

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:  
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:  
MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

IDROLOGIA E IDRAULICA

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. Orsola Brasi

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

IF28	01	E	ZZ	RI	ID0002	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	S.Saullo	21/02/2020	M. Bonfanti	21/02/2020	M. Vernaleone	21/02/2020	P. Galvanin
B	Recepimento istruttoria	S.Saullo	10/06/2020	M. Bonfanti	10/06/2020	M. Vernaleone	10/06/2020	
								10/06/2020


File: IF2801EZZRIID0002001B.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 2 di 90

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI DELLO STUDIO .....</b>	<b>6</b>
2.1	PERICOLOSITA' IDRAULICA NELL'AREA DI STUDIO .....	6
2.2	OBIETTIVI DELLO STUDIO IDRAULICO .....	9
<b>3</b>	<b>DATI DI BASE .....</b>	<b>10</b>
3.1	RILIEVI TOPOGRAFICI E MODELLI DIGITALI DEL TERRENO .....	10
3.2	OPERE ESISTENTI NELL'AREA DI STUDIO .....	10
3.3	OPERE IN PROGETTO .....	13
3.3.1	VIADOTTO VI01 .....	13
3.3.2	VIADOTTO VI02 .....	13
3.3.3	VIADOTTO VI03 .....	13
3.3.4	VIADOTTO VI04 .....	13
<b>4</b>	<b>MODELLAZIONE IDRAULICA 2D E STUDIO DELLE AREE ALLAGABILI .....</b>	<b>14</b>
4.1	MODELLO DI CALCOLO .....	14
4.1.1	SVILUPPO DEL 2D COMPUTATIONAL MESH .....	17
4.2	SCENARI SIMULATI .....	19
4.2.1	SCENARIO ANTE OPERAM .....	19
4.2.2	SCENARIO POST OPERAM .....	19
4.2.3	SCENARIO CANTIERIZZAZIONI E OPERE PROVVISORIALI .....	19
4.3	GEOMETRIA DEL MODELLO E CONDIZIONI AL CONTORNO .....	22
4.3.1	GEOMETRIA MODELLO VI01 .....	24
4.3.2	GEOMETRIA MODELLO VI02 .....	26
4.3.3	GEOMETRIA MODELLO VI03 .....	28
4.3.4	GEOMETRIA MODELLO VI04 .....	30
4.4	DEFINIZIONE DELLE SCABREZZE .....	31
<b>5</b>	<b>MODELLAZIONE IDRAULICA 2D E STUDIO DELLE AREE ALLAGABILI .....</b>	<b>33</b>
5.1	VIADOTTO VI01 .....	33
5.1.1	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI .....	33
5.1.2	SCENARIO POST OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO ANTE OPERAM .....	34
5.1.3	VERIFICA DEL FRANCO DI PROGETTO .....	35
5.1.4	OPERE PROVVISORIALI E CANTIERIZZAZIONE .....	37
5.2	VIADOTTO VI02 .....	37
5.2.1	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI .....	37
5.2.2	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO POST OPERAM .....	38

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>											
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  							<table border="1"> <tr> <td data-bbox="719 293 847 371">COMMESSA IF1N</td> <td data-bbox="847 293 959 371">LOTTO 01 E ZZ</td> <td data-bbox="959 293 1070 371">CODIFICA RG</td> <td data-bbox="1070 293 1246 371">DOCUMENTO MD0000 001</td> <td data-bbox="1246 293 1358 371">REV. A</td> <td data-bbox="1358 293 1473 371">FOGLIO 3 di 90</td> </tr> </table>					
COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 3 di 90							

5.2.3	VERIFICA DEL FRANCO .....	39
5.2.4	OPERE PROVVISORIALI .....	40
5.3	VIADOTTO VI03 .....	41
5.3.1	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI .....	41
5.3.2	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO POST OPERAM .....	43
5.3.3	VERIFICA DEL FRANCO .....	43
5.3.4	OPERE PROVVISORIALI .....	45
5.4	VIADOTTO VI04 .....	46
5.4.1	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI .....	46
5.4.2	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO POST OPERAM .....	47
5.4.3	VERIFICA DEL FRANCO .....	48
5.4.4	OPERE PROVVISORIALI E CANTIERIZZAZIONE .....	49
6	<b>SISTEMAZIONI IDRAULICHE .....</b>	<b>52</b>
6.1	VERIFICA ALLO SCALZAMENTO .....	52
6.1.1	METODO DI CALCOLO DELLO SCALZAMENTO .....	52
6.1.2	VIADOTTO VI01 .....	56
6.1.3	VIADOTTO VI02 .....	61
6.1.4	VIADOTTO VI03 .....	65
6.1.5	VIADOTTO VI04 .....	69
6.2	CONSIDERAZIONI IN MERITO IN MERITO ALLE VERIFICHE ALLO SCALZAMENTO DELLE PILE IN ALVEO .....	73
6.3	VERIFICA DELL'EROSIONE DELL'ALVEO .....	73
6.3.1	METODO DI CALCOLO DELLE TENSIONI AGENTI E RESISTENTI .....	73
6.3.2	VIADOTTO VI01 .....	78
6.3.3	VIADOTTO VI02 .....	79
6.3.4	VIADOTTO VI03 .....	80
6.3.5	VIADOTTO VI04 .....	81
7	<b>VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA VIADOTTI .....</b>	<b>84</b>
8	<b>SISTEMI DI ALLERTA METEO PER LA GESTIONE DEI CANTIERI IN ALVEO .....</b>	<b>86</b>
8.1	SISTEMA DI ALLERTA REGIONE CAMPANIA .....	86
8.2	SISTEMA DI MONITORAGGIO E ALLERTA OPERE CANTIERI IN LAVEO .....	90

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 4 di 90

## 1 PREMESSA

Gli interventi previsti all'interno del presente Progetto Definitivo si inseriscono nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma – Napoli – Bari, finalizzati a rispondere all'esigenza prioritaria di miglioramento delle connessioni interne del Mezzogiorno, con l'obiettivo di realizzare una rete di servizi ai fini di ottimizzare lo scambio commerciale, culturale e turistico tra le varie città e relative aree. Sotto il profilo funzionale e strutturale, la realizzazione dell'alta capacità Napoli – Bari, unitamente all'attivazione del sistema ferroviario dell'alta velocità Roma – Napoli, favorirà l'integrazione dell'infrastruttura ferroviaria del Sud – Est con le Diretrici di collegamento al Nord del Paese e con l'Europa, a sostegno dello sviluppo socio-economico del Mezzogiorno, riconnettendo due aree, quella campana e quella pugliese.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.



Figura 1-1. – Corografia Generale Itinerario Napoli – Foggia – Bari

La variante oggetto del presente Progetto Definitivo interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari, si colloca in territorio campano e i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Rocchetta e Melito Irpino, Flumeri; per la provincia di Benevento: Apice, S. Arcangelo Trimonte e Paduli.

Il tracciato risulta in completa variante rispetto alla linea storica e si compone di:



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>ROKSOIL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO IF1N            01 E ZZ    RG            MD0000 001    A            5 di 90

- linea principale Apice - Hirpinia, mediante la realizzazione di una nuova tratta di linea a doppio binario di circa 19 km, la cui progressivazione parte ad Hirpinia km 0+000,000 e si conclude ad Apice km 18+713,205; l'inizio intervento si prevede al km 0+310,000;
- Galleria Rocchetta (1990 m), Galleria Melito (4460m), Galleria Rocchetta (6500m);
- Viadotto VI01(605m), VI02 (180m), VI03 (400m), VI04 (680m);
- nuova fermata di Apice;
- nuova stazione di "Hirpinia", nel territorio comunale di Ariano Irpino, la cui posizione risulta baricentrica rispetto ai potenziali bacini di utenza, che verranno collegati tramite un nuovo asse viario connesso alla rete attuale.

Nel progetto, inoltre, sono individuate e risolte 6 interferenze tra il reticolo idrografico minore e le opere della linea. Come accennato

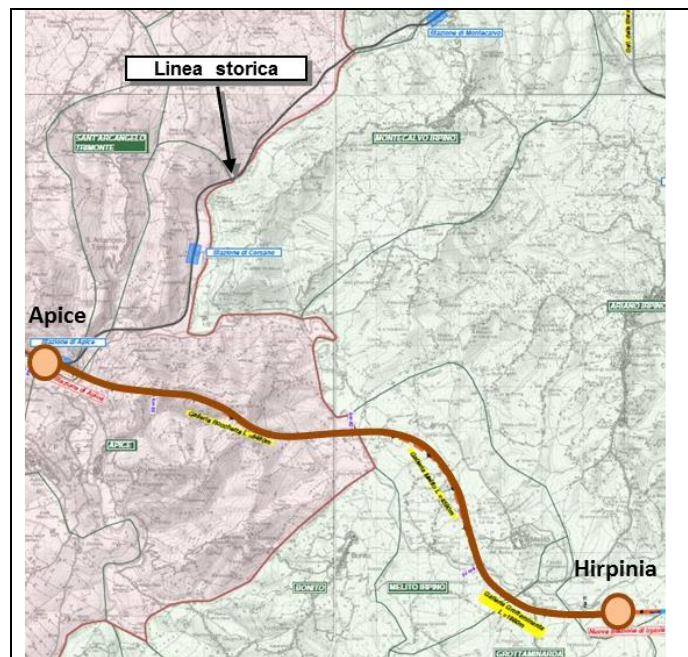


Figura 1-2. – Inquadramento dell'intervento (Tratta Apice – Hirpinia)

Nella presente relazione si espongono le analisi idrauliche sciolte ai fini della verifica della funzionalità e della sicurezza dei manufatti di presidio idraulico dei viadotti VI01, VI02, VI03 e VI04, per le quali sono stati implementati quattro modelli idraulici di tipo bidimensionale.

APPALTATORE: Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>6 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	6 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	6 di 90													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI</b>																		

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI DELLO STUDIO

### 2.1 PERICOLOSITA' IDRAULICA NELL'AREA DI STUDIO

L'Autorità di Bacino Nazionale del Liri Garigliano Volturno ha elaborato le mappe della pericolosità idraulica nell'ambito della redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) attualmente vigente con alcune integrazioni derivanti da studi disponibili su ulteriori ambiti territoriali e non ancora utilizzati per adozioni di estensioni/varianti dei Piani Stralcio vigenti.

Nello specifico, l'Autorità di Bacino, nell'ambito della redazione del PAI, ha individuato le aree inondabili per Tempo di Ritorno pari a 30, 100 e 300 anni e la delimitazione delle fasce fluviali A, B1, B2, B3, C.

La definizione delle fasce è quella riportate nelle Norme Tecniche del PAI ovvero:

- la **Fascia A** viene definita come l'alveo di piena che assicura il libero deflusso della piena corrispondente ad un periodo di ritorno pari a 100 anni;
- la **Fascia B** comprende le aree inondabili dalla piena con periodo di ritorno  $T < 100$  anni. In particolare, sono state considerate tre sottofasce:
  - la **sottofascia B1** è quella compresa tra l'alveo di piena e la linea più esterna tra la congiungente l'altezza idrica  $h=30$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=30$  anni e altezza idrica  $h=90$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni;
  - la **sottofascia B2** è quella compresa fra il limite della Fascia B1 e quello dell'altezza idrica  $h=30$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni;
  - la **sottofascia B3** è quella compresa fra il limite della Fascia B2 e quello delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni.
- la **Fascia C** è quella interessata dalla piena relativa a  $T = 300$  anni o dalla piena storica nettamente superiore alla piena di progetto.

Secondo gli indirizzi Ministeriali, ai fini del processo di equiparazione della classificazione di pericolosità idraulica per l'intero Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, l'Autorità di Bacino ha configurato il passaggio dalle mappe delle fasce fluviali e aree inondabili alle mappe di pericolosità.

L'equiparazione delle fasce fluviali, con le tre classi di pericolosità idraulica, è riportata in Tabella 1:

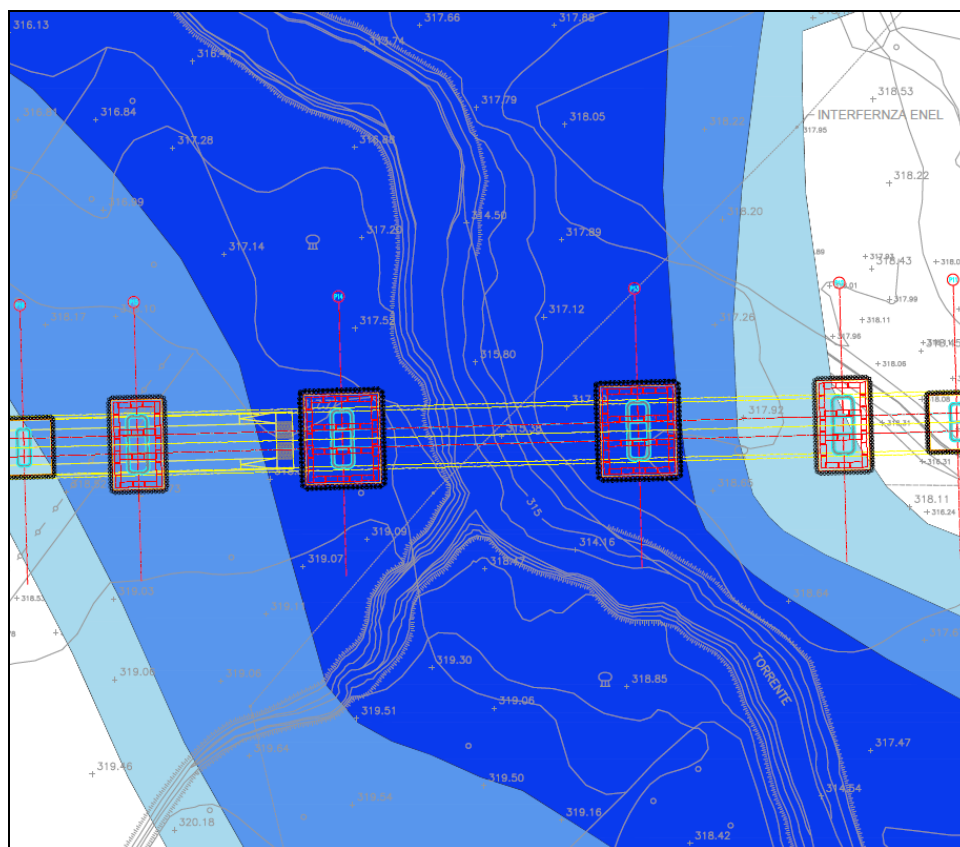
Tabella 1 – Equiparazione delle fasce fluviali alle fasce di pericolosità

Fascia	Pericolosità	Descrizione
A	P3	Pericolosità elevata
B1-B2-B3	P2	Pericolosità media
C	P1	Pericolosità bassa

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 90</b>

Nell'Elaborato "Stralcio PAI" è rappresentata la pericolosità idraulica nelle aree di intervento, come stabilita dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio idraulico dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri – Garigliano e Volturno.

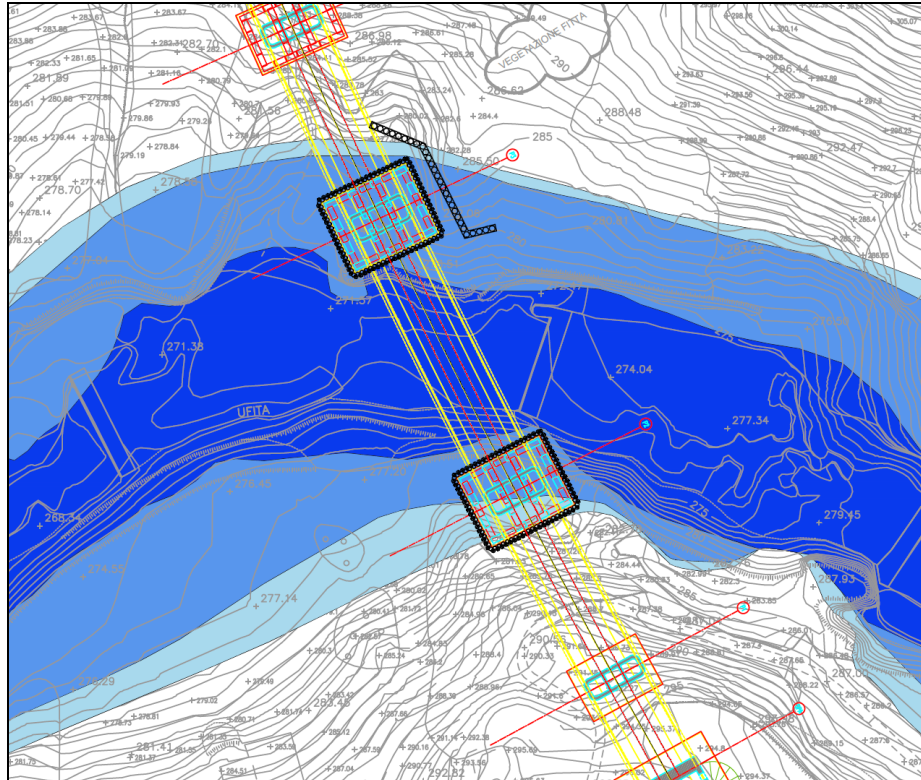
Dalla perimetrazione delle aree di pericolosità vigente risulta che i viadotti di progetto presentano pile di sostegno che ricadono all'interno di aree a pericolosità idraulica elevata P3 del PAI.



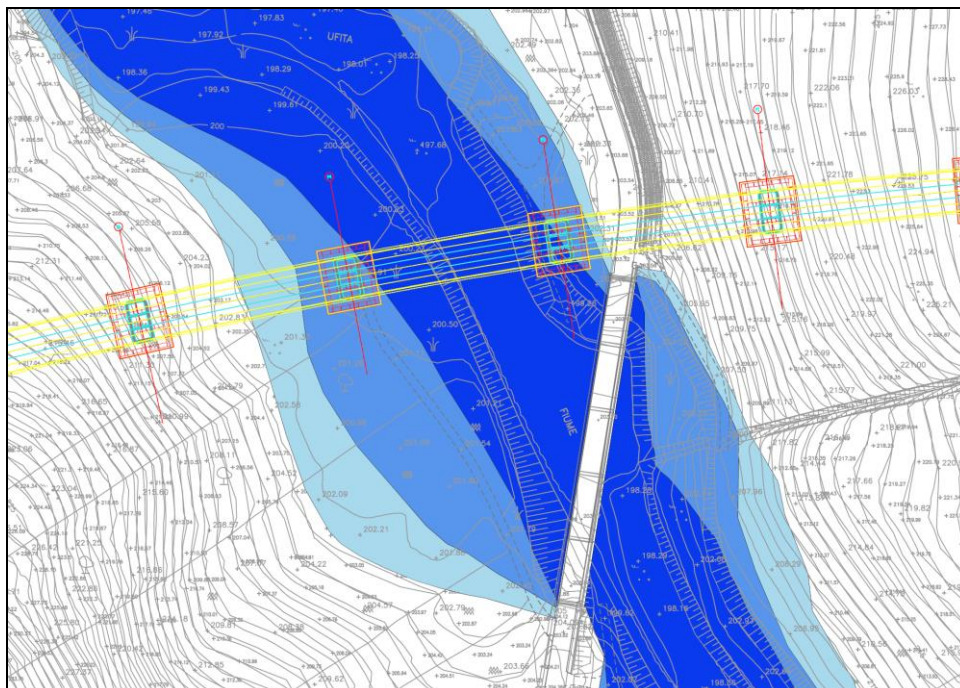
**Figura 2-1. – Stralcio PAI viadotto VI01**



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b>   	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> IF1N	<b>LOTTO</b> 01 E ZZ	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MD0000 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 8 di 90



**Figura 2-2. – Stralcio PAI viadotto VI02**



**Figura 2-3. – Stralcio PAI viadotto VI03**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>9 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	9 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	9 di 90													

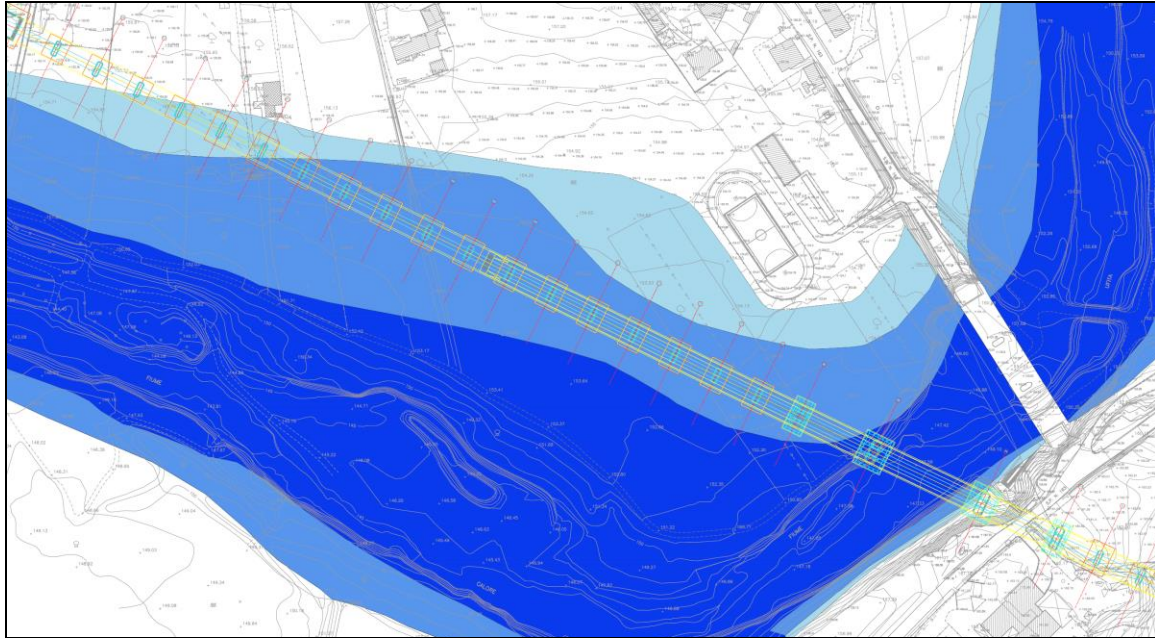


Figura 2-4. – Stralcio PAI viadotto VI04

## 2.2 OBIETTIVI DELLO STUDIO IDRAULICO

L'obiettivo dello studio è quello di verificare la compatibilità idraulica degli interventi di progetto. L'analisi della configurazione ante operam simulata mediante l'implementazione di idonei modelli matematici permette di evidenziare eventuali differenze rispetto alle perimetrazioni di pericolosità idraulica elaborato dall'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno. Il confronto tra la configurazione ante e post operam per i vari tempi di ritorno analizzati permette di individuare gli effetti della realizzazione dell'infrastruttura di progetto in termini di aree di allagamento e battenti idraulici, effettuando anche un'analisi sull'effetto di rigurgito indotto dalla presenza delle opere. Tali effetti, inevitabili nel momento in cui si realizza un'opera in aree interessate dalla corrente, sono stati ridotti al minimo adottando scelte progettuali che consentano di minimizzare gli effetti della presenza delle opere di progetto.

Gli attraversamenti di progetto devono garantire un franco di sicurezza sui livelli di piena al fine di evitare funzionamento in pressione o scavalco dell'infrastruttura stessa. Inoltre, si deve garantire la funzionalità dell'opera in caso di ostruzioni delle luci dovute alla presenza di materiale flottante.

Dal punto di vista della sicurezza e stabilità delle opere interessate dalla corrente, le fondazioni dei viadotti devono garantire il loro funzionamento anche in caso di scavo localizzato.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>10 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	10 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	10 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

### 3 DATI DI BASE

#### 3.1 RILIEVI TOPOGRAFICI E MODELLI DIGITALI DEL TERRENO

I dati topografici a disposizione per l'implementazione dei modelli idraulici sono i seguenti:

- Rilievo celerimetrico aggiornato al 2019/2020 delle aree interessate dalle infrastrutture.
- Rilievo LiDAR realizzato nell'ottobre 2011 dal Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Il rilievo celerimetrico ha permesso di aggiornare e migliorare il dettaglio del rilievo LiDAR del MATTM in corrispondenza delle aree di interferenza tra l'infrastruttura e le aree fluviali e golenali soprattutto per il fondo alveo del Fiume Ufita che solitamente presenta un deflusso minimo, deflusso che non permette di avere punti lidar in corrispondenza di tali aree.

#### 3.2 OPERE ESISTENTI NELL'AREA DI STUDIO

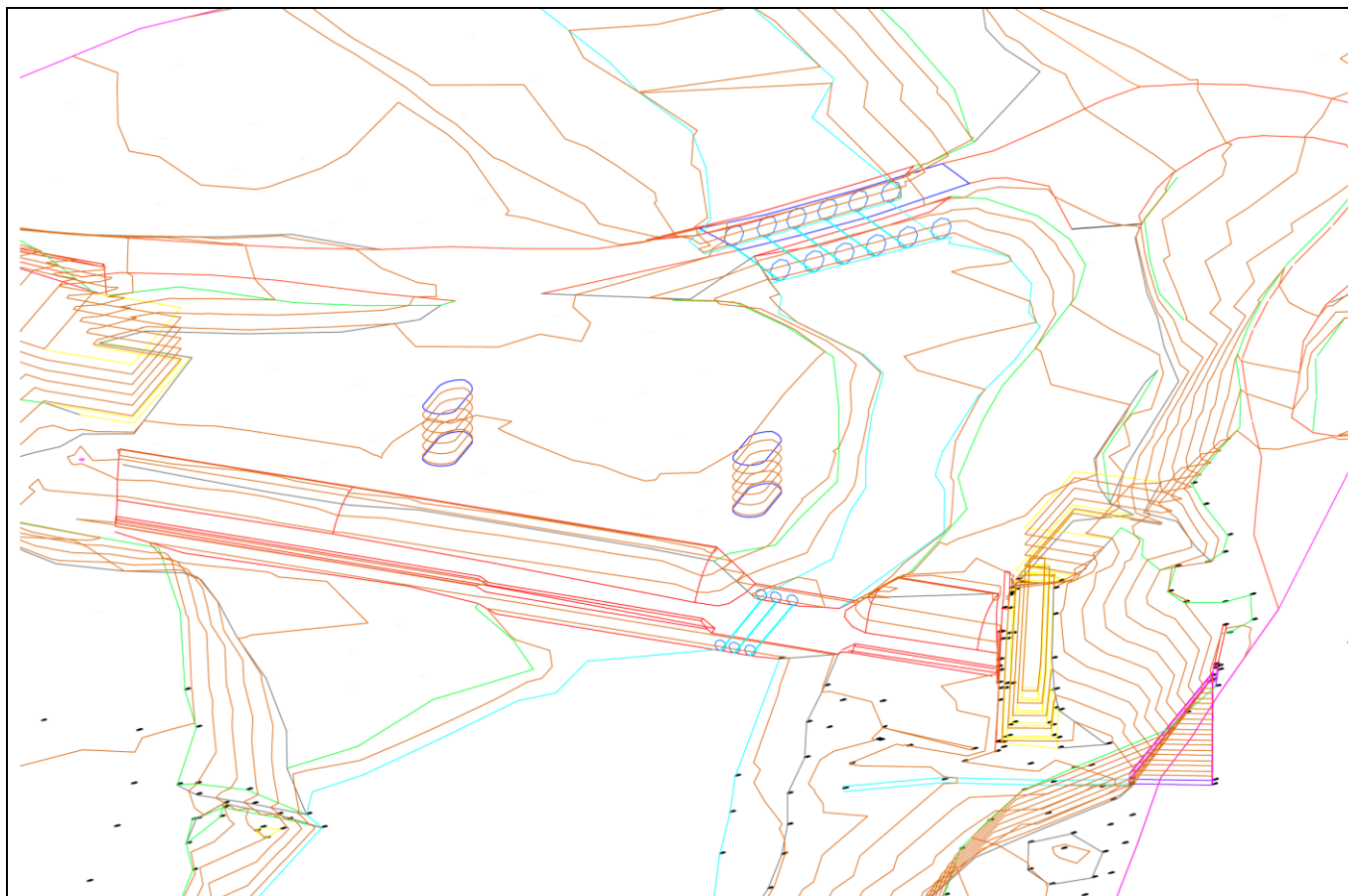
All'interno dell'area di studio del viadotto VI01 non sono presenti altre opere interferenti con il fiume Ufita e con il torrente Fiumarella.

Differente è la situazione nell'area di studio del viadotto VI04 dove è presente a monte un attraversamento stradale relativo alla strada SP163. Tale attraversamento è stato fortemente danneggiato da un evento di piena nel dicembre 2013, in seguito al quale si è verificato il crollo di una delle pile di sostegno dell'impalcato. A seguito di tale evento, è stato nominato un Commissario Delegato, che ha disposto la realizzazione di un progetto per il ripristino della funzionalità totale dell'opera, il quale prevedeva la ricostruzione di un ponte su pile in corrispondenza della posizione attuale e il ripristino di una briglia a valle, con quota di sfioro pari a 151.60 m s.l.m. Inoltre, il progetto prevedeva alcune sistemazioni delle scarpate a monte e a valle del ponte.

All'atto del presente studio le opere risultano essere ultimate e sono state oggetto quindi di apposito rilievo. Questo ha permesso di integrare le nuove opere in alveo nel modello idraulico bidimensionale del suddetto viadotto.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>11 di 90</b>



**Figura 3-1. – rilievo nuove opere realizzate in alveo**

Nello specifico le opere realizzate consistono in:

- due nuove pile del ponte della SP163 di forma affusolata e di lunghezza pari a 7m e una larghezza di 3m;
- una briglia con profilo Kreager che presenta, in corrispondenza dell'alveo inciso, 3 tubi da 1000 mm.
- Una protezione di sponda in gabbioni.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregio</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>ROKSOIL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 12 di 90

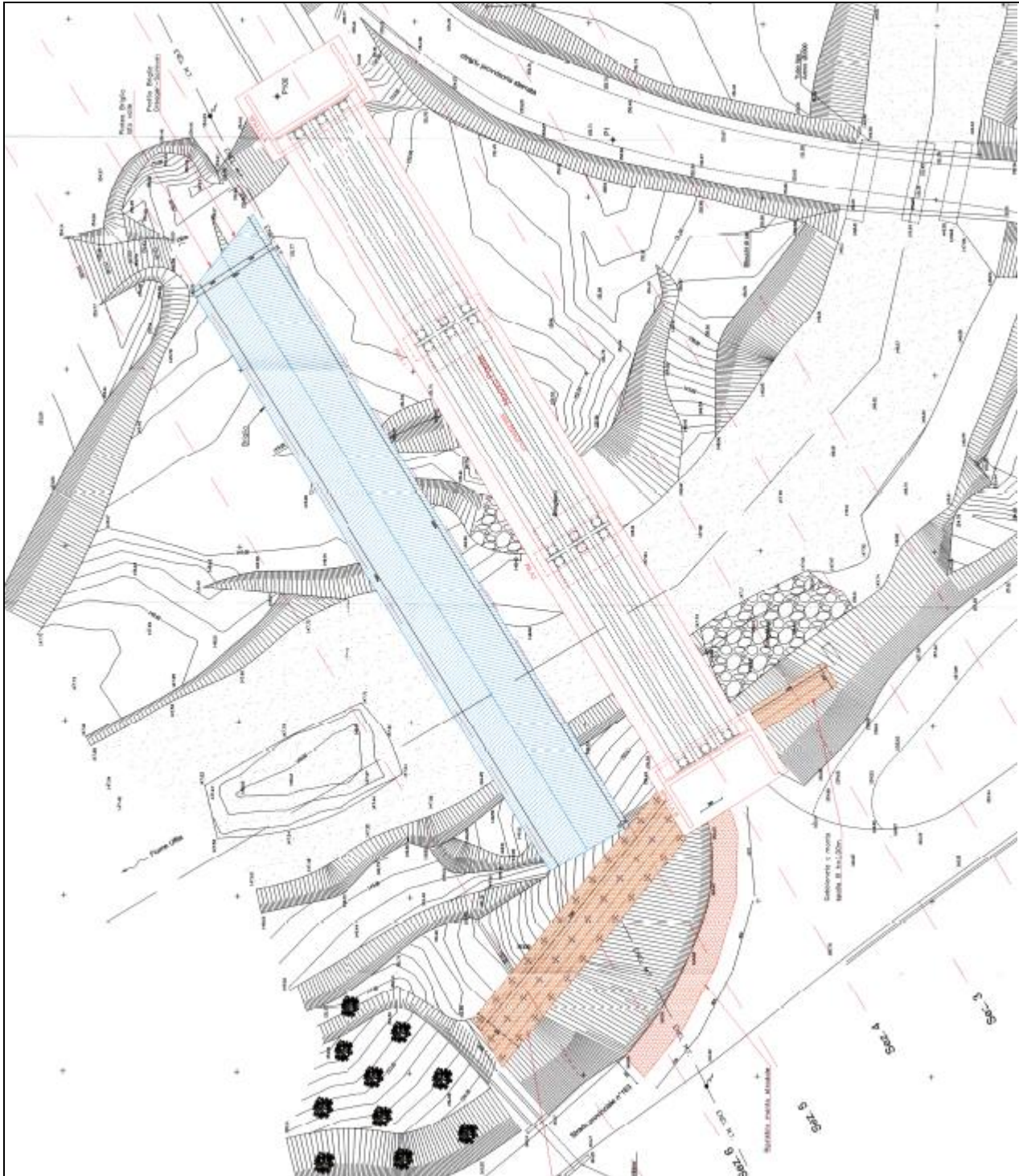


Figura 3-2. – progetto opere a monte del viadotto VI04



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>13 di 90</b>

### 3.3 OPERE IN PROGETTO

Le opere di progetto sono costituite dagli attraversamenti VI01, collocato alla progressiva 2+150.00 della linea ferroviaria Apice – Hirpinia, VI02 collocato alla progressiva 5+032.30, VI03 collocato alla progressiva 9+880.00 e VI04 alla progressiva 16+875.00.

