

# COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



Area oggetto  
di intervento

IL PROGETTISTA:

PROPONENTE:



**ESA STUDIO S.R.L.**

Galleria Guerici  
15121 - ALESSANDRIA



**Ethos Engineering s.r.l.**

Via San Giacomo della Vittoria n.64  
15121 - ALESSANDRIA



**DOMUS ING&ARCH s.r.l.**

Via Pastrengo 1/c  
24068 - SERIATE

**CICIEFFE s.r.l.**

Via delle Industrie n. 8  
30038 - SPINEA (VE)

TITOLO DELL'OPERA:

## **COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITÀ DI LOGISTICA E DEPOSITO IN COMUNE DI ALESSANDRIA**

**FASE 2 : PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO**

SOTTOFASE:

**PROGETTO DEFINITIVO OPERE DI DIFESA IDRAULICA**

OGGETTO ELABORATO:

**Relazione illustrativa**

FASE	ARG.	PROGR.	REV.	NOME FILE	SCALA	DATA
F2	02	01	02	F2_02_00_R02	-	03/09/2021

COMMITTENTE: CICIEFFE s.r.l..

COMMESSA: COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO  
DESTINATO AD ATTIVITÀ DI LOGISTICA E  
DEPOSITO IN COMUNE DI ALESSANDRIA

ELABORATO: INTERVENTI DI ADEGUAMENTO  
OPERE ARGINALI  
RELAZIONE ILLUSTRATIVA

DATA EMISSIONE: 03/09/2021

GRUPPO DI LAVORO: Ing. Andrea Panizza  
Ing. Fabrizio Foltran  
Geom. Franco Cherubini  
Geom. Valerio Guzzon  
Ing. Alessandro Cimo

DIREZIONE TECNICA: Ing. Andrea Panizza  
Ing. Fabrizio Foltran

REDAZIONE: Ing. Andrea Panizza

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. TOPOGRAFIA .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ELENCO ELABORATI .....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONSIDERAZIONI GENERALI SULLO SCENARIO ATTUALE .....</b>	<b>8</b>
<b>5. INTERVENTO IN PROGETTO .....</b>	<b>12</b>
5.1 Adeguamento difesa arginale opera 1 .....	12
5.2 Adeguamento difesa arginale opera 2 .....	16
5.3 Adeguamento difesa arginale opera 3 .....	18
<b>6. MODELLAZIONE NUMERICA DELLO SCENARIO DI PROGETTO.....</b>	<b>19</b>

### **Presentazione aggiornamento progetto definitivo**

*Facendo seguito alla trasmissione del PROGETTO DEFINITIVO DEGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO OPERE DI DIFESA IDRAULICA alla Agenzia Interregionale per il fiume Po - Ufficio Operativo di Alessandria, in data 5/08/2021, e agli esiti dell'incontro tecnico avvenuto presso la sede della medesima Agenzia in data 02/09/2021, la scrivente ETHOS engineering s.r.l. ha provveduto all'aggiornamento del progetto depositato prevedendo la modellazione di uno scenario di progetto aggiuntivo (nel seguito "Scenario di progetto 2"). Il capitolo 7 è dedicato ai dettagli di tale simulazione aggiuntiva.*

*La presente relazione rappresenta l'aggiornamento della relazione illustrativa di progetto.*

## **1. PREMESSA**

Nell'ambito delle azioni previste nell'atto di programmazione negoziata tra il Comune di Alessandria e la società CICIEFFE s.r.l. avente per oggetto la costruzione di un edificio destinato ad attività di logistica e deposito, vi è la progettazione degli interventi di adeguamento dell'arginatura sinistra del Fiume Bormida in corrispondenza di tre fornici esistenti lungo la tangenziale di Alessandria; si tratta di tre opere di attraversamento poste immediatamente a valle del ponte ferroviario della linea Alessandria – Genova; due manufatti sono posti a servizio dei due rami di Via del Chiozzetto che, dall'area del quartiere Europa portano alle cascate in golena sinistra del fiume; il terzo manufatto, costruito con funzione di connessione idraulica tra la golena destra del Bormida e le aree poste ad Ovest della tangenziale, è stato chiuso con un'opera arginale.

Allo stato attuale, in corrispondenza dei tre fornici, al fine non permettere l'ingresso di acqua attraverso di essi, verso la città, durante le piene del fiume, sono presenti, lato fiume, rilevati di contenimento dei livelli che risultano collegati lateralmente al rilevato della tangenziale, che, nel tratto, costituisce barriera idraulica per le piene.

Tali rilevati risultano non pienamente adeguati allo svolgimento delle loro funzioni di barriera alle piene straordinarie duecentennali, sia per la loro natura costruttiva che per le loro caratteristiche geometriche.

In molti punti non risultano avere adeguata larghezza e consistenza strutturale e le quote di testa non assicurano un contenimento della piena con adeguato franco.

Il progetto prevede l'adeguamento di tali opere di protezione puntuale dalle piene tramite la realizzazione di rilevati arginali in terra, a protezione delle aree a tergo fornici, adeguati in altezza ad assicurare un franco minimo di 1 m, rispetto al livello di piena duecentennale; tali



rilevati, nel caso dei due attraversamenti stradali, avranno forma a C e saranno intestati sull'argine addossato al rilevato della tangenziale; nel caso del terzo fornice l'adeguamento dell'opera di contenimento sarà realizzato invece con il semplice adeguamento altimetrico del rilevato arginale esistente.

La sede stradale delle due viabilità sarà rialzata fino alla sommità arginale, in modo da permetterne lo scavalco ed assicurare il collegamento viario da un lato all'altro dello stesso.

Gli interventi previsti sono indicati in colore rosso in Figura 1.

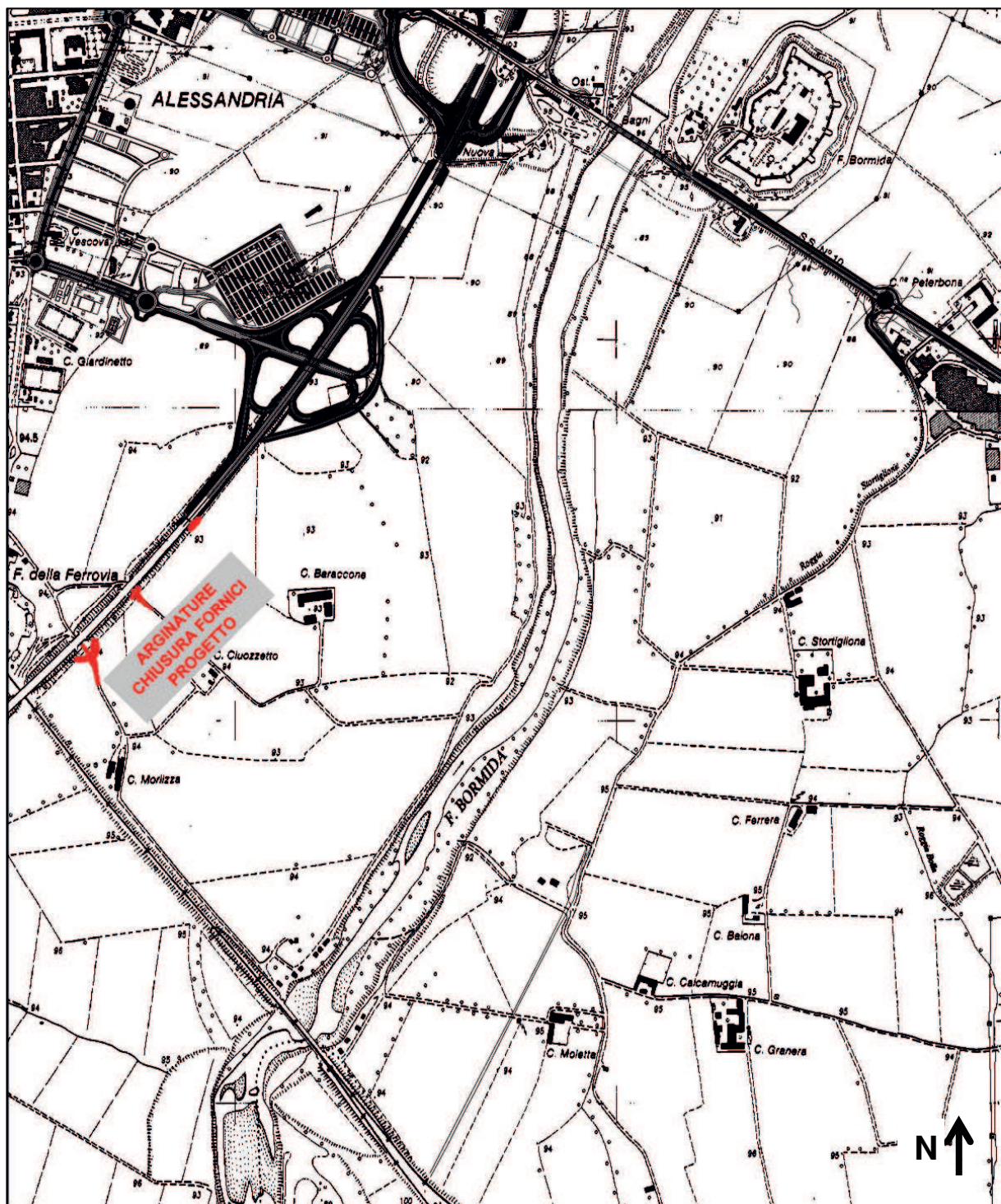


Figura 1 – Planimetria ubicazione intervento

Per la valutazione degli elementi dimensionanti delle opere arginali in progetto, si è realizzata una modellazione idraulica bidimensionale. La modellazione è stata realizzata con

il software BASEMENT (<http://www.basement.ethz.ch/>), ed interessa un tratto di asta del Fiume Bormida compreso longitudinalmente tra il ponte ferroviario della linea Alessandria – Genova e la progressiva a valle della traversa, posta a valle del ponte della S.S. n. 10, per uno sviluppo complessivo di 2.7 km.

