

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 "Palermo - Catania"  
**2° STRALCIO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. UP7458

**PROGETTAZIONE:** **ATI VIA - NET - PUCCINELLI**

**PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Maurizio Lanzini (Ord. dei Geologi del Lazio 385)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Matteo Di Giralamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

**MANDATARIA:**



**MANDANTI:**



**STUDIO TECNICO**  
**ING. PUCCINELLI**  
www.puccinelli.webs.com

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Carlo Piraino*

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello  
in fase di esecuzione dei lavori**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO LIV. PROG. ANNO		TOOID00IDRRE01_A			
SIMSUP00258 E 22		CODICE ELAB. TOOID00IDRRE01		A	-
D	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-
A	EMISSIONE	MAR. 2022	A.PISANESCHI	A.PISANESCHI	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO</b> .....	<b>6</b>
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE .....	6
3.2	IDROLOGIA DEL TERRITORIO.....	7
3.2.1	METODOLOGIA V.A.P.I.....	8
3.2.2	CALCOLO DELLE PORTATE MODELLO DEL P.A.I.....	9
3.2.3	DATI RELATIVI AL BACINO DEL FIUME MORELLO .....	12
3.2.4	DATI RELATIVI AL BACINO DEL VALLONE SCALDAFERRO .....	14
<b>4</b>	<b>DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO</b> .....	<b>18</b>
4.1	PORTATE DI PROGETTO DEI GUADI SUL FIUME MORELLO .....	18
4.2	PORTATE DI PROGETTO DEL GUADO SUL VALLONE SCALDAFERRO .....	22
<b>5</b>	<b>VERIFICA DEI GUADI</b> .....	<b>26</b>
5.1	METODO DI VERIFICA DEI TOMBINI.....	26
5.2	ATTRAVERSAMENTO N. 01 SU FIUME MORELLO (guado D).....	31
5.3	ATTRAVERSAMENTO N. 02 SU FIUME MORELLO (guado B) .....	43
5.4	ATTRAVERSAMENTO N. 03 SU FIUME MORELLO (guado A).....	50
5.5	ATTRAVERSAMENTO N. 04 SU VALLONE SCALDAFERRO .....	57
5.6	ATTRAVERSAMENTO N. 05 SU AFFLUENTE SECONDARIO (guado c) .....	65
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>72</b>

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</b>	

## 1 PREMESSA

---

La presente relazione riguarda lo studio e la verifica idraulica di alcuni guadi provvisori necessari al cantiere per la realizzazione *dei Lavori di ripristino strutturale del viadotto Morello tronco 2 campate dalla 56 alla 76 (impalcato a 3 travi) e campate dalla 77 alla 125 (impalcato a 4 travi)*.

Tale studio ha comportato la modellazione idraulica in moto uniforme dei tombini, con l'obiettivo di verificare se le opere sono compatibili con il passaggio delle portate di progetto, ovvero delle portate transitanti allo stato di fatto, senza alterare le aree di esondazione naturale dei corsi d'acqua interessati.

In particolare, i guadi sono necessari per la realizzazione della pista di cantiere e per le aree tecniche di lavoro. I punti di passaggio, visualizzati nel seguito della relazione sono localizzati sia nel letto del Fiume Morello, sia su alcuni affluenti di minore importanza.

La portata di progetto delle opere di tombamento del Fiume Morello è stata dedotta dallo "Studio di determinazione della portata massima transitabile in alveo e della portata di attenzione scarico diga, ai fini dell'aggiornamento del Documento di protezione civile delle Dighe Olivo, in territorio del Comune di Barrafranca (EN), Villarosa, in territorio del Comune di Villarosa (EN) e Gibbesi in territorio dei Comuni di Naro (AG) e Sommatino (CL) – **Diga di Villarosa**", redatto per conto della Regione Siciliana – Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità – Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti – Servizio 4 Gestione Infrastrutture per le Acque, nel mese di Settembre 2020, acquisito dalla scrivente con Prot. 4170 del 03/02/2022.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT

2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

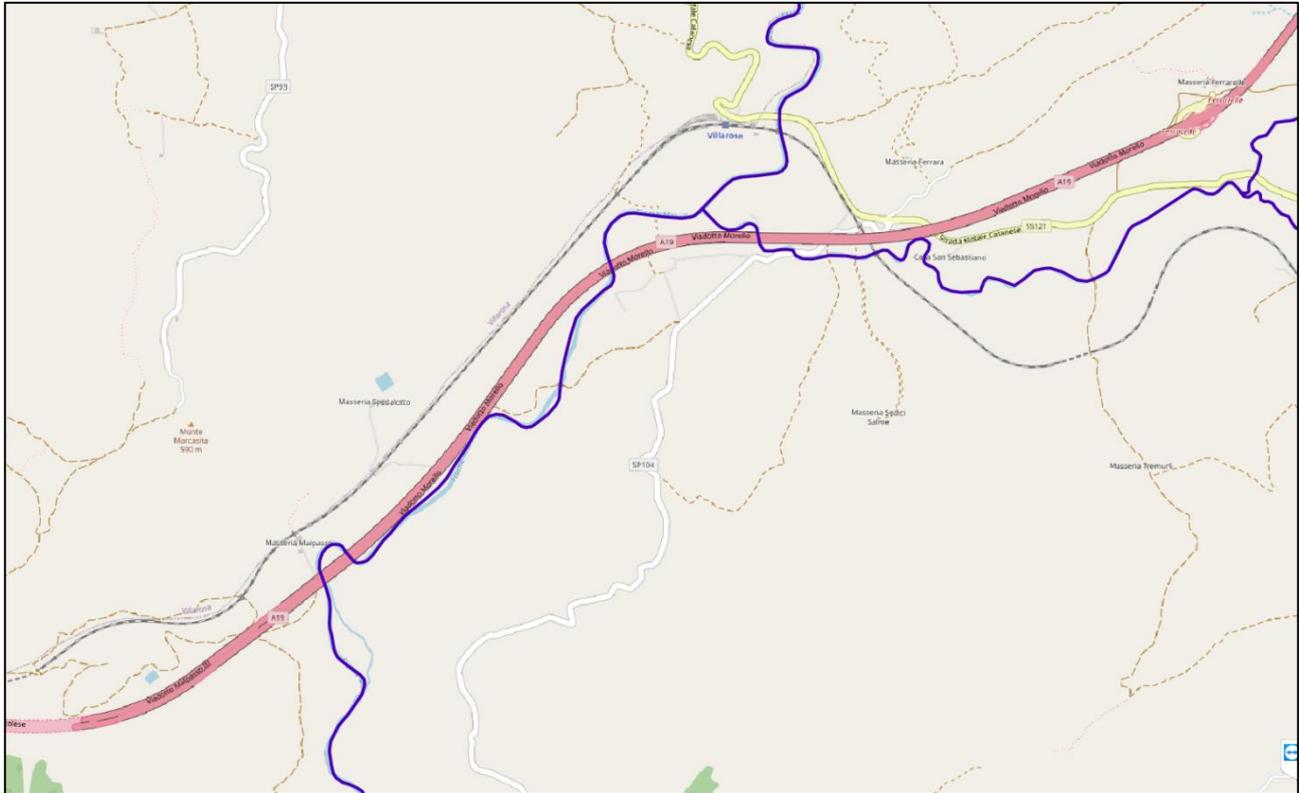


Immagine 1.1 – Inquadramento del Viadotto Morello (Open Street Map)

## 1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per gli aspetti idraulici connessi alla realizzazione e manutenzione di ponti e viadotti è costituita da:

- Norme tecniche per le costruzioni 2018;
- Piano stralcio per l'assetto idrogeologico Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072);
- Piano stralcio per l'assetto idrogeologico della Regione Sicilia;
- Manuale di progettazione ANAS;

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

## 2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Il presente documento è relativo al **secondo stralcio del progetto degli interventi finalizzati al ripristino strutturale delle solette, delle travi, dei pulvini e delle pile del Viadotto Morello dal km 106+825 al km 112+400 dell'Autostrada A19.**

In particolare, il **secondo stralcio** dei lavori è relativo al **tratto del viadotto in carreggiata PA-CT compreso tra la pila 55 e la spalla B**, e comprende:

- 23 campate di impalcato del tipo "a 3 travi in c.a.p." – Campate da 56 a 76
- Le campate del by-pass tra le carreggiate, tra la pila 58 e la pila 60;
- Tutte le 49 campate di impalcato del tipo "a 4 travi in c.a.p." – Campate da 77 a 125 ad esclusione della 84;
- La campata di scavalco ferroviario con impalcato a sezione mista acciaio-cls – Campata 84.

I lavori prevedono la completa demolizione degli impalcati del tipo "a tre travi in c.a.p." in carreggiata PA-CT (campate da 1 a 76), e la relativa sostituzione con nuovi impalcati a struttura mista acciaio-calcestruzzo. Questa soluzione è dettata dal grado di ammaloramento riscontrato sulle membrature di impalcato di questa tipologia (ex lotto 28), della carreggiata adiacente (CT-PA), oggetto di importanti ed estesi interventi di consolidamento recentemente completati.

Nell'ambito dei suddetti lavori, gli interventi inizialmente previsti e mirati a ripristini localizzati, sono stati successivamente rimodulati ed ampliati tenuto conto delle effettive condizioni di degrado delle membrature di impalcato (travi e solette), e delle relative vulnerabilità riscontrate in corso d'opera.

La numerosità e complessità degli interventi realizzati a consuntivo, i relativi costi e tempistiche esecutive, hanno portato l'amministrazione all'adozione di una soluzione "radicale" di sostituzione degli impalcati della medesima tipologia sulla carreggiata PA-CT che, a fronte di costi leggermente superiori, permette di conseguire **l'adeguamento sismico ai sensi delle NTC2018** del tratto di viadotto in esame, attraverso la riduzione delle masse dell'impalcato e l'adozione di un sistema di isolamento mediante adozione di isolatori elastomerici di opportuna rigidità.

Inoltre, la soluzione progettuale prevede la riduzione del numero complessivo di giunti di dilatazione ed il collegamento delle campate di impalcato in soletta ("catena cinematica"). In particolare, le 76 campate complessivamente realizzate con questa tipologia sono state divise in 15 tratti, 14 da 5 campate e 1 da 6 campate, di questi, 3 dei tratti da 5 campate ed il singolo tratto da 6 campate sono oggetto del presente stralcio.

Le buone condizioni che caratterizzano le strutture portanti degli impalcati del tipo "a quattro travi in c.a.p." delle **campate da 77 a 125 (ex lotto 29)**, riscontrate nel corso della campagna di indagini diagnostiche eseguite e nel corso dei lavori eseguiti sulla carreggiata CT-PA, hanno portato a prevedere per queste membrature consueti **interventi di manutenzione straordinaria**.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

Il by-pass tra le due carreggiate, attualmente si sviluppa su un'unica campata di impalcato ubicata tra le pile 59 e 60. Si prevede di incrementarne lo sviluppo dello stesso attraverso la realizzazione di una campata aggiuntiva lato Palermo.

Sono esclusi del presente appalto i lavori di risanamento corticale dei calcestruzzi di:

- pile, spalle e pulvini (ad eccezione di quanto appresso specificato);
- travi e intradossi delle solette degli impalcati delle campate da 77 a 125.

oggetto del primo stralcio di lavori.

Nell'ambito di questo stralcio dei lavori è previsto il completamento del risanamento corticale dei calcestruzzi dei pulvini delle pile da 1 a 76 della carreggiata PA-CT, che sarà eseguito a valle dei lavori di demolizione delle strutture di impalcato.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

### 3 CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO

#### 3.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Il Fiume Morello è tra i maggiori tributari del Fiume Imera Meridionale sia per sviluppo del corso d'acqua che per estensione del bacino di drenaggio; nasce nel territorio comunale di Nicosia e confluisce ad una quota di circa 270 metri nell'Imera Meridionale, poco a valle del Ponte Capodarso.



*Immagine 3.1 – Bacino del Fiume Imera Meridionale*

Nei pressi di Monte di Cozzo Ferrara, al confine tra il territorio di Villarosa ed Enna, il Morello presenta uno sbarramento che dà origine al serbatoio Villarosa.

Il bacino del Fiume Morello interessa il territorio della provincia di Enna, attraversando i territori comunali di Nicosia, Calascibetta, Villarosa ed Enna. Comprende interamente l'abitato di Villarosa e parzialmente quello di Calascibetta, la cui restante parte ricade nel bacino del Fiume Simeto.

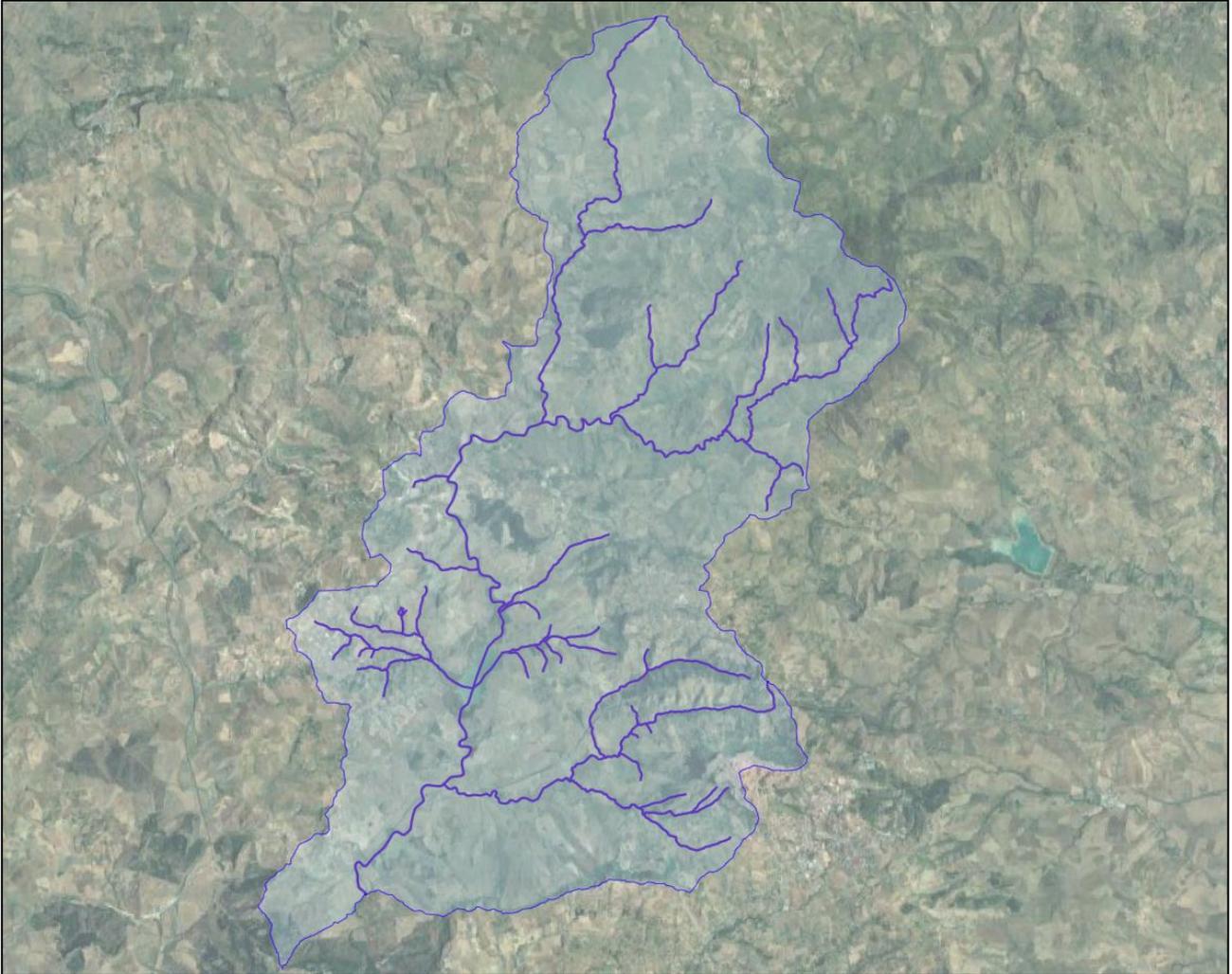
Il bacino ha una forma piuttosto allungata ed un'estensione di circa 178 km<sup>2</sup>; l'altitudine massima è di circa 1192 m.s.m. che corrisponde alla cima di Monte Altesina, nel territorio comunale di Nicosia, dalle cui pendici si origina l'asta principale con il nome di Vallone Altesinella. L'altitudine media è di circa 582 m.s.m. e la minima di circa 270 m.s.m., che si ha alla confluenza con l'Imera Meridionale nei pressi di Ponte Capodarso.

Il bacino risulta caratterizzato dalla presenza di vasti affioramenti della serie gessosolfifera nella porzione centro-settentrionale e da termini della serie pliocenica, in trasgressione sulla precedente, nel settore centro-orientale.

Il Fiume Morello, il cui sviluppo è di circa 31 Km, scorre in direzione E-W nella zona montana, dove drena le acque del Vallone Pietre Lunghe, unico affluente di testata di una certa importanza. Nei pressi dell'abitato di Villapriolo si ha un cambiamento di direzione in senso N-S sino alla confluenza con l'Imera. Negli anni 1969-

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</b>	

1972 l'E.M.S. nel territorio di Villarosa, ha realizzato la Diga Morello, a sbarramento dell'omonimo fiume. L'invaso era destinato ad usi industriali per il lavaggio del sale potassico della vicina miniera di Pasquasia.



*Immagine 3.2 – Bacino del Fiume Morello*

### **3.2 IDROLOGIA DEL TERRITORIO**

L'idrologia del territorio può essere descritta attraverso i due metodi seguenti:

- Metodologia VA.PI.
- Informazioni derivanti dal P.A.I. Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</b>	

### 3.2.1 METODOLOGIA V.A.P.I.

La prima metodologia utilizzata, per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno, fa riferimento ai risultati ottenuti e riportati nel rapporto di Valutazione delle Piene del GNDCl della Regione Sicilia.

Nel progetto VAPI il modello probabilistico adottato è quello a doppia componente (TCEV), che si basa sull'assunzione che gli eventi estremi di un campione (piogge intense, piene, ecc.) appartengano a due insiemi diversi distribuiti in modo simile (es: eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, ed eventi massimi straordinari, meno frequenti ma spesso catastrofici).

In tale studio è riportato che per la determinazione della portata al colmo, di dato tempo di ritorno, occorre moltiplicare il valore di  $K_T$  per quello della portata indice, in questo caso coincidente con la media dei colmi  $m(Q)$  ottenibile attraverso la regressione empirica valida per l'intero territorio:

$$m(Q) = 3.09 A^{0.736}$$

in cui con  $A$  si intende l'area del bacino, espressa in  $km^2$ , mentre  $m(Q)$  è in  $m^3/s$ .

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
$K_T$ (SZO A)	0.85	1.45	1.91	2.36	2.51	2.82	2.97	3.42	3.87	4.46	4.91
$K_T$ (SZO B)	0.83	1.51	2.04	2.57	2.74	3.10	3.26	3.78	4.30	4.99	5.51
$K_T$ (SZO C)	0.82	1.54	2.10	2.66	2.83	3.21	3.38	3.93	4.48	5.20	5.75

*Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le portate in Sicilia, per alcuni valori del periodo di ritorno  $T$*

$$SZO C \ K_T = 0.3232 + 1.617 \text{ Log } T$$

$$SZO D \ K_T = 0.2670 + 1.750 \text{ Log } T$$

$$SZO E \ K_T = 0.1785 + 1.961 \text{ Log } T$$

*Immagine 3.1 – Bacino del Fiume Morello*

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

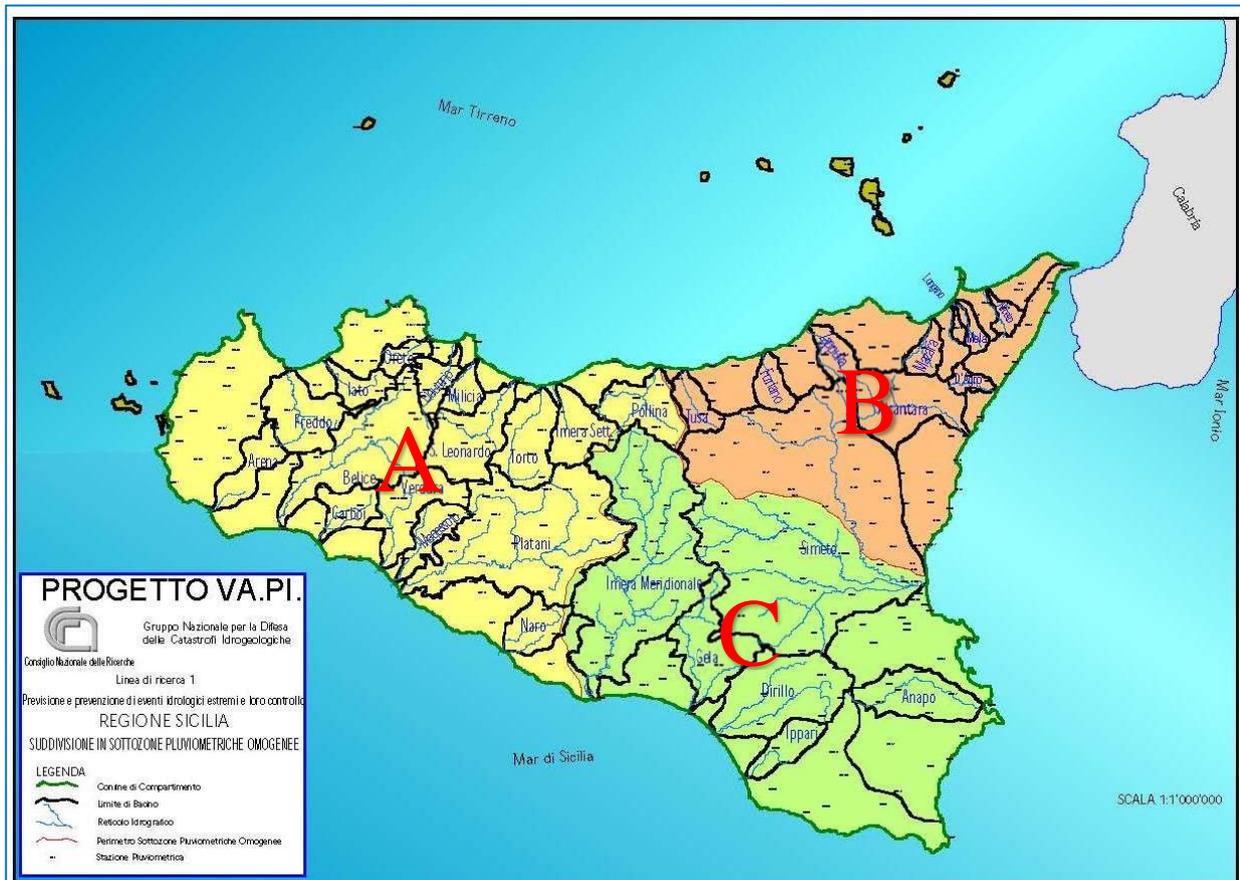


Immagine 3.3 – Zone VAPI Sicilia

### 3.2.2 CALCOLO DELLE PORTATE MODELLO DEL P.A.I.

La metodologia utilizzata è descritta in dettaglio nella Relazione Generale del P.A.I. della regione Sicilia. Il bacino idrografico del Fiume Imera meridionale, di estensione pari a circa 2064 km<sup>2</sup>, è stato suddiviso in 51 sottobacini; per ogni sezione di chiusura dei sottobacini, sono state calcolate le massime portate al colmo di piena per gli assegnati tempi di ritorno. Di seguito si riportano, sinteticamente, la procedura adottata ed i risultati dello studio idrologico condotto.

Lo studio è stato eseguito in due fasi successive:

- la prima fase, definita di pre-processing, ha consentito di individuare automaticamente, partendo da un modello digitale delle quote del terreno (DEM-Digital Elevation Model), il reticolo idrografico, i displuvi e, quindi, i limiti di bacino e dei sottobacini, ciascuno dei quali corredato dai principali parametri morfologici;
- la seconda fase, di modellazione idrologica, ha permesso di simulare mediante il modello HEC-HMS, utilizzando come dati di input quelli ottenuti nella fase precedente, i processi di afflusso-deflusso, ottenendo,

infine, i valori delle massime portate al colmo di piena per i fissati tempi di ritorno in corrispondenza delle sezioni sia di chiusura dei sottobacini considerati, sia di confluenza dei sottobacini stessi con l'asta fluviale principale.

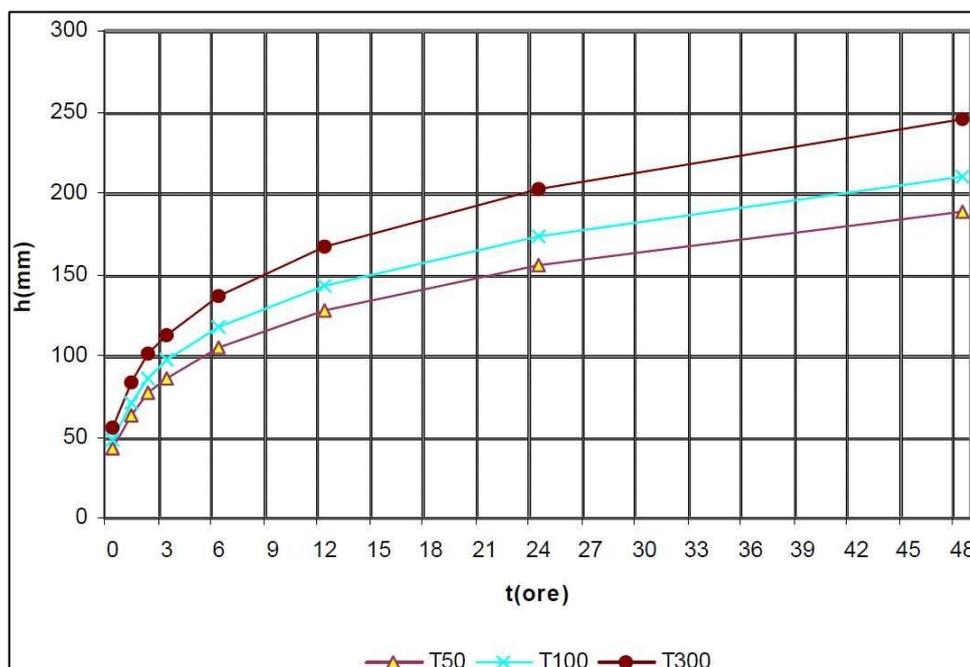
Il processo è stato sviluppato nei seguenti step:

### Studio della piovosità

E' stato condotto uno studio delle piogge al fine di calcolare i parametri statistici necessari per la costruzione delle curve di probabilità pluviometrica (v. Relazione Generale P.A.I.) per l'intero bacino in esame. Questa fase ha richiesto la determinazione dei parametri meteorologici, "a", "n" e "CV" per il bacino in studio. A partire dalle carte dei valori di "a", "n" e "CV" (Tav. 3, 4 e 5 della Relazione Generale P.A.I.) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (Tabella 4.2) utilizzando il software Arc-View.

