



DIREZIONE NAVIGAZIONE INTERNA

CR-E-37-NI – LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PALANCOLATO DELLA PREAVANCONCA DEL PORTO DI CREMONA IN COMUNE DI CREMONA

PROGETTO ESECUTIVO CUP B18H23001270002

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Marzo 2025

Cod. commessa 2024-167-OOPP

R.U.P. Ing. Alessio Picarelli

Responsabile Dott. Ing. Laura Pezzoni

F.to digitalmente ex art. 24 D.Lgs. 82/05

Referente Geom. Chiara Clerici

Operatori dott.ssa geol. Carol Marceca (geotecnica)
dott. Luca De Vecchi (rilievi)

Direttore Tecnico Dott. Ing. Laura Pezzoni



Indice

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
2.1 Inquadramento generale	4
2.2 Piano Territoriale Paesistico Regionale della Lombardia (PTPR).....	5
2.3 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Cremona (PTCP)	9
2.4 Piano di Governo del Territorio del Comune di Cremona (PGT).....	15
2.5 Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.).....	23
2.6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.....	24
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	28
3.1 Rilievo LiDAR con DRONE integrato con rilievo GPS RTK.....	28
3.2 Rilievo mediante strumentazione GPS	34
3.3 Rilievo mediante stazione totale e letture piezometriche.....	34
4. DESCRIZIONE DEI LAVORI GIÀ ESEGUITI	34
5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	36
5.1 Decespugliamento dell’area.....	37
5.2 Rimozione e smaltimento del cumulo di materiale.....	37
5.3 Sistemazione della banchina in corrispondenza del dissesto (gabbionata).....	37
5.4 Copertura dei tiranti a vista in corrispondenza del dissesto.....	38
5.5 Raccolta e allontanamento delle acque di falda	38
5.6 Ripristino della pavimentazione della banchina	41
5.7 Installazione di briccola	41
6. CRONOPROGRAMMA	41
7. ALLEGATI.....	42

1. PREMESSA

La scrivente Società è stata incaricata dalla Direzione Navigazione Interna dell'AIPo di predisporre il Progetto Esecutivo per i lavori di messa in sicurezza del palancolato della preavanconca del porto di Cremona in Comune di Cremona.

L'area oggetto di intervento è situata in sponda sinistra del fiume Po, all'interno del mandracchio di accesso al porto di Cremona.

Nel 2004 si è verificato il crollo di una parte consistente del palancolato lungo la sponda sinistra della preavanconca. Ciò ha comportato la necessità dell'inserimento di un nuovo palancolato.

Successivamente, nel recente anno 2022, pressoché nel medesimo tratto, la banchina posta in fregio alla preavanconca di accesso al porto di Cremona ha subito nuovamente un cedimento della palancolatura, con conseguente sversamento di materiale inerte nella vasca della preavanconca.

Al fine di evitare l'aggravarsi del dissesto, con l'intento di non causare possibili danneggiamenti all'opera di navigazione e con il rapido ripristino del transito delle imbarcazioni commerciali e turistiche, la Direzione Navigazione Interna ha eseguito un lavoro di manutenzione straordinaria garantendo la fruibilità del sistema di navigazione ed il mantenimento in efficienza delle opere di navigazione. Con tale intervento si è messa in sicurezza la struttura e nel dettaglio sono state eseguite le seguenti operazioni:

- scavo a sezione obbligata per abbassamento del piazzale e verifica dello stato dei tiranti per una superficie di circa 450 mq;
- demolizione del cordolo in calcestruzzo di coronamento palancole interessate dal cedimento;
- taglio delle palancole inclinate e della briccola piegata.

L'obiettivo del presente progetto, quindi, è quello di ripristinare la viabilità di servizio della banchina posta alla base del rilevato arginale, in fregio alla preavanconca e adottare accorgimenti atti ad evitare che le acque di falda possano interferire o compromettere il palancolato esistente.

In fase di progettazione, per una corretta progettazione degli interventi, sono state eseguite delle indagini geognostiche ed installati n. 3 piezometri per il monitoraggio dei livelli di falda. Per il dettaglio si rimanda alla Relazione geologica e geotecnica.

Inoltre, sono stati eseguiti rilievi topografici mediante strumentazione LIDAR montata su drone, GPS e stazione totale, nonché il monitoraggio della falda mediante misure piezometriche dei nuovi piezometri realizzati presso l'avanconca e di quelli già presenti nella vicina area Tamoil.

In conformità a quanto previsto dal D.lgs. 36/2023, la presente relazione illustrativa contiene:

- i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, ivi compresi i particolari costruttivi, nonché per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e dei livelli prestazionali e qualitativi, in relazione al sistema delle esigenze e dei requisiti definiti nel quadro esigenziale e nel DIP e dei conseguenti livelli prestazionali individuati nel precedente livello progettuale;
- i criteri adottati e le scelte effettuate per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal precedente livello progettuale approvato;
- i rilievi eseguiti e le indagini effettuate ai diversi livelli di progettazione anche al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti.

L'area interessata dall'intervento è riportata su Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alla sezione C7e5 e su mappa catastale in *Tavola 01 - Corografia*.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 Inquadramento generale

L'area oggetto di intervento è situata in sponda sinistra del fiume Po, all'interno del mandracchio di accesso al porto di Cremona. La banchina oggetto di indagine si sviluppa per circa 300 m lungo la preavanconca; attualmente l'area interessata dal dissesto ubicata in posizione centrale alla banchina presenta un fronte di 35 m e l'area ribassata per la messa in sicurezza avvenuta nel 2022 è di circa 450 mq.



Figura 1: Ubicazione dell'area di intervento su immagine aerea Google Earth

2.2 Piano Territoriale Paesistico Regionale della Lombardia (PTPR)

Il Piano Territoriale Paesistico della Regione Lombardia, adottato con DCR del 30 luglio 2009, n. 874 e approvato con DCR del 19 gennaio 2010, n. 951, classifica l'area di interesse nell'unità tipologica di paesaggio "*Fascia di bassa pianura*".

La bassa pianura lombarda non è un insieme territoriale uniforme. Lo rivelano i suoi paesaggi appena si attraversa da sud a nord come da est a ovest la pianura. Varia la densità di alberi, il tipo di piantata, la forma delle cascine, la loro densità, la misura dei campi, il rapporto tra cascine isolate e centri comunali, il richiamo dei campanili, dei castelli, ecc.

L'area di interesse del presente studio è interessata da paesaggi delle fasce fluviali, sottoposti alla tutela dei paesaggi e alla salvaguardia degli elementi geomorfologici, importanti per diversificare una dominante paesaggistica di vasta, altrimenti uniforme pianura. Tale tutela deve essere riferita all'intero spazio dove i corsi d'acqua hanno agito, con terrazzi e meandri, con ramificazioni attive o fossili; oppure fin dove l'uomo è intervenuto costruendo argini a difesa della pensilità. Delle fasce fluviali vanno protetti innanzitutto i caratteri di naturalità dei corsi d'acqua, i meandri dei piani golenali, gli argini e i terrazzi di scorrimento.

Particolare attenzione va assegnata al tema del rafforzamento e della costruzione di nuovi sistemi di arginatura o convogliamento delle acque, constatando la generale indifferenza degli interventi più recenti al dialogo con i caratteri naturalistici e ambientali. Va potenziata la diffusione della vegetazione riparia, dei boschi e della flora dei greti. Si tratta di opere che tendono all'incremento della continuità 'verde' lungo le fasce fluviali, indispensabili per il mantenimento di 'corridoi ecologici' attraverso l'intera pianura padana. Le attività agricole devono rispettare le morfologie evitando la proliferazione di bonifiche agrarie tendenti all'alienazione delle discontinuità altimetriche.

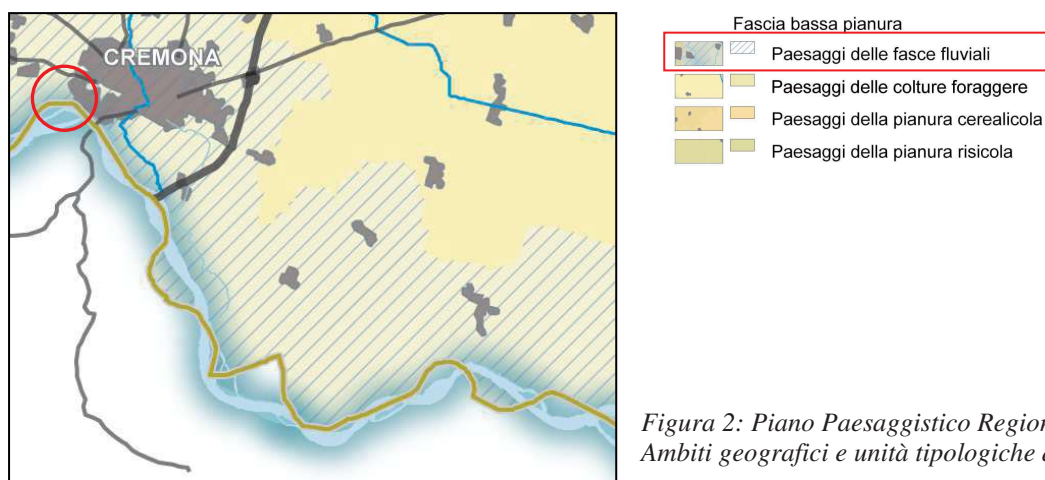


Figura 2: Piano Paesaggistico Regionale "Tavola A: Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio".

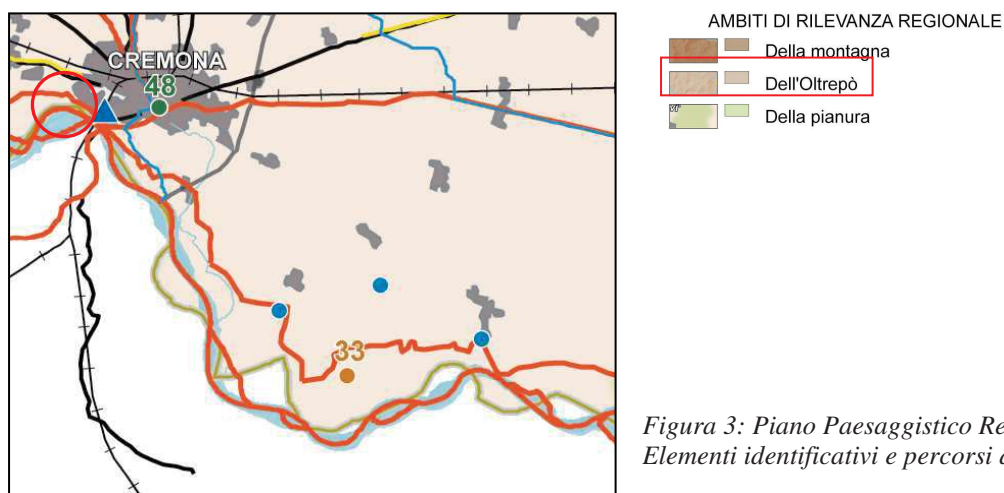


Figura 3: Piano Paesaggistico Regionale "Tavola B: Elementi identificativi e percorsi di interesse paesaggistico".

A map of the Cremona area in Italy, showing the Po River and its tributaries. The city of Cremona is labeled at the top. A red circle highlights the area near the river mouth. Three sampling stations are marked with blue dots and labeled: 102, 98, and 100. The river is shown in blue, and the surrounding land is in light gray. A yellow line indicates a boundary or path. A black line with cross-ticks represents a railway or major road. A blue line with the number 6 indicates a specific route or boundary.

[illegible]

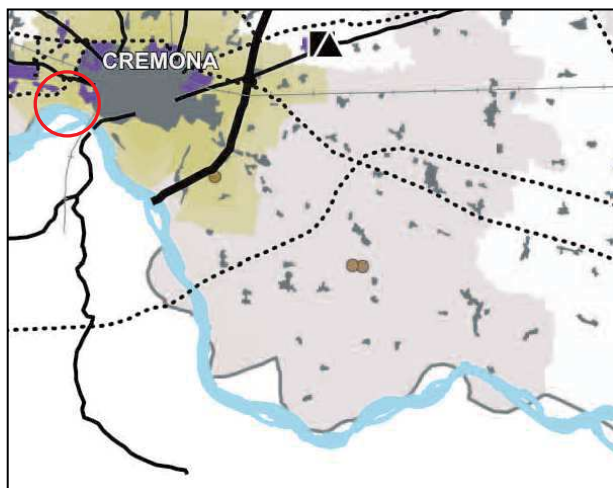


Figura 7: Piano Paesaggistico Regionale “Tavola F: Riqualificazione paesaggistica: ambiti ed aree di attenzione regionale”.

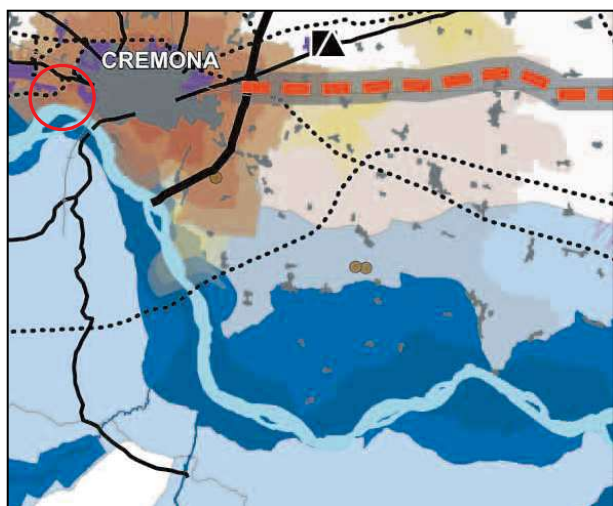
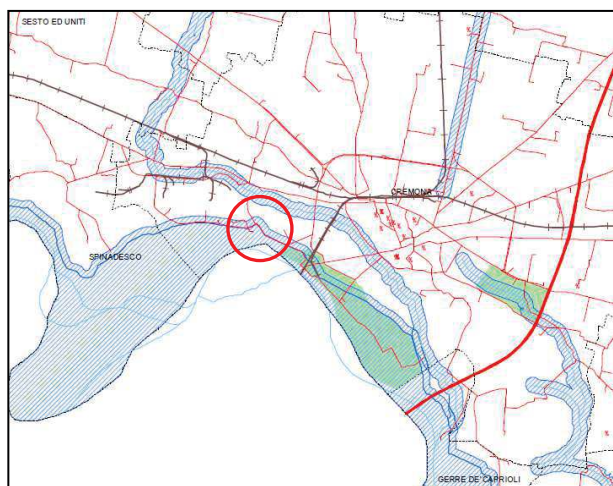


Figura 8: Piano Paesaggistico Regionale “Tavola G: Contenimento dei processi di degrado e qualificazione paesaggistica: ambiti ed aree di attenzione regionale”.




 Aree di rispetto dei corsi d'acqua tutelati

Figura 9: Piano Paesaggistico Regionale “Tavola I: Quadro sinottico tutele paesaggistiche di legge artt. 136 e 142 D.Lgs. 42/04”.

2.3 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Cremona (PTCP)

Si riportano di seguito gli estratti cartografici del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Cremona vigente.