#### 3.3.1 VIADOTTO VI01

Il viadotto VI01 è costituito da 22 pile, che permettono l'attraversamento della valle del torrente Ufita a monte della confluenza del torrente Fiumarella. Le pile in prossimità dell'alveo sono le pile P13 (destra idraulica) e P14 (sinistra idraulica), poste ad un interasse di 65 m, mentre le altre pile sono collocate ad una distanza di 25 m tra di loro, eccetto che per le pile P14-P15 e P12-P13 che hanno un interasse di 45 m.

#### 3.3.2 VIADOTTO VI02

Il viadotto VI02 è costituito da 5 pile, che permettono l'attraversamento della valle del torrente Ufita.

Le pile in prossimità dell'alveo sono le pile P3 (destra idraulica) e P2 (sinistra idraulica), poste ad un interasse di 65 m, mentre l'interasse tra le pile P4 e P5 è di 25 m e tra le coppie di pile P1-P2 e P3-P4 è di 45 m.

#### 3.3.3 VIADOTTO VI03

Il viadotto VI04 è costituito da 6 pile, che permettono l'attraversamento della valle del torrente Ufita. Le pile in prossimità dell'alveo sono le pile P4 (sinistra idraulica) e P3 (destra idraulica), poste ad un interasse di 65 m, mentre le altre pile sono collocate ad una distanza di 25 m tra di loro, eccetto che per le pile P2-P3 e le pile P4-P5 che hanno un interasse di 45 m.

#### 3.3.4 VIADOTTO VI04

Il viadotto VI04 è costituito da 24 pile, che permettono l'attraversamento della valle del torrente Ufita prima che confluisca nel fiume Calore. Le pile in prossimità dell'alveo sono le pile P4 (sinistra idraulica) e P5 (destra idraulica), poste ad un interasse di 65 m, mentre le altre pile sono collocate ad una distanza di 25 m tra di loro, eccetto che per le pile P3-P4 e le pile P5-P6 che hanno un interasse di 45 m. In prossimità del viadotto VI04 è prevista anche la realizzazione di una nuova viabilità (NV16) e del piazzale RI62 della sottostazione elettrica (SSE).

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>14 di 90</b>

## 4 MODELLAZIONE IDRAULICA 2D E STUDIO DELLE AREE ALLAGABILI

### 4.1 MODELLO DI CALCOLO

La modellazione idraulica per definire nel dettaglio le aree di inondazione per i vari tempi di ritorno, è stata condotta attraverso lo sviluppo di un modello idraulico mono-bidimensionale utilizzando il modello di calcolo HEC-RAS della U.S.Corps of Engineers.

L'analisi è stata condotta sia per lo stato ante operam che per lo stato post operam, andando ad inserire in quest'ultimo le opere in progetto e interferenti con i deflussi idrici.

Le nuove funzionalità di simulazione della propagazione dei deflussi in HEC - RAS sono state sviluppate per permettere all'utente di eseguire la modellazione solo 2D e 1D/2D combinata. L'algoritmo di modellazione del moto bidimensionale in HEC-RAS ha le seguenti caratteristiche:

1. modellazione combinata 1D e 2D: La possibilità di eseguire una modellazione combinata 1D e 2D all'interno dello stesso modello in regime di moto vario permette all'utente di lavorare su schemi fluviali più complessi, utilizzando la modellazione 1D per l'asta fluviale principale e la modellazione 2D nelle zone esterne che lo richiedono per modellare in modo fedele la propagazione dei deflussi;
2. equazioni complete di Saint Venant o di diffusione dell'onda in 2D: Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda che quelle complete di Saint Venant. Questa opzione è selezionabile dall'utente, offrendo quindi una maggiore flessibilità all'utente. In generale, le equazioni di diffusione dell'onda in 2D consentono al software di funzionare più velocemente garantendo inoltre una maggiore stabilità. Le equazioni 2D in forma completa di Saint Venant sono applicabili a una gamma più ampia di problemi, ma la grande maggioranza delle situazioni può essere modellata con sufficiente precisione con le equazioni di diffusione dell'onda 2D. Dal momento che l'utente può facilmente cambiare il set di equazioni, ognuna di esse può essere provata per un dato problema per verificare il metodo più adatto;
3. algoritmo implicito di soluzione ai volumi finiti: Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volumi finiti. L'algoritmo implicito di soluzione consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti. L'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti. Il processo di allagamento di aree secche e di completo svuotamento di aree allagate viene simulato in maniera molto robusta con l'algoritmo di soluzione ai volumi finiti in HEC-RAS. Le aree a deflusso 2D possono iniziare completamente asciutte e gestire un improvviso afflusso di acqua nella zona. Inoltre, l'algoritmo può gestire regimi di

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>15 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	15 di 90													

corrente lenti, veloci e misti (la corrente passa attraverso l'altezza critica, come per esempio in un risalto idraulico);

4. algoritmo per la soluzione accoppiata dei modelli 1D e 2D: Gli algoritmi di soluzione 1D e 2D sono strettamente accoppiati nello stesso passo temporale di calcolo con un'opzione per iterare i trasferimenti di massa 1D e 2D in un passo temporale. Questo permette una perfetta coerenza a ogni passo temporale tra i modelli 1D e 2D. Ad esempio, se un fiume è modellato in 1D, ma l'area dietro un argine è modellata in 2D, il deflusso al di sopra dell'argine o eventualmente attraverso una breccia nell'argine è valutato utilizzando come carico di monte il livello nel fiume 1D e come carico di valle il livello nell'area 2D. L'equazione dello stramazzone è utilizzata per calcolare il deflusso al di sopra dell'argine o attraverso la breccia. In ogni passo temporale l'equazione di moto utilizza i risultati 1D e 2D per calcolare il flusso consentendo il calcolo preciso della sommersione delle aperture, in ogni passo temporale considerando la variazione di livelli che si ha nei due elementi. Inoltre, il deflusso si può invertire (dall'area 2D al tronco 1D) una volta che la piena è passata e i tiranti nel fiume si riducono.
5. maglie computazionali strutturate o non strutturate: Il software è stato progettato per utilizzare maglie computazionali non strutturate, ma può anche gestire maglie strutturate. Una maglia strutturata è trattata allo stesso modo di una maglia non strutturata, con la differenza che il software sfrutta le celle che sono ortogonali tra di loro (questo semplifica alcuni dei calcoli richiesti). Ciò significa che le celle calcolate possono essere triangoli, quadrati, rettangoli, o addirittura elementi a cinque e a sei facce (il modello è limitato agli elementi con più di otto lati). La maglia può essere un misto di celle di diverse forme e dimensioni. Il contorno esterno della maglia di calcolo è definito con un poligono. Le celle di calcolo che formano il limite esterno la maglia possono avere linee multi-point molto dettagliate che rappresentano le facce esterne di ciascuna cella. La maglia di calcolo non deve essere ortogonale ma se la maglia è ortogonale la discretizzazione numerica è semplificata e più efficiente;
6. tabella dettagliata delle proprietà idrauliche per le celle di calcolo: Ogni cella e ogni faccia della cella per tutta la maglia di calcolo è pre-elaborata al fine di sviluppare dettagliate tabelle di proprietà idrauliche basate sul DTM utilizzato nel processo di modellazione,

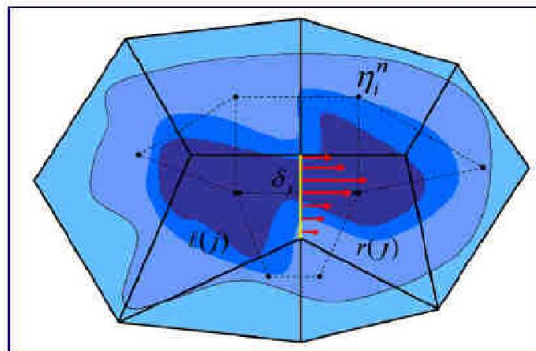


Figura 4-1. – Rete di calcolo non strutturata con i dati dettagliati del modello digitale del terreno

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>ROKSOIL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>					
COMMESSA <b>IF1N</b>	LOTTO <b>01 E ZZ</b>	CODIFICA <b>RG</b>	DOCUMENTO <b>MD0000 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>16 di 90</b>

In figura è illustrato un esempio di maglia di calcolo sovrapposta ai dati del terreno. Le celle computazionali sono rappresentate dalle linee nere spesse. I centri di calcolo delle celle sono rappresentati dai nodi neri e sono i punti in cui viene calcolata per ogni cella il livello idrico e la portata. La curva altezza/volume per ogni cella si basa sui dati del terreno sottostante (DTM). Ogni faccia della cella è una se-zione trasversale dettagliata basata anch'essa sul terreno sottostante. Questo metodo di rappresentazione delle celle permette all'acqua di spostarsi tra le celle in base ai dati del terreno sottostante. Pertanto, un piccolo canale che attraversa le celle e le cui dimensioni sono molto più piccole della dimensione delle celle viene comunque rappresentato tramite la curva altezza/volume delle celle oltre che dalle proprietà idrauliche delle facce tra le celle. Ciò significa che l'acqua scorre tra le celle più grandi ma comunque il de-flusso è condizionato dalle caratteristiche del canale. L'esempio illustrato in figura, presenta canali che sono più piccoli della dimensione media della cella utilizzata per modellare la zona. Tuttavia, il deflusso avviene attraverso i piccoli canali in funzione delle proprietà idrauliche del canale. Il deflusso rimane nei canali fino a quando la portata non è tale da causare la tracimazione delle sponde e quindi il deflusso si riversa nelle aree adiacenti.

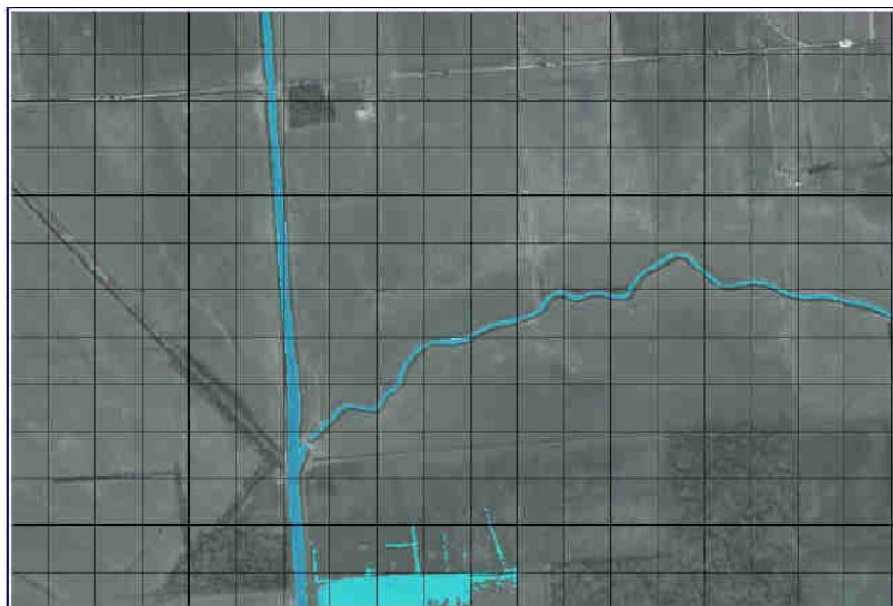


Figura 4-2. –: Esempio che mostra i vantaggi di utilizzare un approccio basato sulla variabilità del DTM all'interno della cella.

7. Dettagliata mappatura dello scenario degli allagamenti con animazioni: La perimetrazione delle aree allagabili così come le animazioni dello scenario degli allagamenti in funzione del tempo può essere fatta all'interno di HEC-RAS utilizzando le funzionalità del RAS - Mapper. La mappatura delle aree 2D allagate si basa sul DTM ciò significa che, la reale superficie bagnata, sarà basata sui dettagli della morfologia del terreno sottostante e non sulla dimensione della cella di calcolo. Le celle quindi possono anche essere parzialmente bagnate/asciutte. La mappatura rifletterà questi dettagli, piuttosto che essere limitata a mostrare una cella di calcolo come tutta bagnata o tutta asciutta;

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>17 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	17 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	17 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

8. Algoritmo di calcolo basato su sistemi Multi-Processore: Il modello di calcolo 2D è stato programmato per sfruttare i sistemi multi-processore dei nuovi computer (architettura parallela), consentendo di eseguire la modellazione 2D più velocemente rispetto ai computer a singolo processore.
9. Motori di calcolo a 64 e 32 bit: HEC-RAS è ora dotato di motori di calcolo sia a 64 bit che a 32 bit. Il software utilizzerà automaticamente i motori di calcolo a 64 bit se si installa su un sistema operativo a 64 bit. Il motore di calcolo a 64 bit funziona più velocemente rispetto ad uno a 32 bit e può gestire set di dati molto più grandi.

#### 4.1.1 SVILUPPO DEL 2D COMPUTATIONAL MESH

La modellazione 2D in HEC-RAS utilizza uno schema di soluzione ai volumi finiti. Questo algoritmo è stato sviluppato per consentire l'uso di una maglia di calcolo sia strutturata che non strutturata. Ciò significa che la maglia di calcolo può essere una miscela di celle con 3, 4, 5 e 6 lati. L'utente può comunque selezionare una risoluzione da utilizzare per scomporre il dominio di calcolo in celle utilizzando gli strumenti automatici presenti all'interno. La maglia di calcolo 2D è sviluppata in HEC- RAS effettuando le seguenti operazioni:

- tracciare il poligono di contorno dell'area 2D;
- creazione della maglia di calcolo 2D;
- modifica/rettifica della maglia di calcolo 2D;
- caricamento del DTM;
- associazione del DTM con la geometria;
- esecuzione del pre-processore geometrico 2D.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A  FOGLIO 18 di 90

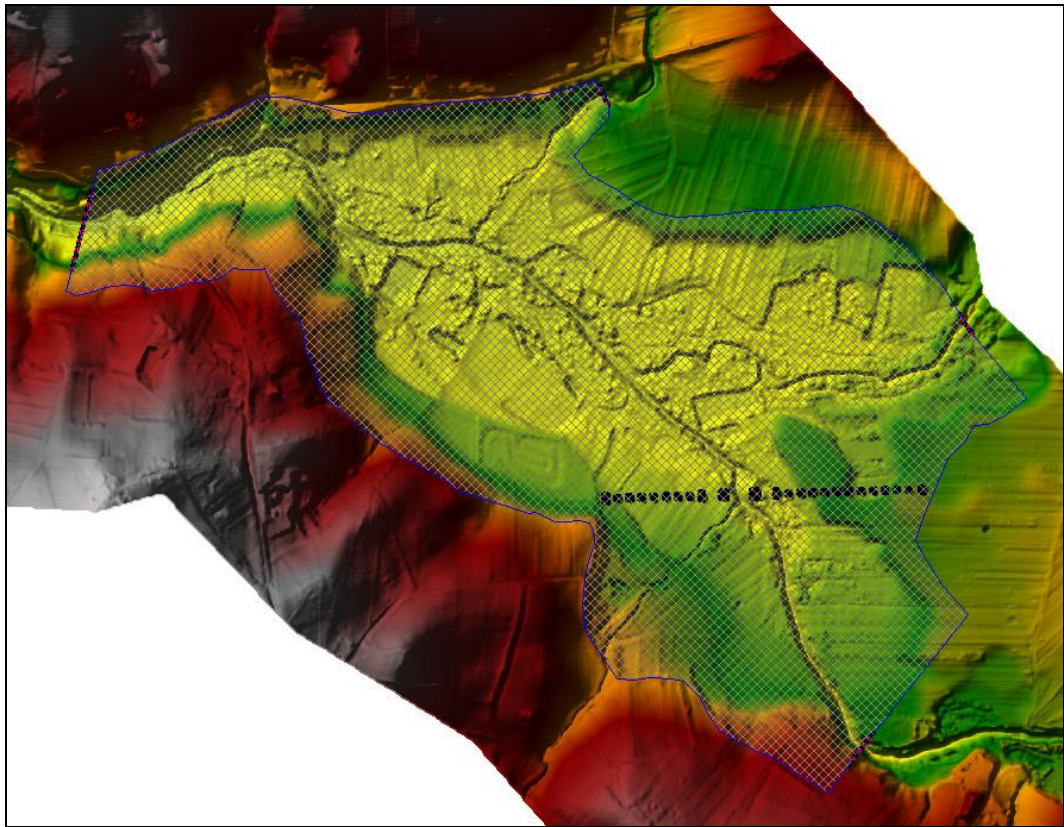


Figura 4-3. –: Tracciamento del poligono di contorno area 2D, esecuzione del pre-processore geometrico 2D e composizione griglia di calcolo

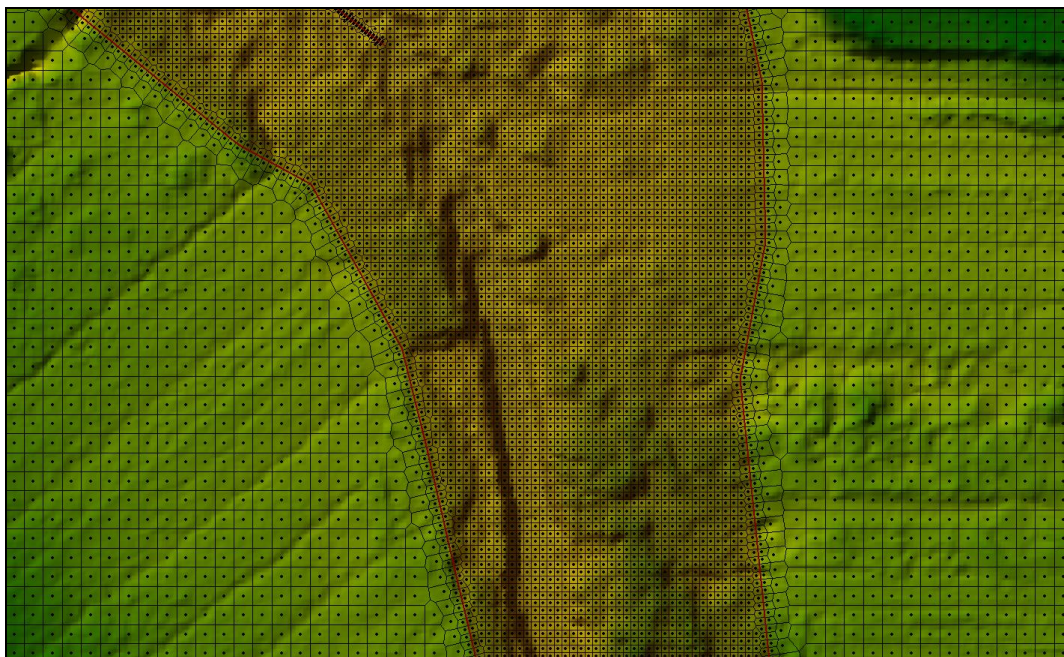


Figura 4-4. –: Dettaglio della griglia di calcolo

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 19 di 90

## 4.2 SCENARI SIMULATI

Gli scenari simulati fanno riferimento a tre configurazioni geometriche descritte nei seguenti paragrafi.

### 4.2.1 SCENARIO ANTE OPERAM

Per scenario ante operam: si intende la geometria ottenuta dal modello del terreno nello stato di fatto. Nel caso del viadotto VI04, visto il completamento delle opere in alveo, sono stati inseriti come parte integrante del modello bidimensionale. Alla configurazione geometrica ante operam sono state definite come condizioni al contorno gli ingressi degli idrogrammi di piena calcolati mediante il modello idrologico (IF2801EZZRIID0001000A) e per gli eventi di piena per TR 30, 100, 200 e 300 anni. La scelta dei tempi di ritorno è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di progettazione RFI/ITALFERR (300 anni), dalle disposizioni dell’Autorità di Bacino (100 anni) e dalle Norme Tecniche delle Costruzioni (200 anni).

### 4.2.2 SCENARIO POST OPERAM

Per scenario post operam: si intende la geometria ottenuta dall’inserimento di opere in progetto. A tale scopo, sono stati inseriti nella mesh di calcolo le pile dei viadotti ed eventuali rilevati stradali e ferroviari in prossimità delle aree golenali. Alla configurazione geometrica ante post operam sono state definite come condizioni al contorno gli ingressi degli idrogrammi di piena calcolati mediante il modello idrologico (IF2801EZZRIID0001000A) e per gli eventi di piena per TR 30, 100, 200 e 300 anni. La scelta dei tempi di ritorno è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di progettazione RFI/ITALFERR (300 anni), dalle disposizioni dell’Autorità di Bacino (100 anni) e dalle Norme Tecniche delle Costruzioni (200 anni).

### 4.2.3 SCENARIO CANTIERIZZAZIONI E OPERE PROVVISORIALI

Per scenario cantierizzazioni e opere provvisionali in corrispondenza dell’infrastruttura di progetto, si intende la geometria ottenuta dall’inserimento nella mesh di calcolo degli elementi che tengono conto dell’ingombro delle opere provvisionali per la realizzazione delle fondazioni a sostegno delle pile dei viadotti e le opere realizzate per il varo delle pile e degli impalcati dei viadotti.

Per il VI01 è stato previsto, oltre alle opere provvisionali di contenimento degli scavi di fondazione e rilevati arginali per la difesa della viabilità di cantiere, anche un ponte Bailey per consentire l’attraversamento con i mezzi di cantiere del fiume Ufita.

Per i Viadotti VI02 e VI03 sono state inserite solo le opere provvisionale per il contenimento degli scavi di fondazioni in quanto non presentano aree di cantierizzazioni in area golenale.

Per il Viadotto VI04 all’interno della geometria è stato inserito un guado costituito da 6 utbi da 3500 mm per consentire l’attraverso del fiume Ufita da parte dei mezzi di cantiere. Subito a monte del VI04 verrà ubicato l’area di

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>20 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	20 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

cantiere della galleria di Rocchetta. Allo scopo di garantire le attività di cantiere in tale area, è stata prevista una duna per la difesa di un'eventuale piena dell'Ufita.

La presenza di un cantiere in alveo è strettamente connessa alla possibilità che durante l'esecuzione dei lavori si verifichi una piena con un colmo di portata superiore alla capacità di deflusso della sezione adottata, ciò comporterebbe un allagamento del cantiere.

In relazione al tempo di ritorno della piena di progetto il criterio da utilizzare è che la probabilità che tale piena venga raggiunta o superata nel periodo di realizzazione dell'opera non sia superiore alla probabilità che tale portata venga raggiunta o superata durante l'intera vita utile dell'opera.

Tale definizione richiama il concetto di "rischio idraulico". Il rischio idraulico, all'interno dell'orizzonte temporale stabilito, è espresso come segue:

$$R_i = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^N$$

In cui

- $R_i$  = rischio idraulico;
- $T_R$  = tempo di ritorno in anni;
- $N$  = orizzonte temporale di riferimento in anni.

Con riferimento alle NTC 2008, per l'opera è stata imposta una vita utile paria a 100 anni. Le prescrizioni ITALFERR, prevedono che la verifica idraulica sia condotta per un tempo di ritorno pari a 300 anni ovvero con un rischio  $R_i = 0.284$ . Imponendo per le opere provvisorie lo stesso rischio definito per l'opera, è possibile determinare il tempo di ritorno per la fase transitoria del cantiere in funzione del periodo di permanenza di quest'ultimo secondo la seguente formula:

$$T_{pr} = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^{\frac{N}{C}}}$$

Nella quale

- $C$  = durata di costruzione in anni;
- $N$  = durata dell'opera;
- $T_R$  = tempo di ritorno di progetto

Di seguito si riportano i valori ottenuti per i quattro viadotti



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>21 di 90</b>

Tabella 2 tempi di ritorno cantierizzazioni

VIADOTTO VI02-VI03-VI04 (guado)					
<b>T (ITF)</b>	300	<b>T(NTC08)</b>	200	<b>T(AdB)</b>	100
<b>c</b>	1	<b>c</b>	1	<b>c</b>	1
<b>N</b>	100	<b>N</b>	100	<b>N</b>	100
<b>T<sub>oc</sub></b>	4	<b>T<sub>oc</sub></b>	3	<b>T<sub>oc</sub></b>	2
<b>R</b>	0.28	<b>R</b>	0.39	<b>R</b>	0.63

VI01 (ponte Bailay)					
<b>T (ITF)</b>	300	<b>T(NTC08)</b>	200	<b>T(AdB)</b>	100
<b>c</b>	5	<b>c</b>	5	<b>c</b>	5
<b>N</b>	100	<b>N</b>	100	<b>N</b>	100
<b>T<sub>oc</sub></b>	15	<b>T<sub>oc</sub></b>	10	<b>T<sub>oc</sub></b>	5
<b>R</b>	0.28	<b>R</b>	0.39	<b>R</b>	0.63

LEGENDA	
<b>T</b>	<i>tempo di ritorno per verifiche idrauliche ponti</i>
<b>c</b>	<i>durata cantiere</i>
<b>N</b>	<i>vita nominale opera</i>
<b>T<sub>oc</sub></b>	<i>tempo di ritorno opere cantierizzazione</i>
<b>R</b>	<i>rischio associato al T</i>

Avendo cantieri di durata minima di 6 mesi si è scelto cautelativamente, di adottare, per le opere provvisionali e per le cantierizzazioni di permanenza massima di 1 anno non 4 anni come evidenziato in tabella ma 5 anni. Per i cantieri più importanti con permanenze superiore a 1 anno si è adottato un tempo di ritorno pari a 15 anni.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>22 di 90</b>

### 4.3 GEOMETRIA DEL MODELLO E CONDIZIONI AL CONTORNO

La costruzione di ogni geometria prevede la creazione dell'elemento Terrain a partire dal dtm. Tale elemento consente, durante la risoluzione delle equazioni di De Saint Venant, di acquisire le informazioni di quota e la direzione di deflusso. Il passo successivo è la costruzione della mesh di calcolo e dei computation con una dimensione di cella definita dall'utente. Nel caso in esame si è adottata una cella di 1 m. Sulla base della conformazione del terrain e degli elementi presenti si può infittire la mesh di calcolo in zone che richiedono una maggiore precisione di calcolo tramite elementi lineare (breackline) o poligonali (refnment region). Per entrambe si può definire la risoluzione della cella in corrispondenza dell'elemento e fino ad una certa distanza di offset. Nel caso dei quattro viadotti si è infittito il fondo alveo, le arginature e le zone in corrispondenza di eventuali strutture interferenti. Nel caso delle pile in alveo si è infittita la mesh mediante una refnment region con un'estensione pari alla base della fondazione e con una risoluzione di 0.5 m.

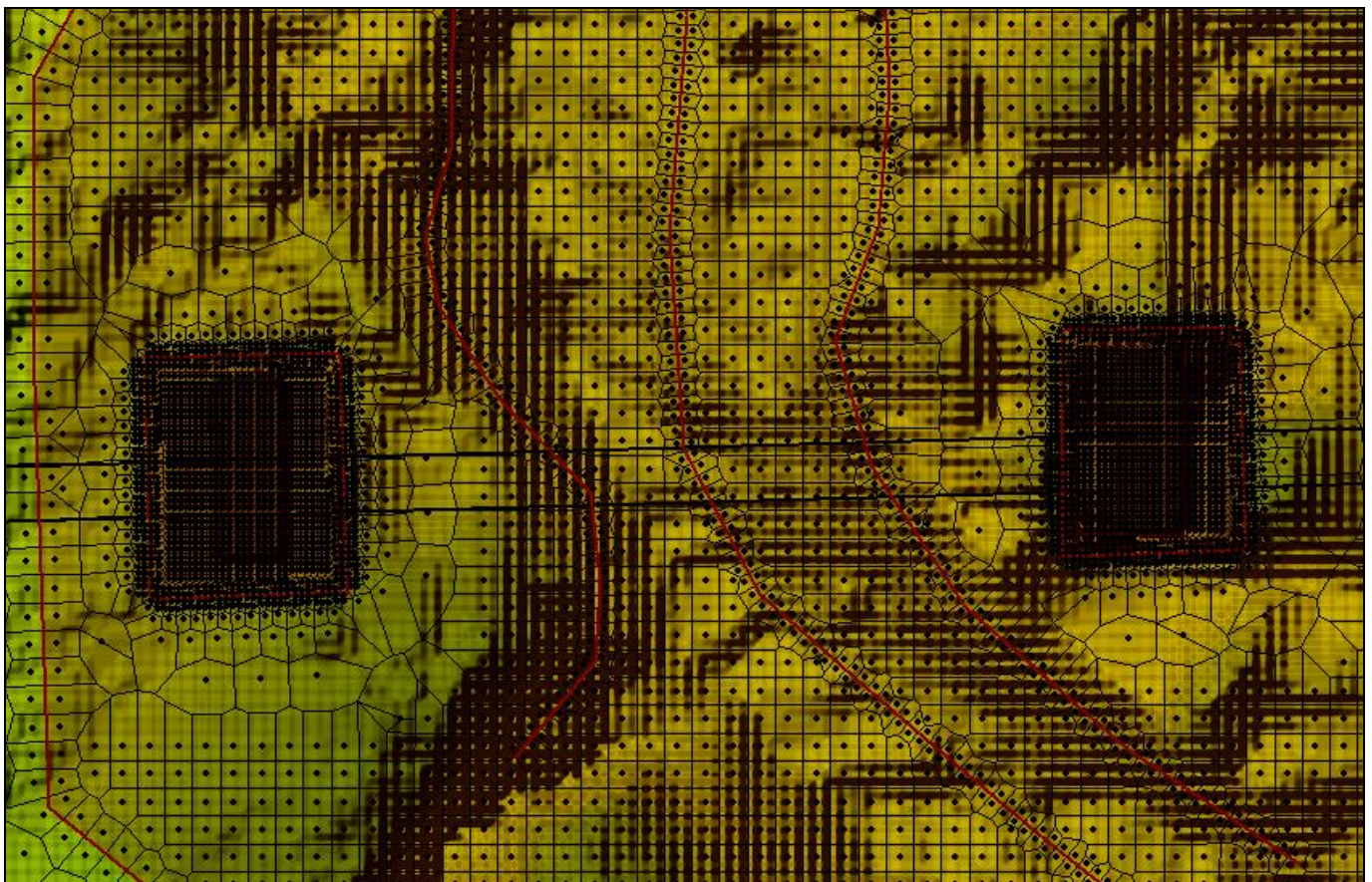


Figura 4-5. –: esempio di infittimento della mesh in corrispondenza delle pile e fondo alveo

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>23 di 90</b>

Le strutture, come i ponti e attraversamenti esistenti, sono stati inseriti tramite l'elemento SA/2D connection che consente di definire al suo interno una inline structure. Nel caso dei viadotti VI01 è stato utilizzato per inserire il ponte provvisorio di tipo Bailay mentre nel VI04 è stato utilizzato per inserire gli attraversamenti in alveo in corrispondenza del viadotto.