Ai fini della verifica di compatibilità idraulica della nuova opera di attraversamento sono stati analizzati gli scenari relativi all'evento di piena duecentennale nelle tre configurazioni seguenti:

- stato attuale;
- stato di progetto 1: realizzazione dell'adeguamento dei rilevati arginali a protezione dei tre forni, inseriti nel contesto dell'attuale configurazione arginale, prevedendo come limite sinistro e destro del modello i limiti di fascia di progetto B previsti dal PAI; si intende pertanto, cautelativamente, valutare l'adeguatezza degli interventi proposti, nello scenario di avvenuto completamento degli interventi ai adeguamento degli argini previsti dal PAI; lo scenario di progetto include altresì anche la presenza delle pile della passerella ciclo-pedonale prevista a monte del ponte stradale (Progetto Marengo Hub da Periferia a Comunità – n. 7 lotti) "Ponte ciclo-pedonale" Comune di Alessandria);
- stato di progetto 2: realizzazione dell'adeguamento dei rilevati arginali in sponda sinistra secondo i limiti di fascia di progetto B previsti dal PAI; adeguamento delle opere di protezione dei tre forni in sinistra idraulica, inseriti nel contesto dell'attuale configurazione arginale; in questo scenario, a differenza dello scenario 1, è previsto il mantenimento dell'attuale argine destro del Bormida, nella configurazione planimetrica attuale, ma adeguato altimetricamente come se costituisse barriera idraulica al deflusso; lo scenario di progetto include altresì la presenza delle pile della passerella ciclo-pedonale prevista a monte del ponte stradale (Progetto Marengo Hub da Periferia a Comunità – n. 7 lotti) "Ponte ciclo-pedonale" Comune di Alessandria).

Per una lettura di dettaglio degli aspetti specialistici di analisi idrologica e modellazione idraulica si rimanda all'elaborato "Relazione idraulica" allegato al progetto.

## **2. TOPOGRAFIA**

Al fine dell'implementazione del modello idraulico di deflusso sono state utilizzate informazioni topografiche ricavate da differenti fonti:

- rilievo di profili e sezioni trasversali del Fiume Bormida, realizzato nel febbraio 2021;
- rilievo batimetrico dell'alveo nel tratto compreso fra il ponte FS Alessandria-Genova e la traversa fluviale a valle ponte S.S. n. 10, realizzato nel febbraio 2021;
- rilievo topografico puntuale della sommità arginale degli argini e delle opere accessorie al contenimento delle piene, ove necessario alla corretta definizione del modello;
- DTM Regione Piemonte a maglia 5 m x 5 m (Ripresa aerea ICE 2009-2011 - DTM 5), scaricabile dal Geoportale Geo-Piemonte (<http://www.geoportale.piemonte.it>), per le aree golenali.

### **3. ELENCO ELABORATI**

Relazione illustrativa

Relazione idraulica

Planimetria di rilievo

Planimetria fotografica

Planimetria generale

Pianta e profili Opera 1

Pianta e profili Opera 2

Pianta e profilo Opera 3

Sezioni trasversali strada esistente Opera 1

Sezioni trasversali argine Opera 1

Sezioni trasversali strada esistente Opera 2

Sezioni trasversali argine Opera 2

Sezioni trasversali argine Opera 3

Disegno d'insieme manufatto di scarico Opera 1

Sezioni tipo

Planimetria particellare di esproprio

Elenco ditte da espropriare

Planimetria siti di cava e di deposito

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici



#### 4. CONSIDERAZIONI GENERALI SULLO SCENARIO ATTUALE

La simulazione di stato attuale è servita in primis per valutare i parametri di scabrezza da applicarsi ad alveo e golene, al fine di rendere il modello compatibile con quello utilizzato nello Studio di Fattibilità AIPO, riprodotto nella Variante al PAI. In figura 2 sono rappresentate le sezioni Variante PAI con indicazione dei livelli idrici di riferimento.

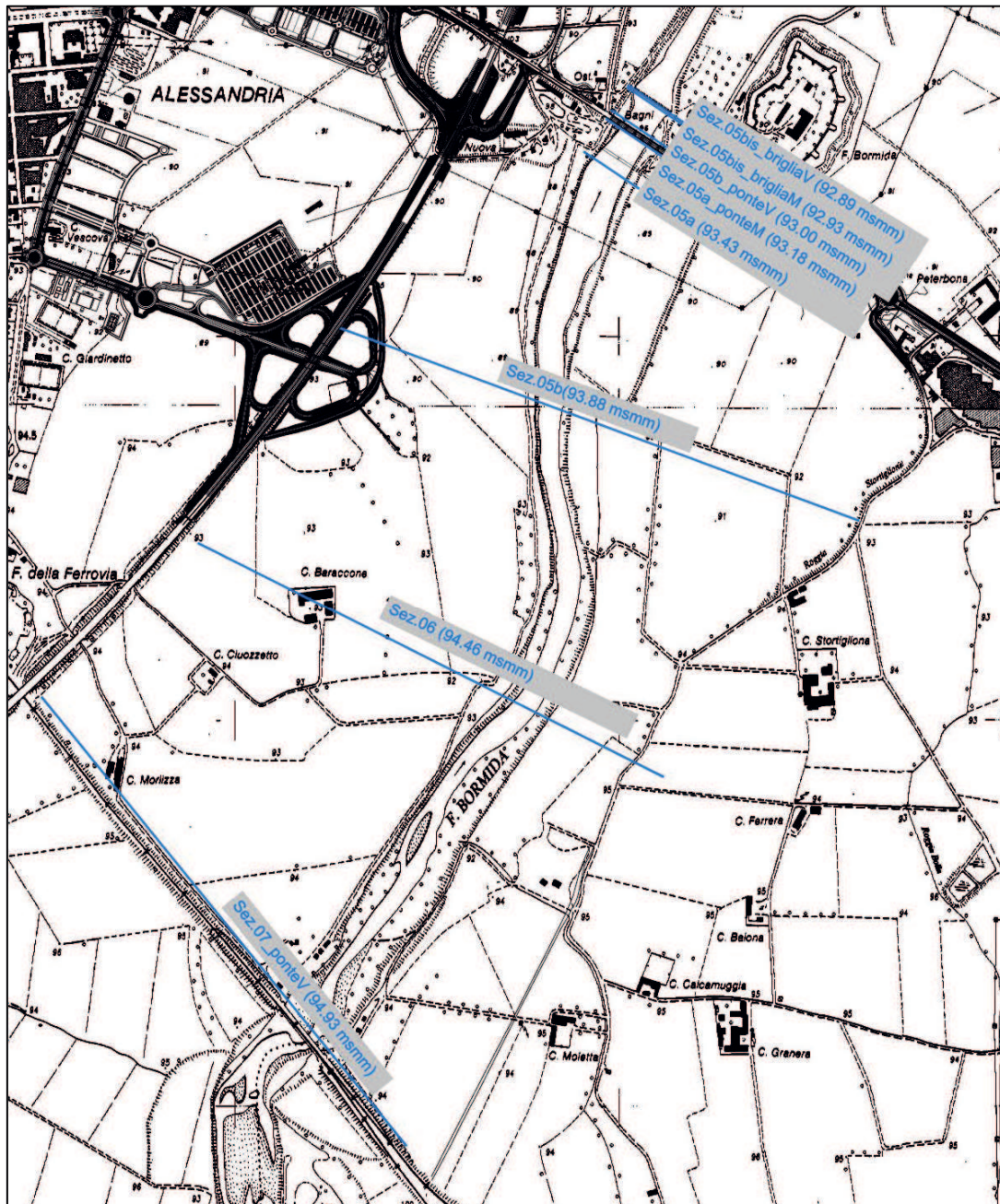


Figura 2 – Ubicazione sezioni Variante PAI con indicazione livelli di riferimento



La rappresentazione grafica dei risultati della modellazione dello scenario di stato attuale è riportata di seguito in termini di carta dei livelli idrici (Figura 3) e di carta dei tiranti (Figura 4), nella porzione di territorio analizzata.