La ricostruzione degli ietogrammi sintetici lordi a partire dalle C.P.P. per i tre tempi di ritorno considerati è stata effettuata a partire dalle serie storiche di pioggia registrate nelle stazioni pluviografiche ricadenti nell'area di studio. Lo ietogramma utilizzato è del tipo "Chicago". In particolare si è ipotizzato uno ietogramma centrato ed una durata critica pari a 48 ore.

Superficie totale (km <sup>2</sup> )	a	n	CV
2063,92	28,09	0,28	0,49



Valori medi areali dei parametri "a", "n" e "CV" relativi al bacino del Fiume Imera Meridionale

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di          esecuzione dei lavori</i>	

### **Calcolo della pioggia netta**

Per la determinazione della pioggia netta o deflusso superficiale è stato utilizzato il metodo SCS - Curve Number descritto in dettaglio nella Relazione Generale del P.A.I. I valori medi areali di CN, relativi ad ogni sottobacino nel quale è stato suddiviso il bacino principale, sono stati ottenuti utilizzando la distribuzione regionale (Tav. 7 della Relazione Generale del P.A.I.) determinata da Maltese (2003) del D.I.I.A.A..

### **Determinazione del trasferimento della pioggia netta alla sezione di chiusura**

Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato effettuato con il metodo della corrivazione per le diverse sezioni di chiusura dei sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino idrografico principale. A partire dal DEM del bacino, prodotto dall'Assessorato Regionale BB.CC.AA., caratterizzato da una maglia quadrata di dimensioni 100 m, sono stati ricavati automaticamente i percorsi di drenaggio, è stato individuato il reticolo idrografico e la lunghezza delle linee di drenaggio. A quest'ultima è stata associata una velocità di scorrimento superficiale costante e pari ad 1,5 m/s. Ottenuta così la carta delle isocorrive è stato possibile ricavare la curva aree - tempi e quindi i tempi di corrivazione dei sottobacini in esame.

Il calcolo dell'idrogramma uscente attraverso la sezione di chiusura del generico sottobacino è stato effettuato utilizzando il modulo User Specified Unit Hydrograph del modello HEC-HMS (v. Relazione Generale P.A.I.).

Il calcolo dell'onda di piena risultante nella sezione di chiusura del bacino principale è stato effettuato utilizzando il modulo Routing Method Lag di HEC-HMS ipotizzando i sottobacini collegati tramite canali lineari ed una semplice traslazione dell'onda di piena.

Il tempo di ritardo di ciascun canale è stato calcolato in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua e della velocità della corrente supposta pari ad 1,5 m/s.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

### 3.2.3 DATI RELATIVI AL BACINO DEL FIUME MORELLO

I dati relativi al Fiume Morello e ricavati dalla relazione PAI sopra citata sono i seguenti:

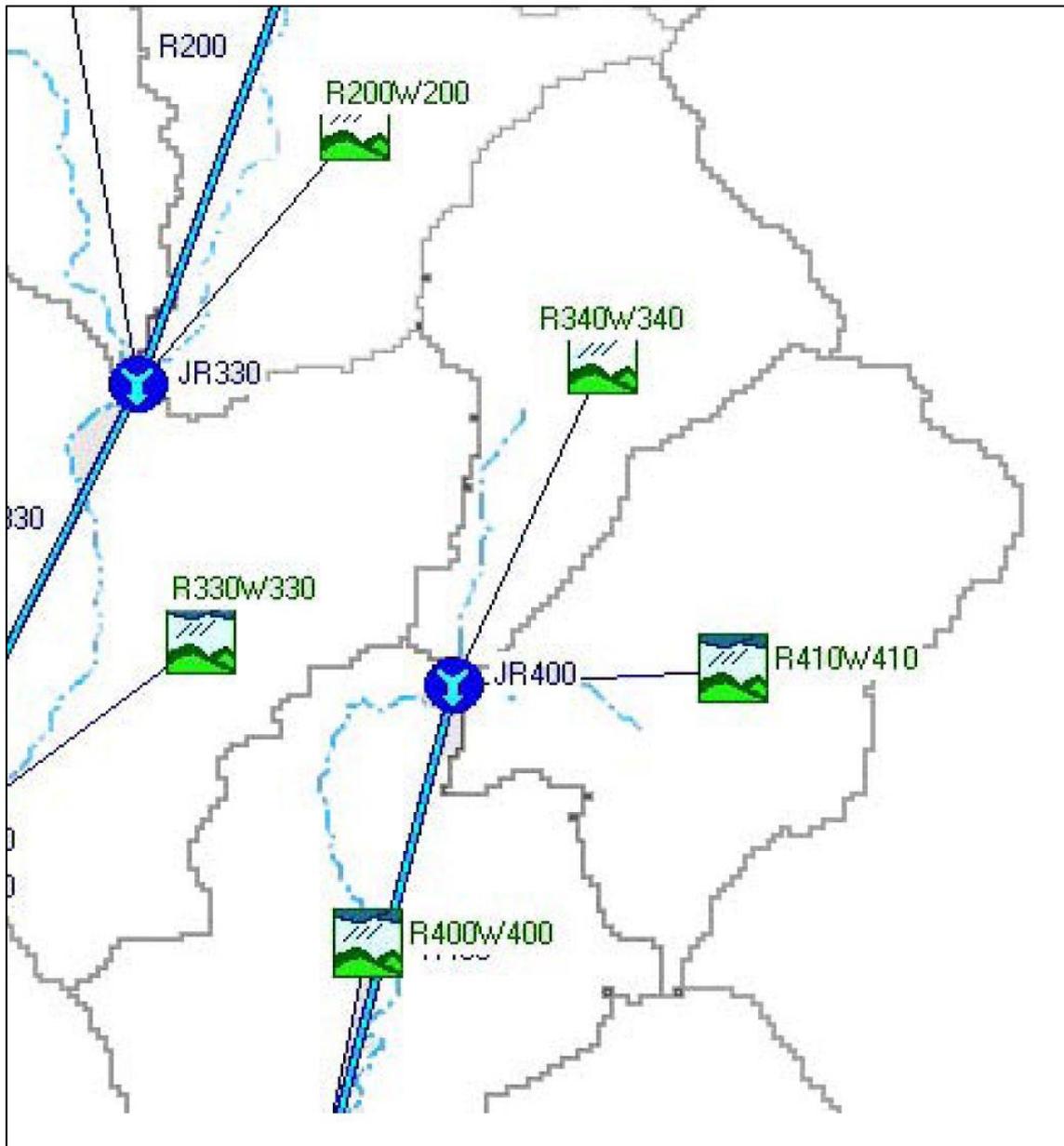


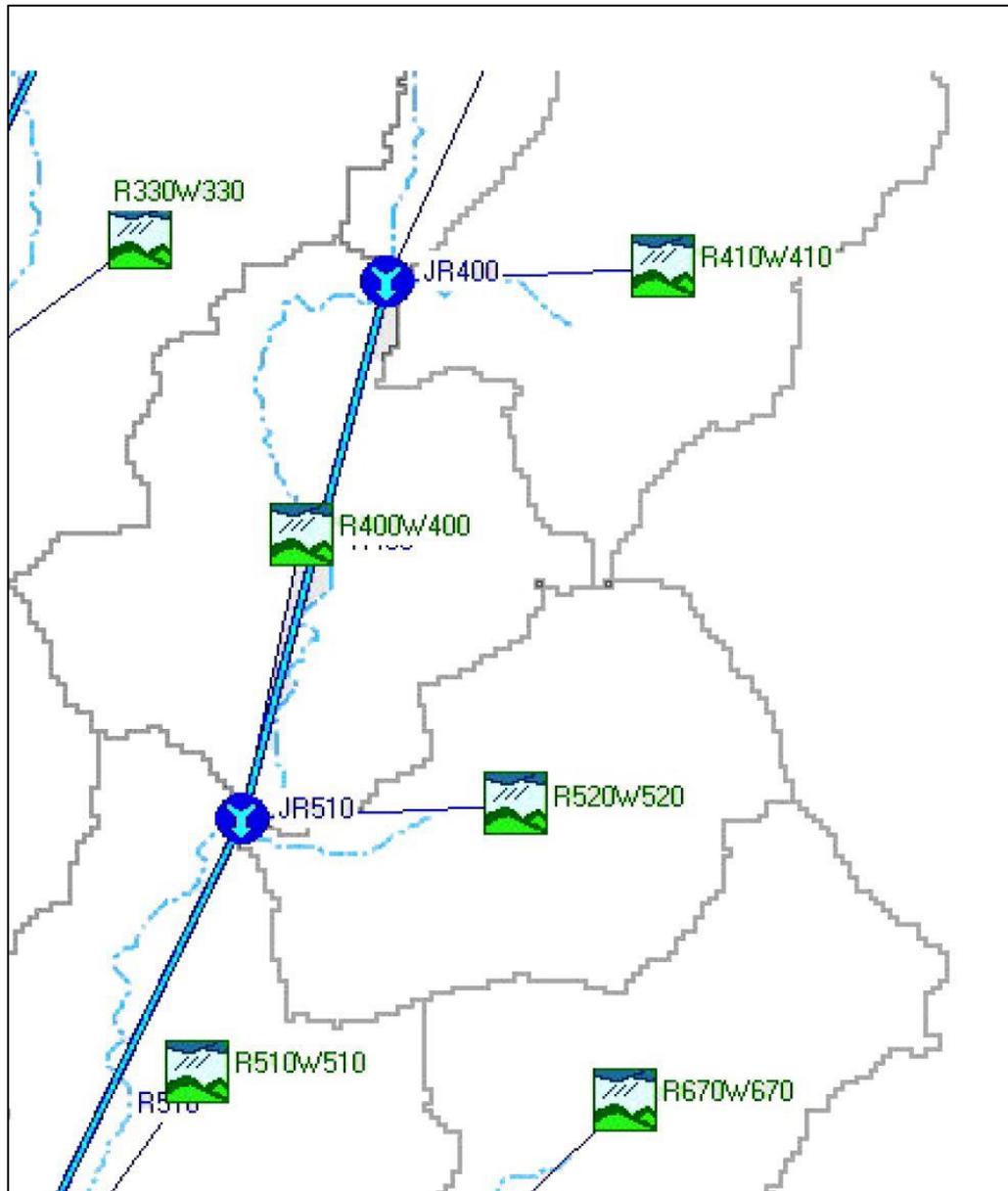
Immagine 3.4 – Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale  
utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena – parte di Monte del Fiume Morello

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**



*Immagine 3.5 – Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale  
utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena – parte di Valle del Fiume Morello*

La sezione di chiusura da prendere in considerazione per questo studio è la JR510.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

### 3.2.4 DATI RELATIVI AL BACINO DEL VALLONE SCALDAFERRO

Il Vallone Scaldaferro è un affluente di sinistra del Fiume Morello e interessa il guado E, sull'attraversamento n. 05. Il bacino sotteso ha un'area di circa 29.3 km<sup>2</sup>, con un'asta principale di lunghezza pari a 9.7 km.

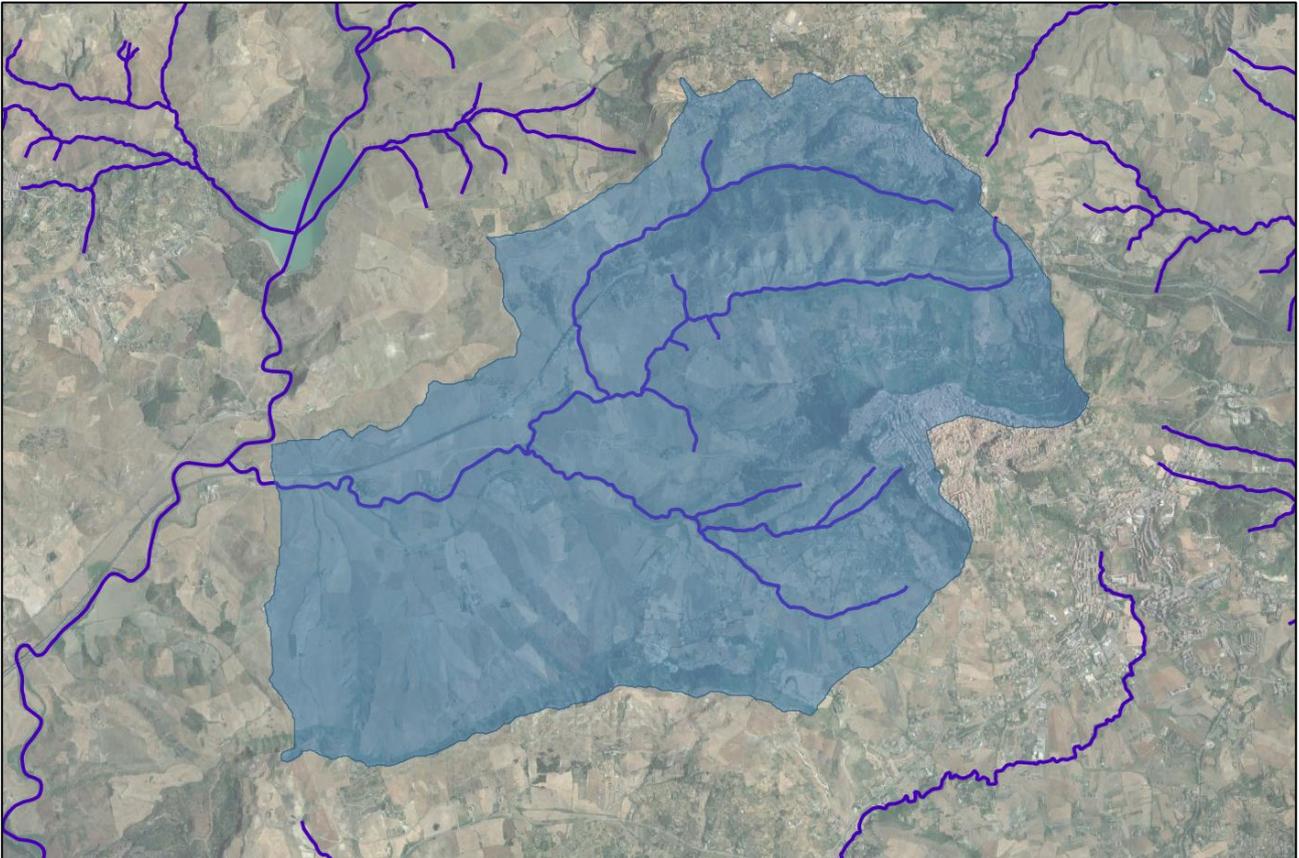


Immagine 3.6 – Bacino imbrifero del Vallone Scaldaferro

Il dimensionamento idraulico del guado provvisorio è stato eseguito mediante dati idrologici ricavati dai sopra citati documenti “*Piano stralcio per l’assetto idrogeologico Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072)*” e “*Piano stralcio per l’assetto idrogeologico della Regione Sicilia*”. In tal senso sono stati ricavati rispettivamente i valori di **a**, **n**, **CV** dalle mappe messe a disposizione dalla Regione Siciliana, mentre il parametro **K<sub>t</sub>** è stato ricavato dalla seguente formula:

$$K_t = 1 - CV * \left\{ 0.450 + 0.779 \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

dove T è il Tempo di Ritorno.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

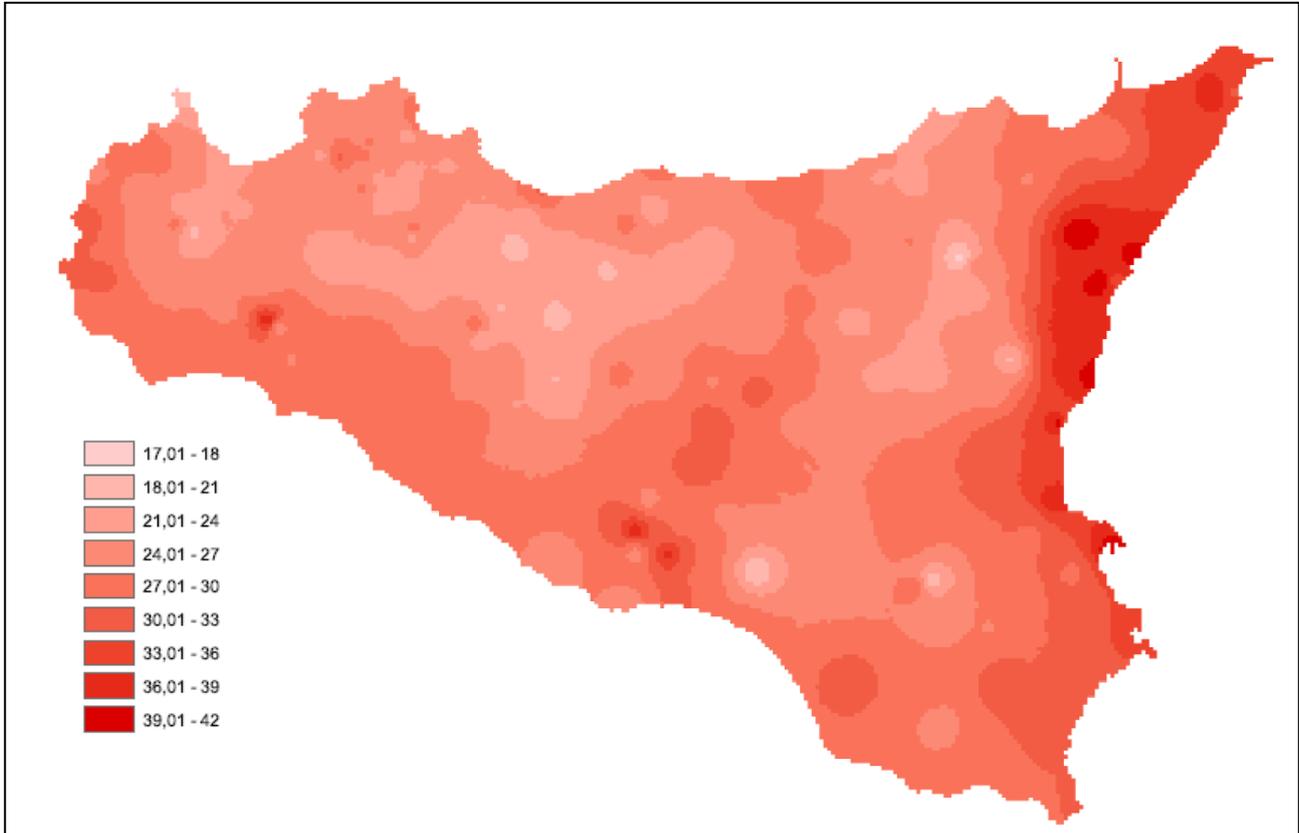


Immagine 3.7 – Mappa dei valori del parametro **a** – Relazione PAI Sicilia

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

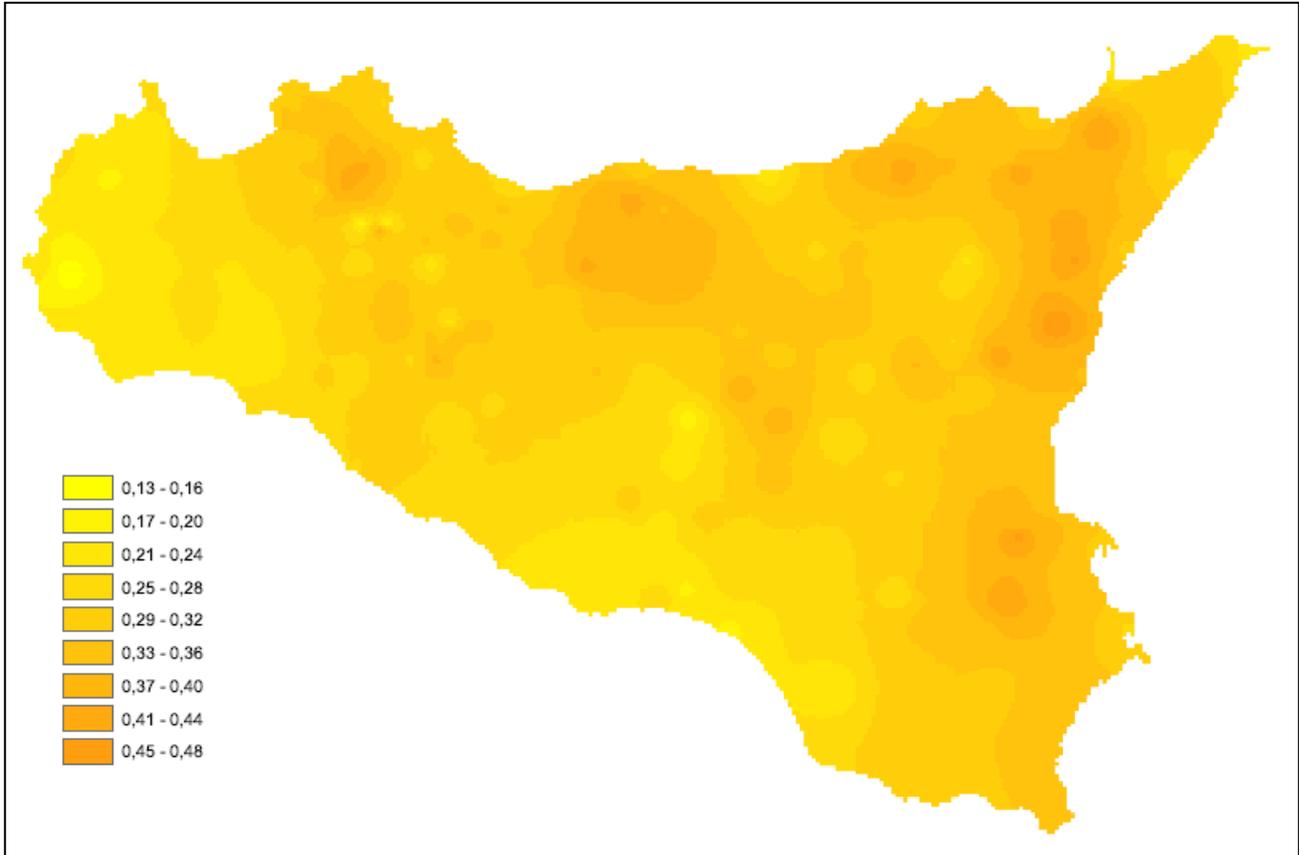


Immagine 3.8 – Mappa dei valori del parametro  $n$  – Relazione PAI Sicilia

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

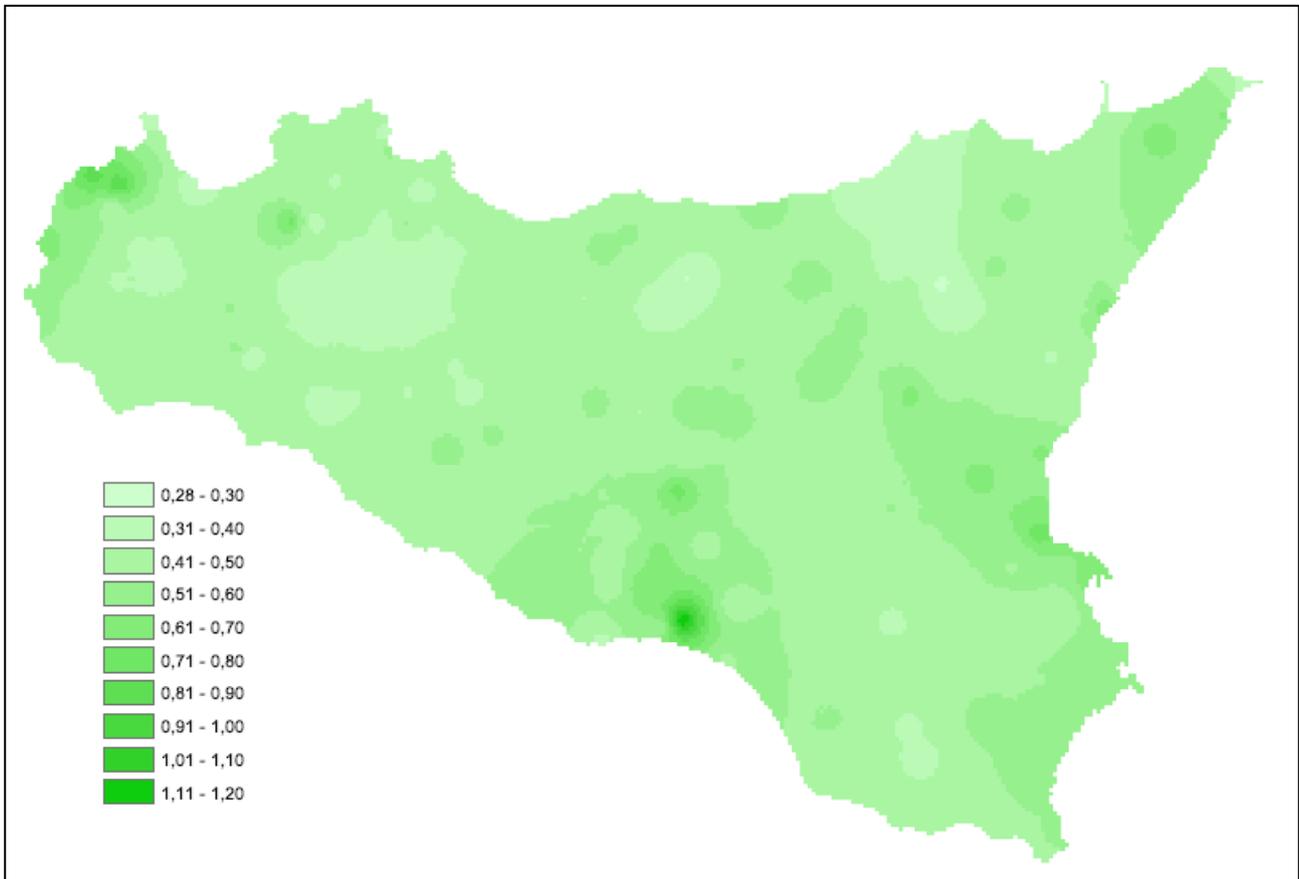


Immagine 3.9 – Mappa dei valori del parametro CV – Relazione PAI Sicilia

La scelta del tempo di ritorno è legata alla durata del cantiere e posta in sicurezza pari a **10** anni.  
Si effettua in questa sede il calcolo idrologico mediante l'impiego di formulazioni a due parametri:

$$h = K_t * a * t^n$$

dove:

**h** è l'altezza di pioggia (mm);

**t** è il tempo di corrivazione (espresso in ore);

**a**, **n** e **CV** sono parametri funzione della località geografica di riferimento.

Si riportano i parametri di seguito:

<b>a</b>	<b>28.54</b>
<b>n</b>	<b>0.33</b>
<b>cv</b>	<b>0.41</b>
<b>Tr (anni)</b>	<b>10</b>
<b>Kt</b>	<b>1.53</b>
<b>Tc (h)</b>	<b>1.85</b>
<b>H (mm)</b>	<b>53.56</b>

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di esecuzione dei lavori**

## 4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

Gli attraversamenti oggetto del presente capitolo sono localizzati al di sotto del Viadotto Morello ed interessano in 3 casi lo stesso Fiume Morello, mentre in 2 casi interessano due differenti affluenti, uno in sponda sinistra ed uno in sponda destra.

