REGIONE LIGURIA

COMUNE DI ORTOVERO

PROVINCIA DI SAVONA

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA IN CORPO TRAVERSA NEL COMUNE DI ORTOVERO (SV)

Torrente ARROSCIA

PROGETTO DEFINITIVO

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
00	16/07/2018	PRIMA_EMISSIONE: RICHIESTA INTEGRAZIONI PROCEDURA DI V.I.A. REGIONALE PROT. N. PG/2018/0045941 DEL 09.02.2018			

TAVOLA	TITOLO ELABORATO	SCALA
R-22	**RELAZIONE DI RISPOSTA INTEGRAZIONI PROT.N.PG/2018/004591 del 09/02/2018**	-

PROPONENTE

OCAF S.r.l.
Via Valle d'Aosta n.10/4
17031 Albenga (SV)
P.IVA 01740170095

PROGETTISTI

Ing. Stefania Benzo
Viale Cagna 31 bis
12078 Ormea (CN)
P.I. 03524030040
Ordine degli Ingegneri di Cuneo A2411
e-mail:studiogb@email.it
pec:benzo.stefania@ingpec.eu
tel. 0174 392281

IDENTIFICATIVO FILE:

NOTE: LA DIFFUSIONE E RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE DEL SEGUENTE ELABORATO E' VIETATA A TERMINE DI LEGGE.

PREMESSA

Il presente documento è redatto a corredo della trasmissione delle integrazioni richieste cin prot. n PG/2018/0045941 del 09/002/2018 nell'ambito della procedura di valutazione di impatto ambientale regionale in corso sul progetto:" Costruzione di una centrale idroelettrica in corpo traversa sul T. Arroscia nel comune di Ortovero (SV)", ed illustra e descrive sinteticamente e puntualmente la posizione delle risposte formulate dagli enti.

1. ***Per quanto riguarda la Tutela del Paesaggio*** *(Settore Tutela del Paesaggio e demanio Marittimo): il Settore di competenza ha accertato la sussistenza di vincolo paesaggistico, peraltro ritiene che la documentazione prodotta e pubblicata risulti carente nella rappresentazione dello stato dei luoghi e di alcune delle opere previste, chiede pertanto le seguenti integrazioni:*
    a. *aggiornamento della relazione paesaggistica (R-11) individuando per tipologia di intervento la sussistenza o meno del vincolo tenuto peraltro conto della presenza della tutela di cui all'art. 142 1° comma lettera e) del Codice (Rio Torbido);*

Si trasmette in allegato la relazione paesaggistica aggiornata, dove è stato effettuato esplicito riferimento alla presenza del vincolo paesaggistico in recepimento del futuro PUC di Ortovero, dove individua per la zona della cabina di consegna la presenza di area boscata elemento tra l'atro già individuato nella precedente versione. Relativamente alla presenza del vincolo di cui all'art. 142, primo comma lettera c) del Dlgs 42/2004 si precisa, come da immagine riportata di seguito e riportata anche nel suddetto aggiornamento, che la distanza che intercorre tra il Rio Torbido e la posizione della cabina è superiore a 150 m pertanto non sussiste la presenza di tale vincolo, al contrario parte delle condutture interrate sono ad una distanza inferiore, ma trattasi di opere completamente interrate, pertanto i sensi dell'allegato A numero 15 del D.P.R. n. 31 del 2017 lo specifico intervento ricade nell'ambito di *interventi ed opere in aree vincolate esclusi dall'autorizzazione paesaggistica*. Di seguito si riporta per completezza il punto di riferimento *"A.15. fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all'art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; impianti geotermici al servizio di singoli edifici; serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano di campagna; l'allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal suolo non oltre i 40 cm;"*. Si riporta inoltre il foto-inserimento della cabina di consegna così come richiesto.

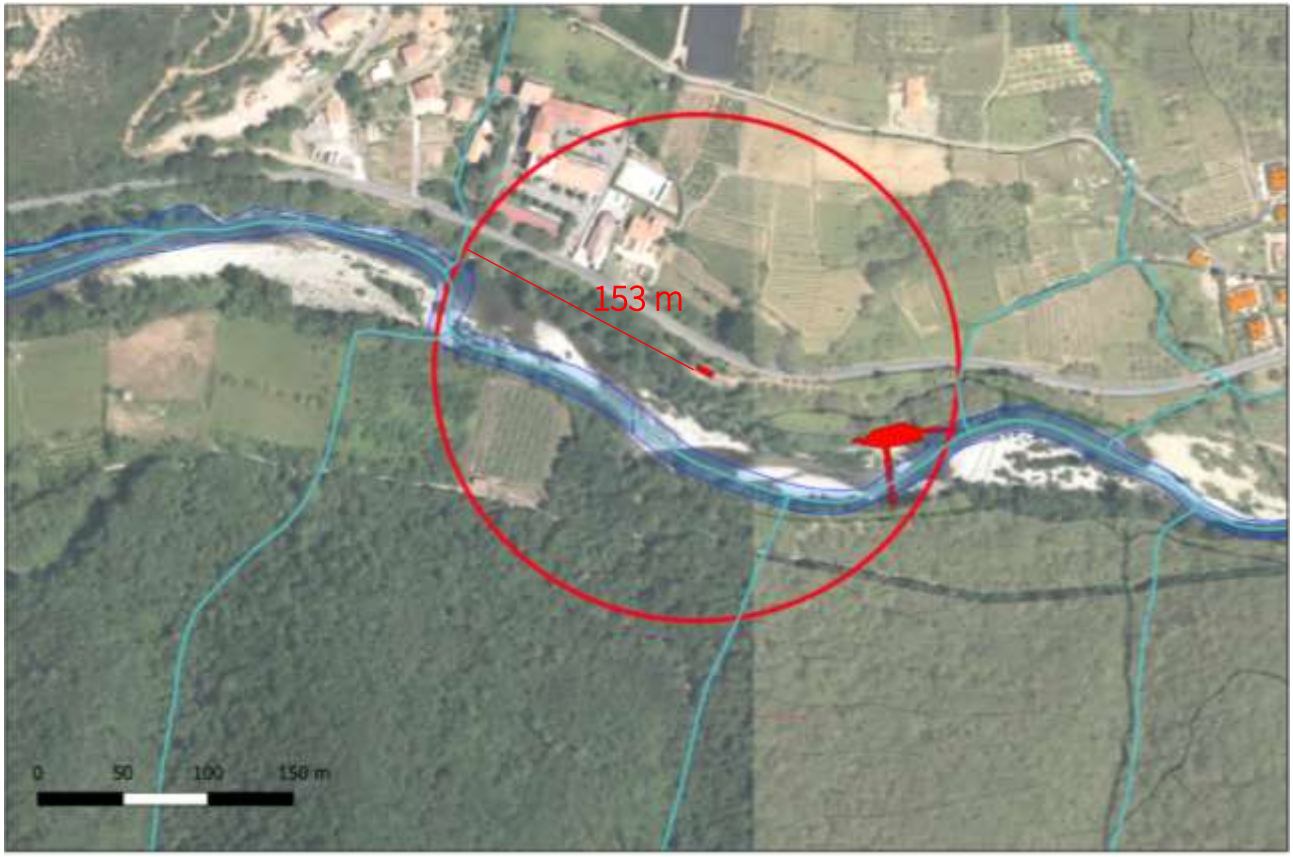


Figura 1 Distanza di 153 m tra lo spigolo più esterno della cabina e il rio Torbido

b. *rappresentazione della sezione di scavo relativamente alla posa delle condotte interrate, con indicazione delle opere di ripristino che si prevedono di adottare;*

Le sezioni tipo e l'indicazione dei tratti di appartenenza sono riportate nell'aggiornamento della tavola T-13a-R2 Cabina di consegna ed automazione. Fermo restando che per la posa sarà necessario prestare la massima attenzione alle indicazioni e prescrizioni ENEL, le tipologie di ripristini saranno tre, e tutte prevedranno il perfetto ripristino dei luoghi. In particolare, dove è presente terreno vegetale si ripristinerà l'attuale condizione con opportuni rinverdimenti, dove vi è asfalto (attraversamento e tratto in zona "residence la quiete") sarà ripristinato il manto stradale e nei tratti in cunetta verrà ripristinata a regola d'arte.

c. *corretta rappresentazione negli elaborati grafici relativi alia progettazione della cabina di consegna ed automazione (T-13) sia per quanto concerne le sistemazioni esterne - corrispondenza tra le sezioni e quanto indicato nel relativo prospetto - sia relativamente al foto-inserimento (R-11) in cui deve evincersi il corretto rapporto tra la rappresentazione del locale tecnico e all'effettivo stato dei luoghi.*

Si rimanda il lettore agli elaborati aggiornati per il dettaglio richiesto (T-13a e b Cabina di consegna ed automazione e R-11-R1 Relazione paesaggistica).