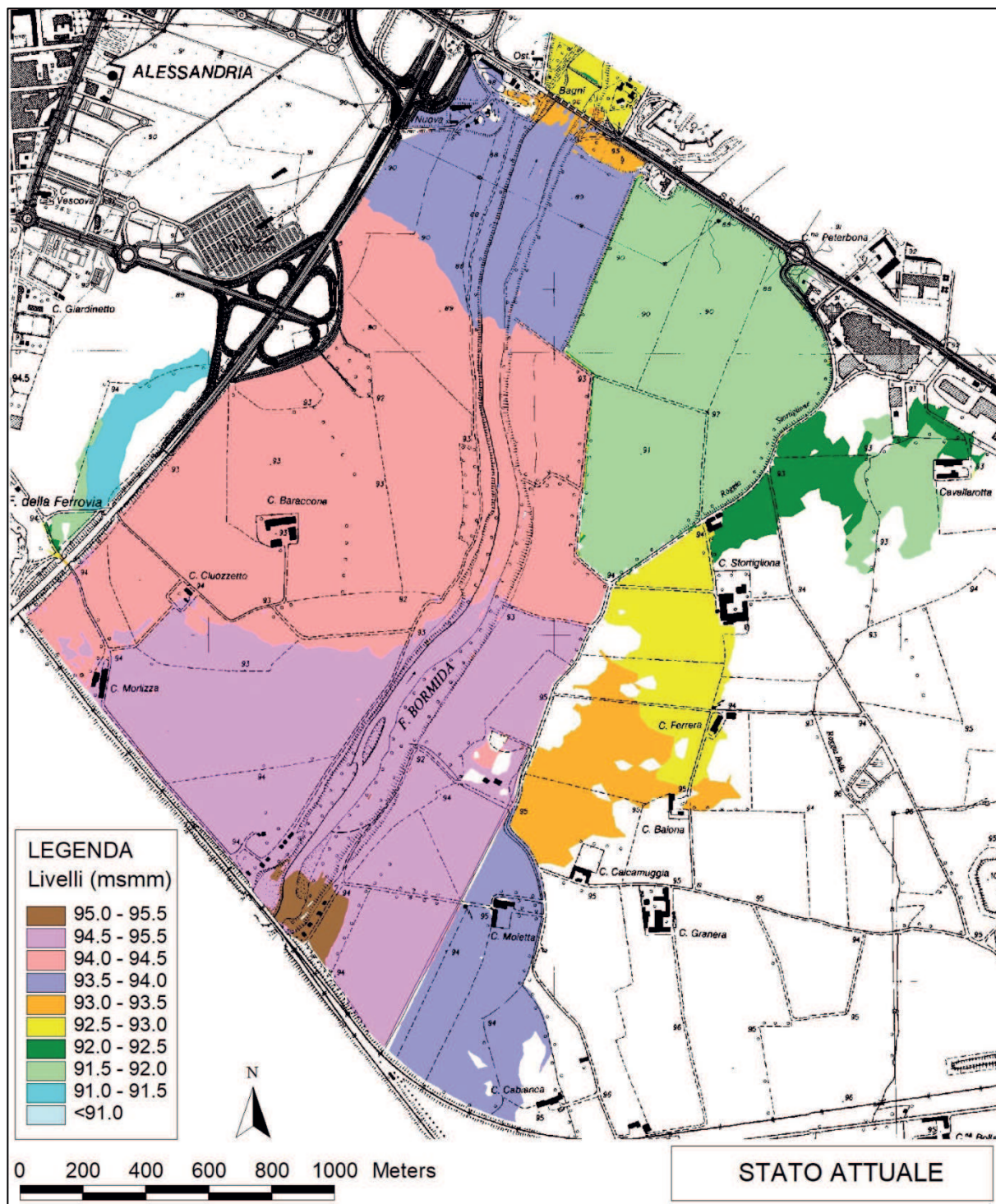


Figura 3 – Scenario Attuale - TR=200 ( $Q=4015 \text{ m}^3/\text{s}$ ) - Carta dei livelli massimi



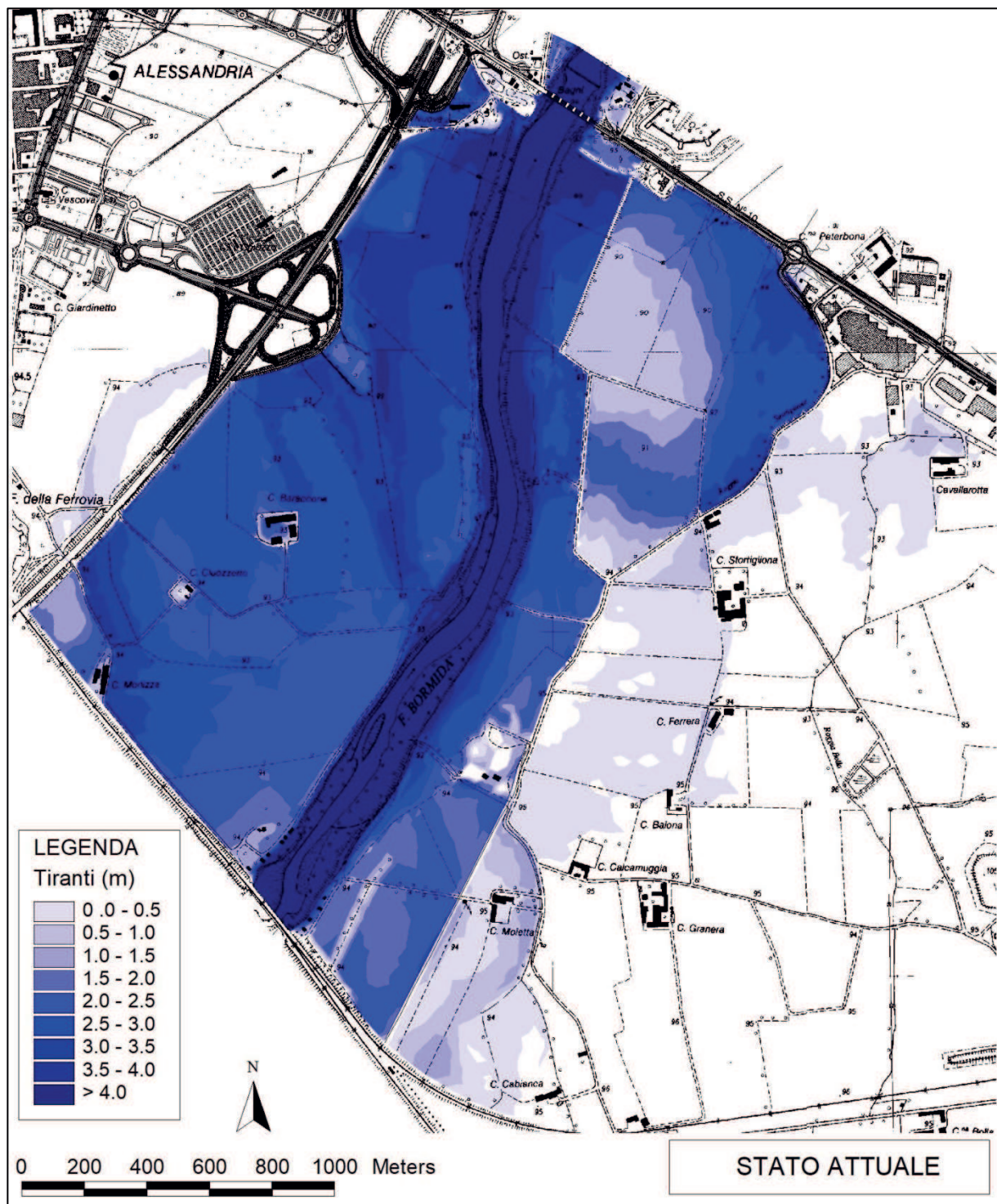


Figura 4 – Scenario Attuale - TR=200 ( $Q=4015 \text{ m}^3/\text{s}$ ) - Carta dei tiranti massimi

Si deve rilevare preliminarmente che gli allagamenti determinati dal modello sono, in generale, affini a quelli indicati nella Variante PAI.

In sinistra, l'allagamento è, in generale, confinato dal rilevato della S.S. n. 30; si possono distinguere tre tratti:

- tratto 1: linea ferroviaria – inizio argine svincolo corso G. Romita;
- tratto 2: argine svincolo corso G. Romita;
- tratto 3: termine argine svincolo corso G. Romita – S.S. n. 10.

Il tratto 1 è caratterizzato da un franco idraulico del rilevato stradale che varia da 8.00 m fino praticamente ad azzerarsi. Questo tratto comprende i tre fornici le cui opere di difesa arginale sono oggetto di adeguamento. In prossimità del fornice del ramo sud di Via del Chiozzetto il livello idrico raggiunge la quota di sommità del rilevato arginale esistente a protezione del fornice stesso; in corrispondenza del fornice nord di Via del Chiozzetto l'allagamento è contenuto anche se con franco esiguo; in corrispondenza del terzo fornice il livello idrico supera per pochi centimetri la quota di sommità del rilevato arginale; di fatto il fornice risulta privo di qualsiasi funzione idraulica, essendo totalmente ostruito dall'opera di difesa arginale costruita da AIPO.

Il tratto 2 è rappresentato dall'arginatura dello svincolo di Corso G. Romita, che fu progettata per portate di riferimento inferiori rispetto al valore di 4015 m<sup>3</sup>/s; in questo tratto il contenimento è garantito, ma con franco inferiore al metro.

