



REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA DI BARLETTA-ANDRIA-TRANI  
PARCO NATURALE REGIONALE  
FIUME OFANTO



Asse VI - azione 6.5  
Subazione 6.5.a  
“Interventi per la tutela e valorizzazione  
della biodiversità terrestre e marina”

Interventi di ripristino, recupero e gestione dell'area umida  
costiera in prossimità della foce del Fiume Ofanto dei  
comuni di Barletta e Margherita di Savoia  
Codice operazione A0605.06

PROGETTISTI  
RTP  
*ing. Matteo Orsino*  
*geol. Giovanni Scirocco*  
*agr. Matteo F. Caldarella*  
*nat. Vincenzo Rizzi*



PROGETTO DEFINITIVO  
Elaborati tecnico amministrativi



**RELAZIONE GEOLOGICA E  
IDROGEOLOGICA**

Maggio 2019

Rev. 00

**Eta.04**

IL Dirigente del VI Settore  
*ing. Vincenzo Guerra*

Spazio per protocolli, visti, pareri e autorizzazioni

IL RUP  
*arch. Mauro Iacoviello*

## ***Indice generale***

1	PREMESSA.....	1
2	RELAZIONE GEOLOGICA.....	4
2.1	LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO.....	4
2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLIGICO DI AREA VASTA.....	4
2.2.1	Inquadramento geologico e stratigrafico.....	4
2.2.2	Stratigrafia sequenziale.....	6
2.2.3	Geomorfologia e idrografia.....	6
2.3	INQUADRAMENTO DI AREA RISTRETTA.....	6
2.3.1	Geomorfologia e idrogeologia.....	6
2.3.2	Geologia.....	7
2.4	CARATTERIZZAZIONE VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO.....	8
2.4.1	Metodi di indagine .....	8
2.4.2	Modello geologico-stratigrafico.....	8
2.5	PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	9
2.6	ASPETTI SISMICI.....	10
2.6.1	Classificazione sismica dei comuni e macrozonazione sismica ZS9.....	10
2.6.2	Categoria di suolo di fondazione NTC2018.....	10
2.6.3	Accelerazione sismica e amplificazione locale.....	10
2.6.4	Coefficienti sismici.....	11
2.6.5	Liquefazione.....	11
3	RELAZIONE GEOTECNICA.....	12
3.1	METODI.....	12
3.2	CARATTERIZZAZIONE VOLUME GEOTECNICO SIGNIFICATIVO.....	12
3.2.1	Modello geotecnico-stratigrafico.....	12
3.2.2	Parametri geotecnici.....	13
3.3	SINTESI CRITICITA' GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E PRESCRIZIONI.....	14

## **TAVOLE ALLEGATE**

- 1** *Inquadramento topografico*
- 2** *Idrografia superficiale*
- 3** *Carta geolitologica*
- 4** *Carta tematica*
- 5** *Carta dei vincoli*

## **APPENDICI**

- 1** *Parametri di input sismico*
- 2** *Stralcio relazione Dott. Geol. Salvemini “INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL FIUME OFANTO TRA PONTE ROMANO E LA FOCE – 1° STRALCIO INTERVENTO BT027/10 PIANO STRAORDINARIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO– PROGETTO PRELIMINARE”*

## 1 PREMESSA

A seguito dell'affidamento per le prestazioni professionali relative al progetto indicato al titolo, deliberato con Determinazione Dirigenziale n. 1339 del 31.12.2018 del Settore VI – Servizio Ecologia della Provincia di Barletta Andria e Trani, sono state redatte una *Relazione Geologica* e una *Relazione Geotecnica pro parte*. Come specificato nel titolo, il progetto riguarda alcuni interventi di ripristino, recupero e gestione di un'area posta in fascia golenale e ubicata in prossimità della foce del Fiume Ofanto, nei territori dei comuni di Barletta e Margherita di Savoia.