2. ***Per quanto riguarda il suolo*** *(Settore Ecologia): si osserva che lo studio geologico non riporta né carta geologica interpretativa ne sezioni, entrambe a scala di progetto, per cui resta poco chiaro se, nel caso in cui la roccia non affiorasse per tutta I 'estensione della traversa, sia prevista I 'esecuzione di fondazioni speciali e se saranno quindi necessari ulteriori scavi, né si può prevedere se gli scavi potranno interessare il livello saturo e per quali profondità. Si ha poi la necessità di verificare I 'assenza di contaminazione ai*

sensi! dell'art 185 del D.Lgs. 152/2006 e la compatibilità ai fini dell'utilizzo ai sensi del DPR 12/2017. Pertanto si chiede:

a. *un maggior approfondimento progettuale teso anche a definire in dettaglio le opere fondazionali necessarie affinché la briglia non sia nuovamente scalzata e portata a valle dall'Arroscia, con le conseguenti interferenze con le alluvioni e le acque sotterranee.*

Relativamente alle opere di fondazione della traversa la soluzione proposta risulta verificata alla stabilità con materiale sciolto. In linea di massima in sponda destra sarà certamente fondata in roccia, mentre in sponda sinistra, qualora in fase esecutiva si riscontrasse la necessità si provvederà a realizzare alcuni pali adeguatamente immorsati in roccia al fine di garantire la perfetta stabilità all'opera.

b. *La caratterizzazione delle matrici oggetto di scavo.*

Si rimanda il lettore alla relazione di approfondimento recante i risultati delle indagini geognostiche richieste (R21-Integrazioni alla relazione di inquadramento geologico). In prima analisi risulta che il materiale costituente il fondo ricada interamente in tabella A.

3. ***Per quanto riguarda la concessione di derivazione e gli aspetti idraulici*** *(Sett. Difesa Suolo Savona e Imperia): si osserva che diversi aspetti del progetto, sia la Relazione tecnica sia la documentazione grafica, risultano in vari ambiti poco approfonditi ed alcuni interventi a progetto non sono poco o nulla illustrati, in particolare occorrono le seguenti integrazioni:*

a. *Maggior dettaglio nell'illustrazione progettuale delle opere di realizzazione della pista di accesso e delle nuove opere di difesa spondale (muri, gabbioni, scogliera..., che non sono esplicitate nella Relazione tecnica) con la produzione di ulteriori sezioni di dettaglio complete di raffronti tra stato attuale e di progetto dal quale, in particolare venga evidenziata e sia univoca la posizione in riferimento all'alveo attivo e alia fascia di inedificabilità assoluta del Torrente Arroscia;*

Relativamente al dettaglio progettuale richiesto gli elaborati grafici a corredo della relazione tecnica revisionata illustrano la pista di cantiere provvisionale a progetto. Si rimanda il lettore all'apposito elaborato T-21 Sezioni di confronto stato di fatto e progetto della pista di cantiere. La pista di accesso sarà di tipo permanente sino alla cabina di accesso (rimanendo sempre al di fuori della fascia di inedificabilità) e temporanea per l'area interna alla fascia, L'intervento essendo in alveo necessità per forza di un accesso sicuro che limiti il più possibile la presenza dei mezzi inalveo. La soluzione individuata è l'unica che consenta un facile accesso senza la realizzazione di guadi provvisori dell'alveo. Al termine del cantiere verrà smantellata.

b. *in relazione al progetto del nuovo muro in c.a. posto a sostegno delle previste gabbionate, nella porzione terminale del tratto indagato, la valutazione della possibilità di realizzare un'opera alternativa a minor impatto visivo sempreché strutturalmente compatibile (es. scogliera naturale), posto che in alternativamente dovrà essere previsto il rivestimento in pietrame naturale;*

Il muro di sostegno alla gabbionata rinverdita è stato realizzato in cemento armato, in quanto offre numerosi vantaggi, principalmente legati all'impedimento alla creazione di una circolazione in ammassi sciolti d'acqua, pericolosa ed in grado di inficiare la funzionalità stessa dell'opera di stabilità spondale. Per mitigare l'impatto visivo dell'opera generato dall'emersione un 1 metro solo nei mesi di magra, si provvederà al rivestimento dello stesso riprendendo le tipologie costruttive adottate per gli altri interventi di mitigazione proposti, come

illustrato nella revisione degli elaborati (TAV-05 Planimetria generale - piante particolareggiate e sezioni Impianto a progetto - TAV-20- Pianta - sezioni trasversali - profilo longitudinale e dettagli muri in gabbioni).

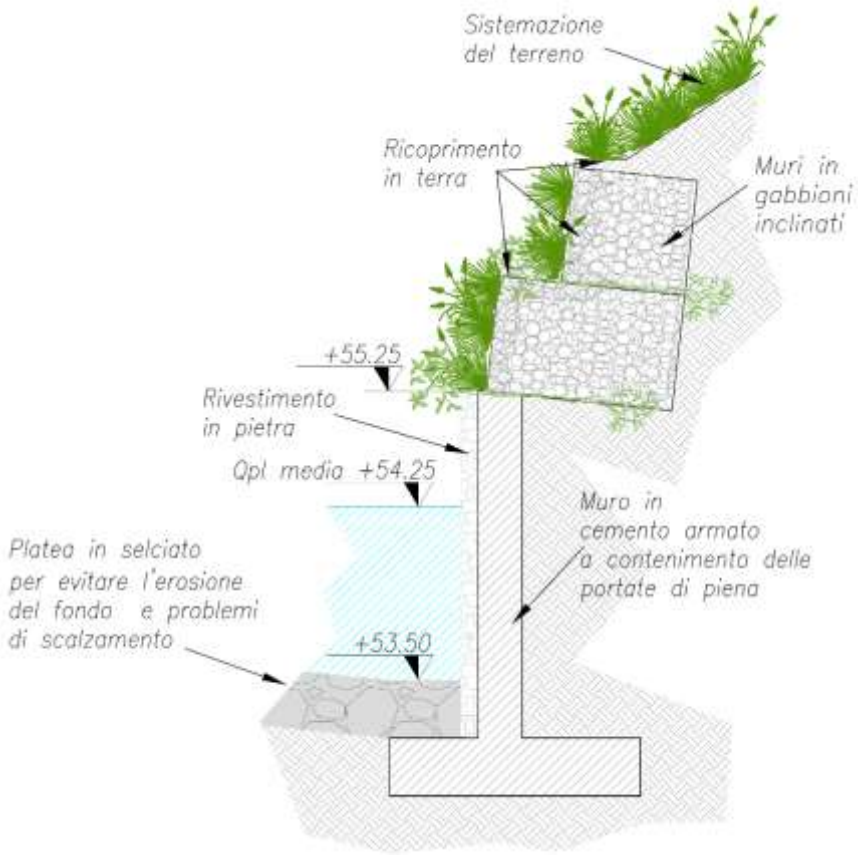


Figura 2 Sistemazione a verde della gabbionata lungo il canale di restituzione

c. *esplicare, sia graficamente che a mezzo di relazione di dettaglio, le esatte modalità di raccordo della parte terminale di gabbionate a progetto in sponda sinistra con il profilo attuale dell'alveo in quel tratto, stante che gli-elaborati visionati sembrerebbero evidenziare una discontinuità di detti profili di progetto e stato attuale con possibile innesco di fenomeni di erosione spondale;*

La gabbionata prevista per il sostegno del materiale sciolto a tergo della restituzione della centrale si raccorderà al terreno esistente come illustrato nel dettaglio grafico riportato nella tavola TAV-20- Pianta - sezioni trasversali - profilo longitudinale e dettagli muri in gabbioni.
L'opera essendo a pendenza variabile sarà parzialmente ricoperta dal terreno naturale creando un tutt'uno con il terreno esistente.
Inoltre le analisi di simulazione del campo delle velocità mostrano come la zona a valle della traversa dove è prevista la realizzazione della difesa spondale sia caratterizzata da velocità modeste anche in occasione di piene significative. Tale condizione locale è dettata anche dall'analisi del materiale depositato, ovvero sabbie e ghiaietto, a testimonianza delle ridotte velocità, mentre avvicinandosi verso il centro d'alveo il materiale presente assume le caratteristiche del ciottolo di medio/ grande pezzatura.