Il tratto 3 è caratterizzato da un franco idraulico della sommità del rilevato stradale superiore a 1.00 m; in questo tratto è presente un fornice avente funzione di attraversamento stradale; il fornice è protetto da un sistema di difesa locale avente franco esiguo (circa 0.20 m).

In destra, l'arginatura esistente, progettata per portate di riferimento inferiori, non risulta adeguata a contenere i livelli di piena, determinati dall'evento con picco a 4015 m<sup>3</sup>/s, per la quasi totalità del suo sviluppo. Si riscontrano:

- sormonto locale nel tratto di argine alla progressiva di C.na Moietta, che determina l'allagamento della gran parte della golena destra fino all'orlo di terrazzo in corrispondenza di Via Stortigliona;
- sormonto in corrispondenza dell'accesso all'area di cava limitrofa al Rio Molinetto, ove è evidente una corda molle del profilo dell'argine con un abbassamento della livelletta di 20-30 cm, rispetto allo sviluppo lineare della testa argine; in questo tratto si sviluppa l'allagamento che, ruscellando sopra la viabilità, va ad interessare i campi ad Est di Via Stortigliona fino a raggiungere le C.ne Stortigliona e Cavallarotta;
- sormonto lungo tutto il tratto di argine a valle della progressiva di C.na Stortigliona, fino al piazzale del distributore Esso limitrofo alla S.S. n. 10, che determina



l'allagamento di tutta la golena destra fino all'orlo di terrazzo in corrispondenza di Via Stortigliona.

Nei tratti di argine ove non si verifica sormonto, il franco idraulico è esiguo.

Si osserva che, in linea generale, il tratto complessivo di fiume Bormida indagato presenta condizioni di franco idraulico ridotto, anche in corrispondenza delle opere arginali di più recente costruzione (svincolo corso Romita); questo fatto è evidentemente da riferirsi al valore di portata di riferimento adottato che, secondo quanto previsto dallo studio dell'Università di Padova e recepito dallo "Studio di fattibilità per la definizione dell'assetto di progetto" del T. Bormida, è stato assunto pari a  $4015 \text{ m}^3/\text{s}$ , in sensibile incremento rispetto al valore di  $3640 \text{ m}^3/\text{s}$ , precedentemente indicato dal PAI ed utilizzato nei dimensionamenti delle opere esistenti.

A tale situazione di criticità generale si vengono poi ad aggiungere locali problematiche di insufficienza delle opere di difesa, tra le quali, in particolare, quelle poste a protezione dei tre fornici presenti in sinistra idraulica lungo il c.d. tratto 1.

## **5. INTERVENTO IN PROGETTO**

Il progetto prevede l'adeguamento delle opere di protezione puntuale dalle piene in corrispondenza di tre fornici; due di essi sono localizzati lungo i due rami di Via del Chiozzetto, attraversano la tangenziale e collegano il Quartiere Europa alle cascate presenti in area golenale sinistra del Fiume Bormida; il terzo fornice, costruito all'epoca della Strada Statale, e concepito con funzione di connessione idraulica tra la golena destra del Bormida e le aree poste a Nord della tangenziale, fu successivamente chiuso con un rilevato arginale. Si riporta a seguire la descrizione dei singoli interventi previsti.

### **5.1 Adeguamento difesa arginale opera 1**

L'opera 1 rappresenta l'attuale fornice posto a servizio del ramo sud di via del Chiozzetto.

Allo stato attuale la via del Chiozzetto attraversa la S.S. n. 30 mediante opera scatolare in c.a.; superato lo scatolare di attraversamento, la strada sale in quota fino a raggiungere la quota di sommità di un sistema arginale che corre lungo i due cigli stradali. Le larghezze di tali rilevati arginali sono dell'ordine del metro e pertanto inadeguate.

L'opera in progetto prevede la realizzazione di un nuovo rilevato arginale sviluppato a quota 95.95 m slm. La strada, conseguentemente, viene adeguata in quota fino a raggiungere la

quota di massimo pari a 95.95 m slm. L'adeguamento altimetrico richiede la realizzazione di due rampe in salita e discesa di pendenza pari al 9.9% e 4.3% e rispettivamente.

La protezione del rilevato arginale al piede è garantita dalla realizzazione di un taglione in calcestruzzo di altezza 2.00 m e larghezza 1.00 m; la scarpata è inoltre protetta da un pacchetto antierosione formato da una membrana impermeabile ancorata al terreno, un materasso Reno di altezza 0.17 m e uno strato di terreno vegetale di copertura.

Si rileva la presenza delle interferenze seguenti:

- presenza di una condotta di attraversamento circolare in calcestruzzo diametro 1250 mm circa, attrezzata con clapet: il progetto prevede il prolungamento della condotta con manufatto scatolare di sezione 1500x1500 mm e l'attraversamento dell'opera arginale in progetto; l'attraversamento è nuovamente servito da portella in acciaio a clapet;
- presenza di due sottoservizi interrati (doppia linea elettrica MT e linea telefonica) correnti al di sotto della strada attuale: il progetto non prevede alcun intervento, salvo la posa di cavidotti di predisposizione sulla base di eventuali indicazioni degli Enti gestori.

