

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA

ID - IDROLOGIA E IDRAULICA

ID12 - ATTRAVERSAMENTI MINORI

CANALE IN20-IN21-IN03 - NOTA TECNICA IDRAULICA DI CALCOLO

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	VALIDO PER LA COSTRUZIONE
DIRETTORE TECNICO Ing. G. PARISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. G. TANZI	DIRETTORE LAVORI

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. SCALA

R	S	3	9	1	0	V	Z	Z	R	I	I	D	1	2	0	0	0	4	4	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE A SEGUITO DI ODS N. 1607	F. Ricci	06/2023	C. Beltrami	06/2023	G. Tanzi	06/2023	Ing. G. Tanzi
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RdV000000433	F. Ricci	08/2023	C. Beltrami	08/2023	G. Tanzi	08/2023	
								Agosto/2023

File: RS39-10-V-ZZ-RI-ID1200-044_B.docx

n. Elab.:

<p>APPALTATORE: Mandatario: salini impregilo</p> <p>Mandante: ASTALDI  S.I.F.E.L.</p>	<p align="center">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
<p>PROGETTAZIONE: Mandatario: TECH PROJECT ingegneria integrata</p> <p>Mandante: Lombardi  SETECO ingegneria s.r.l.</p>													
<p>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>2 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	2 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	2 di 31								

INDICE

1	PREMESSA	3
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	4
3	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE IDRAULICHE.....	8
3.1	Riferimenti normativi per la verifica di compatibilità idraulica dell’opera di attraversamento	9
4	DESCRIZIONE E RISULTATI DELLE VERIFICA DELLE OPERE IN PROGETTO	11
4.1	Verifica sifone.....	26
4.2	Verifica bacino di laminazione.....	28

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
PROGETTAZIONE: Mandatario:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>3 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	3 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	3 di 31								

1 PREMESSA

Il presente documento è parte integrante della proposta migliorativa rispetto a quanto previsto nella precedente progettazione esecutiva dell'intervento di raddoppio della linea ferroviaria Palermo - Catania, nella tratta che si sviluppa tra Bicocca e Catenanuova. La tratta della linea ferroviaria interessata dal presente studio è compresa tra la stazione di Catenanuova e quella di Bicocca, per uno sviluppo complessivo di circa 38 km tra la progressiva km 0+500 e la km 37+926.

Il presente progetto di variante comprende la modifica della sistemazione idraulica dei canali IN20-IN21-IN03 alle progressive 17+750, 19+737 e 21+025. Nello specifico si sono verificati i parametri idraulici, tirante e velocità all'interno del canale, in funzione delle differenti tipologie di materiali proposti. Per il tratto di canale oggetto, il Progetto Esecutivo di variante prevede una sezione rettangolare in gabbioni metallici e materassi tipo Reno per il canale IN20, una sezione trapezia in massi cementati di base minore 3.00 m e altezza 2.00 m per il canale IN21 e una sezione trapezia in massi cementati di base minore 3.00m e altezza 2.00m per l'IN03. Le opere di sistemazione idraulica prevedono anche tre cavalcafosso che consentono la continuità con la viabilità secondaria esistente ed una vasca di laminazione per contenere la portata derivante dai canali IN20 ed IN21 evitando così l'allagamento delle aree limitrofe al canale IN03. In funzione delle simulazioni idrauliche effettuate con il software HEC-RAS, si prevede di adottare:

- una sezione rettangolare in gabbioni metallici a materassi tipo Reno di larghezza 3.00 m e altezza 4.40 m, lungo tutto il canale IN20;
- una sezione trapezia in massi cementati di base minore 3.00 m e altezza 2.00 m, nel canale IN20.
- una sezione trapezia in massi cementati di base minore 3.00 m e altezza 2.00 m, nel canale IN03.

Nella tabella sottostante si riportano di criteri di scelta dei rivestimenti:

Rivestimenti in gabbioni metallici a materassi tipo Reno	soluzione idonea a resistere a velocità contenute entro il valore di 5 - 7 m/s. Avendo una scabrezza minore rispetto alle soluzioni semplicemente rinverdate, tale soluzione può essere utilizzata anche laddove sia preferibile non aumentare le sezioni idrauliche, anche e soprattutto per far sposare le nuove sistemazioni delle sezioni idrauliche con i tombini di progetto.
--	---

APPALTATORE: Mandataria:    	Mandante: 	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
PROGETTAZIONE: Mandataria:   	Mandante: 					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 4 di 31

Scogliere in massi cementati	soluzione adottata per interferenze di maggiore importanza. Tale soluzione è molto flessibile in quanto per velocità più elevate è sufficiente aumentare la dimensione media del masso.
------------------------------	---

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Tabella 1: Elaborati di riferimento Progetto Esecutivo

ELABORATO	CODIFICA
Relazione idrologica	RS3910EZZRIID0000001A
Relazione idraulica opere di attraversamento minori	RS3910EZZRIID0000004B
Relazione idraulica opere di attraversamento minori (ferroviari)	RS3910EZZRIID1200001A

Tabella 2: Elaborati di riferimento Progetto Esecutivo di Variante

ELABORATO	CODIFICA
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.1/11	RS3910VZZP8ID1200001
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.2/11	RS3910VZZP8ID1200002
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.3/11	RS3910VZZP8ID1200003
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.4/11	RS3910VZZP8ID1200004
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.5/11	RS3910VZZP8ID1200005
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.6/11	RS3910VZZP8ID1200006
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.7/11	RS3910VZZP8ID1200007
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.8/11	RS3910VZZP8ID1200008
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.9/11	RS3910VZZP8ID1200009
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.10/11	RS3910VZZP8ID1200010
Planimetria, tracciamento e pianta scavi Canale IN20-IN21-IN03 Tav.11/11	RS3910VZZP8ID1200011
Profilo longitudinale Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 1/3	RS3910VZZFZID1200012
Profilo longitudinale Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 2/3	RS3910VZZFZID1200013
Profilo longitudinale Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 3/3	RS3910VZZPZID1200014
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 1/17	RS3910VZZWAID1200030
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 2/17	RS3910VZZWAID1200031

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
PROGETTAZIONE: Mandataria: TECH PROJECT ingegneria integrata	Mandante: Lombardi Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti SETECO Ingegneria S.r.l.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 5 di 31

Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 3/17	RS3910VZZWAID1200032
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 4/17	RS3910VZZWAID1200033
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 5/17	RS3910VZZWAID1200034
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 6/17	RS3910VZZWAID1200035
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 7/17	RS3910VZZWAID1200036
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 8/17	RS3910VZZWAID1200037
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 9/17	RS3910VZZWAID1200038
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 10/17	RS3910VZZWAID1200039
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 11/17	RS3910VZZWAID1200040
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 12/17	RS3910VZZWAID1200041
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 13/17	RS3910VZZWAID1200042
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 14/17	RS3910VZZWAID1200043
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 15/17	RS3910VZZWAID1200044
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 16/17	RS3910VZZWAID1200045
Sezioni trasversali Canale IN20-IN21-IN03 Ta. 17/17	RS3910VZZWAID1200046

3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DI STABILITA' DEL RIVESTIMENTO IN MASSI CEMENTATI

Il diametro dei massi viene scelto verificando che il rapporto tra la tensione tangenziale critica dei medesimi e la tensione tangenziale massima derivante dalle modellazioni idrauliche monodimensionali sia sempre superiore a 1.

La distribuzione delle tensioni tangenziali è strettamente legata alla forma della sezione. Infatti, è prossima a quella media solo quando la sezione è larga rispetto al tirante idrico e approssimativamente rettangolare. Un esempio della distribuzione delle tensioni tangenziali per una sezione trapezia, di dimensioni modeste, è raffigurato nella figura seguente, dove τ_0 rappresenta la tensione tangenziale media nella sezione.