Figura 3Rappresentazione del campo di velocità conportata duecentennale (Hec-Ras + QGIS)

Per raccordarsi al terreno esistente è prevista la realizzazione di un tratto di protezione spondale immediatamente a valle dell'impianto.

Il primo tratto, dato il dislivello generato dal canale turbina (di oltre circa 2m) e per le caratteristiche del materiale di fondo (sabbie e ghiaie eterogenee) si prevede la realizzazione di un muro in cemento armato esternamente rivestito in pietra, sormontato da una gabbionata rinverdita. Tale soluzione risulta la migliore sia in termini di stabilità della sponda sia per il buon funzionamento dell'impianto.

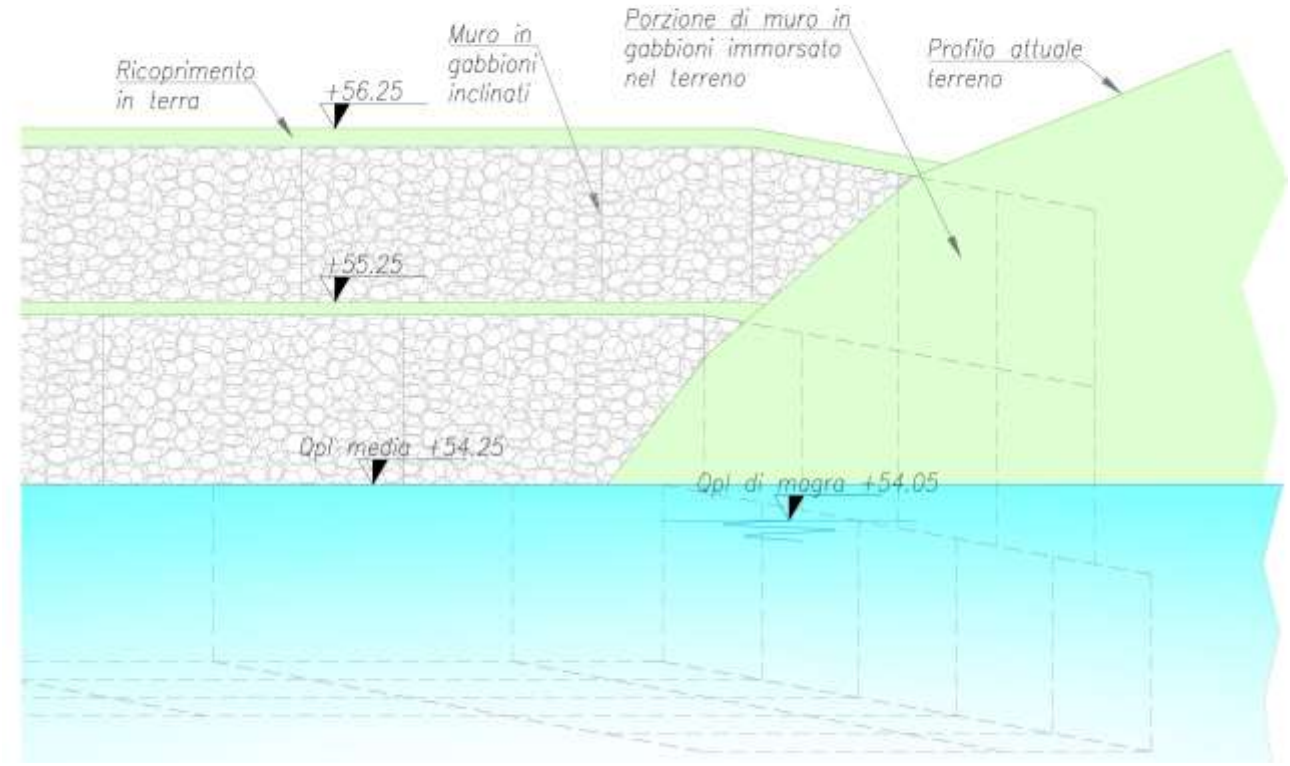


Figura 4 Tratto terminale gabbionata

A mano a mano che ci si allontana dall'impianto a progetto si prevede di realizzare una gabbionata rinverdita che nel tratto terminale risulta immersa nel terreno esistente. Tale soluzione consente un buon raccordo al terreno esistente offrendo un elevata protezione spondale, con un'opera, quasi invisibile una volta completamente rinverdita.



Figura 5 Particolare tratto terminale gabbionata rinverdita

d. *esplicitare se la pista di accesso evidenziata negli elaborati grafici, sia di servizio al cantiere o se si tratti di opera definitiva. Si fa presente che in quest'ultimo caso non risulterebbe ammissibile ai sensi del R.R. 3/2001 "Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua";*

La pista di accesso sarà a servizio esclusivo del cantiere pertanto al termine dei lavori sarà previsto lo smantellamento. In caso di interventi di manutenzione straordinari da effettuarsi nei periodi di asciutta potranno essere effettuati a mezzo di autogru per la movimentazione della turbina direttamente dall'area di proprietà posta in adiacenza. Nel caso si richiedesse la necessità di interventi in alveo si richiederà di volta in volta le previste autorizzazioni di legge concordando con l'amministrazione competente le modalità di accesso.

e. *stante l'incongruenza rilevata tra l'inquadramento territoriale (TAV 01) e le tavole di progetto, per quanto concerne, si chiede di chiarire l'esatta ubicazione planimetrica della cabina di distribuzione, posto che dalla documentazione progettuale prodotta l'opera sembra interessare la fascia di inedificabilità assoluta ex art. 5 del R.R. 3/2001 del T. Arroscia;*

A seguito delle richieste si trasmette versione aggiornata degli elaborati con la definizione della posizione della cabina di distribuzione. In particolare si evidenzia che l'opera sia ad una distanza superiore a 10m dall'opera arginale esistente fissa (canale irriguo) ed è posizionata ad una quota superiore di 1m rispetto al livello previsto con portata duecentennale. Si richiede altresì la deroga alla distanza minima dalla strada provinciale SP453 in quanto la posizione della cabina è all'interno della fascia di 10 m di rispetto dalla strada provinciale N.453, Data la posizione del locale ,circa 6 m all'esterno curva con quota di ingresso inferiore di circa 2 m rispetto al piano viario e conseguente ridotta sporgenza dallo stesso di circa +1 m, oltre alla presenza del sicurvia e di vegetazione (ulivi) tra la strada e la nuova opera, si ritiene che ci siano gli estremi per la richiesta di deroga dalla distanza minima dalla strada in quanto non vi è alcuna interferenza visiva tra la strada e l'opera
Si richiede pertanto nell'ambito del presente iter autorizzativo la richiesta di deroga della distanza minima della cabina dalla strada.

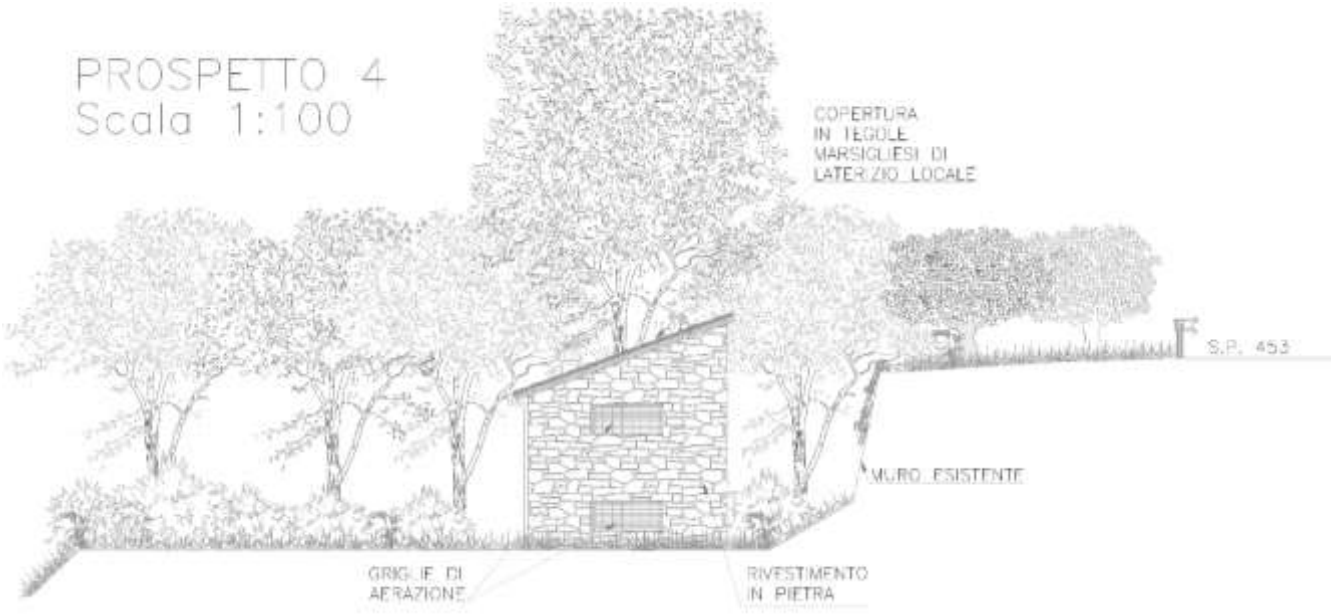


Figura 6 Prospetto della cabina di gestione e consegna rispetto alla strada provinciale n.453