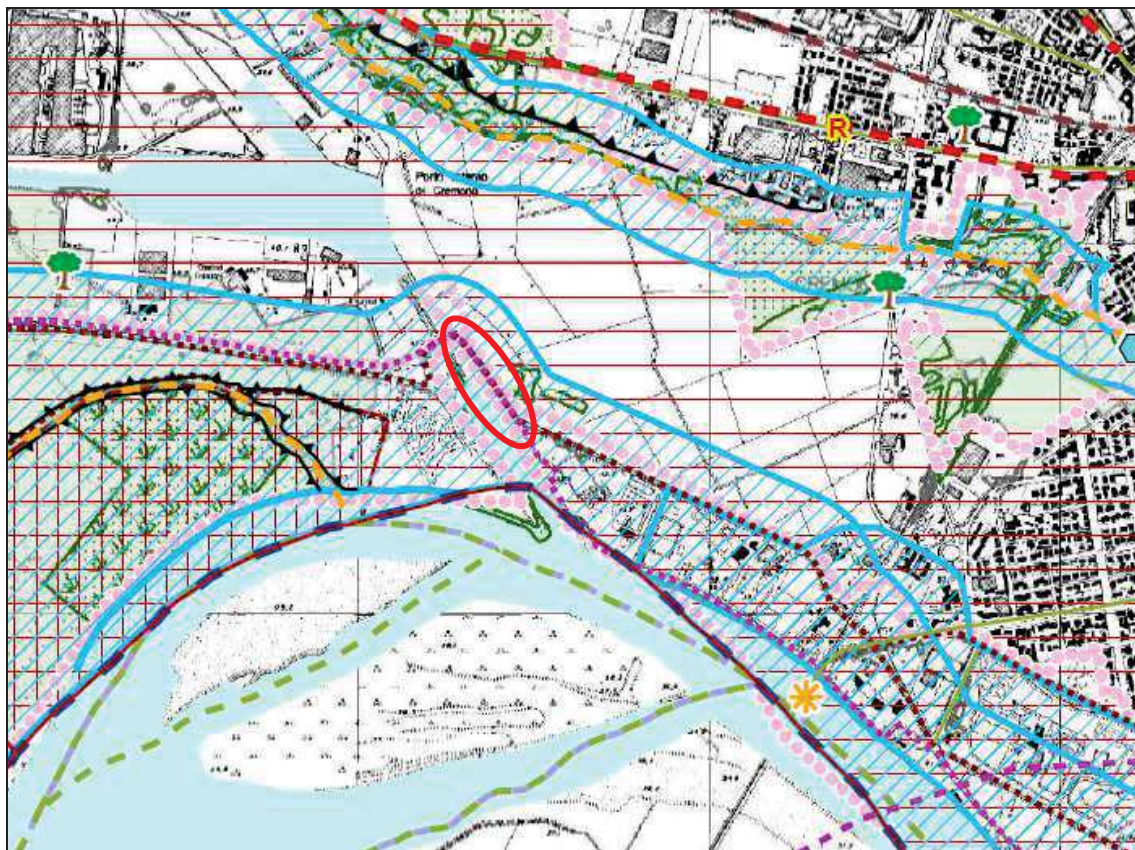



Figura 10: “A) Carta degli indirizzi per il sistema paesistico ambientale”

AMBITI DI PREVALENTE VALORE NATURALE (Rif. 3.1*)

Sistemi dell'idrografia naturale (Rif. 3.1.2*)

 Corpi idrici


Aree o elementi di rilevanza ambientale (Rif. 3.1.4*)

 PLIS riconosciuti

AMBITI DI PREVALENTE VALORE STORICO E CULTURALE (Rif. 3.2*)

Sistemi dell'organizzazione del paesaggio agrario tradizionale (Rif. 3.2.3*)

 Centuriazione

 Sistema degli argini del Po: insieme continuo e ramificato di strutture antropiche e naturali parallele al fiume costituenti un'opera di difesa idraulica dalle esondazioni.

TUTELA DAL CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO (Rif. 6.1*)



Bellezze d'insieme (6.1.4) - Fiumi torrenti e corsi d'acqua pubblici (6.1.6)

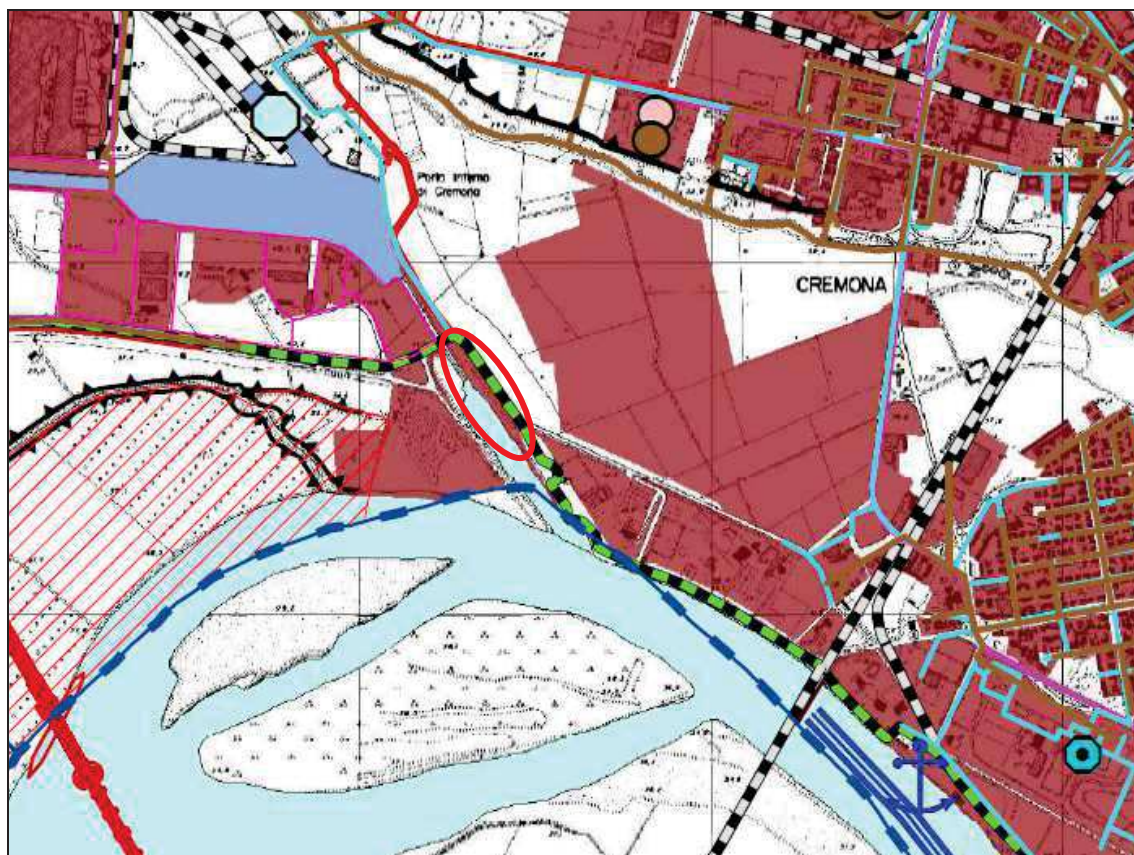


Figura 11: “C) Carta degli indirizzi per il sistema insediativo e per le infrastrutture”

RETE DEI PERCORSI CICLO-PEDONALI



esistenti

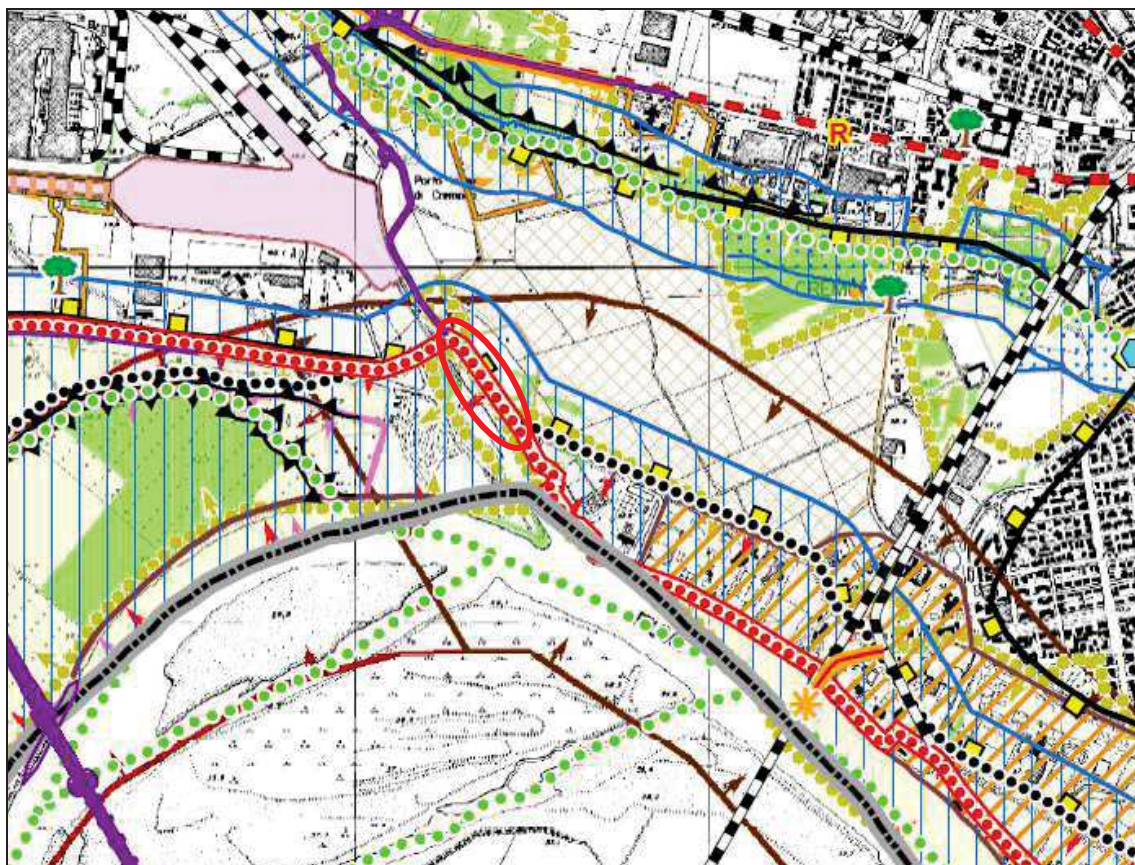


Figura 12: “(D) Carta delle tutele e delle salvaguardie”

Aree soggette a regime di tutela di leggi nazionali rif.art.Normativa PTCP



corso d'acqua individuato ai sensi dell'art.142 lett. c del D.Lgs. 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" n. 42 iscritti nell'elenco di cui alla D.G.R. n°12028 del 25.07.1986 - Art. 14.1



fascia A - limite tra la fascia A e B ai sensi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) approvato con D.P.C.M. 24/05/2001, G.U. n° 183 - 8 Agosto 2001 - Art.14.7 e appendice C

Aree soggette a regime di tutela di leggi e atti di pianificazione regionale rif. art. Normativa PTCP



Parco Locale di Interesse Sovracomunale riconosciuto (art.34 l.r. 86/83) - Art. 15.5

Rete Ecologica Regionale (R.E.R.) - Art. 16.14



corridoio regionale primario ad alta antropizzazione

Aree oggetto di salvaguardia delle infrastrutture della mobilità - rif. art. Normativa P.T.C.P.



tracciato esistente della rete provinciale e di interesse sovracomunale dei percorsi ciclabili - Art. 19.6

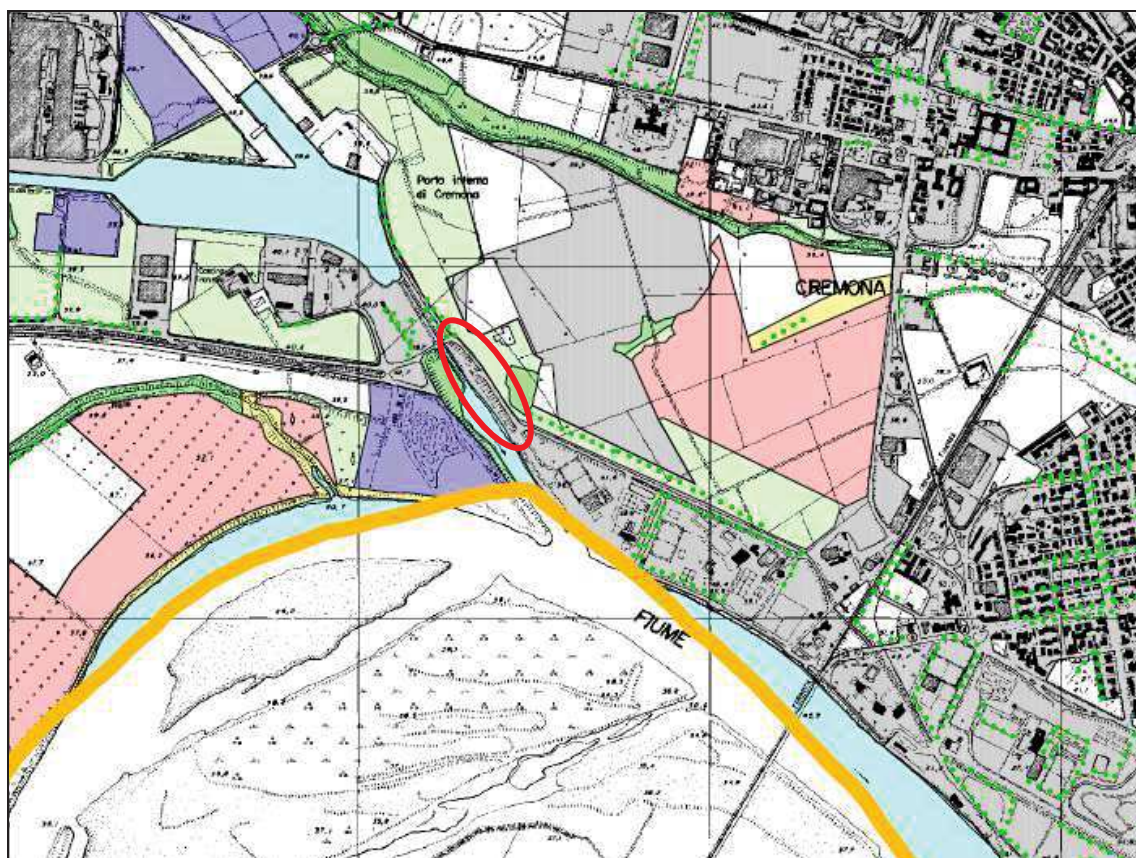


Figura 13: “E) Carta degli usi dei suoli”