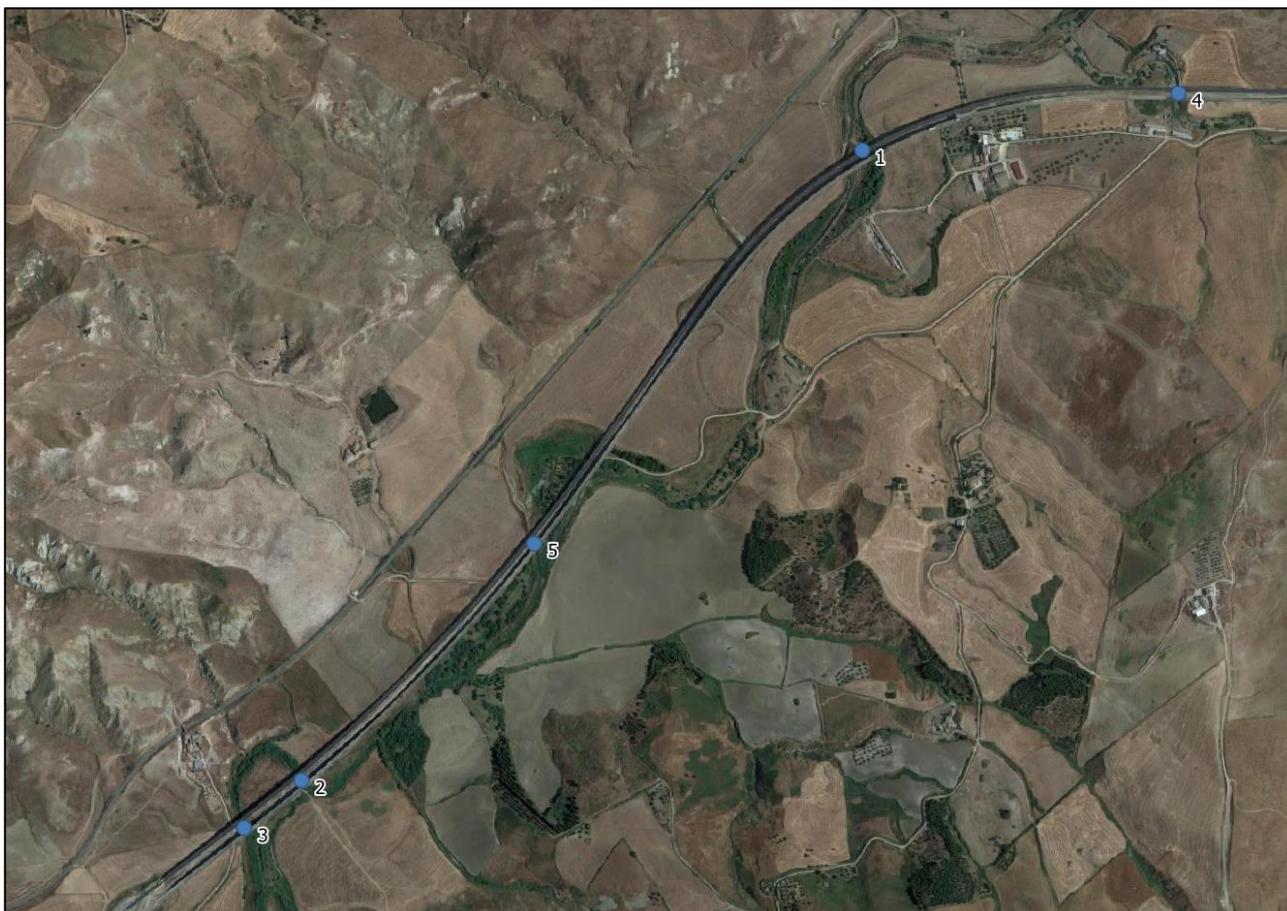


Immagine 4.1 – Posizionamento dei guadi provvisori

### 4.1 PORTATE DI PROGETTO DEI GUADI SUL FIUME MORELLO

Come riportato in premessa alla seguente relazione, e nonostante gli studi idrologici sopra citati, per la verifica dei guadi necessari alla cantierizzazione si è proceduto utilizzando la portata **Q<sub>Amax</sub>** in uscita alla Diga di Villarosa. Effettivamente le indicazioni riportate sulla relazione PAI Sicilia (Fiume Imera Meridionale) recitano:

*La valutazione delle portate in alveo nelle sezioni a valle degli invasi Villarosa, Olivo e Gibbesi dovrebbero tenere conto anche dei volumi rilasciati, durante l'evento di piena, dallo scarico di*

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</b>	

*superficie e dallo scarico di fondo (ipotizzandone il loro funzionamento contemporaneo). Tuttavia, poiché le portate degli scarichi fanno riferimento ad un valore del tempo di ritorno superiore al valore massimo considerato in questo studio (300 anni) ed, inoltre, sono state certamente valutate sulla base di dati idrologici registrati in un intervallo temporale diverso da quello utilizzato nel presente studio, si è preferito svincolarsi dai suddetti valori ai fini delle verifiche idrauliche.*

*Pertanto nel presente studio non è stata considerata la presenza degli invasi Villarosa, Olivo e Gibbesi e, quindi, l'effetto della rispettive capacità di laminazione delle piene.*

*In tal modo sono state eseguite delle verifiche idrauliche considerando la portata convogliata dall'intero bacino idrografico originario (antecedente la realizzazione degli invasi), trascurando quella parte trattenuta (laminata) dalle dighe. Tale scelta, seppur non rispecchi del tutto la realtà idraulica del bacino, determina dei valori di portata nell'alveo che risultano più elevati rispetto a quelli effettivi conseguenti ad un effetto di laminazione dei tre invasi, sovrastimando in tal modo i risultati delle simulazioni idrauliche a vantaggio della sicurezza.*

Tuttavia, trattandosi di guadi provvisori, le portate di verifica sono ridotte a tal punto che i livelli ottenuti siano totalmente regolati dallo scarico della diga. Lo studio citato in premessa, infatti è stato condotto in ottemperanza alle disposizioni di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2014 recante "Indirizzi operativi inerenti l'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe", pubblicata sulla GU n. 256 del 4-11-2014.

In particolare, il punto 2.4 della citata direttiva prevede che: "In assenza di piano di laminazione, l'autorità idraulica competente per il territorio di valle, con il supporto del centro funzionale decentrato, in coerenza con gli atti di pianificazione di bacino per rischio idraulico, convalida il valore, determinato dal gestore, della portata massima transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica - **Q<sub>Amax</sub>** e definisce un valore di portata **Q<sub>min</sub>** quale «soglia di attenzione scarico diga», tenuto conto della **Q<sub>Amax</sub>** e delle criticità dell'alveo di valle. Tale portata **Q<sub>min</sub>** costituisce indicatore dell'approssimarsi o manifestarsi di prefigurati scenari d'evento (quali ad esempio esondazioni localizzate per situazioni particolari, lavori idraulici, presenza di restringimenti, attraversamenti, opere idrauliche, ecc.) ed è determinato in base alle situazioni che potrebbero insistere sull'asta idraulica a valle della diga in corso di piena, tenendo conto dell'apporto, in termini di portata, generabile dal bacino imbrifero a valle della diga. In maniera analoga sono state definite le soglie incrementali  $\Delta Q$  al raggiungimento delle quali il gestore è tenuto ad ulteriori comunicazioni".

Nello specifico, il valore di **Q<sub>Amax</sub>** è stato definito in modo oggettivo quale il valore di portata minima in grado di determinare una delle seguenti condizioni:

- a) interessamento di elementi esposti con classe di danno superiore o uguale a D3;
- b) riduzione del franco idraulico in corrispondenza di un attraversamento al di sotto di un valore di soglia definito a seconda della tipologia dello stesso.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

L'analisi idraulica del suddetto studio ha mostrato come le criticità del tratto siano riconducibili agli attraversamenti presenti sulla strada che collega la SR 4 con la Masseria Spedalotto che, è stata classificata come appartenente alla classe di danno D4.

In particolare, vi è un punto notevole sulla stessa strada, costituito da una tombinatura ad oggi quasi totalmente ostruita da materiale di deposito fluviale come mostrato nella figura sotto, che rappresenta la criticità idraulica più rilevante del torrente.



*Immagine 4.2 – Attraversamento critico Fiume Morello*

I risultati dimostrano che la stessa strada risulta allagata in corrispondenza di tale attraversamento già con una portata pari a 2 m<sup>3</sup>/s. Secondo il criterio a) di cui sopra, tale valore dovrebbe essere assunto quale **Q<sub>Amax</sub>** per l'intero tratto.

La situazione risulta ancora più critica con riferimento al criterio basato sul franco idraulico. Si ritiene ragionevole assumere il valore di 0.5 m quale franco idraulico di riferimento per l'applicazione del criterio b) di cui sopra in riferimento allo specifico attraversamento. Secondo tale criterio, allo stato attuale di conservazione dell'opera, la **Q<sub>Amax</sub>** risulterebbe quindi pari a 0.5 m<sup>3</sup>/s.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

*Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori*



*Immagine 4.3 – Attraversamento critico Fiume Morello (interno scatolare)*

Tuttavia, tale valore può essere evidentemente incrementato in seguito a pulizia e manutenzione dell'attraversamento o eventuale rifacimento dello stesso. Nel primo caso la portata transitabile nel rispetto dei criteri sopra citati sarebbe indicativamente prossima a 2 m<sup>3</sup>/s. Nel secondo caso, ragionevolmente, la **Q<sub>Amax</sub>** verrebbe determinata in riferimento alle altre criticità idrauliche presenti sul territorio.

Le criticità idrauliche individuate oltre alla tombinatura di cui sopra, sono relative alle tombinature sulla stessa strada. Tali opere mantengono un franco idraulico di circa 0.5 m per portate di 10 m<sup>3</sup>/s. Tale valore di portata potrebbe essere assunta quale **Q<sub>Amax</sub>** qualora l'attraversamento ostruito venisse adeguato e presentasse la stessa capacità di deflusso delle opere limitrofe.

Ad ogni modo, la scelta della portata da assumere per il dimensionamento dei guadi provvisori è stata effettuata seguendo il criterio della **Q<sub>Amax</sub>** considerando gli attuali attraversamenti disostruiti. In tal senso, al momento dei lavori dovrà essere prevista una pulizia delle opere di attraversamento presenti. Per cui si avrà una portata di progetto pari a:

$$Q = 10 \text{ mc/s}$$

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

## 4.2 PORTATE DI PROGETTO DEL GUADO SUL VALLONE SCALDAFERRO

Per il calcolo della portata di massima piena per Tr 10 anni del Vallone Scaldaferro si è seguito il procedimento descritto nella relazione “*Piano stralcio per l’assetto idrogeologico della Regione Sicilia*”. Per cui una volta determinati i parametri idrologici di cui al capitolo precedente si è determinata la portata alla sezione di chiusura procedendo secondo il metodo del *Curve Number (CN)*.

Il parametro CN è stato ricavato dalle mappe messe a disposizione dalla Regione Siciliana:

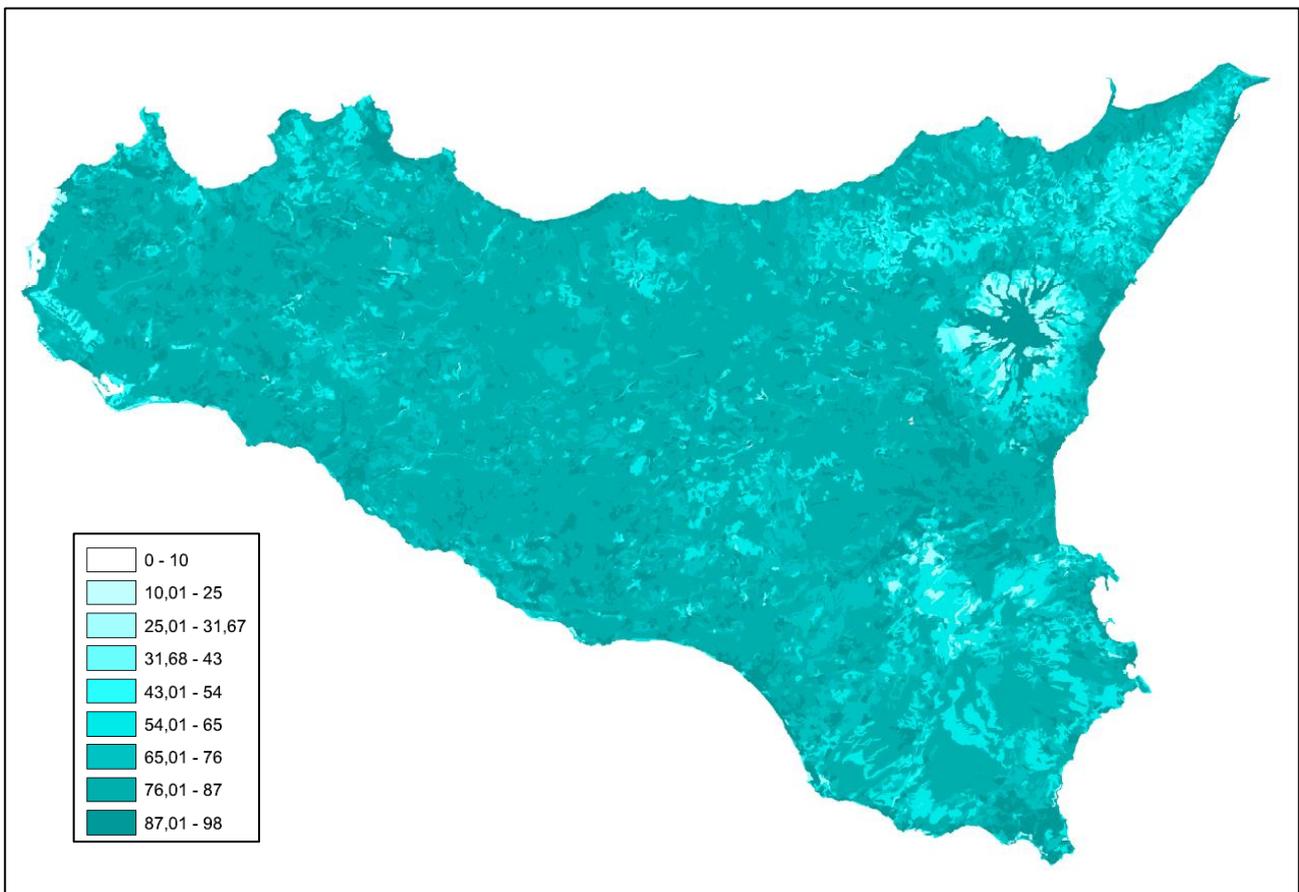


Immagine 4.4 – Mappa dei valori del parametro CN – Relazione PAI Sicilia

Nel caso specifico del bacino sotteso dal Vallone Scaldaferro il valore risultante di Cn è pari a **73,4**.

Il metodo CN si basa su una semplice equazione di bilancio fra i valori cumulati nel tempo, a partire dall’inizio dell’evento di precipitazione, della pioggia P(t), del deflusso superficiale Q(t), delle perdite iniziali Ia(t) prima della produzione di deflusso e di quelle successive I(t):

$$P(t) = I_a(t) + I(t) + Q(t)$$

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP7458</b>	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di          esecuzione dei lavori</b>	

espresse in termini di volume per un'unità di area, ovvero di un'altezza (mm).

L'ipotesi di base del metodo è che il rapporto fra il volume di deflusso ed il volume di pioggia depurato delle perdite iniziali rimanga, ad ogni istante, uguale al rapporto tra il volume delle perdite successive ed il volume massimo teorico delle perdite (a saturazione), indicato con il simbolo S:

$$\frac{Q}{P - I_a} = \frac{I}{S}$$

Viene inoltre supposto che le perdite iniziali siano proporzionali alle perdite massime possibili S (a saturazione):

$$I_a = \beta S$$

con valori tipici di  $\beta$  compresi tra 0,1 e 0,3.

Il nucleo fondamentale di tutto il metodo è costituito dal parametro S, che a sua volta viene espresso in funzione di un indice dimensionale CN, detto appunto *curve number*, che a sua volta viene tabulato in funzione del tipo di suolo, pertinenza conto delle capacità di infiltrazione, e dell'uso del suolo, che influenzerà sia l'ammontare della quota delle perdite iniziali dovute a intercettazione che la capacità di infiltrazione stessa del suolo.

I valori CN hanno come limite inferiore 0 (superficie totalmente permeabile, con nessuna produzione di deflusso) e come limite superiore 100 (superficie totalmente impermeabile, con nessuna perdita e deflusso uguale alla precipitazione). Il termine *curve number* deriva dal fatto che a ciascun valore di CN corrisponde una diversa curva che rappresenta il rapporto tra i volumi di deflusso e di precipitazione (coefficiente di deflusso cumulato) in funzione del volume della precipitazione.

Definendo il coefficiente di deflusso come:

$$C = Q / P$$

dove:

- Q (mm) è il deflusso di piena
- P (mm) è l'afflusso meteorico

Il coefficiente di afflusso viene fatto dipendere dall'afflusso meteorico P, secondo l'espressione:

$$C = \frac{(1 - 0.2 K)^2}{(1 + 0.8 K)}$$

Dove:

$$K = S / P$$

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</b>	

dipende dalla grandezza S (mm), definita ritenzione potenziale del bacino, che risulta funzione, attraverso “runoff curve number” (CN), della tessitura e dell’umidità iniziale del suolo, della sua copertura vegetale, ecc., secondo l’espressione:

$$S = 254 \left[ \frac{100}{CN} - 1 \right]$$

### **Tempo di corrivazione**

Il tempo di concentrazione è normalmente calcolato con formule empiriche, per bacini naturali, molto usata in Italia è la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Dove:

- tc = tempo di corrivazione in h;
- A = superficie del bacino in kmq;
- L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino in km;
- H = altitudine media del bacino rispetto alla sezione di chiusura in m.

### **Calcolo della portata con il metodo SCS (Soil Conservation Service)**

La valutazione del valore di portata di riferimento viene effettuata mediante l’utilizzo del programma HEC-HMS.

Il programma *HEC–HMS dell’US Corps of Engineers* è stato sviluppato per simulare i processi di trasformazione afflussi - deflussi (precipitazioni – runoff) di bacini di drenaggio naturali e/o artificiali.

L’applicativo consente la creazione di un modello afflussi – deflussi che è in grado di simulare gli idrogrammi di piena con assegnato tempo di ritorno, sulla base della definizione della pioggia di progetto e dalle caratteristiche idrogeomorfologiche del bacino, suddivisi in:

- modello meteorologico (*meteorological model*);
- modello del bacino (*basin model*).

Il *meteorological model* definisce l’evento pluviometrico di progetto (*rainfall simulation*).

L’evento pluviometrico assegnato, attraverso i punti della curva di probabilità pluviometrica prescelta, può essere inserito o utilizzando il metodo *frequency – based hypothetical storm* basato su una data frequenza di

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
<b>UP7458</b>	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</b>	

superamento con ietogramma di tipo "Chicago" 4, o utilizzando il metodo dello *specified hyetograph* inserendo uno ietogramma di pioggia costante per tutta la durata dell'evento. Il primo risulta più cautelativo per corsi d'acqua con tempo di corrivazione minore dell'ora, fissando al valore di un'ora il tempo di durata dell'evento piovoso; il secondo risulta più adatto per i bacini più estesi, individuando la durata critica dell'evento che massimizza gli idrogrammi di progetto.

Date le dimensioni del bacino è stato utilizzato il metodo dello *specified hyetograph*.

Il *Basin model* contiene le caratteristiche del bacino e i metodi con i quali effettuare la simulazione dei meccanismi di deflusso (*runoff simulation*), in riferimento:

- al calcolo dei volumi di runoff (individuazione della pioggia netta che origina il deflusso), per il quale è stato scelto il metodo SCS Curve Number;
- alla trasformazione dell'eccesso di precipitazione in deflusso (generazione dell'idrogramma di piena), basandosi sul metodo dell'idrogramma unitario (IUH), per il quale è stato utilizzato l'idrogramma unitario del Soil Conservation Service (SCS UH Model).

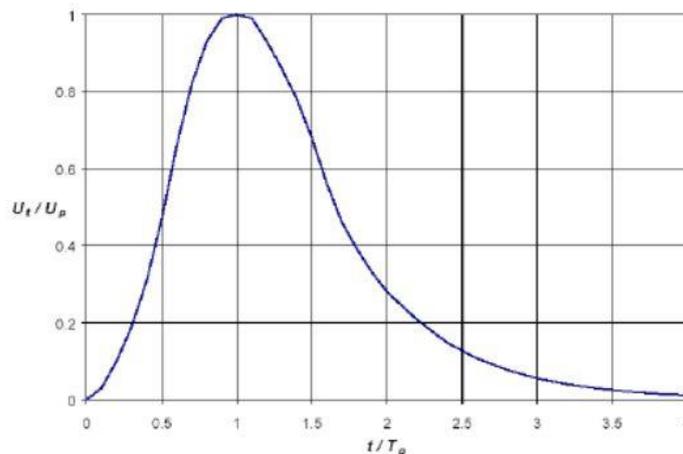


Immagine 4.5: SCS - esempio di IUH idrogramma istantaneo unitario

L'idrogramma unitario di piena (IUH) del SCS può essere interpretato formalmente come l'idrogramma della piena provocata da una precipitazione di durata infinitesima e di volume unitario. Per definire l'IUH è necessario stimare per ciascun bacino il tempo di ritardo (time lag,  $t_{lag}$ ), legato al tempo di corrivazione (funzione della velocità di scorrimento) dalla relazione:

$$t_{lag} = 0,6T_c$$

Ponendo i dati all'interno del software si ottiene una portata di progetto al colmo di piena pari a:

$$Q = 39.8 \text{ mc/s}$$

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</b>	

## 5 VERIFICA DEI GUADI

### 5.1 METODO DI VERIFICA DEI TOMBINI

Il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa dipende da numerosi fattori quali:

- la pendenza;
- la sezione;
- la forma;
- la scabrezza;
- i livelli liquidi a monte e a valle del collettore.

Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero che in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante.

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che il deflusso relativo agli eventi di piena di riferimento siano compatibili con il funzionamento delle opere di attraversamento senza interessare l'infrastruttura stradale.

La verifica proposta dalla FHWA (*Federal Highway Administration*) ossia l'Agenzia del Dipartimento dei Trasporti degli Stati Uniti che detta i criteri e gli standard di progettazione delle strade, intende stabilire il tipo di funzionamento del tombino, che può essere controllato da monte (*inlet control*) o da valle (*outlet control*) e ricavare in base ad esso il grado di riempimento della sezione.

Il "controllo da monte" si realizza quando il tombino può convogliare più portata di quanta transiti attraverso l'ingresso. La sezione di controllo si localizza appena oltre l'ingresso come sezione ad altezza critica e prosegue in regime supercritico. Per ottenere un deflusso all'imbocco a superficie libera è necessario che nella verifica idraulica il carico a monte (indicato con  $H_w$ ) sia al massimo pari a  $1,2 D$  (dove  $D$  è l'altezza del tombino), essendo libero lo sbocco di valle.

Il programma HY-8 ha lo scopo di consentire un supporto alla progettazione ed alla verifica delle intersezioni dei corsi d'acqua minori con le infrastrutture viarie come strade e ferrovie. Il software utilizza le routines, in accordo ai criteri della FHWA definiti nelle pubblicazioni seguenti: HDS-5, "*Hydraulic Design of Highway Culverts*," e HEC-14, "*Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels*".

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

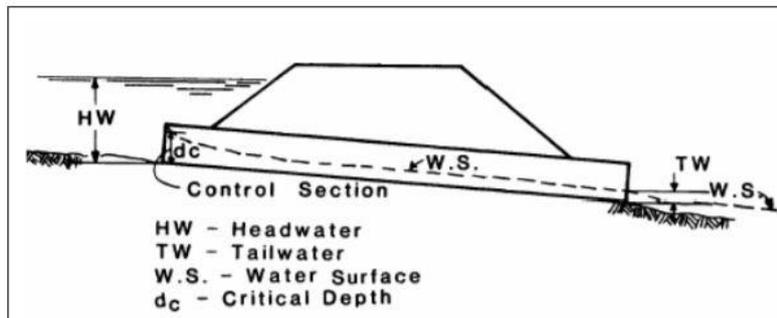


Immagine 5.1 – Esempio di moto controllato dalla sezione in ingresso

Il livello idrico a monte è stato valutato sulla base dei diagrammi sperimentali (*Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA*). I diagrammi nelle figure seguenti forniscono tale livello in condizioni di “controllo da monte” rispettivamente per tombini scatolari e circolari, prendendo in considerazione la portata di progetto e la geometria dell’ingresso (forma e area della sezione); Il “controllo da valle” si verifica quando il tombino non è in grado di convogliare tanta portata quanta ne accetta l’ingresso. La sezione di controllo si localizza all’uscita del tombino o più a valle. In queste condizioni il moto può essere sia a pelo libero che in pressione.