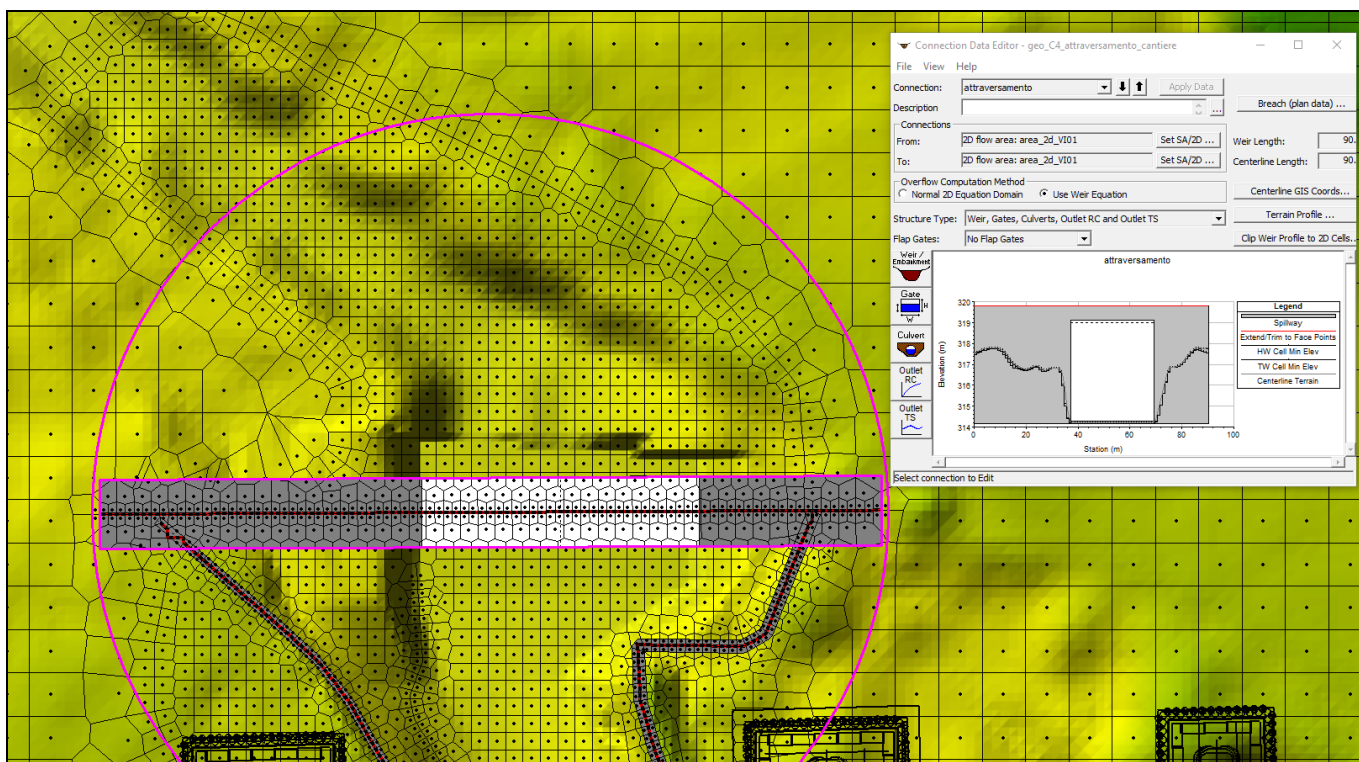


Figura 4-6. –: inserimento nella maglia di calcolo ponte Bailey

Le condizioni al contorno sono state definite tramite l'elemento Boundary Condition (BC) ovvero una breackline al contorno che consente di inserire un idrogramma di piena.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>24 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	24 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	24 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

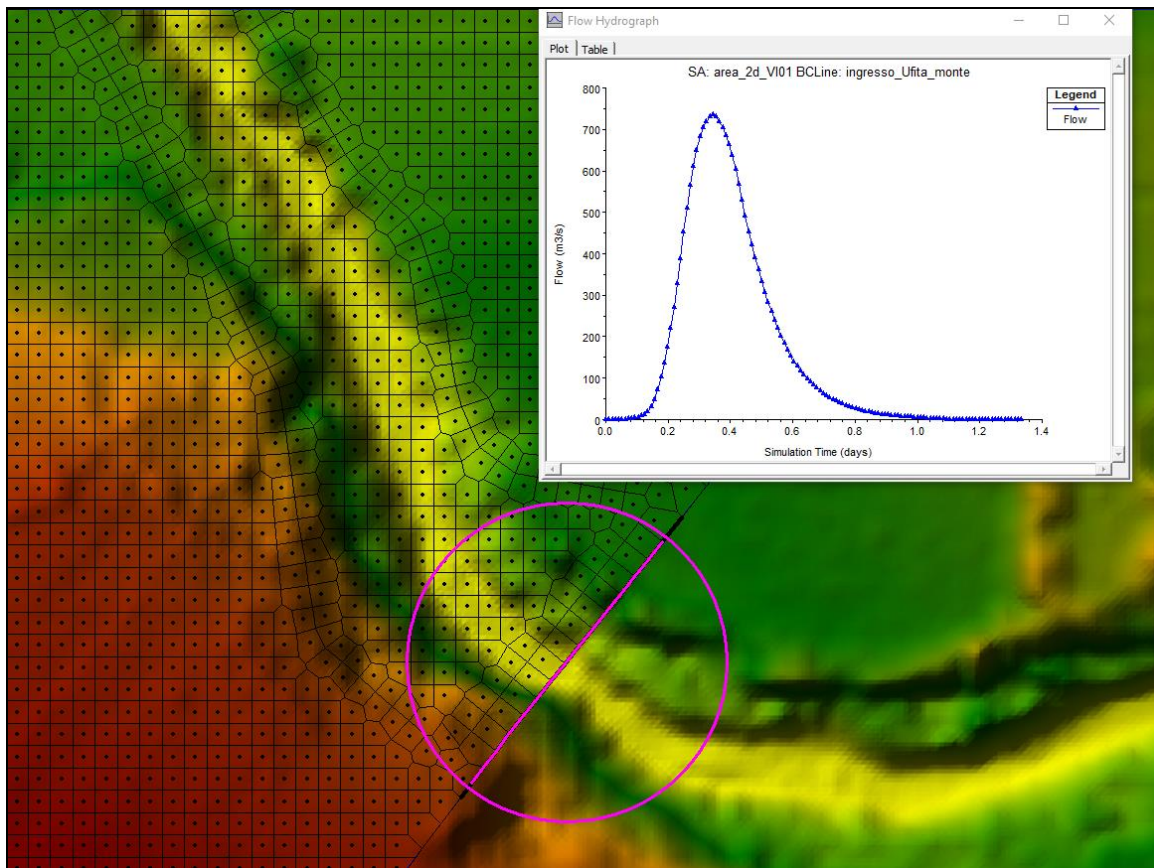


Figura 4-7. –: esempio di condizione al contorno

#### 4.3.1 GEOMETRIA MODELLO VI01

L'estensione complessiva dell'area di studio del modello bidimensionale del viadotto VI01 è di 139.35 kmq per un numero totale di celle pari a 59147. Il modello prevede l'inserimento di tre condizioni al contorno ovvero l'ingresso dell'idrogramma del fiume Fiumarella del fiume Ufita e di un fosso in destra dell'Ufita.

Per gli idrogrammi in ingresso si rimanda alla relazione idrologica (IF2801EZZRIID0001000A).



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 25 di 90

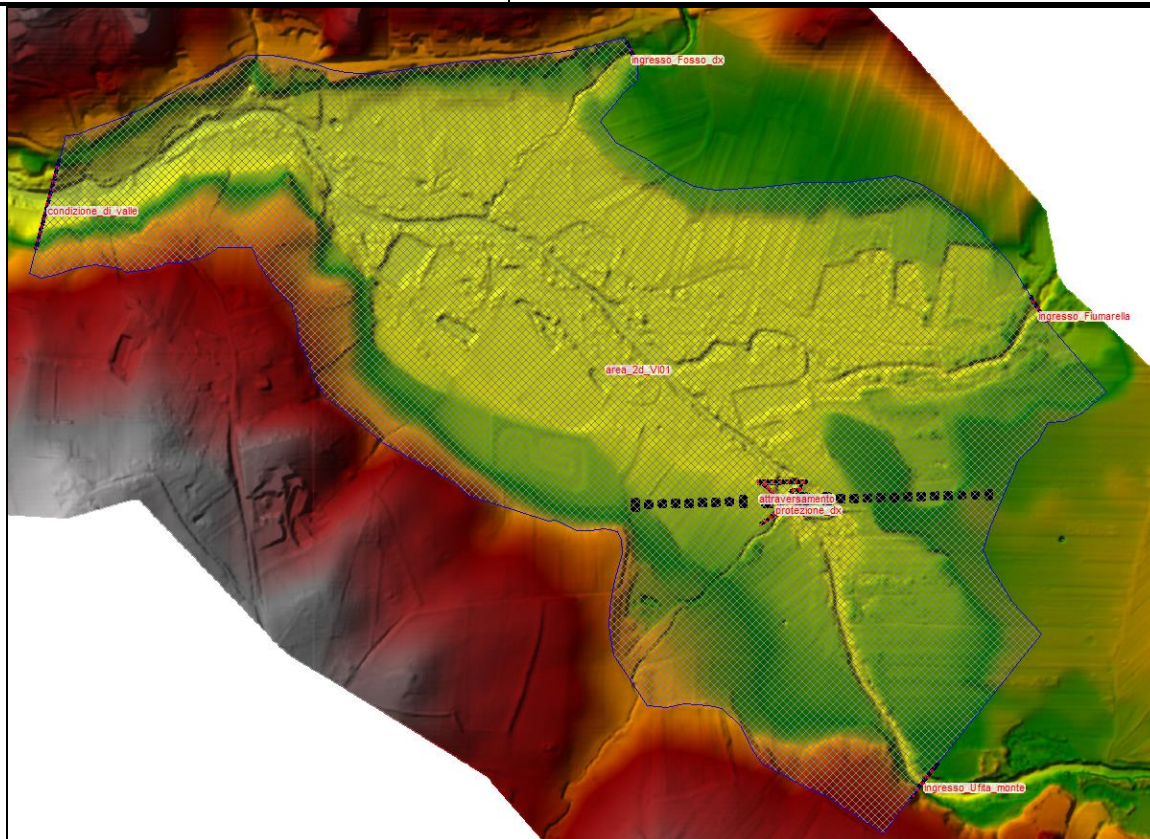


Figura 4-8. –: maglia di calcolo VI01 e condizioni al contorno

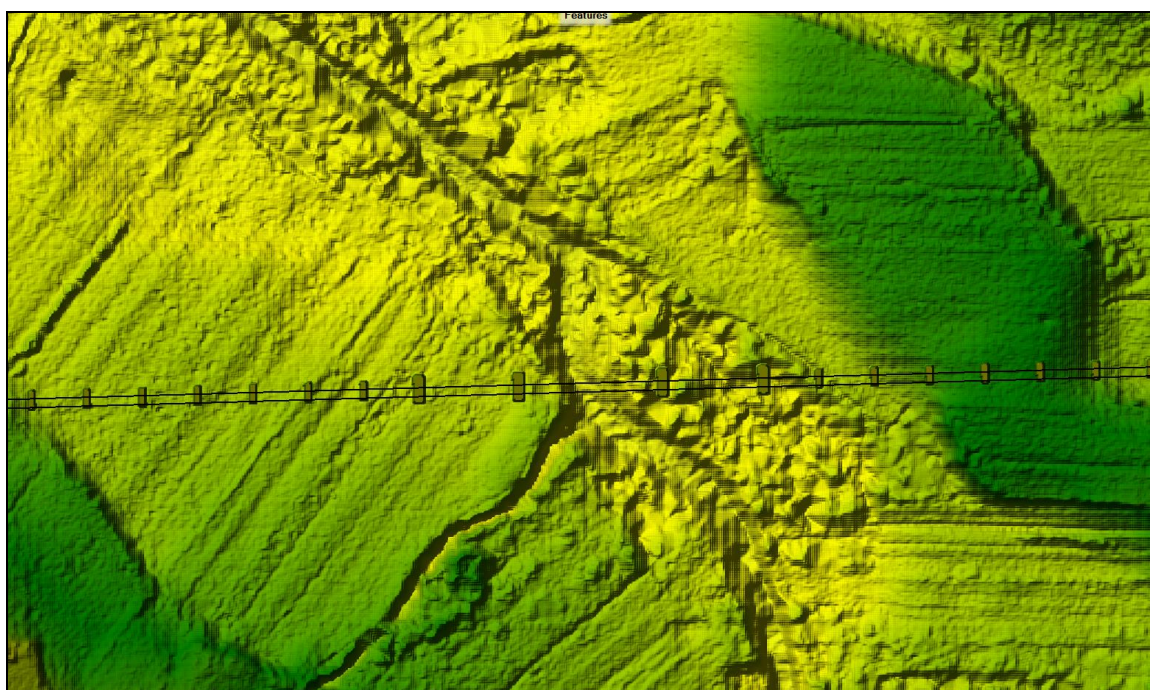


Figura 4-9. –: inserimento delle pile nel Terrain di progetto



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>26 di 90</b>

### 4.3.2 GEOMETRIA MODELLO VI02

L'estensione complessiva dell'area di studio del modello bidimensionale del viadotto VI02 è di 0.747 kmq per un numero totale di celle pari a 49678. Il modello prevede l'inserimento di una condizione al contorno ovvero l'ingresso dell'idrogramma del fiume Ufita chiuso in corrispondenza del viadotto VI02.

Per gli idrogrammi in ingresso si rimanda alla relazione idrologica (IF2801EZZRIID0001000A).

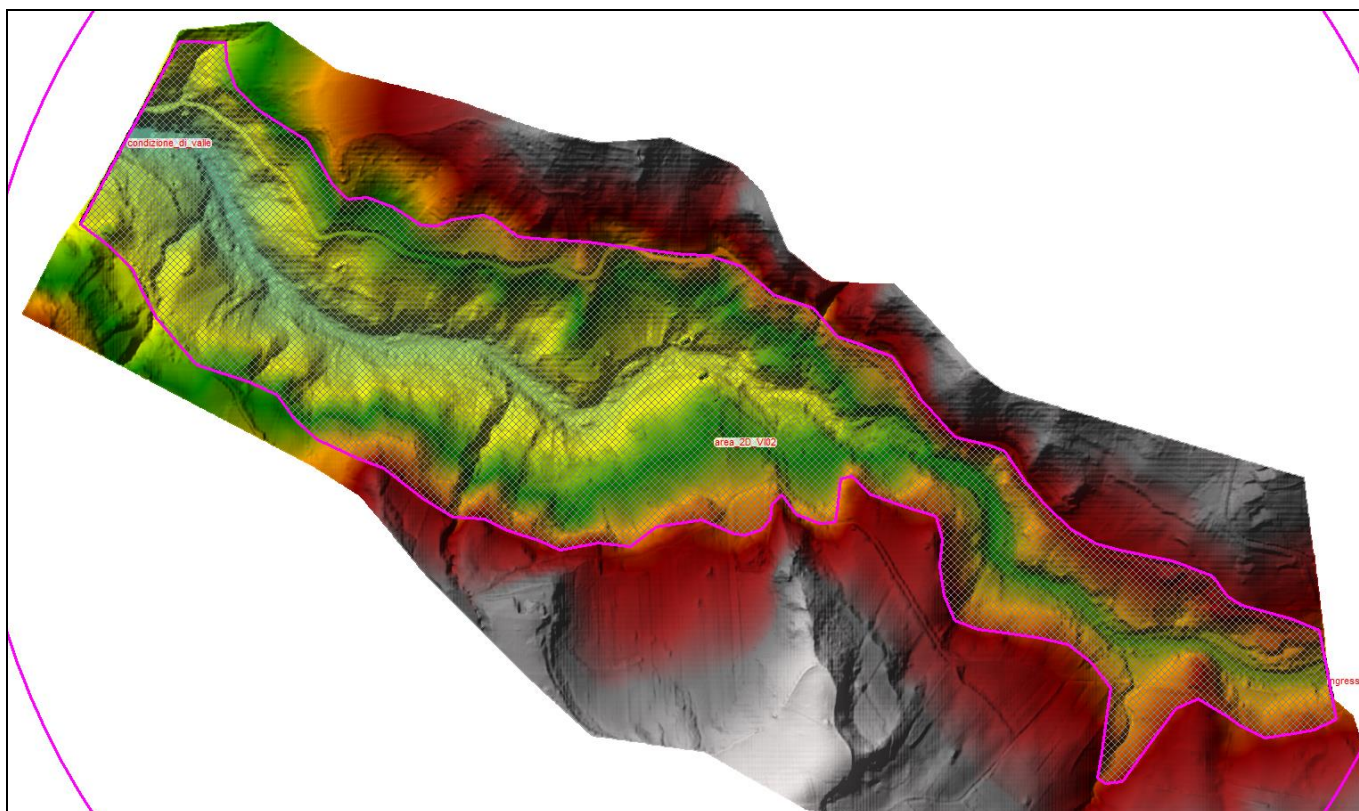


Figura 4-10. –: maglia di calcolo VI02 e condizioni al contorno



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>27 di 90</b>

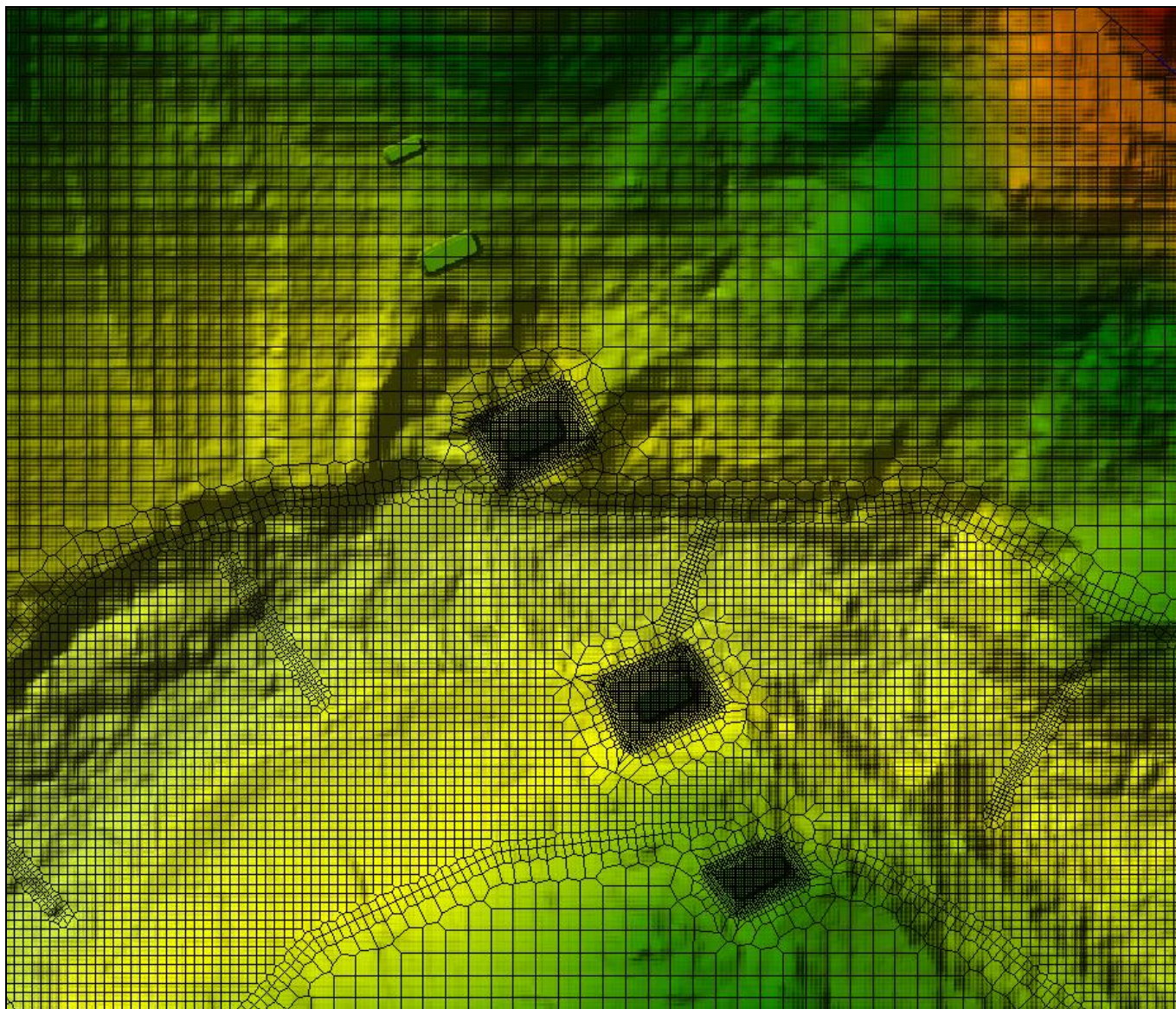


Figura 4-11. -: inserimento delle pile nel Terrain di progetto



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 28 di 90

### 4.3.3 GEOMETRIA MODELLO VI03

L'estensione complessiva dell'area di studio del modello bidimensionale del viadotto VI03 è di 0.162 kmq per un numero totale di celle pari a 90927. Il modello prevede l'inserimento di una condizione al contorno ovvero l'ingresso dell'idrogramma del fiume Ufita chiuso in corrispondenza del viadotto VI03.

È stato inserito inoltre il ponte esistente della strada locale che attraversa l'Ufita e si presenta subito a monte del futuro viadotto VI03

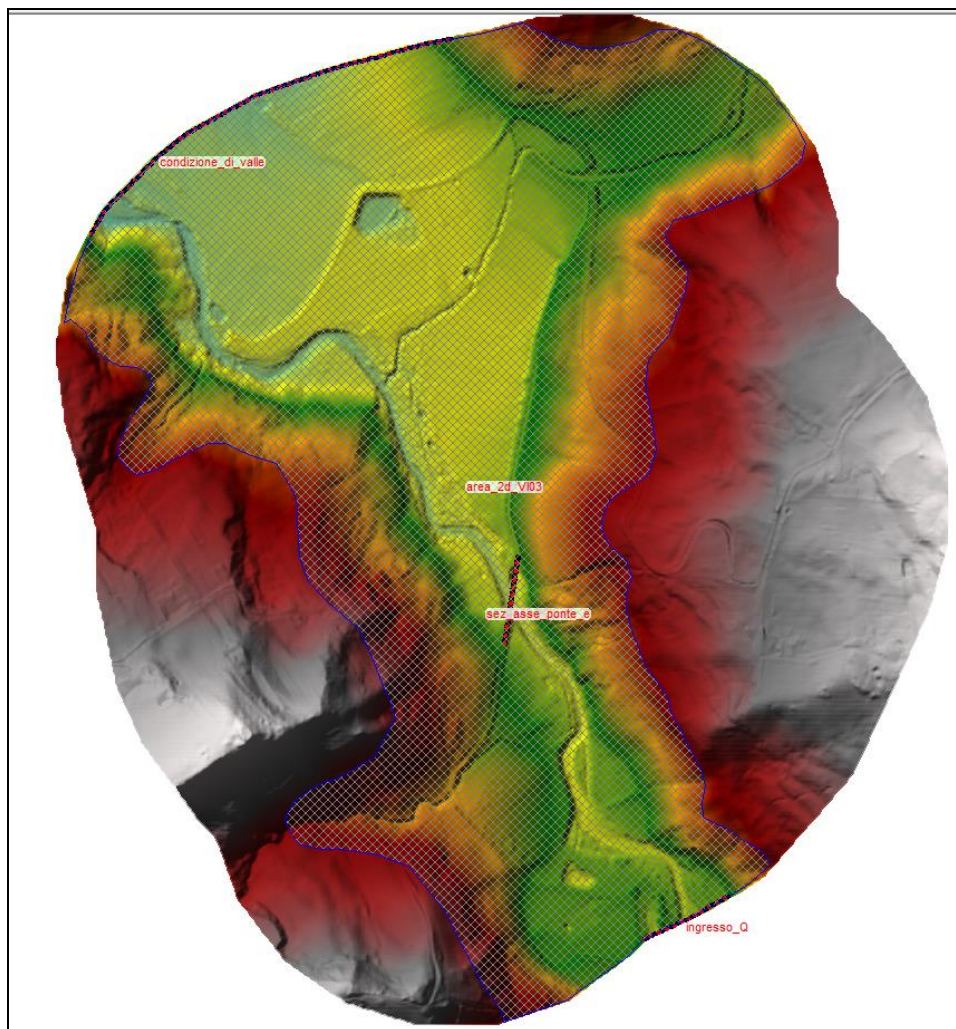


Figura 4-12. –: maglia di calcolo VI03 e condizioni al contorno



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>29 di 90</b>

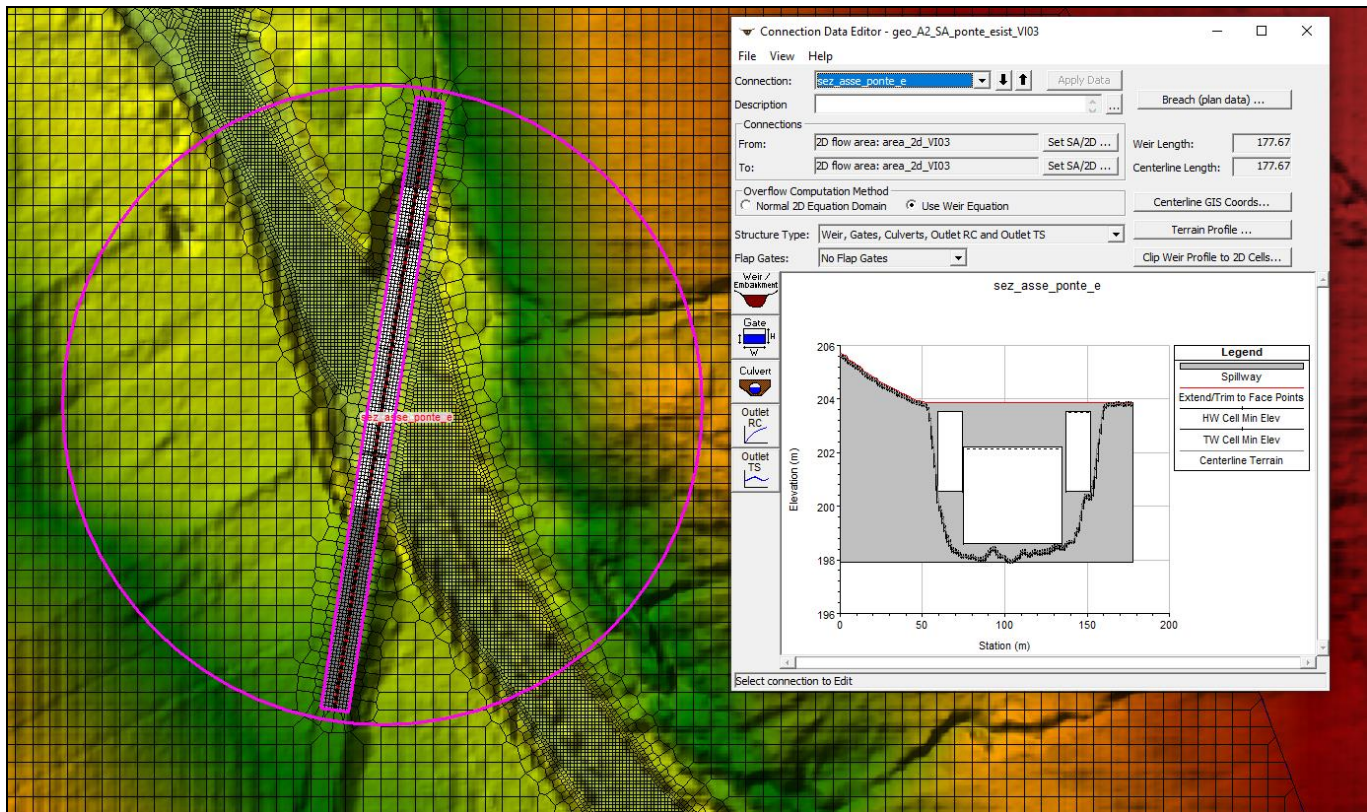


Figura 4-13. –: inserimento ponte esistente

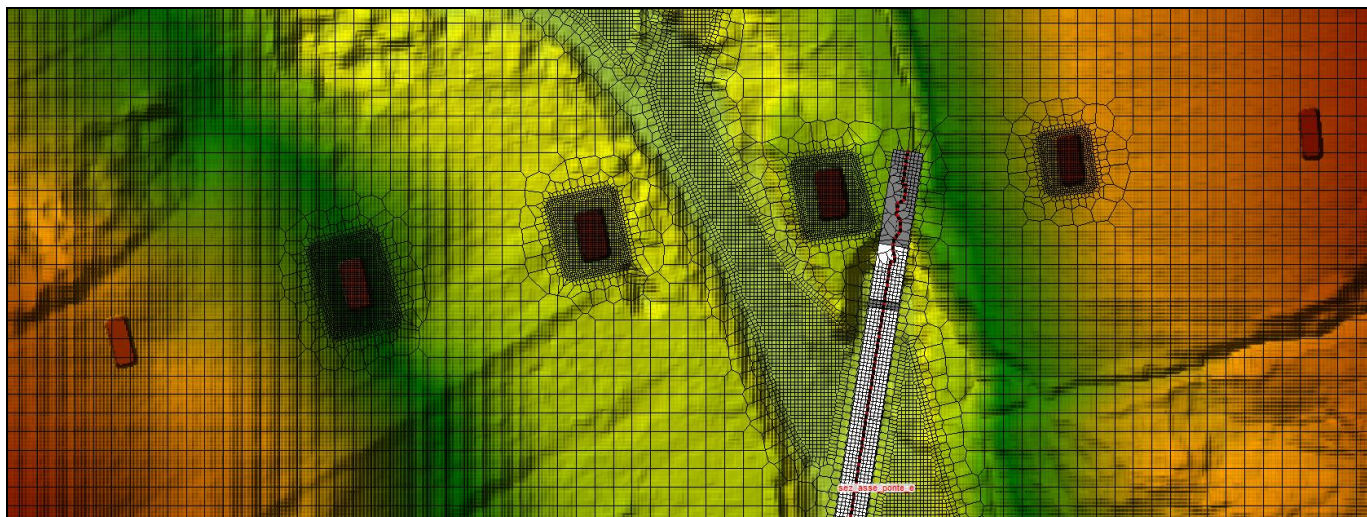


Figura 4-14. –: inserimento pile VI03



APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 30 di 90

#### 4.3.4 GEOMETRIA MODELLO VI04

L'estensione complessiva dell'area di studio del modello bidimensionale del viadotto VI04 è di 9.99 kmq per un numero totale di celle pari a 622404. Il modello prevede l'inserimento di due condizioni al contorno ovvero l'ingresso dell'idrogramma del fiume Ufita chiuso in corrispondenza del viadotto VI04 e l'ingresso del fiume Calore chiuso in corrispondenza della confluenza con l'Ufita.