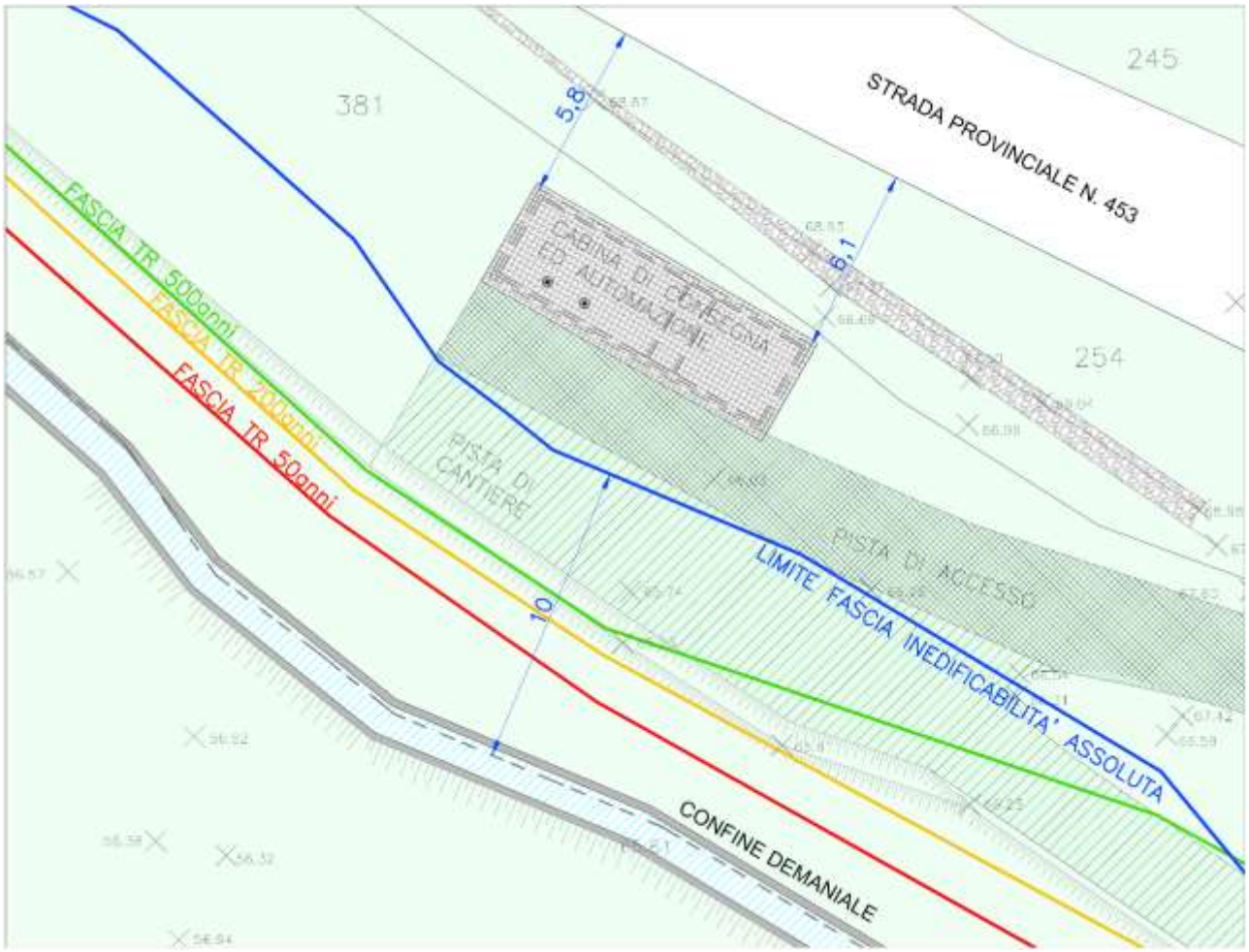


Figura 7 Dettaglio planimetrico posizione cabina

f. si richiede certificazione da parte del progettista che i volumi da realizzarsi per le opere in, progetto non determinano modifiche volumetriche a quanto preesistente con particolare riferimento alla briglia (mero ripristino) ed al corpo turbina che dovrà essere totalmente inserito nel profilo attuale della sponda interessata;

L'intervento in alveo di fatto si costituisce come un mero ripristino di una condizione preesistente. La traversa in dimensioni fuori terra e sagoma risulta identica a quella esistente. Le fondazioni dovranno per forza essere adeguate alle nuove normative e dovranno essere tali da impedire il ripresentarsi di fallanze come nello stato attuale. La particolare tipologia di impianto adottata prevede la realizzazione di un canale nel corpo traversa. Al fine di non modificare lo stato attuale della sponda si prevede la realizzazione dello stesso in aderenza al muro spondale esistente "internamente all'alveo". Sarà garantita adeguata rigidezza strutturale tra le due strutture al fine mantenere la continuità strutturale delle opere a progetto. Si allega alla lettera di trasmissione la certificazione richiesta.

g. rilevato che la norma prevede che nuovi interventi in alveo, seppur ammessi in quanto indispensabili alla derivazione, non determinino ostacolo al deflusso nonché aumento delle condizioni di pericolosità e necessario che, nelle varie configurazioni' previste dalle simulazioni idrauliche, venga analizzata anche la situazione dell'alveo, "ante rottura" della briglia preesistente. Tale simulazione dovrà essere restituita con i dovuti raffronti rispetto alle altre simulazioni' già eseguite, sia in forma grafica (planimetrie, profili e sezioni) sia tabellare

Si rimanda il lettore alla revisione 1 della R04-R1 - Relazione verifiche idrauliche, dove si è integrata la modellazione con lo stato *ante rottura* confrontandolo con lo stato di Progetto. Dall'analisi emerge che, nel tratto a monte della traversa, le opere a progetto non alterano lo stato ante rottura, le lievi differenze che si registrano, a favore della condizione di progetto, sono pienamente rientranti nell'ordine di precisione del modello di calcolo. Nelle sezioni immediatamente a valle della traversa si ha una differente localizzazione del risalto idraulico, che nelle condizioni di progetto si addossa maggiormente alla traversa, i cui fenomeni sono localizzati, di modesta entità e a favore di sicurezza per la stabilità della traversa. Alla luce di quanto riportato nella relazione e quanto emerso dalle verifiche idrauliche risulta evidente che la realizzazione dell'intervento non altera lo stato di deflusso delle piene rispetto alla condizione antecedente alla rottura della traversa.

h. si richiede infine che la modellistica idraulica venga fornita in formato digitale per consentire le necessarie Verifiche d'ufficio.

In allegato alla presente trasmissione sono riportate le verifiche idrauliche in formato digitale realizzate con il software HEC-RAS Hydrologic Engineering Center- River Analysis System, della US Army Corps Engineers

Nota prot.PG/2018/0082353 del 15/03/2018

In riferimento alla nota del 15/03/2018 con Prot. N. PG/2018/0082353 si trasmette di seguito l'analisi richiesta, relativamente alle velocità che si instaurano all'interno del passaggio di rimonta della fauna ittica.

La specie obbiettivo per il passaggio artificiale di rimonta della fauna ittica sono i Ciprinidi di piccola taglia, la cui popolazione è l'unica che si presenti ben strutturata nel tratto di Torrente Arroscia in esame. Il vairone è un endemismo esclusivamente italiano, la cui importanza di salvaguardia e conservazione è relativamente recente e non è mai stata associata alla tematica della deframmentazione fluviale non sono pertanto presenti valori scientifici di riferimento e pertanto è necessario fare riferimento ad empirismi che spesso sono stati smentiti dai monitoraggi realizzati. È stato osservato che per alcune di queste specie (appartenenti ai Ciprinidi) è documentato il passaggio abbondante anche degli stadi giovanili.