Il progetto prevede di ripristinare la piana inondabile, consistente nel ricreare le condizioni per cui una porzione di territorio adiacente all'alveo, attualmente terrazzato ed escluso quindi dalla dinamica fluviale a causa dell'incisione dell'alveo stesso, possa essere inondata con maggior frequenza tramite l'abbassamento della sua quota. L'azione prevede inoltre che la piana inondabile riconnessa sia lasciata libera di evolvere morfologicamente, senza prevedere quindi protezioni di sponda né altre opere di regimazione o regolazione.

Il terreno scavato sarà riutilizzato in loco per la formazione di un mosaico di isole, e quindi rimarrà disponibile per un futuro naturale riassetto durante le piene di formazione.

Su due aree adiacenti, che non saranno interessate dall'abbassamento del terreno, si prevede di realizzare interventi di piantumazione per il ripristino di formazioni vegetali naturaliformi, strettamente connesse alla piana inondabile di nuova realizzazione.

Sono pertanto state individuate sei distinte aree, contraddistinte con le lettere dalla A alla F.

Nell'ambito delle prime quattro aree, per un'estensione complessiva di circa 12,6 ettari, si procederà quindi allo sbancamento del terreno per una profondità media variabile tra 21 e 65 cm., realizzando una serie di valli in diretta connessione con l'alveo di magra. Verranno poi realizzati 22 isolotti e barre con forme diversificate, principalmente a sviluppo lineare, collocati all'interno delle valli create con lo scavo del terreno, per una superficie complessiva di circa 4,5 ettari. Ciascun isolotto avrà una superficie variabile da poche centinaia di metri quadri ad oltre un ettaro, per un'altezza massima di 4,4 metri s.l.m., con sponde degradanti.

Su due aree – la prima di circa 4,4 ettari (area E) adiacente all'area C ma a quota più elevata e la seconda di circa 1,3 ettari (area F) adiacente all'area A, verrà infine effettuato un intervento di ripristino di formazioni vegetali naturaliformi, che saranno strettamente connesse alla piana inondabile di nuova realizzazione.