Sono state inserite le nuove pile del rifacimento del ponte della SP163 la briglia e i guadi.

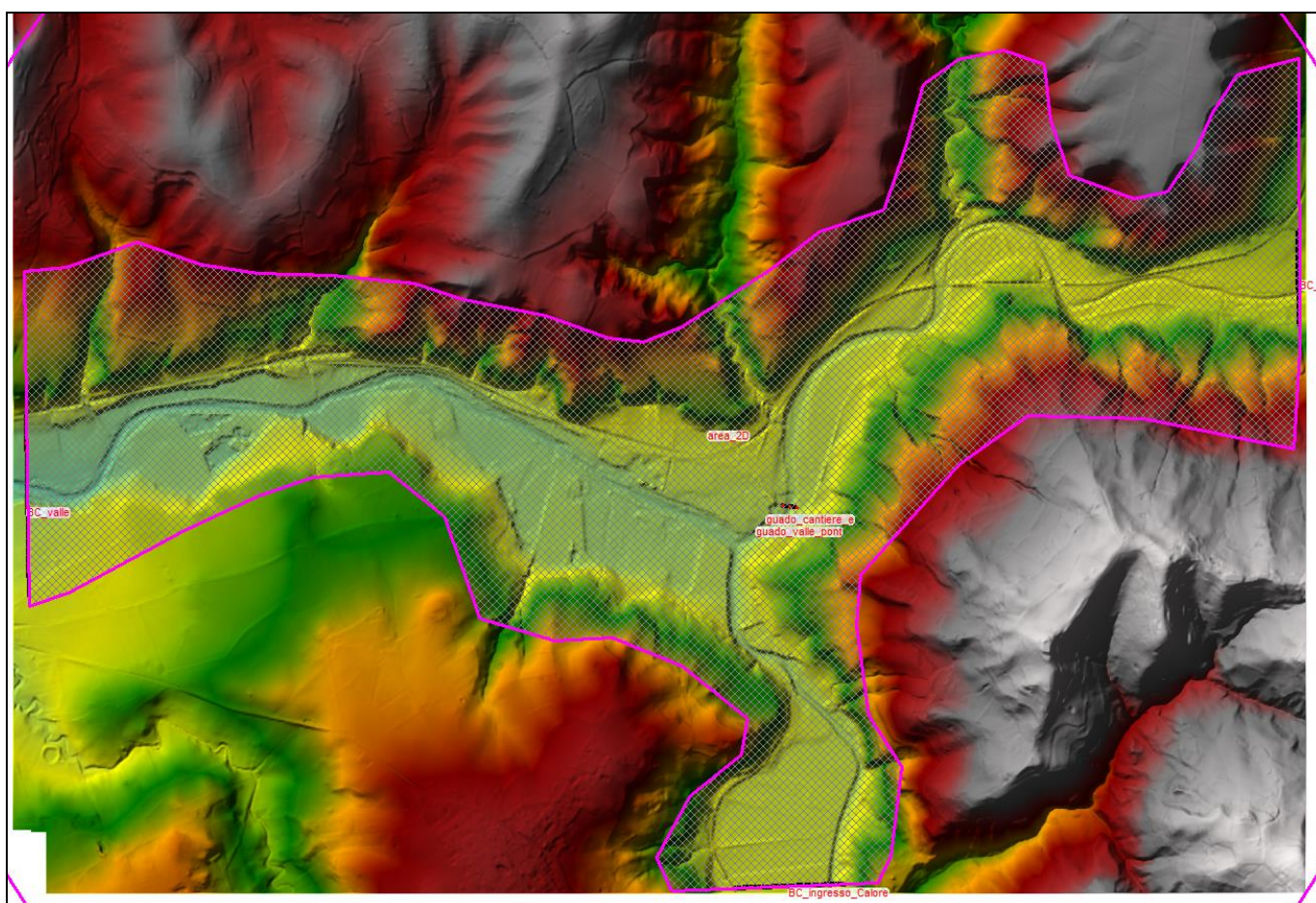


Figura 4-15. –: maglia di calcolo VI04 e condizioni al contorno

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>31 di 90</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>						

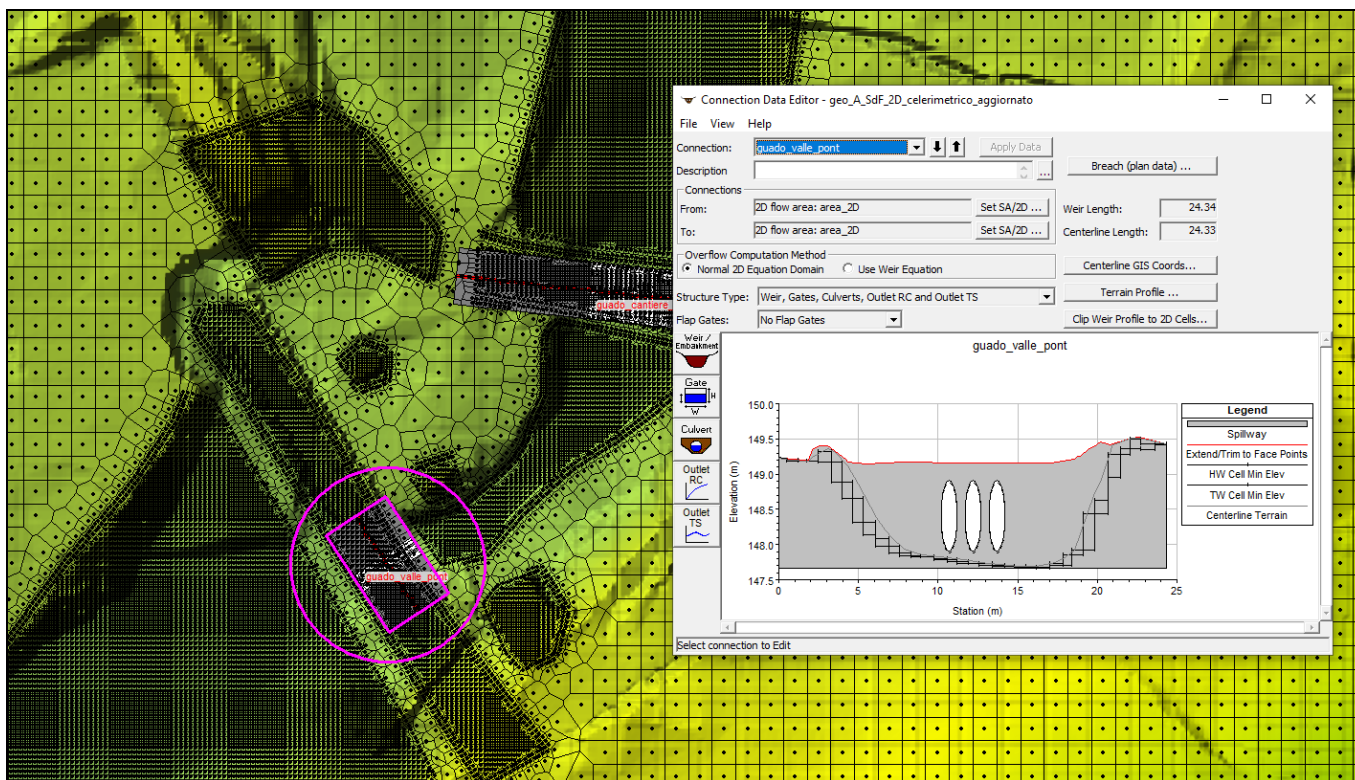


Figura 4-16. --: inserimento nuovo guado

#### 4.4 DEFINIZIONE DELLE SCABREZZE

I valori di scabrezza sono stati attribuiti all'alveo e all'area golenale esterna all'alveo. Per l'alveo è stato considerato un coefficiente di scabrezza di Manning,  $n$ , pari a  $0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

Tabella 3 – Valori dei coefficienti di scabrezza tipici per corsi d'acqua in pianura [V.T. Chow].

Descrizione	Manning $n$ [ $\text{m}^{-1/3}\text{s}$ ]
alvei con fondo compatto, senza irregolarità	0.022÷0.028
alvei regolari con vegetazione erbacea	0.028÷0.033
alvei con ciottoli e irregolarità modeste	0.033÷0.040
alvei fortemente irregolari	0.040÷0.066

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>32 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	32 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	32 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

Al dominio di calcolo bidimensionale (aree di esondazione) è stato applicato, invece, un coefficiente di scabrezza di Manning medio e pari a 0.05 m-1/3s, sulla base dell'uso del suolo, che nel territorio in esame è prevalentemente caratterizzato da terreni a seminativo con qualche area boscata.

Tabella 4 Valori dei coefficienti di scabrezza per diverse coperture del suolo.

Copertura del suolo	Manning <i>n</i> [m <sup>-1/3</sup> s]
Aree boscate	0.06
Tessuto residenziale sparso o isolato	0.07
Insedimenti industriali, artigianali, commerciali e tessuto residenziale continuo	0.10
Prati, parchi giardini e seminativi	0.04
Reti stradali	0.02

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>33 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	33 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	33 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

## 5 MODELLAZIONE IDRAULICA 2D E STUDIO DELLE AREE ALLAGABILI

I risultati delle simulazioni numeriche sono rappresentati nelle sei planimetrie di progetto “*Planimetria livelli idrici ante e post operam*” e “*Planimetria velocità ante e post operam*” per i tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni. Per gli stessi tempi di ritorno, negli elaborati “*Profilo di rigurgito ante e post operam*”, sono riportati i profili di piena, mentre negli elaborati “*Sezioni significative con livelli ante e post operam*” si riportano le sezioni significative con i corrispondenti livelli ottenuti dai risultati della modellazione.

Per ciascuno scenario si riportano i risultati dei tiranti idrici ottenuti per ciascun tempo di ritorno e delle corrispondenti velocità, elementi necessari per definire le opere di protezione idraulica delle pile a sostegno dei viadotti ferroviari di progetto e delle sistemazioni idrauliche dell'alveo e delle aree golenali interessate dalle piene.

Nelle pagine seguenti si riporta una descrizione dei principali risultati ottenuti, un confronto con la proposta di modifica delle perimetrazioni del PAI e un confronto tra stato di fatto e stato di progetto.

### 5.1 VIADOTTO VI01

#### 5.1.1 SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI

Nelle immagini seguenti viene riportato un confronto tra i risultati ottenuti nello scenario ante operam e il PAI. Secondo le definizioni delle fasce di pericolosità, è possibile effettuare un confronto tra i risultati ottenuti per i tempi di ritorno TR 100 e 300 anni, sovrapposti rispettivamente con le aree a pericolosità idraulica P3 e P1.

Le aree a pericolosità P3 sono più contenute rispetto alle aree calcolate da modello per un evento centennale. Maggiore accordo si riscontra tra le aree a pericolosità P1 e le aree calcolate dal modello per un evento con tempo di ritorno di 300 anni. La perimetrazione del modello ad ogni modo risulta essere sempre più estesa della perimetrazione PAI.

Queste differenze possono essere ascrivibili al diverso strumento di calcolo utilizzato (modello idraulico), alla precisione con cui è stato modellato il terreno, alle condizioni al contorno utilizzate. In particolare, la perimetrazione PAI è stata determinata mediante magliatura a celle molto più ampie e su base topografica con un dettaglio di molto inferiore rispetto a quello utilizzato nel presente studio.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>34 di 90</b>

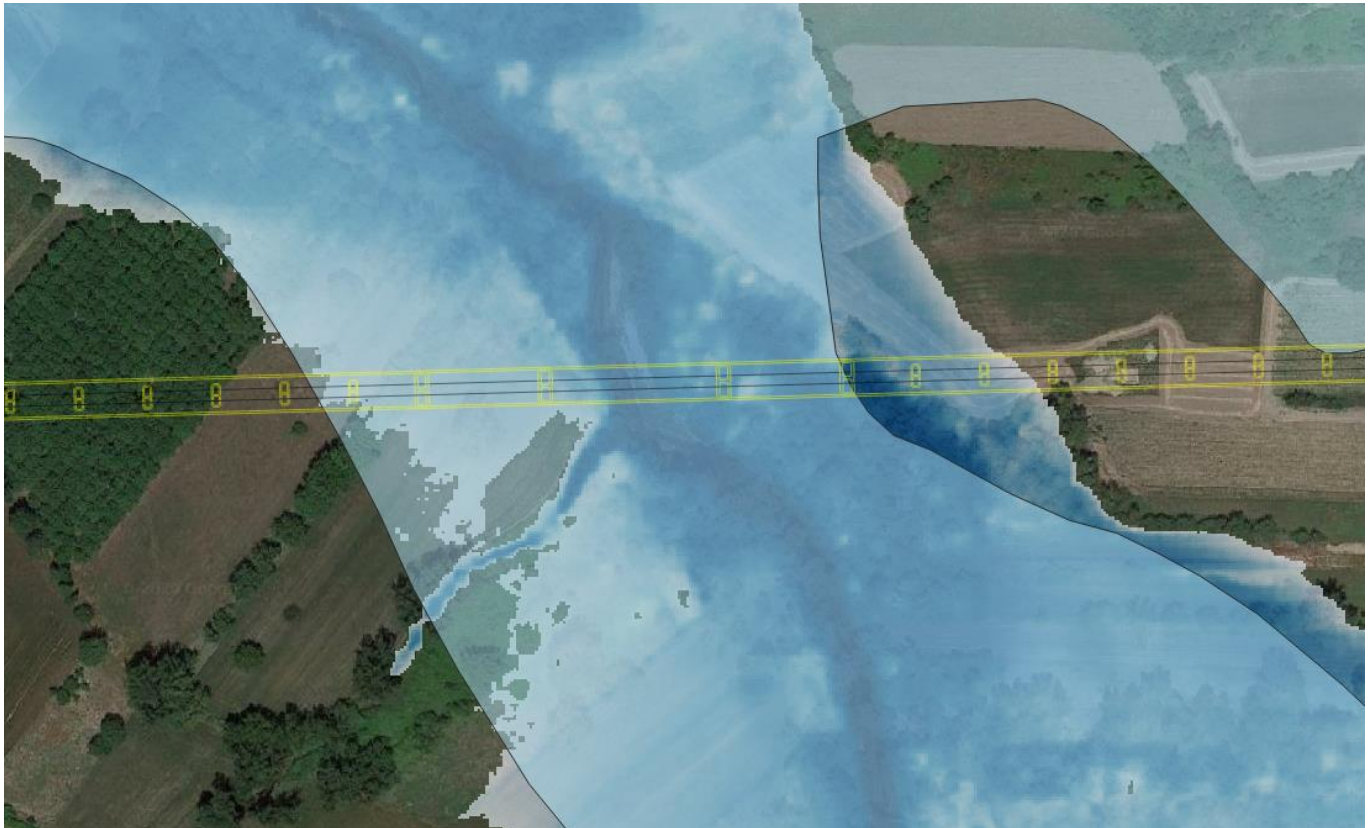


Figura 5-1. –: Confronto aree di allagamento scenario ante operam TR300 anni e area P1 del PAI.

### 5.1.2 SCENARIO POST OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO ANTE OPERAM

Nella figura seguente vengono riportate le aree di allagamento nella condizione ante operam e post operam in corrispondenza della ferrovia di progetto, per il tempo di ritorno di progetto di 300 anni.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                    SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E Z Z R I</b>	DOCUMENTO <b>ID0002 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>35 di 90</b>

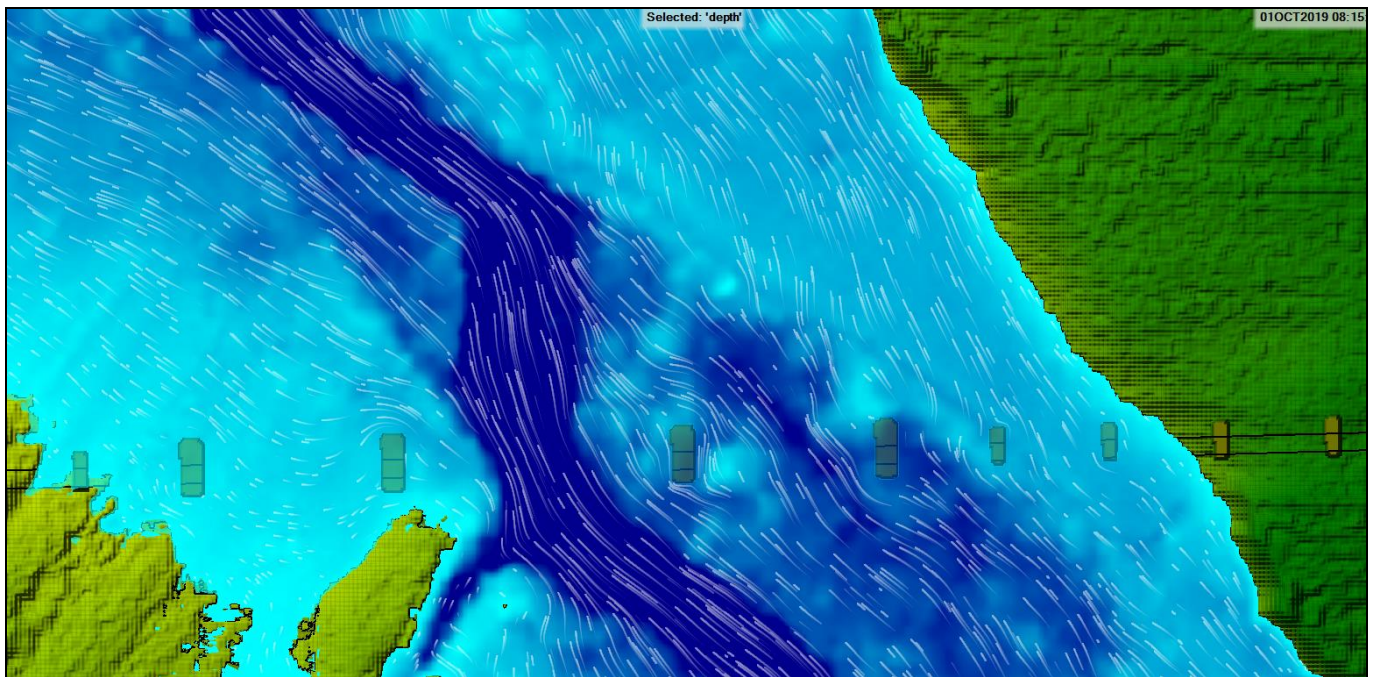


Figura 5-2. –: Confronto aree di allagabili ante operam – post operam per T = 300 anni

Le aree di allagamento rimangono sostanzialmente le stesse. Gli unici punti in cui notiamo una contenuta espansione delle stesse si evidenziano a monte del viadotto in sinistra idraulica.

### 5.1.3 VERIFICA DEL FRANCO DI PROGETTO

La verifica del franco di progetto viene eseguita secondo le diverse normative e regolamenti di riferimenti. In particolare, per l'opera in oggetto sono da considerare:

- Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno
- Norme Tecniche per le Costruzioni
- Manuale di progettazione RFI/ITALFERR

Le normative riportate fanno riferimento ad un franco di sicurezza calcolato rispetto alle grandezze idrauliche determinate per un evento con un tempo di ritorno stabilito.

In particolare, l'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno definisce, nelle Norme di Attuazione al PAI, che il "valore della portata di piena da assumere per le verifiche idrauliche delle opere interferenti con la rete idrografica è fissata pari a quella con tempo di ritorno di 100 anni, salvo i casi particolari in cui sia necessario assumere un tempo superiore ovvero in cui le opere di protezione e sistemazione presenti siano dimensionate per un tempo superiore."

L'AdB richiede la verifica di un franco minimo tra quota di massima piena di progetto e quota di intradosso del ponte pari a:

- 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 36 di 90

- non inferiore a 1.0 m sul livello di piena.

La circolare 2/2/2009 allegata alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2008 specifica e puntualizza alcuni aspetti del testo principale della Norma, come ad esempio nel caso delle valutazioni di compatibilità dei ponti stradali e ferroviari. La circolare specifica che “in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1.5÷2.0 m” con riferimento ad un “tempo di ritorno non inferiore a 200 anni”, “è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si posa temere il transito d’alberi d’alto fusto, con l’avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d’alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.” L’intradosso delle strutture non deve essere inferiore a 40 m.

Il manuale di progettazione ITALFERR, al paragrafo 3.7.2.2.1 richiede, con riferimento alla portata di progetto con tempo di ritorno di 300 anni:

- “franco minimo tra l’intradosso dell’opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena pari a 0.50 m e comunque non inferiore a 1.5 ,m sul livello idrico nella sezione immediatamente a monte dell’attraversamento;
- posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo e in golena;
- posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed alveo.”

In tabella si riportano le verifiche eseguite. Il viadotto risulta ampiamente verificato secondo i criteri richiesti dalla normativa.

Tabella 5 verifica dei franchi viadotti VI01

	Quota minima impalcato [m s.m.m]	Livello di piena + franco [m s.m.m]	Carico totale + franco [m s.m.m]	Livello di piena + ½ carico cinetico [m s.m.m.]	Verifica
<b>AdB</b> <b>(Tr100 anni)</b>	323.652	318.81+1.0= 319.81		318.81+0.47= 319.28	<b>OK</b>
<b>NTC</b> <b>(Tr200 anni)</b>		318.95+2.0= 320.95			<b>OK</b>
<b>ITALFERR</b> <b>(Tr300 anni)</b>		319.08+1.5= 320.13	319.08+0.5= 319.13		<b>OK</b>



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>37 di 90</b>

#### 5.1.4 OPERE PROVVISORIALI E CANTIERIZZAZIONE

Nel caso del viadotto VI01 è stata condotta la verifica idraulica del ponte Bailey che consente ai mezzi di cantiere di attraversare l'Ufita durante le operazioni di cantiere. In particolare, sulla base di un modello idraulico bidimensionale, è stato verificato in franco di sicurezza per un tempo di ritorno di 15 anni, così come specificato nei paragrafi precedenti. La modellazione ha fornito un livello in corrispondenza dell'intradosso del ponte pari a 317.25 m slm e una quota dell'intradosso pari a 318.85 m slm. Emerge quindi che sussiste il franco di sicurezza idraulico.

## 5.2 VIADOTTO VI02

### 5.2.1 SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI

Nelle immagini seguenti viene riportato un confronto tra i risultati ottenuti nello scenario ante operam e il PAI. Secondo le definizioni delle fasce di pericolosità, è possibile effettuare un confronto tra i risultati ottenuti per i tempi di ritorno TR 100 e 300 anni, sovrapposti rispettivamente con le aree a pericolosità idraulica P3 e P1.

Si notano delle differenze nella perimetrazione delle aree. In particolare, l'area P3 risulta meno estesa dei risultati del modello, mentre l'area P1 è più estesa di quello che è stato determinato dal modello per un tempo di ritorno trecentennale. Tali differenze possono essere ascrivibili al diverso strumento di calcolo utilizzato (modello idraulico), alla precisione con cui è stato modellato il terreno, alle condizioni al contorno utilizzate.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>38 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	38 di 90													



Figura 5-3. –: Confronto aree di allagamento scenario ante operam TR300 anni e area P1 del PAI

### 5.2.2 SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO POST OPERAM

Nella figura seguente vengono riportate le aree di allagamento nella condizione ante operam e post operam in corrispondenza della ferrovia di progetto, per il tempo di ritorno di progetto di 300 anni.

Le aree di allagamento rimangono sostanzialmente le stesse, si evidenzia un leggero incremento in corrispondenza delle pile interferenti



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 39 di 90

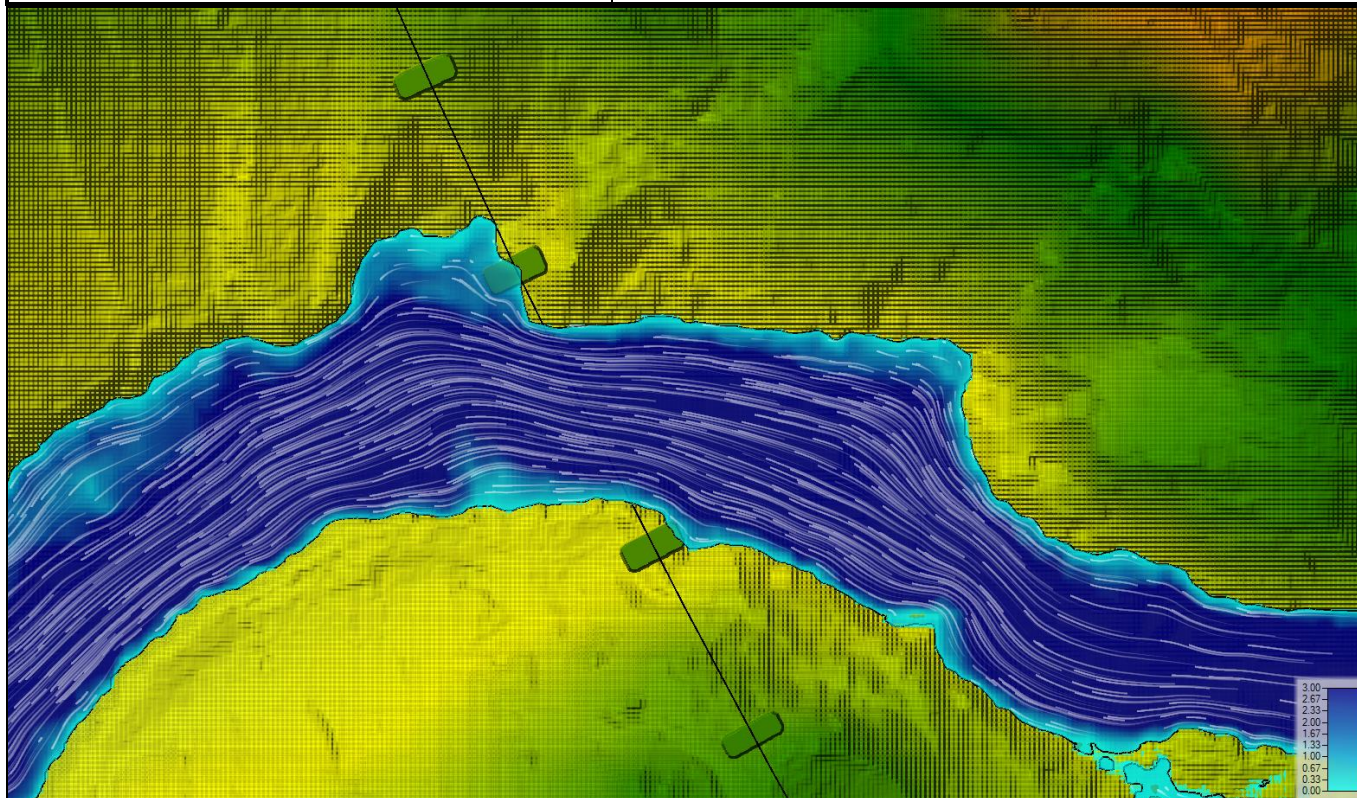


Figura 5-4. –: Confronto aree di allagabili ante operam – post operam per T = 300 anni

### 5.2.3 VERIFICA DEL FRANCO

La verifica del franco di progetto viene eseguita secondo le diverse normative e regolamenti di riferimenti. In particolare, per l'opera in oggetto, sono da considerare:

- Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno
- Norme Tecniche per le Costruzioni
- Manuale di progettazione RFI/ITALFERR

Le normative riportate fanno riferimento ad un franco di sicurezza calcolato rispetto alle grandezze idrauliche determinate per un evento con un tempo di ritorno stabilito.

In particolare, l'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno definisce, nelle Norme di Attuazione al PAI, che il "valore della portata di piena da assumere per le verifiche idrauliche delle opere interferenti con la rete idrografica è fissata pari a quella con tempo di ritorno di 100 anni, salvo i casi particolari in cui sia necessario assumere un tempo superiore ovvero in cui le opere di protezione e sistemazione presenti siano dimensionate per un tempo superiore."

L'AdB richiede la verifica di un franco minimo tra quota di massima piena di progetto e quota di intradosso del ponte pari a:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N    LOTTO 01 E ZZ    CODIFICA RG    DOCUMENTO MD0000 001    REV. A    FOGLIO 40 di 90

- 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente
- non inferiore a 1.0 m sul livello di piena.

La circolare 2/2/2009 allegata alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2008 specifica e puntualizza alcuni aspetti del testo principale della Norma, come ad esempio nel caso delle valutazioni di compatibilità dei ponti stradali e ferroviari. La circolare specifica che “in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1.5÷2.0 m” con riferimento ad un “tempo di ritorno non inferiore a 200 anni”, “è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.” L'intradosso delle strutture non deve essere inferiore a 40 m.

Il manuale di progettazione ITALFERR, al paragrafo 3.7.2.2.1 richiede, con riferimento alla portata di progetto con tempo di ritorno di 300 anni:

- “franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena pari a 0.50 m e comunque non inferiore a 1.5m sul livello idrico nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento;
- posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo e in golena;
- posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed alveo.”

In tabella si riportano le verifiche eseguite. Il viadotto risulta ampiamente verificato secondo i criteri richiesti dalla normativa.

Tabella 6 verifica dei franchi viadotti VI02

	Quota minima impalcato [m s.m.m]	Livello di piena + franco [m s.m.m]	Carico totale + franco [m s.m.m]	Livello di piena + ½ carico cinetico [m s.m.m.]	Verifica
<b>AdB</b> <i>(Tr100 anni)</i>	292.22	276.38+1.0= 277.38		276.38+2.23= 278.61	<b>OK</b>
<b>NTC</b> <i>(Tr200 anni)</i>		276.82+2.0= 277.82			<b>OK</b>
<b>ITALFERR</b> <i>(Tr300 anni)</i>		277+1.5= 278.5	277+0.5= 277.5		<b>OK</b>

## 5.2.4 OPERE PROVVISORIALI

Il viadotto VI02 non presenta opere di cantierizzazione in alveo. Si prevedono opere di contenimento per gli scavi di fondazione. È stata condotta quindi una verifica idraulica mediante modello bidimensionale delle opere

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>41 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	41 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	41 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

provvisionali per un tempo di ritorno pari a 5 anni. I livelli idrici si attestano ad una di 273.90m slm quindi le opere provvisoriale avranno una di 274.90 Garantendo il franco di 1m.

### 5.3 VIADOTTO VI03

#### 5.3.1 SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI

Nelle immagini seguenti viene riportato un confronto tra i risultati ottenuti nello scenario ante operam e il PAI. Secondo le definizioni delle fasce di pericolosità, è possibile effettuare un confronto tra i risultati ottenuti per i tempi di ritorno TR 100 e 300 anni, sovrapposti rispettivamente con le aree a pericolosità idraulica P3 e P1.

Si può osservare un generale accordo tra i risultati del presente studio idraulico e la perimetrazione PAI, eccetto che per l'area in sinistra idraulica in corrispondenza del viadotto, dove si nota una maggiore estensione delle aree delimitate mediante il modello idraulico, e per le aree a valle del viadotto collocate in destra idraulica, dove le esondazioni determinate dal si estendono fin quasi alla strada di accesso al ponte a monte del viadotto.