L'Anguilla, necessita di una trattazione specifica in quanto è caratterizzata da abilità natatorie differenti derivanti della tipologia di nuoto. L'anguilla è specie catadroma, che conduce vita prevalentemente dulciacquicola, il cui ciclo comprende una lunga migrazione riproduttiva fino al Mare dei Sargassi. Le larve fogliformi (leptocefali) si avvicinano alle coste europee dell'Atlantico lasciandosi trasportare passivamente dalla Corrente del Golfo. Lo stadio vitale successivo (cieche) è caratterizzato da forma del corpo nastriforme e da nuoto attivo, mediante il quale le stesse raggiungono le coste mediterranee, iniziando la risalita in ambiente fluviale. Gli adulti compiono liberi spostamenti a carattere trofico, mostrando abilità natatorie migliori di quelle degli stadi sessualmente immaturi. Per quanto riguarda la quantificazione delle velocità massime raggiunte dall'anguilla ci si riferisce principalmente a:

velocità massime comprese tra 1,2 e 1,5 m/sec (Clough, 2004);
Velocità massima superabile dai ragani (20 cm circa): 1,15 m/sec (Beach e Solomon, 2004);
Velocità massima superabile dalle anguille gialle (circa 40 cm): 1,25 m/sec (Beach e Solomon, 2004);
Velocità massima superabile dalle anguille adulte (>60 cm): 1,35-1,40 m/sec (Beach e Solomon, 2004);
Velocità massima di scatto della specie: anche oltre 2,40 m/sec. (Travade et al., 1998).

All'anguilla è riconosciuta la capacità di superare velocità di corrente ben al di sopra delle velocità massime riportate, ma dato il contesto ci si attiene a quest'ultime.

In particolare il passaggio adottato prevede la realizzazione di un particolare substrato del fondo con massi di altezza prossima a 20cm immorsati nel fondo. Tale soluzione consente di realizzare una zona di substrato molto spessa in grado di ospitare le anguille, che per le loro peculiari caratteristiche possono sfruttare le ridotte velocità oltreché la presenza dei massi per risalire. Il fondo si presenta dunque del tutto simile a quelli tipici dei passaggi artificiali specifici per le anguille in plastica, solamente realizzato in pietra naturale con un indubbio minor impatto sull'ambiente. Il passaggio di rimonta è stato progettato con questa configurazione grazie alla collaborazione dei tecnici ittiologi che hanno curato le analisi sull'ambiente acquatico.

Il passaggio di rimonta presenta numerosi bacini proprio per ridurre il dislivello e conseguente le velocità tra una vasca e l'altra, inoltre la pendenza media prossima al 5% come riportato nella gran parte dei manuali di progettazione dei passaggi artificiali di rimonta per la fauna ittica, assicura che lo stesso possa essere utilizzato da tutte le specie, presenti. Questo tipo di soluzione prevede dunque di superare il dislivello generato dallo sbarramento suddividendolo in una serie di piccoli salti che alimentano altrettanti bacini fra loro comunicanti per mezzo di stramazzi o di orifizi. Tali aperture, attraverso le quali fluisce l'acqua, regolano il livello in ciascuno dei bacini. L'acqua può scorrere in superficie, dal fondo, oppure attraverso fessure laterali. Il compito dei bacini è quello di dissipare l'energia associata alla portata che transita nella scala, oltre a fornire utili zone di riposo necessarie alla fauna ittica. I principali parametri per il dimensionamento di un passaggio a bacini successivi sono le dimensioni dei bacini, la pendenza e la forma dei setti divisori che dipendono dalla variazione del livello d'acqua di monte e valle e dalle specie ittiche che utilizzeranno il passaggio.

Al fine di avvallare numericamente i parametri empirici di dimensionamento individuati dalla buona norma si è eseguita una modellazione idraulica della struttura di risalita andando ad individuare le velocità all'interno delle singole vasche e nelle fenditure mediante il software HEC-RAS.

Le verifiche dei battenti e delle portate sono state effettuate modellizzando il passaggio di rimonta e adottando come scabrezza del materiale pari a 0.036 $m/s^{-1/3}$ adatto per i canali con massi immorsati al fondo.

La portata di progetto adottata ben equilibra le velocità nei singoli bacini e il funzionamento del passaggio (fenditure rigurgitate) è pari 188 l/s; portate inferiori comporterebbero fenditure non rigurgitate, mentre portate superiori comporterebbero profili di velocità eccessivi.

La fenditura verticale larga 20 cm non è a piena sezione, in quanto si è voluto mantenere un buon rigurgito nel bacino per massimizzare la dissipazione turbolenta, inoltre è presente sul fondo del bacino un passaggio a sezione quadrata di 20 cm x 20 cm che mette in comunicazione i bacini nel substrato di fondo. Tale scelta permette di mantenere nella vasca di monte un adeguato battente idraulico al transito dell'ittiofauna. Le velocità che si riscontrano, i cui valori sono riportati di seguito, mostrano come nella configurazione adottata si hanno velocità medie di punta nell'imbocco dei setti di circa tra 0.163 m/s (a monte) e 0.187 m/s (a valle) mentre all'interno dei bacini si hanno valori prossimi a 0.17 m/s. Si ritiene che la soluzione adottata consenta il miglior compromesso fornito dai vincoli progettuali posti e sia fruibile da tutte le specie presenti nel T.Arroscia . L'elevata scabrezza del fondo dovuta alla presenza del substrato consente di ridurre ulteriormente le velocità al fondo come illustrato nell'immagini seguenti, pertanto in prossimità del fondo e delle pareti laterali si registrano velocità contenute.

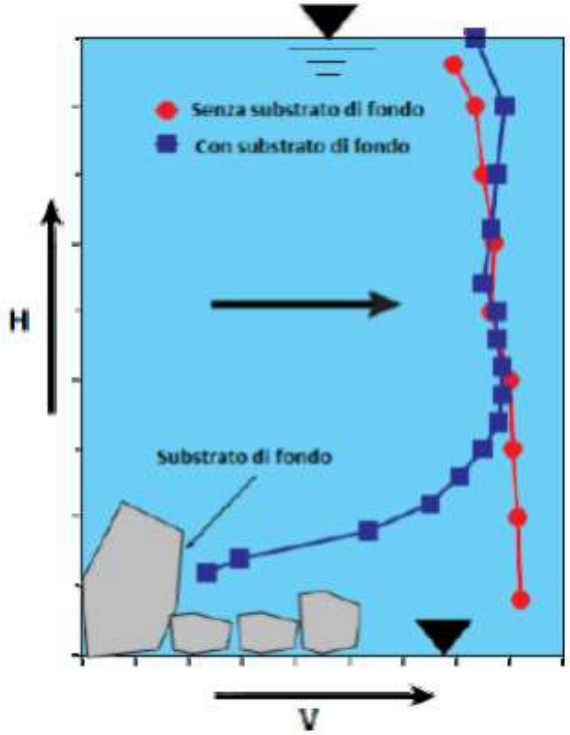


Figura 8 Profilo di velocità con e senza substrato di fondo in una Vertical Slot (da DVWK (Gebler), 2002 modificato).

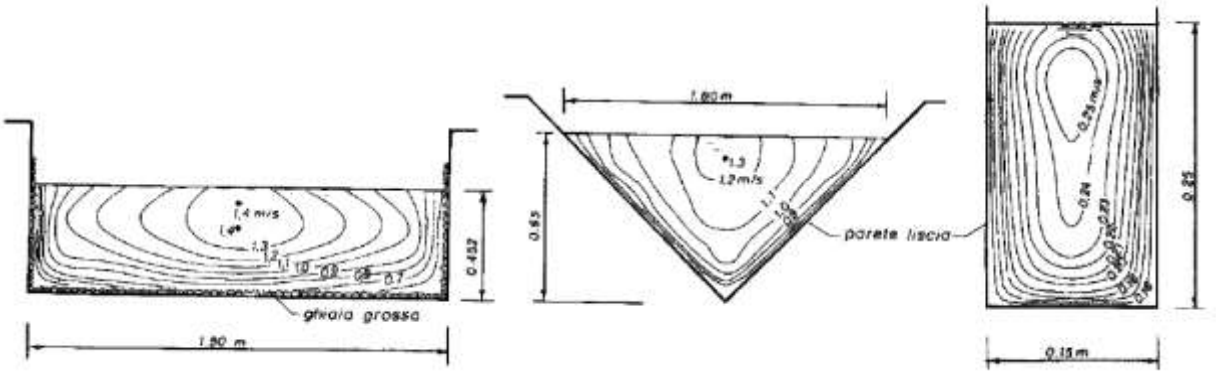


Figura 9 Rappresentazione della distribuzione delle isotachie in canali a pelo libero (Chow).