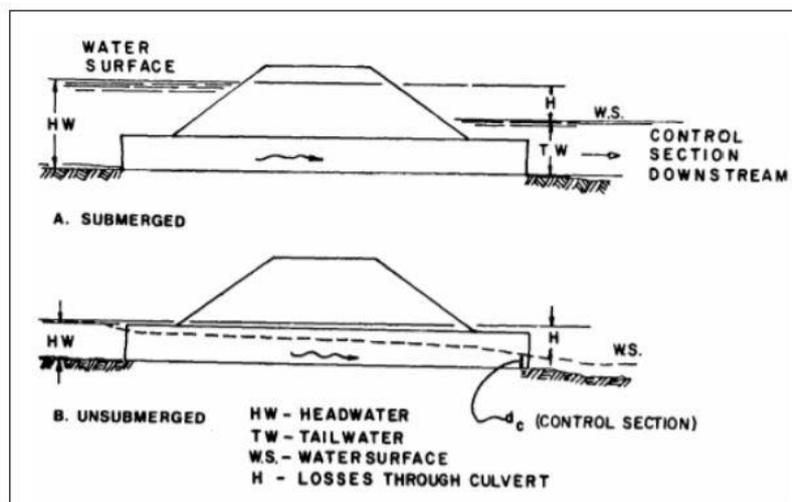


Immagine 5.2 – Esempio di moto controllato dalla sezione a valle

I diagrammi nelle figure successive, nel caso di funzionamento per “controllo da valle”, consentono di valutare il livello idrico tenendo conto della scabrezza, della lunghezza della canna e di eventuali livelli idrici a valle.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

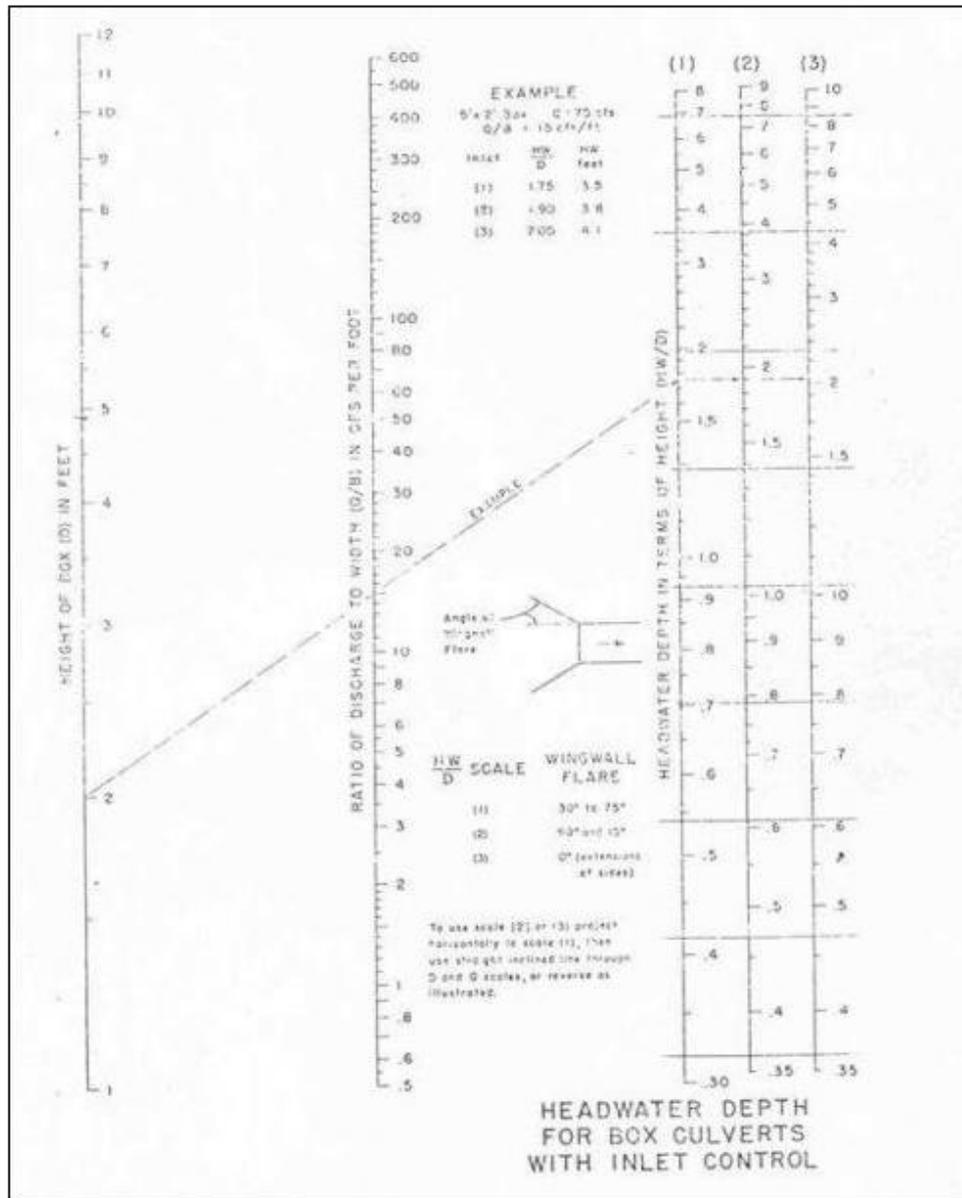


Immagine 5.3 - Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da monte  
(Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

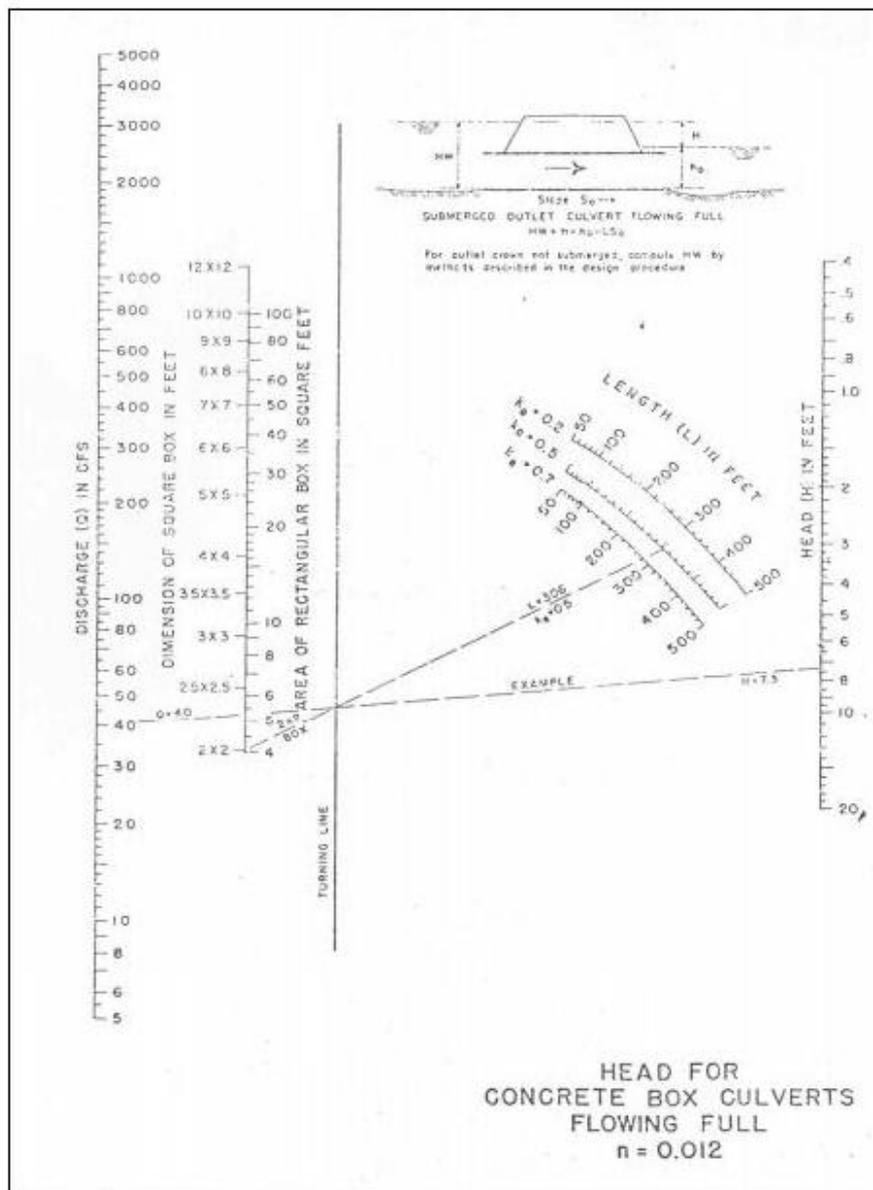


Immagine 5.4 - Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da valle  
(Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

Il software HY-8 determina, per diversi valori della portata, il tipo di controllo (*inlet/outlet*) che si instaura nella canna e fornisce per esso il profilo della superficie idrica lungo la canna e il tirante all'imbocco e allo sbocco. Nell'analisi delle strutture di progetto dei tombini è fondamentale conoscere la condizione al contorno di valle. Il programma permette di assegnare al livello idrico di valle un valore costante (caso tipico dell'immissione in un lago o in un altro fiume, o in un manufatto di sbocco in cui per la sezione di partenza del canale di allontanamento si possono ipotizzare condizioni di acqua ferma e quindi componente cinetica iniziale nulla) o l'altezza di moto uniforme che si sviluppa nel canale di valle.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP7458</b>	<b><i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i></b>	

Il calcolo del moto uniforme si basa sulla formula di Manning:

$$v = 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

dove

- v (m/s) è la velocità media della corrente;
- R (m) è il raggio idraulico;
- S è la pendenza della linea dell'energia
- n è il coefficiente di scabrezza dipendente dalle caratteristiche dell'alveo.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

## 5.2 ATTRAVERSAMENTO N. 01 SU FIUME MORELLO (guado D)

Il primo attraversamento analizzato è quello tra le pile 52 – 53 – 54 – 55 del Viadotto sul Fiume Morello.



Immagine 5.5: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Ortofoto

In questo punto il Fiume Morello si porta verso la sponda in destra idraulica. Dalle immagini 4.7 e 4.8 e 4.9 si può osservare la fascia d'incasso dell'alveo di magra che si sviluppa tra le pile 52 e 53.

La sezione allo stato attuale è raffigurata sotto:

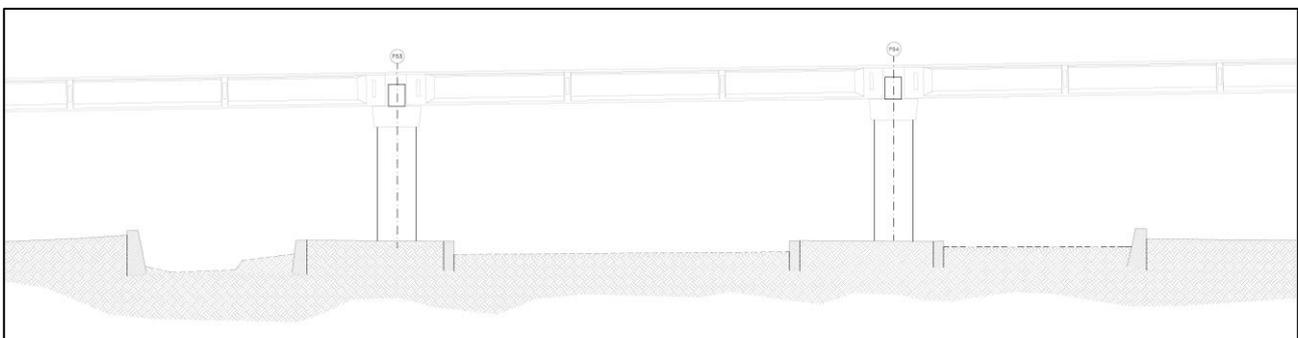


Immagine 5.6: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Sezione

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**



Immagine 5.7: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Stato Attuale

L'opera di tombamento per la costituzione del guado riguarda però, non solo la parte più incassata del letto del fiume, ma anche le parti laterali, tra le pile 53 – 54 e tra 54 – 55.

In tal senso la verifica del tombinamento con portata  $Q_{max}$  pari a 10 mc/s è stata eseguita solo nella parte di alveo di magra, tra le pile 52 – 53. Nelle aree laterali invece è stata condotta una verifica di confronto in moto uniforme tra la sezione attuale e la sezione allo stato di progetto, in modo da garantire lo stesso passaggio di flusso nelle configurazioni rispettivamente in ante e post operam.

La pendenza dell'alveo in questo tratto è circa 0.1 %. Utilizzando il sopra citato software HY-8, e ponendo per semplicità una sezione di monte rispetto al tombino di forma rettangolare (tra i due muri d'argine), si è potuta implementare la scheda di input.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

**Crossing Properties**

Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	2.000	cms
Design Flow	10.000	cms
Maximum Flow	30.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	12.000	m
Channel Slope	0.0010	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	339.000	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	16.000	m
Crest Elevation	343.200	m
Roadway Surface	Gravel	
Top Width	44.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Tombino 01 Morello	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	3000.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.024	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	339.600	m
Outlet Station	44.000	m
Outlet Elevation	339.550	m
Number of Barrels	3	
Computed Culvert Slope	0.001136	m/m

Immagine 5.8: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Dati di Input

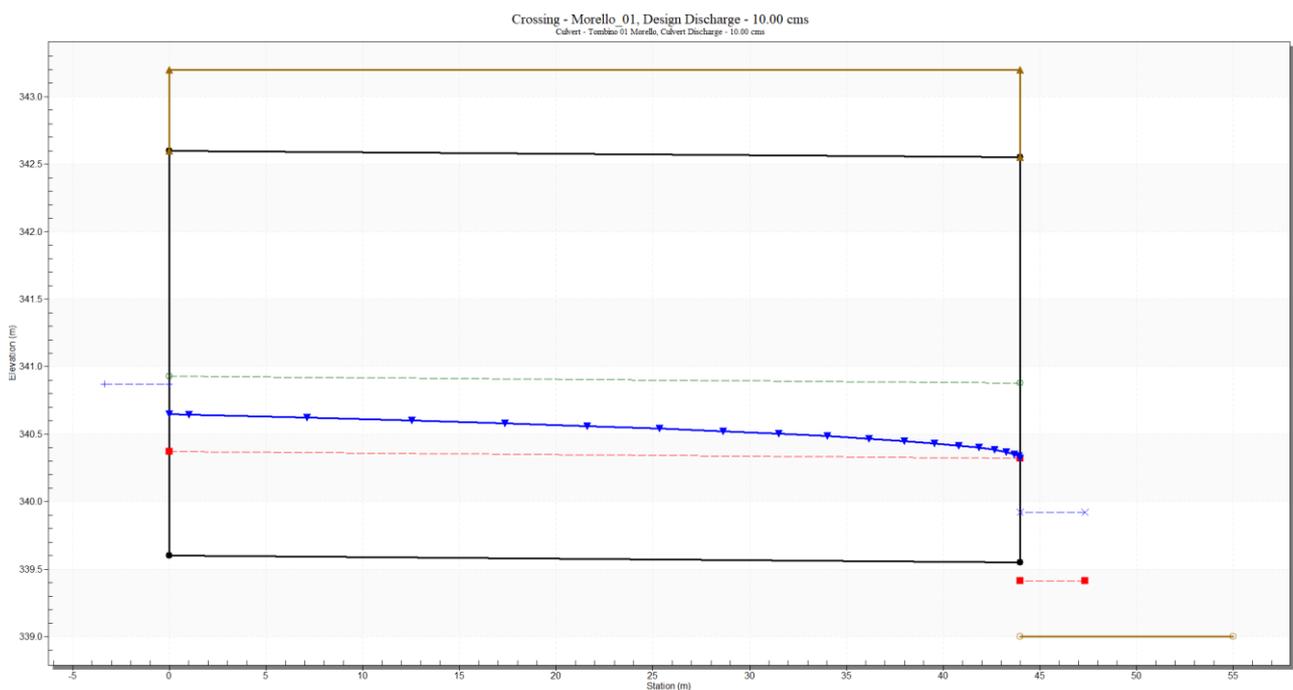


Immagine 5.9: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Disegno di Output

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	340.17	0.50	<b>0.57</b>	2-M2c	0.58	0.34	0.34	0.34	1.51	0.49
4.80	4.80	340.48	0.78	<b>0.88</b>	2-M2c	0.90	0.53	0.53	0.58	1.90	0.69
7.60	7.60	340.70	0.99	<b>1.10</b>	2-M2c	1.14	0.67	0.67	0.77	2.15	0.82
10.00	10.00	340.87	1.14	<b>1.27</b>	2-M2c	1.33	0.77	0.77	0.92	2.32	0.91
13.20	13.20	341.07	1.32	<b>1.47</b>	2-M2c	1.56	0.89	0.89	1.10	2.51	1.00
16.00	16.00	341.22	1.47	<b>1.62</b>	2-M2c	1.76	0.98	0.98	1.24	2.65	1.07
18.80	18.80	341.37	1.60	<b>1.77</b>	2-M2c	1.96	1.07	1.07	1.38	2.78	1.14
21.60	21.60	341.51	1.73	<b>1.91</b>	2-M2c	2.18	1.15	1.15	1.51	2.89	1.19
24.40	24.40	341.64	1.86	<b>2.04</b>	2-M2c	2.43	1.22	1.22	1.63	3.00	1.25
27.20	27.20	341.77	1.98	<b>2.17</b>	2-M2c	3.00	1.29	1.29	1.75	3.11	1.29
30.00	30.00	341.89	2.10	<b>2.29</b>	2-M2c	3.00	1.36	1.36	1.87	3.20	1.34

Immagine 5.10: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Tabella riassuntiva dei risultati

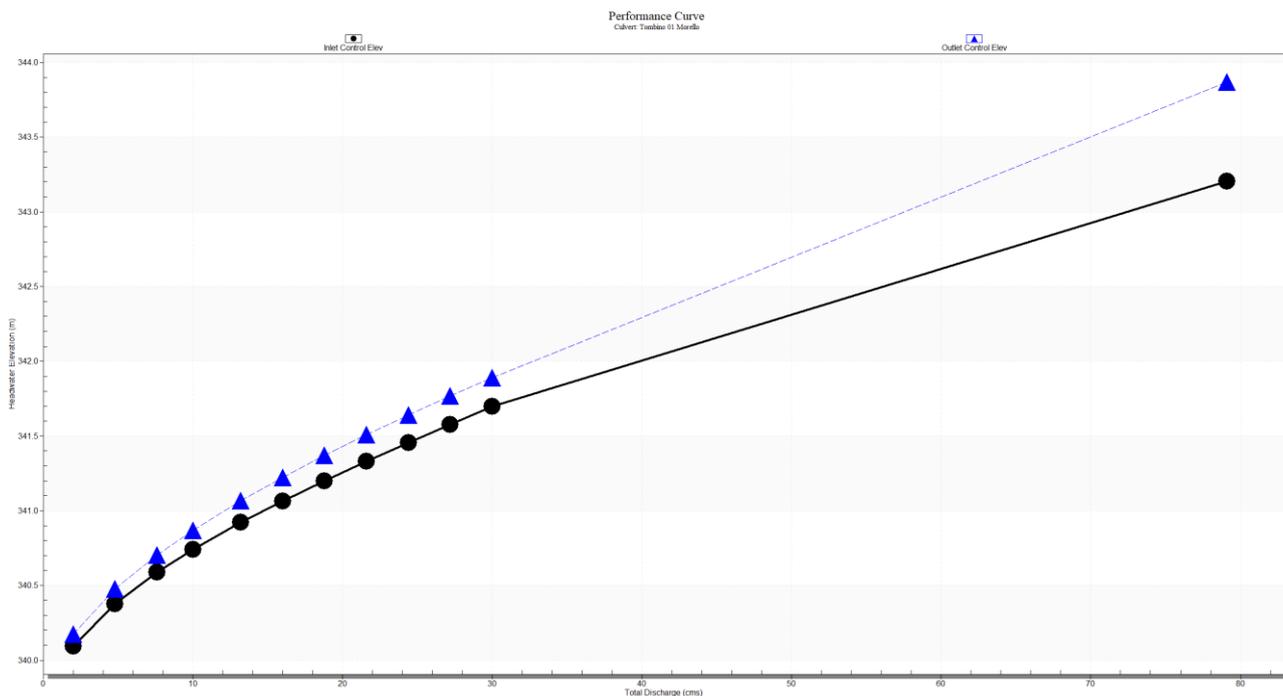


Immagine 5.11: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Scala di deflusso del Tombino

Per il guado della parte di magra, quindi, è sufficiente l'inserimento di 3 tubazioni ARMCO DN3000 in acciaio ondulato per garantire il passaggio della Qamax.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di esecuzione dei lavori**

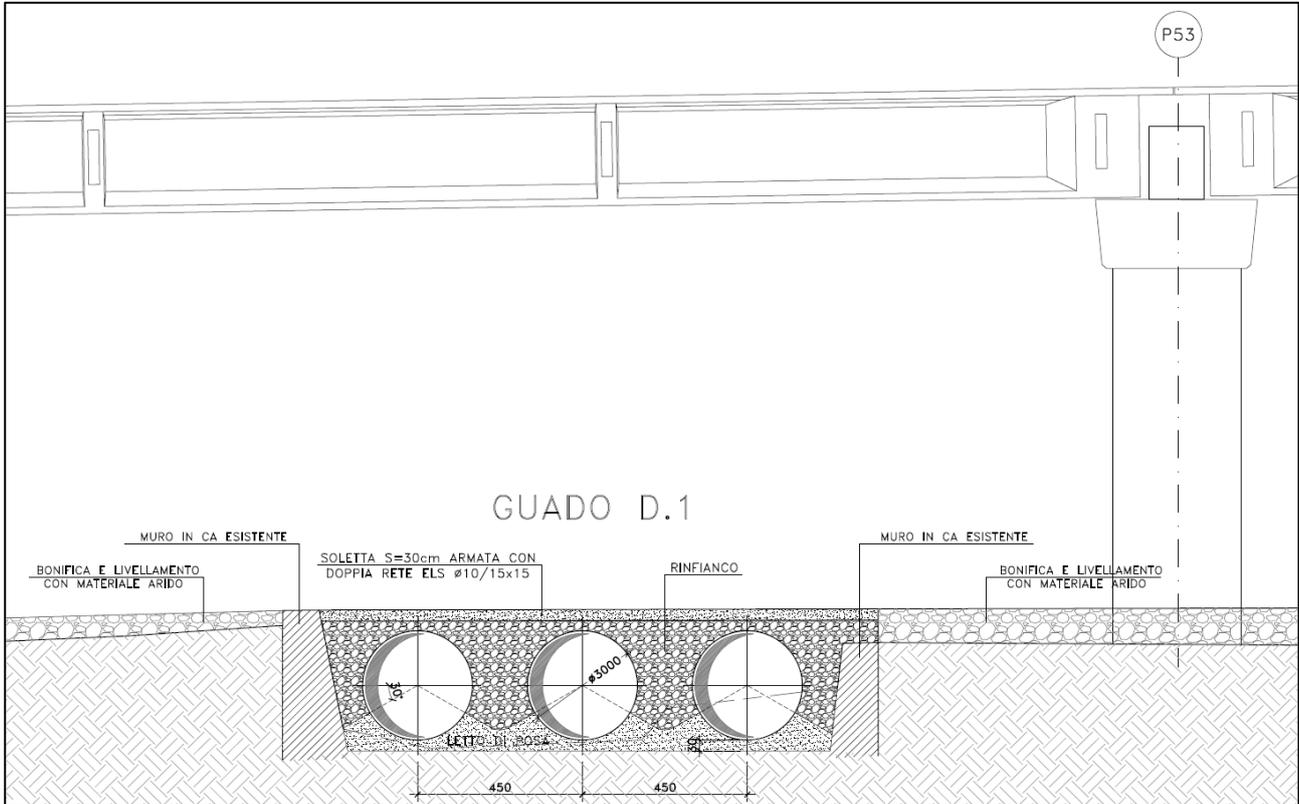


Immagine 5.12: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Sezione di progetto alveo di magra

Per le parti laterali, il tombamento si costituisce per evitare un effetto “diga” nel caso di portate di maggiori entità che provocherebbero il sicuro rigurgito del flusso idrico. Ponendo dei tombamenti di minori dimensioni rispetto al principale sopra verificato, si garantisce effettivamente un passaggio di sfogo della piena. Il calcolo della portata massima transitante ante operam è stato eseguito considerando la sezione piena in moto uniforme e con pendenza pari allo 0.1 %.

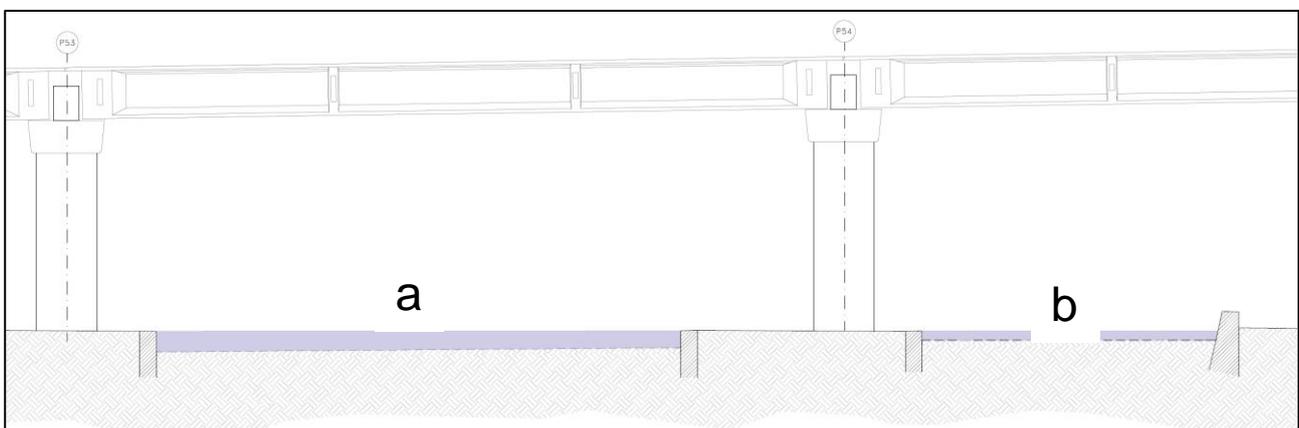


Immagine 5.13: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Sezioni laterali piene considerate per il calcolo di Qmax transitante

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di          esecuzione dei lavori</i>	

In questo caso i risultati ottenuti per le aree **a** e **b** sopra indicate sono riportati nella tabella seguente:

	a	b
A (mq)	25.6	10.7
P (m)	32.5	17.7
i (m/m)	0.001	0.001
R (mq/m)	0.79	0.60
Ks	33	33
Q (mc/sec)	<b>23.02</b>	<b>8.06</b>

Nella sezione **a** sono stati ipotizzati n. 15 ARMCO DN1000 in acciaio ondulato, mentre nella sezione **b** ne risultano n.8 della stessa tipologia.

