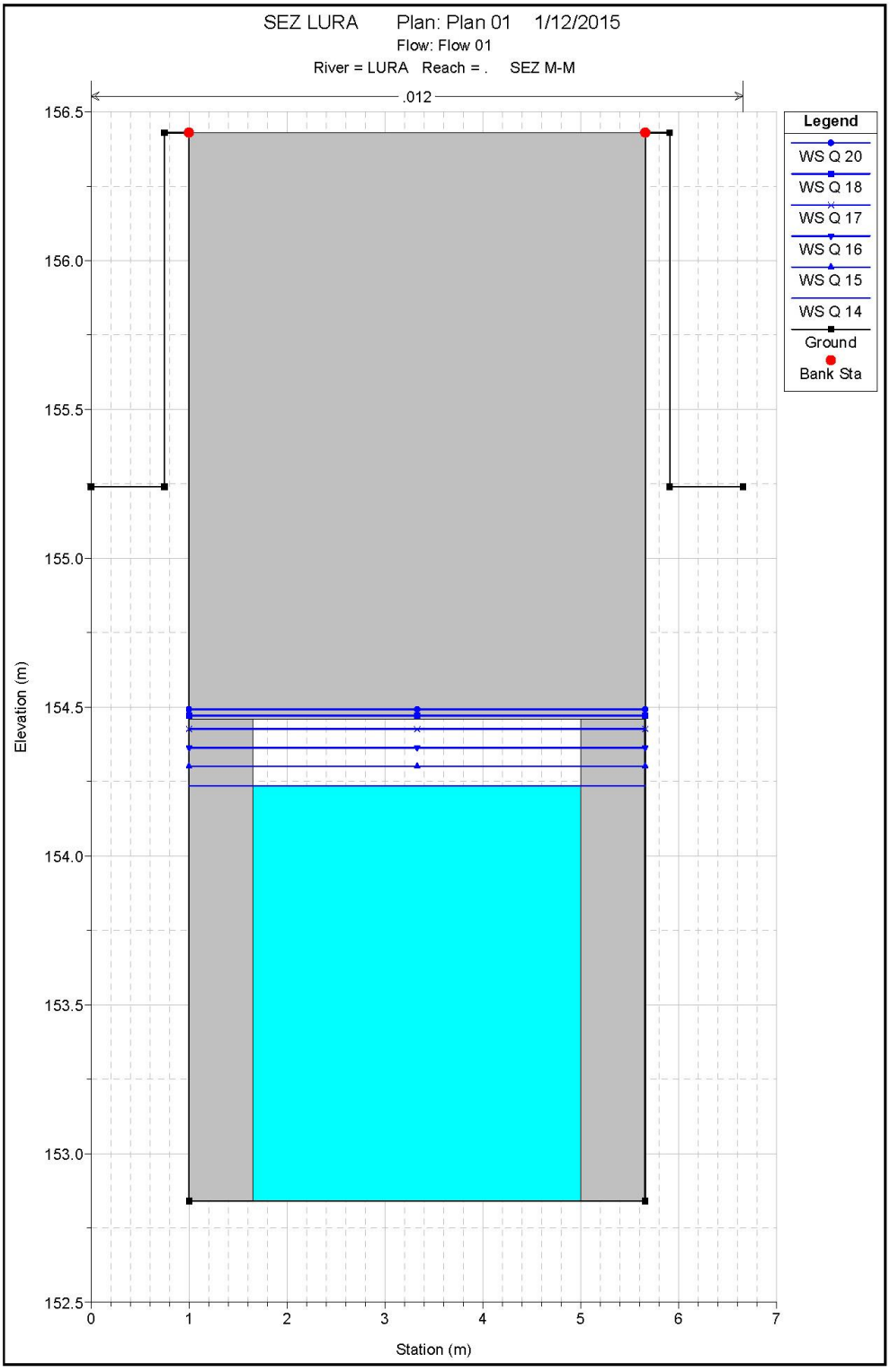

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 11
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
0
1
2
3
4
5
6
7