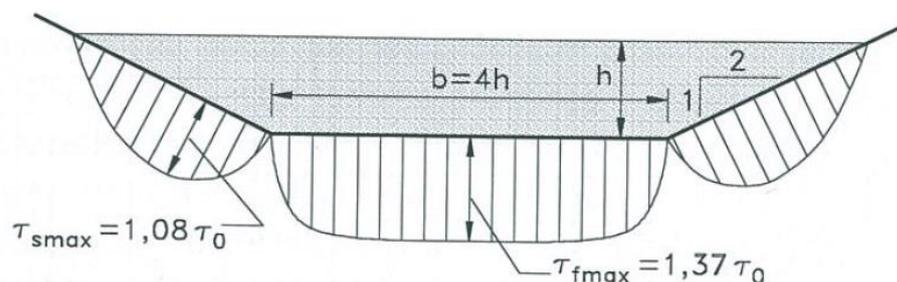


Figura 3-1 - Distribuzione delle tensioni tangenziali in una sezione trapezia

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
PROGETTAZIONE: Mandataria: TECH PROJECT ingegneria integrata	Mandante: Lombardi Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti SETECO ingegneria s.r.l.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 6 di 31

Il valore della tensione tangenziale massima sul fondo e sulle sponde, in una sezione, può essere ottenuto applicando al valore medio i fattori correttivi ricavati dagli abachi sperimentali di Figura 3-2, in funzione del rapporto tra base della sezione e altezza del tirante idrico (b/h) e dell'inclinazione della sponda. Pertanto, per gli alvei a sezione trapezoidale con un rapporto b/h minore o uguale a 8, vengono calcolate le tensioni massime al fondo e sulle sponde, applicando i parametri correttivi precedentemente indicati, al massimo tra i valori medi ottenuti dalle simulazioni monodimensionali nelle sezioni oggetto di sistemazione. Laddove i fattori correttivi per la determinazione della tensione tangenziale massima sulle sponde risultino inferiori all'unità, non vengono applicati a favore di sicurezza.

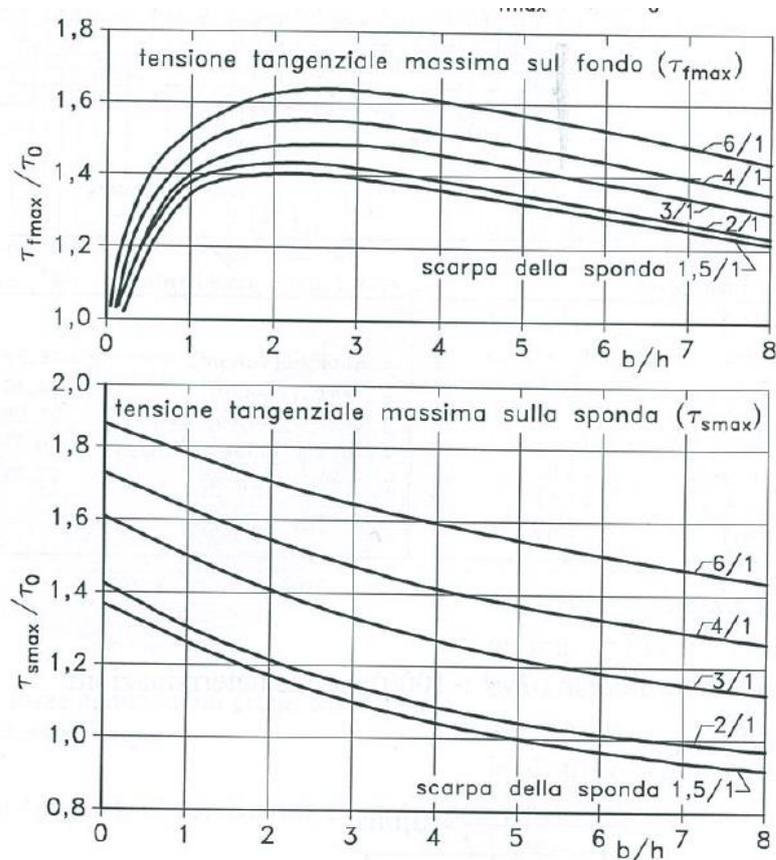


Figura 3-2 - Fattori correttivi per la determinazione della tensione tangenziale massima

Invece, per gli alvei con un rapporto b/h maggiore di 8, la tensione tangenziale è assunta pari a quella massima tra i valori medi nelle sezioni oggetto di sistemazione ottenuti dalle simulazioni monodimensionali, sia per l'alveo che per le sponde.

Nel caso in cui le sezioni risultino larghe, ma con presenza di curve a monte dell'attraversamento o singolarità che possano far temere incrementi locali di velocità e conseguentemente di tensione

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
PROGETTAZIONE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>7 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	7 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	7 di 31								

tangenziale, la velocità media nella sezione viene aumentata di un fattore 1.5. Con il nuovo valore di velocità viene ricalcolata la cadente piezometrica così come la tensione tangenziale al fondo di verifica.

Il calcolo della tensione critica viene effettuato utilizzando il criterio di Shields, ossia:

$$\tau_{cr} = 0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w) \cdot d$$

Con:

γ_s peso specifico dei massi, assunto pari a 26000 N/mc

γ_w peso specifico dell'acqua, pari a 9806 N/mc

d diametro del masso in metri

Nei casi in cui vi sia presenza di bassa sommersa dei massi, ossia il rapporto tra tirante e diametro sia inferiore a 6, viene invece applicato al criterio di Shields il fattore correttivo di Armanini e Scott.

$$\tau_{cr} = 0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w) \cdot d \cdot \left(1 + 0.67 \cdot \left(\frac{d}{h} \right)^{0.5} \right)$$

Con:

h tirante idrico in metri

Poiché le relazioni indicate valgono nel caso di fondo piano, la tensione tangenziale critica sulle sponde è calcolata applicando il criterio di Lane, ossia applicando un fattore correttivo pari a:

$$\frac{\tau_{cr}(\alpha)}{\tau_{cr}(0)} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \varphi}}$$

Dove:

$\tau_{cr}(\alpha)$ è la tensione tangenziale critica sulla sponda

$\tau_{cr}(0)$ è la tensione tangenziale critica sul fondo

α l'angolo di inclinazione della sponda rispetto all'orizzontale

φ l'angolo d'attrito dei massi, assunto sempre pari a 45°.

Tra il terreno naturale e i massi è prevista la posa di un geotessuto di massa non inferiore ai 400 gr/m², con uno strato di allettamento in sabbia al fine di non danneggiarlo durante le operazioni di posa.

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
PROGETTAZIONE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>8 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	8 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	8 di 31								

4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE IDRAULICHE

Nel presente capitolo si espongono i criteri generali attuati nella progettazione in merito al dimensionamento ed alla verifica dei manufatti adibiti a risolvere l'interferenza idraulica e delle riprofilature necessarie a contenere la portata di progetto nelle sezioni a monte e a valle delle opere di attraversamento.

La verifica idraulica in moto uniforme delle opere in progetto è stata effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = K \sqrt{Ri}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gauckler-Strickler:

$$K = K_s R^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q = K_s \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times \sigma$$

dove:

Q, la portata in m³/s

R, il raggio idraulico in metri;

σ , la sezione idraulica [m²];

i, la pendenza [m/m];

K_s, il coefficiente di scabrezza pari a 55.00 m^{1/3} s⁻¹ per le inalveazioni in massi sciolti e materassi tipo Reno.