Di seguito i risultati:

**Crossing Properties**

Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	10.000	cms
Design Flow	23.000	cms
Maximum Flow	30.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	30.000	m
Channel Slope	0.0010	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	341.000	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	32.000	m
Crest Elevation	343.300	m
Roadway Surface	Gravel	
Top Width	17.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Tombamento centrale	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.024	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	341.017	m
Outlet Station	17.000	m
Outlet Elevation	341.000	m
Number of Barrels	15	
Computed Culvert Slope	0.001000	m/m

Immagine 5.14: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Dati di Input lato **a**

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT

2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

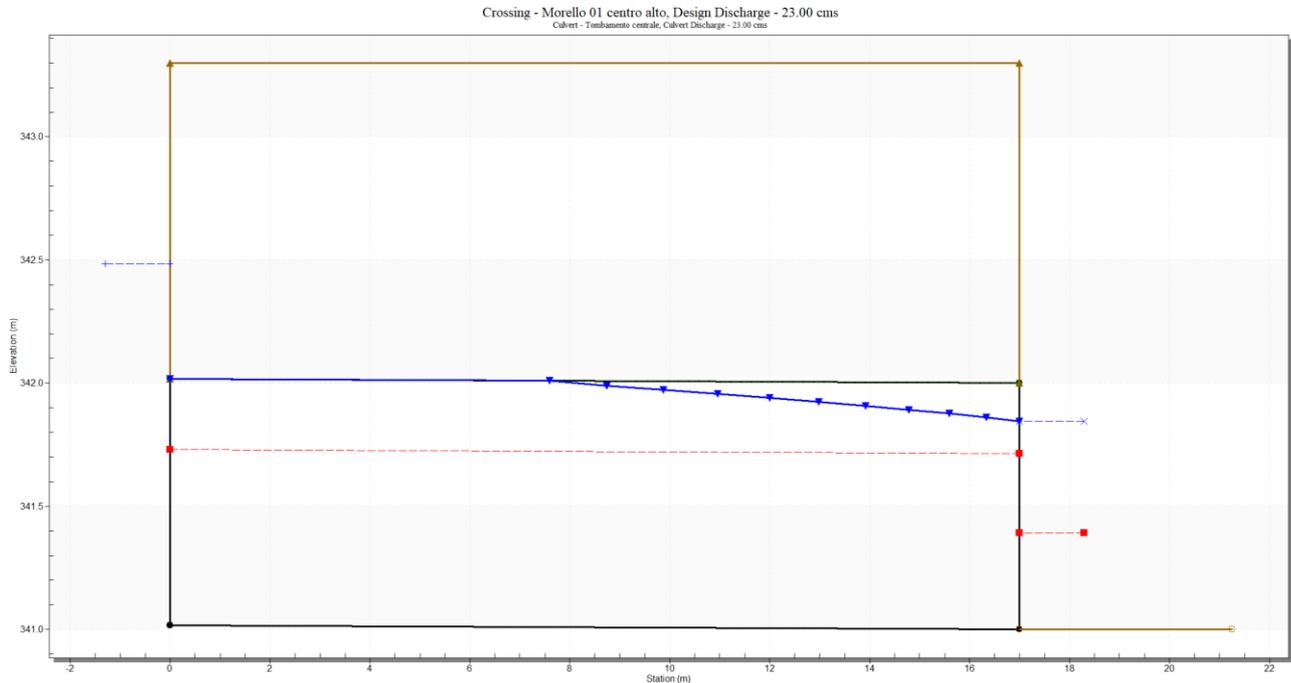


Immagine 5.15: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Disegno di Output sezione di lato a

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
10.00	10.00	341.82	0.72	<b>0.80</b>	3-M2t	1.00	0.46	0.51	0.51	1.66	0.66
12.00	12.00	341.91	0.80	<b>0.89</b>	3-M2t	1.00	0.51	0.57	0.57	1.74	0.70
14.00	14.00	342.00	0.89	<b>0.98</b>	3-M2t	1.00	0.55	0.62	0.62	1.81	0.75
16.00	16.00	342.09	0.98	<b>1.07</b>	3-M2t	1.00	0.59	0.68	0.68	1.89	0.79
18.00	18.00	342.18	1.07	<b>1.16</b>	3-M2t	1.00	0.63	0.73	0.73	1.96	0.83
20.00	20.00	342.28	1.17	<b>1.27</b>	3-M2t	1.00	0.67	0.78	0.78	2.04	0.86
22.00	22.00	342.41	1.27	<b>1.40</b>	7-M2t	1.00	0.70	0.82	0.82	2.12	0.89
23.00	23.00	342.48	1.32	<b>1.47</b>	7-M2t	1.00	0.71	0.84	0.84	2.17	0.91
26.00	26.00	342.70	1.50	<b>1.68</b>	7-M2t	1.00	0.76	0.91	0.91	2.31	0.95
28.00	28.00	342.85	1.64	<b>1.84</b>	7-M2t	1.00	0.79	0.95	0.95	2.42	0.98
30.00	30.00	343.02	1.78	<b>2.01</b>	7-M2t	1.00	0.81	1.00	0.99	2.55	1.01

Immagine 5.16: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Tabella riassuntiva dei risultati lato a

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

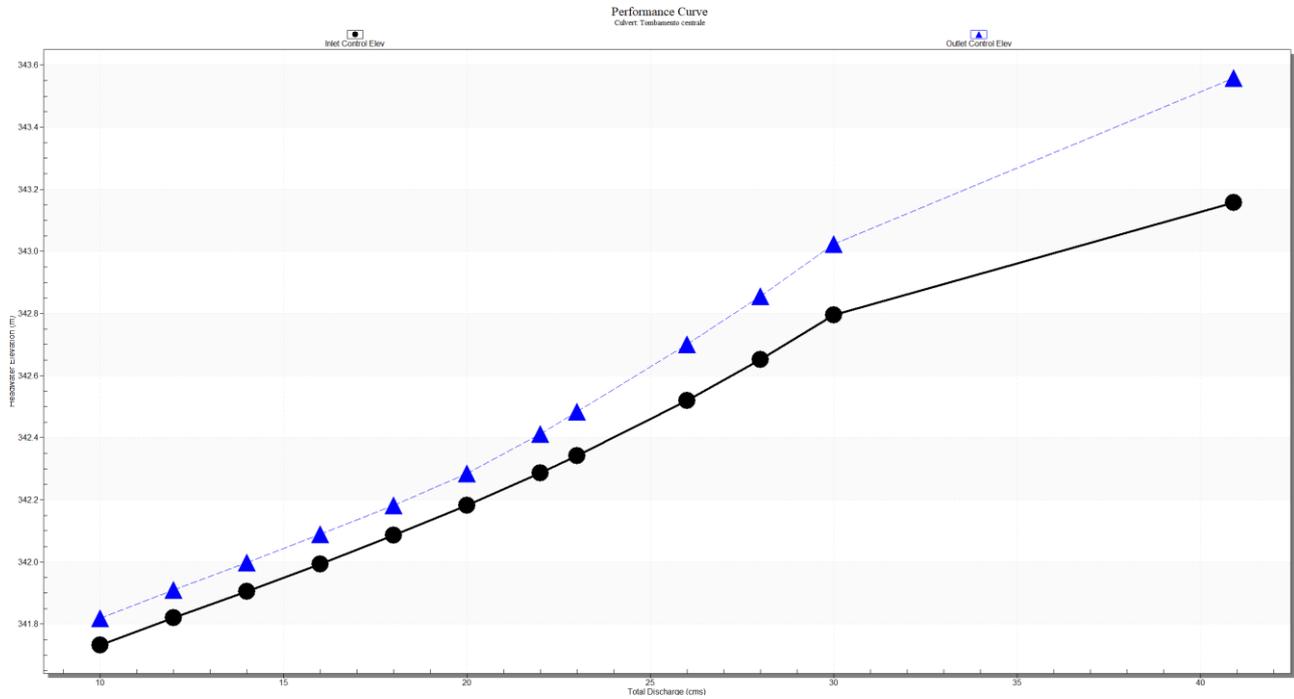


Immagine 5.17: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Scala di deflusso del Tombino lato a

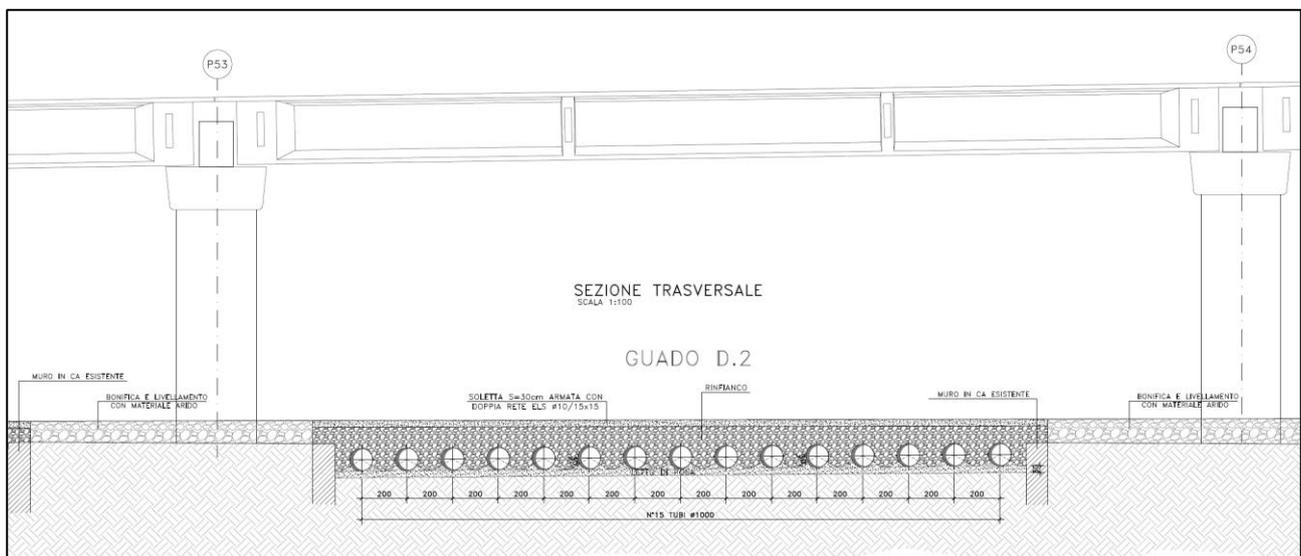


Immagine 5.18: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Sezione di progetto lato a

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

**Crossing Properties**

Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	5.000	cms
Design Flow	8.000	cms
Maximum Flow	10.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	17.000	m
Channel Slope	0.0010	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	341.000	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	17.000	m
Crest Elevation	343.300	m
Roadway Surface	Gravel	
Top Width	17.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Tombamento sponda sx	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.024	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	341.017	m
Outlet Station	17.000	m
Outlet Elevation	341.000	m
Number of Barrels	8	
Computed Culvert Slope	0.001000	m/m

Immagine 5.19: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Dati di Input lato **b**

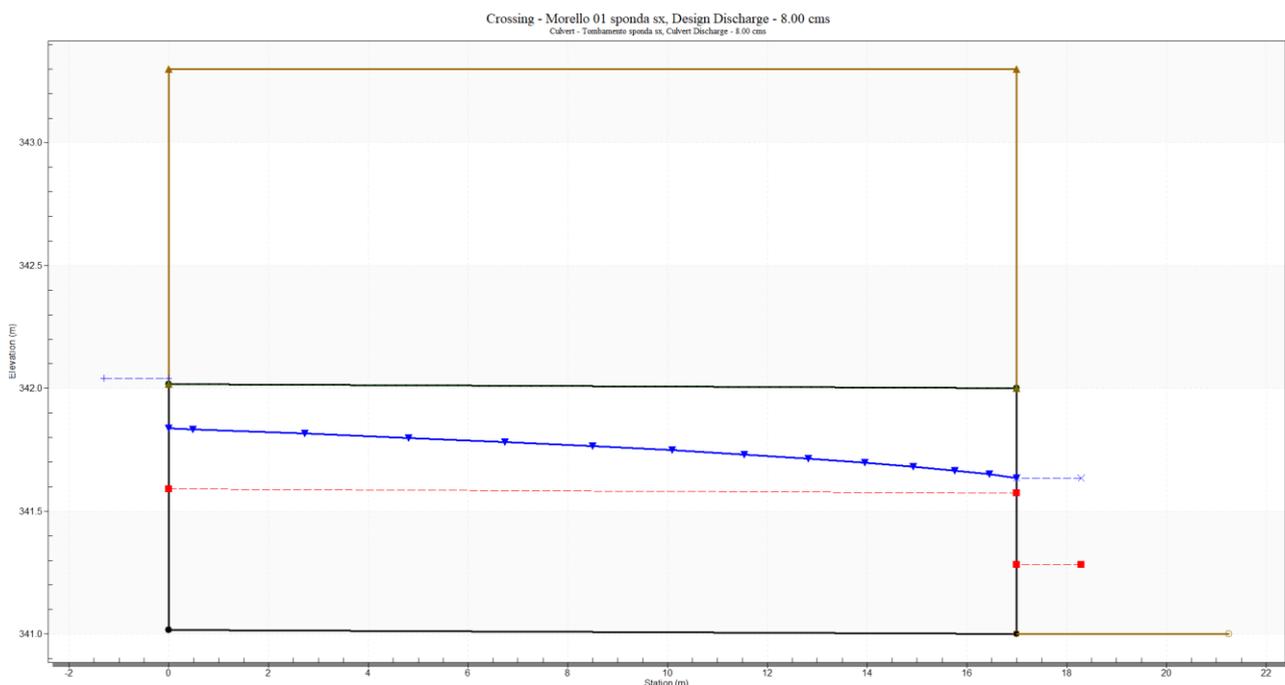


Immagine 5.20: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Disegno di Output sezione di lato **b**

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00	5.00	341.79	0.69	<b>0.77</b>	3-M2t	1.00	0.45	0.48	0.48	1.70	0.62
5.50	5.50	341.83	0.73	<b>0.81</b>	3-M2t	1.00	0.47	0.50	0.50	1.73	0.64
6.00	6.00	341.87	0.77	<b>0.86</b>	3-M2t	1.00	0.49	0.53	0.53	1.77	0.66
6.50	6.50	341.92	0.81	<b>0.90</b>	3-M2t	1.00	0.51	0.56	0.56	1.80	0.68
7.00	7.00	341.96	0.85	<b>0.94</b>	3-M2t	1.00	0.53	0.58	0.58	1.84	0.70
7.50	7.50	342.00	0.89	<b>0.98</b>	3-M2t	1.00	0.55	0.61	0.61	1.87	0.72
8.00	8.00	342.04	0.93	<b>1.02</b>	3-M2t	1.00	0.57	0.63	0.63	1.90	0.74
8.50	8.50	342.08	0.97	<b>1.07</b>	3-M2t	1.00	0.59	0.66	0.66	1.94	0.76
9.00	9.00	342.13	1.02	<b>1.11</b>	3-M2t	1.00	0.61	0.68	0.68	1.97	0.78
9.50	9.50	342.17	1.06	<b>1.15</b>	3-M2t	1.00	0.63	0.71	0.71	2.01	0.79
10.00	10.00	342.21	1.10	<b>1.20</b>	3-M2t	1.00	0.64	0.73	0.73	2.04	0.81

Immagine 5.21: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Tabella riassuntiva dei risultati lato b

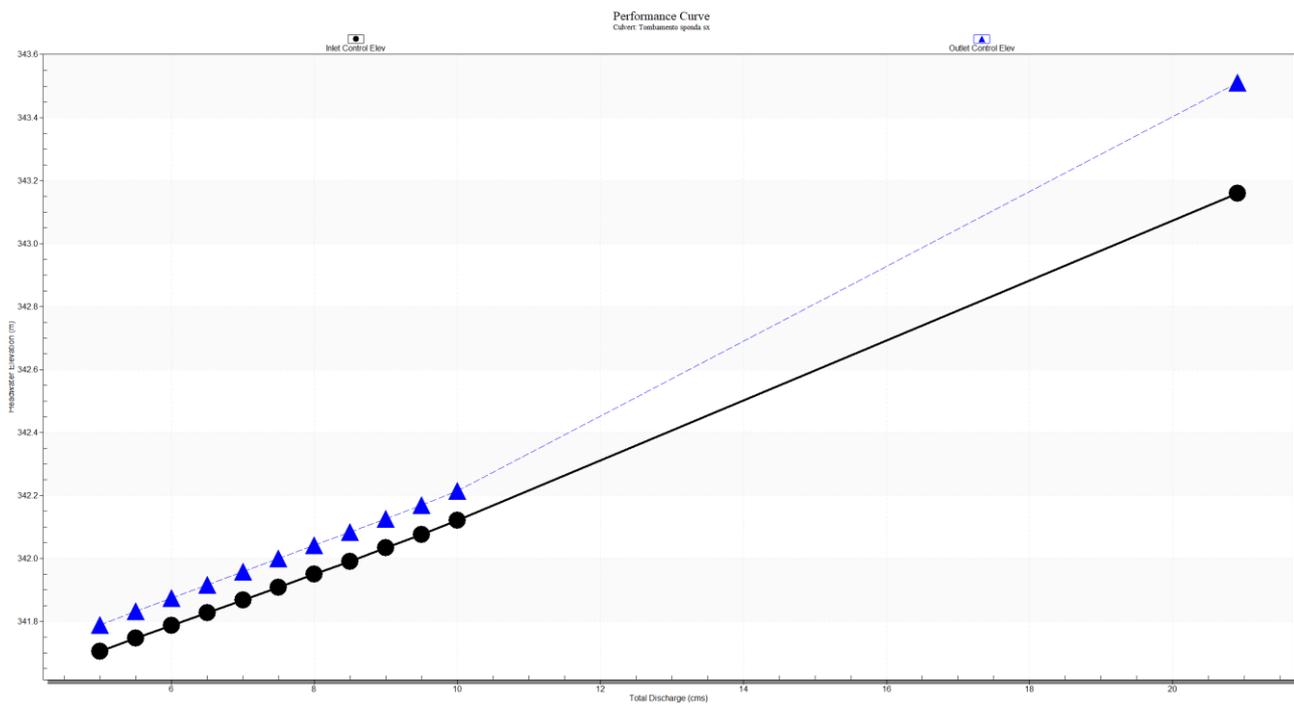


Immagine 5.22: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Scala di deflusso del Tombino lato b



Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

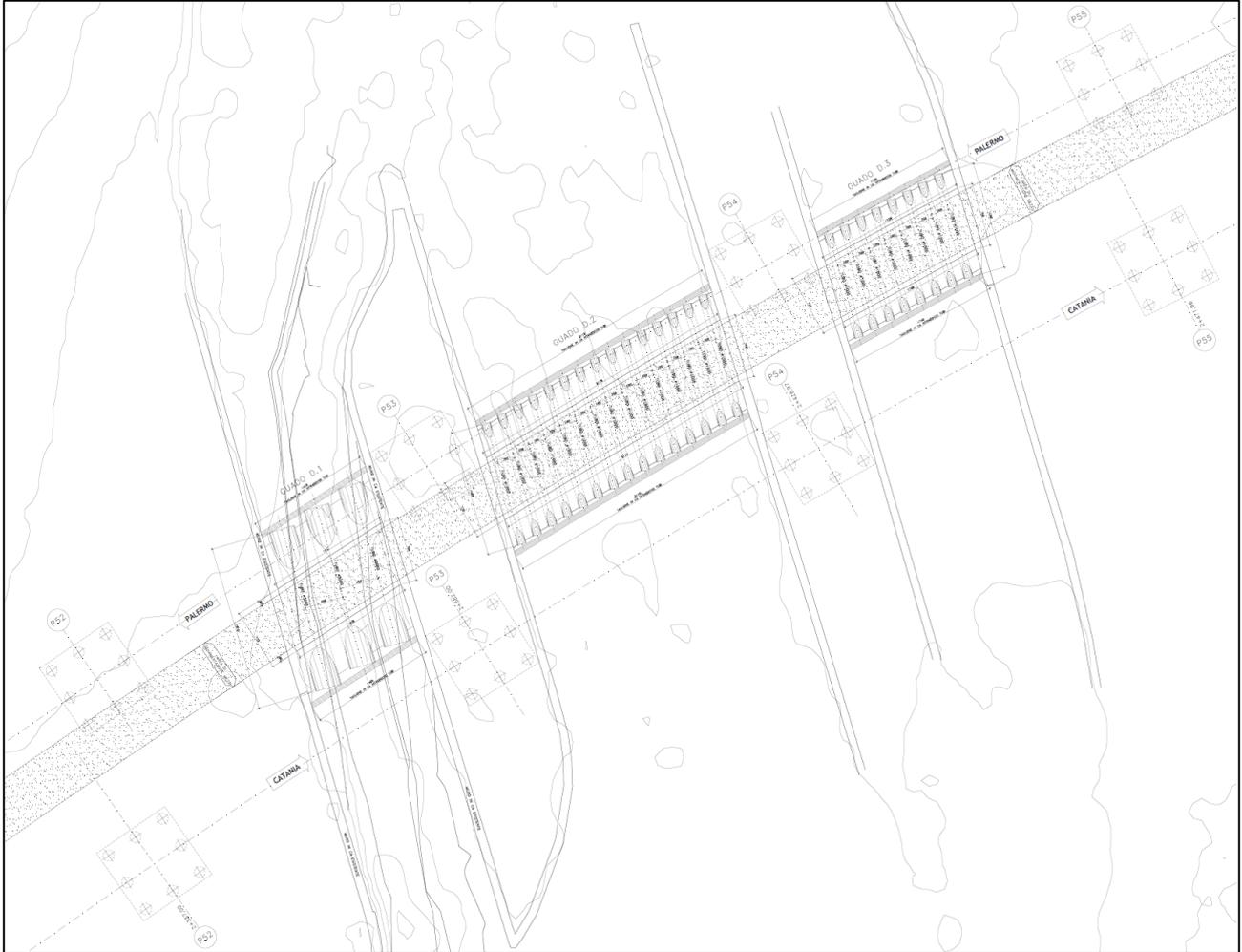


Immagine 5.24: Attraversamento n. 01 su Fiume Morello – Planimetria di progetto del guado

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

### 5.3 ATTRAVERSAMENTO N. 02 SU FIUME MORELLO (guado B)

Il secondo attraversamento analizzato è quello tra le pile 09 – 10 del Viadotto sul Fiume Morello. L'opera esistente consiste in uno scatolare prefabbricato in cemento di dimensioni circa 9.0 m X 2.0 m.



Immagine 5.25: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Ortofoto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

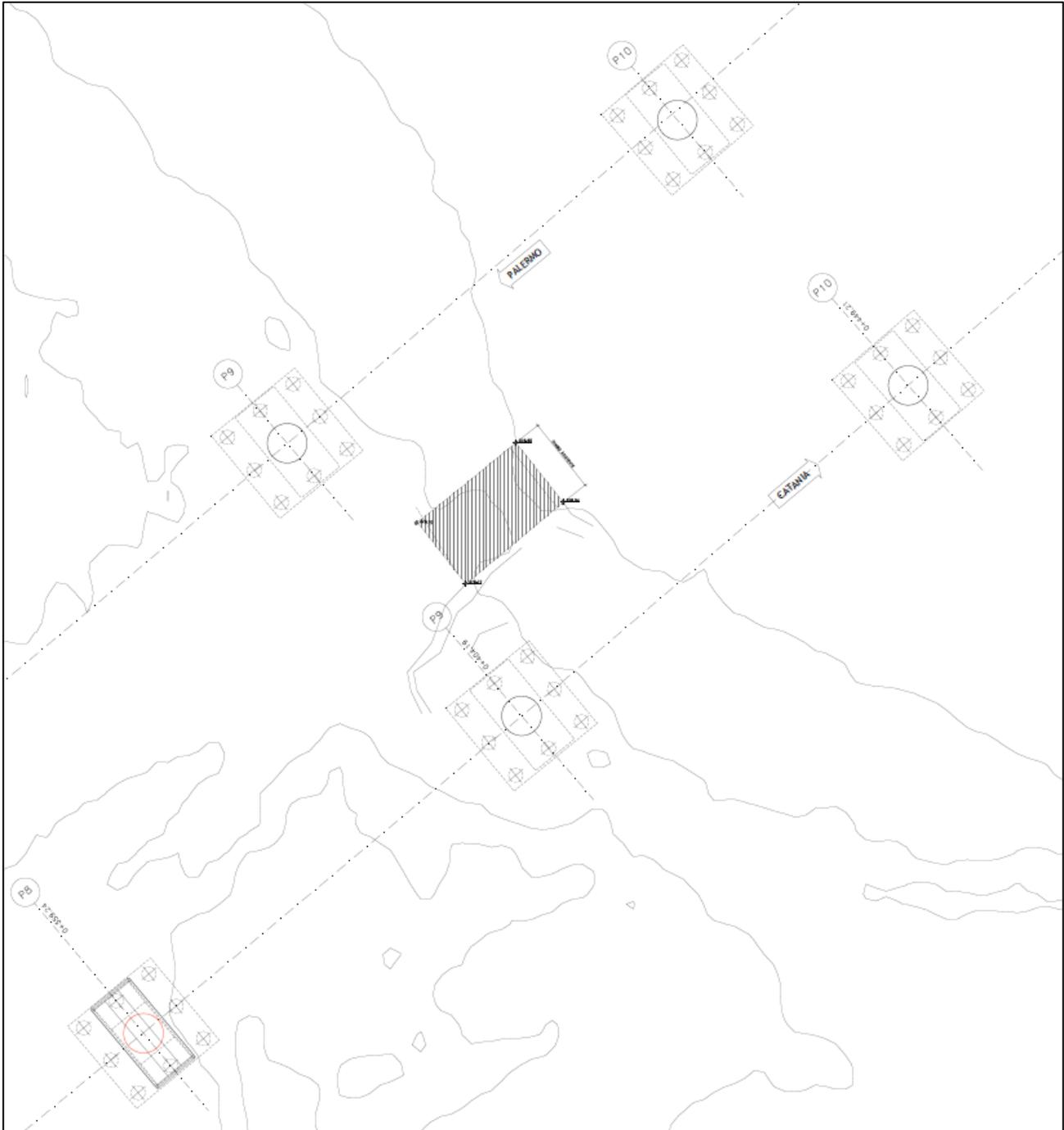


Immagine 5.26: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Planimetria stato attuale

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

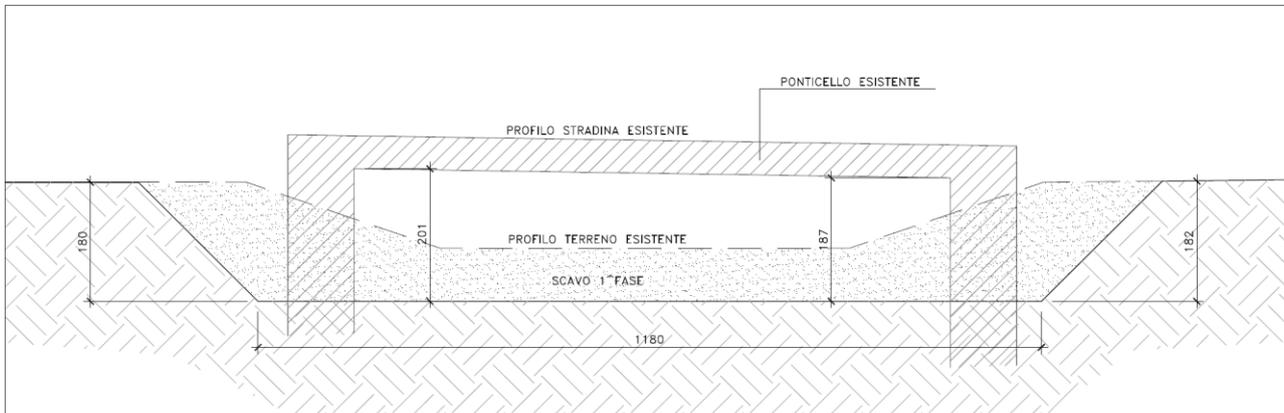


Immagine 5.27: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Sezione stato attuale

L'attuale ponticello risulta quasi totalmente ostruito dai sedimenti, come già visto nelle figure 4.1 e 4.2. Le ipotesi di calcolo attuate tengono in considerazione la pulizia totale del ponticello che consentirebbe, oltre all'installazione di 4 tubazioni tipo ARMCO DN1600 in acciaio ondulato provvisorie, anche il passaggio della portata  $Q_{max}$  definita in premessa al presente capitolo.

Di seguito i risultati della verifica.