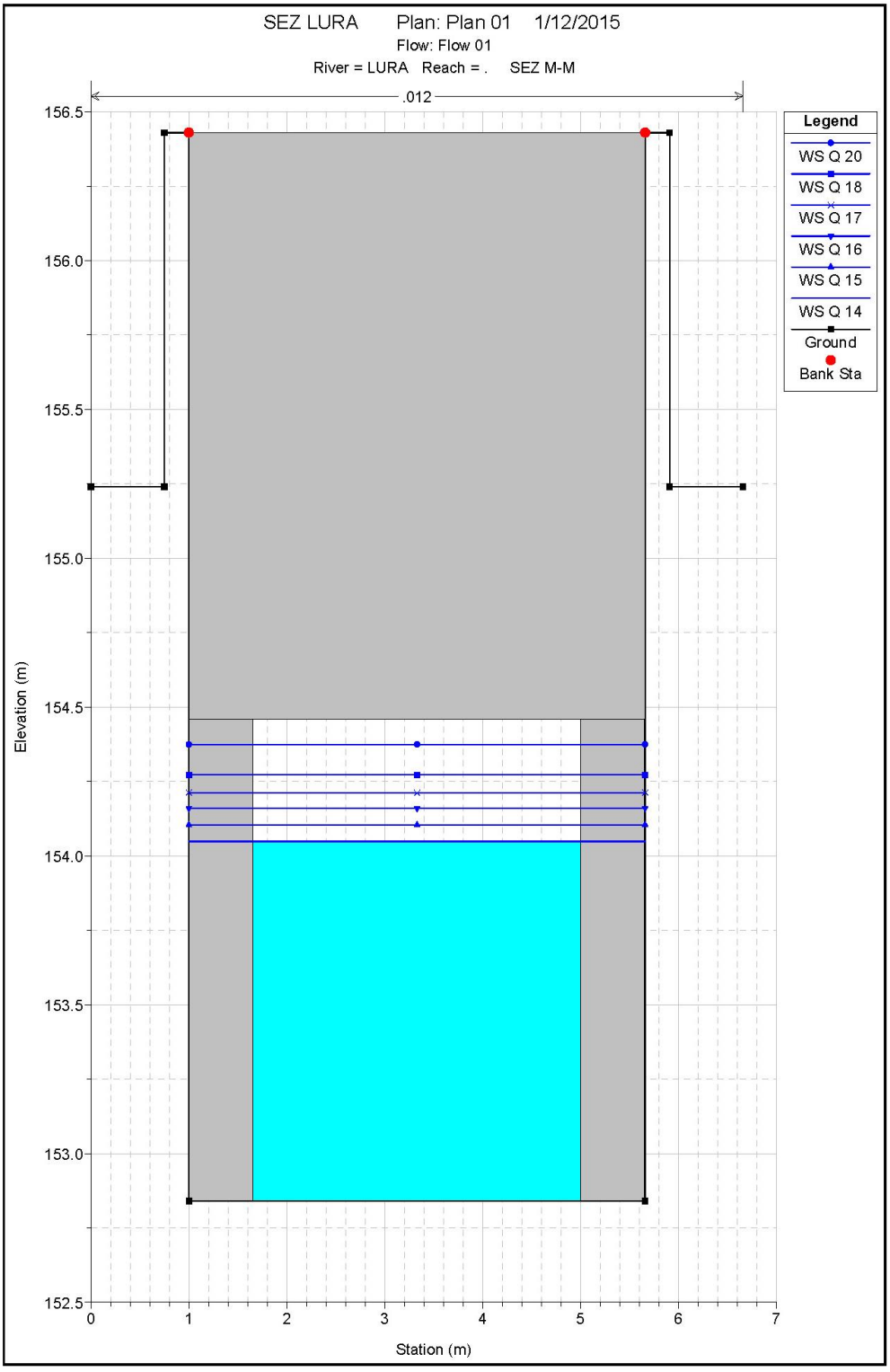

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 18
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
0
1
2
3
4
5
6
7