confine provinciale



aree urbane

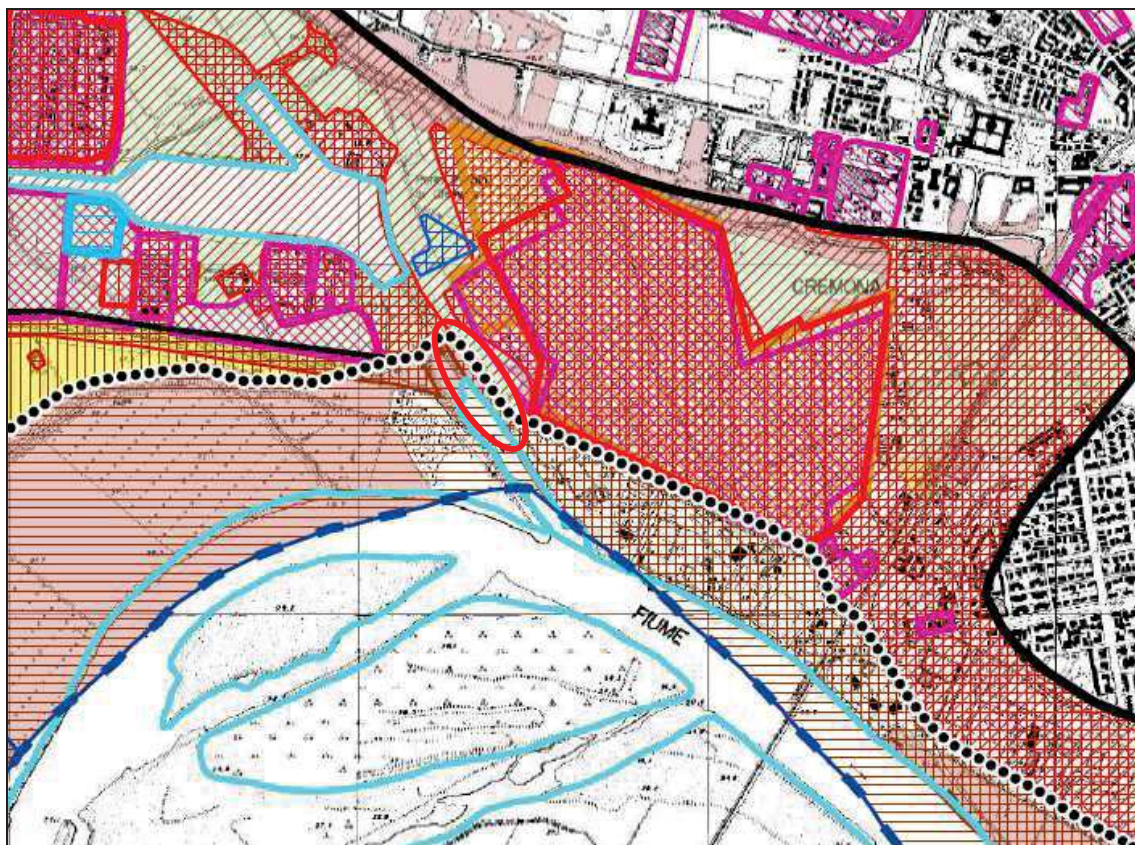
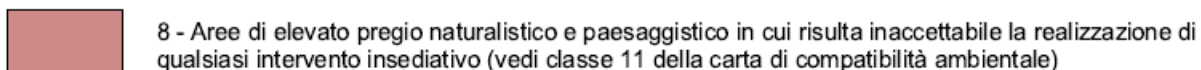


Figura 14: “F) Carta del degrado paesistico-ambientale”



UNITA' TIPOLOGICHE DI PAESAGGIO PROVINCIALE

Livello di criticità



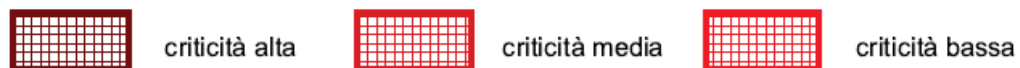
AMBITI DI DEGRADO PAESAGGISTICO PROVOCATO DA EVENTI CALAMITOSI E CATASTROFICI (Rif. 4.1.1*)

RISCHIO ALLUVIONALE

Limite fasce di esondazione - Piano assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po



Rischio alluvionale in aree urbanizzate



L'area oggetto di intervento ricade nei seguenti ambiti/tutele del PTCP:

- *Bellezze d'insieme (6.1.4) – Fiumi torrenti e corsi d'acque pubblici (6.1.6);*
- *Corso d'acqua individuato ai sensi dell'art. 142 lett. c del D.Lgs. 22 gennaio 2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio” n. 42 iscritti nell'elenco di cui alla D.G.R. n. 12028 del 25.07.1986 – Art. 14.1;*
- *Fascia A – limite tra la fascia A e B ai sensi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) approvato con D.P.C.M. 25/04/2001, G.U. n. 183 – 8 Agosto 2001 – Art. 14.7 e appendice C;*
- *Corridoio regionale primario ad alta antropizzazione;*
- *Aree di elevato pregio naturalistico e paesaggistico in cui risulta inaccettabile la realizzazione di qualsiasi intervento insediativo;*
- *Aree a rischio alluvione alto;*
- *Rischio alluvione in aree urbanizzate: criticità alta.*

Nelle aree limitrofe della preavanconca si segnala la presenza del Parco Locale di Interesse Sovracomunale denominato “Parco del Po e del Morbasco” e di un tracciato ciclopedonale esistente appartenente alla rete provinciale e di interesse sovracomunale (lungo il rilevato arginale).

2.4 Piano di Governo del Territorio del Comune di Cremona (PGT)

Di seguito si riportano gli estratti del Piano di Governo del Territorio del Comune di Cremona, approvato con Delibera del C.C. n. 10 del 04/03/2024.

L'area oggetto di intervento ricade nei seguenti ambiti/tutele del PGT:

- *Aree a rischio idrogeologico molto elevato;*
- *Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;*
- *Classe di fattibilità geologica 4;*
- *Fascia A del PAI;*
- *Fascia rispetto SIC “Fiume Po da Rio Boriacco a Bosco Ospizio”;*
- *Rete ecologico comunale;*
- *Rete ecologico regionale – Corridoio primario;*
- *Città esistente da riqualificare: CER.7 – Ambito portuale (art. 26);*
- *Aree di attenzione archeologica;*
- *Vincoli art. 142, D.lgs.42/2004 – Corsi d'acqua classificati come pubblici e relative fasce di rispetto;*
- *TUC/Centro edificato*

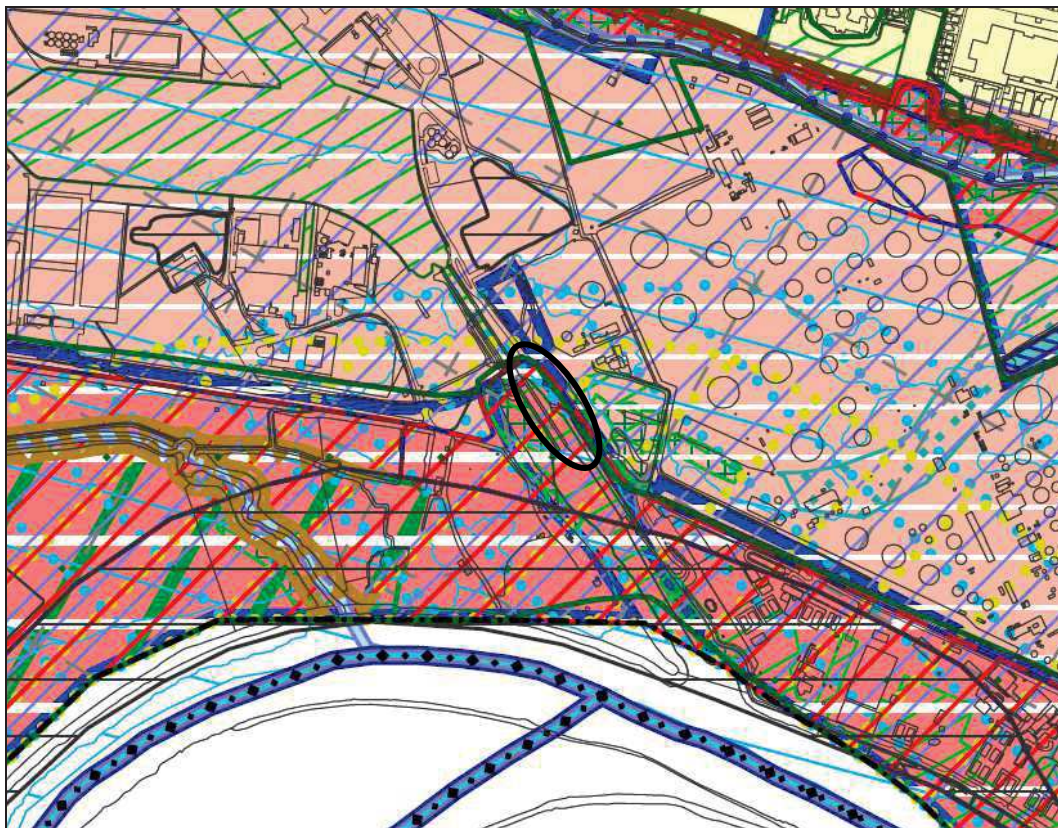


Figura 15: “Tavola 2.2 – Sistema ambientale-naturalistico” del Documento di Piano

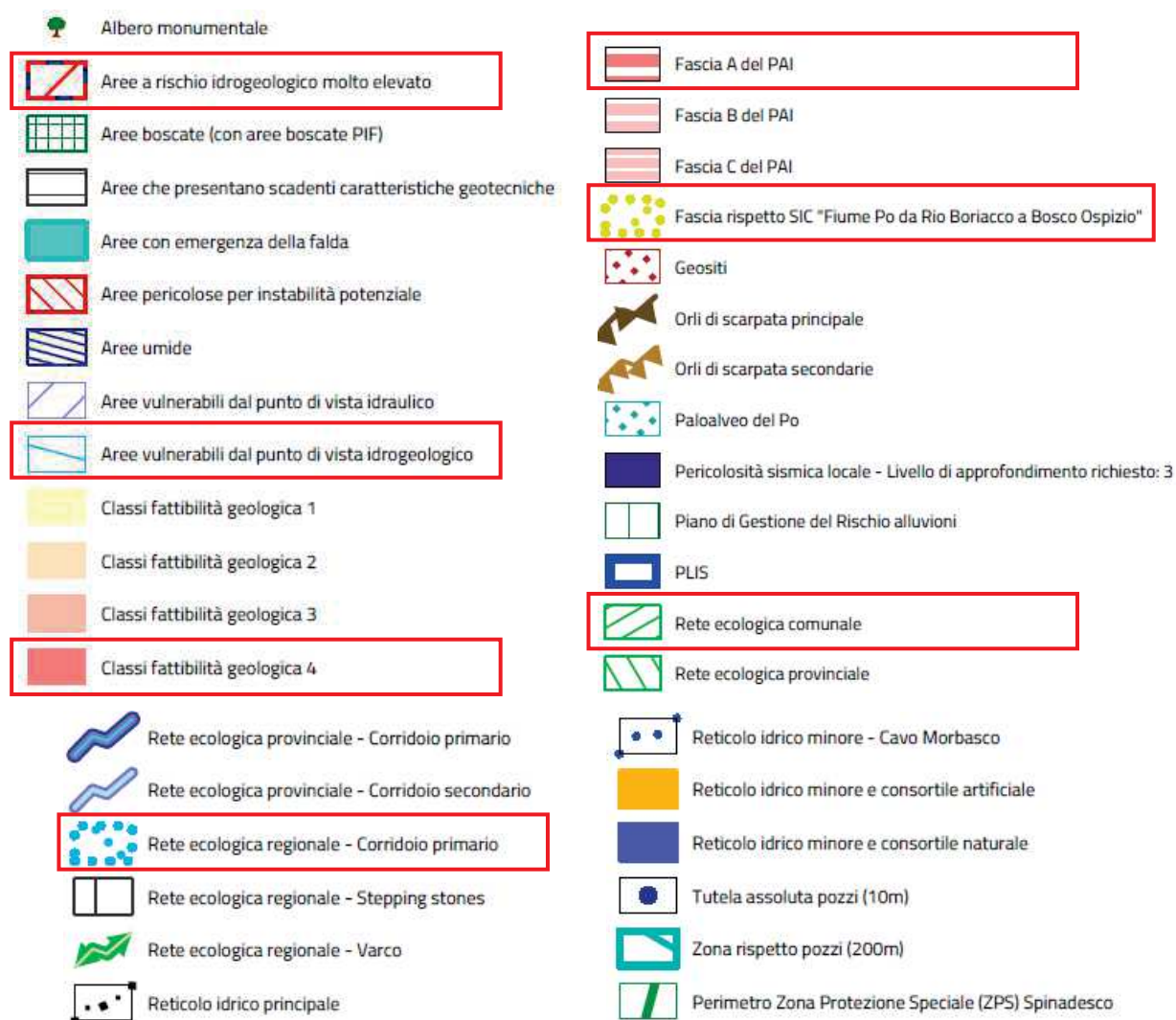




Figura 16: “Tavola 2.7 – Vincoli alla trasformabilità dei suoli” del Documento di Piano



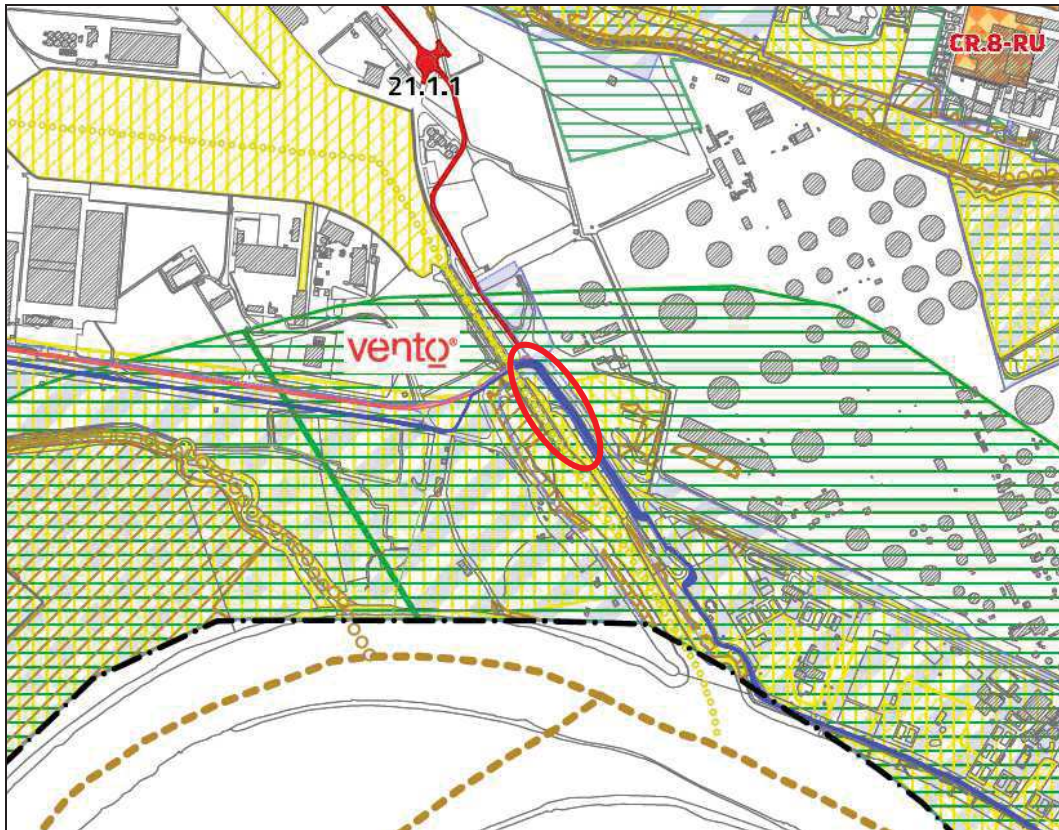


Figura 17: “Tavola 3.1 – Previsioni di piano” del Documento di Piano

Rete Ecologica (art. 11)