Si fa notare che nella configurazione ante operam il ponte stradale risulta insufficiente a far defluire anche la portata con tempo di ritorno di 30 anni. Per eventi con tempo di ritorno inferiore o uguale a 100 anni, il ponte ha infatti un funzionamento in pressione, mentre per tempi di ritorno superiori si verifica lo scavalco dell'impalcato esistente.

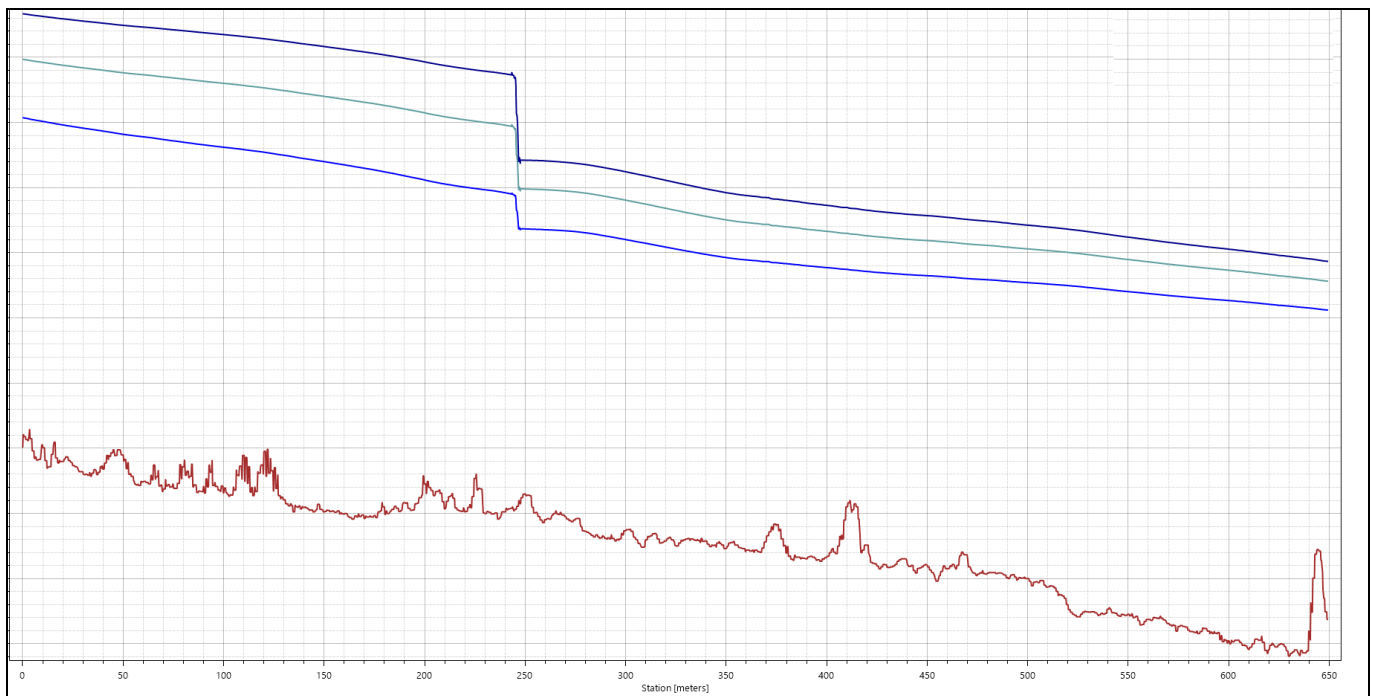


Figura 5-5. –: profili di rigurgito oer Tr 30, 100 e 300 anni in corrispondenza del ponte esistente



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>42 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	42 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	42 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

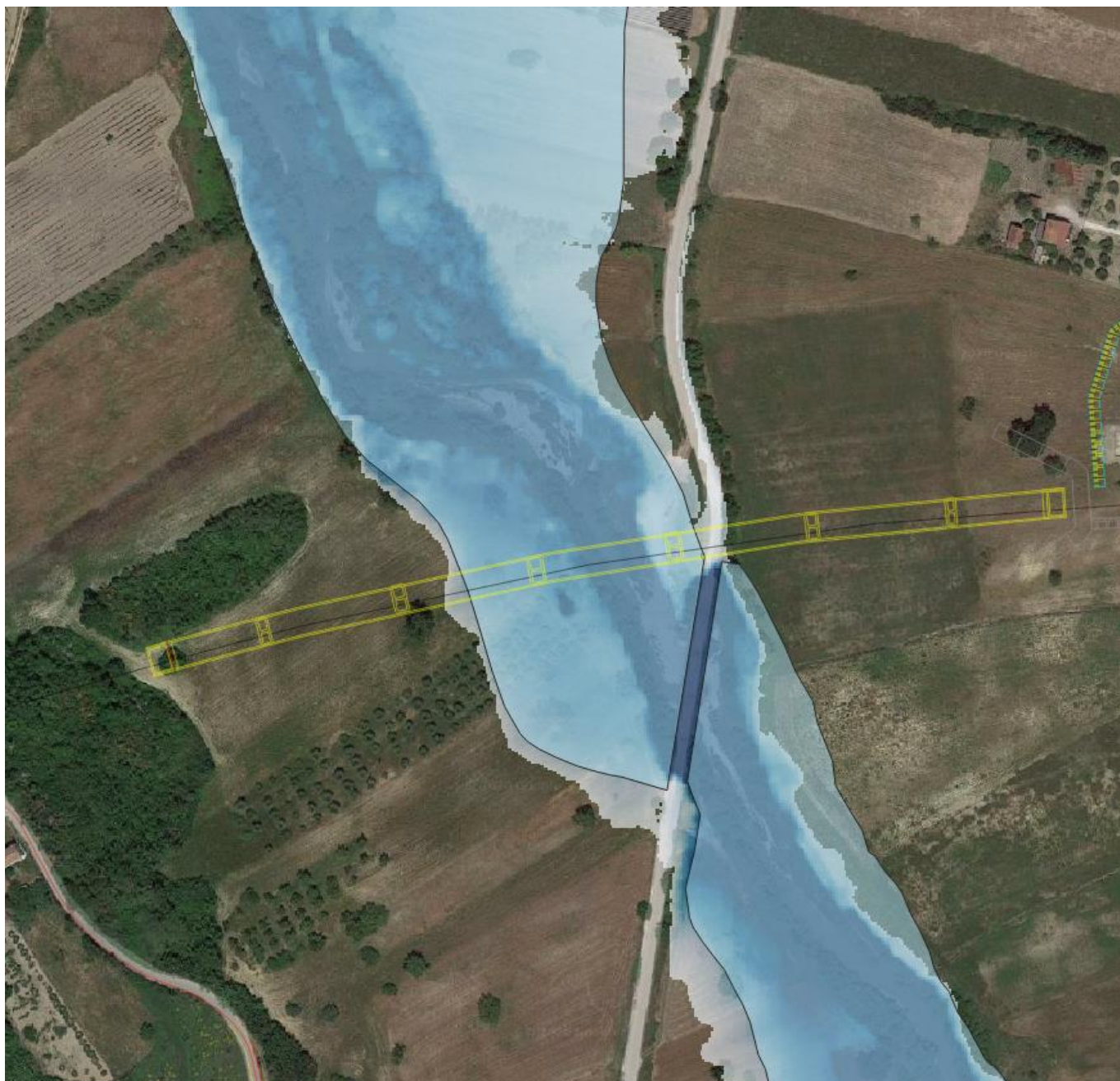


Figura 5-6. –: Confronto aree di allagamento scenario ante operam TR300 anni e area P1 del PAI



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>43 di 90</b>

### 5.3.2 SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO POST OPERAM

Nella figura seguente vengono riportate le aree di allagamento nella condizione ante operam e post operam in corrispondenza della ferrovia di progetto, per il tempo di ritorno di progetto di 300 anni.

Le aree di allagamento rimangono sostanzialmente le stesse, eccetto che in corrispondenza dell'attraversamento di progetto dove notiamo una riduzione delle aree di allagamento in corrispondenza e a valle dell'attraversamento a cui corrisponde un aumento molto circoscritto delle aree allagate a monte dello stesso.

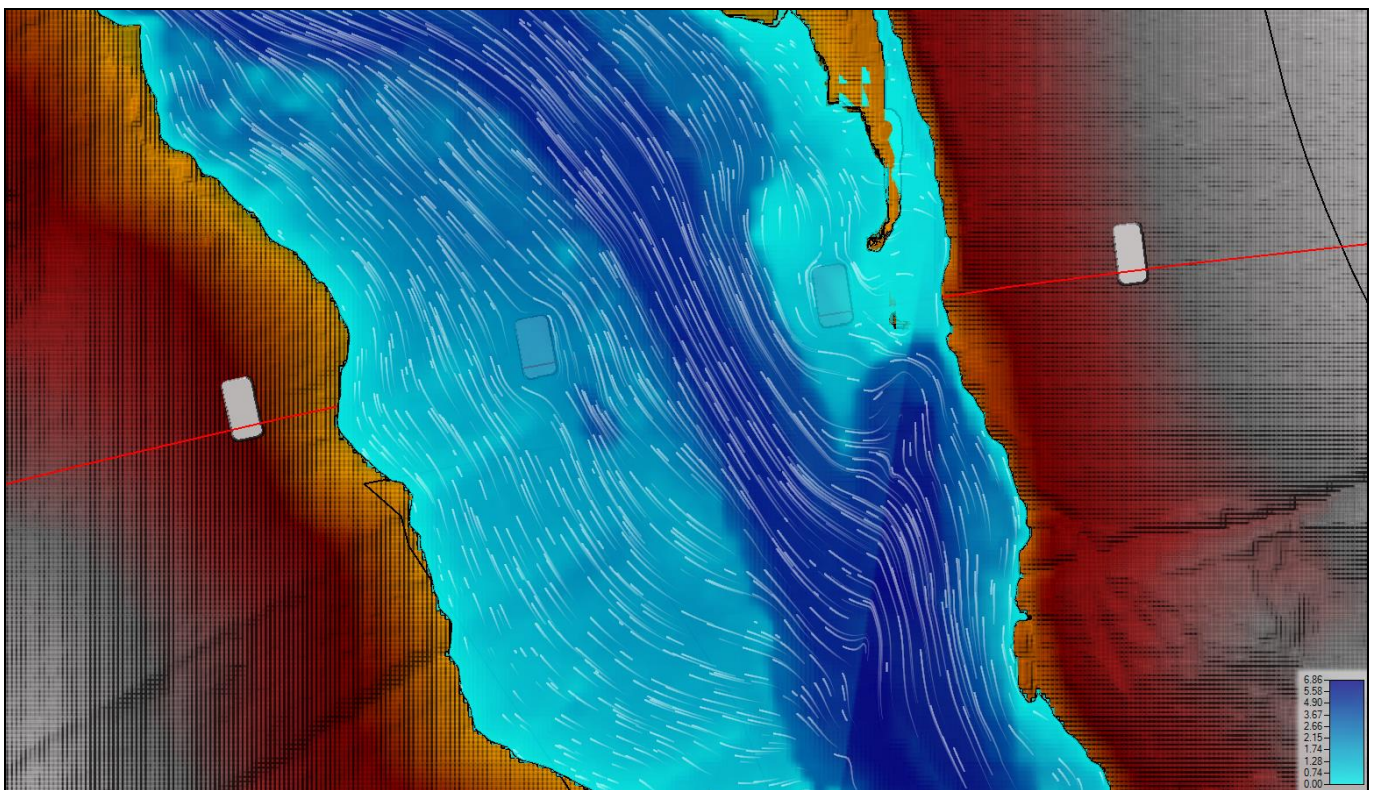


Figura 5-7. -: Confronto aree di allagabili ante operam – post operam per T = 300 anni

Dall'analisi del profilo idraulico si evidenzia un effetto di rigurgito calcolabile in circa 54 cm per l'evento con Tr30 anno e in circa 74 cm per gli eventi con Tr maggiore. Il rigurgito si esaurisce indicativamente in corrispondenza del ponte stradale.

### 5.3.3 VERIFICA DEL FRANCO

La verifica del franco di progetto viene eseguita secondo le diverse normative e regolamenti di riferimenti. In particolare, per l'opera in oggetto sono da considerare:

- Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno
- Norme Tecniche per le Costruzioni

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>44 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	44 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	44 di 90													

- Manuale di progettazione RFI/ITALFERR

Le normative riportate fanno riferimento ad un franco di sicurezza calcolato rispetto alle grandezze idrauliche determinate per un evento con un tempo di ritorno stabilito.

In particolare, l'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno definisce, nelle Norme di Attuazione al PAI, che il "valore della portata di piena da assumere per le verifiche idrauliche delle opere interferenti con la rete idrografica è fissata pari a quella con tempo di ritorno di 100 anni, salvo i casi particolari in cui sia necessario assumere un tempo superiore ovvero in cui le opere di protezione e sistemazione presenti siano dimensionate per un tempo superiore."

L'AdB richiede la verifica di un franco minimo tra quota di massima piena di progetto e quota di intradosso del ponte pari a:

- 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente
- non inferiore a 1.0 m sul livello di piena.

La circolare 2/2/2009 allegata alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2008 specifica e puntualizza alcuni aspetti del testo principale della Norma, come ad esempio nel caso delle valutazioni di compatibilità dei ponti stradali e ferroviari. La circolare specifica che "in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1.5÷2.0 m" con riferimento ad un "tempo di ritorno non inferiore a 200 anni", "è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti." L'intradosso delle strutture non deve essere inferiore a 40 m.

Il manuale di progettazione ITALFERR, al paragrafo 3.7.2.2.1 richiede, con riferimento alla portata di progetto con tempo di ritorno di 300 anni:

- "franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena pari a 0.50 m e comunque non inferiore a 1.5 m sul livello idrico nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento;
- posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo e in golena;
- posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed alveo."

In tabella si riportano le verifiche eseguite. Il viadotto risulta ampiamente verificato secondo i criteri richiesti dalla normativa.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 45 di 90

Tabella 7 verifica dei franchi viadotti VI03

	<b>Quota minima impalcato [m s.m.m]</b>	<b>Livello di piena + franco [m s.m.m]</b>	<b>Carico totale + franco [m s.m.m]</b>	<b>Livello di piena + ½ carico cinetico [m s.m.m.]</b>	<b>Verifica</b>
<b>AdB</b> <i>(Tr100 anni)</i>	234.747	202.66+1.0= 203.66		202.66+0.78= 203.44	<b>OK</b>
<b>NTC</b> <i>(Tr200 anni)</i>		202.85+2.0= 204.85			<b>OK</b>
<b>Manuale Prog.</b> <b>R.F.I.</b> <i>(Tr300 anni)</i>		203.07+1.5= 204.57	203.07+0.5= 203.57		<b>OK</b>

#### 5.3.4 OPERE PROVVISORIALI

Il viadotto VI02 non presenta opere di cantierizzazione in alveo. Si prevedono opere di contenimento per gli scavi di fondazione. È stata condotta quindi una verifica idraulica mediante modello bidimensionale delle opere provvisorie per un tempo di ritorno pari a 5 anni. I livelli idrici si attestano ad una di 200.57m slm quindi le opere provvisorie avranno una di 201.57 garantendo il franco di 1m.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>46 di 90</b>

## 5.4 VIADOTTO VI04

### 5.4.1 SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON PERIMETRAZIONE PAI

Nelle immagini seguenti viene riportato un confronto tra i risultati ottenuti nello scenario ante operam e il PAI. Secondo le definizioni delle fasce di pericolosità indicate al paragrafo 2.1, è possibile effettuare un confronto tra i risultati ottenuti per i tempi di ritorno TR 100 e 300 anni, sovrapposti rispettivamente con le aree a pericolosità idraulica P3 e P1.

Nel confronto P1 – evento Tr 300 anni si evidenzia come il PAI fornisce una perimetrazione maggiore rispetto a quella ottenuta dal modello idraulico nella zona a valle del ponte esistente mentre nella zona a monte le aree simulate risultano leggermente più estese.

Queste differenze possono essere ascrivibili al diverso strumento di calcolo utilizzato (modello idraulico), alla precisione con cui è stato modellato il terreno, alle condizioni al contorno utilizzate. In particolare, la perimetrazione PAI è stata determinata mediante magliatura a celle molto più ampie e su base topografica con un dettaglio di molto inferiore rispetto a quello utilizzato nel presente studio.



Figura 5-8. – Confronto aree di allagamento scenario ante operam TR300 anni e area P1 del PAI.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 47 di 90

#### 5.4.2 SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON SCENARIO POST OPERAM

Nella figura seguente vengono riportate le aree di allagamento nella condizione *ante operam* e *post operam* in corrispondenza della viabilità di progetto, per i diversi tempi di ritorno.

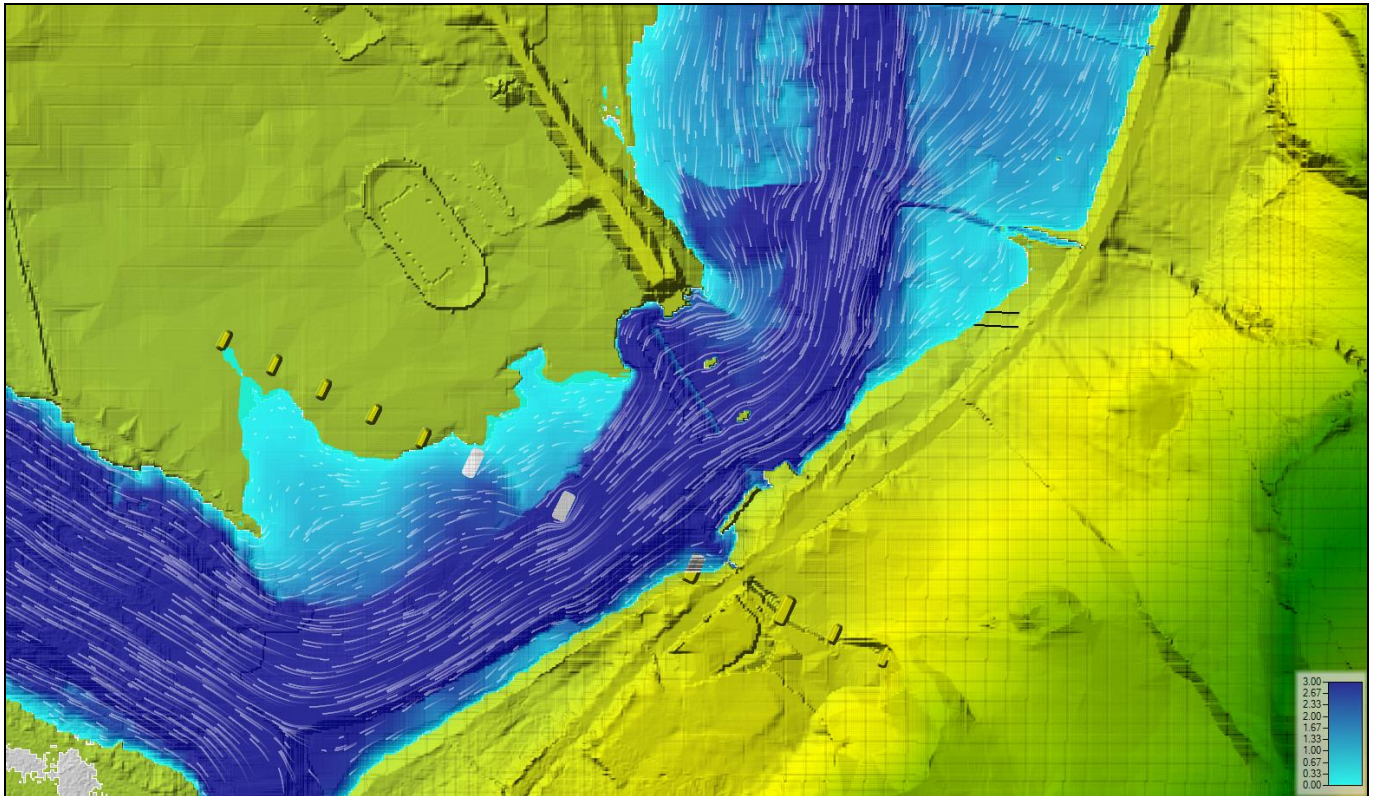


Figura 5-9. –: Confronto aree di allagabili ante operam – post operam per T = 300 anni

Le aree presentano leggere variazioni a monte dell'attraversamento di progetto, in particolare nell'area in sinistra idraulica a monte del viadotto di progetto. In queste aree i tiranti d'acqua sono comunque contenuti al di sotto dei 10 cm. Tale variazione non compromette in nessun modo la sicurezza e la funzionalità del ponte esistente sulla SP163, in quanto il ponte ha un funzionamento a pelo libero sia nella configurazione ante operam che nella configurazione post operam; l'impalcato infatti non viene interessato dal livello idrometrico in nessuna simulazione condotta, come risulta evidente dal profilo idraulico riportato negli elaborati specifici.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 48 di 90

### 5.4.3 VERIFICA DEL FRANCO

La verifica del franco di progetto viene eseguita secondo le diverse normative e regolamenti di riferimenti. In particolare, per l'opera in oggetto sono da considerare:

- Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno
- Norme Tecniche per le Costruzioni
- Manuale di progettazione RFI/ITALFERR

Le normative riportate fanno riferimento ad un franco di sicurezza calcolato rispetto alle grandezze idrauliche determinate per un evento con un tempo di ritorno stabilito.

In particolare, l'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno definisce, nelle Norme di Attuazione al PAI, che il "valore della portata di piena da assumere per le verifiche idrauliche delle opere interferenti con la rete idrografica è fissata pari a quella con tempo di ritorno di 100 anni, salvo i casi particolari in cui sia necessario assumere un tempo superiore ovvero in cui le opere di protezione e sistemazione presenti siano dimensionate per un tempo superiore."

L'AdB richiede la verifica di un franco minimo tra quota di massima piena di progetto e quota di intradosso del ponte pari a:

- 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente
- non inferiore a 1.0 m sul livello di piena.

La circolare 2/2/2009 allegata alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2008 specifica e puntualizza alcuni aspetti del testo principale della Norma, come ad esempio nel caso delle valutazioni di compatibilità dei ponti stradali e ferroviari. La circolare specifica che "in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1.5÷2.0 m" con riferimento ad un "tempo di ritorno non inferiore a 200 anni", "è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti." L'intradosso delle strutture non deve essere inferiore a 40 m.

Il manuale di progettazione ITALFERR, al paragrafo 3.7.2.2.1 richiede, con riferimento alla portata di progetto con tempo di ritorno di 300 anni:

- "franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena pari a 0.50 m e comunque non inferiore a 1.5 m sul livello idrico nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento;
- posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo e in golena;

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	

- posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed alveo.”

In tabella si riportano le verifiche eseguite. Il viadotto risulta ampiamente verificato secondo i criteri richiesti dalla normativa.

Tabella 8 verifica dei franchi viadotti VI01

	Quota minima impalcato [m s.m.m]	Livello di piena + franco [m s.m.m]	Carico totale + franco [m s.m.m]	Livello di piena + ½ carico cinetico [m s.m.m.]	Verifica
<b>AdB</b> <i>(Tr100 anni)</i>	167.193	152.85+1.0= 153.85		152.85+0.52= 153.85	<b>OK</b>
<b>NTC</b> <i>(Tr200 anni)</i>		153.05+2.0= 155.05			<b>OK</b>
<b>ITALFERR</b> <i>(Tr300 anni)</i>		153.67+1.5= 155.17	153.67+0.5= 155.57		<b>OK</b>

#### 5.4.4 OPERE PROVVISORIE E CANTIERIZZAZIONE

In corrispondenza del viadotto VI04 è previsto subito a valle un guado per garantire l'attraversamento dell'Ufita ai mezzi di cantiere durante le operazioni di varo delle pile 3 e 4. Le operazioni di varo hanno reso necessario la realizzazione di due piazzali collegati tra di loro dal guado sopra citato. Tali opere avranno una permanenza in alveo inferiore ad 1 anno. In questo caso è stata condotta una verifica idraulica dei franchi idraulici rispetto alla superficie carrabile posta a quota 152.4m. Al fine di garantire i franchi il guado sarà realizzato con 6 tubi in acciaio di diametro 3500 mm. Dai risultati del modello si rileva una quota dei livelli, in corrispondenza del guado, una quota di 151.4m verificando quindi il franco di 1 m. A monte del viadotto in corrispondenza dell'argine sinistra dell'Ufita è prevista la realizzazione dell'area di cantiere della galleria di Rocchetta. Si prevede una permanenza di 5 anni. È stata condotta quindi una verifica idraulica bidimensionale per un tempo di ritorno T=15 anni. Dalla modellazione dello stato ante operam, l'area occupata dal cantiere risulta in parte allagata. Al fine di garantire la sicurezza idraulica del cantiere, si è prevista la realizzazione di una duna di altezza pari a 2.5 rispetto alla superficie di scotico. È stata effettuata quindi una modellazione idraulica bidimensionale nello stato post operam inserendo nella geometria del modello la duna che si sviluppa per sull'intero perimetro dell'area. I risultati mostrano come la duna sia sufficiente a garantire la messa in sicurezza dell'area garantendo un franco superiore al metro.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>ID0002 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>50 di 90</b>



Figura 5-10. – geometria modello 2D cantierizzazione V104



Figura 5-11. – geometria strutture in alveo



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 51 di 90

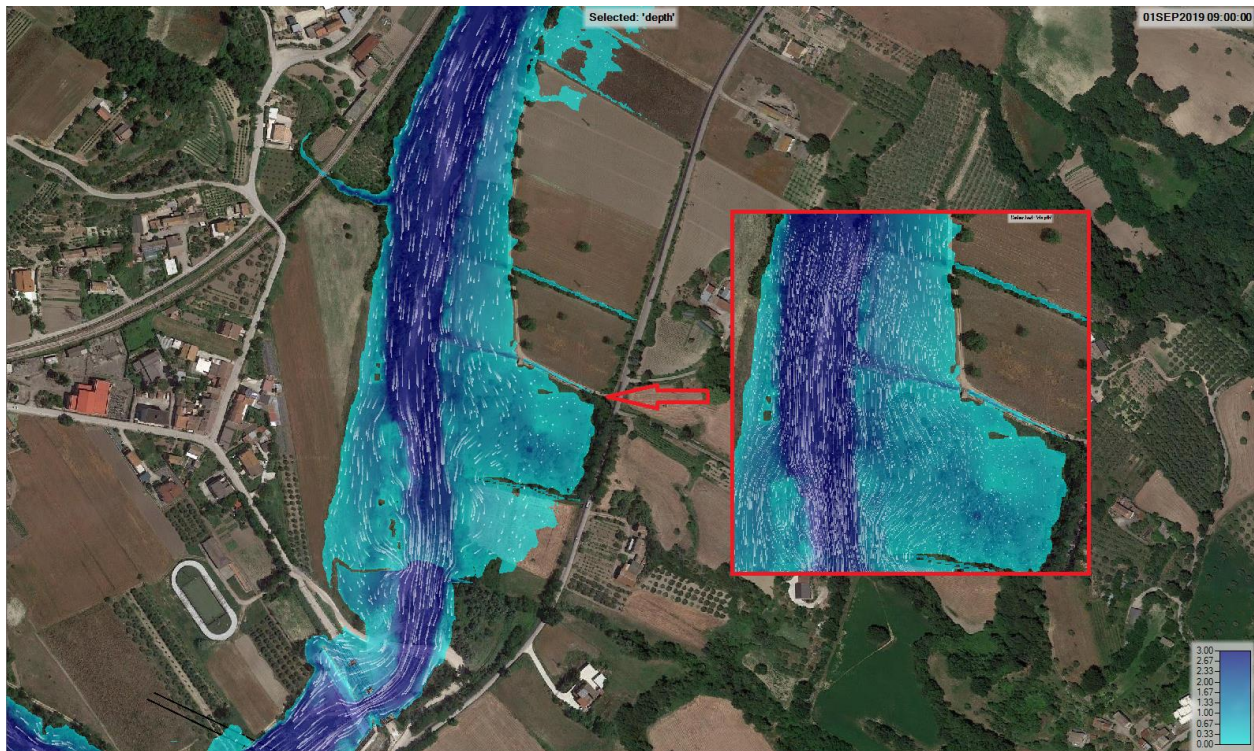


Figura 5-12. – aree allagabili stato ante operam Tr = 15 anni – area cantiere Rocchetta

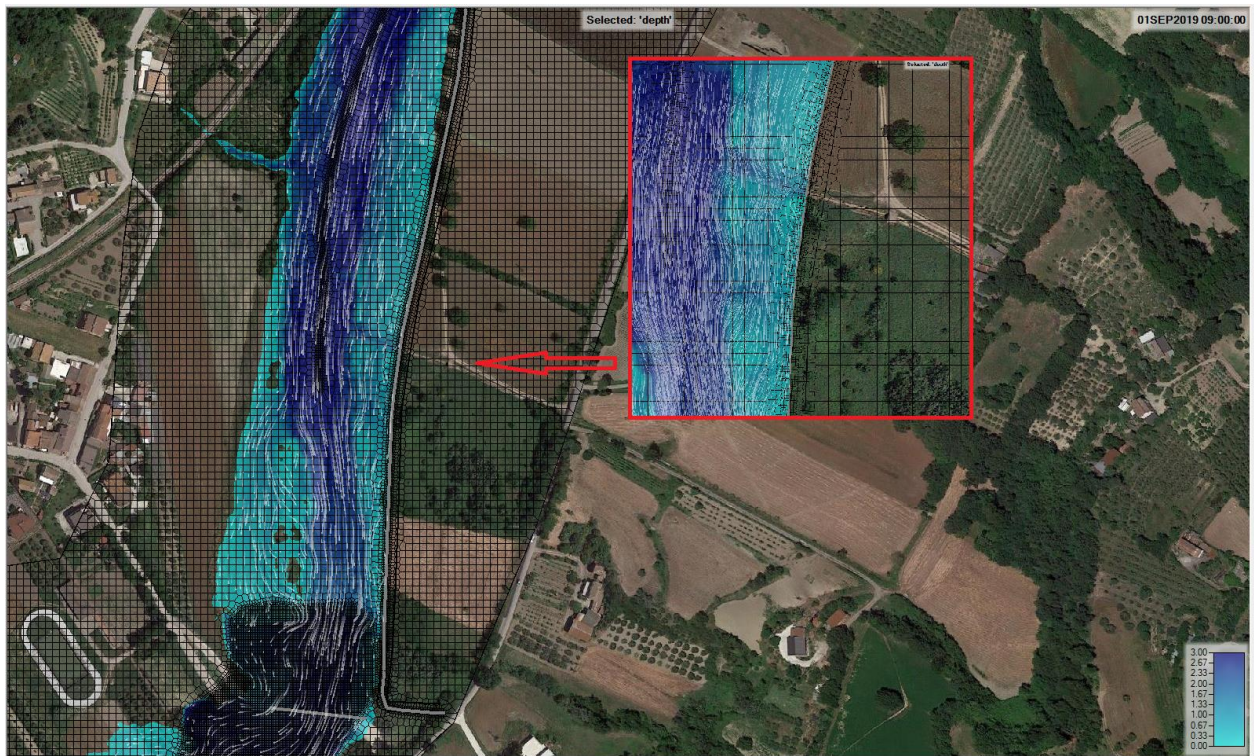


Figura 5-13. – aree allagabili stato post operam Tr = 15 anni – modellazione duna cantiere Rocchetta



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 52 di 90

## 6 SISTEMAZIONI IDRAULICHE

### 6.1 VERIFICA ALLO SCALZAMENTO

La presenza di infrastrutture in alveo o nelle aree golenali interessate dai deflussi di piena è subordinata alla verifica dello scalzamento massimo al piede degli stessi, che deve risultare compatibile con la stabilità del rilevato.