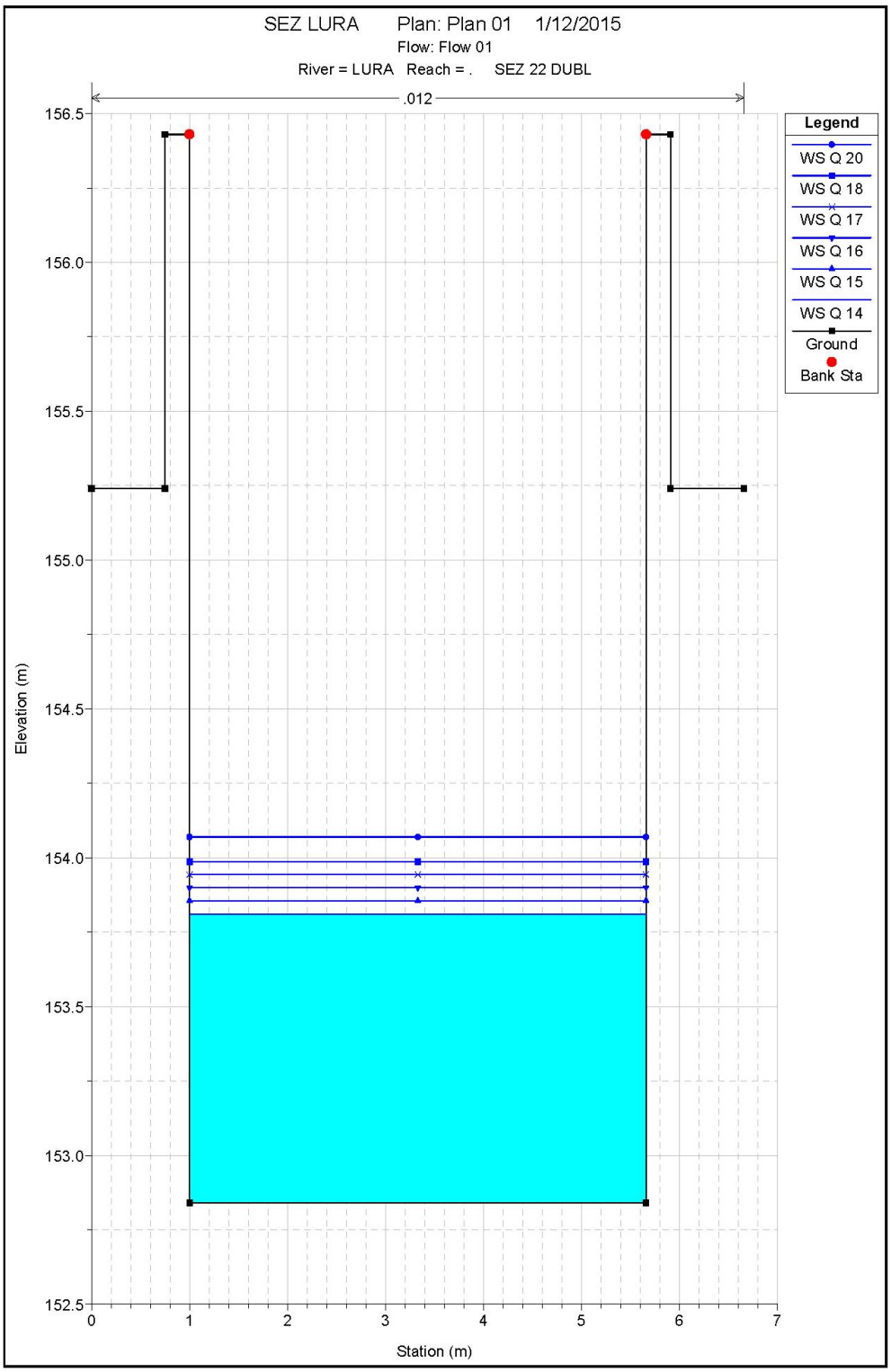

SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 20
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
157.0
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
0
1
2
3
4
5
6
7


SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 22
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
0
1
2
3
4
5
6
7


SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 22
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
0
1
2
3
4
5
6
7


SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ M-M
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
0
1
2
3
4
5
6
7


SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ M-M
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
0
1
2
3
4
5
6
7


SEZ LURA Plan: Plan 01 1/12/2015
Flow: Flow 01
River = LURA Reach = . SEZ 22 DUBL
.012
Legend
WS Q 20
WS Q 18
WS Q 17
WS Q 16
WS Q 15
WS Q 14
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
156.5
156.0
155.5
155.0
154.5
154.0
153.5
153.0
152.5
0
1
2
3
4
5
6
7

Per poter confrontare i risultati ottenuti riportiamo le tabelle di out put del modello in cui si possono paragonare i valori di livello idrico, velocità ecc.. dello stato di fatto e del progetto.

Stato di fatto

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: LURA Reach: .

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
.	9	Q 14	14.00	153.60	156.06	154.78	156.14	0.000999	1.24	11.33	5.17	0.27
.	9	Q 15	15.00	153.60	156.15	154.82	156.23	0.001031	1.27	11.79	5.17	0.27
.	9	Q 16	16.00	153.60	156.24	154.86	156.33	0.001061	1.31	12.25	5.17	0.27
.	9	Q 17	17.00	153.60	156.33	154.90	156.42	0.001083	1.34	12.73	5.17	0.27
.	9	Q 18	18.00	153.60	156.43	154.94	156.52	0.001096	1.36	13.23	5.17	0.27
.	9	Q 20	20.00	153.60	156.62	155.02	156.72	0.001124	1.41	14.20	5.17	0.27
.	8.5		Bridge									
.	8	Q 14	14.00	153.60	155.98		156.07	0.001106	1.28	10.91	5.17	0.28
.	8	Q 15	15.00	153.60	156.06		156.15	0.001145	1.32	11.34	5.17	0.29
.	8	Q 16	16.00	153.60	156.15		156.24	0.001182	1.36	11.76	5.17	0.29
.	8	Q 17	17.00	153.60	156.23		156.33	0.001217	1.40	12.18	5.17	0.29
.	8	Q 18	18.00	153.60	156.30		156.41	0.001251	1.43	12.58	5.17	0.29
.	8	Q 20	20.00	153.60	156.46		156.57	0.001317	1.50	13.37	5.17	0.30
.	7	Q 14	14.00	154.10	155.88		156.01	0.002070	1.60	8.76	5.20	0.39
.	7	Q 15	15.00	154.10	155.96		156.10	0.002087	1.63	9.18	5.20	0.39
.	7	Q 16	16.00	154.10	156.04		156.19	0.002100	1.67	9.60	5.20	0.39
.	7	Q 17	17.00	154.10	156.12		156.27	0.002116	1.70	10.01	5.20	0.39
.	7	Q 18	18.00	154.10	156.20		156.35	0.002133	1.73	10.41	5.20	0.39
.	7	Q 20	20.00	154.10	156.35		156.51	0.002166	1.79	11.18	5.20	0.39
.	6	Q 14	14.00	154.05	155.82		155.95	0.002247	1.64	8.54	5.16	0.41
.	6	Q 15	15.00	154.05	155.90		156.04	0.002261	1.68	8.95	5.16	0.41
.	6	Q 16	16.00	154.05	155.98		156.13	0.002272	1.71	9.36	5.16	0.40
.	6	Q 17	17.00	154.05	156.05		156.21	0.002285	1.74	9.77	5.16	0.40
.	6	Q 18	18.00	154.05	156.13		156.29	0.002301	1.77	10.16	5.16	0.40
.	6	Q 20	20.00	154.05	156.28		156.45	0.002331	1.83	10.92	5.16	0.40
.	5.5	Q 14	14.00	153.94	155.76	154.93	155.87	0.001810	1.50	9.31	5.50	0.37