- Zona di protezione speciale "Spinadesco"
- Parco locale di interesse sovracomunale PLIS del Po e del Morbasco
- Elementi e corridoi della rete ecologica regionale
- Elementi e corridoi della rete ecologica provinciale
- Elementi e corridoi della rete ecologica comunale

La città da riorganizzare (CR)

- Ambiti di trasformazione (art. 13)
- Individuazione campi di sosta per nomadi (art. 18)

Sistema delle infrastrutture

Previsioni per la viabilità alla scala sovralocale (art. 20)

- Ipotesi gronda nord da PTCP (art. 20.1.1)
- Bretella A21 - Castelvetro Piacentino e terzo ponte sul fiume Po, salvaguardia ai sensi dell'art. 102 bis L.R. 12/2005, progetto definitivo (art. 20.1.2).
- Autostrada regionale Cremona - Mantova, salvaguardia ai sensi dell'art. 102 bis L.R. 12/2005
- Autostrada regionale Cremona - Mantova, progetto preliminare
- Raddoppio ferroviario tratte Cremona-Mantova e Cremona-Olmeneta (art. 20.2)

Previsioni per la viabilità alla scala locale (art. 21)

- Nuove infrastrutture (art. 21.1)
- Riqualificazione e riorganizzazione di infrastrutture esistenti (art. 21.2)
- Ciclovía **vento** Ciclovie PCIR 4 Brescia-Cremona e PCIR 10 via delle risaie

Previsioni per il sistema dei parcheggi (art. 22)

- Previsione/riqualificazione parcheggi (art. 22.1)

Previsioni per il sistema delle infrastrutture per la sicurezza idraulica (art. 23)

- Misure strutturali dallo ScGRI (art. 23.1)
- Altri interventi (art. 23.2)

Ambiti di rinvio

- Ambiti di competenza del Piano dei Servizi e del Piano delle Regole

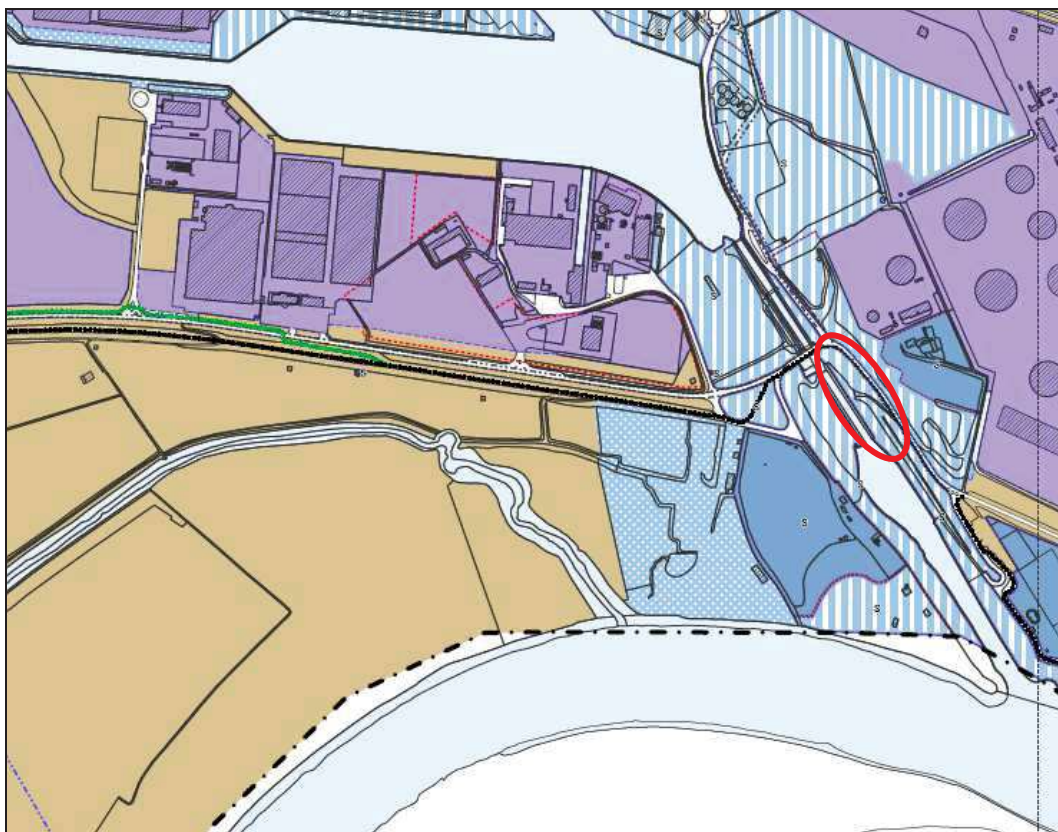





Figura 18: “Tavola 3.3.b – Regime dei suoli” del Piano delle Regole

Città esistente da riqualificare (CER)

-  CER.1 - Ambiti di prima espansione (art.20)
-  CER.2 - Ambiti di seconda espansione (art.21)
-  CER.3 - Ambiti delle frazioni (art.22)
-  CER.4 - Ambiti produttivi consolidati (art.23)
-  CER.5 - Ambiti misti (art.24)
-  CER.6 - Ambiti del commercio strutturato (art.25)
-  CER.7 - Ambito portuale (art.26)
-  CER.8 - Ambiti specialistici (art.27)
-  Pianificazione attuativa previgente (art.28)
-  Perimetro Piano attuativo in corso (art.28)

Rete ciclabile esistente/progetto:

-  Nazionale (ciclovia VenTo)
-  Regionale (PCIR 4 Brescia - Cremona / PCIR 10 via delle risaie)
-  Provinciale

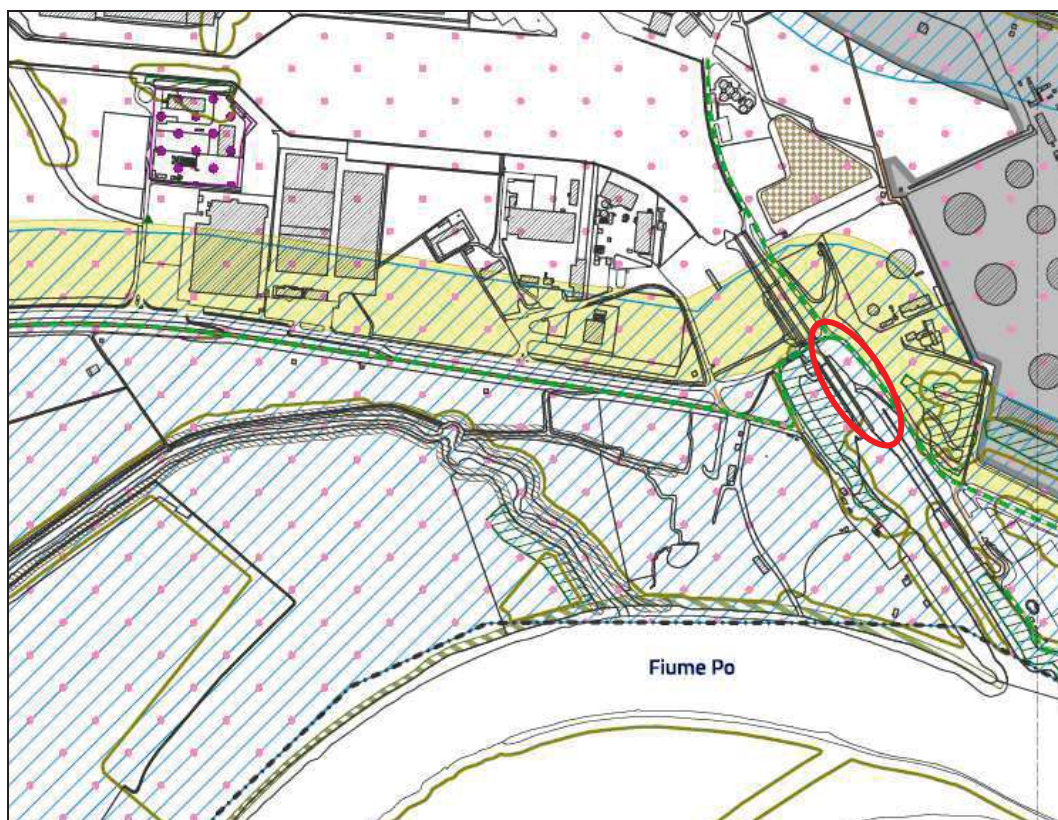






Figura 19: “Tavola 3.4.b – Sistema storico, architettonico e paesaggistico” del Piano delle Regole


Beni di interesse artistico, storico e archeologico (art. 43)

	Vincolo art. 10, D.lgs 42/2004 - Beni culturali di interesse artistico, storico e archeologico	328	N. scheda vincolo
	Vincolo art. 45, D.lgs 42/2004 - Prescrizione di tutela indiretta	268	N. scheda vincolo
	Vincolo art. 128, D.lgs 42/2004 - Rinvio alla legge 364/1909	28	N. scheda vincolo
	Vincolo art. 142, comma 1, let. m), D.lgs 42/2004 - Beni paesaggistici, zona di interesse archeologico		





Rischio archeologico (art. 44)

	Aree a rischio archeologico		Aree di attenzione archeologica
---	-----------------------------	---	---------------------------------


Mura storiche (art. 45)

	Tutela delle mura storiche visibili		Tutela delle mura storiche inglobate
---	-------------------------------------	---	--------------------------------------

Beni di interesse paesaggistico (art. 46)

	Vincolo art. 136, lett a) e b) D.lgs 42/2004 - Beni paesaggistici	156	N. scheda vincolo
	Vincolo art. 136, lett c) e d) D.lgs 42/2004: DM 19/05/1964 (Dichiarazione di notevole interesse pubblico di una zona panoramica sita nel Comune di Cremona - Aree del Lungo Po e zone limitrofe) - Beni paesaggistici		
	Vincolo art. 136, lett c) e d) D.lgs 42/2004: DM 30/10/1956 (Dichiarazione di notevole interesse pubblico delle sponde del fiume Po) - Beni paesaggistici		
	Vincolo art. 136, lett c) e d) D.lgs 42/2004: DPGR 13/02/1981 (Zona di San Sigismondo con borgo annesso) - Beni paesaggistici		

Corsi d'acqua classificati come pubblici e vincolati (art. 47)

	Vincolo art. 142, D.lgs 42/2004 - Corsi d'acqua classificati come pubblici e relative fasce di rispetto
---	---

Tutela argine maestro del fiume Po (art. 48)



Vincolo ai sensi dell'art. 20, comma 8, let. b) del Piano Paesaggistico Regionale all'esterno del tessuto edificato consolidato

Salvaguardia degli ambiti ed elementi del sistema geomorfologico (art. 49)



Fascia di rispetto del terrazzo morfologico e delle scarpate - Normativa PTCP art. 16.4



Geositi - Valli relitte - Valle del Morbasco o valle dei navigli - Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.6.3



Geositi - Dossi - "Dosso rissiano" di Costa S. Abramo-Cavatigozzi - Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.6.2

Salvaguardia degli ambiti ed elementi di rilevanza naturalistica (art. 50)



Zone umide, lanche, bodri e relative fasce di rispetto - Normativa PTCP art 16.6

Salvaguardia delle aree boscate e degli alberi monumentali (art. 51)



Aree boscate - Piano di Indirizzo Forestale (Pif) - Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 10



Sistemi verdi: 10 Grandi foreste di pianura



Alberi monumentali - Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.2

Salvaguardia del Naviglio civico (art. 52)



Fasce di rispetto del Naviglio civico ai sensi dell'art. 21 del Piano Paesaggistico Regionale e Normativa PTCP art. 16.2 lett. a)

Salvaguardia delle aree di pregio naturalistico della rete ecologica provinciale di primo e secondo livello (art. 53)



Perimetro fascia di rispetto della Rete Ecologica Provinciale di primo e secondo livello - Normativa PTCP art 16.7

Infrastrutture storiche e di interesse paesaggistico (art. 54)



Rete infrastrutturale storica - Normativa Piano Paesaggistico Regionale art. 26 e Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.7



Percorsi di interesse paesaggistico - Strade panoramiche e tracciati guida paesaggistici con punti panoramici. Normativa Piano Paesaggistico Regionale art. 26 e Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.7



Visuali sensibili - Normativa Piano Paesaggistico Regionale art 27 e Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.7



Sentieri e percorsi rurali

Aree e edifici a rischio di compromissione o degrado (art. 55)



Aree dismesse - Normativa Piano Paesaggistico Regionale art 28 e Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.7



Cave cessate - Normativa Piano Paesaggistico Regionale art 28 e Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.7



Discariche abbandonate - Normativa Piano Paesaggistico Regionale art 28 e Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.7



Impianto trattamento rifiuti - Normativa Piano Paesaggistico Regionale art 28 e Integrazione al Documento Direttore del PTCP cap. 7.7



Siti contaminati soggetti a bonifica

* Siti bonificati

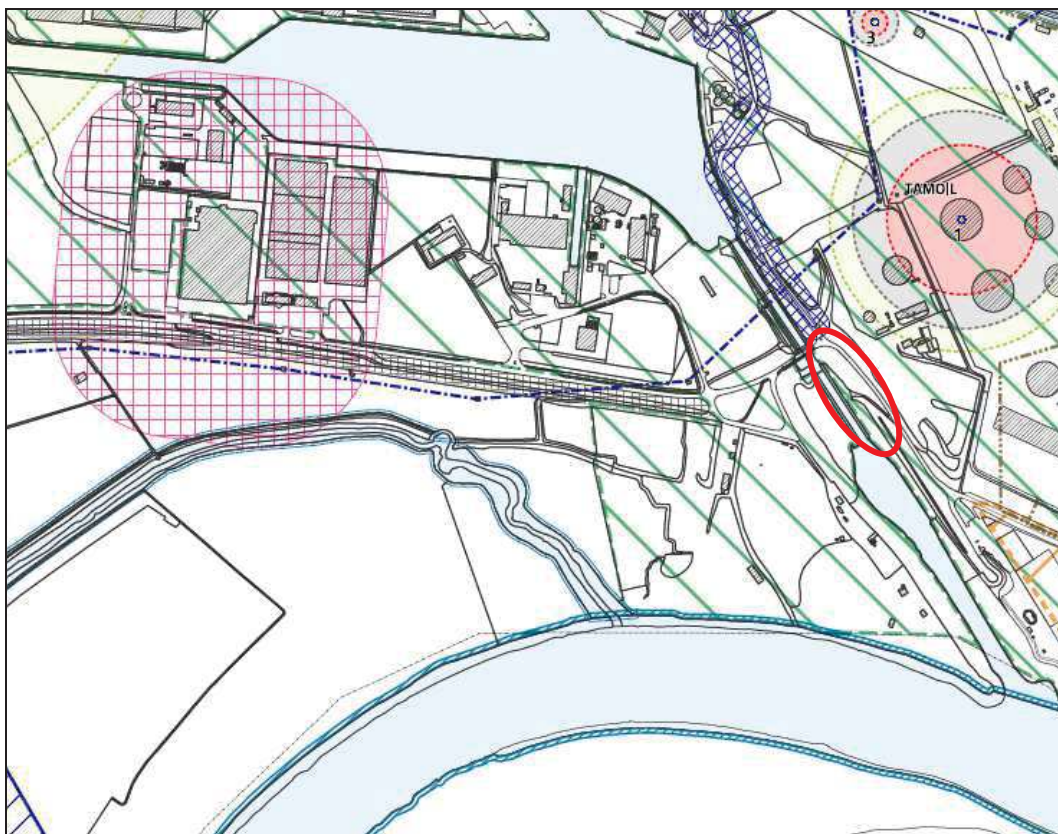


Figura 20: “Tavola 3.5.b – Vincoli e limiti territoriali” del Piano delle Regole

Salvaguardia infrastrutture prioritarie PTR (art. 33)

Salvaguardia ai sensi dell'art. 102 bis l.r.12/2005, Progetto definitivo

Rispetto delle infrastrutture (art. 56)

- Fascia di rispetto stradale esistente
- Fascia di rispetto stradale di progetto
- Fascia di rispetto progetto preliminare Cremona - Mantova
- Centro abitato
- Fascia di rispetto ferroviario
- Fascia di rispetto dell'aeroporto - prima fascia di rispetto
- Fascia di rispetto dell'aeroporto - superficie di decollo e avvicinamento
- Fascia di rispetto dell'aeroporto - superficie orizzontale interna
- Linee gasdotti, oleodotti e metanodotti
- Linee elettriche ad alta tensione

Rispetto degli impianti (art. 57)

- Area di rispetto del depuratore
- Area di rispetto del termocombustore
- Area di rispetto dell'impianto di stoccaggio raccolta differenziata

- Zona di rispetto dei pozzi dell'acquedotto
- Zona di tutela assoluta dei pozzi dell'acquedotto
- Zona di rispetto Industrie Insalubri prima classe

Rispetto dei cimiteri (art. 58)

- Fasce di rispetto dai cimiteri

Rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrico (art. 59)

- TUC/Centro edificato
- Reticolo idrico principale
- Reticolo idrico minore e consortile
- Corsi idrici di interesse idraulico e ambientale sottoposti a specifico regime

Industrie a rischio di incidente rilevante (artt. 60 e 61)

- Individuazione origine ambito di rischio
- Categoria di effetti con elevata letalità
- Categoria di effetti con inizio letalità
- Categoria di effetti con lesioni irreversibili
- Categoria di effetti con lesioni reversibili

2.5 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Di seguito si riporta l'estratto del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico: il punto di derivazione risulta essere all'interno della fascia fluviale A in quanto lungo la sponda destra del Fiume Po (come visualizzabile all'interno del FOGLIO 163 SEZ. III – Zibello Po 22 Arda 01 Ongina 01).