Il manuale di progettazione ITALFERR, al paragrafo 3.7.2.2.1 richiede, con riferimento alla portata di progetto con tempo di ritorno di 300 anni:

- Il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni nelle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme tozze dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto portando in conto la diversa geometria.

Di seguito si riportano le formule utilizzate per il calcolo dell'erosione localizzata, mentre nei due paragrafi successivi si riportano i risultati delle verifiche effettuate.

#### 6.1.1 METODO DI CALCOLO DELLO SCALZAMENTO

Per il calcolo dell'erosione localizzata dovuta alla presenza di una pila sono state utilizzate le formule riportate di seguito.

La formula di Breusers et al. (1977), aggiornata da Elliot e Baker calcola lo scavo localizzato nel seguente modo:

$$\frac{Y_s}{b} = f_1\left(\frac{V_0}{V_C}\right) \cdot \left[ 2 \tan\left(\frac{Y_0}{b}\right) \right] \cdot f_2(forma) \cdot f_3\left(\alpha, \frac{L}{b}\right) \cdot f_4(b, a)$$

dove:

- $Y_s$ : profondità di scavo a partire dal fondo del terreno indisturbato
- $B$ : larghezza della pila
- $L$ : lunghezza della pila
- $a$ : interasse tra le pile
- $V_0$ : velocità media della corrente indisturbata
- $V_C$ : velocità critica di trascinamento relativa al materiale di diametro  $d$ ; per i miscugli si adotta  $d=d_{50}$  e si può

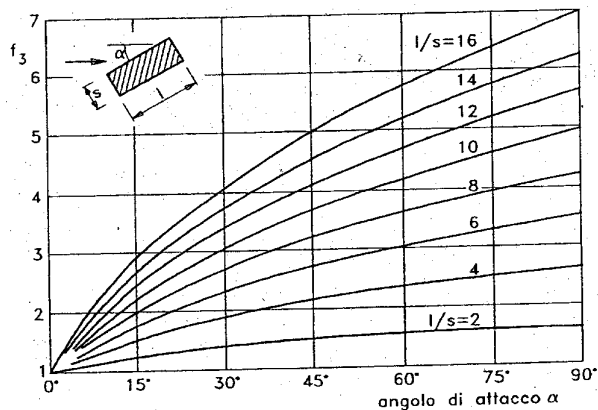
ottenere la velocità critica dalla  $V_C = 0,85 \sqrt{2gd_{50}(\gamma_s - \gamma)/\gamma}$  dove  $\gamma_s$  è il peso specifico del materiale di fondo

e  $\gamma$  è il peso specifico dell'acqua

- $d_{50}$ : dimensione media del materiale
- $\alpha$ : angolo tra la direzione della corrente indisturbata e la pila

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 53 di 90

- $f_1$ : coefficiente che tiene conto delle caratteristiche del materiale in rapporto a quelle della corrente, pari a:
  - $f_1 = 0$  per  $(V_0/V_c) \leq 0.5$
  - $f_1 = 2 \cdot V_0/V_c - 1$  per  $0.5 < (V_0/V_c) \leq 1.0$
  - $f_1 = 1$  per  $(V_0/V_c) > 1.0$
- $f_2$ : coefficiente di forma, pari a
  - $f_2 = 1.00$  per pile circolari o con fronti arrotondate
  - $f_2 = 0.75$  per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente
  - $f_2 = 1.30$  per pile rettangolari
- $f_3$ : coefficiente funzione della forma e dell'inclinazione della pila, ricavabile dalla figura seguente



- $f_4$ : coefficiente che tiene conto dell'interasse tra le pile (a), pari a
  - $f_4 = 1 + 1.79/(a/b - 1)^{0.695}$  per  $a/b < 4$
  - $f_4 = 2.95 - 0.278 \cdot (a/b)$  per  $4 < a/b < 7$
  - $f_4 = 1$  per  $a/b \geq 7$

Il valore limite 7 è legato all'estensione laterale dello scavo in corrispondenza della pila. Magini ha ricavato sperimentalmente che, dette  $L$  la distanza tra l'asse della pila e il ciglio laterale della fossa e  $b$  la larghezza della pila, il rapporto  $L/b$  si mantiene, per tiranti idrici maggiori di  $b$ , circa uguale a 3.

Una delle formulazioni comunemente più utilizzate, valida per singola pila, è la nota equazione CSU (Colorado State University, 1995); tale espressione venne sviluppata sulla base sia di un'analisi dimensionale dei parametri in grado di influenzare il fenomeno, che a partire dai risultati ottenuti da sperimentazioni condotte in laboratorio. La relazione analitica proposta è la seguente:

$$\frac{Y_s}{Y_0} = 2,0K_1K_2K_3K_4 \left( \frac{b}{Y_0} \right)^{0,65} Fr_0^{0,43}$$

dove:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">54 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	54 di 90													

- $y_S$  [m]: massima profondità di erosione (fase di equilibrio del processo erosivo) a partire dal fondo alveo medio locale;
- $b$  [m]: larghezza della pila in metri;
- $y_0$  [m]: profondità media della corrente di monte;
- $Fr_1$ : Numero di Froude della corrente di monte;
- $K_1$ : fattore di correzione per la forma della pila;
- $K_2$ : fattore di correzione per l'angolo di attacco della corrente;
- $K_3$ : fattore di correzione per le condizioni del fondo alveo;
- $K_4$ : fattore di correzione per il materiale che compone il fondo alveo.

dove:

- $y_s$  [m]: massima profondità di erosione (fase di equilibrio del processo erosivo) a partire dal fondo alveo medio locale;
- $b$  [m]: larghezza della pila in metri;
- $y_0$  [m]: profondità media della corrente di monte;
- $Fr_1$ : Numero di Froude della corrente di monte;
- $K_1$ : fattore di correzione per la forma della pila;
- $K_2$ : fattore di correzione per l'angolo di attacco della corrente;
- $K_3$ : fattore di correzione per le condizioni del fondo alveo;
- $K_4$ : fattore di correzione per il materiale che compone il fondo alveo.

Il coefficiente  $K_1$  è stato tabulato per diversi tipi di forma del fronte della pila e varia da 1.1 per pile squadrate, a 1.0 per pile con fronte semicircolare o per pile circolari o per pile costituite da gruppi di cilindri, fino ad un valore di 0.9 per pile con fronte ben raccordato di forma triangolare.

Il coefficiente  $K_2$  viene calcolato con la seguente formula:

$$K_2 = \left( \cos \vartheta + \frac{L}{b} \sin \vartheta \right)^{0.65}$$

dove con  $L$  viene indicata la lunghezza della pila e con  $\vartheta$  l'angolo di attacco della corrente rispetto all'asse di simmetria della stessa pila.

Anche il coefficiente  $K_3$  viene riportato in appositi tabulati. Esso considera le condizioni morfologiche del fondo e varia da 1.1 per fondo piano fino a 1.3 per fondo con presenza di dune di dimensioni importanti.

Il coefficiente  $K_4$  rappresenta un fattore correttivo dello scalzamento che tiene conto della protezione di fondo (armouring) costituita da granulometrie grossolane presenti in alveo o ad una certa profondità. La stima di tale parametro può essere fatta applicando la seguente formula:



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>55 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	55 di 90													

$$K_4 = \left[ 1 - 0.89(1 - V_R)^2 \right]^{0.5}$$

$$V_R = \left[ \frac{V_1 - V_i}{V_{C90} - V_i} \right]$$

$$V_i = 0.645 \left[ \frac{D_{50}}{b} \right]^{-0.053} \cdot V_{C50}$$

dove:

- $V_R$  : carico cinetico;
- $V_1$  : velocità media in alveo o in golena nella sezione subito a monte del ponte;
- $V_i$  : velocità di incipiente movimento;
- $b$  [m]: larghezza della pila;
- $V_{C90}$  : velocità critica per le particelle con diametro D90;
- $V_{C50}$  : velocità critica per le particelle con diametro D50

E' possibile calcolare la velocità critica  $V_C$  come:

$$V_C = 10.95 y_0^{1/6} D_C^{1/3}$$

dove:

- $y_0$  [m] : tirante d'acqua subito a monte delle pile;
- $D_C$  [m] : dimensione critica delle particelle per la velocità critica.

Il valore  $K_4$  deve essere sempre superiore a 0.7, mentre il materiale del fondo che produce protezione dallo scalzamento non deve essere inferiore a 0.06 m.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>56 di 90</b>

### 6.1.2 VIADOTTO VI01

Le pile del viadotto VI01 interessate dalla corrente sono le pile comprese tra la pila P10 e la pila P16.

Le pile presentano forma rettangolare con fronte arrotondata ad accompagnare la corrente, hanno una larghezza pari a 3.30 m per una lunghezza di 8.60 m eccetto che per le pile in prossimità dell'alveo dell'Ufita (P12-P15) che hanno delle dimensioni pari a 5.20 m x 13.20 m.

Il diametro del materiale sul fondo è stato ricavato dalle prove geotecniche effettuate in sito, le quali hanno evidenziato un valore di  $d_{50}=0.001$  m e un  $d_{90}=0.004$  m.

Per la definizione delle velocità e direzione dei deflussi, si sono analizzati i risultati, in termini di velocità, del modello bidimensionale per Tr 300 anni.

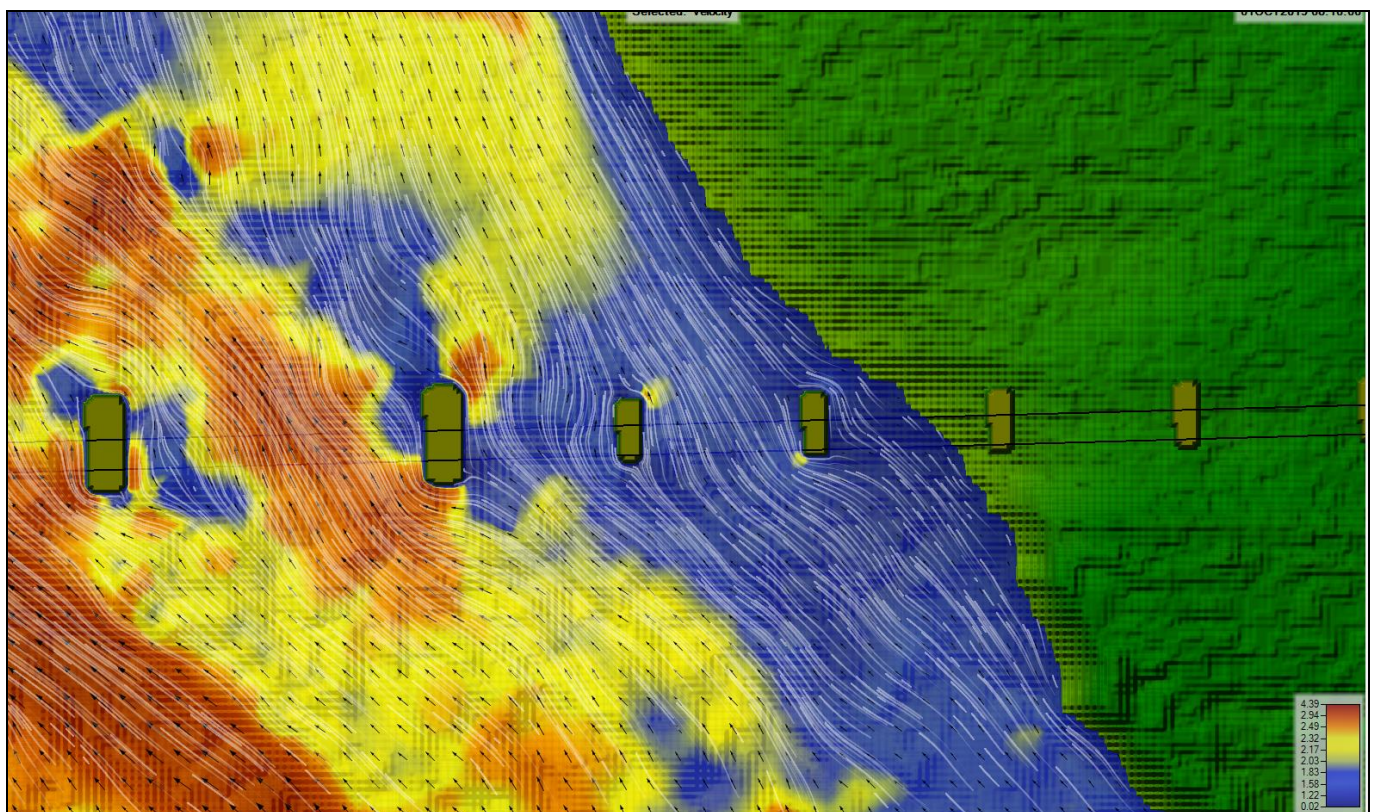


Figura 6-1. – analisi delle direzioni e valori della velocità della corrente interferente con le pile del viadotto VI01 – Pile da 10 a 13



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>57 di 90</b>

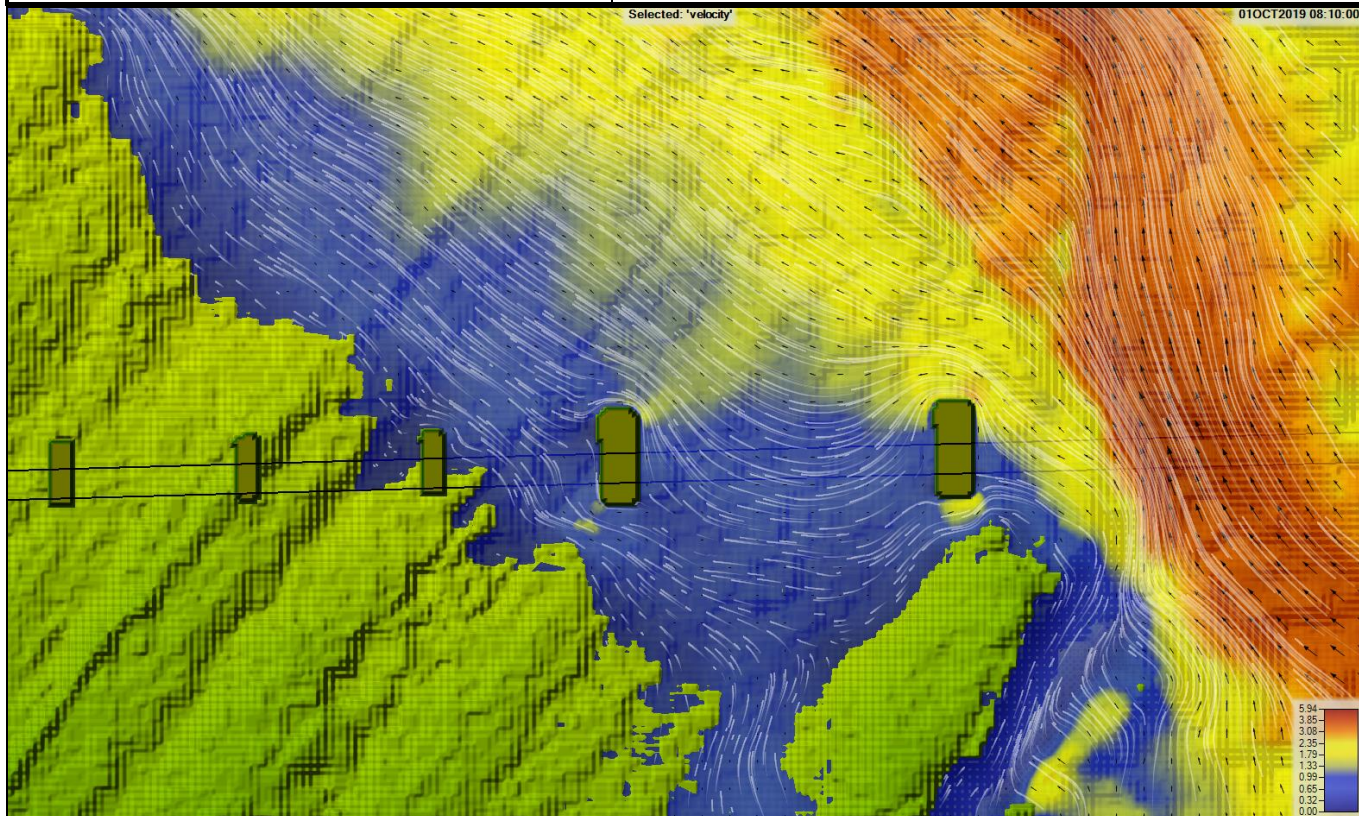


Figura 6-2. – analisi delle direzioni e valori della velocità della corrente interferente con le pile del viadotto VI01 – Pile da 14 a 16

Di seguito sono riportate le caratteristiche di progetto e i valori delle variabili idrauliche utilizzate per il calcolo dello scavo e i valori dello scavo localizzato calcolato con le formulazioni sopra indicate. Lo scavo preso in considerazione risulta dalla media dei due valori ottenuti. Se lo scavo risulta maggiore del ricoprimento previsto al di sopra del plinto di fondazione (valore di scavo indicati in rosso) si deve considerare lo scavo generato dall'intero sistema di fondazioni.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI							

Tabella 9 valori scavo localizzato pile Viadotto VI01 – Metodo CSU

METODO CSU - PILE VIADOTTO VI01														
	PILA 10		PILA 11		PILA 12		PILA 13		PILA 14		PILA 15		PILA 16	
$\alpha$		44.00		47.00		44.00		42.00		51.00		63.00		47.00
velocità		0.71		1.25		1.87		1.99		1.23		0.72		0.27
Fr		0.26		0.38		0.41		0.58		0.49		0.40		0.46
y1		1.02		1.43		2.13		2.15		1.11		0.37		0.08
K1		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00
K2		1.40		1.41		1.41		1.40		1.42		1.41		1.41
	L	11.80	L	11.80	L	18.40	L	18.40	L	18.40	L	18.40	L	11.80
	a	8.50	a	8.50	a	13.20	a	13.20	a	13.20	a	13.20	a	8.50
K3		1.10		1.10		1.10		1.10		1.10		1.10		1.10
K4		0.66		0.91		0.88		1.00		0.92		0.77		0.27
	Vr	0.21	Vr	0.57	Vr	0.93	Vr	1.01	Vr	0.60	Vr	0.32	Vr	-0.02
	V1	0.71	V1	1.25	V1	1.87	V1	1.99	V1	1.23	V1	0.72	V1	0.27
	Vi	0.44	Vi	0.46	Vi	0.48	Vi	0.49	Vi	0.43	Vi	0.36	Vi	0.29
	Vc90	1.74	Vc90	1.84	Vc90	1.97	Vc90	1.97	Vc90	1.77	Vc90	1.47	Vc90	1.14
	Vc50	1.10	Vc50	1.16	Vc50	1.24	Vc50	1.24	Vc50	1.11	Vc50	0.93	Vc50	0.72
	D50	0.00	D50	0.00	D50	0.00	D50	0.00	D50	0.00	D50	0.00	D50	0.00
	D90	0.00	D90	0.00	D90	0.00	D90	0.00	D90	0.00	D90	0.00	D90	0.00
<b>Ys (m)</b>		<b>4.64</b>		<b>8.51</b>		<b>14.62</b>		<b>17.04</b>		<b>11.83</b>		<b>6.05</b>		<b>0.99</b>
<b>Ricoprimento (m)</b>		<b>1.03</b>		<b>0.97</b>		<b>1.03</b>		<b>2.47</b>		<b>3.61</b>		<b>1.11</b>		<b>1.17</b>

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 59 di 90

Tabella 10 valori scavo localizzato plinti Viadotto VI01 – Metodo CSU

<b>PLINTI DI FONDAZIONE VI01</b>												
	PLINTO-PILA 10		PLINTO-PILA 11		PLINTO-PILA 12		PLINTO-PILA 13		PLINTO-PILA 14		PLINTO-PILA 15	
K2		<b>1.62</b>		<b>1.62</b>		<b>1.47</b>		<b>1.56</b>		<b>1.60</b>		<b>1.49</b>
	L	24.2	L	24.2	L	31.3	L	36.6	L	36.6	L	31.3
	a	12.1	a	12.1	a	19.9	a	19.9	a	19.9	a	19.9
K3		<b>1.1</b>		<b>1.1</b>		<b>1.1</b>		<b>1.1</b>		<b>1.1</b>		<b>1.1</b>
K4		<b>0.67</b>		<b>0.91</b>		<b>1.00</b>		<b>1.00</b>		<b>0.93</b>		<b>0.77</b>
	Vr	0.212	Vr	0.572	Vr	0.930	Vr	1.011	Vr	0.600	Vr	0.324
	V1	0.709	V1	1.250	V1	1.868	V1	1.992	V1	1.231	V1	0.716
	Vi	0.431	Vi	0.455	Vi	0.474	Vi	0.475	Vi	0.425	Vi	0.354
	Vc90	1.744	Vc90	1.845	Vc90	1.972	Vc90	1.975	Vc90	1.769	Vc90	1.473
	Vc50	1.099	Vc50	1.162	Vc50	1.242	Vc50	1.244	Vc50	1.114	Vc50	0.928
	D50	0.001	D50	0.001	D50	0.001	D50	0.001	D50	0.001	D50	0.001
	D90	0.004	D90	0.004	D90	0.004	D90	0.004	D90	0.004	D90	0.004
<b>Ys p</b>		<b>6.81</b>		<b>11.98</b>		<b>19.99</b>		<b>24.75</b>		<b>17.43</b>		<b>8.42</b>

Tabella 11 valori scavo localizzato pile Viadotto VI01 – Metodo Breusers

<b>METODO BREUSERS</b>														
	PILA 10		PILA 11		PILA 12		PILA 13		PILA 14		PILA 15		PILA 16	
<b>α</b>		<b>44</b>		<b>47</b>		<b>44</b>		<b>42</b>		<b>51</b>		<b>63</b>		<b>47</b>
<b>velocità</b>		<b>0.71</b>		<b>1.25</b>		<b>1.87</b>		<b>1.99</b>		<b>1.23</b>		<b>0.72</b>		<b>0.27</b>
<b>Y0</b>		<b>1.02</b>		<b>1.43</b>		<b>2.13</b>		<b>2.15</b>		<b>1.11</b>		<b>0.37</b>		<b>0.08</b>
<b>Vc</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>
<b>D50</b>	0.001													
<b>g</b>	1000													
<b>gs</b>	2600													
<b>f1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	V0/Vc	4.66		8.22		12.28		13.10		8.10		4.71		1.77
<b>f2</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>
<b>f3</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>
	s	3.3	s	3.3	s	5.2	s	5.2	s	5.2	s	5.2	s	3.3
	l	8.5	l	8.5	l	13.2	l	13.2	l	13.2	l	13.2	l	8.5
	l/s	2.58	l/s	2.58	l/s	2.54	l/s	2.54	l/s	2.54	l/s	2.54	l/s	2.58





<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>61 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	61 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	61 di 90													

### 6.1.3 VIADOTTO VI02

Le pile del viadotto VI02 interessate dalla corrente sono le pile poste in prossimità dell'alveo ovvero le pile P2 (sinistra idraulica) e P3 (destra idraulica).

Le pile presentano forma rettangolare con fronte arrotondata ad accompagnare la corrente, hanno una larghezza pari a 6.15 m per una lunghezza di 13.20 m.

Il diametro del materiale sul fondo è stato ricavato dalle prove geotecniche effettuate in sito, le quali hanno evidenziato un valore di  $d_{50}=0.0012$  m e un  $d_{90}=0.004$  m.

Per la definizione delle velocità e direzione dei deflussi, si sono analizzati i risultati, in termini di velocità, del modello bidimensionale per Tr 300 anni.

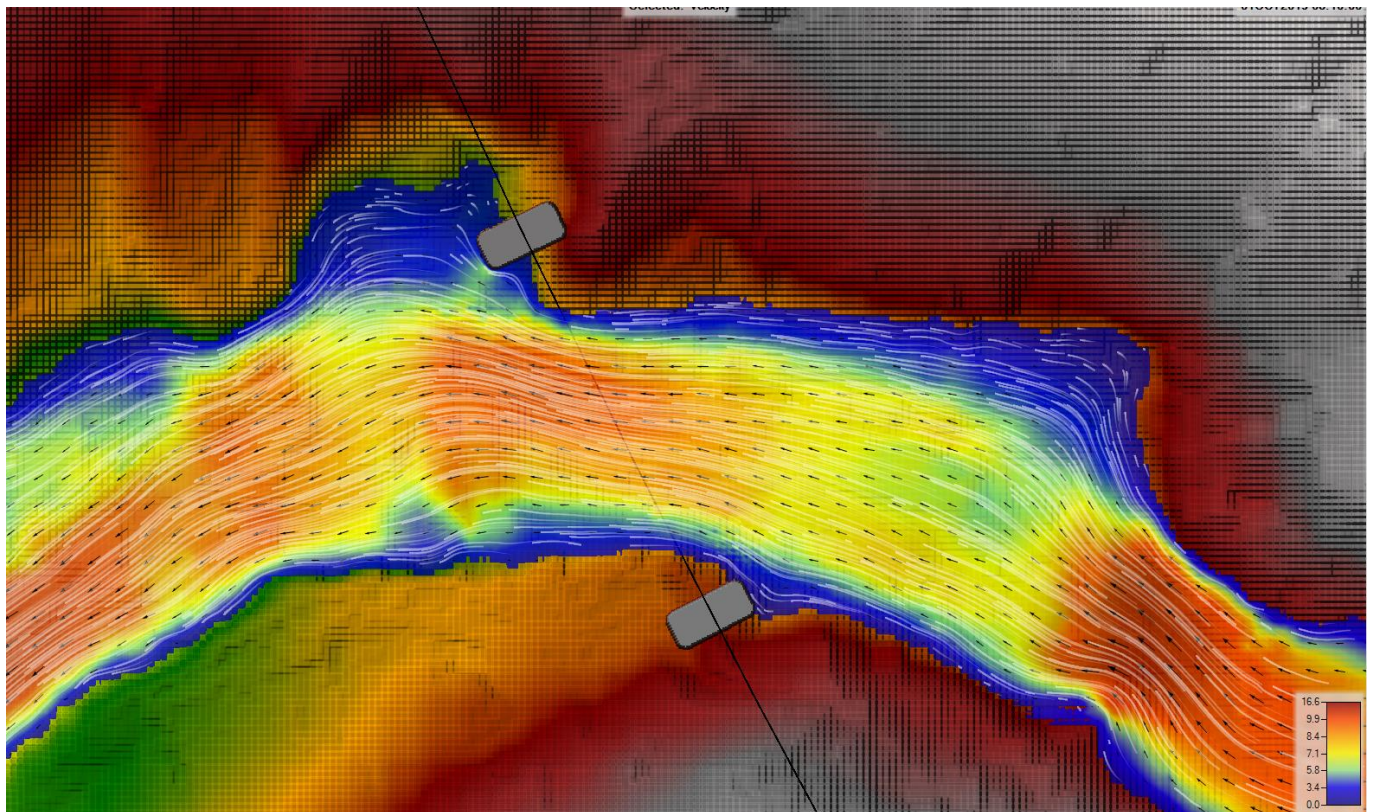


Figura 6-3. – analisi delle direzioni e valori della velocità della corrente interferente con le pile del viadotto VI02 – Pile 2 e 3

Di seguito sono riportate le caratteristiche di progetto e i valori delle variabili idrauliche utilizzate per il calcolo dello scavo e i valori dello scavo localizzato calcolato con le formulazioni sopra indicate. Lo scavo preso in considerazione risulta dalla media dei due valori ottenuti. Se lo scavo risulta maggiore del ricoprimento previsto al di sopra del plinto di fondazione (valore di scavo indicati in rosso) si deve considerare lo scavo generato dall'intero sistema di fondazioni.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N    LOTTO 01 E ZZ    CODIFICA RG    DOCUMENTO MD0000 001    REV. A    FOGLIO 62 di 90

Tabella 14 valori scavo localizzato pile Viadotto VI02 – Metodo CSU

<b>METODO CSU - PILE VIADOTTO VI02</b>				
	<b>PILA 2</b>		<b>PILA 3</b>	
<b><math>\alpha</math></b>		<b>35.00</b>		<b>24.00</b>
<b>velocità</b>		<b>2.36</b>		<b>2.76</b>
<b>Fr</b>		<b>0.56</b>		<b>0.78</b>
<b>y1</b>		<b>1.52</b>		<b>1.38</b>
<b>K1</b>		<b>1.00</b>		<b>1.00</b>
<b>K2</b>		<b>1.37</b>		<b>1.29</b>
	L	11.80	L	11.80
	a	8.50	a	8.50
<b>K3</b>		<b>1.10</b>		<b>1.10</b>
<b>K4</b>		<b>0.94</b>		<b>0.77</b>
	Vr	1.36	Vr	1.67
	V1	2.36	V1	2.76
	Vi	0.47	Vi	0.46
	Vc90	1.86	Vc90	1.83
	Vc50	1.17	Vc50	1.16
	D50	0.00	D50	0.00
	D90	0.00	D90	0.00
<b>Ys (m)</b>		<b>10.27</b>		<b>8.86</b>

Tabella 15 valori scavo localizzato plinti Viadotto VI02 – Metodo CSU

<b>PLINTI DI FONDAZIONE VI01</b>				
	<b>PLINTO-PILA 10</b>		<b>PLINTO-PILA 11</b>	
<b>K2</b>		<b>1.37</b>		<b>1.29</b>
	L	11.80	L	11.80
	a	8.50	a	8.50
<b>K3</b>		<b>1.10</b>		<b>1.10</b>
<b>K4</b>		<b>0.89</b>		<b>0.78</b>
	Vr	1.47	Vr	1.66
	V1	2.36	V1	2.76
	Vi	0.44	Vi	0.46
	Vc90	1.74	Vc90	1.84
	Vc50	1.10	Vc50	1.16
	D50	0.001	D50	0.001
	D90	0.004	D90	0.004
<b>Ys (m)</b>		<b>8.48</b>		<b>0.00</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>63 di 90</b>

Tabella 16 valori scavo localizzato pile Viadotto VI02 – Metodo Breusers

<b>METODO BREUSERS</b>				
	<b>PILA 3</b>		<b>PILA 4</b>	
<b>α</b>		<b>35.00</b>		<b>24.00</b>
<b>velocità</b>		<b>2.36</b>		<b>2.76</b>
<b>Y0</b>		<b>1.52</b>		<b>1.38</b>
<b>Vc</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>
<b>D50</b>	0.001			
<b>g</b>	1000			
<b>gs</b>	2600			
<b>f1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	V0/Vc	15.54		18.14
<b>f2</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>
<b>f3</b>		<b>2</b>		<b>2</b>
	s	3.3	s	3.3
	l	8.5	l	8.5
	l/s	2.58	l/s	2.58
<b>f4</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	a	65	a	65
	b	3.30	b	3.30
	a/b	19.7	a/b	19.7
<b>Ys</b>		<b>4.51</b>		<b>4.11</b>



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	

Tabella 17 valori scavo localizzato plinti Viadotto VI02 – Metodo Breusers

<b>METODO BREUSERS</b>				
	<b>PLINTO-PILA 2</b>		<b>PLINTO-PILA 3</b>	
	<b>PILA 3</b>		<b>PILA 4</b>	
<b>α</b>		<b>35.00</b>		<b>24.00</b>
<b>Y0</b>		<b>1.52</b>		<b>1.38</b>
<b>Vc</b>		<b>0.15</b>		<b>0.15</b>
<b>D50</b>	0.001			
<b>g</b>	1000			
<b>gs</b>	2600			
<b>f1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	V0/Vc	15.54		18.14
<b>f2</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>
<b>f3</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	s	21.5	s	21.5
	l	22.1	l	21.9
	l/s	1.03	l/s	1.02
<b>f4</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	a	65	a	65
	b	3.30	b	3.30
	a/b	19.7	a/b	19.7
<b>Ys</b>		<b>2.28</b>		<b>2.07</b>

Tabella 18 verifica scalzamento

<b>Ysp CSU</b>	<b>17.20</b>	<b>15.18</b>
<b>Ysp Breusers</b>	<b>2.28</b>	<b>2.07</b>
<b>Ysp medio</b>	<b>9.74</b>	<b>8.63</b>
<b>prof. Fondazione</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>
<b>verifica</b>	<b>ok</b>	<b>ok</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>65 di 90</b>

### 6.1.4 VIADOTTO VI03

Le pile del viadotto VI03 interessate dalla corrente sono le pile poste in prossimità dell'alveo ovvero le pile P3 (destra idraulica) e P4 (sinistra idraulica). Le pile presentano forma rettangolare con fronte arrotondata ad accompagnare la corrente, hanno una larghezza pari a 7.5 m per una lunghezza di 13.20 m. Il diametro del materiale sul fondo è stato ricavato dalle prove geotecniche effettuate in sito, le quali hanno evidenziato un valore di  $d_{50}=0.01$  m e un  $d_{90}=0.03$  m.