.	5.5	Q 15	15.00	153.94	155.84	154.97	155.96	0.001826	1.54	9.75	5.50	0.37
.	5.5	Q 16	16.00	153.94	155.92	155.01	156.04	0.001838	1.57	10.19	5.50	0.37
.	5.5	Q 17	17.00	153.94	156.00	155.06	156.13	0.001851	1.60	10.61	5.50	0.37
.	5.5	Q 18	18.00	153.94	156.07	155.10	156.21	0.001867	1.63	11.03	5.50	0.37
.	5.5	Q 20	20.00	153.94	156.22	155.17	156.37	0.001897	1.69	11.85	5.50	0.37
.	5.25		Bridge									
.	5	Q 14	14.00	153.94	155.21		155.46	0.005593	2.23	6.28	5.50	0.67
.	5	Q 15	15.00	153.94	155.29		155.55	0.005198	2.22	6.75	5.50	0.64
.	5	Q 16	16.00	153.94	155.37		155.63	0.004921	2.22	7.19	5.50	0.62
.	5	Q 17	17.00	153.94	155.46		155.71	0.004674	2.23	7.64	5.50	0.60
.	5	Q 18	18.00	153.94	155.54		155.79	0.004454	2.23	8.09	5.50	0.59
.	5	Q 20	20.00	153.94	155.70		155.95	0.004087	2.23	8.98	5.50	0.56
.	4	Q 14	14.00	153.76	155.06		155.28	0.004634	2.07	6.78	5.22	0.58
.	4	Q 15	15.00	153.76	155.16		155.38	0.004321	2.06	7.29	5.22	0.56
.	4	Q 16	16.00	153.76	155.25		155.47	0.004134	2.07	7.74	5.22	0.54
.	4	Q 17	17.00	153.76	155.33		155.55	0.003971	2.07	8.19	5.22	0.53
.	4	Q 18	18.00	153.76	155.42		155.64	0.003829	2.08	8.64	5.22	0.52
.	4	Q 20	20.00	153.76	155.59		155.82	0.003596	2.10	9.53	5.22	0.50
.	3	Q 14	14.00	153.08	154.82		154.94	0.002090	1.57	8.89	5.24	0.39
.	3	Q 15	15.00	153.08	154.93		155.05	0.002012	1.58	9.47	5.24	0.38
.	3	Q 16	16.00	153.08	155.02		155.15	0.001992	1.61	9.96	5.24	0.37
.	3	Q 17	17.00	153.08	155.11		155.25	0.001976	1.63	10.44	5.24	0.37
.	3	Q 18	18.00	153.08	155.20		155.34	0.001962	1.65	10.91	5.24	0.37
.	3	Q 20	20.00	153.08	155.38		155.52	0.001942	1.69	11.83	5.24	0.36
.	2	Q 14	14.00	152.85	154.75		154.86	0.001669	1.47	9.55	5.22	0.35
.	2	Q 15	15.00	152.85	154.86		154.97	0.001625	1.48	10.14	5.22	0.34
.	2	Q 16	16.00	152.85	154.95		155.07	0.001627	1.51	10.63	5.22	0.34
.	2	Q 17	17.00	152.85	155.04		155.16	0.001630	1.53	11.10	5.22	0.34
.	2	Q 18	18.00	152.85	155.13		155.26	0.001633	1.56	11.57	5.22	0.33
.	2	Q 20	20.00	152.85	155.31		155.44	0.001641	1.60	12.50	5.22	0.33
.	1	Q 14	14.00	152.82	154.70	153.75	154.80	0.001722	1.47	9.55	5.16	0.34
.	1	Q 15	15.00	152.82	154.81	153.79	154.92	0.001676	1.48	10.14	5.16	0.34
.	1	Q 16	16.00	152.82	154.90	153.83	155.02	0.001680	1.51	10.62	5.16	0.34
.	1	Q 17	17.00	152.82	154.99	153.87	155.11	0.001685	1.53	11.09	5.16	0.33
.	1	Q 18	18.00	152.82	155.08	153.91	155.21	0.001690	1.56	11.56	5.16	0.33
.	1	Q 20	20.00	152.82	155.26	153.99	155.39	0.001702	1.60	12.48	6.16	0.33
.	0.75		Bridge									
.	0.5	Q 14	14.00	152.82	153.75	153.75	154.21	0.013502	3.00	4.67	5.16	1.00
.	0.5	Q 15	15.00	152.82	153.79	153.79	154.27	0.013522	3.07	4.89	5.16	1.01
.	0.5	Q 16	16.00	152.82	153.83	153.83	154.33	0.013538	3.13	5.11	5.16	1.00
.	0.5	Q 17	17.00	152.82	153.87	153.87	154.39	0.013565	3.20	5.32	5.16	1.01
.	0.5	Q 18	18.00	152.82	153.91	153.91	154.46	0.013594	3.26	5.53	5.16	1.00
.	0.5	Q 20	20.00	152.82	153.99	153.99	154.57	0.013677	3.38	5.93	5.16	1.01