**Crossing Properties**

Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	2.000	cms
Design Flow	10.000	cms
Maximum Flow	30.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	7.000	m
Channel Slope	0.0005	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	324.290	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	11.000	m
Crest Elevation	326.800	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	10.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Tombino 02b Morello	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	1600.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.024	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	324.300	m
Outlet Station	10.000	m
Outlet Elevation	324.290	m
Number of Barrels	4	
Computed Culvert Slope	0.001000	m/m

Immagine 5.28: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Dati di Input

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

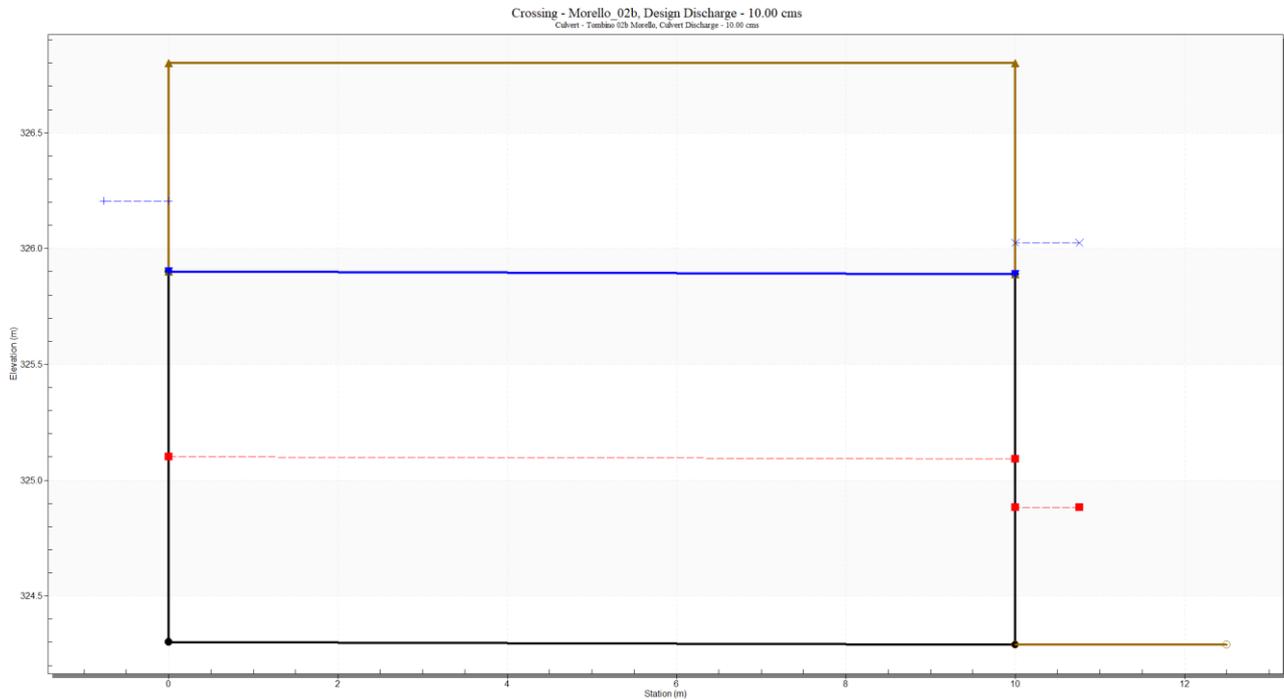


Immagine 5.29: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Disegno di Output

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	324.95	0.51	<b>0.65</b>	3-M2t	0.65	0.35	0.60	0.60	0.73	0.48
4.80	4.80	325.43	0.82	<b>1.13</b>	3-M2t	1.12	0.55	1.06	1.06	0.85	0.65
7.60	7.60	325.84	1.06	<b>1.54</b>	3-M2t	1.60	0.69	1.44	1.44	1.00	0.75
10.00	10.00	326.21	1.25	<b>1.91</b>	4-FFF	1.60	0.80	1.60	1.74	1.24	0.82
13.20	13.20	326.71	1.51	<b>2.41</b>	4-FFF	1.60	0.93	1.60	2.11	1.64	0.89
16.00	13.75	327.05	1.56	<b>2.75</b>	4-FFF	1.60	0.95	1.60	2.42	1.71	0.95
18.80	12.54	327.29	1.46	<b>2.99</b>	4-FFF	1.60	0.90	1.60	2.71	1.56	0.99
21.60	10.75	327.50	1.31	<b>3.20</b>	4-FFF	1.60	0.83	1.60	3.01	1.34	1.03
24.40	8.66	327.71	1.15	<b>3.41</b>	4-FFF	1.60	0.74	1.60	3.29	1.08	1.06
27.20	7.14	327.95	1.02	<b>3.65</b>	4-FFF	1.60	0.67	1.60	3.57	0.89	1.09
30.00	6.16	328.20	0.94	<b>3.90</b>	4-FFF	1.60	0.62	1.60	3.84	0.77	1.12

Immagine 5.30: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Tabella riassuntiva dei risultati

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

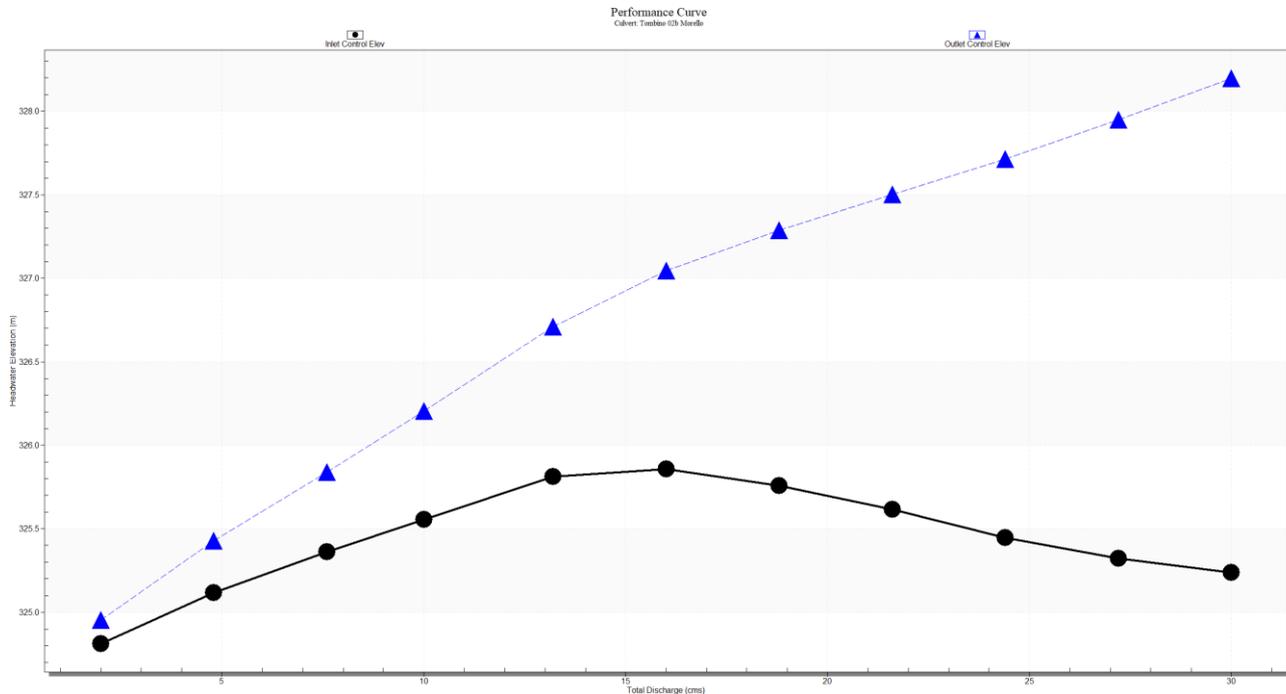


Immagine 5.31: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Scala di deflusso del Tombino

Da quanto risulta dai calcoli, il tombino in questione, per portate di circa 10 mc/s si trova nella condizione di sezione piena, e quindi leggermente in pressione (diagramma in figura 4.31). Dalla tabella in immagine 4.32 si evince comunque che il passaggio da condizione a pelo libero a sezione piena avviene nell'intorno della portata di progetto. Ciò non vuol dire che il tombino non sia verificato, perché il livello idrico a monte e a valle rimane comunque contenuto all'interno degli argini.

Il punto in questione risulta comunque un punto critico già allo stato attuale, come si evince dalla foto sotto. Di fatto con l'intervento di progetto, si eseguirà una bonifica dell'area con la rimozione dei detriti e la disostruzione dell'opera esistente migliorando la situazione attuale.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**



*Immagine 5.32: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Stato attuale a valle*



*Immagine 5.33: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Stato attuale a monte*

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

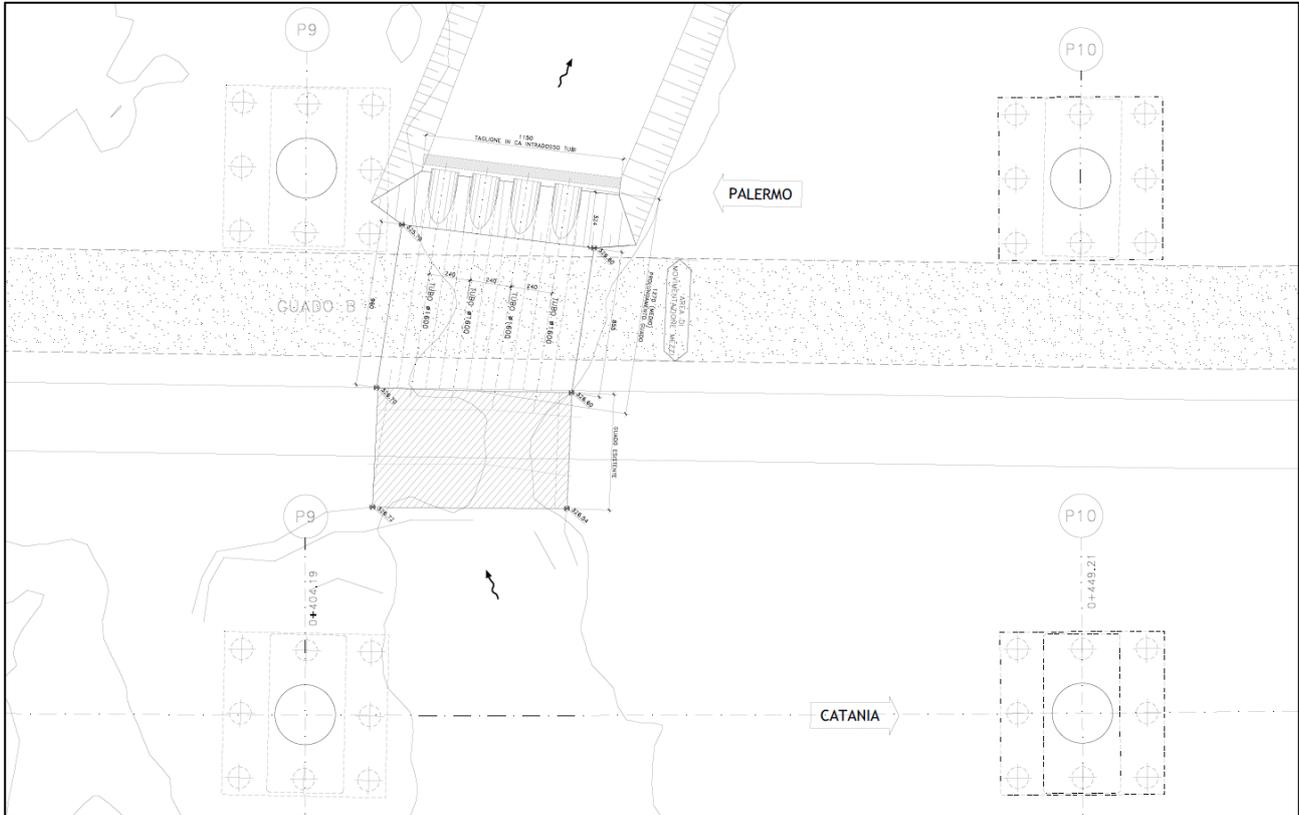


Immagine 5.34: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Planimetria di progetto

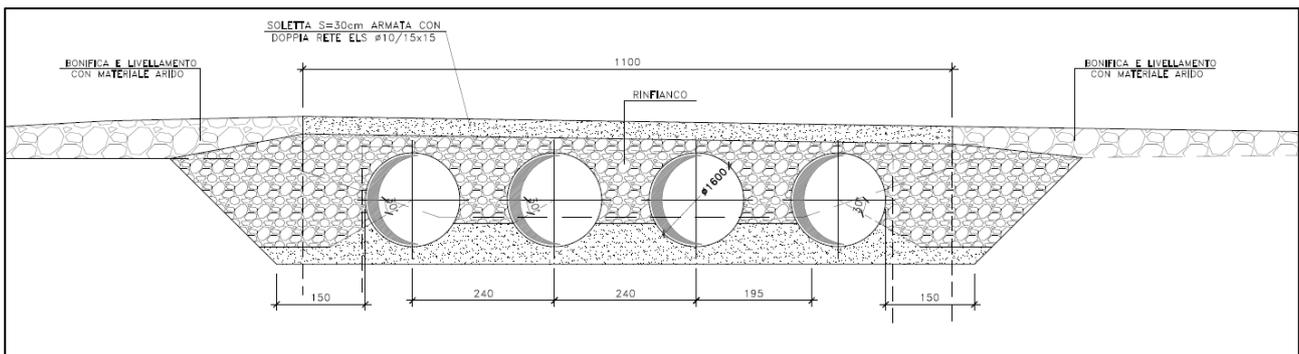


Immagine 5.35: Attraversamento n. 02 su Fiume Morello – Sezione di progetto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

#### **5.4 ATTRAVERSAMENTO N. 03 SU FIUME MORELLO (guado A)**

Il terzo attraversamento analizzato è quello tra le pile 05 – 06 del Viadotto sul Fiume Morello. L'opera esistente è costituita da 5 tubazioni ARMCO di diametro DN1600.



*Immagine 5.36: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Ortofoto*

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**



*Immagine 5.37: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Planimetria stato attuale*

L'attuale ponticello risulta anch'esso parzialmente ostruito dai sedimenti, come si vede dalle foto che seguono.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**



*Immagine 5.38: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Situazione attuale a monte*



*Immagine 5.39: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Situazione attuale a valle*

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<b>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di          esecuzione dei lavori</b>	

Anche in questo caso, le ipotesi di calcolo tengono in considerazione la pulizia totale delle tubazioni esistenti. Inoltre, si è scelto di installare le tubazioni ARMCO provvisorie in coerenza alle esistenti, quindi proseguendole verso monte in numero di 5 ARMCO DN1600 in acciaio ondulato.

Di seguito i risultati della verifica.

**Crossing Properties**

Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	2.000	cms
Design Flow	10.000	cms
Maximum Flow	30.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	9.000	m
Channel Slope	0.0030	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	323.540	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	11.000	m
Crest Elevation	325.500	m
Roadway Surface	Gravel	
Top Width	13.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Tombino 03a Morello	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	1600.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.024	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	323.540	m
Outlet Station	13.000	m
Outlet Elevation	323.500	m
Number of Barrels	5	
Computed Culvert Slope	0.003077	m/m

Immagine 5.40: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Dati di Input

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

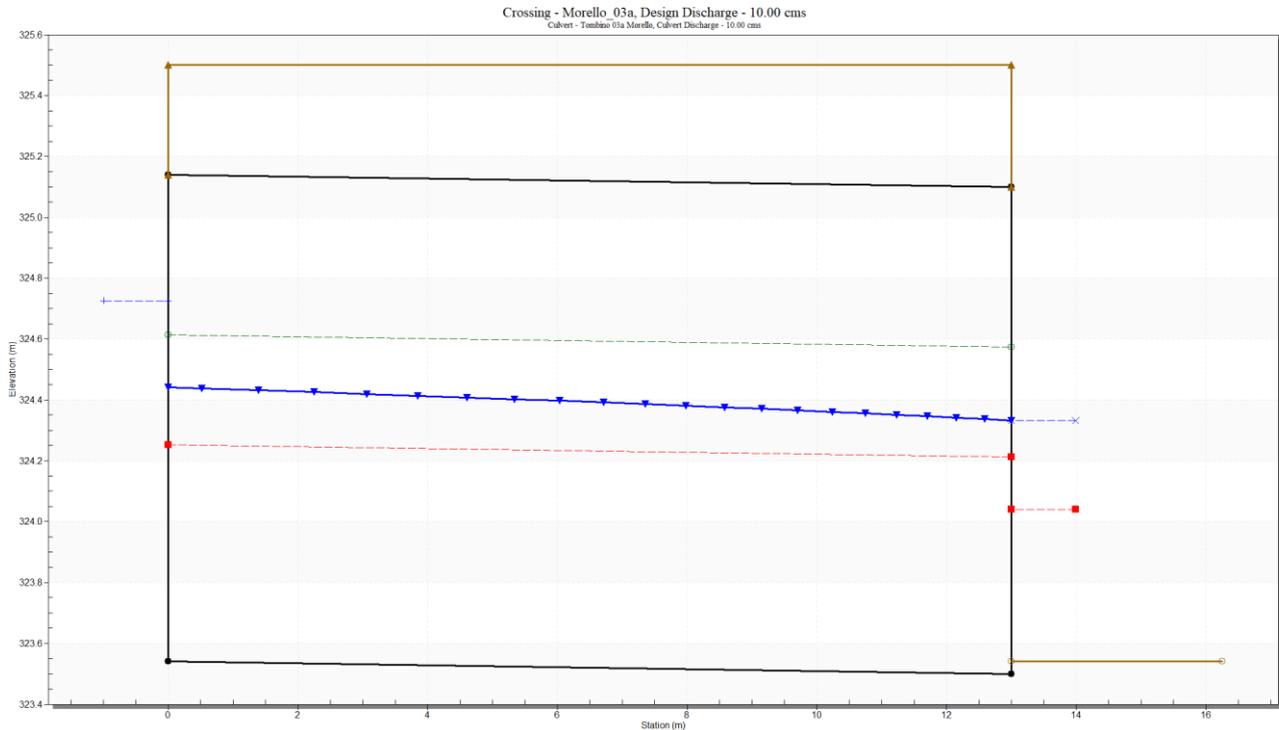


Immagine 5.41: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Disegno di Output

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.00	2.00	324.04	0.46	<b>0.50</b>	3-M2t	0.43	0.31	0.33	0.29	1.34	0.77
4.80	4.80	324.33	0.72	<b>0.79</b>	3-M2t	0.68	0.49	0.54	0.50	1.62	1.07
7.60	7.60	324.56	0.93	<b>1.02</b>	3-M2t	0.89	0.62	0.71	0.67	1.78	1.27
10.00	10.00	324.73	1.09	<b>1.19</b>	3-M2t	1.07	0.71	0.83	0.79	1.89	1.40
13.20	13.20	324.94	1.30	<b>1.40</b>	3-M2t	1.39	0.82	0.99	0.95	2.03	1.55
16.00	16.00	325.12	1.48	<b>1.58</b>	3-M2t	1.60	0.91	1.11	1.07	2.15	1.66
18.80	18.80	325.29	1.66	<b>1.75</b>	3-M2t	1.60	0.99	1.23	1.19	2.27	1.75
21.60	21.60	325.48	1.86	<b>1.94</b>	3-M2t	1.60	1.06	1.34	1.30	2.40	1.84
24.40	23.56	325.64	2.01	<b>2.10</b>	3-M2t	1.60	1.11	1.45	1.41	2.46	1.92
27.20	24.55	325.79	2.09	<b>2.25</b>	7-M2t	1.60	1.14	1.56	1.52	2.46	1.99
30.00	25.13	325.93	2.14	<b>2.39</b>	4-FFf	1.60	1.15	1.60	1.62	2.50	2.05

Immagine 5.42: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Tabella riassuntiva dei risultati

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

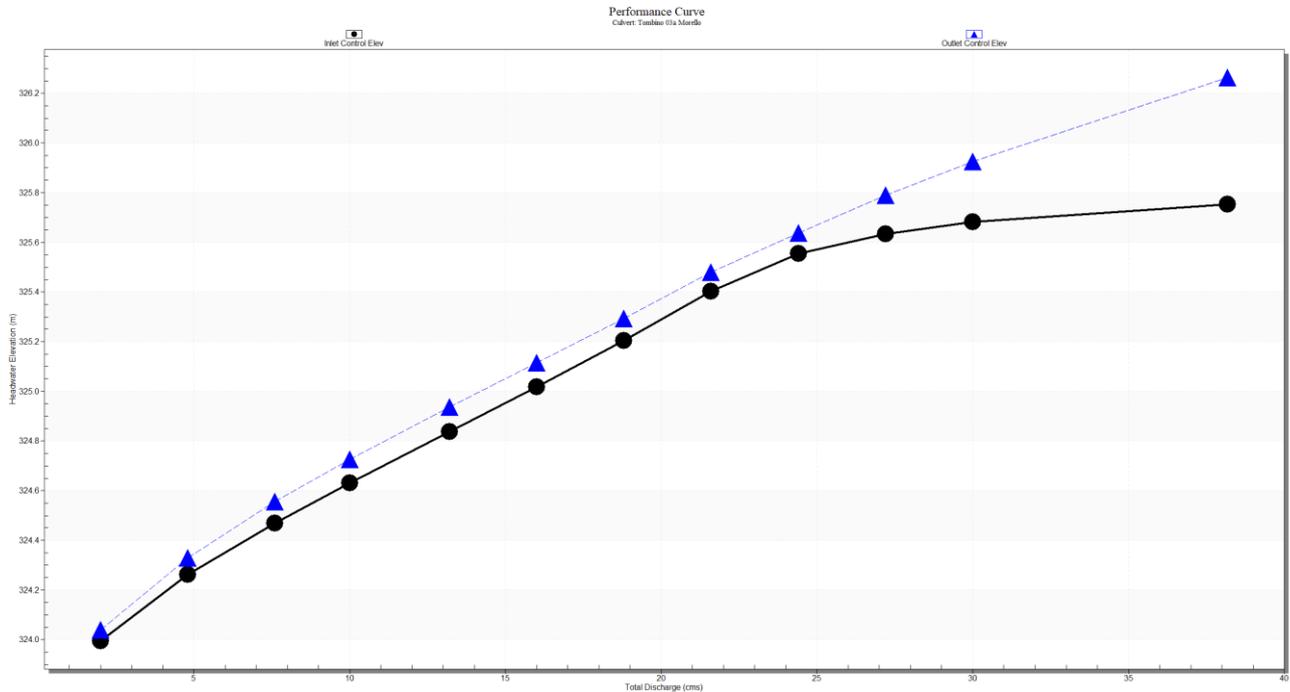


Immagine 5.43: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Scala di deflusso del Tombino

Dai risultati, il tombino in questione, per portate di circa 10 mc/s risulta verificato con un innalzamento del tirante idrico a monte di circa 30 cm e comunque contenuto all'interno degli argini.

Anche in questo caso, di fatto con l'intervento di progetto si eseguirà una bonifica dell'area con la rimozione dei detriti e la disostruzione dell'opera esistente migliorando la situazione attuale.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di esecuzione dei lavori**

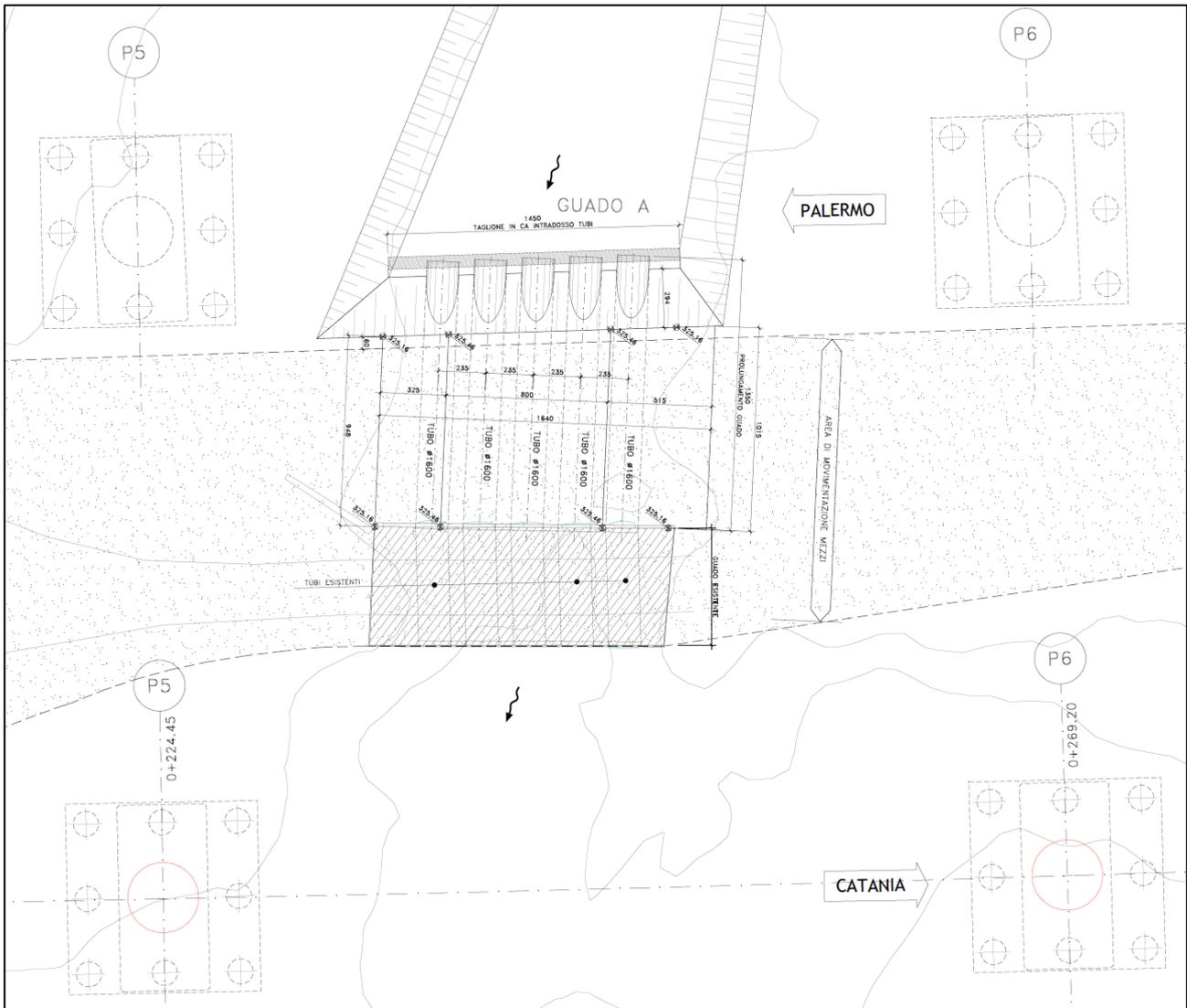


Immagine 5.44: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Planimetria di progetto

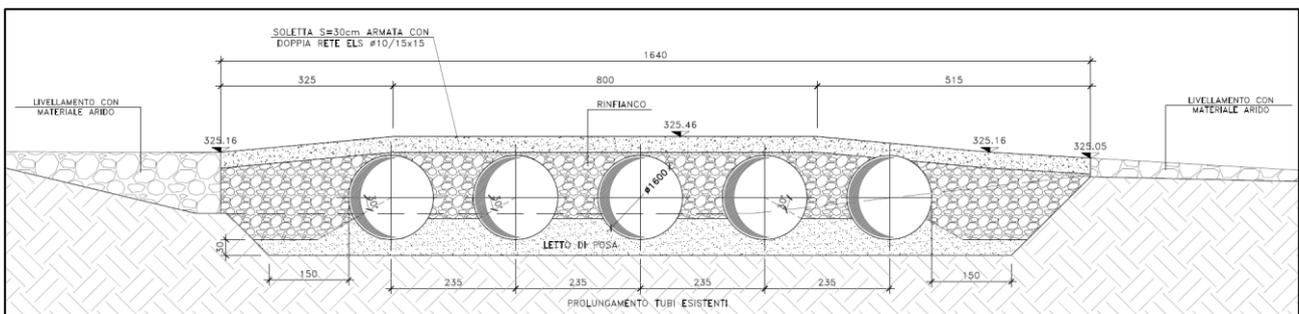


Immagine 5.45: Attraversamento n. 03 su Fiume Morello – Sezione di progetto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

## 5.5 ATTRAVERSAMENTO N. 04 SU VALLONE SCALDAFERRO

Il quarto attraversamento analizzato è quello tra le pile 70 – 71 del Viadotto sul Fiume Morello. L'opera esistente è costituita da un ponticello a 3 campate di circa 4.0 m ciascuna. L'altezza attuale tra fondo alveo e intradosso ponte è di circa 2.5 m.