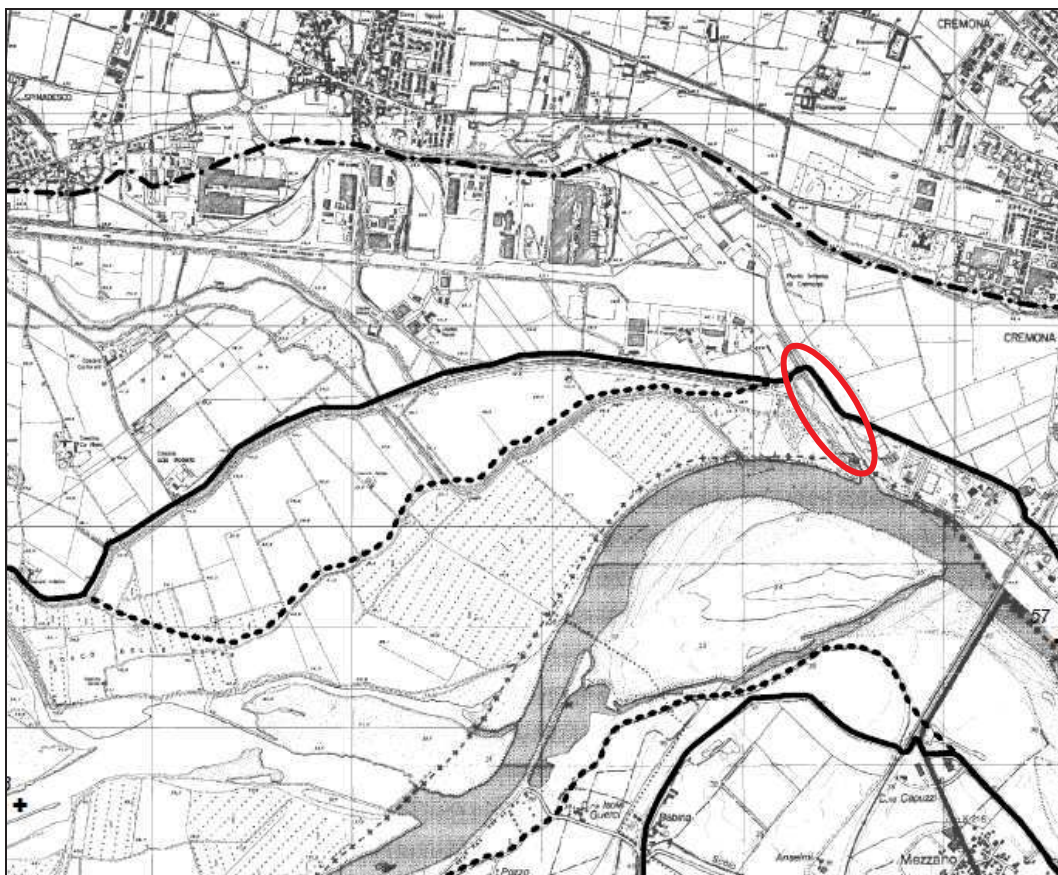
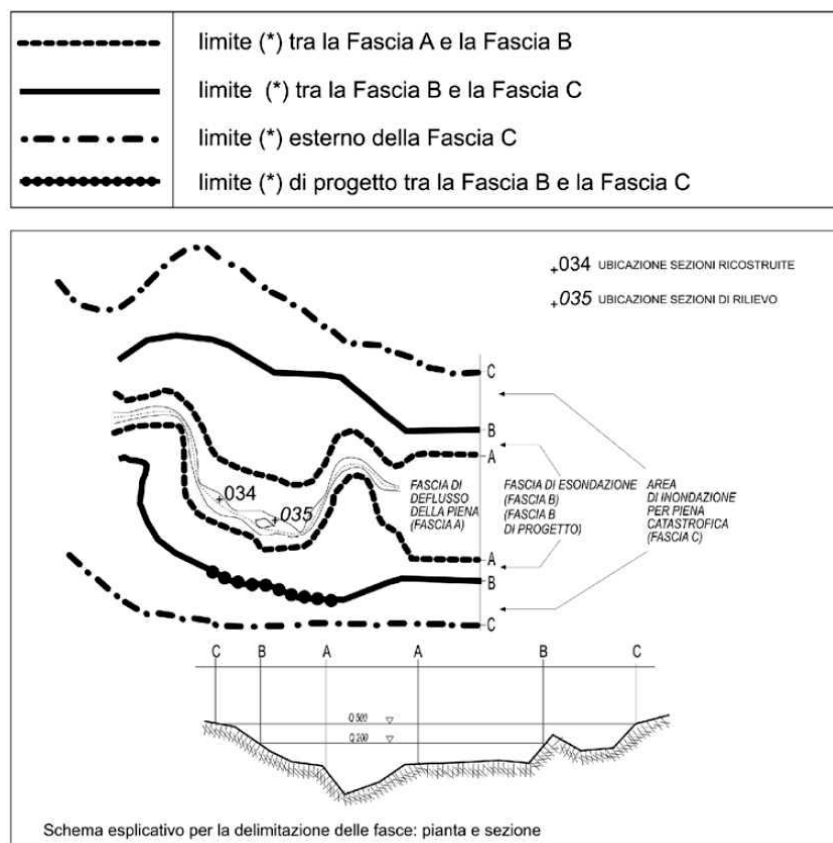


Figura 21 – Tavola di delimitazione delle fasce fluviali (FOGLIO 162 SEZ. I – Castelvetro Piacentino – Po 23 ADDA 01).



2.6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali (d.lgs. n. 49 del 2010), in attuazione della Direttiva Europea 2007/60/CE, "Direttiva Alluvioni". Il PGRA viene predisposto a livello di distretto idrografico e aggiornato ogni 6 anni. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del fiume Po (PGRA-Po).

Il primo PGRA (PGRA 2015) è adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016; è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016.

La prima revisione del PGRA (PGRA 2021), relativa al sessennio 2022-2027, è stata adottata dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po con deliberazione n. 3 del 29 dicembre 2020 e approvata con deliberazione n. 5 del 20 dicembre 2021; è definitivamente approvata con d.p.c.m. del 1° dicembre 2022.

La mappatura della pericolosità è stata effettuata secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali: l'area in oggetto rientra nell'ambito territoriale del reticolo secondario di pianura (RSP).

Le mappe del rischio tengono conto anche degli elementi esposti censiti (abitanti, attività economiche, impianti industriali ad elevato potenziale inquinante, aree protette, altre informazioni).





L'area in esame ricade in parte in “area di pericolosità RP scenario frequente (H)”, come si evince dalla *Figura 22* sotto riportata, scaricata dal Geoportale della Regione Lombardia.

La classificazione, infatti, delle aree di pericolosità è stata effettuata secondo i seguenti scenari:

- alluvioni frequenti (H) = TR 30 – 50 anni;
- alluvioni poco frequenti (M) = TR 100 – 200 anni;
- alluvioni rare (L) = TR fino a 500 anni.



Figura 22: Stralcio della mappa di pericolosità dell'area di interesse (viewer Regione Lombardia)

	Pericolosità RP scenario frequente - H		Pericolosità RSP scenario poco frequente - M
	Pericolosità RSCM scenario frequente - H		Pericolosità ACL scenario poco frequente - M
	Pericolosità RSP scenario frequente - H		Pericolosità RP scenario raro - L
	Pericolosità ACL scenario frequente - H		Pericolosità RSCM scenario raro - L
	Pericolosità RP scenario poco frequente - M		Pericolosità ACL scenario raro - L
	Pericolosità RSCM scenario poco frequente - M		

La determinazione del rischio nel PGRA è ottenuta dalla combinazione dei parametri vulnerabilità, danno e pericolosità, condotta attraverso una matrice con 4 righe e 3 colonne, ovvero 4 righe e 2 colonne.

Nelle righe sono riportati i parametri danno-vulnerabilità e nelle colonne i livelli di pericolosità associabili agli eventi ad elevata media e bassa probabilità di accadimento. L'implementazione di tale matrice ha consentito l'attribuzione di ogni elemento esposto ad una delle classi di rischio previste nei dispositivi nazionali. Per distinguere l'impatto assai diverso in termini di pericolo per la vita umana e danno per le attività antropiche, in relazione alla diversa intensità e modalità di evoluzione dei processi di inondazione

Negli ambiti territoriali considerati, si sono utilizzate tre diverse matrici (Figura 23).

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Matrice 1

- Reticolo principale (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM alpino)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Matrice 2

- Aree costiere lacuali (ACL)
- Aree costiere marine (ACM), Reticolo secondario collinare e montano (RSCM appenninico)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

Matrice 3

- Reticolo secondario di pianura (RSP)

Figura 23: Matrici utilizzate per il calcolo delle aree di rischio nel PGRA 2016 Relazione II A. Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio

La mappa del rischio di alluvioni definisce la distribuzione del rischio e le aree a rischio sono rappresentate in quattro classi, secondo la seguente gradazione:

- R4, rischio molto elevato;
- R3, rischio elevato;

- R2, rischio medio;
- R1, rischio moderato.

L'area in esame ricade in "area di rischio moderato – R2", come si evince dalla Figura 24 sotto riportata, scaricata dal Geoportale della Regione Lombardia.



Figura 24: Stralcio della mappa di rischio dell'area di interesse (viewer Regione Lombardia)



3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'intervento interessa la banchina e il palancolato della preavanconca del porto di Cremona, situata in sponda sinistra del fiume Po.

L'area è accessibile mediante accesso carraio raggiungibile percorrendo il rilevato arginale Via Riglio. In prossimità dell'accesso è presente un percorso ciclopeditonale.

La banchina si presenta priva di alberature, ad eccezione di qualche essenza ad alto fusto che però è presente lungo la parte alta del rilevato arginale e che quindi non interferisce in alcun modo con le future opere in progetto e le attività di cantiere.

In Allegato 01 si riportano alcune fotografie che documentano lo stato dei luoghi.

3.1 Rilievo LiDAR con DRONE integrato con rilievo GPS RTK

Le verifiche piano altimetriche sono state svolte in data 23/01/2024 utilizzando attrezzatura DJI composta da un LiDAR (modello L1) montato su Drone (modello MATRICE™ 300 RTK).

MATRICE™ 300 RTK (M300 RTK) è una potente piattaforma aerea industriale con un avanzato sistema di controllo del volo, un sistema di rilevamento e posizionamento a sei direzioni e una fotocamera FPV. Dispone di diverse funzioni di volo avanzate, tra cui: rilevamento e posizionamento su 6 direzioni, AI Spot-check, Smart Track, condivisione della posizione, schermo primario di navigazione e altro ancora. La tecnologia AirSense integrata consente di rilevare la presenza di aeromobili in avvicinamento all'interno dello spazio aereo circostante, garantendo la sicurezza.

Contemporaneamente, è stato eseguito un rilievo topografico utilizzando la strumentazione GPS HY-TARGET modello “Hy-Survey Road”, al fine di georeferire il rilievo eseguito con il drone utilizzando dei MARKER posizionati a terra e rilevati con entrambi gli strumenti.



Figura 25: Estratto della nuvola di punti in cui è visibile uno dei marker utilizzati per la georeferenziazione del rilievo

Per l'acquisizione della posizione in tempo reale è stato utilizzato il servizio di posizionamento nazionale della rete TOPNET LIVE la quale mette a disposizione su tutto il territorio nazionale una rete di stazioni permanenti GPS+GLONASS+GALILEO che permette di ottenere rilievi con una precisione centimetrica. Topnet Live è un servizio di correzione GNSS in tempo reale che fornisce dati di alta qualità ai ricevitori GNSS di tutto il mondo. Venduto tramite canali aftermarket, integratori di sistemi e canali OEM, il servizio può essere utilizzato in varie applicazioni, tra cui quelle topografiche, di cantiere, GIS, cartografiche e per l'agricoltura.

Per garantire un posizionamento accurato, un ricevitore GNSS deve compensare le imprecisioni causate dalle costellazioni satellitari, dall'hardware del ricevitore e dalle condizioni atmosferiche. Le imprecisioni possono essere calcolate da una rete di stazioni di riferimento fisse che ricevono costantemente dati GNSS. Queste informazioni di correzione vengono quindi trasmesse ai ricevitori GNSS come servizio. Topnet Live è il servizio di correzione GNSS di Topcon ed è costituito dalla rete di stazioni di riferimento, dal software di calcolo della correzione e dal servizio di trasmissione della correzione.

Il posizionamento cinematico in tempo reale (Real-Time Kinematic, RTK) è un metodo per migliorare la precisione dei dati di posizione ricavati da sistemi di posizionamento satellitare. Il sistema RTK opera attraverso una rete di stazioni regionali o nazionali dislocate in tutti i paesi. Il

sistema RTK a singola base fornisce la correzione da una stazione di riferimento specifica o da quella più vicina, mentre l'RTK di rete (NRTK) fornisce la correzione da un determinato numero di stazioni di una rete locale.

Dall'8 maggio 2012 l'Istituto Geografico Militare ha certificato l'inquadramento geodetico della Rete TOPNETLIVE nel Sistema di Riferimento ETRF2000-RDN.