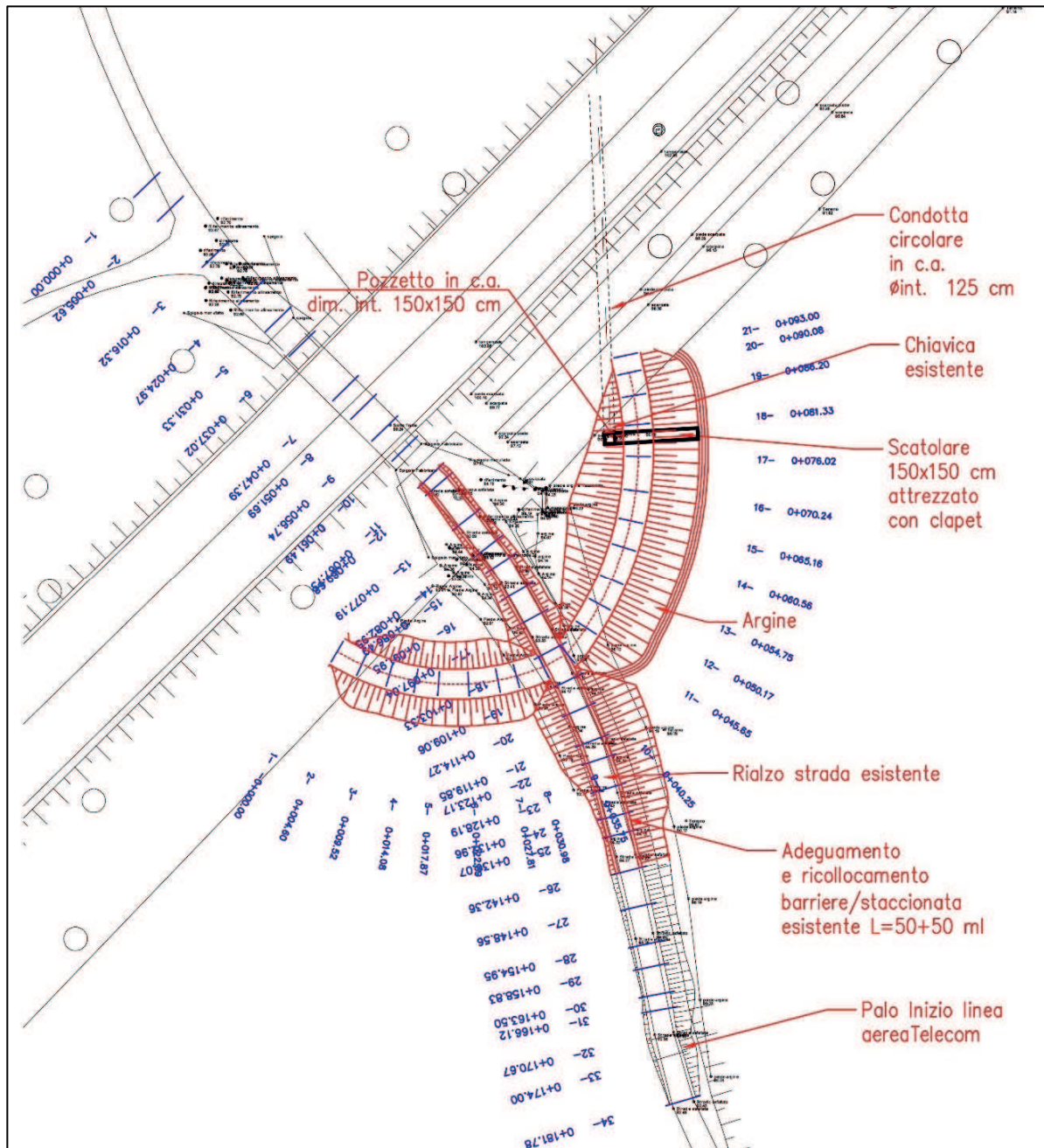


Figura 5 – Arginatura chiusura fornice ramo sud Via del Chiozzetto – Planimetria

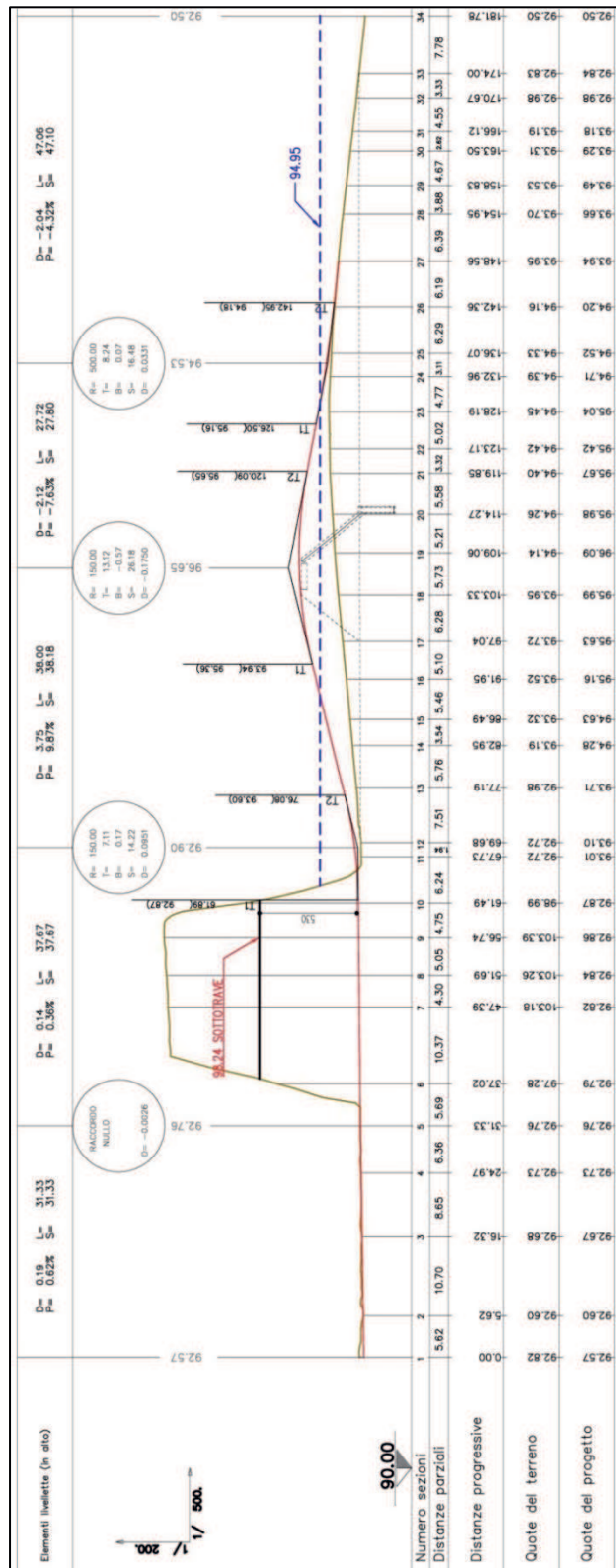


Figura 6 – Arginatura chiusura fornice ramo sud Via del Chiozzetto – Profilo sovrалzo strada



## 5.2 Adeguamento difesa arginale opera 2

L'opera 2 rappresenta l'attuale fornice posto a servizio del ramo nord di via del Chiozzetto. Allo stato attuale la via del Chiozzetto attraversa la S.S. n. 30 mediante un manufatto scatolare già parzialmente occluso da un rilevato posto in quota con l'opera di difesa arginale, realizzata immediatamente in fregio alla Strada Statale. La via del Chiozzetto, una volta superato l'attraversamento scatolare ed il rilevato arginale adiacente, scende a quota golenale.

L'opera in progetto prevede il mantenimento delle quote stradali in corrispondenza dell'opera di attraversamento e l'adeguamento altimetrico del rilevato arginale fino alla quota di 95.80 m slm. La strada, conseguentemente, viene adeguata in quota con realizzazione di due rampe in salita e discesa di pendenza pari a 10.2% e 9.6% rispettivamente.

Sui rileva la presenza delle interferenze seguenti:

- presenza di due sottoservizi interrati (linea elettrica MT e linea telefonica) correnti al di sotto della strada attuale: il progetto non prevede alcun intervento, salvo la posa di cavidotti di predisposizione sulla base di eventuali indicazioni degli Enti gestori;
- traliccio Enel MT posto al piede della via del Chiozzetto, valutato non interferente.

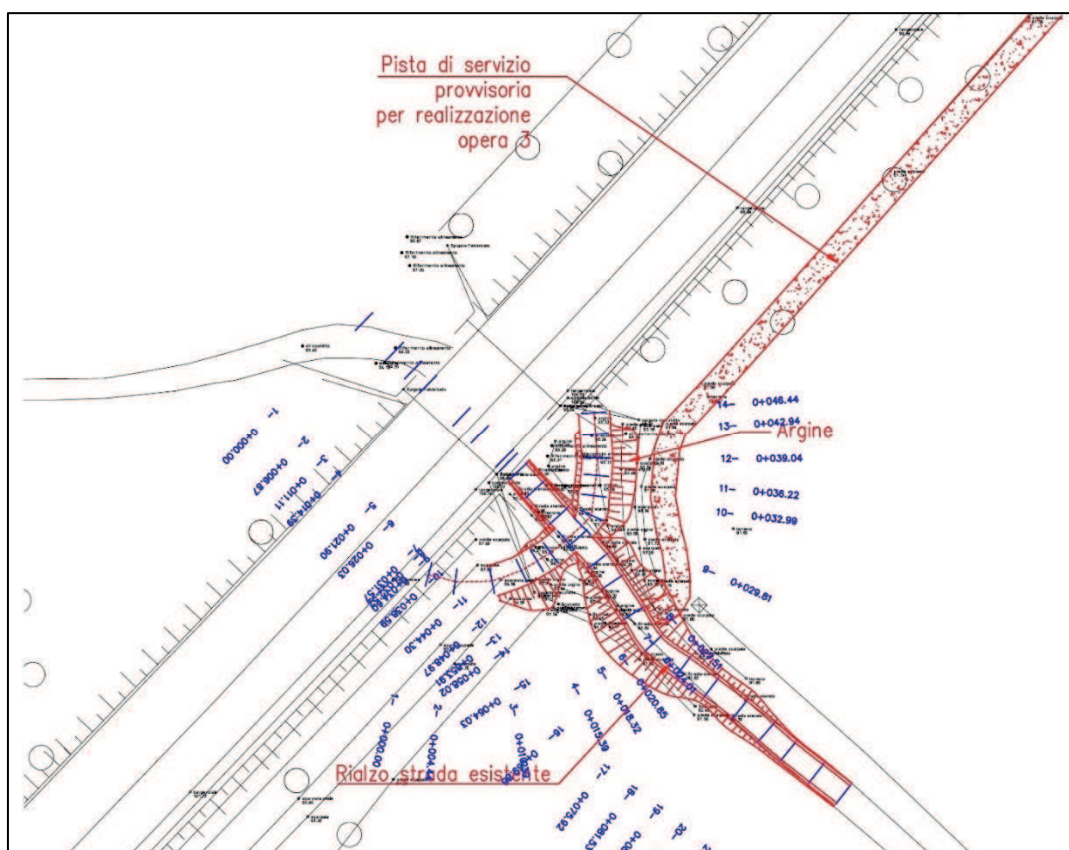


Figura 7 – Arginatura chiusura fornice ramo nord Via del Chiozzetto – Planimetria