Il dimensionamento del singolo bacino è stato effettuato offrendo alle specie obiettivo (Vairone) un adeguato spazio per muoversi, mantenendo una ridotta turbolenza nel bacino. A seconda della specie ittica considerata si considera una potenza da non eccedere, oltre la quale si potrebbero generare correnti tali da impedire l'utilizzo della rampa di rimonta o addirittura stordire il pesce stesso. Tali condizioni assicurano all'interno del bacino una corrente priva di turbolenze. Tale turbolenza è stata quantificata nella potenza volumetrica dissipata pari a circa 145.8 W/m^3, valore che risulta ampiamente compatibile con le specie obiettivo del passaggio. Per quanto sopra esposto si ritiene che la soluzione adottata consenta il miglior compromesso fornito dai vincoli progettuali posti dalle condizioni al contorno del luogo. Dalla verifica idraulica del passaggio per i bacini emergono le seguenti caratteristiche:

le velocità all'interno delle soglie risultano contenute come di seguito e risultano idonee alle specie ittiche presenti nel Torrente Arroscia;

le velocità medie nei singoli bacini sono contenute in 0.17 m/s compatibili con tutte le specie ittiche presenti nel Torrente Arroscia ed in particolare i ciprinidi che presentano velocità di crociera variabili tra 0.34 m/s e 0.36 m/s;

anche le anguille sono in grado di nuotare all'interno del passaggio grazie alla particolare struttura del fondo che le permette un'agevole risalita.

Tabella 1 Valori di portata in prossimità dei setti del passaggio di rimonta della fauna ittica

Reach	Setto	Profilo	Quota Energia Totale	Quota Pelo libero	Portata Totale	Portata Sfioro	Portata Apertura fondo
			(m)	(m)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
PP	39.5 1	Magra	56.24	56.24	0.188	0.085	0.103
PP	39.5 1	Normale_funziona	56.24	56.24	0.188	0.085	0.103
PP	39.5 1	Q30	56.28	56.28	0.2	0.0953	0.1047
PP	39.5 1	Q10	56.43	56.43	0.25	0.1379	0.1121
PP	37.5 2	Magra	56.2	56.2	0.188	0.1344	0.0536
PP	37.5 2	Normale_funziona	56.2	56.2	0.188	0.1344	0.0536
PP	37.5 2	Q30	56.24	56.24	0.2	0.1465	0.0535
PP	37.5 2	Q10	56.38	56.38	0.25	0.1968	0.0532
PP	35.5 3	Magra	56.04	56.04	0.188	0.1344	0.0536
PP	35.5 3	Normale_funziona	56.04	56.04	0.188	0.1344	0.0536
PP	35.5 3	Q30	56.08	56.08	0.2	0.1466	0.0534
PP	35.5 3	Q10	56.22	56.22	0.25	0.1968	0.0532
PP	33.5 4	Magra	55.88	55.88	0.188	0.1344	0.0536
PP	33.5 4	Normale_funziona	55.88	55.88	0.188	0.1344	0.0536
PP	33.5 4	Q30	55.92	55.92	0.2	0.1467	0.0533
PP	33.5 4	Q10	56.06	56.06	0.25	0.1968	0.0532
PP	31.5 5	Magra	55.72	55.72	0.188	0.1345	0.0535
PP	31.5 5	Normale esercizio	55.72	55.72	0.188	0.1345	0.0535
PP	31.5 5	Q30	55.76	55.76	0.2	0.1467	0.0533
PP	31.5 5	Q10	55.9	55.9	0.25	0.1969	0.0531
PP	29.5 6	Magra	55.56	55.56	0.188	0.1345	0.0535
PP	29.5 6	Normale esercizio	55.56	55.56	0.188	0.1345	0.0535
PP	29.5 6	Q30	55.6	55.6	0.2	0.1467	0.0533
PP	29.5 6	Q10	55.74	55.74	0.25	0.1972	0.0528
PP	27.5 7	Magra	55.4	55.4	0.188	0.1345	0.0535
PP	27.5 7	Normale esercizio	55.4	55.4	0.188	0.1345	0.0535
PP	27.5 7	Q30	55.44	55.44	0.2	0.1468	0.0532
PP	27.5 7	Q10	55.59	55.58	0.25	0.1977	0.0523
PP	25.5 8	Magra	55.24	55.24	0.188	0.1345	0.0535
PP	25.5 8	Normale esercizio	55.24	55.24	0.188	0.1345	0.0535
PP	25.5 8	Q30	55.28	55.28	0.2	0.1469	0.0531
PP	25.5 8	Q10	55.43	55.43	0.25	0.1988	0.0512
PP	23.5 9	Magra	55.08	55.08	0.188	0.1345	0.0535
PP	23.5 9	Normale esercizio	55.08	55.08	0.188	0.1347	0.0533
PP	23.5 9	Q30	55.12	55.12	0.2	0.1475	0.0525
PP	23.5 9	Q10	55.28	55.28	0.25	0.2018	0.0482
PP	21.5 10	Magra	54.92	54.92	0.188	0.1347	0.0533
PP	21.5 10	Normale esercizio	54.92	54.92	0.188	0.1351	0.0529
PP	21.5 10	Q30	54.97	54.97	0.2	0.149	0.051
PP	21.5 10	Q10	55.15	55.15	0.25	0.2068	0.0432
PP	19.5 11	Magra	54.76	54.76	0.188	0.1351	0.0529
PP	19.5 11	Normale esercizio	54.77	54.77	0.188	0.1367	0.0513
PP	19.5 11	Q30	54.82	54.82	0.2	0.1527	0.0473
PP	19.5 11	Q10	55.04	55.04	0.25	0.2133	0.0367

Reach	Setto	Profilo	Quota Energia Totale	Quota Pelo libero	Portata Totale	Portata Sfioro	Portata Apertura fondo
			(m)	(m)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
PP	17.5 12	Magra	54.61	54.61	0.188	0.1361	0.0519
PP	17.5 12	Normale esercizio	54.62	54.62	0.188	0.1401	0.0479
PP	17.5 12	Q30	54.69	54.69	0.2	0.1597	0.0403
PP	17.5 12	Q10	54.97	54.97	0.25	0.2191	0.0309
PP	15.5 13	Magra	54.46	54.45	0.188	0.1382	0.0498
PP	15.5 13	Normale esercizio	54.49	54.49	0.188	0.1447	0.0433
PP	15.5 13	Q30	54.6	54.6	0.2	0.1676	0.0324
PP	15.5 13	Q10	54.92	54.91	0.25	0.2264	0.0236
PP	13.5 14	Magra	54.32	54.31	0.188	0.1435	0.0445
PP	13.5 14	Normale esercizio	54.4	54.4	0.188	0.155	0.033
PP	13.5 14	Q30	54.55	54.54	0.2	0.1733	0.0267
PP	13.5 14	Q10	54.88	54.88	0.25	0.2359	0.0141
PP	11.5 15	Magra	54.2	54.2	0.188	0.1519	0.0361
PP	11.5 15	Normale esercizio	54.34	54.34	0.188	0.1616	0.0264
PP	11.5 15	Q30	54.5	54.5	0.2	0.1774	0.0226
PP	11.5 15	Q10	54.87	54.87	0.25	0.2411	0.0089
PP	9.5 16	Magra	54.13	54.13	0.188	0.1595	0.0285
PP	9.5 16	Normale esercizio	54.3	54.3	0.188	0.1655	0.0225
PP	9.5 16	Q30	54.47	54.47	0.2	0.1856	0.0144
PP	9.5 16	Q10	54.87	54.86	0.25	0.2427	0.0073
PP	7.5 17	Magra	54.08	54.08	0.188	0.1644	0.0236
PP	7.5 17	Normale esercizio	54.27	54.27	0.188	0.1716	0.0164
PP	7.5 17	Q30	54.46	54.46	0.2	0.1896	0.0104
PP	7.5 17	Q10	54.86	54.86	0.25	0.2439	0.0061