I dati grezzi che vengono acquisiti dalle diverse stazioni sono inviati al Centro di Calcolo, nel quale è installato un software per la gestione e l'elaborazione dell'intera rete in tempo reale. Il centro di calcolo, partendo dalle coordinate note delle stazioni, elabora le osservazioni ricevute per:

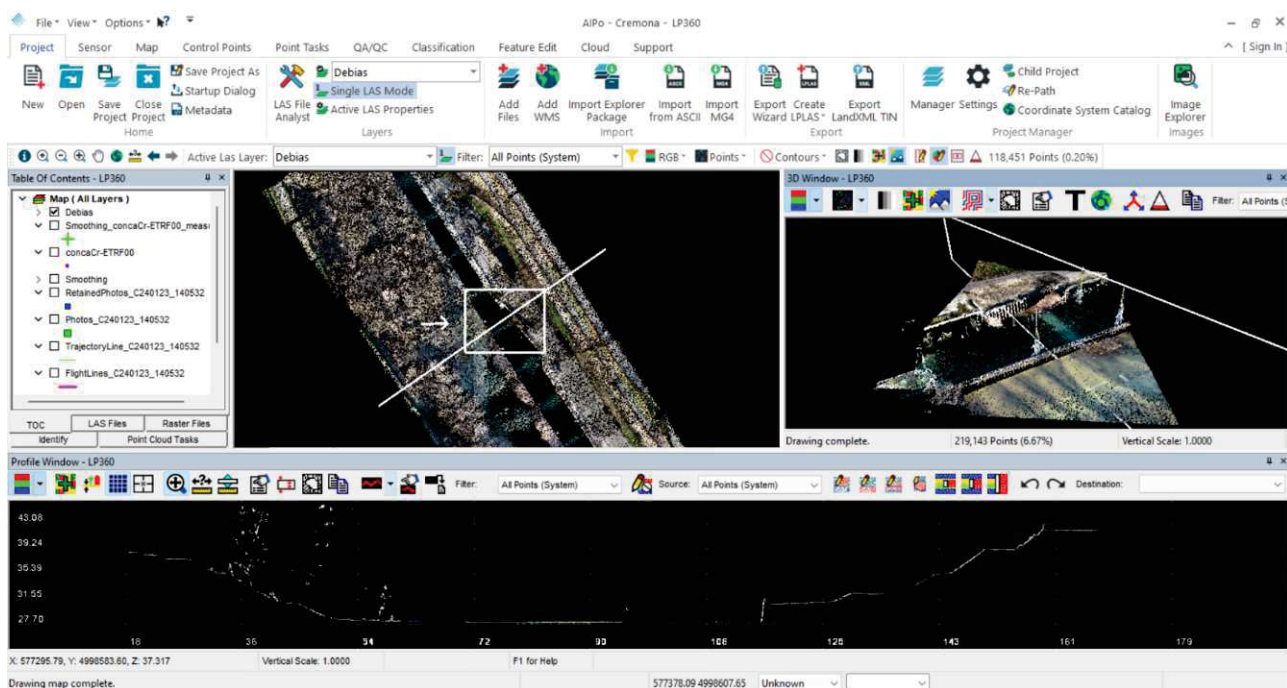
- stimare gli errori e i disturbi sulle singole stazioni;
- modellare gli errori e i disturbi nel tempo e nello spazio;
- distribuire all'utenza in tempo reale i dati e i modelli, in modo che questa possa correggere i propri dati.

L'accesso a queste correzioni, utilizzate dal ricevitore dell'utente del servizio per migliorare la precisione della propria posizione, avviene attraverso internet (protocollo NTRIP), generalmente mediante l'utilizzo di modem GPRS/UMTS.

La localizzazione precisa dell'oggetto sul territorio avviene in maniera molto semplice: una volta registrato al sito e connesso alla rete, l'utente ottiene istantaneamente dalla rete TOPNETLIVE le correzioni da apportare alle proprie misure, con un conseguente miglioramento della precisione del rilievo finale, che risulta già georeferito nel sistema geodetico nazionale ETRF2000-RDN (in accordo al DM 10 novembre 2011) ed è omogeneo rispetto alle acquisizioni eseguite da altri utenti.

Elaborazione del rilievo LiDAR con DRONE

Per l'elaborazione del rilievo LiDAR si è fatto ricorso al software "LP360", grazie al quale è stato possibile eseguire tutte le operazioni che hanno riguardato la produzione della nuvola di punti e tutte le sue successive fasi di affinamento e correzione.



*Figura 26: Schermata tipo del software LP360 al termine dell'ultima fase di elaborazione. La nuvola di punti è in vista: dall'alto (quadrante sinistro), tridimensionale (quadrante destro) e in sezione da 10 cm (quadrante basso).
 Le immagini mostrano la nuvola di punti con i colori RGB reali acquisiti durante il volo*

La nuvola di punti originale, derivante dall'operazione di Geocoding dei dati grezzi acquisiti durante il rilievo, è stata sottoposta ad ulteriori operazioni utili a migliorarne la qualità, la precisione e il significato.

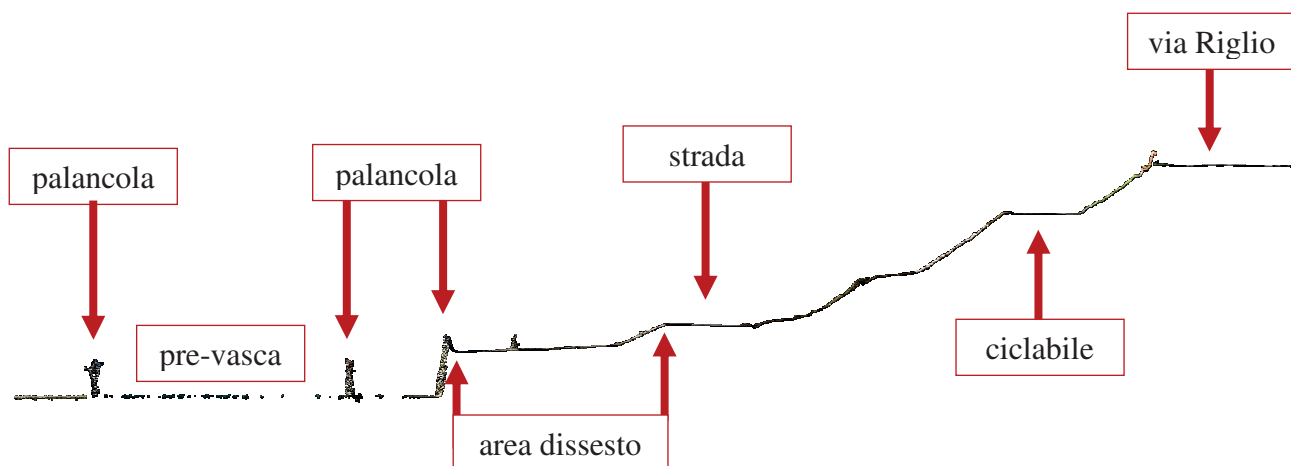
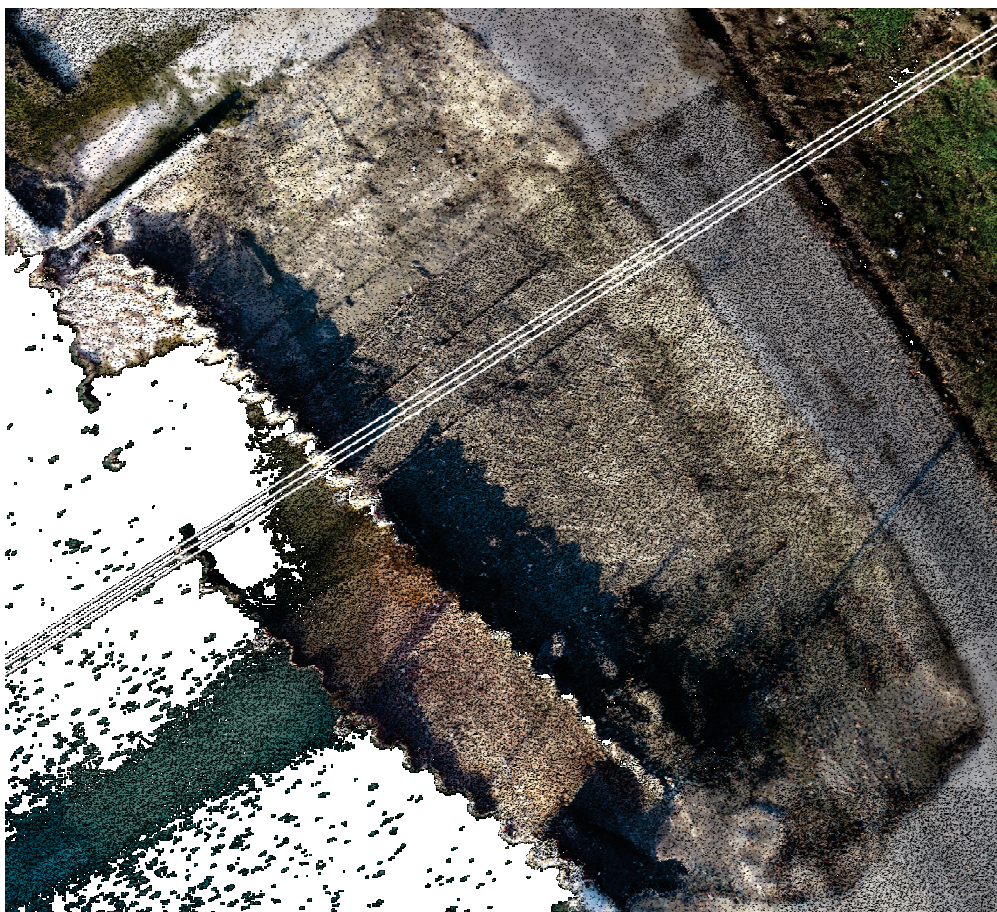


Figura 27: Particolare della nuvola di punti della zona interessata dall'instabilità in vista dall'alto e in sezione da 50cm

Per prima cosa si è provveduto ad effettuare un'operazione di smoothing (levigatura) della nuvola di punti. Questo processo si rende indispensabile per andare a ridurre i “rumori” che si generano durante l'acquisizione del dato; l'operazione di smoothing si manifesta con una riduzione dello spessore della superficie della nuvola di punti.

Il passaggio successivo ha riguardato la correzione delle quote rilevate durante il volo. Tramite un apposito algoritmo sono state confrontate le quote dei punti di controllo rilevati a terra tramite GPS con le quote dei punti della nuvola in un loro intorno significativo. Così facendo, e assumendo come maggiormente affidabili le quote dei punti rilevate tramite GPS, è stato possibile stimare un errore verticale medio delle quote rilevate durante il rilievo LiDAR: rilievo che è stato successivamente traslato verticalmente del valore di correzione precedentemente calcolato.

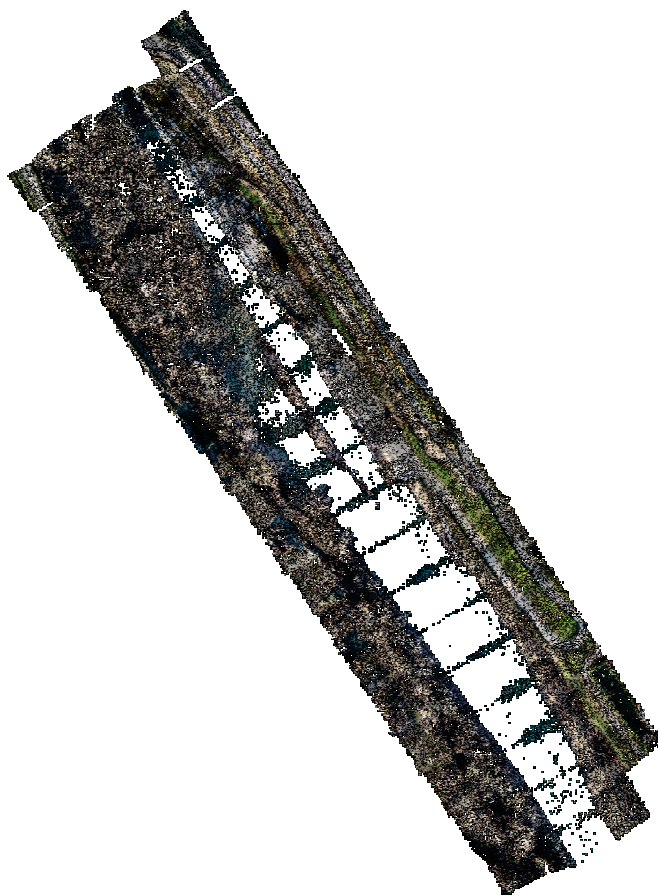


Figura 28: Nuvola di punti vista nella sua interezza

In seguito, per una migliore elaborazione del rilievo, con un apposito comando si è provveduto a classificare i punti costituenti la nuvola: questa operazione ha permesso di separare i punti rappresentanti il terreno da tutti gli altri punti, rappresentativi degli elementi posti al di sopra di esso (come ad esempio alberi, fabbricati e automobili).

Tutti i file prodotti durante le elaborazioni sono poi stati successivamente rielaborati in ambienti GIS e CAD per consentire una migliore visualizzazione grafica dei risultati ottenuti.

I file dei video realizzati sono stati trasmessi ad AIPo.

3.2 Rilievo mediante strumentazione GPS

In data 21/11/2024 è stato svolto un ulteriore rilievo topografico di dettaglio mediante strumentazione GPS della banchina della preavanconca interessata dall'intervento, che ha permesso di individuare le altimetrie e le dimensioni planimetriche del dissesto.

La restituzione grafica del rilievo topografico è riportata in *Tavola 02 – Stato di fatto: Planimetria con rilievo topografico*.

3.3 Rilievo mediante stazione totale e letture piezometriche

Nelle date 21-22-27-28/11/2024 è stato svolto un rilievo topografico mediante stazione totale volto al rilevamento dei nuovi piezometri realizzati in corrispondenza della banchina della preavanconca nonché di quelli presenti nella vicina area Tamoil, al fine di individuare l'andamento della falda.

Il rilievo con stazione totale è stato integrato con rilievo GPS al fine di georeferire il rilievo svolto con stazione totale e produrre la carta idrogeologica con quote assolute.

La restituzione grafica delle misure piezometriche è riportata in Allegato 02.

4. DESCRIZIONE DEI LAVORI GIÀ ESEGUITI

Nel 2004 si è verificato il crollo di una parte consistente del palancolato lungo la sponda sinistra della preavanconca. Ciò ha comportato la necessità dell'inserimento di un nuovo palancolato.



Figura 29: Cedimento palancolato sponda sx preavanconca risalente al 2004

Successivamente, nel recente anno 2022, pressoché nel medesimo tratto, la banchina posta in fregio alla preavanconca di accesso al porto di Cremona ha subito nuovamente un cedimento della palancolatura, con conseguente sversamento di materiale inerte nella vasca della preavanconca.