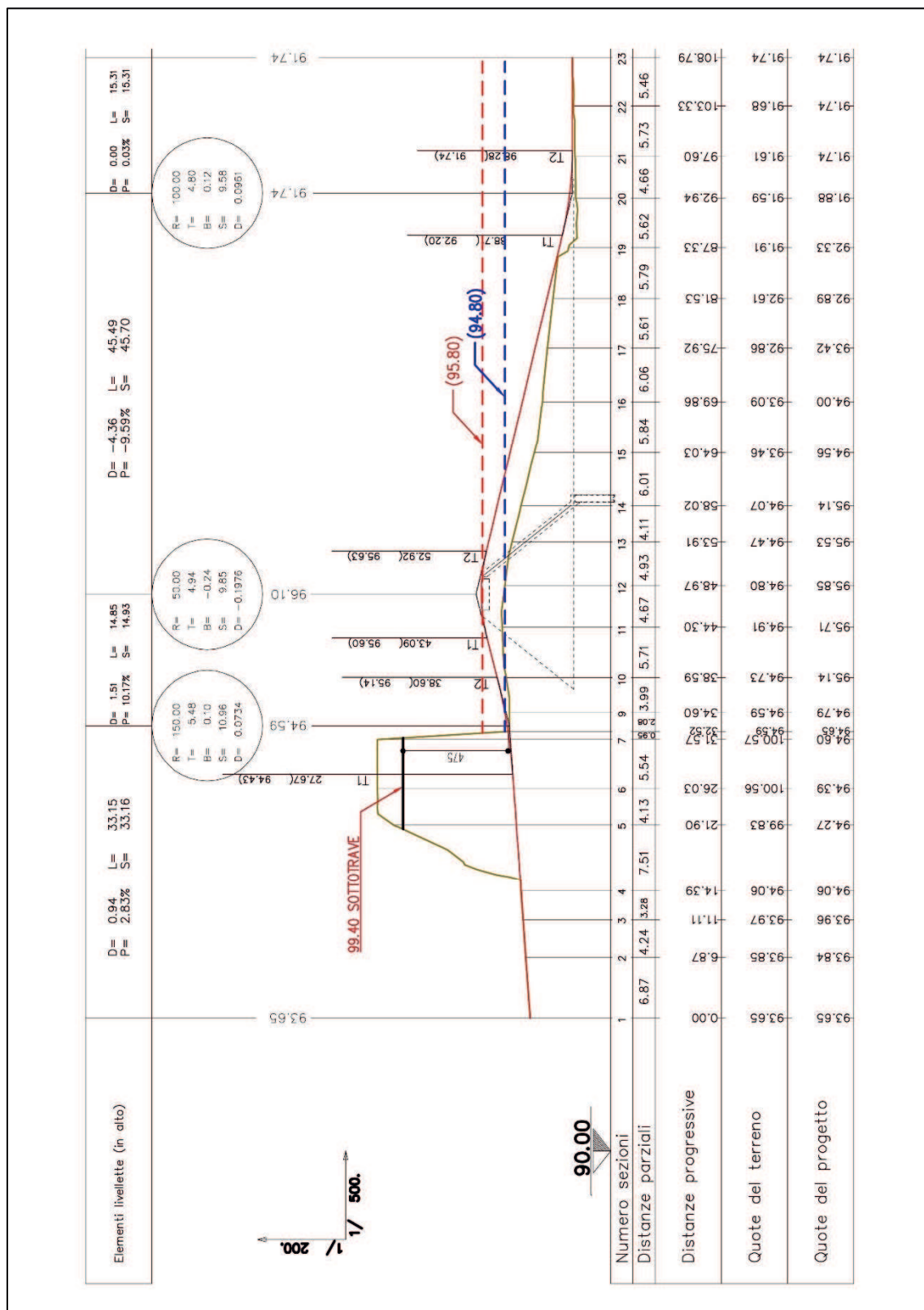


Figura 8 – Arginatura chiusura fornisce ramo nord Via del Chiozzetto – Profilo sovrizzo strada

### 5.3 Adeguamento difesa arginale opera 3

L'opera 3 è costituita da un fornice a doppia canna (scatolare con setto intermedio) avente, alla data di costruzione della Strada Statale, funzione evidentemente idraulica. Allo stato attuale l'opera ha perso la funzione assegnata essendo stata chiusa da un rilevato arginale posto in fregio alla Strada Statale, in modo da impedire il deflusso delle acque verso le aree poste a nord della strada.

Stante la insufficienza del franco idraulico il progetto prevede l'adeguamento altimetrico dell'attuale opera arginale fino alla quota di sommità di 95.70 m slm.

La protezione del rilevato arginale al piede è garantita dalla realizzazione di un taglione in calcestruzzo di altezza 2.00 m e larghezza 1.00 m; la scarpata è inoltre protetta da un pacchetto antierosione formato da una membrana impermeabile ancorata al terreno, un materasso Reno di altezza 0.17 m e uno strato di terreno vegetale di copertura.

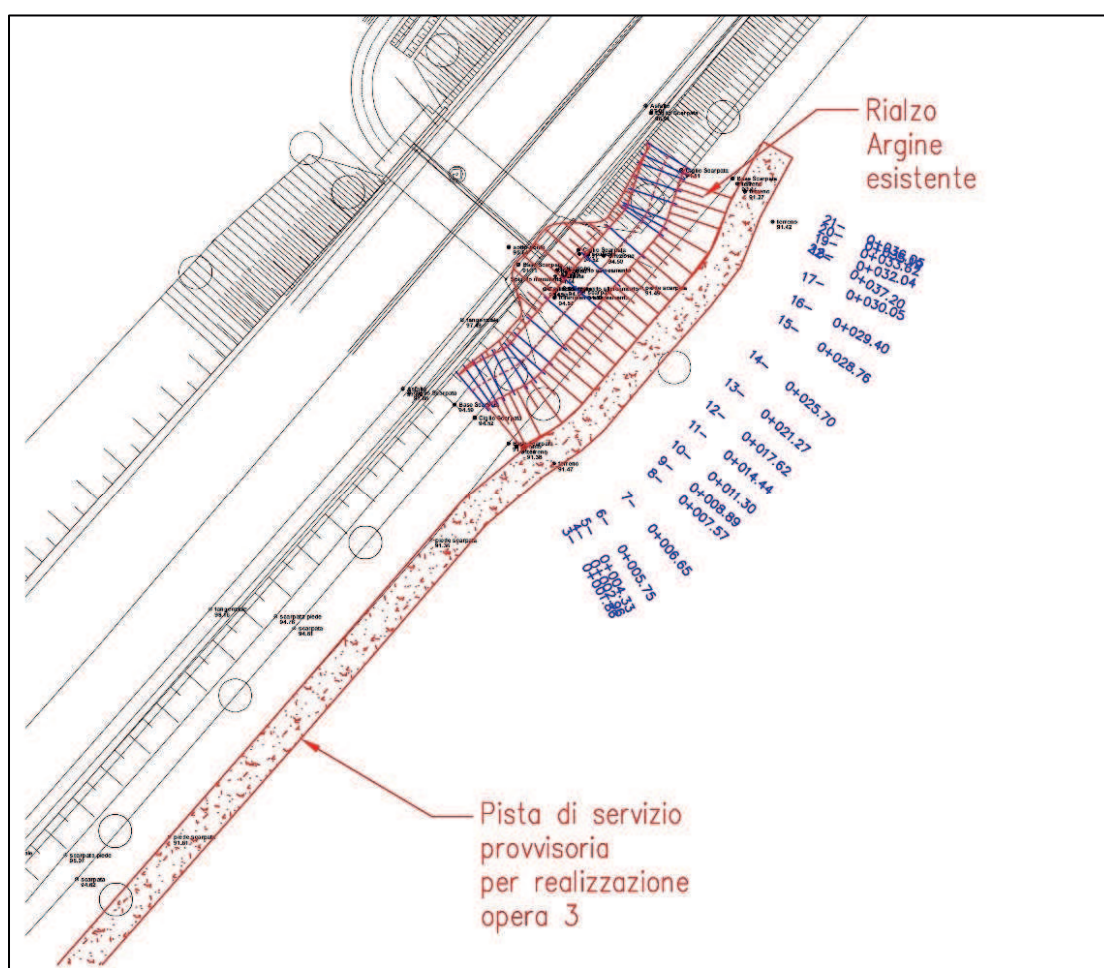


Figura 9 – Arginatura chiusura terzo fornice – Planimetria

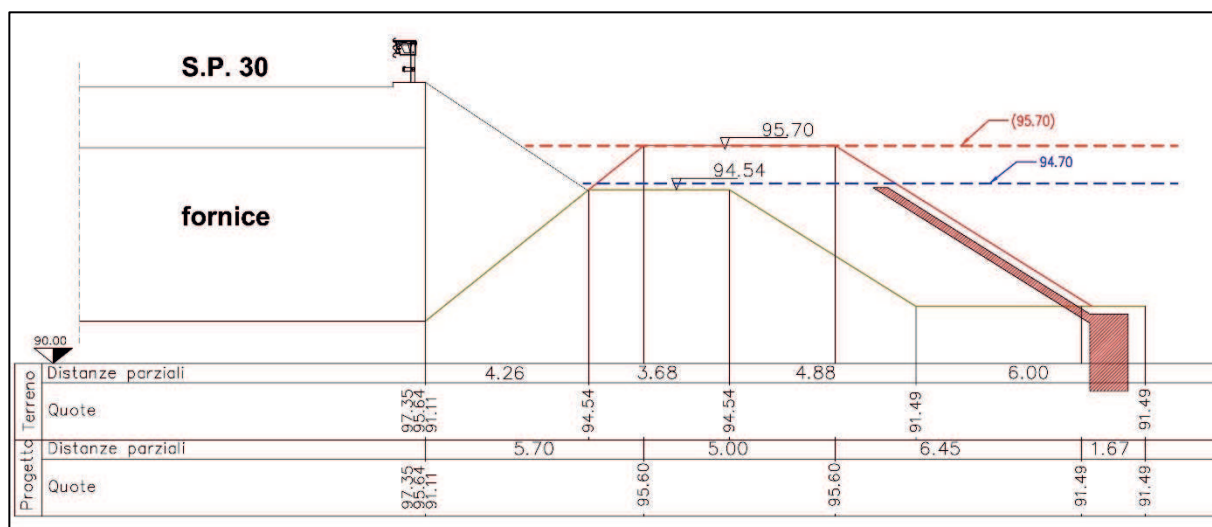


Figura 10 – Arginatura chiusura terzo fornice – Sezione trasversale opera arginale

## 6. MODELLAZIONE NUMERICA DELLO SCENARIO DI PROGETTO 1

Lo scenario di progetto 1 prevede la realizzazione delle opere di adeguamento dei rilevati arginali a protezione dei tre fornici, inseriti nel contesto dell'attuale configurazione arginale, prevedendo come limite sinistro e destro del modello i limiti di fascia di progetto B previsti dal PAI; si è inteso pertanto, cautelativamente, verificare l'adeguatezza degli interventi proposti, nello scenario di avvenuto completamento degli interventi ai adeguamento degli argini previsti dal PAI; lo scenario di progetto include altresì anche la presenza delle pile della passerella ciclo-pedonale prevista a monte del ponte stradale (Progetto Marengo Hub da Periferia a Comunità – n. 7 lotti” “Ponte ciclo-pedonale” Comune di Alessandria).