Per la definizione delle velocità e direzione dei deflussi, si sono analizzati i risultati, in termini di velocità, del modello bidimensionale per Tr 300 anni.

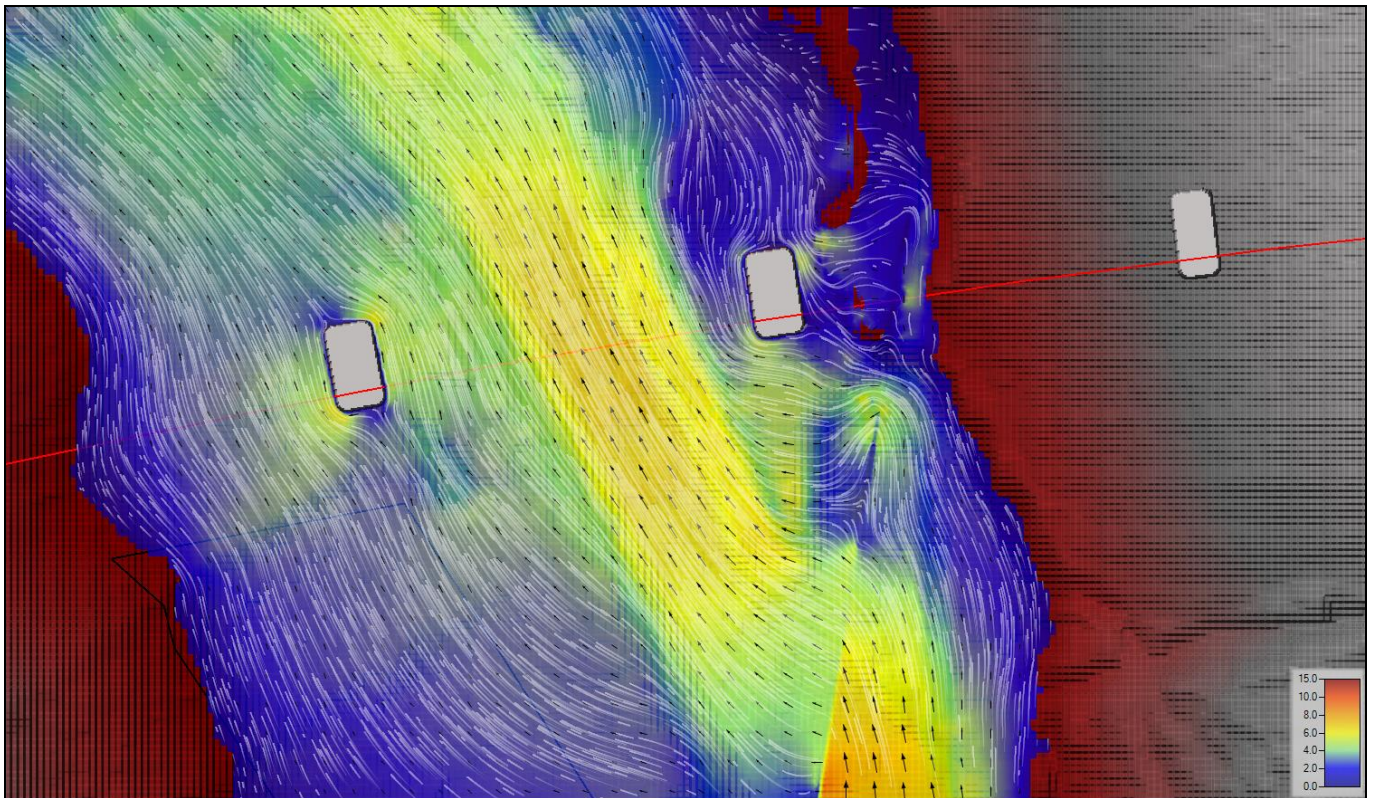


Figura 6-4. – analisi delle direzioni e valori della velocità della corrente interferente con le pile del viadotto VI03 – Pile 3 e 4

Di seguito sono riportate le caratteristiche di progetto e i valori delle variabili idrauliche utilizzate per il calcolo dello scavo e i valori dello scavo localizzato calcolato con le formulazioni sopra indicate. Lo scavo preso in considerazione risulta dalla media dei due valori ottenuti. Se lo scavo risulta maggiore del ricoprimento previsto al di sopra del plinto di fondazione (valore di scavo indicati in rosso) si deve considerare lo scavo generato dall'intero sistema di fondazioni.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 66 di 90

Tabella 19 valori scavo localizzato pile Viadotto VI03 – Metodo CSU

<b>METODO CSU - PILE VIADOTTO VI03</b>				
	<b>PILA 3</b>		<b>PILA 4</b>	
<b><math>\alpha</math></b>		<b>12.00</b>		<b>13.00</b>
<b>velocità</b>		<b>3.18</b>		<b>3.50</b>
<b>Fr</b>		<b>0.98</b>		<b>0.81</b>
<b>y1</b>		<b>1.08</b>		<b>1.96</b>
<b>K1</b>		<b>1.00</b>		<b>1.00</b>
<b>K2</b>		<b>1.21</b>		<b>1.23</b>
	L	13.20	L	13.20
	a	7.50	a	7.50
<b>K3</b>		<b>1.10</b>		<b>1.10</b>
<b>K4</b>		<b>0.99</b>		<b>0.99</b>
	Vr	0.89	Vr	0.88
	V1	3.18	V1	3.50
	Vi	1.09	Vi	1.20
	Vc90	3.45	Vc90	3.81
	Vc50	2.39	Vc50	2.64
	D50	0.010	D50	0.010
	D90	0.030	D90	0.030
<b>Ys (m)</b>		<b>10.00</b>		<b>11.46</b>

Tabella 20 valori scavo localizzato plinti Viadotto VI03 – Metodo CSU

<b>PLINTI DI FONDAZIONE VI03</b>				
	<b>PLINTO-PILA 2</b>		<b>PLINTO-PILA 3</b>	
<b>K2</b>		<b>1.14</b>		<b>1.15</b>
	L	21.70	L	21.70
	a	18.50	a	18.50
<b>K3</b>		<b>1.10</b>		<b>1.10</b>
<b>K4</b>		<b>0.99</b>		<b>0.99</b>
	Vr	0.89	Vr	0.88
	V1	3.18	V1	3.50
	Vi	1.03	Vi	1.20
	Vc90	3.45	Vc90	3.81
	Vc50	2.39	Vc50	2.64
	D50	0.010	D50	0.010
	D90	0.030	D90	0.030
<b>Ys (m)</b>		<b>16.91</b>		<b>19.30</b>



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 67 di 90

Tabella 21 valori scavo localizzato pile Viadotto VI03 – Metodo Breusers

<b>METODO BREUSERS</b>				
	<b>PILA 3</b>		<b>PILA 4</b>	
<b><math>\alpha</math></b>		<b>12.00</b>		<b>13.00</b>
<b>velocità</b>		<b>3.18</b>		<b>3.50</b>
<b>Y0</b>		<b>1.08</b>		<b>1.96</b>
<b>Vc</b>		<b>0.48</b>		<b>0.48</b>
<b>D50</b>	0.010			
<b>g</b>	1000			
<b>gs</b>	2600			
<b>f1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	V0/Vc	6.62		7.29
<b>f2</b>		<b>0.75</b>		<b>0.75</b>
<b>f3</b>		<b>2</b>		<b>2</b>
	s	7.50	s	7.50
	l	13.20	l	13.20
	l/s	1.76	l/s	1.76
<b>f4</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	a	65	a	65
	b	7.50	b	7.50
	a/b	8.7	a/b	8.7
<b>Ys</b>		<b>3.24</b>		<b>5.84</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>68 di 90</b>

Tabella 22 valori scavo localizzato plinti Viadotto VI03 – Metodo Breusers

<b>METODO BREUSERS</b>				
	<b>PLINTO-PILA 2</b>		<b>PLINTO-PILA 3</b>	
	<b>PILA 3</b>		<b>PILA 4</b>	
<b>α</b>		<b>12.00</b>		<b>13.00</b>
<b>velocità</b>		<b>3.18</b>		<b>3.50</b>
<b>Y0</b>		<b>1.08</b>		<b>1.96</b>
<b>Vc</b>		<b>0.48</b>		<b>0.48</b>
<b>D50</b>	0.010			
<b>g</b>	1000			
<b>gs</b>	2600			
<b>f1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	V0/Vc	6.62		7.29
<b>f2</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
<b>f3</b>		<b>2</b>		<b>2</b>
	s	18.5	s	18.5
	l	21.7	l	21.7
	l/s	1.17	l/s	1.17
<b>f4</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	a	65	a	65
	b	3.30	b	3.30
	a/b	19.7	a/b	19.7
<b>Ys</b>		<b>4.32</b>		<b>7.82</b>

Tabella 23 verifica scalzamento

	pila 2	pila 3
<b>Ysp CSU</b>	<b>17.20</b>	<b>15.18</b>
<b>Ysp Breusers</b>	<b>2.28</b>	<b>2.07</b>
<b>Ysp medio</b>	<b>9.74</b>	<b>8.63</b>
<b>prof. Fondazione</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>
<b>verifica</b>	<b>ok</b>	<b>ok</b>

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 69 di 90

### 6.1.5 VIADOTTO VI04

Le pile del viadotto VI04 interessate dalla corrente sono le pile comprese tra la pila P4 e la pila P15.

Le pile presentano forma rettangolare con fronte arrotondata ad accompagnare la corrente, hanno una larghezza pari a 3.30 m per una lunghezza di 8.60 m eccetto che per le pile in prossimità dell'alveo dell'Ufita (P04-P06) che hanno delle dimensioni indicativamente pari a 5.80 m x 13.20 m.

Il diametro del materiale sul fondo è stato ricavato dalle prove geotecniche effettuate in sito, le quali hanno evidenziato un valore di  $d_{50}=0.012$  m e un  $d_{90}=0.04$  m.

Per la definizione delle velocità e direzione dei deflussi, si sono analizzati i risultati, in termini di velocità, del modello bidimensionale per Tr 300 anni.

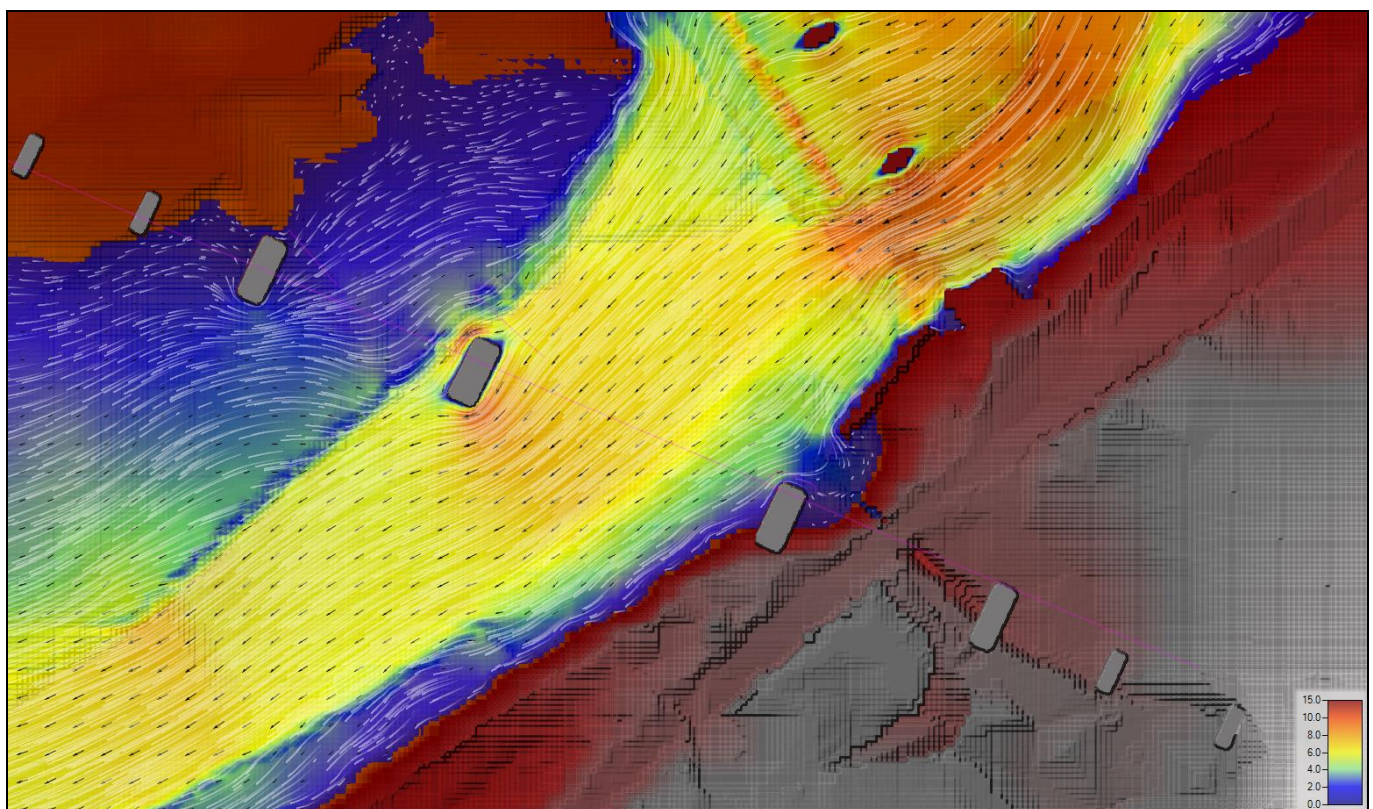


Figura 6-5. – analisi delle direzioni e valori della velocità della corrente interferente con le pile del viadotto VI04 – Pile4, 5 e 6



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28					

Di seguito sono riportate le caratteristiche di progetto e i valori delle variabili idrauliche utilizzate per il calcolo dello scavo e i valori dello scavo localizzato calcolato con le formulazioni sopra indicate. Lo scavo preso in considerazione risulta dalla media dei due valori ottenuti. Se lo scavo risulta maggiore del ricoprimento previsto al di sopra del plinto di fondazione (valore di scavo indicati in rosso) si deve considerare lo scavo generato dall'intero sistema di fondazioni.

Tabella 24 valori scavo localizzato pile Viadotto VI04 – Metodo CSU

METODO CSU - PILE VIADOTTO VI04						
	PILA 4		PILA 5		PILA 6	
$\alpha$		7		18		22
velocità		2.38		5.17		1.20
Fr		0.50		0.72		0.55
y1		2.7		1.68		0.1
K1		1		1		1
K2		1.25		1.24		1.28
	L	19	L	18.78	L	18.78
	a	5.58	a	13.2	a	13.2
		13				
<b>K3</b>		1.1		1.1		1.1
<b>K4</b>		0.77		1.00		1.00
	Vr	0.328	Vr	3.290	Vr	1.012
	V1	2.376	V1	5.169	V1	1.195
	Vi	1.378	Vi	0.466	Vi	0.291
	Vc90	4.419	Vc90	1.895	Vc90	1.184
	Vc50	2.958	Vc50	1.194	Vc50	0.746
	D50	0.012	D50	0.001	D50	0.001
	D90	0.040	D90	0.004	D90	0.004
<b>Ys</b>		6.82		15.21		5.18

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B FOGLIO 71 di 90

Tabella 25 valori scavo localizzato plinti Viadotto VI01 – Metodo CSU

PLINTI DI FONDAZIONE VI04						
	PLINTO-PILA 4		PLINTO-PILA 5		PLINTO-PILA 6	
<b>K2</b>		<b>1.14</b>		<b>1.31</b>		<b>1.29</b>
	L	36.2	L	36.2	L	35.9
	a	19.7	a	19.7	a	24.7
<b>K3</b>		<b>1.1</b>		<b>1.1</b>		<b>1.1</b>
<b>K4</b>		<b>0.98</b>		<b>1.00</b>		<b>1.00</b>
	Vr	1.209	Vr	3.274	Vr	1.012
	V1	2.376	V1	5.169	V1	1.195
	Vi	0.493	Vi	0.456	Vi	0.282
	Vc90	2.051	Vc90	1.895	Vc90	1.184
	Vc50	1.292	Vc50	1.194	Vc50	0.746
	D50	0.001	D50	0.001	D50	0.001
	D90	0.004	D90	0.004	D90	0.004
<b>Ys</b>		<b>17.89</b>		<b>20.90</b>		<b>7.82</b>

Tabella 26 valori scavo localizzato pile Viadotto VI04 – Metodo Breusers

METODO BREUSERS						
	PILA 4		PILA 5		PILA 6	
<b>α</b>		<b>7</b>		<b>18</b>		<b>22</b>
<b>velocità</b>		<b>2.38</b>		<b>5.17</b>		<b>1.20</b>
<b>Y0</b>		<b>2.70</b>		<b>1.68</b>		<b>0.10</b>
<b>Vc</b>		<b>0.53</b>		<b>0.53</b>		<b>0.53</b>
<b>D50</b>	0.012					
<b>g</b>	1000					
<b>gs</b>	2600					
<b>f1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	V0/Vc	4.51		9.81		2.27
<b>f2</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
<b>f3</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>
	s	3.3	s	3.3	s	5.2
	l	8.5	l	8.5	l	13.2
	l/s	2.58	l/s	2.58	l/s	2.54
<b>f4</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>2.42</b>
	a	65	a	45	a	25
	b	5.58	b	13.20	b	13.20
	a/b	11.6	a/b	3.4	a/b	1.9
<b>Ys</b>		<b>10.45</b>		<b>6.63</b>		<b>0.97</b>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio  Soci  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria  Mandanti  	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N    LOTTO 01 E ZZ    CODIFICA RG    DOCUMENTO MD0000 001    REV. A    FOGLIO 72 di 90

Tabella 27 valori scavo localizzato pile Viadotto VI04 – Metodo Breusers

METODO BREUSERS						
	PLINTO 4		PLINTO 5		PLINTO 6	
<b>α</b>		<b>44</b>		<b>47</b>		<b>44</b>
<b>velocità</b>		<b>0.71</b>		<b>1.25</b>		<b>1.87</b>
<b>Y0</b>		<b>1.02</b>		<b>1.43</b>		<b>2.13</b>
<b>Vc</b>		<b>0.53</b>		<b>0.53</b>		<b>0.53</b>
<b>D50</b>	0.010					
<b>g</b>	1000					
<b>gs</b>	2600					
<b>f1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
	V0/Vc	1.35		2.37		3.55
<b>f2</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>
<b>f3</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>
	s	22.9	s	22.9	s	19.7
	l	19.7	l	21.5	l	11.2
	l/s	0.86	l/s	0.94	l/s	0.57
<b>f4</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>2</b>
	a	65	a	45	a	25
	b	22.9	b	22.9	b	19.7
	a/b	2.8	a/b	2.0	a/b	1.3
<b>Ys</b>		<b>15.22</b>		<b>15.69</b>		<b>14.47</b>

Tabella 28 verifica scalzamento

	pila 4	pila 5	pila 6
<b>Ysp CSU</b>	<b>17.89</b>	<b>20.90</b>	<b>7.82</b>
<b>Ysp Breusers</b>	<b>15.22</b>	<b>15.69</b>	<b>14.47</b>
<b>Ysp medio</b>	<b>16.56</b>	<b>18.29</b>	<b>11.15</b>
<b>prof. Fondazione</b>	<b>35.00</b>	<b>35.00</b>	<b>34.00</b>
<b>verifica</b>	<b>ok</b>	<b>ok</b>	<b>ok</b>



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 73 di 90

## 6.2 CONSIDERAZIONI IN MERITO IN MERITO ALLE VERIFICHE ALLO SCALZAMENTO DELLE PILE IN ALVEO

Le massime profondità di scalzamento per le diverse pile dei viadotti, calcolate nei paragrafi precedenti con i diversi metodi di letteratura, sono ottenute assumendo una stratigrafia uniforme e omogenea in materiali sciolti, di spessore indefinito, aventi le proprietà indicate per ciascun viadotto. Le verifiche condotte forniscono, quindi, un estremo superiore della profondità di scalzamento, utilizzata per indicare la quota di assoluta sicurezza della base dei pozzi di fondazione delle pile stesse. Le verifiche non tengono conto delle effettive condizioni stratigrafiche per ogni singolo viadotto ed in particolare della presenza del substrato litoide sotto la coltre alluvionale, il quale per sua natura non potrà essere scalzato. La profondità del tetto dello strato litoide costituisce di fatto la massima profondità di scalzamento possibile da considerare nelle analisi. Si rimanda alle relazioni specialistiche relative alle fondazioni di scavalco per le considerazioni stratigrafiche di dettaglio con l'individuazione della profondità massima dello strato litoide e per la scelta/determinazione della profondità dell'intradosso plinto e della base dei pozzi, tenuto conto dell'insieme delle considerazioni sopra riportate.

## 6.3 VERIFICA DELL'EROSIONE DELL'ALVEO

Ai fini della valutazione dell'efficacia antiersiva di una protezione è necessario considerare tutti i parametri idraulici e geometrici: altezza d'acqua della corrente, pendenza della sponda, andamento planimetrico del corso d'acqua, durata dell'evento di piena; ciò significa, in altri termini, che occorre esprimere risultati di prove sperimentali e le conseguenti indicazioni progettuali in termini di tensioni tangenziali ammissibili, tecnicamente più significative del parametro idraulico velocità della corrente.

Per quanto riguarda le protezioni spondali la resistenza al trascinarsi è garantita dal peso del materiale costituente la protezione: per una scogliera non si ha crisi della protezione finché non viene raggiunta la tensione tangenziale critica di inizio movimento, che dipende esclusivamente dalla forma del pietrame e dalle sue dimensioni; per materassi e gabbioni l'azione di contenimento della rete incrementa tale resistenza, permettendo che avvenga un movimento parziale all'interno delle tasche senza crisi della protezione.

### 6.3.1 METODO DI CALCOLO DELLE TENSIONI AGENTI E RESISTENTI

La formula per calcolare la tensione tangenziale agente massima al fondo fa riferimento al raggio idraulico  $R(m)$  e alla pendenza del fondo  $i$ :

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>74 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	74 di 90													

$$\tau_b = \gamma_w R i_f$$

Nel caso di alvei larghi e poco profondi si compie un errore trascurabile sostituendo  $R$  (raggio idraulico) con  $h$  (tirante idraulico rispetto al fondo); questa semplificazione può essere effettuata per esempio nelle aree golenali, dove l'ampiezza della sezione di deflusso è sufficientemente elevata rispetto al tirante.

Nel caso si analizzino le condizioni inerenti allo sforzo tangenziale in prossimità della sponda di un corso d'acqua *E. Lane* (1953) ha fornito una relazione di  $\tau_{cr}$  che tenga in conto l'inclinazione della sponda e l'angolo di attrito interno  $\phi$  del materiale:

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left( \cos \alpha \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \alpha}{\tan^2 \phi}} \right)$$

dove:

- $\tau_{cr}(\alpha)$ : tensione tangenziale critica sulla sponda che induce le particelle al movimento;
- $\tau_{cr}(0)$ : tensione tangenziale critica sul fondo orizzontale che induce le particelle al movimento;
- $\phi$ : angolo di attrito interno del materiale che caratterizza la sponda;
- $\alpha$ : inclinazione della sponda.

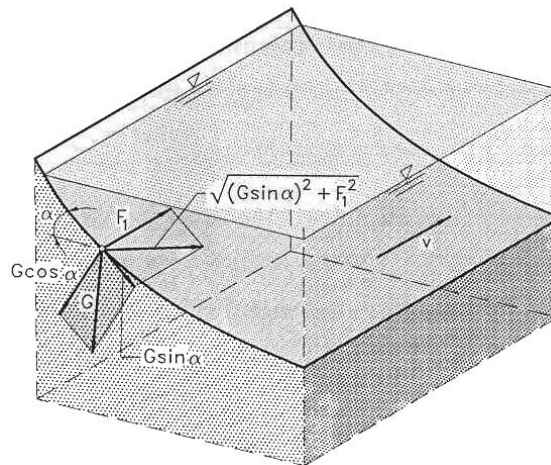


Figura 6-6. –: Forze agenti su di un grano, posizionato su una sponda, impiegate nelle equazioni di equilibrio di Lane

L'equazione scritta in precedenza si presta ad alcune semplici osservazioni che risultano tuttavia essere di interesse pratico. La prima riguarda l'angolo  $\phi$  che deve risultare minore di quello di attrito interno  $\alpha$  del materiale poiché il termine sotto radice ha significato solo se positivo; condizione questa necessaria ma non sufficiente per la stabilità del materiale.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span>   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>75 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	75 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	75 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

La seconda osservazione riguarda la tensione critica sulla sponda, superata la quale prende origine il moto delle particelle, è minore di quella  $\tau(0)$  sul fondo. Quando cioè sul fondo si verifichi la condizione limite  $\tau(0) \cong \tau_{cr}$ , il materiale della sponda è esposto alla rimozione per essere  $\tau_{cr}(\alpha) \cong \tau(0)$ ; pertanto la sponda va protetta e rivestita con materiale di maggiore pezzatura rispetto a quello posto come protezione al fondo.

Per quanto riguarda la resistenza al trascinamento si definisce tensione massima di trascinamento  $\tau_c$  il massimo sforzo tangenziale oltre il quale il materiale di fondo comincia a muoversi.

Per i materiali non coesivi la formula generalmente utilizzata è la formula di Shields:

$$\tau_c = C^* \cdot (\gamma_m - \gamma_w) \cdot d_{75}$$

dove:

$\tau_c$  = tensione massima di trascinamento (kg/m<sup>2</sup>)

$C^*$  = coefficiente di Shields, dimensionale.

$\gamma_m$  = peso specifico del materiale d'alveo

$\gamma_w$  = peso specifico dell'acqua (1000 Kg/m<sup>2</sup>)

$d_{75}$  = diametro del vaglio che consente il passaggio del 75 % del materiale d'alveo (m)

Il coefficiente di Shields per il pietrame sciolto vale circa 0.047, mentre si considera un peso specifico circa pari a 2600 Kg/m<sup>3</sup>.

Per il materiale non coesivo non situato su un fondo orizzontale, occorre tenere conto della riduzione della tensione massima di trascinamento  $\tau_s$  (dovuta all'effetto della pendenza della sponda) mediante un coefficiente correttivo. Le tensioni agenti sulle sponde dell'alveo devono risultare minori alle tensioni resistenti:

$$\tau_m \leq \tau_s$$

dove

$$\tau_s = \tau_c \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \varphi}}$$

in cui:

$\varphi$  = angolo di attrito interno del materiale (non coesivo) che costituisce la sponda = 41°.

$\theta$  = angolo di inclinazione della sponda sull'orizzontale.

Per evitare che il termine sotto radice diventi negativo, occorre che il materiale che costituisce la sponda abbia un angolo di attrito interno superiore all'inclinazione della sponda.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>HirpiniaAV</u> Soci <u>salini impregilo</u> <u>ASTALDI</u>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>ROCKSOIL</u> Mandanti <u>NETENGINEERING</u> <u>Alpina</u>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 76 di 90

Risulta che:

$$\tau_s = \tau_c \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \vartheta}{\sin^2 \varphi}}$$

Ai fini della semplificazione della progettazione, per la determinazione del materiale da posizionare a protezione dell'area golenale al di sotto dei viadotti si è applicata la seguente regola, in funzione della velocità della corrente modellata:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>77 di 90</b>

Tabella 29 – Diametri delle sistemazioni idrauliche in golena in funzione della velocità della corrente

<b>v (m/s)</b>	<b>D (m)</b>
<0.5	0.5
0.5÷1.5	0.8
1.5÷2.5	1.0

Le verifiche eseguite per le sistemazioni idrauliche dei viadotti oggetto dello studio sono riportate di seguito.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>78 di 90</b>

### 6.3.2 VIADOTTO VI01

Per il viadotto VI01 si prevede una sistemazione spondale per un tratto di circa 50m in sinistra idraulica e di 60 m in destra idraulica esteso sia a monte che a valle del viadotto, e una sistemazione di fondo a protezione delle zone golenali interessate dalla corrente per un evento con tempo di ritorno di 300 anni.

Per le protezioni spondali si prevede l'utilizzo di massi di diametro pari a 1.0 m mentre per le protezioni in golena, facendo riferimento alla regola di dimensionamento semplificata precedentemente esposta, si prevedono le seguenti dimensioni:

- Pile 10 e 11: diametro 0.5 m
- Pila 12: diametro 0.8 m;
- Pile 13 e 14: diametro 1.0 m;
- Pila 15 diametro 0.8 m;
- Pila 16 diametro 0.5 m;

Le verifiche delle protezioni di sponda sono riportate nella tabella seguente, considerando un valore della pendenza del fondo di 1% e un raggio idraulico ottenuto dalla modellazione idraulica di 3.80:

Tabella 30 – Verifica delle protezioni di sponda

<b>Sponda</b>	<b>Tensione agente</b>	<b>Tensione resistente</b>	<b>Coeff. di sicurezza</b>
Sinistra (Pila P14)	37.87	70.50	1.88
Destra (Pila P13)	37.87	70.50	1.88

Le verifiche delle protezioni in golena sono riportate nella seguente tabella.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>79 di 90</b>

Tabella 31 – Verifica delle protezioni al fondo

<b><i>Pila</i></b>	<b><i>Tirante</i></b>	<b><i>Tensione agente</i></b>	<b><i>Tensione resistente</i></b>	<b><i>Coeff. di sicurezza</i></b>
16	0.26	2.57	35.25	5.97
15	0.49	4.88	56.40	3.82
12	2.51	25.08	56.40	1.79
11	1.18	11.81	35.25	1.83
10	1.06	10.51	35.25	1.95

### 6.3.3 VIADOTTO VI02

Per il viadotto VI02 si prevede una sistemazione spondale per un tratto di circa 65 m in destra idraulica e 25 m in sinistra idraulica, esteso sia a monte che a valle del viadotto, e una sistemazione di fondo a protezione delle zone golenali interessate dalla corrente per un evento con tempo di ritorno di 300 anni. In particolare, solo la pila destra viene interessata dalla corrente trecentennale, ma si prevede la realizzazione di una protezione al fondo estesa planimetricamente sull'ingombro delle fondazioni della pila sinistra.

Per le protezioni spondali si prevede l'utilizzo di massi legati di diametro  $D=1.0\text{m}$ , mentre per le protezioni di fondo si prevede l'utilizzo di massi sciolti di diametro pari a 1.0 m.

Le verifiche delle protezioni di sponda sono riportate nella tabella seguente, considerando un valore della pendenza del fondo di 3.0% e un raggio idraulico ottenuto dalla modellazione idraulica di 3.08 m.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28					

Tabella 32 – Verifica delle protezioni di sponda

<b>Sponda</b>	<b>Tensione agente</b>	<b>Tensione resistente</b>	<b>Coeff. di sicurezza</b>
Sinistra (Pila P02)	51.73	77.55	1.49
Destra (Pila P03)	51.73	77.55	1.49

Nella seguente tabella si verifica la protezione al fondo di progetto considerando il tirante dell'unica pila interessata dalla corrente trecentennale, ovvero la pila destra (PI03).