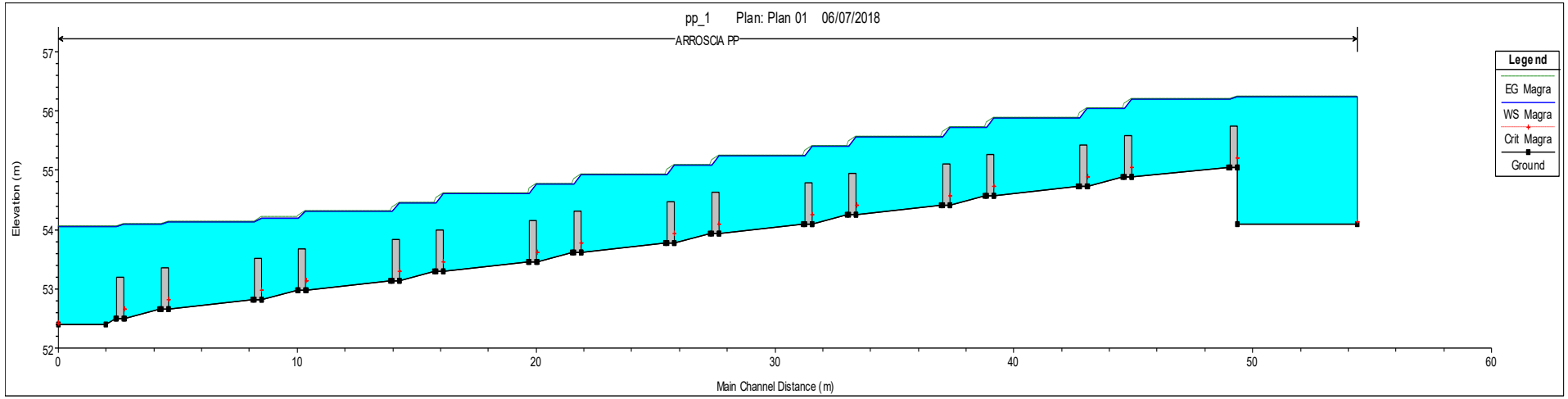


Figura 10 Andamento del profilo di nel passaggio di rimonta in condizioni di magra

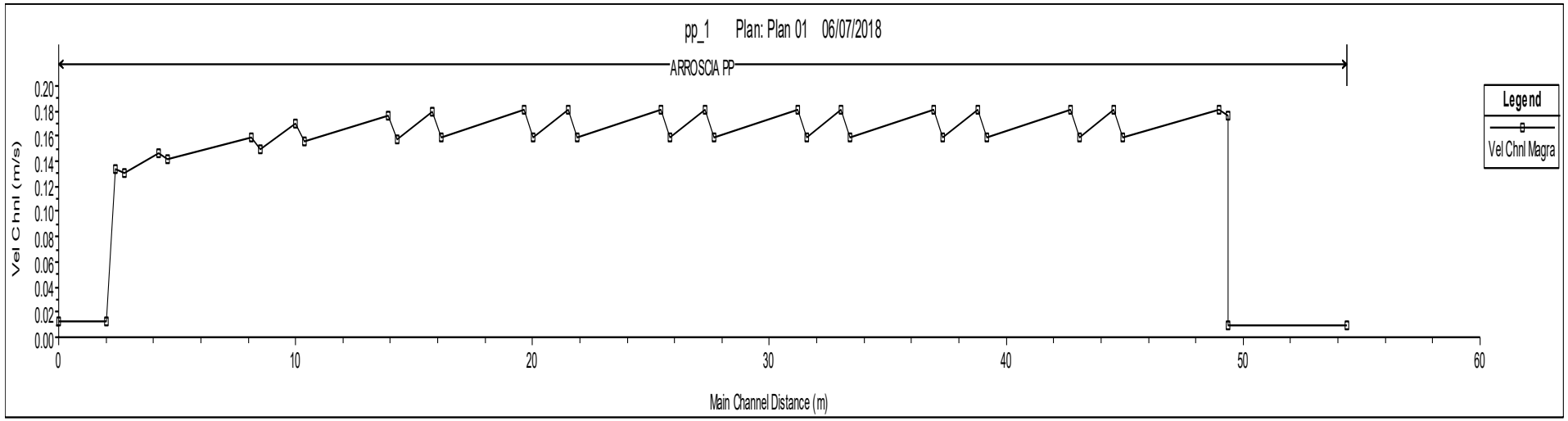


Figura 11 Andamento delle velocità nel passaggio di rimonta in condizioni di magra (i setti sono in corrispondenza dei picchi)

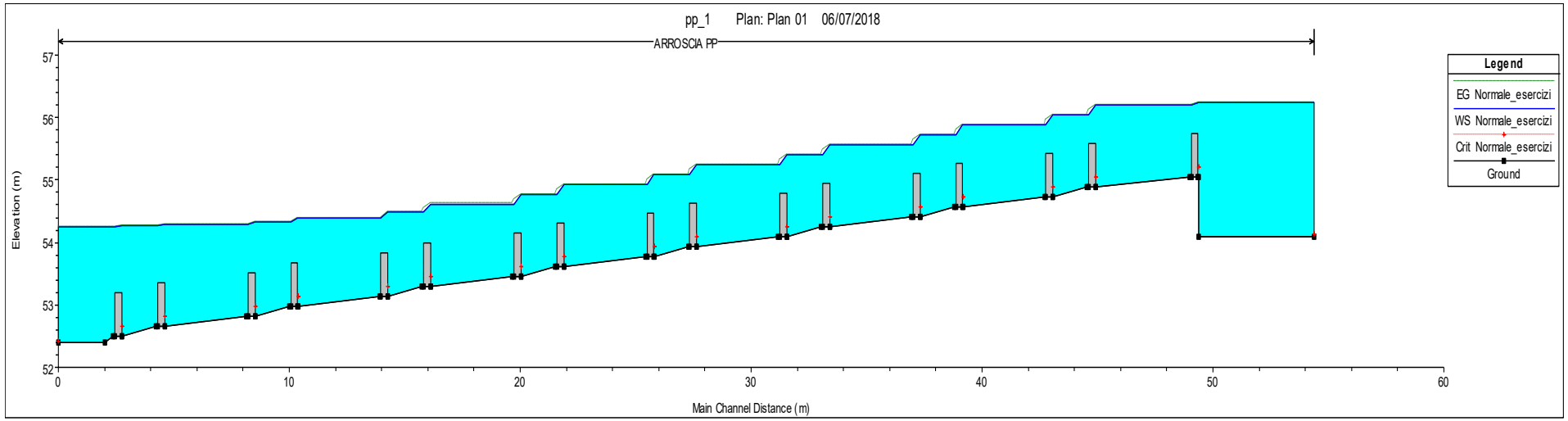


Figura 12 Andamento del profilo di nel passaggio di rimonta in condizioni di normale esercizio

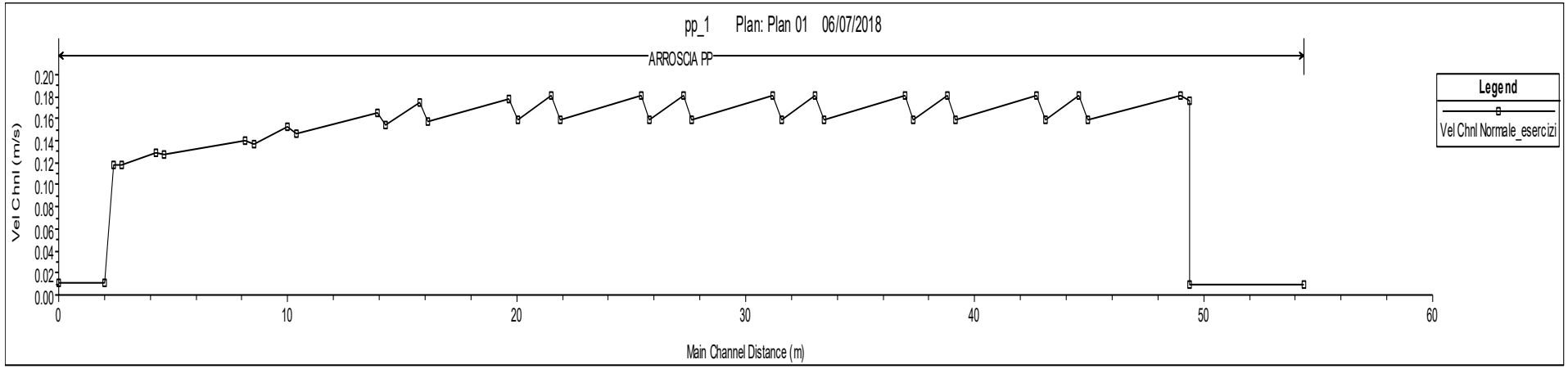


Figura 13 Andamento delle velocità nel passaggio di rimonta in condizioni di normale esercizio (i setti sono in corrispondenza dei picchi)