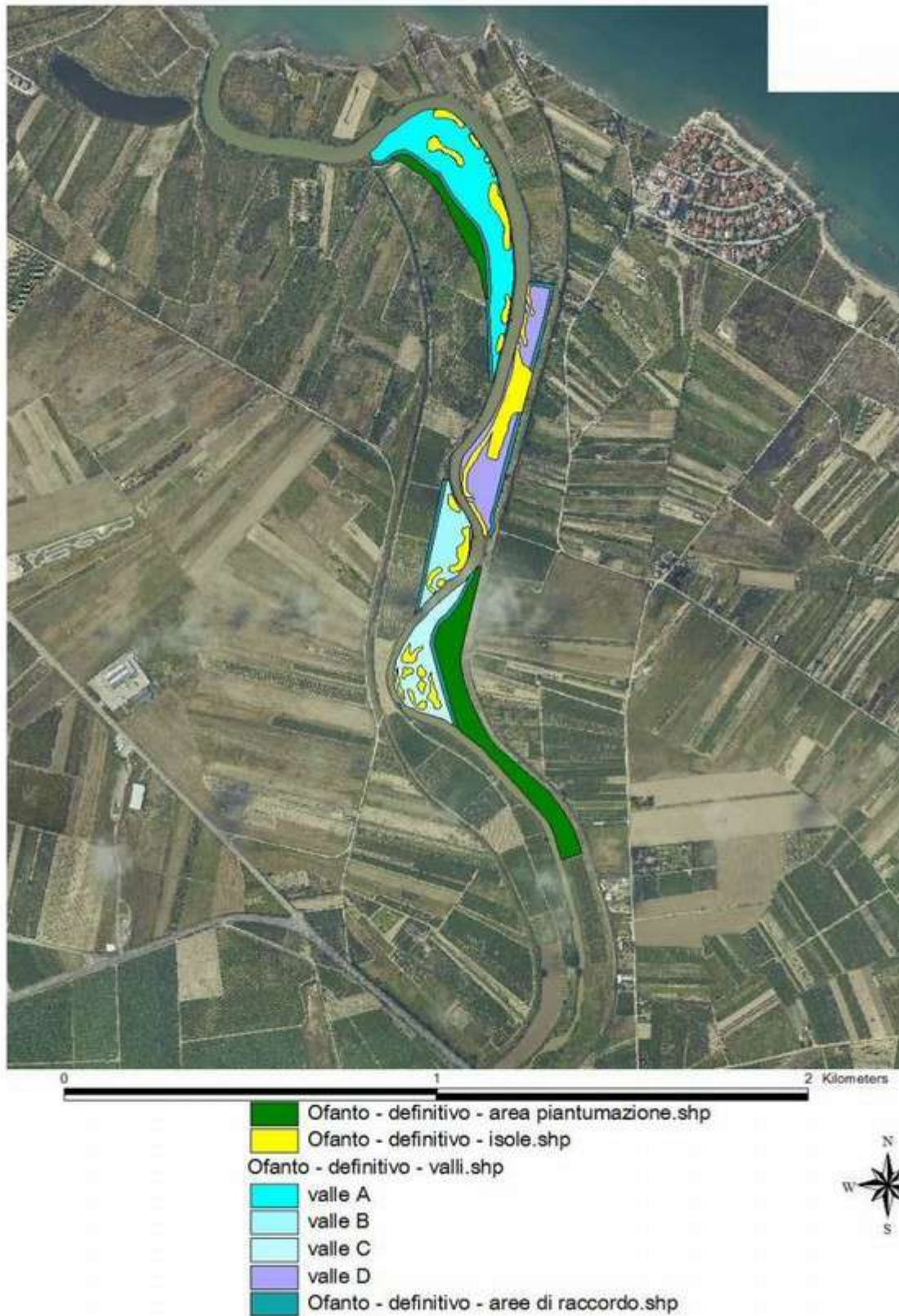


Figura 1: Aree di intervento (scala 1:25000)

La Relazione Geologica è stata finalizzata allo studio e alla caratterizzazione del volume geologico significativo, comprendente il sito geologico e il relativo sottosuolo suscettibili di influenzare le

opere e gli interventi in progetto con azioni di natura sia geologica sia antropica. La relazione geologica ha dunque come obiettivi principali gli aspetti elencati di seguito.

- Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico di area vasta.
- Contesto geologico di area ristretta e definizione di un modello geologico-stratigrafico.
- Analisi degli aspetti sismici.
- Verifica di eventuali vincoli geologici, geomorfologici e idrogeologici presenti nei vari piani di gestione territoriale.
- Analisi delle pericolosità geologiche ed individuazione di eventuali elementi di criticità.

La Relazione Geotecnica *p.p.* è stata invece finalizzata alla caratterizzazione del volume geotecnico significativo, *i.e.* quella porzione di suolo e sottosuolo potenzialmente influenzata dalle opere e dagli interventi in progetto. Si sottolinea che la relazione non comprende le verifiche analitiche SLE e SLU del sistema geotecnico in progettazione (*e.g.* verifiche di stabilità di argine). Nel caso specifico l'elaborato tratta dunque gli aspetti elencati di seguito.

- Definizione di un modello stratigrafico-geotecnico funzionale alle verifiche geotecniche.
- Caratterizzazione delle unità geotecniche-stratigrafiche con stima dei parametri caratteristici di deformazione e resistenza.
- Eventuali prescrizioni progettuali e/o esecutive.

Si sottolinea che per la realizzazione di questo studio ci si è avvalsi largamente di due lavori precedenti, il primo dei quali riporta i risultati di numerose indagini geofisiche, geognostiche e di laboratorio che interessano la medesima area di intervento.