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: LURA Reach: .

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
.	9	Q 14	14.00	154.19	155.92	155.16	156.07	0.000439	1.74	8.06	4.67	0.42
.	9	Q 15	15.00	154.19	156.00	155.20	156.16	0.000443	1.78	8.45	4.67	0.42
.	9	Q 16	16.00	154.19	156.08	155.25	156.24	0.000450	1.82	8.80	4.67	0.42
.	9	Q 17	17.00	154.19	156.15	155.29	156.33	0.000455	1.86	9.16	4.67	0.42
.	9	Q 18	18.00	154.19	156.23	155.34	156.41	0.000459	1.89	9.53	4.67	0.42
.	9	Q 20	20.00	154.19	156.38	155.42	156.57	0.000469	1.96	10.22	4.67	0.42
.	8.5		Bridge									
.	8	Q 14	14.00	154.19	155.56		155.81	0.000834	2.18	6.41	4.67	0.59
.	8	Q 15	15.00	154.19	155.64		155.89	0.000823	2.22	6.76	4.67	0.59
.	8	Q 16	16.00	154.19	155.71		155.97	0.000814	2.25	7.11	4.67	0.58
.	8	Q 17	17.00	154.19	155.78		156.05	0.000807	2.28	7.44	4.67	0.58
.	8	Q 18	18.00	154.19	155.85		156.13	0.000802	2.32	7.77	4.67	0.57
.	8	Q 20	20.00	154.19	155.99		156.28	0.000795	2.38	8.42	4.67	0.56
.	7	Q 14	14.00	154.03	155.58		155.77	0.000590	1.93	7.25	4.70	0.50
.	7	Q 15	15.00	154.03	155.65		155.85	0.000593	1.97	7.61	4.70	0.49
.	7	Q 16	16.00	154.03	155.73		155.93	0.000596	2.01	7.95	4.70	0.49
.	7	Q 17	17.00	154.03	155.80		156.01	0.000600	2.05	8.29	4.70	0.49
.	7	Q 18	18.00	154.03	155.87		156.09	0.000604	2.09	8.62	4.70	0.49
.	7	Q 20	20.00	154.03	156.00		156.24	0.000612	2.16	9.26	4.70	0.49
.	6	Q 14	14.00	154.03	155.56		155.75	0.000608	1.95	7.18	4.70	0.50
.	6	Q 15	15.00	154.03	155.63		155.83	0.000610	1.99	7.53	4.70	0.50
.	6	Q 16	16.00	154.03	155.70		155.92	0.000613	2.03	7.87	4.70	0.50
.	6	Q 17	17.00	154.03	155.78		156.00	0.000616	2.07	8.21	4.70	0.50
.	6	Q 18	18.00	154.03	155.85		156.07	0.000620	2.11	8.54	4.70	0.50
.	6	Q 20	20.00	154.03	155.98		156.23	0.000627	2.18	9.18	4.70	0.50
.	5.5	Q 14	14.00	153.95	155.57	154.87	155.72	0.000443	1.73	8.08	5.00	0.43
.	5.5	Q 15	15.00	153.95	155.64	154.92	155.80	0.000447	1.77	8.46	5.00	0.43
.	5.5	Q 16	16.00	153.95	155.72	154.96	155.88	0.000452	1.81	8.83	5.00	0.44
.	5.5	Q 17	17.00	153.95	155.79	155.00	155.96	0.000456	1.85	9.19	5.00	0.44
.	5.5	Q 18	18.00	153.95	155.86	155.04	156.04	0.000461	1.89	9.55	5.00	0.44
.	5.5	Q 20	20.00	153.95	156.00	155.12	156.19	0.000470	1.95	10.24	5.00	0.44
.	5.25		Bridge									
.	5	Q 14	14.00	153.95	154.87	154.87	155.34	0.002229	3.03	4.62	5.00	1.00
.	5	Q 15	15.00	153.95	154.92	154.92	155.41	0.002234	3.10	4.84	5.00	1.01