I risultati della modellazione sono riportati in seguito in termini di Carte di livelli (figura 11) e dei tiranti (figura 12).



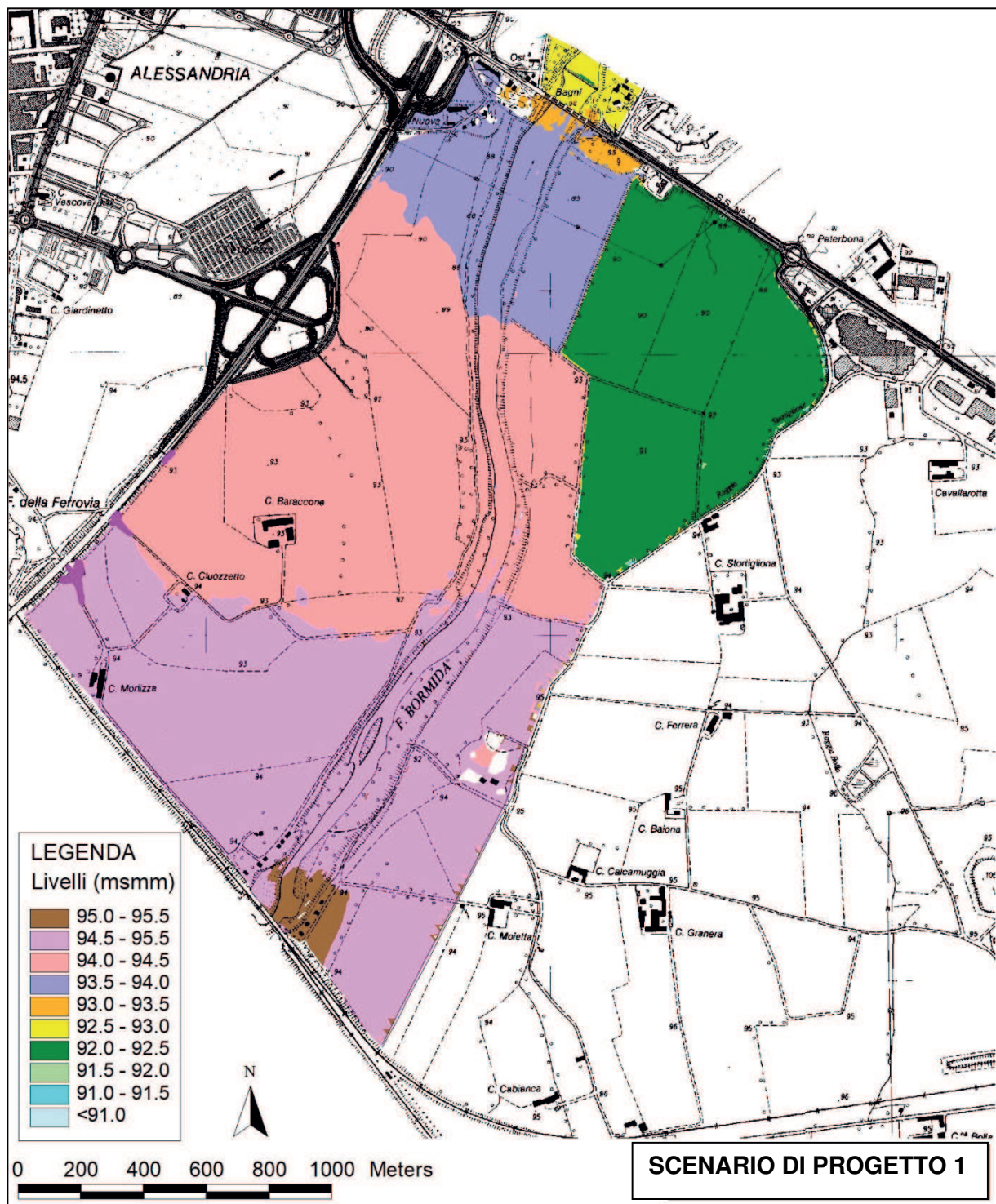


Figura 11 – Scenario di progetto 1 - TR=200 - Carta dei livelli massimi

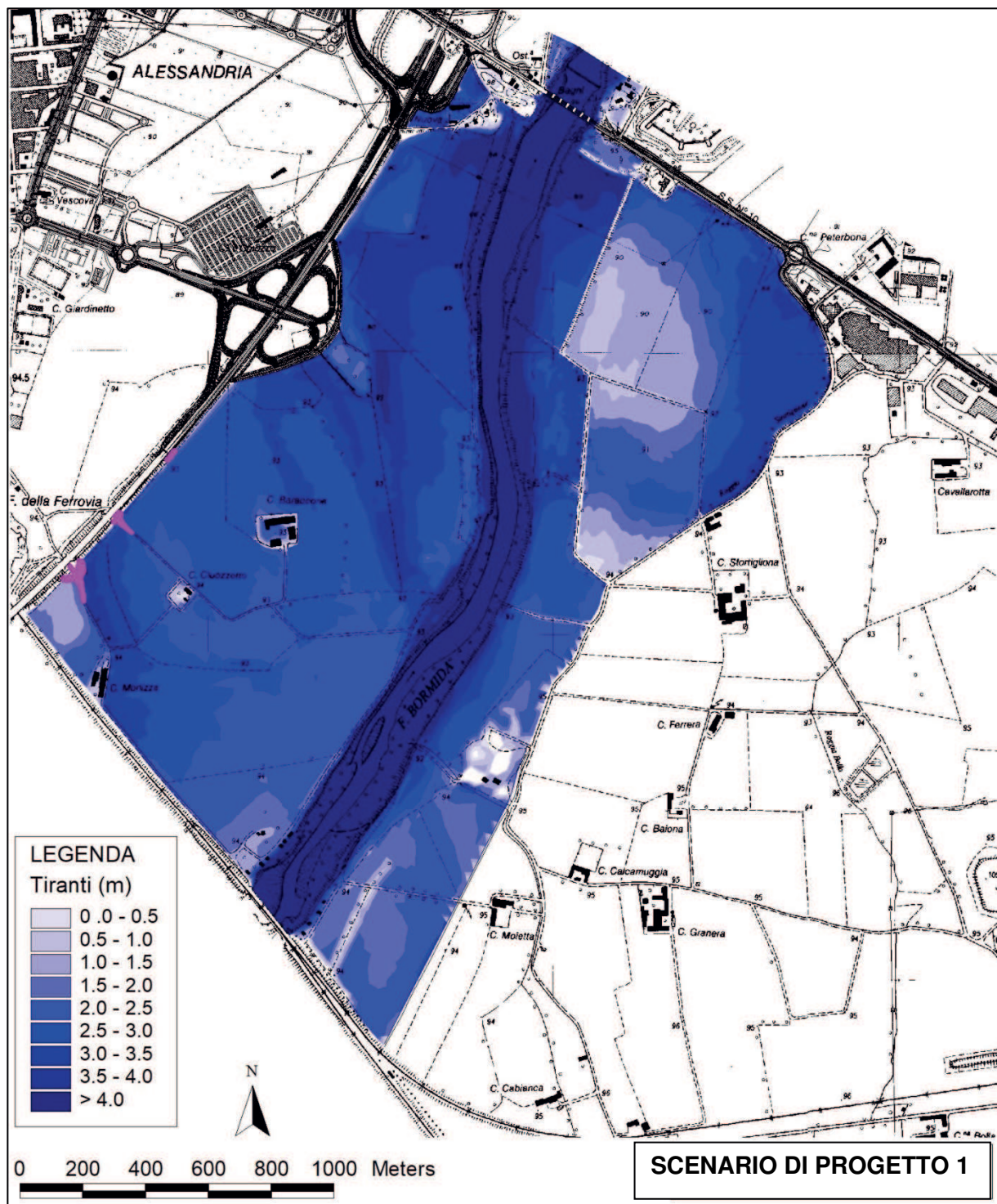


Figura 12 – Scenario di progetto 1 - TR=200 - Carta dei tiranti massimi



## **7. MODELLAZIONE NUMERICA DELLO SCENARIO DI PROGETTO 2**

Lo scenario di progetto 2 prevede la realizzazione dell'adeguamento dei rilevati arginali in sponda sinistra secondo i limiti di fascia di progetto B previsti dal PAI; in particolare prevede l'adeguamento delle opere di protezione dei tre fornicci in sinistra idraulica, inseriti nel contesto dell'attuale configurazione arginale.

In questo scenario, a differenza dello scenario 1, è previsto il mantenimento dell'attuale argine destro del Bormida, nella configurazione planimetrica attuale, ma adeguato altimetricamente come se costituisse barriera idraulica al deflusso.

Lo scenario di progetto include altresì la presenza delle pile della passerella ciclo-pedonale prevista a monte del ponte stradale (Progetto Marengo Hub da Periferia a Comunità – n. 7 lotti “Ponte ciclo-pedonale” Comune di Alessandria).