Tabella 33 – Verifica delle protezioni al fondo

<b>Pila</b>	<b>Tirante</b>	<b>Tensione agente</b>	<b>Tensione resistente</b>	<b>Coeff. di sicurezza</b>
03	1.78	35.35	77.55	2.19

#### 6.3.4 VIADOTTO VI03

Per il viadotto VI03 si prevede una sistemazione spondale per un tratto di circa 65 m in destra idraulica e 25 m in sinistra idraulica, esteso sia a monte che a valle del viadotto, e una sistemazione di fondo a protezione delle zone golenali interessate dalla corrente per un evento con tempo di ritorno di 300 anni. Prima della realizzazione delle protezioni spondali è da prevedersi la rimozione delle gabbionature esistenti in prossimità della briglia posta a monte del viadotto.

Per le protezioni spondali si prevede l'utilizzo di massi legati di diametro D=1.0m, mentre per le protezioni di fondo si prevede l'utilizzo di massi sciolti di diametro pari a 1.0 m.

Le verifiche delle protezioni di sponda sono riportate nella tabella seguente, considerando un valore della pendenza del fondo di 0.4% e un raggio idraulico ottenuto dalla modellazione idraulica di 2.12m.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28					

Tabella 34 – Verifica delle protezioni di sponda

<b>Sponda</b>	<b>Tensione agente</b>	<b>Tensione resistente</b>	<b>Coeff. di sicurezza</b>
Destra (Pila P03)	39.75	56.97	1.43
Sinistra (Pila P04)	39.75	56.97	1.43

Nella seguente tabella si riporta invece la verifica delle protezioni al fondo previste nelle aree golenali.

Tabella 35 – Verifica delle protezioni al fondo

<b>Pila</b>	<b>Tirante</b>	<b>Tensione agente</b>	<b>Tensione resistente</b>	<b>Coeff. di sicurezza</b>
03	1.3	26.34	75.20	2.2
04	2.26	45.12	75.20	1.6

### 6.3.5 VIADOTTO VI04

Per il viadotto VI04 si prevede la sistemazione ed il risezionamento dell'alveo in corrispondenza del viadotto VI04, a partire dalla briglia posta a valle del ponte stradale sulla SP163 per un'estensione di 86 m. La sezione tipo dell'alveo è costituita da una savanella centrale di base pari a 16 m e altezza di 1.5, con pendenza delle sponde 1:1. La savanella è stata posta in posizione centrale rispetto alla campata principale del viadotto (che ha una luce di 65 m), in maniera tale da spostare il deflusso dalla posizione della pila PI05, in corrispondenza della quale, nella configurazione ante operam, si verifica il deflusso in condizioni di magra del torrente. Infatti l'alveo di magra dell'Ufita, dove essersi spinto in sinistra idraulica immediatamente a valle del ponte stradale, devia spostandosi tutto in sinistra idraulica, dove rimane fino alla confluenza con il fiume Calore.

La sezione d'alveo poi presenta due golene principali a quota pressoché costante che terminano sulle sponde, che sono state progettate con una pendenza di 3:2, cercando di rispettare la naturale forma dell'alveo dell'Ufita.

Per il fondo alveo e le sponde è previsto un rivestimento con massi di diametro pari a 1.5m e legati tramite una fune spiroidale in acciaio con zincatura forte EN 12385 DN 18mm. Per il fondo alveo è stata prevista una legatura incrociata e basata su moduli 3x3 ovvero la legatura incrociata, viene realizzata su due file di massi in verticale e tre file di massi in orizzontale. Tale modulo viene legato e collegato ai moduli adiacenti in corrispondenza di ogni lato tramite tasselli e fune della stessa tipologia. Questo tipo di legatura consente di migliorare la resistenza del

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>HirpiniaAV</b> Soci <b>salini impregilo</b> <b>ASTALDI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>ROKSOIL</b> Mandanti <b>NETENGINEERING</b> <b>Alpina</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	COMMESSA <b>IF1N</b>	LOTTO <b>01 E ZZ</b>	CODIFICA <b>RG</b>	DOCUMENTO <b>MD0000 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>82 di 90</b>

rivestimento nei confronti dell'azione della corrente che in questo caso presenta un andamento piuttosto turbolento e con velocità elevate.

Sulle sponde invece è prevista una legatura con tassello di legatura alternato. In questo caso non è stata prevista una legatura incrociata in quanto, in corrispondenza delle sponde, la corrente agente presenta delle direzioni dei deflussi regolari e longitudinali alle sponde. Nel tratto terminale del rivestimento sul fondo alveo è stata previsto un cordolo in calcestruzzo per contenere eventuali spostamenti del rivestimento ed evitare erosioni localizzate in corrispondenza dell'ultima fila di massi. Di seguito si riporta lo schema della legatura per entrambe le tipologie.

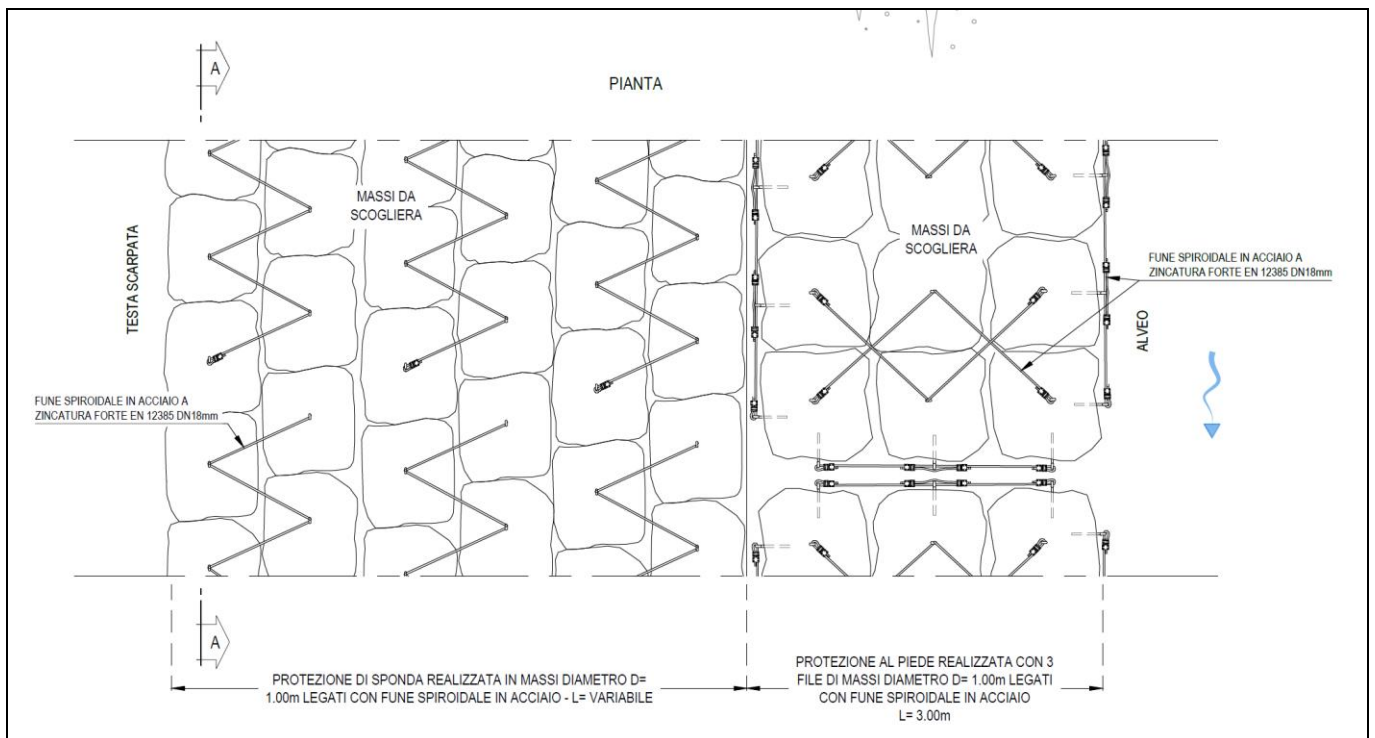


Figura 6-7. – schema legatura massi

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>ID0002 001</td> <td>B</td> <td>83 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	ID0002 001	B	83 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RI	ID0002 001	B	83 di 90								

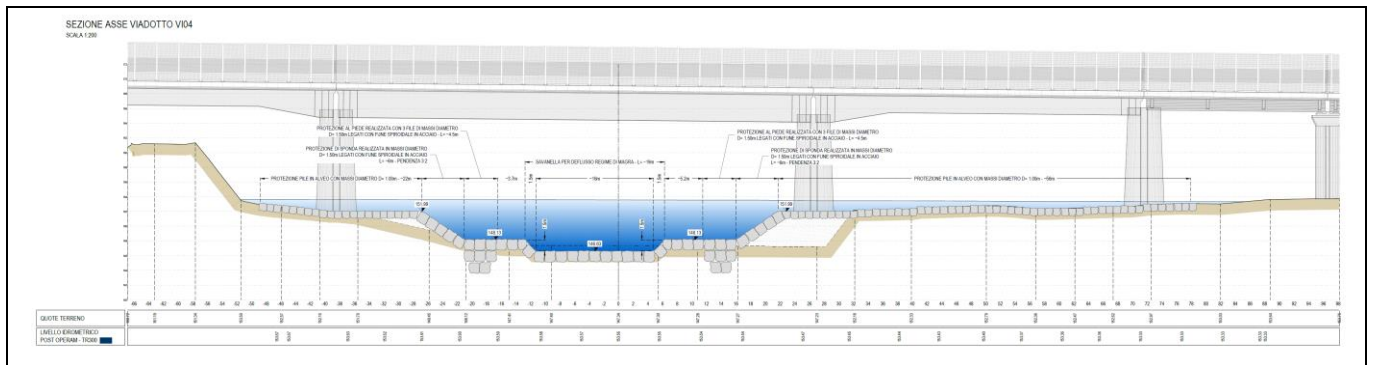


Figura 6-8. – Sezione trasversale della sistemazione dell’alveo in corrispondenza del viadotto VI04

Facendo riferimento alla regola di dimensionamento semplificata precedentemente esposta, si prevedono per le pile 4, 5 e 6 ovvero le pile interessate dai livelli di piena trecentennale, un rivestimento in massi naturali di diametro pari a 1m

Le verifiche delle protezioni di fondo e di sponda in alveo sono riportate nella tabella seguente, considerando un valore della pendenza del fondo di 1.4% e un raggio idraulico ottenuto dalla modellazione idraulica di 5.21:

Tabella 36 – Verifica delle protezioni del fondo e delle sponde

<b>Tratto sezione alveo</b>	<b>Tensione agente</b>	<b>Tensione resistente</b>	<b>Coeff. di sicurezza</b>
Fondo	74.79	112.80	1.50
Sponda sinistra	56.09	85.46	1.52
Sponda destra	56.09	85.46	1.52

Tabella 37 – Verifica delle protezioni al fondo in corrispondenza delle pile

<b>Pila</b>	<b>Tirante</b>	<b>Tensione agente</b>	<b>Tensione resistente</b>	<b>Coeff. di sicurezza</b>
04	1.56	21.62	77.55	3.58
05	1.38	19.25	77.55	4.03
06	0.56	7.74	77.55	>10



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI BIDIMENSIONALI	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 84 di 90

## 7 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA VIADOTTI

Dall'analisi idraulica eseguita nella presente relazione è possibile affermare che i viadotti di progetto non costituiscono un sostanziale aumento delle aree allagabili nei vari tempi di ritorno analizzati.

L'intradosso delle strutture di progetto risulta ampiamente verificato secondo le normative e i regolamenti vigenti. In particolare, le verifiche sono state eseguite secondo le indicazioni dell'Autorità di Bacino, le Norme Tecniche delle Costruzioni ed il Manuale di Progettazione RFI/ITALFERR.

È stato inoltre verificato il dislivello tra il fondo e l'intradosso delle infrastrutture di progetto, che risulta ampiamente sufficiente al fine di non ostacolare l'eventuale passaggio di alberi di alto fusto in entrambi i viadotti di progetto.

L'analisi idraulica ha evidenziato gli effetti della presenza dei viadotti di progetto sui profili idrometrici in termini di rigurgito: l'innalzamento di livello a monte degli attraversamenti è stato calcolato in circa 10 cm per il viadotto VI01, in 8 cm per il viadotto VI02, in 2 cm per il viadotto VI03 e in 18 cm per il viadotto VI04, considerando un evento con tempo di ritorno di 300 anni. In entrambi i casi l'innalzamento di livello si esaurisce 100-200 m a monte dell'attraversamento, senza comportare aumento dell'estensione delle aree allagate. Si sottolinea inoltre che, per il viadotto VI02, le opere di fondazione, in riferimento alla modellazione per Tr 300 anni, non influiscono sull'estensione delle aree allagabili allo stato di progetto. Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico.

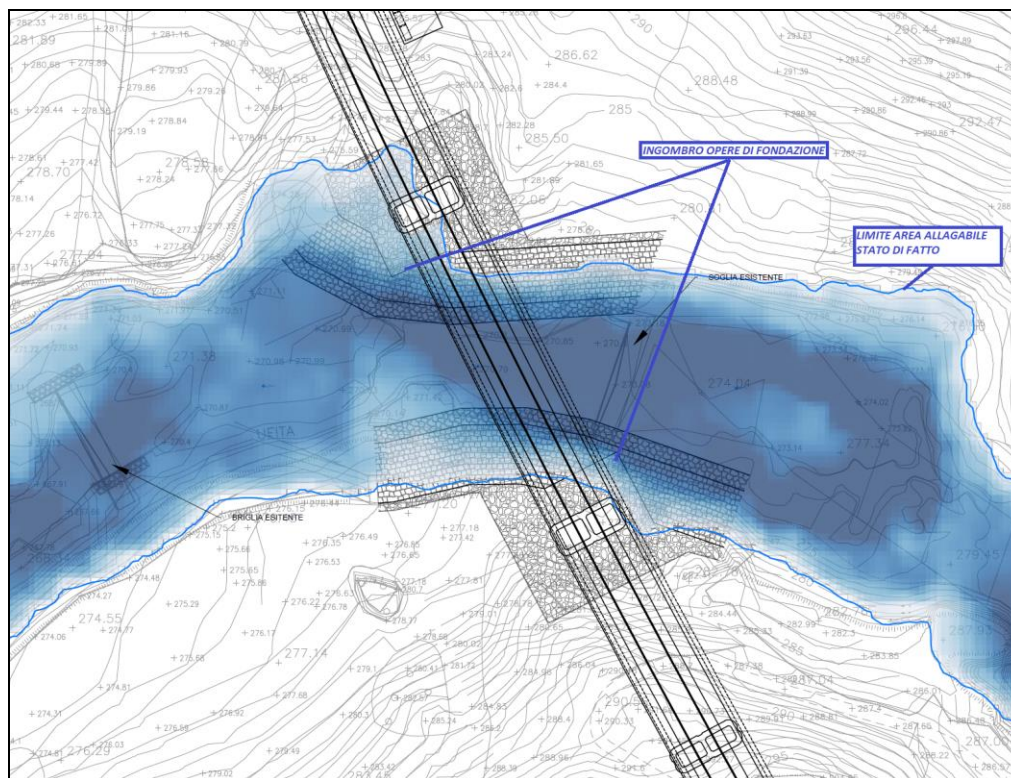


Figura 7-1. – compatibilità opere di fondazione – viadotto VI02

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>ID0002 001</td> <td>B</td> <td>85 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	ID0002 001	B	85 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RI	ID0002 001	B	85 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		

Si ricorda inoltre che i viadotti presentano nella campata centrale, in corrispondenza dell'alveo, una campata con luce pari a 65 m superiore rispetto alla dimensione minima richiesta dalle NTC.

Le pile dei viadotti interessate dalla corrente risultano verificate per quanto riguarda lo scalzamento al piede, calcolato facendo riferimento ad un tempo di ritorno di 300 anni, avendo delle fondazioni a pozzo più profonde rispetto allo scavo atteso.

Sono state previste adeguate protezioni spondali, riproponendo le pendenze delle sezioni attuali d'alveo e dimensionando le protezioni al fine di evitare il trascinarsi da parte della corrente. Inoltre, sono state anche previste delle protezioni al fondo nell'area del viadotto per un'estensione pari a quella degli allagamenti con tempo di ritorno di 300 anni.

In particolare, in corrispondenza del viadotto VI04, vista la delicata situazione legata alla presenza di un attraversamento esistente a monte, il quale in anni recenti ha subito un crollo a seguito dello scalzamento al piede di una pila, si è prevista la protezione completa dell'alveo del torrente, con savanella per il deflusso in periodo di magra, posta in posizione centrale rispetto alla campata, al fine di allontanare il deflusso ordinario dalla posizione delle pile del viadotto. Tale sistemazione va a regolarizzare la livelletta ma non introduce modifiche alla pendenza dell'alveo. A valle della protezione si prevede il posizionamento di una soglia in calcestruzzo, non sporgente rispetto al fondo alveo, che ha lo scopo di stabilizzare l'alveo evitando l'approfondimento dello stesso dovuto a eventuali fenomeni di erosione.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>86 di 90</b>

## 8 SISTEMI DI ALLERTA METEO PER LA GESTIONE DEI CANTIERI IN ALVEO

Sulla base della configurazione delle cantierizzazioni lungo l'intera tratta Apice – Hirpinia, si prevedono opere di cantiere in alveo solo in corrispondenza del viadotto VI01 e del viadotto VI04. Per il viadotto VI01, subito a valle di quest'ultimo, è prevista un'opera di attraversamento costituita da un ponte Bailey con una permanenza in alveo stimata in 5 anni a cui corrisponde un tempo di ritorno pari a 15 anni. Per il viadotto VI04 è previsto, subito a valle di esso, un guado del tipo ad autodistruzione con una permanenza in alveo stimata in 1 anno e con un corrispondente tempo di ritorno pari a 5 anni, mentre, a monte, dove è prevista l'area di cantiere della galleria di Rocchetta, è stata prevista una duna lungo l'argine del fiume Ufita di altezza pari a 2.5m rispetto alla quota dell'area di cantiere. In corrispondenza dei viadotti VI02 e VI03 sono previste aree di cantiere e deposito materiale solo in prossimità dell'alveo.

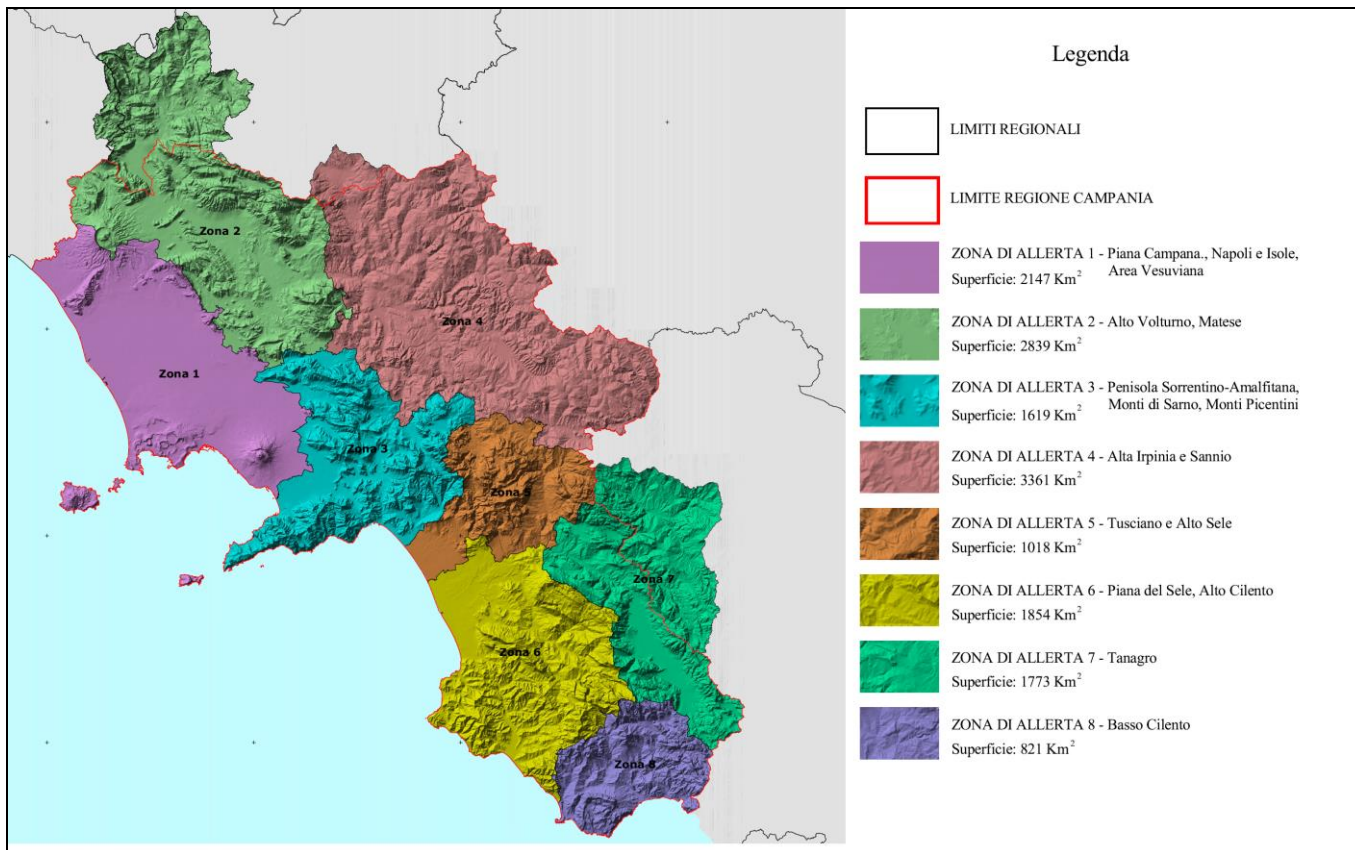
Per tali opere sono state previste delle misure di sicurezza in caso di fenomeni di piena alluviale con lo scopo di mettere in sicurezza le varie aree di cantiere e non incrementare il rischio idraulico attraverso la permanenza in alveo delle opere di attraversamento previste che provocherebbero la riduzione della capacità di smaltimento dei deflussi dell'alveo stesso.

A tale scopo sono state previste delle procedure in accordo con il sistema di allertamento regionale rispetto al rischio idrogeologico emesso dalla protezione civile e delle due province di Benevento e Avellino.

### 8.1 SISTEMA DI ALLERTA REGIONE CAMPANIA

Il sistema di allertamento meteo della regione Campania elaborato dal Centro Funzionale Multirischi regionale ed emesso dalla Protezione Civile regionale, prevede la suddivisione della regione in 8 aree di allerta di seguito riportate.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">COMMESSA</td> <td style="width: 12.5%;">LOTTO</td> <td style="width: 12.5%;">CODIFICA</td> <td style="width: 12.5%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 12.5%;">REV.</td> <td style="width: 12.5%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>87 di 90</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	87 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	87 di 90													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>																		



**Figura 8-1. – zone allerta meteo regione Campania**

Il Centro Funzionale emette quotidianamente, entro le ore 10:30, il Bollettino Meteorologico Regionale, a fini di protezione civile, con validità di 72 ore, elaborato sulla base di modelli previsionali a diverse scale spazio-temporali. Il Centro Funzionale trasmette il Bollettino Meteorologico Regionale, a fini di protezione civile, alla Sala Operativa Regionale Unificata del Settore di Protezione Civile, che provvede ad inoltrarlo alle autorità e agli enti territoriali interessati. Il Centro Funzionale, se sono previste possibili criticità nel territorio regionale per l'intensità e la persistenza degli eventi meteorologici attesi, emette un Avviso Regionale di Avverse Condizioni Meteo (di seguito richiamato, per brevità, con il termine di Avviso Meteo). Esso è specifico per ciascuna Zona di Allerta, viene elaborato qualora si prevedano fenomeni significativi, inerenti ad uno o più dei suddetti parametri, in almeno una Zona di Allerta. Il Centro Funzionale emette l'Avviso Meteo normalmente e possibilmente, in relazione alla disponibilità effettiva dei necessari dati di base, entro le ore 13. L'Avviso Meteo ha validità minima 24 ore e massima 72 ore. Il Centro Funzionale provvede a trasmettere tempestivamente l'Avviso Meteo alla Sala Operativa Regionale Unificata del Settore di Protezione Civile, che, previa formale adozione, provvede ad inoltrarlo al Dipartimento della Protezione Civile Nazionale ed alle autorità e agli enti territoriali interessati. Nel caso in cui l'Avviso Meteo sia emesso con riferimento a fenomeni significativi di precipitazione, ad esso fa seguito l'emissione dell'Avviso di Criticità per rischio idrogeologico e idraulico.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b> 													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">88 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	88 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	88 di 90								

'Avviso di Criticità è emesso normalmente e possibilmente, in relazione alla disponibilità effettiva dei dati necessari allo scopo, entro le ore 14:00 ed ha validità minima 24 ore. In linea generale, il livello di criticità per ciascuna Zona di Allerta (Ordinario, Moderato o Elevato) viene stabilito in funzione dell'analisi meteorologica, nonché dei valori dei precursori pluviometrici di ciascuna Zona di Allerta calcolati nel termine temporale delle ore 15:00 del giorno successivo. Di seguito si riportano le modalità di attivazione delle fasi di preallerta e allerta (attenzione, preallarme e allarme) e gli scenari di evento al suolo attesi.

**La fase di preallerta** viene attivata dal Settore Programmazione degli Interventi di Protezione Civile (S.P.I.P.C.) sulla base dell'Avviso di Criticità Criticità emesso dal Centro Funzionale con livello di criticità Ordinaria.

**La fase di attenzione** viene attivata dal Settore Programmazione degli Interventi di Protezione Civile (S.P.I.P.C.) sulla base dell'Avviso di Criticità emesso dal Centro Funzionale con livello di criticità "moderato" o "elevato" presente in almeno una delle 8 zone di allerta o anche quando i precursori pluviometrici puntuali o areali superino i valori di soglia di attenzione (periodo di ritorno pari a due anni).

**La fase di preallarme** viene attivata quando i precursori pluviometrici puntuali o areali superano i valori di soglia di preallarme (periodo di ritorno pari a 5 anni). Lo stato di preallarme specifico per il rischio idraulico è attivato anche quando gli indicatori idrometrici superino i valori di livello ordinario prima del passaggio del colmo dell'onda di piena o in condizioni meteorologiche avverse persistenti previste per le successive 24 ore. L'attivazione di tale fase, anche in questo caso, comporta la convocazione, in composizione ristretta degli organismi di coordinamento dei soccorsi e l'adozione di misure di preparazione ad una possibile imminente emergenza.

**La fase di allarme** viene attivata quando i precursori pluviometrici puntuali o areali superano i valori di soglia di allarme (periodo di ritorno pari a 10 anni) tenuto anche conto delle informazioni provenienti dagli ingegneri delegati, ove esistenti, dai presidi territoriali, se costituiti, e dai sindaci. Lo stato di allarme specifico per il rischio idraulico è attivato anche quando gli indicatori idrometrici superino i valori di livello "straordinario" prima del passaggio del colmo dell'onda di piena o in condizioni meteorologiche avverse persistenti previste per le successive 24 ore tenuto anche conto delle informazioni provenienti dagli ingegneri delegati, ove esistenti, dai presidi territoriali, se costituiti, e dai sindaci. È possibile che l'evento atteso si verifichi o inizi prima della completa attuazione delle misure previste dal Piano per la fase di allarme, determinando una situazione di emergenza con due diversi momenti di risposta.

Tabella 38 – Avvisi – fase operativa

AVVISI	Fase operativa
Avviso Regionale di avverse condizioni meteo o Avviso Regionale di Criticità Ordinaria	Preallerta
Avviso Regionale di Criticità Moderata o Elevata o superamento di soglie riferite ai sistemi di allertamento locale, ove presenti o all'aggravarsi della situazione in punti critici	Attenzione
A seguito dell'aggravarsi della situazione nei punti critici monitorati a vista da presidi territoriali e/o al superamento di soglie riferite a sistemi di allertamento locale, ove presenti	Preallarme
La fase di allarme viene attivata dal Sindaco al verificarsi di un evento calamitoso (anche solo potenzialmente calamitoso) e/o all'aggravarsi della situazione nei punti critici monitorati a vista dai presidi territoriali e/o al superamento di soglie riferite a sistemi di allertamento locale, ove presenti.	Allarme

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b> 	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b> 					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>					
COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 89 di 90

Le aree e le opere di cantierizzazione rientrano interamente nella zona di allerta “ZONA DI ALLERTA 4 – Alta Irpinia e Sannio. Per tale zona si riportano gli intervalli temporali di riferimento (ore) e valori di soglia (mm) dei precursori adottati nella fase di previsione meteorologica.

Tabella 39 – Intervalli temporali di aggregazione e valori di soglia della precipitazione (in mm) utilizzati per la previsione di criticità diffuse nell’ambito della Zona di allerta 4

ZONA DI ALLERTA	criticità ordinaria	criticità moderata	criticità elevata
	24 ore	24 ore	24 ore
4	40 mm	54 mm	64 mm



Figura 8-2. – zone allerta meteo regione Campania

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDRAULICA VIADOTTI – MODELLI IDRAULICI</b> <b>BIDIMENSIONALI</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0002 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>90 di 90</b>

## 8.2 SISTEMA DI MONITORAGGIO E ALLERTA OPERE CANTIERI IN LAVEO

Le aree di cantiere soggette a rischio esondazione dell'Ufita, individuate negli appositi elaborati di studio idraulico relativi alle fasi di cantiere, sono le seguenti:

- viadotti VI01, VI02, VI03 e VI04, nelle aree prossime all'alveo nelle quali saranno realizzate le pile di scavalco e pre-scavalco;
- aree logistiche Grottaminarda GN01 e Rocchetta GN03, nelle fasce > all'interno dei limiti esondabili;
- le aree di deposito temporaneo DT06/DT07/DT08/DT09 lungo gli argini dell'Ufita.

Per le suddette aree è previsto:

>

- un sistema di allerta meteo per tutta la durata dei cantieri collegato con Protezione Civile/Autorità di Bacino in modo da disporre dei dati relativi a pluviometria e livelli idraulici previsti per l'Ufita in corrispondenza delle zone di cantiere;
- nel caso di previsto raggiungimento dei livelli idraulici massimi considerati nelle diverse aree di cantiere per il progetto delle opere provvisionali/guadi di attraversamento, sarà ordinata la sospensione delle attività, l'allontanamento dei mezzi e degli operatori dalle aree esondabili;
- in corrispondenza del viadotto VI01, se prevista un'onda di piena con tempo di ritorno superiore a 15 anni, vale a dire livello idraulico superiore a 317.95 m s.l.m, il ponte Bailey provvisorio posto sulla pista di collegamento tra Campo Base CB01 e Cantiere logistico Grottaminarda - sarà temporaneamente rimosso;
- in corrispondenza del viadotto VI04, se l'onda di piena prevista avrà tempo di ritorno superiore a  $T_r = 5$  anni, vale a dire livello idraulico superiore a 151.59 m s.l.m, il guado provvisorio sarà interdetto al traffico e monitorato durante la piena. Il guado in questione sarà del tipo ad autodistruzione: al termine della piena prima di procedere con la ricostruzione del guado - sarà verificato lo stato dei luoghi e pulito l'alveo a valle del guado stesso per evitare ostruzioni/ostacoli al regolare deflusso del corso d'acqua in presenza di detriti.