.	5	Q 16	16.00	153.95	154.96	154.96	155.47	0.002238	3.17	5.05	5.00	1.01
.	5	Q 17	17.00	153.95	155.00	155.00	155.53	0.002243	3.23	5.26	5.00	1.01
.	5	Q 18	18.00	153.95	155.04	155.04	155.60	0.002249	3.29	5.47	5.00	1.01
.	5	Q 20	20.00	153.95	155.12	155.12	155.72	0.002261	3.41	5.86	5.00	1.01
.	4	Q 14	14.00	153.75	154.65	154.65	155.11	0.002193	2.99	4.69	5.22	1.01
.	4	Q 15	15.00	153.75	154.70	154.70	155.17	0.002194	3.05	4.91	5.22	1.01
.	4	Q 16	16.00	153.75	154.74	154.74	155.23	0.002196	3.12	5.13	5.22	1.01
.	4	Q 17	17.00	153.75	154.78	154.78	155.29	0.002199	3.18	5.34	5.22	1.01
.	4	Q 18	18.00	153.75	154.82	154.82	155.35	0.002204	3.25	5.54	5.22	1.01
.	4	Q 20	20.00	153.75	154.95	154.89	155.47	0.001950	3.22	6.21	5.22	0.94
.	3	Q 14	14.00	153.08	154.57		154.77	0.000634	1.98	7.08	4.74	0.52
.	3	Q 15	15.00	153.08	154.65		154.86	0.000626	2.01	7.46	4.74	0.51
.	3	Q 16	16.00	153.08	154.73		154.95	0.000621	2.04	7.84	4.74	0.51
.	3	Q 17	17.00	153.08	154.81		155.03	0.000616	2.07	8.21	4.74	0.50
.	3	Q 18	18.00	153.08	154.89		155.12	0.000609	2.09	8.60	4.74	0.50
.	3	Q 20	20.00	153.08	155.05		155.28	0.000603	2.15	9.32	4.74	0.49
.	2	Q 14	14.00	152.94	154.57		154.74	0.000501	1.82	7.69	4.72	0.46
.	2	Q 15	15.00	152.94	154.65		154.83	0.000502	1.86	8.08	4.72	0.45
.	2	Q 16	16.00	152.94	154.73		154.91	0.000504	1.89	8.45	4.72	0.45
.	2	Q 17	17.00	152.94	154.81		155.00	0.000506	1.93	8.82	4.72	0.45
.	2	Q 18	18.00	152.94	154.89		155.08	0.000505	1.96	9.20	4.72	0.45
.	2	Q 20	20.00	152.94	155.04		155.25	0.000509	2.02	9.92	4.72	0.44
.	1	Q 14	14.00	152.84	154.57	153.81	154.72	0.000441	1.74	8.04	4.66	0.42
.	1	Q 15	15.00	152.84	154.65	153.86	154.81	0.000446	1.78	8.42	4.66	0.42
.	1	Q 16	16.00	152.84	154.73	153.90	154.89	0.000452	1.82	8.79	4.66	0.42
.	1	Q 17	17.00	152.84	154.80	153.94	154.98	0.000457	1.86	9.15	4.66	0.42
.	1	Q 18	18.00	152.84	154.88	153.99	155.07	0.000459	1.89	9.53	4.66	0.42
.	1	Q 20	20.00	152.84	155.04	154.07	155.23	0.000467	1.95	10.23	4.66	0.42
.	0.75		Bridge									
.	0.5	Q 14	14.00	152.84	153.81	153.81	154.30	0.002291	3.10	4.52	4.66	1.00
.	0.5	Q 15	15.00	152.84	153.86	153.86	154.37	0.002299	3.17	4.73	4.66	1.00
.	0.5	Q 16	16.00	152.84	153.90	153.90	154.43	0.002307	3.24	4.94	4.66	1.00
.	0.5	Q 17	17.00	152.84	153.94	153.94	154.50	0.002316	3.31	5.14	4.66	1.00
.	0.5	Q 18	18.00	152.84	153.99	153.99	154.56	0.002325	3.37	5.34	4.66	1.00
.	0.5	Q 20	20.00	152.84	154.07	154.07	154.69	0.002345	3.49	5.73	4.66	1.01