Immagine 5.46: Attraversamento n. 04 su affluente secondario – Ortofoto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**



*Immagine 5.47: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Situazione attuale a monte*



*Immagine 5.48: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Situazione attuale a valle*

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

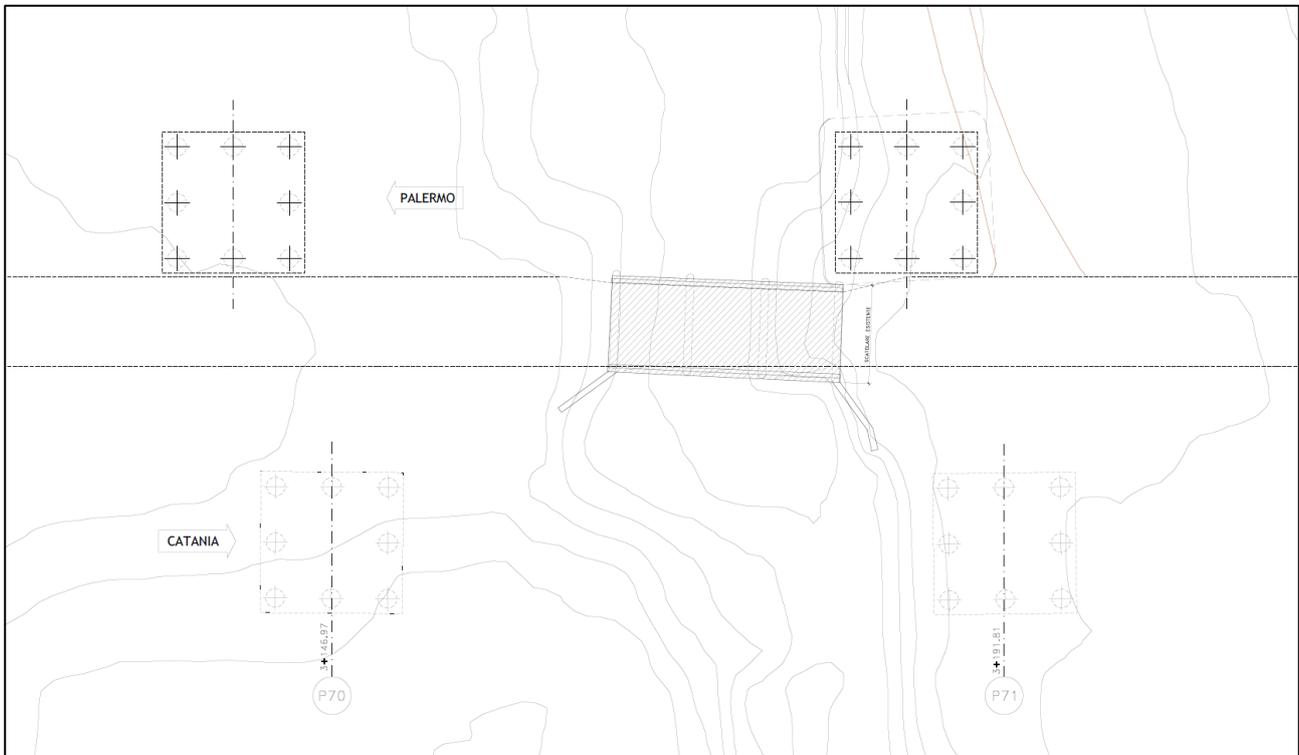


Immagine 5.49: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Planimetria dello stato attuale

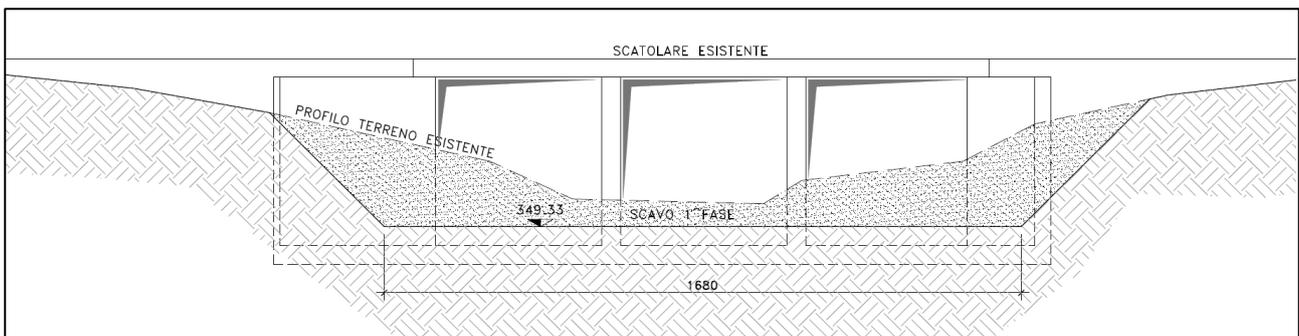


Immagine 5.50: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Sezione dello stato attuale

Il fosso del Vallone Scaldaferro è un affluente del Fiume Morello che si trova in sponda sinistra ed ovviamente in questo caso non è da considerare come portata di progetto la Q<sub>max</sub>. La portata di progetto, calcolata al capitolo precedente, è pari a 39.8 mc/s ed è relativa ad un tempo di ritorno di 10 anni.

La pendenza dell'alveo in questo tratto è circa 0.3 %. Utilizzando il sopra citato software HY-8, e ponendo per semplicità una sezione di monte rispetto al tombino di forma rettangolare, si è potuta implementare la scheda di input sia per la situazione ante operam che post operam per verificare la differenza di tirante idrico tra stato attuale e stato di progetto.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

**Crossing Properties**  
Name: Affluente 01 Morello

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	20.000	cms
Design Flow	39.800	cms
Maximum Flow	80.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	15.000	m
Channel Slope	0.0030	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	350.300	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	18.000	m
Crest Elevation	354.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	7.000	m

**Culvert Properties**  
Ponte 3 campate Add Culvert  
Duplicate Culvert  
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Ponte 3 campate	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	4000.000	mm
Rise	2500.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.020	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	350.300	m
Outlet Station	7.000	m
Outlet Elevation	350.280	m
Number of Barrels	3	
Computed Culvert Slope	0.002857	m/m

Immagine 5.51: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferrò – Dati di Input stato attuale

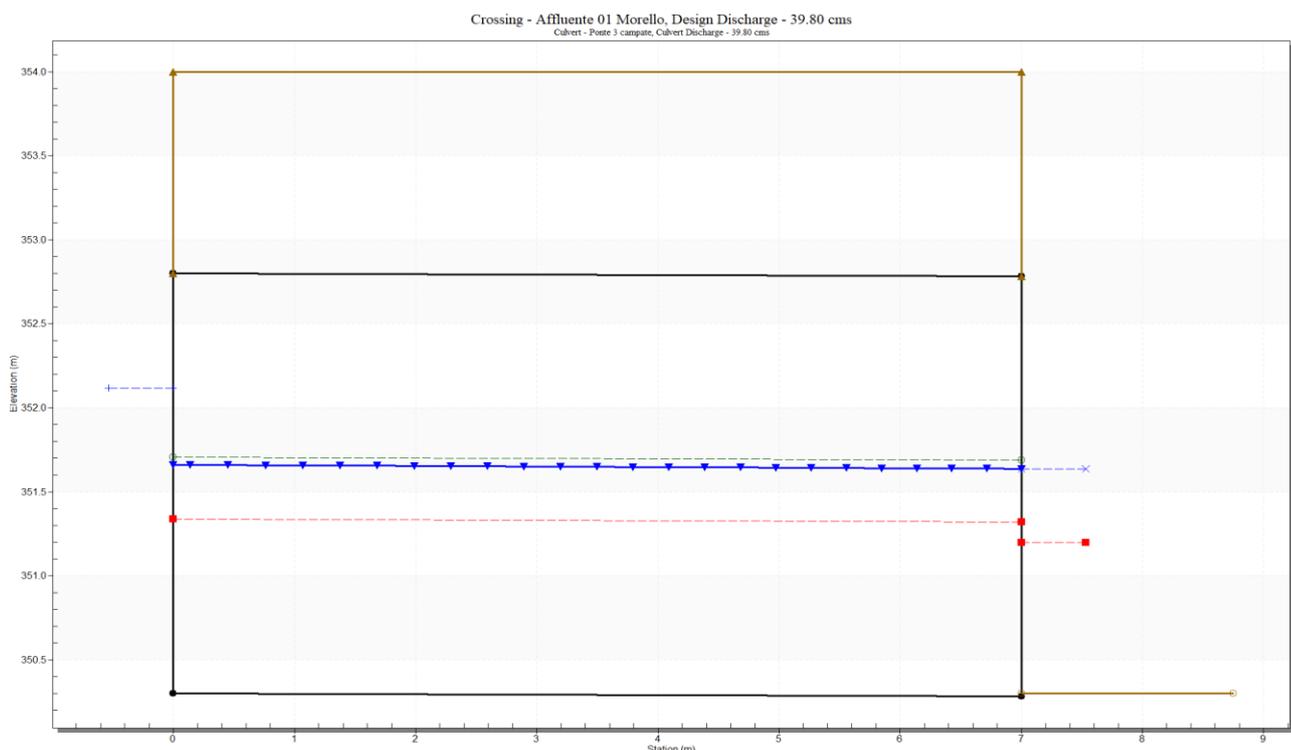


Immagine 5.52: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferrò – Disegno di Output stato attuale

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
20.00	20.00	351.46	1.12	<b>1.16</b>	3-M1t	0.87	0.66	0.89	0.87	1.88	1.54
26.00	26.00	351.67	1.34	<b>1.37</b>	3-M2t	1.04	0.78	1.04	1.02	2.08	1.70
32.00	32.00	351.87	1.53	<b>1.57</b>	3-M2t	1.20	0.90	1.18	1.16	2.25	1.83
39.80	39.80	352.11	1.76	<b>1.81</b>	3-M2t	1.41	1.04	1.36	1.34	2.45	1.99
44.00	44.00	352.24	1.88	<b>1.94</b>	3-M2t	1.51	1.11	1.44	1.42	2.54	2.06
50.00	50.00	352.41	2.04	<b>2.11</b>	3-M2t	1.66	1.21	1.57	1.55	2.66	2.16
56.00	56.00	352.57	2.20	<b>2.27</b>	3-M2t	1.80	1.30	1.68	1.66	2.77	2.24
62.00	62.00	352.73	2.36	<b>2.43</b>	3-M2t	1.95	1.40	1.80	1.78	2.87	2.33
68.00	68.00	352.89	2.52	<b>2.59</b>	3-M2t	2.09	1.48	1.91	1.89	2.97	2.40
74.00	74.00	353.03	2.68	<b>2.73</b>	3-M2t	2.22	1.57	2.02	2.00	3.06	2.47
80.00	80.00	353.18	2.84	<b>2.88</b>	3-M2t	2.36	1.65	2.12	2.10	3.14	2.54

Immagine 5.53: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldasferro – Tabella riassuntiva dei risultati stato attuale

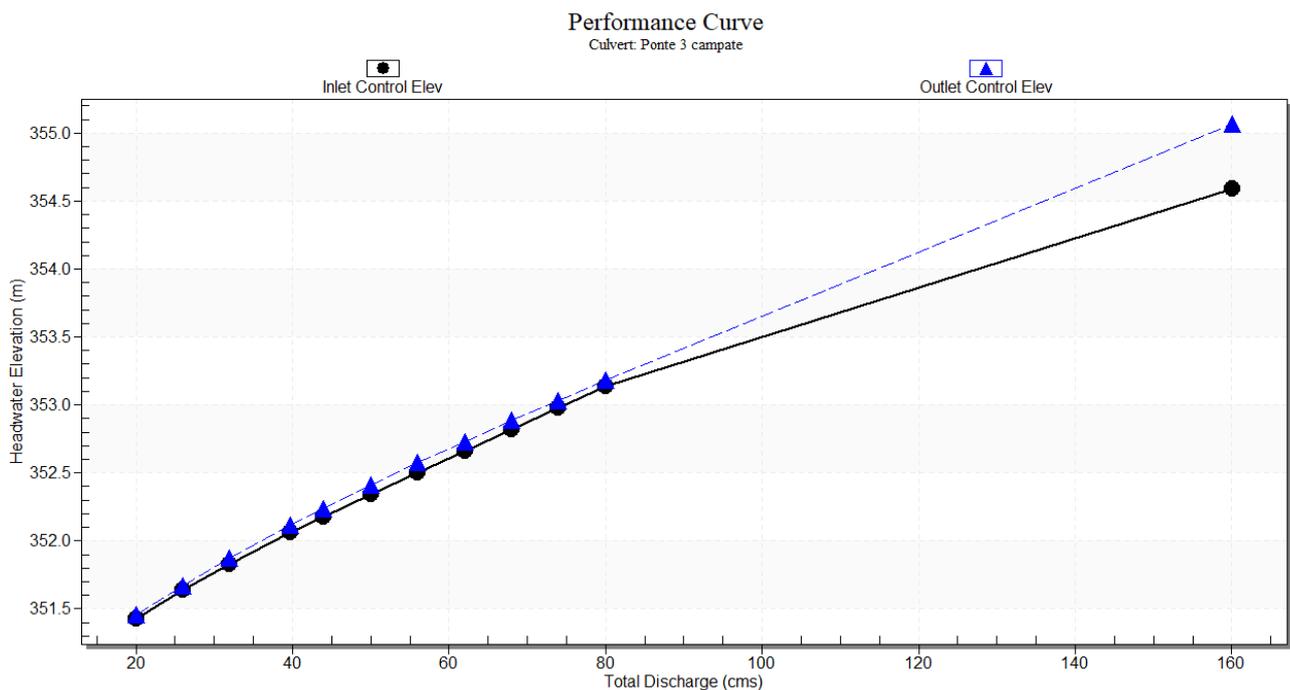


Immagine 5.54: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldasferro – Scala di deflusso del ponticello a 3 campate stato attuale

Il prolungamento verso monte del ponticello, per la realizzazione del guado, verrà costituito da 2 tubazioni ARMCO DN3500 in acciaio ondulato.

Di seguito le verifiche.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

**Crossing Properties**

Name: Affluente 01 Morello circolari

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	20.000	cms
Design Flow	39.800	cms
Maximum Flow	80.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	15.000	m
Channel Slope	0.0030	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	350.300	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	18.000	m
Crest Elevation	354.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	30.000	m

**Culvert Properties**

Tombini affluente 01    Add Culvert

Duplicate Culvert

Delete Culvert

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Tombini affluente 01	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	3500.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.020	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	350.390	m
Outlet Station	30.000	m
Outlet Elevation	350.300	m
Number of Barrels	2	
Computed Culvert Slope	0.003000	m/m

Immagine 5.55: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldasferro – Dati di Input stato di progetto

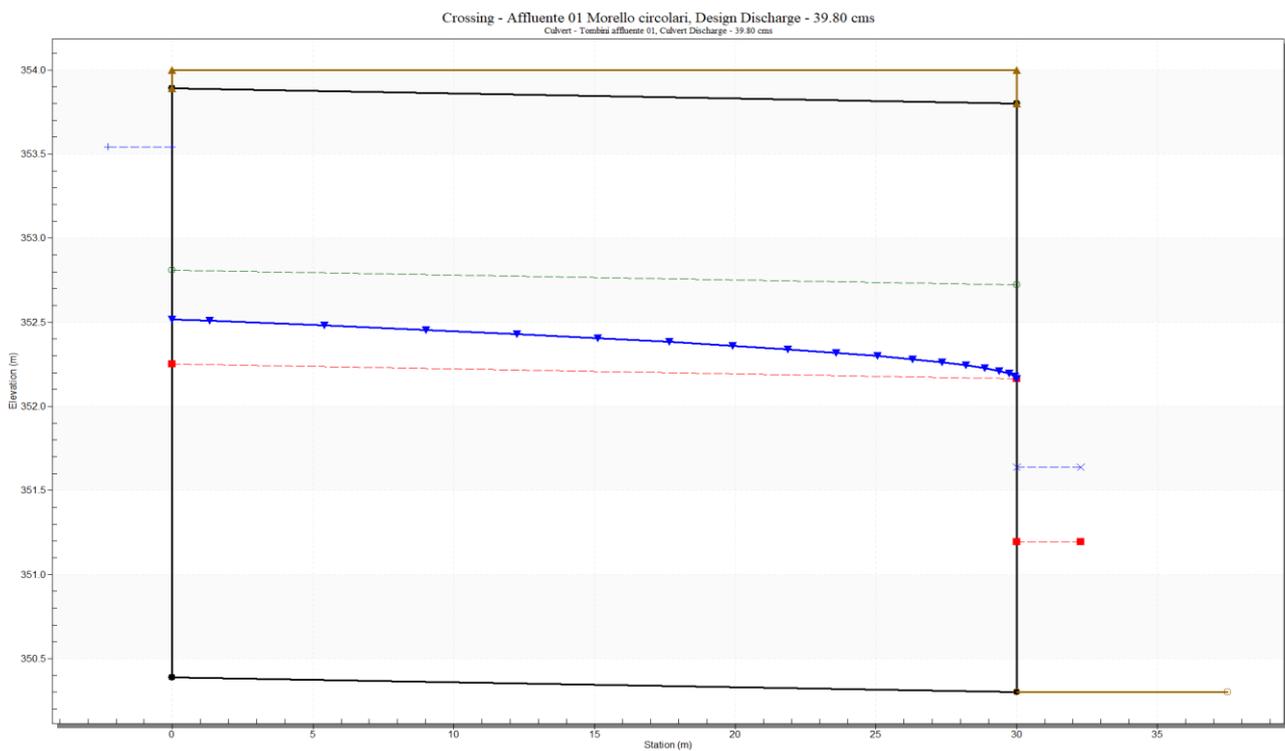


Immagine 5.56: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldasferro – Disegno di Output stato di progetto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
20.00	20.00	352.52	1.95	<b>2.13</b>	2-M2c	1.57	1.30	1.30	0.87	3.07	1.54
26.00	26.00	352.85	2.27	<b>2.46</b>	2-M2c	1.83	1.49	1.49	1.02	3.33	1.70
32.00	32.00	353.16	2.57	<b>2.77</b>	2-M2c	2.08	1.66	1.66	1.16	3.55	1.83
39.80	39.80	353.54	2.96	<b>3.15</b>	2-M2c	2.42	1.86	1.86	1.34	3.82	1.99
44.00	44.00	353.74	3.17	<b>3.35</b>	2-M2c	2.62	1.96	1.96	1.42	3.96	2.06
50.00	49.96	354.01	3.47	<b>3.62</b>	7-M2c	2.99	2.10	2.10	1.55	4.15	2.16
56.00	53.69	354.18	3.66	<b>3.79</b>	7-M2c	3.50	2.18	2.18	1.66	4.27	2.24
62.00	56.67	354.32	3.82	<b>3.93</b>	7-M2c	3.50	2.24	2.24	1.78	4.36	2.33
68.00	59.33	354.44	3.97	<b>4.05</b>	7-M2c	3.50	2.29	2.29	1.89	4.44	2.40
74.00	61.80	354.55	4.11	<b>4.16</b>	7-M2c	3.50	2.34	2.34	2.00	4.52	2.47
80.00	64.11	354.65	4.25	<b>4.26</b>	7-M2c	3.50	2.39	2.39	2.10	4.59	2.54

Immagine 5.57: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Tabella riassuntiva dei risultati stato di progetto

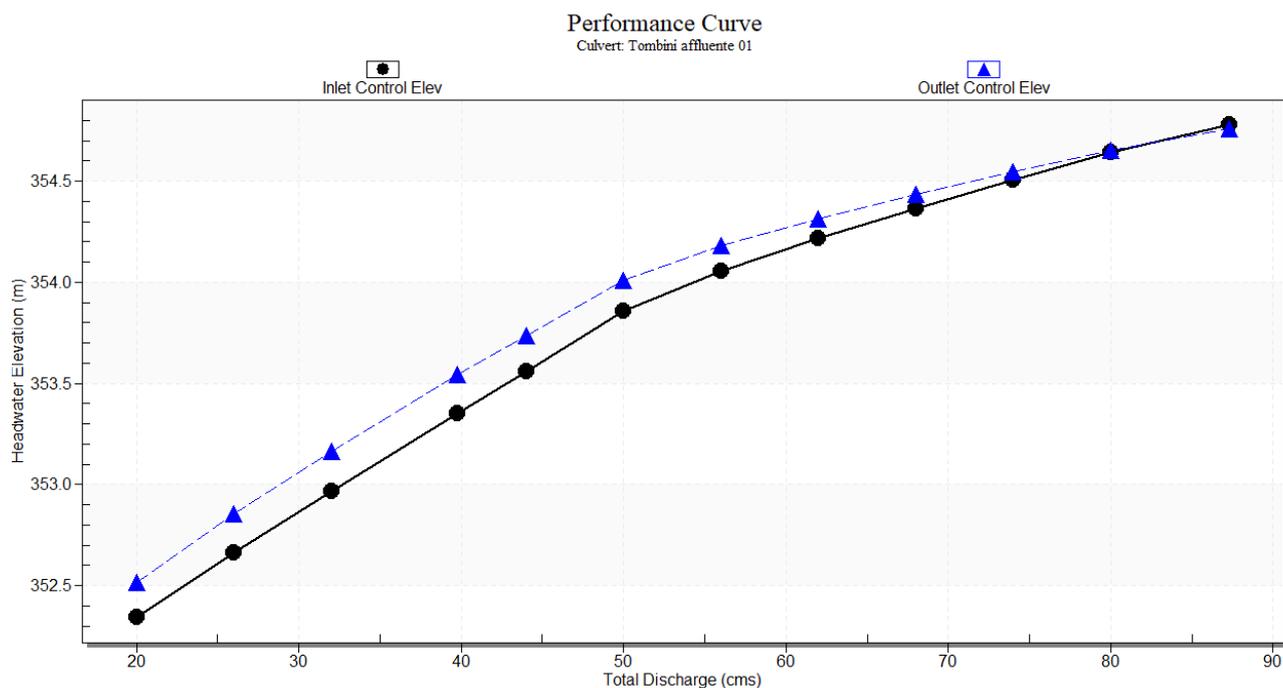


Immagine 5.58: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Scala di deflusso tombinamento stato di progetto

Dai risultati, il tombino in questione risulta verificato con un innalzamento del tirante idrico a monte rispetto allo stato attuale, ma comunque avendo un franco di almeno 30 cm dal cielo tubo.

Anche in questo caso, di fatto con l'intervento di progetto si eseguirà una bonifica dell'area con la rimozione dei detriti e la disostruzione dell'opera esistente migliorando la situazione attuale.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

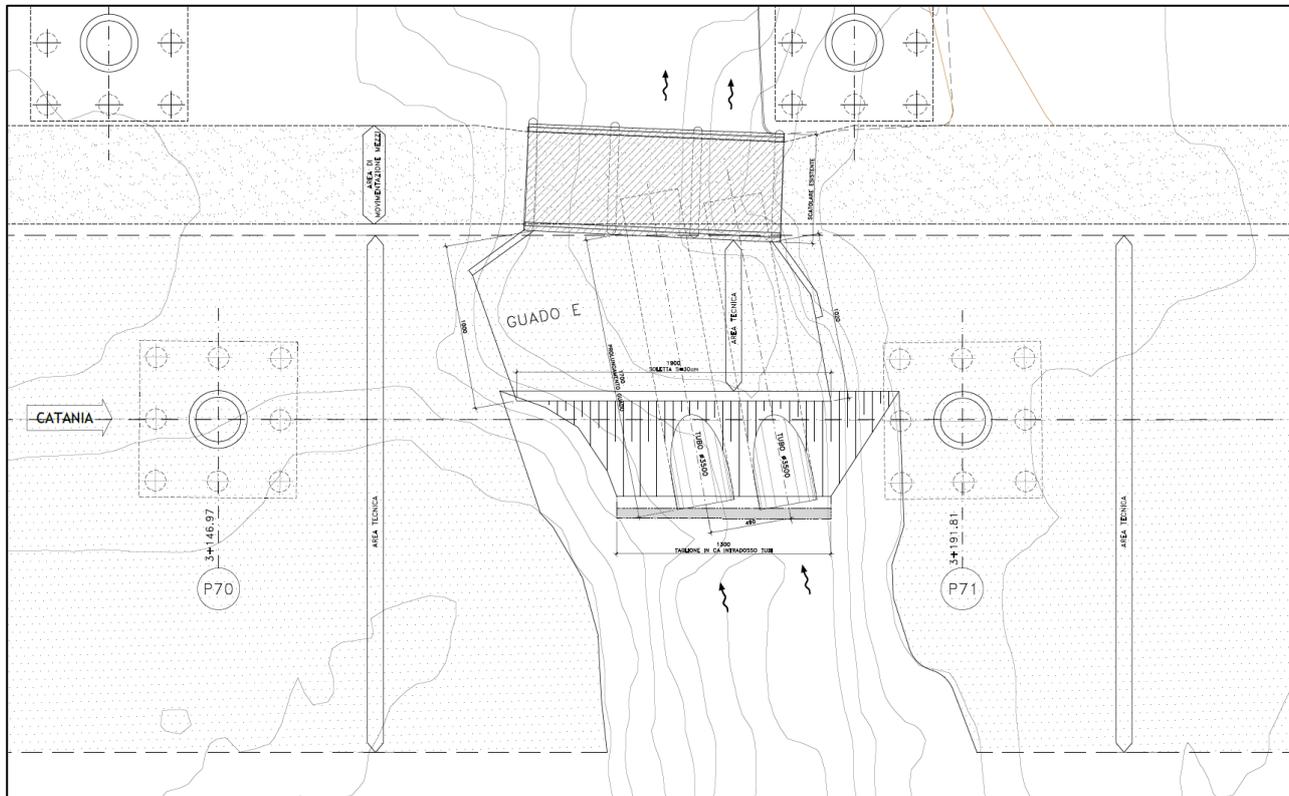


Immagine 5.59: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Planimetria stato di progetto

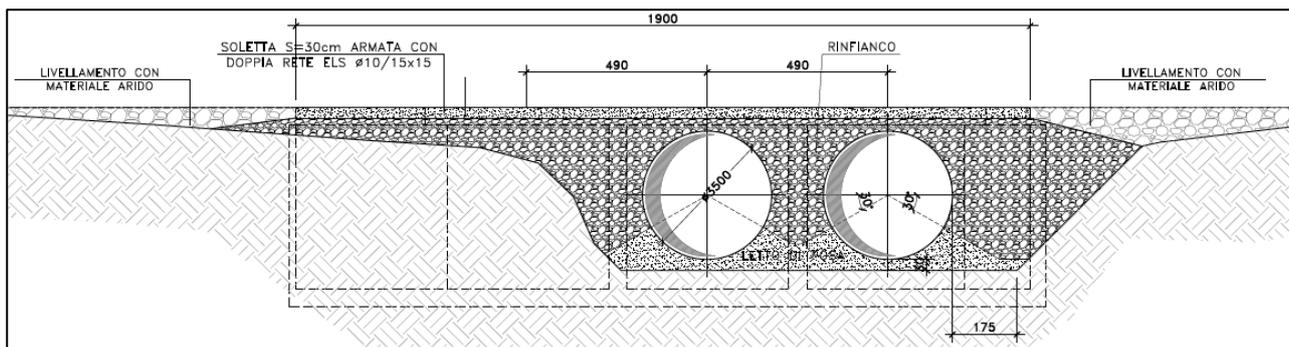


Immagine 5.60: Attraversamento n. 04 su Vallone Scaldaferro – Sezione stato di progetto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

## 5.6 ATTRAVERSAMENTO N. 05 SU AFFLUENTE SECONDARIO (guado c)

Il quinto attraversamento analizzato è quello tra le pile 26 – 26 del Viadotto sul Fiume Morello. L'opera esistente è costituita da un ponticello scatolare di circa 8.0 m di luce. L'altezza attuale tra fondo alveo e intradosso ponte è attualmente non misurabile per l'eccessivo intasamento.