Con riferimento alle risultanze dello studio idrologico la portata di dimensionamento dei canali in oggetto è pari a 17.55 m³/s nel Canale IN20, 37,45 m³/s, a valle del nuovo sifone (Canale IN21), 19,90 m³/s a valle dello sfioratore laterale della nuova vasca di laminazione, 21.13 m³/s a valle dello scarico della nuova vasca di laminazione, 22,33 m³/s lungo il canale IN03.

Per la progettazione della sistemazione idraulica sono stati verificati i raccordi di monte e di valle degli attraversamenti in modo tale da consentire il deflusso a superficie libera senza fenomeni di rigurgito.

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandatario:  Mandante:  						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 9 di 31

Per la progettazione degli attraversamenti, le quote di scorrimento di monte e valle per ogni opera sono state definite in modo tale da essere compatibili con le quote di imbocco e recapito esistenti, desunte dal rilievo disponibile, effettuato dall'impresa in fase di progetto esecutivo.

4.1 Riferimenti normativi per la verifica di compatibilità idraulica dell'opera di attraversamento Manuale di progettazione ferroviario

Come previsto dal Manuale di Progettazione ferroviario RFI del dicembre 2015 ogni tipo di manufatto idraulico verrà verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno Tr :

- ...omississ...
- c. *Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):*
- *linea ferroviaria $Tr = 300$ anni per $S > 10 \text{ km}^2$*
 - *linea ferroviaria $Tr = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$*
 - *deviazioni stradali $Tr = 200$ anni*
- ...omississ...

Per la verifica idraulica delle opere di attraversamento principali il manuale prevede quanto segue:

- “Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena si specifica quanto segue:*
- *franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, calcolato come precedentemente descritto, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1.5 m sul livello idrico;*
 - *posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena;*
 - *posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed in alveo.*

Il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni delle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme più tozze dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto considerando le dimensioni del plinto invece che quelle della pila.”

NTC 2008 e relativa Circolare Esplicativa

Come previsto dalla Norme Tecniche per le Costruzioni e la relativa Circolare Applicativa, tutti i viadotti ferroviari dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- NTC 2008: 5.2.1.2 Compatibilità idraulica

Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all'importanza del problema.

Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
PROGETTAZIONE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>10 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	10 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	10 di 31								

inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall’Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell’alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni.

Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

- Circolare applicativa: C5.1.2.4 Compatibilità idraulica

Le questioni idrauliche, da trattare con ampiezza e grado di approfondimento commisurati alla natura dei problemi ed al grado di elaborazione del progetto, devono essere oggetto di apposita relazione idraulica, che farà parte integrante del progetto stesso...omissis...

La quota idrometrica ed il franco devono essere posti in correlazione con la piena di progetto anche in considerazione della tipologia dell’opera e delle situazioni ambientali.

*In tal senso può ritenersi normalmente che il valore della portata massima e del relativo franco siano riferiti ad un tempo di ritorno non inferiore a **200 anni**; è di interesse stimare i valori della frequenza probabile di ipotetici eventi che diano luogo a riduzioni del franco stesso. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave deve essere comunque non inferiore alla quota della sommità arginale.*

A titolo di indicazione, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d’alberi d’alto fusto, con l’avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d’alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.

Quando l’intradosso delle strutture non sia costituito da un’unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco previsto deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m....omissis

<p>APPALTATORE: Mandataria:</p> <p>salini impregilo </p> <p>Mandante:</p> <p>  </p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
<p>PROGETTAZIONE: Mandataria:</p> <p>TECH PROJECT  ingegneria integrata</p> <p>Mandante:</p> <p> Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti</p> <p> SETECO Ingegneria S.r.l.</p>													
<p>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</p> <p>Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>13 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	13 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	13 di 31								

La soluzione in progetto prevede:

1. Canale a Sezione rettangolare in gabbioni e materassi tipo Reno, 3.00x4.20m L=2000m, i=0.85%;
2. Canale a Sezione trapezia in massi cementati, 3.00x2.00m L=1195 m, i=1.05%;
3. Canale a Sezione trapezia in massi cementati, 3.00x2.00m L=590 m, i=0.50%;
4. Canale a Sezione trapezia in massi cementati, 3.00x2.00m L=500 m, i=0.10%.

In Tabella 3 si riportano i risultati delle simulazioni in moto permanente effettuate con il software Hec-Ras, in corrispondenza delle sezioni di progetto. I livelli idrici risultanti dalla modellazione permettono il transito della portata in sicurezza al di sotto del manufatto e con un adeguato franco rispetto alle sezioni del canale.

APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 14 di 31

Tabella 3: Risultati della simulazione in moto permanente

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	17.55	60.71	1.48	62	62.34	63.12	4.28	1.17
2	17.55	60.58	1.42	61.83	62.21	63.01	4.45	1.24
3	17.55	60.43	1.40	61.6	62.06	62.88	4.54	1.28
4	17.55	60.22	1.38	61.38	61.85	62.69	4.62	1.31
5	17.55	60.01	1.37	61.15	61.64	62.49	4.68	1.33
6	17.55	59.80	1.35	60.96	61.43	62.29	4.71	1.35
7	17.55	59.60	1.36	60.74	61.23	62.08	4.68	1.34
8	17.55	59.39	1.35	60.53	61.02	61.88	4.71	1.35
9	17.55	59.18	1.35	61.11	60.81	61.67	4.73	1.36
10	17.55	59.15	1.96		60.78	61.62	3.16	0.74
CAVALCAFOSSO								
11	17.55	59.09	2.02	61.11		61.59	3.06	0.71
12	17.55	58.97	2.15	61.12		61.54	2.87	0.64
13	17.55	58.93	2.19	61.12		61.53	2.81	0.62
14	17.55	58.89	2.19	61.08		61.48	2.82	0.62
15	17.55	58.84	2.19	61.03		61.43	2.82	0.63
16	17.55	58.83	2.19	61.02	60.46	61.42	2.82	0.62
CAVALCAFOSSO								
17	17.55	58.80	2.18	60.98		61.39	2.82	0.63
18	17.55	58.79	2.18	60.97		61.38	2.83	0.63
19	17.55	58.74	2.17	60.91		61.32	2.84	0.63
20	17.55	58.69	2.16	60.85		61.27	2.86	0.64
21	17.55	58.64	2.16	60.8		61.21	2.86	0.64

APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 15 di 31

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
22	17.55	58.59	2.15	60.74		61.16	2.87	0.64
23	17.55	58.54	2.14	60.68		61.10	2.89	0.65
24	17.55	58.49	2.13	60.62		61.05	2.91	0.65
25	17.55	58.44	2.11	60.55		60.99	2.92	0.66
26	17.55	58.39	2.10	60.49		60.93	2.94	0.66
27	17.55	58.34	2.08	60.42		60.87	2.96	0.67
28	17.55	58.29	2.06	60.35		60.81	3.00	0.69
29	17.55	58.24	2.02	60.26		60.74	3.07	0.71
30	17.55	58.19	1.99	60.18		60.68	3.11	0.72
31	17.55	58.14	1.94	60.08		60.60	3.21	0.76
32	17.55	58.09	1.65	59.74	59.72	60.48	3.82	0.98
33	17.55	57.98	1.67	59.65	59.61	60.37	3.74	0.96
34	17.55	57.86	1.70	59.56	59.49	60.25	3.67	0.93
35	17.55	57.74	1.63	59.37	59.37	60.13	3.86	1.00
36	17.55	57.61	1.6	59.21	59.24	60.00	3.92	1.03
37	17.55	57.39	1.42	58.81	59.02	59.83	4.48	1.25
38	17.55	57.16	1.37	58.53	58.79	59.64	4.65	1.32
39	17.55	56.92	1.34	58.26	58.55	59.42	4.78	1.38
40	17.55	56.69	1.33	58.02	58.32	59.2	4.81	1.39
41	17.55	56.45	1.31	57.76	58.08	58.98	4.88	1.42
42	17.55	56.21	1.30	57.51	57.84	58.74	4.91	1.44
43	17.55	55.98	1.31	57.29	57.61	58.52	4.91	1.44
44	17.55	55.74	1.30	57.04	57.37	58.28	4.93	1.45
45	17.55	55.44	1.26	56.7	57.07	58.03	5.10	1.52
46	17.55	55.2	1.24	56.44	56.83	57.81	5.18	1.56
47	17.55	54.85	1.17	56.02	56.48	57.58	5.54	1.72

APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 16 di 31

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
48	17.55	54.75	1.22	55.97	56.38	57.40	5.30	1.61
49	17.55	54.52	1.27	55.79	56.15	57.10	5.06	1.50
50	17.55	54.29	1.29	55.58	55.92	56.83	4.95	1.45
51	17.55	54.07	1.32	55.39	55.7	56.59	4.86	1.41
52	17.55	53.84	1.32	55.16	55.47	56.36	4.86	1.42
53	17.55	53.62	1.32	54.94	55.25	56.14	4.86	1.41
54	17.55	53.39	1.31	54.7	55.02	55.91	4.87	1.42
55	17.55	53.17	1.32	54.49	54.80	55.69	4.84	1.41
56	17.55	52.9	1.32	54.22	54.53	55.42	4.84	1.41
57	17.55	52.68	1.29	53.97	54.31	55.23	4.96	1.46
58	17.55	52.41	1.27	53.68	54.04	54.98	5.04	1.49
59	17.55	52.14	1.26	53.4	53.77	54.72	5.09	1.52
60	17.55	51.87	1.26	53.13	53.5	54.47	5.13	1.53
61	17.55	51.60	1.25	52.85	53.23	54.20	5.15	1.54
62	17.55	51.33	1.25	52.58	52.96	53.94	5.17	1.55
63	17.55	51.06	1.24	52.3	52.69	53.67	5.18	1.56
64	17.55	50.79	1.24	52.03	52.42	53.4	5.19	1.56
65	17.55	50.52	1.24	51.76	52.15	53.13	5.20	1.56
66	17.55	50.25	1.24	51.49	51.88	52.86	5.19	1.56
67	17.55	49.98	1.24	51.22	51.61	52.6	5.20	1.57
68	17.55	49.71	1.24	50.95	51.34	52.33	5.20	1.57
69	17.55	49.44	1.24	50.68	51.07	52.06	5.20	1.57
70	17.55	49.16	1.24	50.4	50.79	51.78	5.22	1.57
71	17.55	48.94	1.23	50.17	50.57	51.56	5.22	1.58
72	17.55	48.22	1.09	49.31	49.85	51.13	5.98	1.93
73	17.55	47.73	1.05	48.78	49.36	50.77	6.25	2.06

APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 17 di 31

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
74	17.55	47.42	1.15	48.57	49.05	50.2	5.66	1.78
75	17.55	47.16	1.20	48.36	48.79	49.84	5.37	1.64
76	17.55	46.90	1.23	48.13	48.53	49.53	5.23	1.58
77	17.55	46.64	1.24	47.88	48.27	49.25	5.17	1.55
78	17.55	46.38	1.25	47.63	48.01	48.98	5.15	1.55
79	17.55	46.12	1.26	47.38	47.75	48.72	5.13	1.53
80	17.55	45.86	1.25	47.11	47.49	48.46	5.14	1.54
81	17.55	45.60	1.25	46.85	47.23	48.2	5.14	1.54
82	17.55	45.34	1.25	46.59	46.97	47.94	5.13	1.53
83	17.55	45.08	1.25	46.33	46.71	47.67	5.12	1.53
84	17.55	44.82	1.25	46.07	46.45	47.41	5.12	1.53
85	17.55	44.57	1.25	45.82	46.2	47.16	5.13	1.53
86	17.55	44.42	1.49	45.91	46.05	46.83	4.26	1.16
87	17.55	44.27	1.49	45.76	45.90	46.68	4.23	1.15
88	17.55	44.12	1.53	45.65	45.75	46.52	4.14	1.11
89	17.55	44.07	1.53	45.6	45.70	46.47	4.13	1.11
SIFONE								
90	37.45	43.49	1.99	45.48	45.48	46.21	3.76	1.01
91	37.45	43.45	1.99	45.44	45.45	46.17	3.76	1.01
92	37.45	43.37	1.93	45.3	45.37	46.09	3.92	1.06
93	37.45	43.35	1.93	45.28	45.35	46.07	3.93	1.06
94	37.45	43.03	1.61	44.64	45.03	45.94	5.06	1.48
95	37.45	42.58	1.46	44.04	44.58	45.73	5.76	1.75
96	37.45	42.23	1.40	43.63	44.22	45.53	6.11	1.90
97	37.45	42.17	1.39	43.56	44.16	45.48	6.13	1.90
98	37.45	41.92	1.39	43.31	43.91	45.23	6.13	1.90

APPALDATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 18 di 31

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
99	37.45	41.68	1.39	43.07	43.67	44.98	6.11	1.90
100	37.45	41.43	1.39	42.82	43.42	44.73	6.11	1.90
101	37.45	41.18	1.39	42.57	43.17	44.48	6.12	1.90
102	37.45	40.93	1.39	42.32	42.92	44.23	6.12	1.90
103	37.45	40.68	1.39	42.07	42.67	43.98	6.12	1.90
104	37.45	40.43	1.39	41.82	42.43	43.74	6.13	1.91
105	37.45	40.38	1.39	41.77	42.38	43.68	6.11	1.90
106	37.45	40.24	1.42	41.66	42.24	43.46	5.94	1.83
107	37.45	40.06	1.46	41.52	42.06	43.21	5.76	1.75
108	37.45	39.88	1.48	41.36	41.88	42.98	5.64	1.71
109	37.45	39.70	1.50	41.2	41.7	42.78	5.57	1.68
110	37.45	39.52	1.30	40.82	41.37	42.55	5.82	1.93
111	37.45	39.34	1.33	40.67	41.19	42.28	5.62	1.84
112	37.45	39.2	1.36	40.56	41.05	42.09	5.49	1.79
113	37.45	39.17	1.36	40.53	41.02	42.04	5.45	1.77
114	37.45	39.05	1.42	40.47	40.9	41.81	5.11	1.63
115	37.45	38.92	1.47	40.39	40.77	41.62	4.92	1.55
116	37.45	38.8	1.51	40.31	40.65	41.45	4.73	1.47
117	37.45	38.67	1.51	40.18	40.52	41.31	4.7	1.46
118	37.45	38.55	1.53	40.08	40.4	41.17	4.63	1.43
119	37.45	38.51	1.53	40.04	40.36	41.13	4.62	1.43
120	37.45	38.34	1.48	39.82	40.19	41.02	4.86	1.52
121	37.45	38.09	1.43	39.52	39.94	40.85	5.11	1.63
122	37.45	37.84	1.39	39.23	39.69	40.66	5.30	1.71
123	37.45	37.59	1.36	38.95	39.44	40.46	5.44	1.76
124	37.45	37.46	1.35	38.81	39.31	40.36	5.51	1.79

APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 19 di 31

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
125	37.45	37.24	1.31	38.55	39.1	40.23	5.74	1.89
126	37.45	36.8	1.25	38.05	38.65	39.96	6.11	2.05
127	37.45	36.37	1.22	37.59	38.22	39.65	6.36	2.16
128	37.45	35.93	1.19	37.12	37.79	39.32	6.56	2.25
129	37.45	35.76	1.18	36.94	37.61	39.18	6.62	2.27
130	37.45	35.68	1.23	36.91	37.53	38.92	6.27	2.12
131	37.45	35.54	1.3	36.84	37.39	38.57	5.83	1.93
132	37.45	35.41	1.36	36.77	37.26	38.29	5.45	1.77
133	37.45	35.27	1.41	36.68	37.12	38.06	5.21	1.67
134	37.45	35.14	1.45	36.59	36.99	37.86	5.00	1.58
135	37.45	35.00	1.47	36.47	36.85	37.69	4.90	1.54
136	37.45	34.86	1.48	36.34	36.7	37.54	4.85	1.52
137	37.45	34.73	1.50	36.23	36.58	37.38	4.75	1.48
138	37.45	34.64	1.50	36.14	36.49	37.29	4.76	1.48
139	37.45	34.52	1.46	35.98	36.37	37.23	4.96	1.57
140	37.45	34.17	1.37	35.54	36.03	37.03	5.41	1.75
141	37.45	33.95	1.33	35.28	35.79	36.89	5.61	1.83
142	37.45	33.75	1.30	35.05	35.6	36.79	5.85	1.94
143	37.45	33.19	1.22	34.41	35.03	36.48	6.39	2.17
144	37.45	32.63	1.17	33.8	34.48	36.12	6.75	2.34
145	37.45	32.04	1.13	33.17	33.89	35.7	7.05	2.47
146	37.45	31.48	1.11	32.59	33.33	35.27	7.25	2.56
147	37.45	30.92	1.09	32.01	32.77	34.80	7.40	2.63
148	37.45	30.73	1.23	31.96	32.74	34.62	7.23	2.37
TOMBINO								
149	37.45	30.69	1.28	31.97	32.69	34.37	6.87	2.21

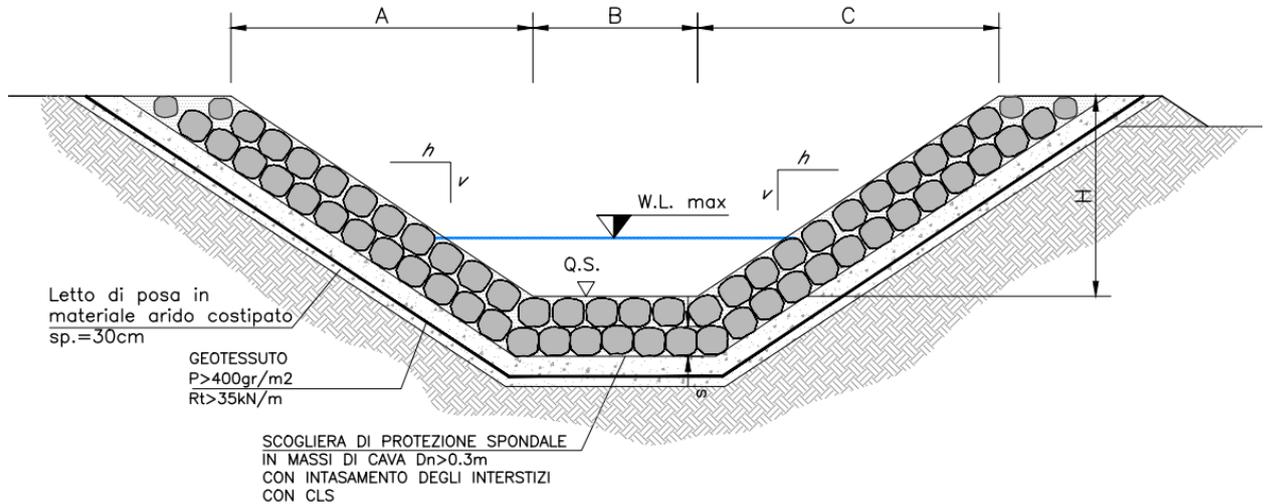
APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO I.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 20 di 31

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
150	37.45	30.68	1.32	32	32.72	34.18	6.54	2.07
151	19.90	30.61	0.75	31.36	32.01	33.94	7.11	2.88
152	19.90	30.48	0.85	31.33	31.88	33.23	6.12	2.35
153	19.90	30.35	0.94	31.29	31.75	32.77	5.38	1.98
154	19.90	30.22	1.02	31.24	31.62	32.44	4.85	1.72
155	19.90	30.09	1.09	31.18	31.49	32.2	4.48	1.54
156	19.90	29.96	1.13	31.09	31.36	32.01	4.25	1.44
157	19.90	29.82	1.14	30.96	31.22	31.87	4.23	1.43
158	19.90	29.69	1.16	30.85	31.09	31.72	4.12	1.38
159	19.90	29.56	1.16	30.72	30.96	31.58	4.10	1.37
160	19.90	29.43	1.16	30.59	30.83	31.45	4.10	1.37
161	19.90	29.3	1.16	30.46	30.7	31.32	4.10	1.37
162	19.90	29.17	1.17	30.34	30.57	31.19	4.09	1.37
163	19.90	29.04	1.17	30.21	30.44	31.06	4.09	1.37
164	19.90	28.91	1.17	30.08	30.31	30.93	4.09	1.37
165	19.90	28.78	1.17	29.95	30.18	30.8	4.08	1.36
166	19.90	28.65	1.17	29.82	30.05	30.67	4.08	1.37
167	19.90	28.52	1.17	29.69	29.92	30.54	4.09	1.37
168	19.90	28.38	1.16	29.54	29.78	30.41	4.12	1.38
169	19.90	28.25	1.74	29.99	29.65	30.29	2.41	0.68
170	19.90	28.12	1.87	29.99		30.25	2.27	0.62
171	19.90	27.99	2.00	29.99		30.22	2.08	0.55
172	19.90	27.86	2.16	30.02		30.18	1.79	0.46
173	19.90	27.86	2.16	30.02		30.18	1.79	0.46
174	19.90	27.86	2.15	30.01		30.18	1.80	0.47
175	21.13	27.84	2.11	29.95	29.31	30.16	2.03	0.53

APPALTATORE: Mandataria: 		Mandante:   		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 		Mandante:  							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03				PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 21 di 31

Sezioni	Q	Quota Alveo	Altezza idrica	Livello Idrico	Livello Critico	Livello Energetico	Velocità	N.Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
CAVALCAFOSSO								
176	21.13	27.84	1.96	29.8		30.04	2.17	0.58
177	21.13	27.82	1.97	29.79		30.03	2.16	0.58
178	21.13	27.8	1.96	29.76		30.00	2.17	0.58
179	21.13	27.78	1.96	29.74		29.98	2.17	0.59
180	21.13	27.75	1.97	29.72		29.96	2.16	0.58
181	21.13	27.73	1.97	29.7		29.94	2.16	0.58
182	21.13	27.71	1.97	29.68		29.91	2.16	0.58
183	21.13	27.69	1.96	29.65		29.89	2.17	0.58
184	21.13	27.67	1.96	29.63		29.87	2.17	0.59
185	21.13	27.65	1.96	29.61	29.10	29.85	2.18	0.59
186	22.33	27.62	1.91	29.53	29.12	29.82	2.38	0.65
187	22.33	27.6	1.90	29.5	29.10	29.79	2.41	0.66
188	22.33	27.58	1.88	29.46	29.08	29.76	2.44	0.67
189	22.33	27.56	1.86	29.42	29.06	29.73	2.47	0.68
190	22.33	27.54	1.84	29.38	29.04	29.70	2.51	0.69
191	22.33	27.51	1.84	29.35	29.01	29.67	2.51	0.70
192	22.33	27.49	1.81	29.3	28.99	29.64	2.56	0.71
193	22.33	27.47	1.78	29.25	28.97	29.6	2.62	0.74
194	22.33	27.45	1.74	29.19	28.95	29.56	2.71	0.77
195	22.33	27.43	1.65	29.08	28.93	29.51	2.90	0.84
196	22.33	27.41	1.63	29.04	28.91	29.49	2.96	0.86