Figura 30: Cedimento palancolato sponda sx preavanconca risalente al 2022



Figura 31: dettaglio cedimento palancolato sponda sx preavanconca risalente al 2022

Al fine di evitare l'aggravarsi del dissesto, con l'intento di non causare possibili danneggiamenti all'opera di navigazione e con il rapido ripristino del transito delle imbarcazioni commerciali e turistiche, la Direzione Navigazione Interna ha eseguito un lavoro di manutenzione straordinaria

garantendo la fruibilità del sistema di navigazione ed il mantenimento in efficienza delle opere di navigazione. Con tale intervento si è messa in sicurezza la struttura e nel dettaglio sono state eseguite le seguenti operazioni:

- scavo a sezione obbligata per abbassamento del piazzale e verifica dello stato dei tiranti per una superficie di circa 450 mq;
- demolizione del cordolo in calcestruzzo di coronamento palancole interessate dal cedimento;
- taglio delle palancole inclinate e della briccola piegata.

La planimetria dello stato di fatto (*Tavola 02 – Stato di fatto: Planimetria con rilievo topografico*) rappresenta la situazione finale a seguito delle opere di manutenzione eseguite in emergenza nel 2022.

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

La banchina in oggetto si sviluppa per circa 300 m lungo la preavanconca del porto di Cremona; l'area interessata dal dissesto, ubicata in posizione centrale alla banchina, presenta un fronte di 35 m, mentre l'area di scavo predisposta in emergenza una superficie di circa 450 mq.

Considerato lo stato di fatto e le scelte progettuali adottate in fase di approvazione del PFTE, il progetto si pone i seguenti obiettivi:

- Decespugliamento dell'area nord, nonché pulizia generale di tutta la banchina e della scarpata arginale mediante sfalcio e rimozione di materiale depositato interferente;
- Rimozione e smaltimento del cumulo di materiale depositato in prossimità del dissesto, per un volume stimato in 700 mc;
- Sistemazione della banchina in corrispondenza del dissesto mediante posa in opera di gabbioni (sezione 1,00 x 1,00 m, lunghezza 2,00 m) a protezione della viabilità di servizio (sezioni dello stato di fatto e di progetto in *Tavola 03 – Stato di fatto: Sezioni* e *Tavola 05 – Stato di progetto: Sezioni*);
- Copertura dei tiranti a vista mediante materiale proveniente dagli scavi (spessore 30 cm);
- Raccolta e allontanamento delle acque di falda mediante la posa in opera di trincea drenante in pannelli prefabbricati con tubo in PVC microfessutato del diametro esterno di 315 mm e relativi pozzetti di ispezione, con scarico nel Fiume Po a valle della banchina (sezioni dello stato di fatto e di progetto in *Tavola 03 – Stato di fatto: Sezioni* e *Tavola 05 – Stato di progetto: Sezioni*);
- Ripristino della pavimentazione della banchina mediante materiale stabilizzato (spessore 5 cm) e binder (spessore 10 cm);

- Installazione di n. 1 nuova briccola in tubo di acciaio per la segnalazione della via navigabile in corrispondenza del palancolato ceduto.

5.1 Decespugliamento dell'area

Nell'area nord della banchina, in prossimità della paratoia di chiusa, è presente della vegetazione arbustiva ed infestante. Il progetto, quindi, prevede il decespugliamento e la rimozione della vegetazione arbustiva presente eseguita manualmente e/o con idonei mezzi meccanici equipaggiati con cesoie/pinze.

Inoltre, verrà realizzata una pulizia generale di tutta la banchina e della scarpata arginale, mediante sfalcio con idonei mezzi meccanici e rimozione del materiale interferente depositato durante gli ultimi eventi di piena.

5.2 Rimozione e smaltimento del cumulo di materiale

Nella zona centrale della banchina, alla base del rilevato arginale in prossimità del dissesto, è presente un cumulo di materiale depositato del volume stimato in circa 700 mc.

Tutto il materiale dovrà essere completamente rimosso e smaltito mediante conferimento presso impianto di recupero autorizzato, previa analisi di caratterizzazione rifiuto solido per la definizione di pericolosità (codice CER 170504) e test di cessione per la verifica della possibilità di recupero di rifiuti non pericolosi secondo i criteri previsti dall'Allegato 3 al Decreto Ministeriale 5/2/1998, sostituito dal D.M. 5/4/2006 n. 186.

5.3 Sistemazione della banchina in corrispondenza del dissesto (gabbionata)

Il progetto prevede la sistemazione della banchina in corrispondenza del dissesto venutosi a creare nella zona centrale mediante la posa in opera di gabbioni a scatola di forma rettangolare (sezione 1,00 x 1,00 m, lunghezza 2,00 m), riempiti con ciottolame e posti sui tre lati del dissesto a protezione della viabilità di servizio, su piano di appoggio regolarizzato e stabilizzato previo scavo a sezione obbligata eseguito con mezzi meccanici.

I gabbioni saranno a scatola certificati CE ed in possesso di certificazione EPD di prodotto (ISO 14025 - EN 15804), in rete metallica a doppia torsione con maglie esagonali tipo 8 x 10 mm filo diam. 2.70 mm (UNI EN 10223-3), realizzata con filo di acciaio trafilato a freddo, galvanizzato a caldo con rivestimento in lega Zn-Al (UNI EN 10244-2 Classe A) e rivestimento con polimero plastico di 0.50 mm (UNI EN 10245). La resistenza a trazione nominale della rete dovrà essere non inferiore a 50 kN/m (UNI EN 10223-3:2013).

Sulla superficie di contatto con il terreno, inoltre, sarà posato un geotessile non tessuto in polipropilene avente massa areica non inferiore a 200 g e resistenza a trazione non inferiore a 15 kN/m (secondo EN ISO 10319).

Il materiale scavato per la posa in opera dei gabbioni sarà riutilizzato in loco per il riempimento a tergo degli stessi e la copertura dei tiranti a vista presenti in corrispondenza del dissesto.

L'ubicazione in pianta è riportata nella *Tavola 04 – Stato di progetto: Planimetria con interventi in progetto*, mentre le sezioni dello stato di fatto e di progetto sono riportate rispettivamente in *Tavola 03 – Stato di fatto: Sezioni* e *Tavola 05 – Stato di progetto: Sezioni*.

5.4 Copertura dei tiranti a vista in corrispondenza del dissesto

In corrispondenza del dissesto creatosi nella zona centrale della banchina sono presenti alcuni tiranti a vista.

Il progetto prevede la copertura dell'area del dissesto e dei tiranti a vista per uno spessore di 30 cm su una superficie di circa 300 mq (volume totale 90 mc) con materiale provenienti dagli scavi realizzati per la posa in opera dei gabbioni e della trincea drenante.

5.5 Raccolta e allontanamento delle acque di falda

Il progetto prevede la realizzazione di una trincea drenante mediante la posa in opera di pannelli drenanti prefabbricati ad alte prestazioni idrauliche e meccaniche della larghezza di 0,30 m e altezza di 1,00 m disposti su n. 2 linee sovrapposte, costituiti da un involucro scatolare in rete metallica a doppia torsione con marcatura CE, rivestito internamente da un geotessile tessuto monofilamento ritentore con funzione di filtrazione e separazione.

Il nucleo drenante è costituito da cubetti di polistirolo non riciclato di dimensioni minime 10x20 mm, che sostituiscono la classica ghiaia, da utilizzare con funzione di drenaggio; il polistirolo utilizzato è imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque, non rilascia sostanze chimiche nell'ambiente e non modifica la composizione delle acque circolanti.

Alla base del pannello è presente un tubo drenante fessurato preassemblato in polietilene ad alta densità, corrugato a doppia camera con o fenestrazione radiale, del diametro esterno di 315 mm e diametro interno di 278 mm.

I pannelli hanno prestazioni superiori rispetto alla classica trincea in ghiaia, per cui sono sufficienti 30 cm per sostituire i 100 cm tradizionali di quest'ultima modalità.

La linea drenante sarà realizzata mediante legatura tra i vari pannelli esternamente allo scavo; la stessa linea sarà posata alla profondità di progetto con un prescavo iniziale e un successivo scavo in

sezione ristretta con sponde verticali o sub verticali fino a raggiungere la quota prevista per la base del pannello.

Tale soluzione presenta i seguenti vantaggi rispetto alla trincea drenante tradizionale:

- riduzione di 2/3 degli scavi/movimenti terra, con conseguente riduzione degli impatti sulla viabilità locale;
- assenza di operai all'interno dello scavo in quanto il materiale viene posato dall'esterno;
- tempo di posa contestuale a quello di scavo;
- materiale certificato per garantire una prestazione costante.

Inoltre, vista la vicinanza del corso d'acqua soggetto a possibili repentini innalzamenti del livello idrometrico, il progetto prevede l'ancoraggio della linea basale dei pannelli mediante kit preassemblati da infiggere dopo che la trincea drenante è stata posata ed intasata lateralmente nel terreno, al fine di preservare la sicurezza degli operai.

Nello specifico, il sistema di ancoraggio è costituito da un kit preassemblato in cui una Funne in trefoli di acciaio ad anima metallica, rivestita in zinco-alluminio, è vincolata da un lato ad un'ancora terminale infissa a percussione e successivamente tensionata al fine di ottenere la resistenza al pull-out di progetto e dall'altro ad una piastra sommitale di ripartizione a raggiata che incorpora un innovativo dispositivo di auto bloccaggio direzionale in lega di zinco-alluminio pressofuso con un rullo ceramico interno che impedisce lo sfilamento della fune una volta inserita. Tale sistema riduce l'impatto ambientale del cantiere rispetto ad altri sistemi di ancoraggio che richiedono pose in opera più impattanti in termini di tempi, costi, mezzi e materiali.

Le schede tecniche del pannello drenante prefabbricato e del kit per l'ancoraggio sono riportate in Allegato 03.

In corrispondenza dell'area in dissesto, al fine di non interferire con i tiranti presenti, in sostituzione dei pannelli prefabbricati è prevista la realizzazione della trincea drenante tradizionale, realizzata mediante la posa in opera di tubazione drenante a bicchiere ad incollaggio di plastica polivinilcloruro non plastificato (PVC-U) del diametro di 315 mm, spessore 5 mm, con piede di posa preformato, sezione inferiore non forata pari ad 1/3 del diametro, larghezza fessure drenanti $\geq 0,8$ mm, lunghezza fessure drenanti < 25 mm.

Il sottofondo per la posa della tubazione drenante sarà realizzato con inerti naturali (ghiaia) selezionati e perfettamente lavati, così come il riempimento dello scavo fino alle quote di progetto (larghezza 1,0 m, altezza variabile tra 1,0 e 1,5 m).

Per evitare infiltrazione di materiale fine e compromettere la funzionalità del sistema, sia attorno alla trincea drenante che al tubo microfessurato sarà posato un geotessile non tessuto di plastica polipropilene (PP) del peso di 90 g/mq.

Al tetto della trincea drenante verrà steso materiale proveniente dagli scavi per uno spessore di 30 cm come indicato nel capitolo 5.4.

Lungo lo sviluppo della trincea drenante, nei punti in cui cambia la tipologia di sezione da pannello prefabbricato a tradizionale e viceversa e/o almeno ogni 45-50 m, dovrà essere posato in opera un pozzetto di ispezione in elementi prefabbricati in conglomerato cementizio per scarichi di acque reflue e piovane, delle dimensioni interne di 100x100 cm, altezza interna 110 cm, con relativi anelli di prolunga fino alla quota della banchina e chiusino in ghisa sferoidale rotondo con telaio quadrato, lune netta diam. 700 mm e telaio 94x94 cm, con coperchio articolato su telaio apribile a 130° con blocco di sicurezza a 90°, guarnizione in elastomero antiodore e antirumore, classe D 400, a norma UNI EN 124, altezza totale non inferiore 100 mm, non ventilato.

Le acque di falda così raccolte saranno scaricate nel Fiume Po mediante tubazione di scarico con giunti a bicchiere e anello elastomerico di plastica polivinilcloruro non plastificato (PVC-U), diametro esterno 315 mm, spessore 9,2 mm, classe di rigidità SN8 kN/m².

Sulla bocca di uscita della tubazione dovrà essere installata una valvola antiriflusso (clapé) DN315.

L'ubicazione in pianta della trincea drenante è riportata nella *Tavola 04 – Stato di progetto: Planimetria con interventi in progetto*, mentre le sezioni sono riportate in *Tavola 05 – Stato di progetto: Sezioni*.

Il materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione della trincea drenante sarà principalmente utilizzato per il rinterro della stessa e la copertura dei tiranti a vista in corrispondenza del dissesto. Il materiale eccedente sarà conferito presso impianto di recupero autorizzato, previa analisi di caratterizzazione rifiuto solido per la definizione di pericolosità (codice CER 170504) e test di cessione per la verifica della possibilità di recupero di rifiuti non pericolosi secondo i criteri previsti dall'Allegato 3 al Decreto Ministeriale 5/2/1998, sostituito dal D.M. 5/4/2006 n. 186.

Anche il materiale proveniente dalla demolizione e dalla scarificazione della pavimentazione esistente in corrispondenza degli scavi per la realizzazione della trincea drenante (CER 17.03.02) dovrà essere conferito presso impianti di recupero di rifiuti autorizzati.

5.6 Ripristino della pavimentazione della banchina

Il progetto prevede il ripristino della pavimentazione di tutta la banchina (superficie totale 5.300 mq) mediante:

- massicciata stradale con stesa di materiale granulare stabilizzato di pezzatura idonea, dello spessore di 5 cm, opportunamente rullato per ottenere una superficie livellata con il corretto grado di compattazione;
- pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso (binder) dello spessore di 10 cm, dato in opera caldo, steso e cilindrato.

5.7 Installazione di bricola

Il progetto prevede l'installazione di n. 1 nuova bricola in tubo di acciaio per la segnalazione della via navigabile in corrispondenza del palancolato ceduto, infissa nel terreno in corrispondenza della bricola tagliata nel recente intervento del 2022, avente le seguenti caratteristiche:

- diametro 193 mm,
- spessore 7,6 mm,
- lunghezza 23 m,
- quota sommità 39,00 m s.l.m.

Il dettaglio della bricola è riportato nella *Tavola 06 – Stato di progetto: Particolari costruttivi*.

6. CRONOPROGRAMMA

Vista la tipologia delle lavorazioni si stima un tempo massimo totale di esecuzione dei lavori pari a **120 (centoventi) giorni** naturali e consecutivi.

7. ALLEGATI

- Allegato 01 – Documentazione fotografica dello stato dei luoghi;
- Allegato 02 – Carta idrogeologica (scala 1:2.000);
- Allegato 03 – Scheda tecnica pannello drenante e kit di ancoraggio.