Immagine 5.61: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Ortofoto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**



Immagine 5.62: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Stato attuale

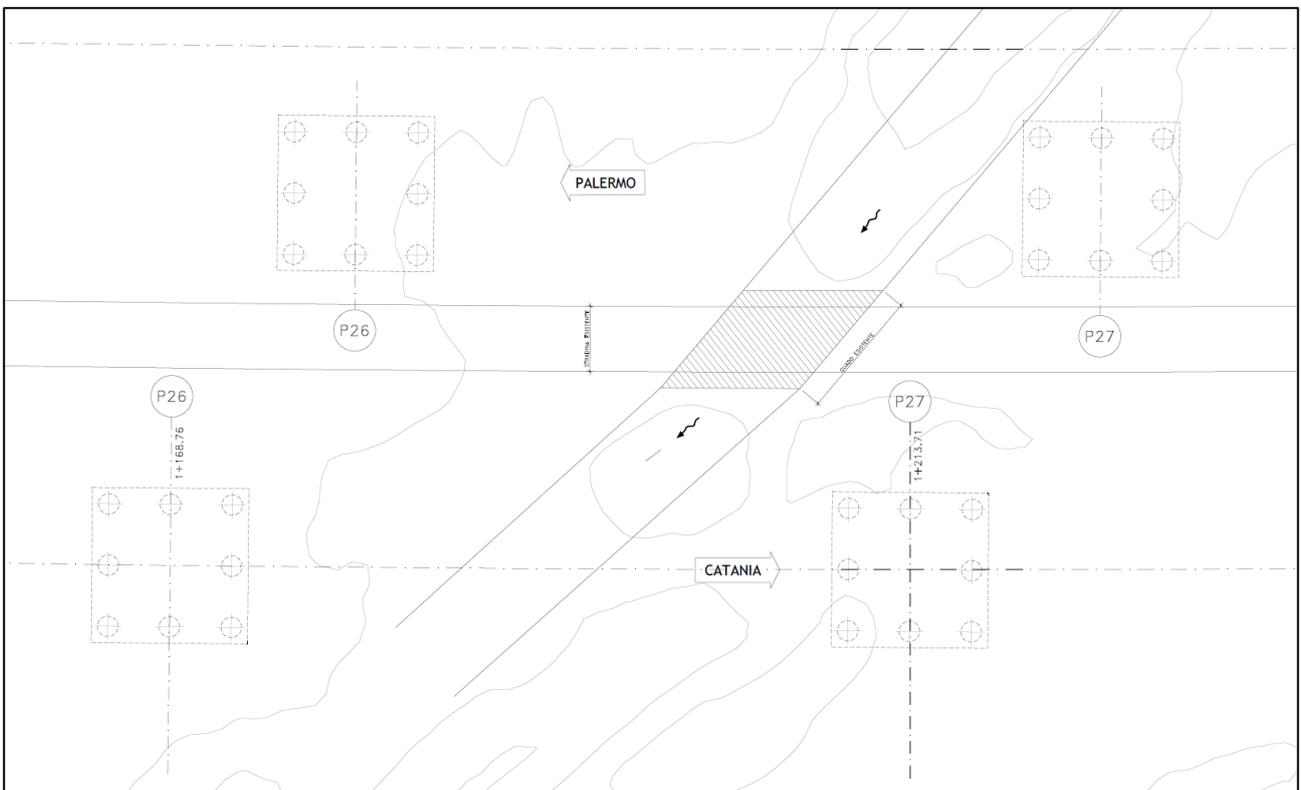


Immagine 5.63: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Planimetria Stato attuale

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F. Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

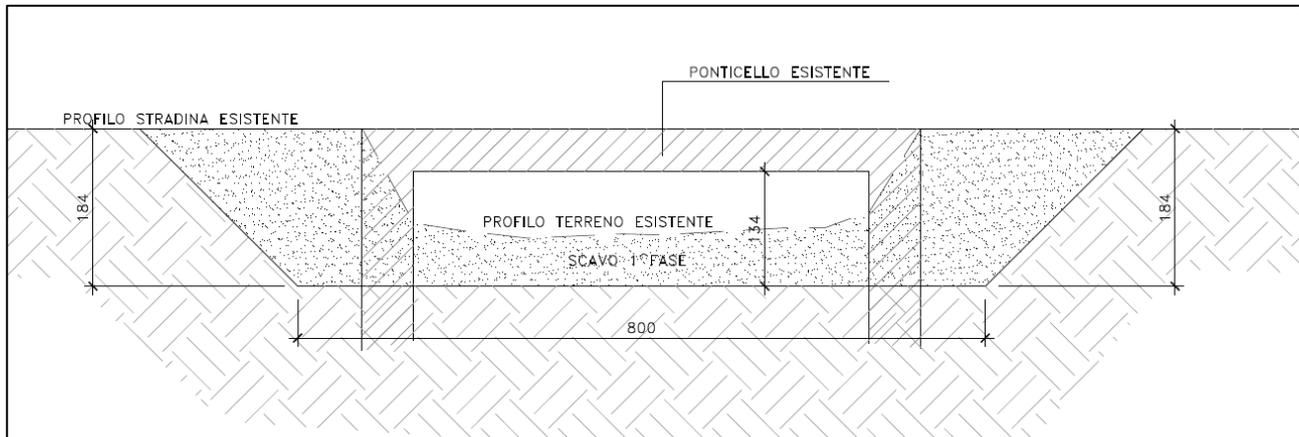


Immagine 5.64: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Sezione Stato attuale

L'affluente del Fiume Morello si trova in sponda destra ed ovviamente, anche in questo caso, non è da considerare come portata di progetto la Qamax. Si è deciso altresì di procedere verificando il tirante idrico allo stato attuale e in seguito allo stato di progetto, dimensionando le tubazioni ARMCO provvisorie in modo da garantire lo stesso passaggio di flusso nelle configurazioni rispettivamente in ante e post operam.

La pendenza dell'alveo in questo tratto è circa 2.0 %. Utilizzando il sopra citato software HY-8, e ponendo per semplicità una sezione di monte rispetto al tombino di forma rettangolare, si è potuta implementare la scheda di input.

La portata di confronto è stata impostata a 3.5 mc/s, risultante dalla modellazione del ponticello allo stato attuale imponendo il tirante idrico di monte coincidente con l'intradosso del ponticello stesso.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

**Crossing Properties**  
Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.000	cms
Design Flow	3.500	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	4.000	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	332.000	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	6.000	m
Crest Elevation	333.500	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	7.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Scalolare esistente	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	4000.000	mm
Rise	700.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.015	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	332.140	m
Outlet Station	7.000	m
Outlet Elevation	332.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.020000	m/m

Immagine 5.65: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Dati di input Stato attuale

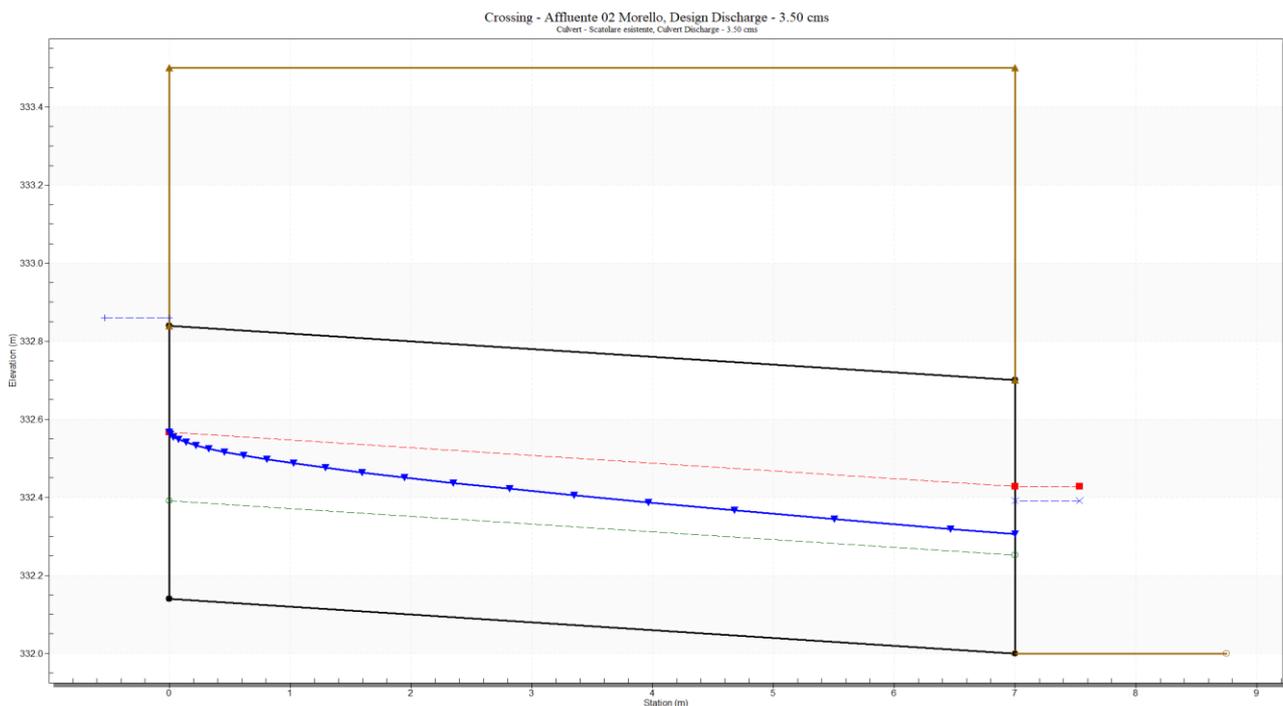


Immagine 5.66: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Disegno di output Stato attuale

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	332.45	<b>0.31</b>	0.06	1-S2n	0.12	0.19	0.12	0.18	2.02	1.41
1.40	1.40	332.53	<b>0.39</b>	0.11	1-S2n	0.14	0.23	0.16	0.22	2.23	1.60
1.80	1.80	332.60	<b>0.46</b>	0.17	1-S2n	0.17	0.27	0.19	0.26	2.40	1.76
2.20	2.20	332.66	<b>0.52</b>	0.23	1-S2n	0.19	0.31	0.22	0.29	2.53	1.89
2.60	2.60	332.73	<b>0.59</b>	0.28	1-S2n	0.21	0.35	0.25	0.32	2.65	2.01
3.00	3.00	332.79	<b>0.65</b>	0.34	1-S2n	0.23	0.39	0.27	0.35	2.75	2.12
3.50	3.50	332.86	<b>0.72</b>	0.42	5-S2n	0.25	0.43	0.31	0.39	2.86	2.24
3.80	3.80	332.90	<b>0.76</b>	0.47	5-S2n	0.26	0.45	0.33	0.41	2.92	2.30
4.20	4.20	332.97	<b>0.83</b>	0.53	5-S2n	0.28	0.48	0.35	0.44	3.00	2.39
4.60	4.60	333.03	<b>0.89</b>	0.60	5-S2n	0.30	0.51	0.37	0.47	3.07	2.47
5.00	5.00	333.10	<b>0.96</b>	0.75	5-S2n	0.31	0.54	0.40	0.49	3.14	2.54

Immagine 5.67: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Tabella riassuntiva dei risultati stato attuale

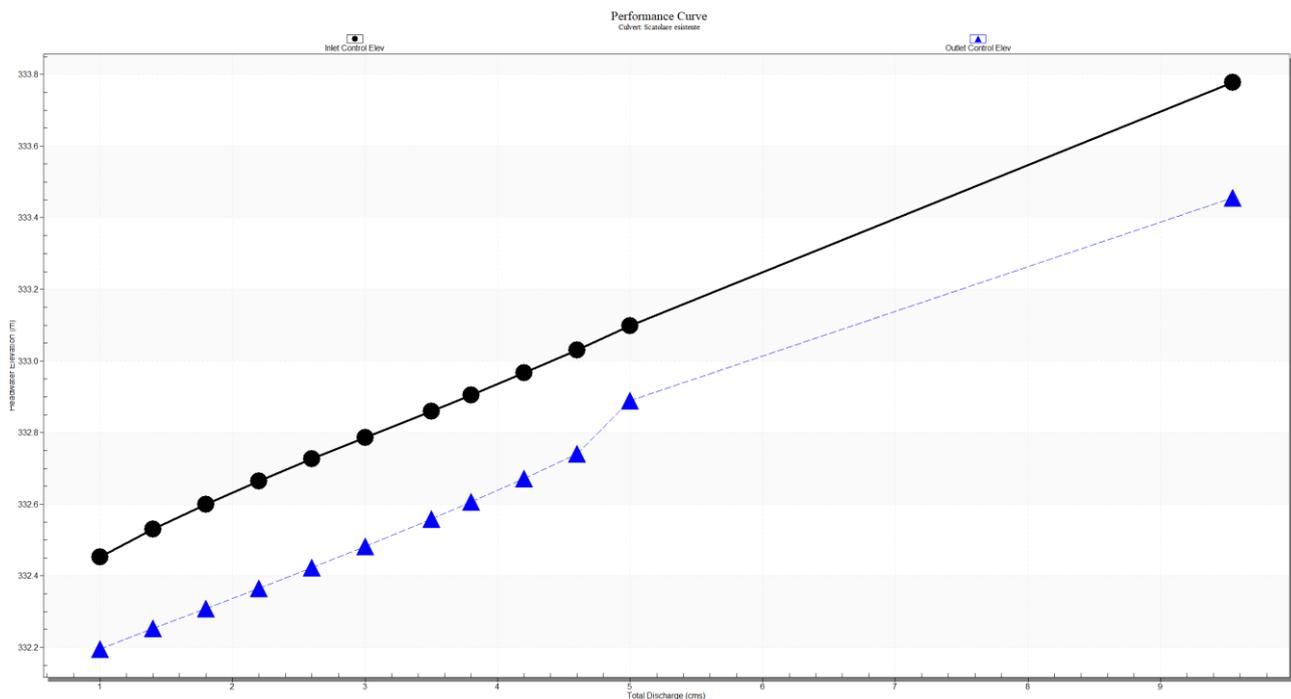


Immagine 5.68: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Scala di deflusso tombinamento stato attuale

Il guado a monte del ponticello, distaccato da quest'ultimo di circa 12 m, verrà costituito da 3 tubazioni ARMCO DN1000 in acciaio ondulato.

Di seguito le verifiche.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

**Crossing Properties**

Name: Affluente 02 Morello circolari

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.000	cms
Design Flow	3.500	cms
Maximum Flow	5.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	4.000	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	332.000	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	6.000	m
Crest Elevation	333.500	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	9.000	m

**Culvert Properties**

Circolari armco    Add Culvert  
Duplicate Culvert  
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Circolari armco	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.024	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	332.180	m
Outlet Station	9.000	m
Outlet Elevation	332.000	m
Number of Barrels	3	
Computed Culvert Slope	0.020000	m/m

Immagine 5.69: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Dati di input Stato di progetto

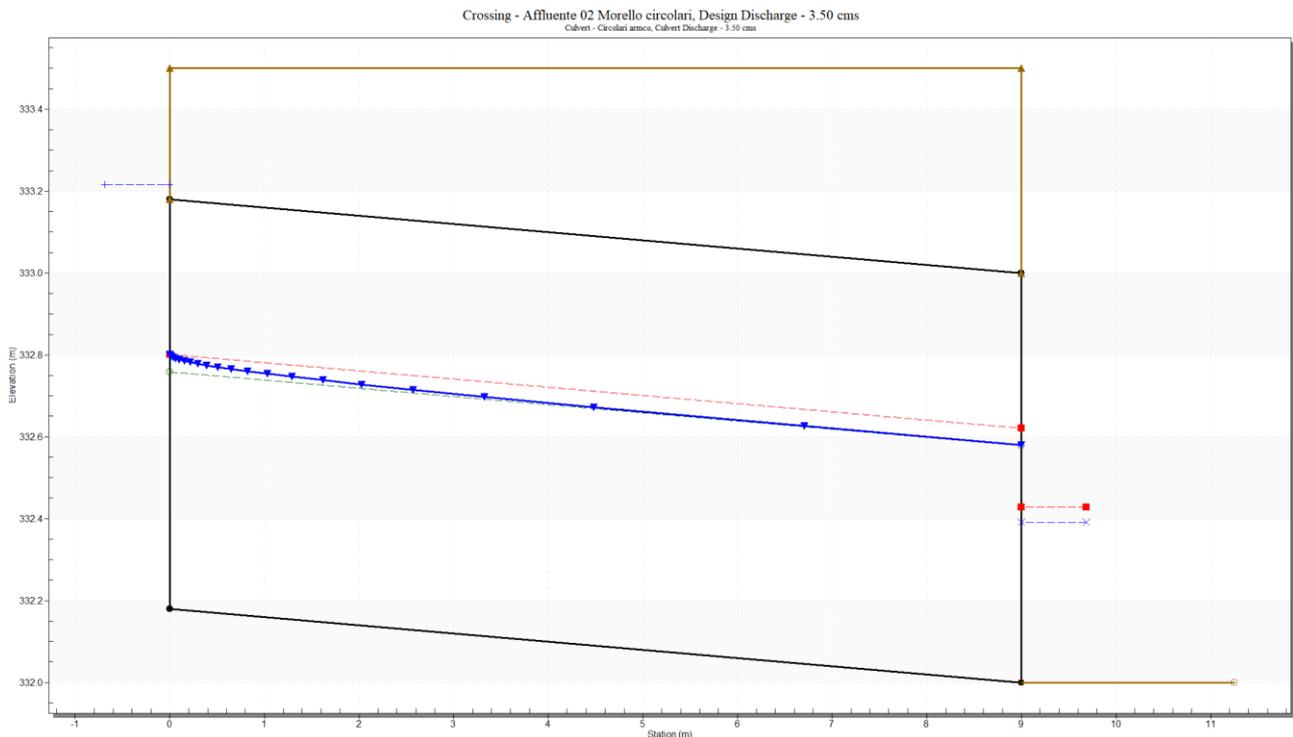


Immagine 5.70: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Disegno di output Stato di progetto

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi,  
solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini  
e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT  
2° STRALCIO



UP7458

**Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di  
esecuzione dei lavori**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	332.65	<b>0.47</b>	0.17	1-S2n	0.29	0.32	0.29	0.18	1.78	1.41
1.40	1.40	332.75	<b>0.57</b>	0.25	1-S2n	0.34	0.38	0.34	0.22	1.95	1.60
1.80	1.80	332.84	<b>0.66</b>	0.33	1-S2n	0.39	0.44	0.39	0.26	2.10	1.76
2.20	2.20	332.93	<b>0.75</b>	0.42	1-S2n	0.44	0.49	0.44	0.29	2.20	1.89
2.60	2.60	333.02	<b>0.84</b>	0.51	1-S2n	0.48	0.53	0.48	0.32	2.30	2.01
3.00	3.00	333.10	<b>0.92</b>	0.60	1-S2n	0.53	0.57	0.53	0.35	2.38	2.12
3.50	3.50	333.22	<b>1.04</b>	0.73	5-S2n	0.58	0.62	0.58	0.39	2.47	2.24
3.80	3.80	333.29	<b>1.11</b>	0.80	5-S2n	0.61	0.65	0.61	0.41	2.52	2.30
4.20	4.20	333.39	<b>1.21</b>	0.91	5-S2n	0.65	0.68	0.65	0.44	2.57	2.39
4.60	4.60	333.49	<b>1.31</b>	1.03	5-S2n	0.70	0.71	0.70	0.47	2.62	2.47
5.00	4.84	333.56	<b>1.38</b>	1.10	5-S2n	0.73	0.73	0.73	0.49	2.64	2.54

Immagine 5.71: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Tabella riassuntiva dei risultati stato di progetto

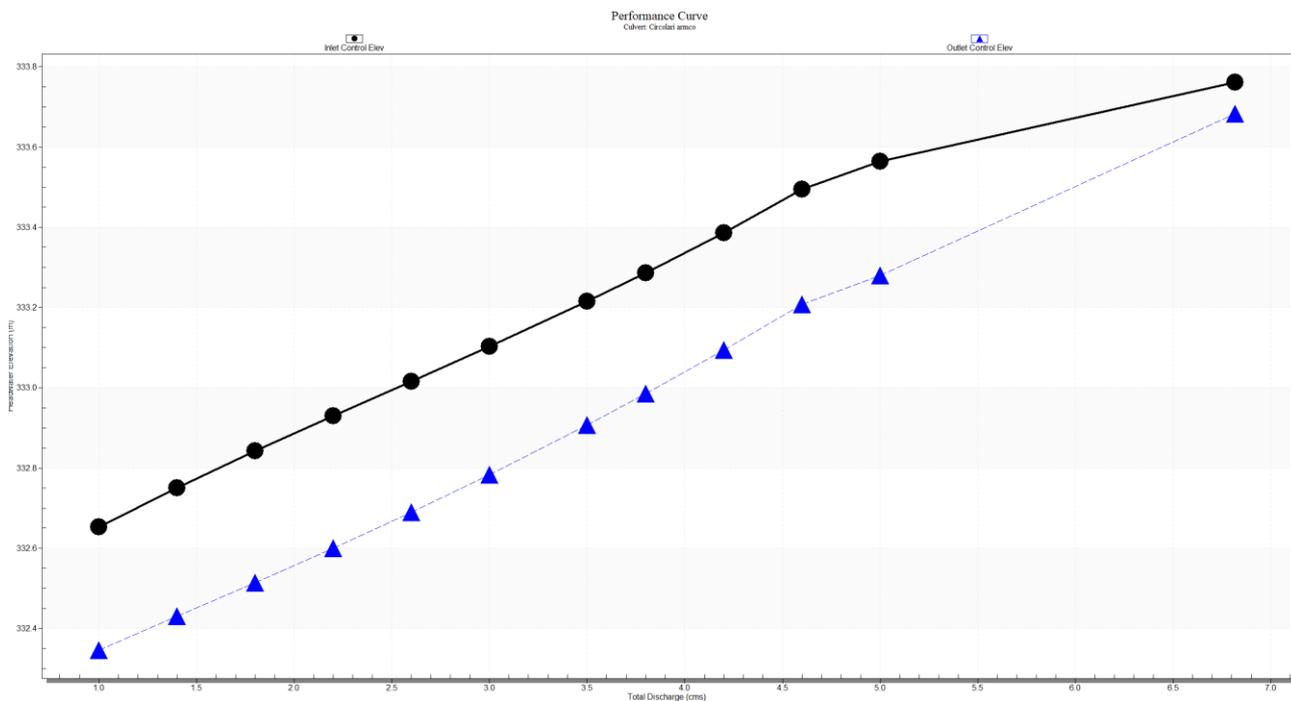


Immagine 5.72: Attraversamento n. 05 su affluente secondario – Scala di deflusso tombinamento stato di progetto

Dai risultati, il tombino in questione, a parità di portata risulta verificato con un innalzamento del tirante idrico a monte rispetto allo stato attuale, ma comunque rimanendo sempre all'interno delle arginature.

Anche in questo caso, di fatto con l'intervento di progetto si eseguirà una bonifica dell'area con la rimozione dei detriti e la disostruzione dell'opera esistente migliorando la situazione attuale.

Lavori di ripristino strutturale mediante interventi sulle travi, solette, sostituzione degli appoggi e ripristino corticale dei pulvini e trasversi del viadotto Morello lungo la A19 Pa - CT 2° STRALCIO		
UP7458	<i>Relazione di compatibilità dei guadi con regime F.Morello in fase di esecuzione dei lavori</i>	

## 6 CONCLUSIONI

---

Dalle verifiche sopra effettuate, si evince che tutti i guadi provvisori non alterano il flusso attuale del Fiume Morello in relazione alla portata  $Q_{max}$  pari a 10 mc/s. In alcuni punti il tirante idrico subisce un leggero innalzamento dell'ordine dei centimetri, ma comunque risulta sempre all'interno degli argini attuali.

Per il Vallone Scaldasferro, con portata 39.8 mc/s (Tr 10 anni) si ha un innalzamento del tirante idrico a monte, lasciando comunque un franco di 30 cm sulla generatrice superiore dei 2 ARMCO DN3500. Quindi data la provvisorietà del guado risulta verificato.

Per quanto riguarda l'affluente secondario in sponda destra, e i passaggi laterali dell'attraversamento n. 01 sul Fiume Morello, le sezioni di progetto individuate sono equiparabili a quelle esistenti seppur anch'esse con leggeri aumenti del tirante idrico a monte. C'è da dire che le verifiche di questi sono state eseguite per riempimento massimo della sezione; quindi, presumibilmente per tempi di ritorno molto maggiori a quelli previsti per le opere provvisorie garantendo una ulteriore misura di sicurezza. Le opere provvisorie del 2° stralcio avranno infatti una durata di circa poco più di due anni.

Si deve considerare anche che in caso di eventi rilevanti, l'autorità Gestore della Diga di Villarosa è tenuta a dare tempestiva comunicazione nel caso di apertura degli scarichi.