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: TECH ingegneria integrata	Mandante: Lombardi						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03		PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 23 di 31



DIMENSIONI CANALE						
A[m]	B[m]	C[m]	H[m]	s[m]	h[m]	v[m]
3.00	2.00	2.00	2.00	0.60	1	1

Figura 5-6 - Soluzione canale IN03

In funzione di quanto riportato nella Tabella 3, i canali IN20-IN21-IN03 avranno un rivestimento in gabbioni e materassi tipo Reno.

In Figura 5-7 si riporta il profilo delle simulazioni in moto permanente effettuate con il software Hec-Ras.

In particolare, nel profilo idrico in rosa e azzurro tratteggiato sono riportate le quote delle sponde, mentre in verde tratteggiato è rappresentata la linea dell'energia e in rosso l'altezza di stato critico.

APPALTATORE:
Mandatario: **salini impregilo**

Mandante: **ASTALDI** **Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.** **S.I.F.E.L.**

PROGETTAZIONE:
Mandatario: **TECH PROJECT** ingegneria integrata

Mandante: **Lombardi** Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti **SETECO** ingegneria s.r.l.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE
Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03

**DIRETTRICE FERROVIARIA
MESSINA - CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO
PALERMO – CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA
BICOCCA – CATENANUOVA**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
RS39	I.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	24 di 31

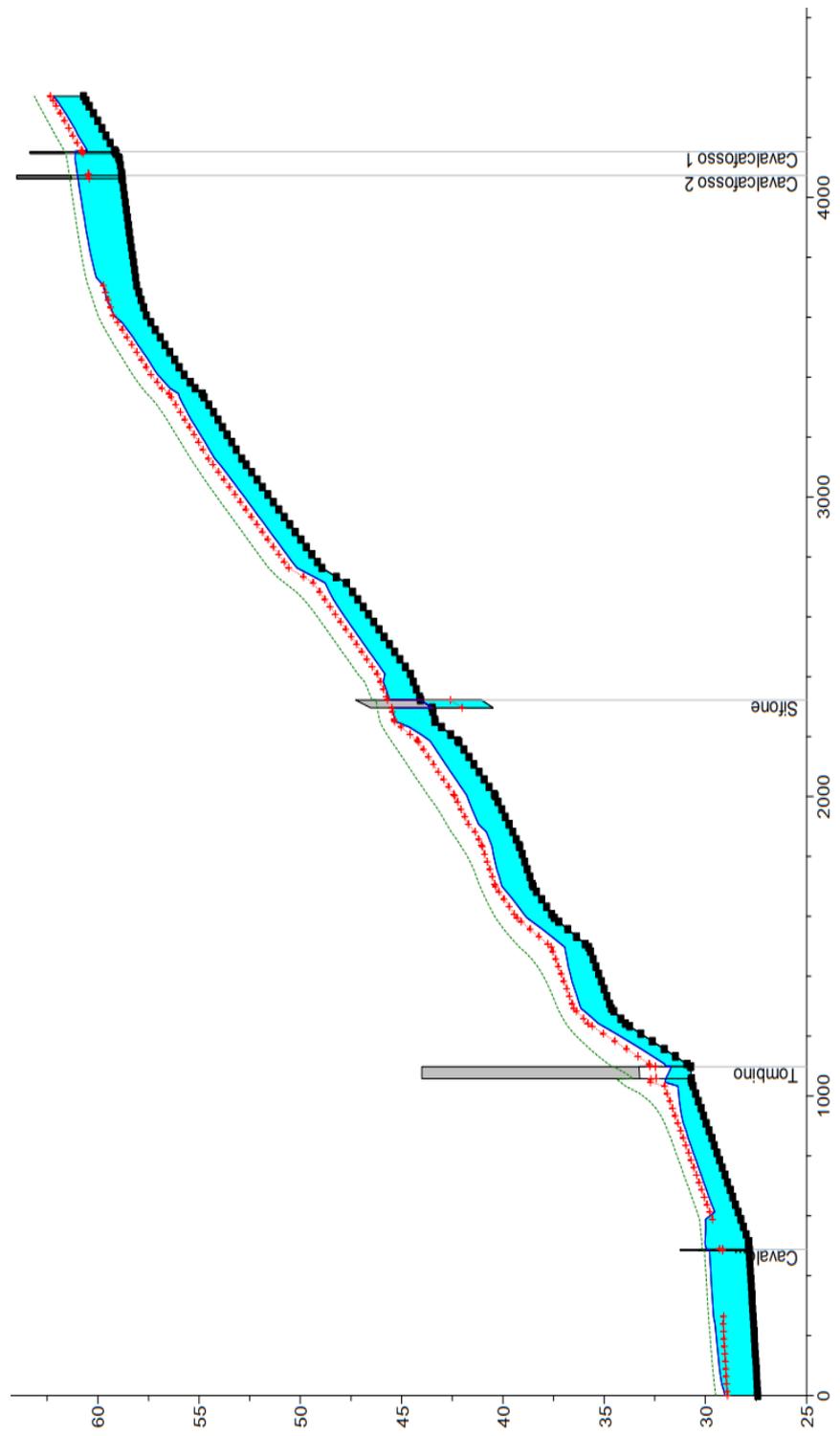


Figura 5-7: Profilo della simulazione in moto permanente

APPALTATORE: Mandataria: 	Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 25 di 31	

6 RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DI STABILITA' DEL RIVESTIMENTO IN MASSI SCIOLTI

Il valore della tensione tangenziale è quello medio ottenuto dalla simulazione monodimensionale nei tratti di sistemazione. Non essendoci deviazioni planimetriche significative nei tratti riprofilati non è stato necessario applicare un fattore moltiplicativo maggiore di 1 alla velocità media. La cadente piezometrica

è stata ricalcolata secondo la relazione di Gaukler- Strickler $J = \left(\frac{v}{k_s \cdot R_h^{2/3}} \right)^2$ e di conseguenza è stata

ricalcolata anche la tensione tangenziale $\tau = \gamma \cdot R_H \cdot J$.

Tale valore è stato assunto come valore di riferimento sia per il fondo che per le sponde.

Per il calcolo della tensione critica al fondo ($\tau_{cr(o)}$) è stato utilizzato il criterio di Armanini in quanto il rapporto tra tirante e dimensione del masso pari evidenzia una bassa sommergezza della protezione. La tensione tangenziale critica sulle sponde ($\tau_{cr,(\alpha)}$) è invece stata calcolata utilizzando il criterio di Lane, assumendo un angolo di inclinazione delle sponde rispetto all'orizzontale α pari a 34° , un angolo di attrito dei massi ϕ pari a 45° , un peso specifico dei massi pari a 26000 N/m^3 ed un peso specifico dell'acqua pari a 9810 N/m^3 . Il diametro dei massi adottato è pari a 0.3 m .