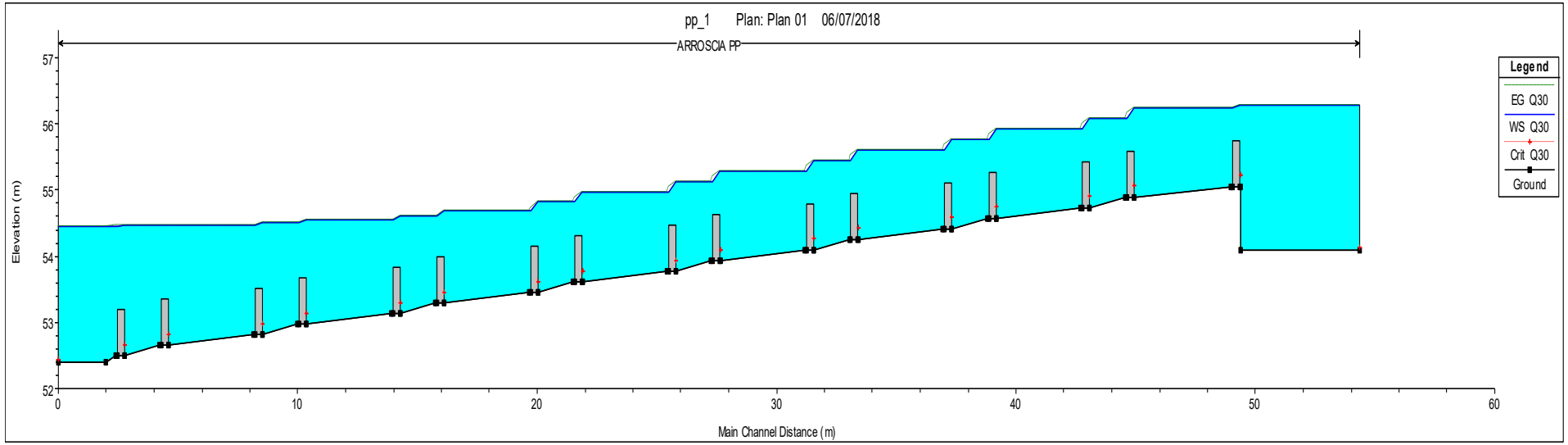


Figura 14 Andamento del profilo di nel passaggio di rimonta con portata in arrivo pari alla Q30 =9.81 m^3/s e con circa 20 0l/s nel passaggio di rimonta

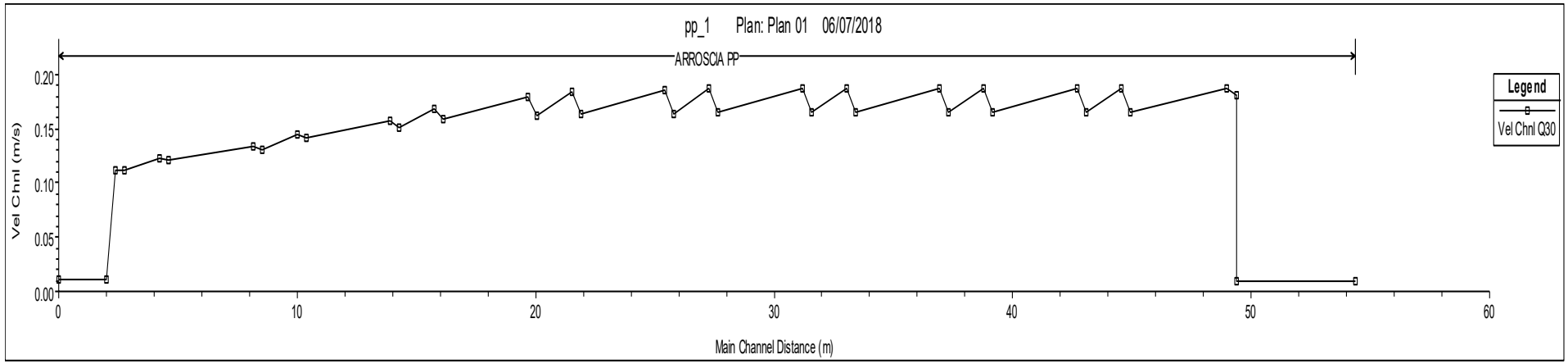


Figura 15 Andamento delle velocità nel passaggio di rimonta con portata in arrivo pari alla Q30 =9.81 m³/s (i setti sono in corrispondenza dei picchi)

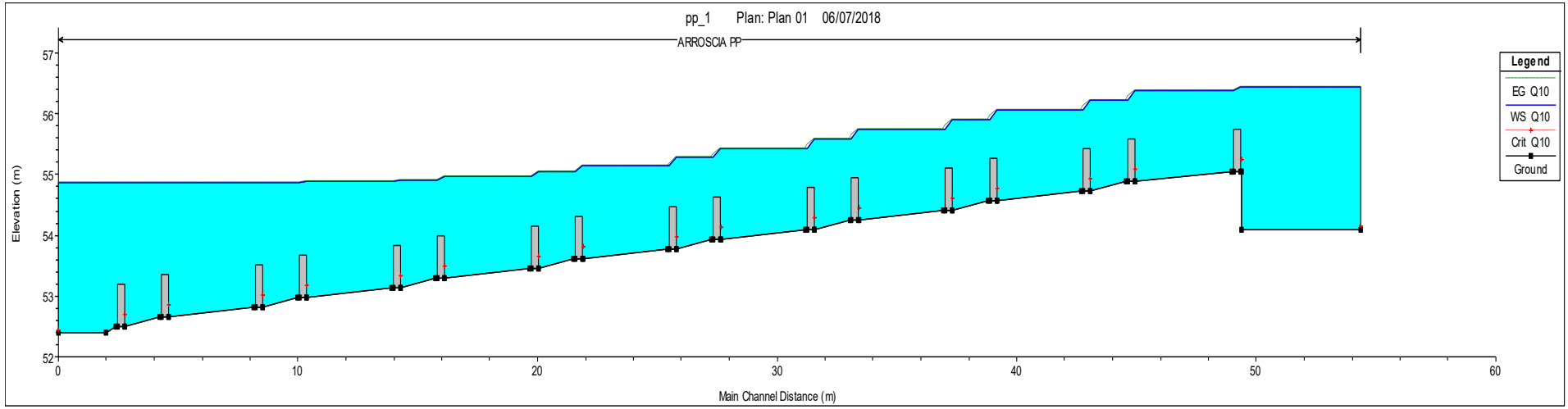


Figura 16 Andamento del profilo di nel passaggio di rimonta con portata in arrivo pari alla Q10 =22.59 m³/s e con circa 250l/s nel passaggio di rimonta

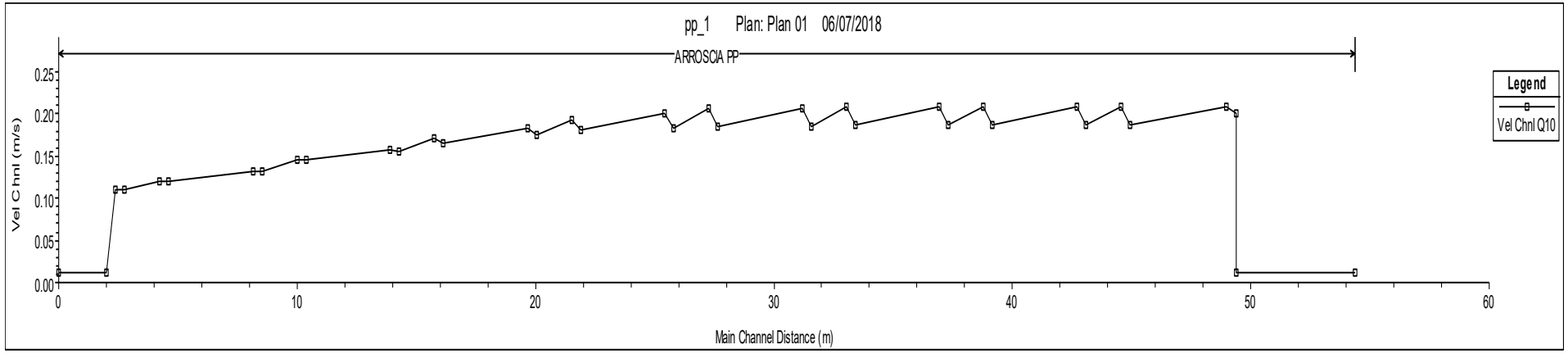


Figura 17 Andamento delle velocità nel passaggio di rimonta con portata in arrivo pari alla Q10 =22.59 m³/s (i setti sono in corrispondenza dei picchi)