Dai risultati ottenuti si evince che i tratti con la maggiore criticità risultano essere gli attraversamenti e quelli in cui l'alveo risulta tombinato. Infatti in queste sezioni e, in particolare nella sezione più sfavorevole che risulta essere la sez M-M, le portate transitabili, senza che l'attraversamento vada in pressione, sono di circa 15 mc/s per lo stato di fatto e di circa 17 mc/s per

lo stato di progetto. Già solo questo aspetto evidenzia la miglioria sulle problematiche di carattere idraulico che l'intervento potrebbe portare.

4.0 PROCEDURA DI ALLERTA

Per poter procedere in sicurezza all'interno dell'alveo del torrente Lura durante le fasi di costruzione delle opere, occorrerà monitorare l'andamento dei livelli facendo riferimento all'idrometro installato presso il manufatto scolmatore collegato al CSNO, localizzato circa 400 metri a monte del tratto di intervento in progetto.

I valori di altezza d'acqua forniti dall'idrometro possono essere visualizzati direttamente sul sito dell'Agenzia Interregionale per il fiume Po, alla sezione Monitoraggio Idrografico.

La paratoia di valle del manufatto scolmatore che regola le portate verso l'abitato di Rho verrà temporaneamente chiusa, consentendo di lavorare in condizioni di asciutta nel tratto urbano del torrente previsto in progetto. Temporaneamente, quindi, la portata in arrivo da monte verrà convogliata solo all'interno della condotta che recapita nel CSNO, in grado di recepire una portata massima di circa 14 mc/sec.

Al verificarsi di un tirante idrico di circa 158.50 m slm (pari ad una altezza d'acqua di circa 1.67 m), corrispondente al passaggio di una portata di circa 10 mc/sec nella sezione a monte delle paratoie di scarico nel CSNO, dovrà essere attivata la procedura di allerta per lo sgombero immediato del cantiere, in quanto un repentino aumento delle portate comporterebbe la saturazione della capacità di scolmo del deviatore verso il CSNO e quindi la necessità di convogliare le portate aggiuntive nel corso d'acqua lungo tratto di valle verso il centro di Rho.