Le tabelle seguenti riportano i risultati della verifica di stabilità eseguita:

IN	V	tau	tcr	Fs	Dn
-	m/s	N/mq	N/mq	-	m
20	6,25	83,39	210,30	2,5	0,3
21	7,40	103,01	224,65	2,2	0,3
3	4,25	49,05	224,65	4,6	0,3

La tabella evidenzia che le protezioni in massi del diametro di 0.3 m sono sufficienti a garantire la stabilità del fondo e delle sponde con fattore di sicurezza maggiore di uno in tutte le sezioni considerate. Le velocità nel tratto in oggetto sono piuttosto elevate.

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
PROGETTAZIONE: Mandatario:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>26 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	26 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	26 di 31								

6.1 Verifica sifone

Il progetto prevede la realizzazione di un sifone per superare le interferenze con i sottoservizi del consorzio irriguo e permettere il proseguimento del canale IN20 verso il suo naturale percorso con sbocco nel Fiume Simeto.

La procedura seguita per il dimensionamento del sifone ha previsto di calcolare la perdita di carico totale lungo il sifone in funzione della portata di progetto verificando che sia inferiore al dislivello disponibile tra l'imbocco e lo sbocco del sifone.

Di seguito si riportano le formule utilizzate per il calcolo delle perdite di carico relative al sifone.

- Perdita di carico distribuita in condotta (m):

$$H_a = \frac{2Lg}{K_s^2 R_h^{4/3}} * \frac{V_c^2}{2g}$$

- Perdite di carico all'imbocco pozzo/condotta (m):

$$H_b = 0.5 \frac{V_c^2}{2g}$$

- Perdite di carico allo sbocco condotta/pozzo di valle (m):

$$H_c = 0.7 \frac{V_c^2}{2g}$$

Dove:

V_c = velocità nel sifone (m/s);

g = accelerazione di gravità posta pari a 9,81 m²/s;

L = lunghezza del condotto (m);

K_s = scabrezza tubazione posta pari a 67 m^{1/3}/s;

R_h = raggio idraulico (m);

Perché il sifone sia considerato verificato dovrà essere rispettata la disuguaglianza:

$$\Delta s > \Sigma H_i$$

Dove:

Δs = differenza di quota tra imbocco e sbocco del sifone (m);

ΣH_i = sommatoria delle perdite di carico nel sifone (m).

Si riepilogano a seguire i dati geometrici del sifone in oggetto.

- Dimensioni: 3x3m

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo		Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.		DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA						
PROGETTAZIONE: Mandataria: TECH PROJECT ingegneria integrata		Mandante: Lombardi Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti							SETECO Ingegneria S.r.l.	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03									PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ

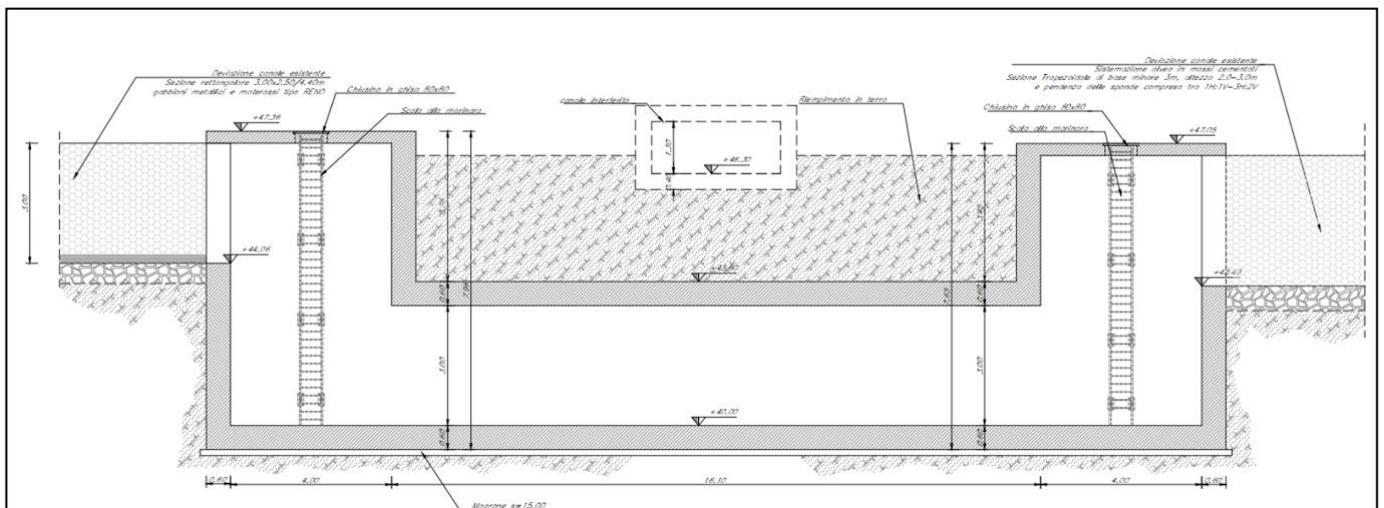
- Materiale: cls
- Sviluppo planimetrico: 20m
- Quota imbocco: 44.06 m slm;
- Quota sbocco: 43.51 mslm;
- Quota fondo sifone: 40 m slm
- Dislivello tra quota di imbocco e sbocco: 55 cm
- Dislivello tra piano campagna e intradosso del sifone: circa 3.6m

Nella tabella successiva si riportano i risultati ottenuta dalla verifica del sifone.

Tabella 4 Verifica sifone IN20

Dimensioni (m)	Portata Tr200anni (mc/s)	Velocità canale monte (m/s)	Velocità canale valle (m/s)	Velocità nel sifone (m/s)	H _a (m)	H _b (m)	H _c (m)	H _{tot} (m)	Δs (m)
3x3	17.55	3.87	1.34	1.95	0.018	0.097	0.136	0.251	0.55

Come è possibile osservare tutte le verifiche dei sifoni risultano soddisfatte essendo il dislivello disponibile tra i pozzetti di monte e valle dei sifoni maggiore delle perdite di carico compressive. Rimanda agli elaborati specialistici della carpenteria per maggiori dettagli, si riporta a seguire uno stralcio del profilo longitudinale dell'opera in oggetto.



APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Mandatario: </div> <div style="text-align: center;">  Mandante: </div> <div style="text-align: center;">  Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. </div> <div style="text-align: center;">  S.I.F.E.L. </div> </div>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
PROGETTAZIONE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Mandatario: </div> <div style="text-align: center;">  Mandante: </div> <div style="text-align: center;">  SETECO Ingegneria S.r.l. </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>28 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	28 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	28 di 31								

6.2 Verifica bacino di laminazione

Per la verifica del bacino di laminazione è stata presa a riferimento la curva di possibilità pluviometrica avente tempo di ritorno T_r pari a 200anni.

La verifica di tale bacino è funzione della portata massima fissata allo scarico nel canale di progetto, ed è finalizzata a contenere l'evento meteorico più critico, per un tempo di ritorno assegnato.

La vasca è stata dimensionata perciò considerando un coefficiente udometrico imposto allo scarico di 20 l/(s ha), con i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica definiti al capito **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** associati ad un tempo di ritorno imposto pari a 200 anni.

Le equazioni che descrivono il funzionamento del manufatto sono:

- Equazione di continuità: $Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t)/dt$
- Relazione tra il volume invasato ed il livello idrico nella vasca: $W(t) = W(h(t))$
- Legge d'efflusso che governa l'efflusso dalla vasca: $Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$

dove $Q_e(t)$ è la portata in ingresso alla vasca nel generico istante t , $Q_u(t)$ è la portata in uscita dalla vasca in funzione del tempo, $W(t)$ è il volume invasato nella vasca nell'istante t .