I risultati della modellazione sono riportati in seguito in termini di Carte di livelli (figura 13) e dei tiranti (figura 14).

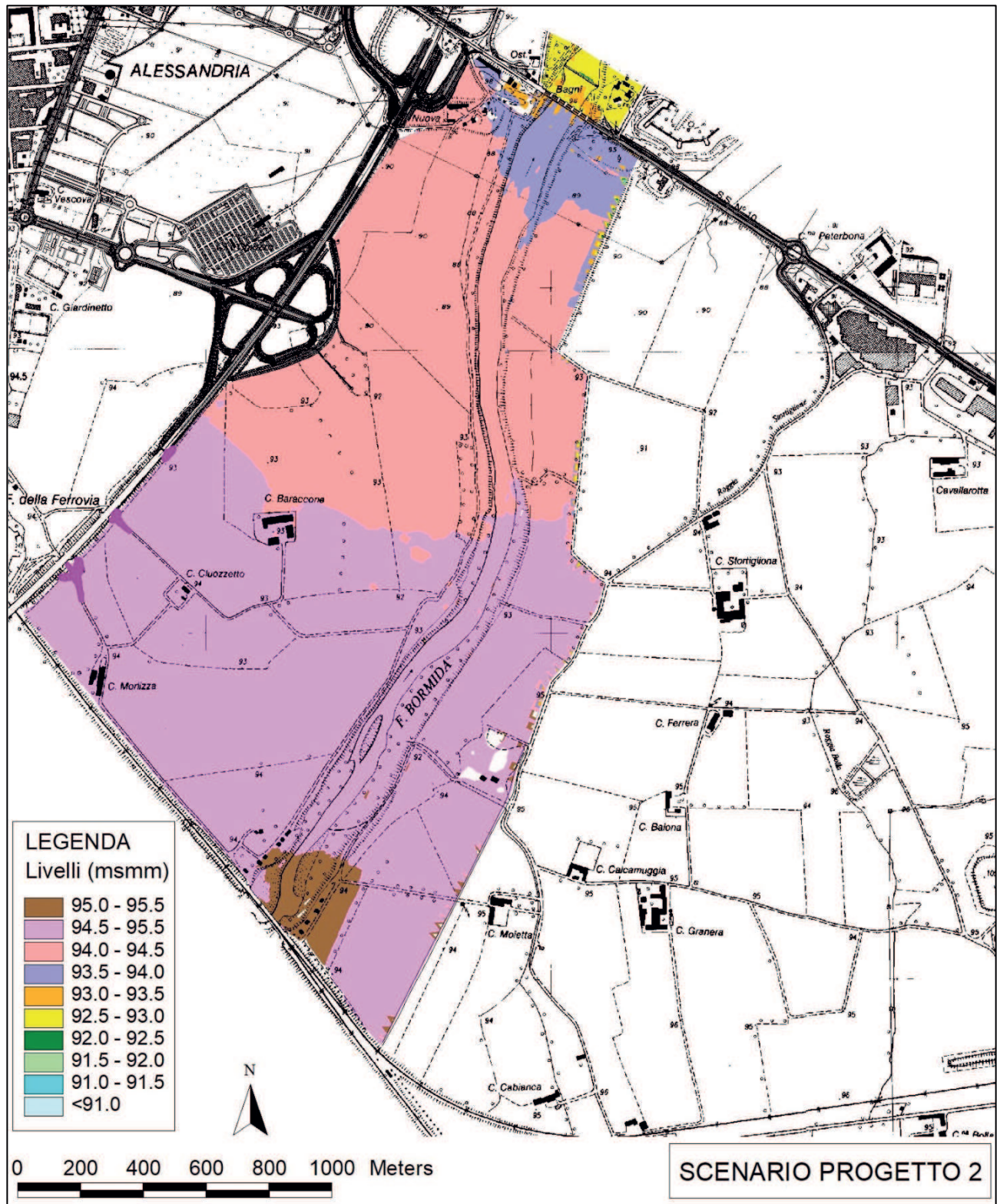


Figura 13 – Scenario di progetto 2 - TR=200 - Carta dei livelli massimi



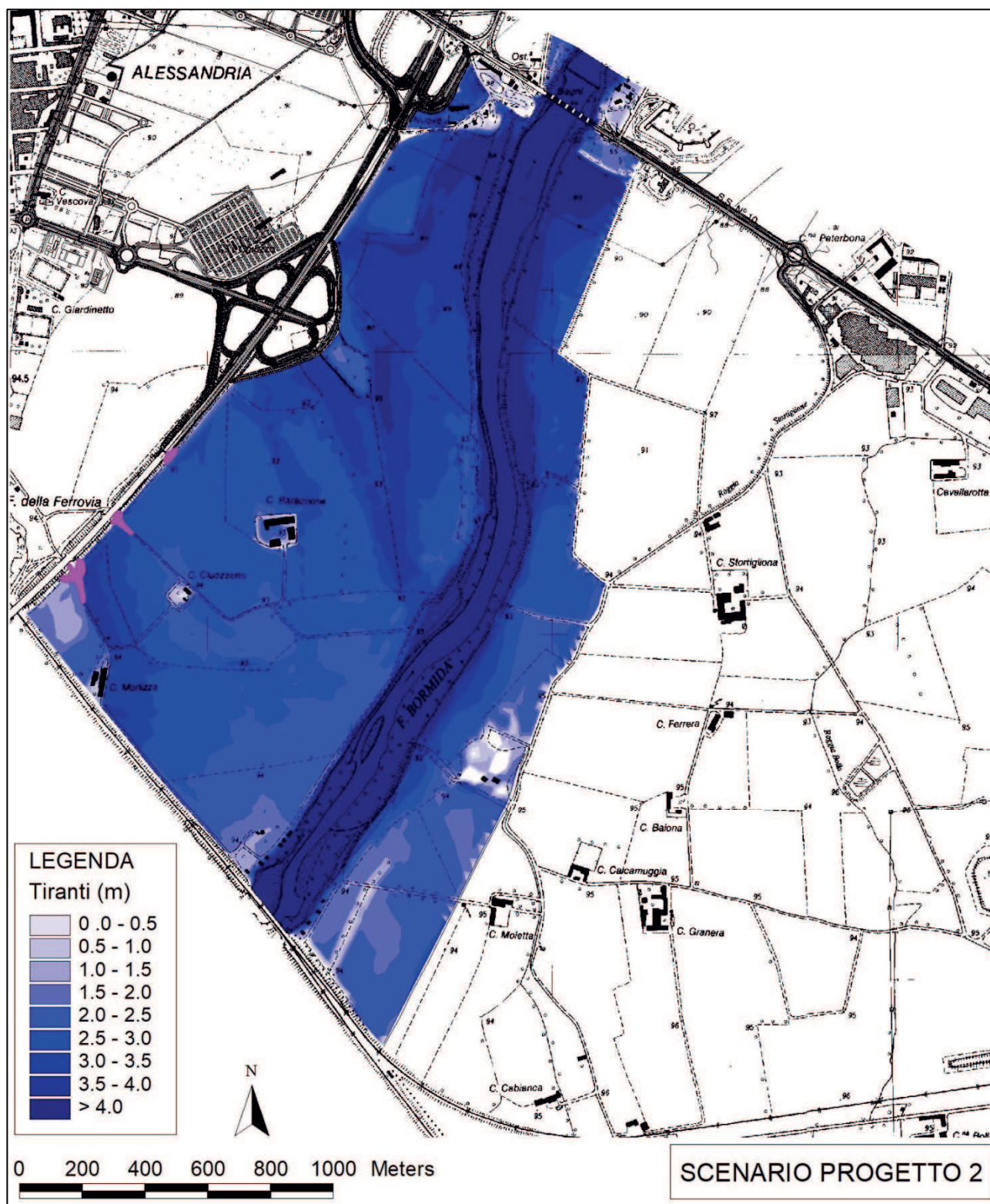


Figura 14 – Scenario di progetto 2 - TR=200 - Carta dei tiranti massimi

## **8. PARAMETRI DI SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE E COMPATIBILITÀ IDRAULICA OPERA IN PROGETTO**

Andando ad analizzare puntualmente i massimi livelli idrici calcolati per i due scenari di progetto considerati in corrispondenza delle opere in progetto si è verificato quanto segue:

- opera 1: massimo livello idrico 94.95 m slm; quota sommità arginale 95.95 m slm;
- opera 2: massimo livello idrico 94.80 m slm; quota sommità arginale 95.80 m slm;
- opera 3: massimo livello idrico 94.70 m slm; quota sommità arginale 95.70 m slm.

Si precisa che, cautelativamente, i livelli idrici di riferimento sono stati determinati, per ciascuna sezione, in corrispondenza del centro alveo, trascurando pertanto le riduzioni di livello che il modello determina sulle aree golenali.

Pertanto, la quota di sommità dei rilevati arginali in progetto a protezione dei fornici è tale da assicurare un franco idraulico di 1 m, rispetto alla piena di riferimento duecentennale.

Alla luce delle condizioni idrodinamiche verificate per la piena straordinaria analizzata, in termini di livello idrico massimo che si verifica durante l'evento, le opere in progetto soddisfano le richieste di franco idraulico di cui alla Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.