- Tavola 01 – Corografia (scala 1:10.000 – 1:2.000)
- Tavola 02 – Stato di fatto: Planimetria con rilievo topografico (scala 1:500)
- Tavola 03 – Stato di fatto: Sezioni (scala 1:100)
- Tavola 04 – Stato di progetto: Planimetria (scala 1:500)
- Tavola 05 – Stato di progetto: Sezioni (scala 1:100)
- Tavola 06 – Stato di progetto: Particolari costruttivi (scala 1:20 – 1:100)
- Tavola 07 – Layout di cantiere (scala 1:1.000)

ALLEGATO 01

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLO STATO DEI LUOGHI



Foto 1: Zona nord della banchina



Foto 2: Cumulo di materiale presente nella zona nord della banchina



Foto 3: Zona centrale della banchina (vista da nord)



Foto 4: Zona centrale della banchina interessata dal dissesto



Foto 5: Zona centrale della banchina interessata dal dissesto (tiranti a vista)



Foto 6: Zona centrale della banchina interessata dal dissesto (nuove palancole di protezione)



Foto 7: Zona centrale della banchina (vista da sud)



Foto 8: Zona sud della banchina

ALLEGATO 02

CARTA IDROGEOLOGICA

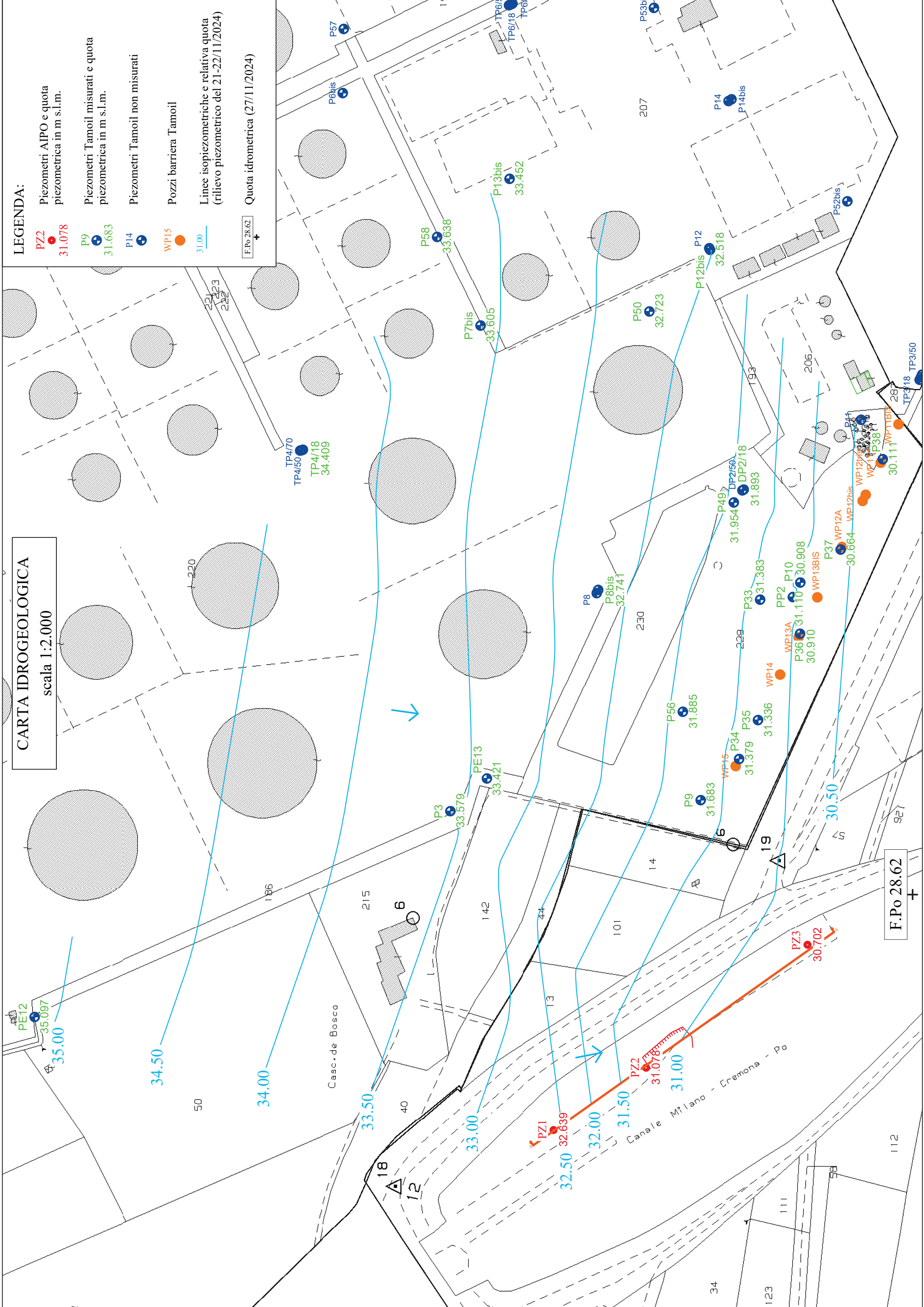
scala 1:2.000

CARTA IDROGEOLOGICA

scala 1:2.000

LEGENDA:

- Piezometri AIPO e quota piezometrica in m s.l.m.
- Piezometri Tamoil misurati e quota piezometrica in m s.l.m.
- Piezometri Tamoil non misurati
- Pozzi barriera Tamoil
- Linee isopiezometriche e relativa quota (rilievo piezometrico del 21-22/11/2024)
- Quota idrometrica (27/11/2024)



ALLEGATO 03

SCHEDA TECNICA PANNELLO DRENANTE E KIT DI ANCORAGGIO

GABBIODREN® T

PANNELLO DRENANTE AD ALTE PRESTAZIONI IDRAULICHE E MECCANICHE CERTIFICATE

Gabbiodren® T è un sistema drenante preassemblato costituito da pannelli scatolari realizzati in rete metallica a doppia torsione con marcatura CE rivestiti internamente da un geotessile tessuto con funzione di filtrazione e separazione. Il nucleo drenante è costituito da cubetti di polistirolo che sostituiscono la ghiaia. Il polistirolo utilizzato è imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque; non rilascia sostanze chimiche nell'ambiente e non modifica la composizione chimica delle acque circolanti. Il sistema drenante Gabbiodren® T consente la realizzazione di trincee drenanti per la captazione di acque nel terreno, in alternativa alle classiche trincee costituite da geotessile non tessuto e materiale granulare arido.

L'impiego più comune è nella prevenzione e nel rimedio del dissesto idrogeologico, nel consolidamento di frane e versanti, ma anche in ambito infrastrutturale a salvaguardia di strade e opere strutturali. Viene diffusamente impiegato anche in ambito montano, agricolo ed edilizio. Il sistema Gabbiodren® T presenta un tubo drenante fessurato preassemblato alla base del pannello, con un aumento della capacità di deflusso idrico, in termini di quantità e velocità di smaltimento delle acque raccolte.

	Norma	Unità	Valore	Tolleranza	Note
GABBIA METALLICA ESTERNA DI CONTENIMENTO					
Dimensioni e peso					Tab.1
Maglia esagonale doppia torsione	EN 10223-3		8x10		
Diametro del filo	EN 10223-3	mm	2.70		
Zincatura (Zn95%-Al5%)	EN 10244-2	Classe	Classe A		
Resistenza media a trazione rete	EN 10223-3	kN/m	50		
Rivestimento polimerico aggiuntivo (quando richiesto)	EN 10245		PoliMac®		
Capacità drenante nel piano MD (longitudinale al dreno) (*)	EN ISO 12958	l/(m·s)		± 30%	Tab.2
GEOTESSILE DI RIVESTIMENTO					
Struttura: Geotessile tessuto					
Materia prima: polietilene alta densità					
Massa areica	EN ISO 9864	g/m ²	130		
Resistenza a punzonamento statico CBR	EN ISO 12236	N	2200	- 440	
Resistenza a trazione longitudinale	EN ISO 10319	kN/m	23	- 4.60	
Resistenza a trazione trasversale	EN ISO 10319	kN/m	12	- 2.40	
Allungamento longitudinale max	EN ISO 10319	%	35	10.50	
Allungamento trasversale max	EN ISO 10319	%	20	6.00	
Permeabilità perpendicolare al piano	EN ISO 11058	l/(m ² s)	150	- 45	
Diametro efficace di filtrazione O ₉₀	EN ISO 12956	µm	300	± 90%	
NUCLEO DRENANTE					
Cubetti di polistirolo non riciclati imputrescibili chimicamente inerti di dimensioni minime 10x20 mm					
TUBO MICROFESSURATO PREASSEMBLATO					
Polietilene ad alta densità corrugato a doppia camera con fenestrazione radiale					



Tabella 1: Dimensioni Gabbiodren® T

Lunghezza (m)	Altezza (m)	Larghezza (m)	Peso (Kg)	Diametri tubo (mm)
2	0.50	0.30	≥ 8	160 - 200 - 250 - 315
2	1	0.30	≥ 16	
2	0.75	0.50	≥ 17	

Tabella 2: Capacità drenante [l/(m·s)] escluso il contributo del tubo

		gradiente i [m/m]			
		i = 0.10	i = 0.30	i = 0.40	i = 0.60
Carico applicato [kPa]	2 kPa	9.02		28.20	43.80
	20 kPa	4.50		12.70	16.20
	100 kPa	0.69		2.82	3.50
	200 kPa	0.36	0.96		

(*) Il pannello drenante è testato e certificato a scala reale secondo prove di laboratorio per la caratterizzazione delle prestazioni in condizioni di esercizio simulato. Il pannello drenante è in grado di garantire le seguenti prestazioni idrauliche minime certificate da Ente di Ricerca terzo e fornite dal produttore secondo la norma EN ISO 12958 modificata. Le certificazioni e le prove sul pannello devono essere indicative del comportamento dell'intero pannello e non dei semplici singoli componenti. In assenza di tali requisiti il pannello non può dirsi testato e certificato e le sue prestazioni non possono essere in alcun modo certificate dal Produttore.

Il produttore, per il proprio processo di ottimizzazione e miglioramento delle caratteristiche tecniche dei prodotti, si riserva la facoltà di modificare gli standard e le caratteristiche dei prodotti senza alcun preavviso. Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza; in ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.

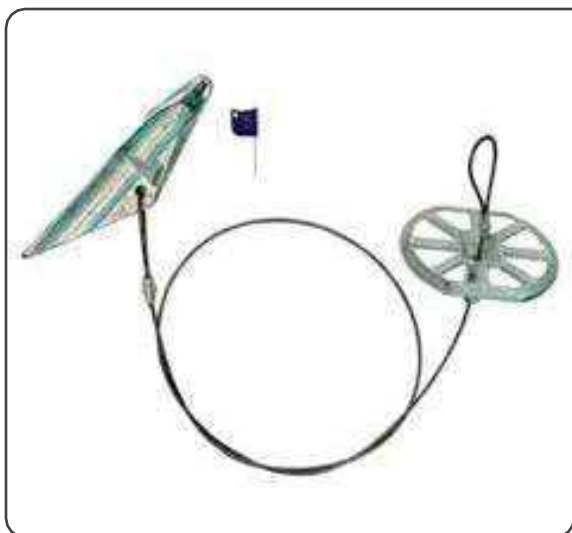
Officine Maccaferri Italia S.r.l.

Via Kennedy, 10 - 40069 Zola Predosa (BO) - Italy
Tel. (+39) 051-6436000 - Fax (+39) 051-6436201



E-mail: info@it.maccaferri.com - Web site: www.maccaferri.com/it

Azienda con Sistema Qualità Certificato
da Bureau Veritas con accreditamento Sincert e Ukas.

Sistema Terra Lock TL-100 TL-A3



Il sistema di ancoraggio Terra-Lock™ per il controllo dell'erosione e la stabilizzazione di scarpate è costituito da un **Kit preassemblato** in cui una **Fune** in trefoli di acciaio ad anima metallica, rivestita in zinco-alluminio, è vincolata da un lato ad un'**ancora terminale** infissa a percussione e successivamente tensionata al fine di ottenere la resistenza al **pull-out di progetto** e dall'altro ad una **piastra sommitale** di ripartizione a raggiera che incorpora un innovativo dispositivo di **auto bloccaggio direzionale** in lega di zinco-alluminio pressofuso con un rullo ceramico interno che **impedisce lo sfilamento della fune** una volta inserita. Il sistema Terra-Lock™ **riduce l'impatto ambientale del cantiere** rispetto ad altri sistemi di ancoraggio che richiedono pose in opera più impattanti in termini di tempi, costi, mezzi e materiali.






Componenti	Tipo		Materiale	Specificazioni
Piastra Terminale	TL-100		Lega Zinco - Alluminio - ZA2 Cappuccio in PP stabilizzato UV	Dimensione Ø 100 mm Temperatura di lavoro: -40 °C / +60 °C
Terminale sommitale	TL-400		Lega Zinco-Alluminio ZA 2 con rullo interno ceramico e dispositivo di blocco direzionale	35mmx35mm Spessore: 3mm
Ancora	TL-A3		Zinco-alluminio - ZA 2	Superficie dell'ancora: 3.870 mm ² Carico Nominale: Tab. 1
Fune in Acciaio	3MM-Z 1x19		Acciaio Carbonio ⁽¹⁾ Rivestito Zinco-alluminio	Diametro 3 mm, AMZ 1x19 Resistenza a trazione 1.770 N/mm ² Norma DIN 3053
KIT	TL-100 TL-A3			Massimo carico di lavoro 450 kg.

(1) Disponibile su richiesta con Fune Inox, acciaio inossidabile, diam. 3 mm 7x7

SPT: Efficienza dell'ancora Terra-Lock

La prova penetrometrica standard (SPT) è spesso usata per determinare la resistenza e la deformazione del terreno. Questi valori possono essere utilizzati per ottenere la resistenza al taglio e il peso unitario del terreno. Le informazioni sono utilizzate per prevedere l'efficienza dell'ancora Gripple in relazione alle condizioni.

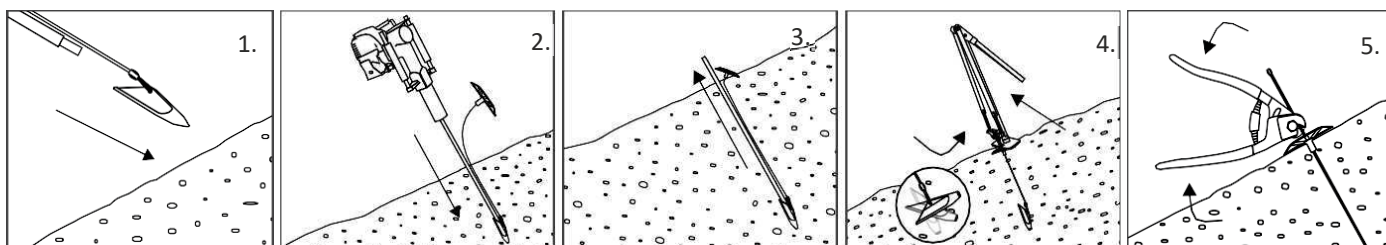
Correlazione approssimativa delle proprietà del terreno:

	Sciolti	SPT 0-4
	Poco addensato	SPT 4-10
	Moderatamente addensato	SPT 10-30
	Addensato	SPT 30-50
	Molto addensato	SPT > 50

La tabella a fianco presenta i calcoli teorici: si deve prendere sempre in considerazione la variabilità dei tipi di terreno ed eseguire le prove in loco per ottenere risultati più precisi. La longevità dipende da fattori di localizzazione, di suolo, d'acqua e di condizioni climatiche, nonché dal rischio locale di erosione sul posto.

Densità del terreno	TAB 1 TL-A3 Efficienza dell'ancora (kg)			
	Profondità di installazione 1 m		Profondità di installazione 1,5 m	
Sciolti	70	105	108	152
Poco addensato	105	173	152	279
Moderatamente addensato	173	487	279	845
Addensato	487	1184	845	2271
Molto addensato	1184	1797	2271	3840

Schema di installazione



Accessori per installazione



Martello a motore (GPD)



JackJaw™



Picchetto per installazione



Tronchese per fune

Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza; in ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.



Hydrogeo S.r.l.

Via Guido Rossa. 76 – 40033 Casalecchio di Reno (BO)

Tel. 051.6130116 – Mail: info@hydrogeo.net – Web Site: www.hydrogeo.net

P.I.: 00691841209 C.F.: 04029650373

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015 n. 4061-A