Per il dimensionamento della vasca di laminazione è stato utilizzato il metodo delle piogge, secondo cui il volume in ingresso alla vasca W_e si calcola come:

$$W_e = \varphi \cdot h \cdot A$$

Con

φ coefficiente di afflusso della superficie pari 0.35,

h [m] altezza di precipitazione associata all'evento con tempo di ritorno T_r ,

A [mq] superficie su cui agisce la vasca (pari al bacino 16, ovvero quello afferente a IN20).

Il volume uscente massimo si calcola moltiplicando la portata massima uscente $Q_{u,max}$ [l/s] per la durata dell'evento di precipitazione θ [s]:

$$W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$$

dove la massima portata uscente si determina sfruttando il coefficiente udometrico di 20 l/(s ha) e la superficie afferente.

Definiti in questo modo il volume in ingresso alla vasca ed il volume uscente, si riesce a determinare compiutamente il volume da invasare, dato dalla differenza tra W_e e W_u .

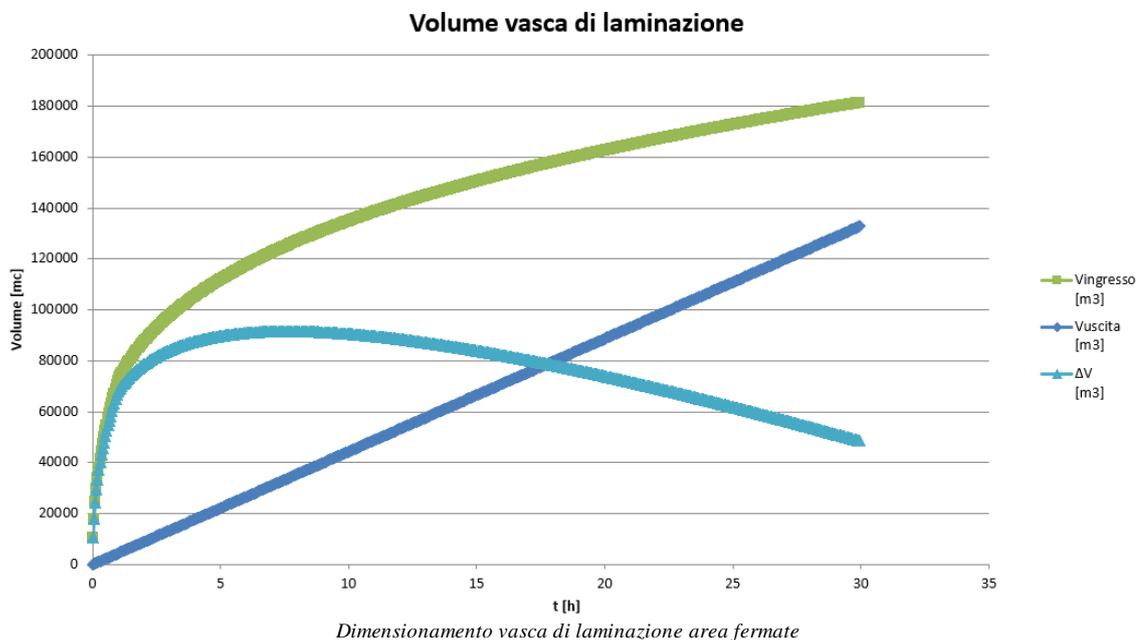
APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
PROGETTAZIONE: Mandataria: TECH PROJECT	Mandante: Lombardi						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03		PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.12.00.044	REV. B	PAGINA 29 di 31

Applicando tale metodologia di calcolo risultano i seguenti valori:

Dati	
Tr (anni)	200
S (ha)	176
Portata in uscita Qu (l/s/ha imp)	20
Portata in uscita Qu (l/s)	1232
C (-)	0.35
a>1 ora (mm/h)	117.60
n (-)	0.270
Stima del volume minimo di invaso con il metodo sole piogge ore	
durata critica sole piogge (h)	7.64
Volume (mc)	91551
Volume (inv/haimp)	1040.36
Stima del tempo di svuotamento	
Portata in uscita Qu (l/s)	1232.00
Vol. inv. Tot (mc)	90500
Tempo di svuotamento (min)	1238.52
Tempo di svuotamento (ore)	20.64

Volumetria richiesta per le vasche di laminazione

Nella seguente immagine si riporta il grafico finale ottenuto dal dimensionamento del sistema di laminazione.



APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.12.00.044</td> <td>B</td> <td>30 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	30 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	30 di 31								

Considerando che la vasca di laminazione avrà una superficie utile all'invaso di 19255 mq, il tirante atteso al fine di invasare 90500 mc risulta pari a 4.70m. L'altezza disponibile all'invaso all'interno della vasca sarà pari a 5.40m al fine di garantire un franco rispetto al valore di piena.

L'ingresso delle acque meteoriche nella vasca di laminazione è garantito da uno sfioratore laterale di lunghezza 14.5m e altezza 1m.

La portata sfiorata dal manufatto è stata calcolata secondo la seguente formula:

$$\Delta Q = C_{da} [2g(h_o - w_a)^3]^{1/2} \Delta L$$

Dove:

- ΔQ = Portata sfiorata, che in questo caso deve essere pari a 17.5 mc/s;
- C_{da} = Coefficiente di deflusso medio, fissato pari a 0.402;
- G = L'accelerazione di gravità, pari a 9.81 m/s²
- $h_o - W_a$ = Altezza idrica sulla soglia, fissata pari alla differenza tra 1.78m (tirante nella sezione di monte) e 1m (altezza della soglia);
- ΔL = Lunghezza dello sfioratore.

Dalla formula sopra riportata emerge che lo sfioratore deve essere lungo ad almento 14.27m al fine di permettere lo sfioro di 17.5 mc/s, sulla base dei dati soprariportati. Ai fine della sicurezza sarà previsto uno sfioratore lungo 14.5m.

Lo scarico dalla vasca di laminazione avverrà tramite una luce a battente. Al fine di evitare che possibili ostruzioni possano compromettere il corretto funzionamento, sarà previsto un totem alto 3.7m dotato di tre aperture di dimensioni 1.00x0.60m: due di queste in posizione equidistante sul lato della vasca, e l'ultimo permetterà lo scarico sul canale. Lo scarico dal bacino sarà posizionato a 0.50m dalla quota di scorrimento del canale.

La verifica dello scarico considerando una luce a battente è stata effettuata sulla base della seguente formulazione:

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Dove:

- h è il carico della luce a stramazzo;
- μ coefficiente di contrazione, assunto pari a 0.6 (-)
- S è la superficie dell'apertura, posta pari a 1.0x0.6m.

Dall'equazione sopra riportata risulta che l'altezza dell'apertura necessaria a garantire il deflusso di 1.23mc/s fissando la larghezza di 1m è pari ad almeno 0.6m.

<p>APPALTATORE: Mandatario: salini impregilo</p> <p>Mandante: ASTALDI  S.I.F.E.L.</p>	<p align="center">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
<p>PROGETTAZIONE: Mandatario: TECH PROJECT <small>ingegneria integrata</small></p> <p>Mandante: Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti</small> SETECO <small>Ingegneria S.r.l.</small></p>													
<p>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE Nota tecnica idraulica di calcolo attraversamento minore IN20-IN21-IN03</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">RS39</td> <td align="center">1.0.V.ZZ</td> <td align="center">RI</td> <td align="center">ID.12.00.044</td> <td align="center">B</td> <td align="center">31 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	31 di 31
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	RI	ID.12.00.044	B	31 di 31								

ALLEGATI