1. *INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL FIUME OFANTO TRA PONTE ROMANO E LA FOCE – 1° STRALCIO INTERVENTO BT027/10 PIANO STRAORDINARIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – PROGETTO PRELIMINARE (DOTT. GEOL. ANDREA SALVEMINI)*
2. *STUDIO PER LA DEFINIZIONE DELLE OPERE NECESSARIE ALLA MESSA IN SICUREZZA DEL RETICOLO IDRAULICO PUGLIESE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE AREE DEL GARGANO, DELLE COSTE JONICHE E SALENTINE DELLA REGIONE PUGLIA - P.O. FESR 2007 – 2013 PROGRAMMA PLURIENNALE DI ATTUAZIONE DELL'ASSE II AZIONE 2.3.6. - "MIGLIORAMENTO DEL SISTEMA DELL'INFORMAZIONE DEL MONITORAGGIO E DEL CONTROLLO NEL SETTORE DELLA DIFESA DEL SUOLO" - RELAZIONE GENERALE OFANTO E ALLEGATO 5 ALLA RELAZIONE TECNICA FINALE (RELAZIONE SCIENTIFICA FINALE)*

Relativamente allo studio al punto 1 sono state utilizzate le indagini *in situ* e i campioni di laboratorio localizzati direttamente nelle 4 aree che costituiscono il sito di intervento. Nel dettaglio si tratta di:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino alla profondità di 15 metri dal p.c.,
- n. 4 campioni prelevati nei sondaggi,
- n. 4 campioni prelevati ai piedi degli argini,
- n. 1 indagine sismica con metodo MASW.

Si premette che, con riferimento agli aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici, previo il rispetto delle indicazioni progettuali e/o esecutive riportate nel testo e riassunte al paragrafo 3.3, non sono emerse condizioni ostative alla realizzazione del progetto.

## 2 RELAZIONE GEOLOGICA

### 2.1 LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO

L'area si trova nei comuni di Margherita di Savoia e Barletta, nella parte terminale del Fiume Ofanto immediatamente a monte della foce (v. allegato 1) , ed è ricompresa nella seguente cartografia di riferimento:

- Carta Topografica d'Italia IGM serie 25, scala 1:25000, tavolette 165 II SO (Foce dell'Ofanto), 165 III SE (Trinitapoli), 176 IV NE (Canne della Battaglia), 176 I NO (Barletta)
- CTR Puglia, scala 1:10000, sezioni 423032, 423033, 423071, 423072, 423073
- Carta Geologica d'Italia, scala 1:100000, foglio 176 (Barletta) e foglio 165 (Trinitapoli)
- Carta geologica dei mari italiani - foglio NK 33 8/9 Bari
- Cartografia Piano Regionale Costiero (PRC) - Regione Puglia
- Carta idrogeologica - Regione Puglia
- DTM - Regione Puglia
- Cartografia PAI - Autorità di Bacino della Puglia

### 2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI AREA VASTA

Di seguito viene esposto l'inquadramento geologico e geomorfologico di contesto generale. L'area riferita ad un contesto generale è in questo caso la parte bassa della valle del Fiume Ofanto, rappresentata in Figura 2. Si ritiene che le osservazioni riferite a questa porzione di territorio siano sufficienti alla comprensione dell'assetto geologico-geomorfologico della fascia circa-litoranea dove sono localizzati gli interventi in progetto; si ritiene opportuno non appesantire inutilmente la relazione con descrizioni di scala più piccola e di contesto più generale.

#### **2.2.1 Inquadramento geologico e stratigrafico**

Il basso corso del Fiume Ofanto ricade nella fascia di passaggio tra due importanti strutture geologiche a carattere regionale: l'Avampaese Murgiano e l'Avanfossa Bradanica. Il limite fisiografico settentrionale dell'Avampaese Murgiano, che si configura strutturalmente come un horst carbonatico allungato in direzione appenninica, è rappresentato infatti dalla valle del fiume Ofanto. In questo contesto gli affioramenti della piattaforma carbonatica mesozoica, pochi e discontinui in sinistra idrografica e di estensione molto maggiore in destra idrografica, corrisponderebbero a degli alti strutturali.

La sequenza geologica-stratigrafica è descritta sinteticamente di seguito, facendo riferimento alle sigle e ai nomi formazionali della Carta Geologica d'Italia (foglio 176 Barletta e foglio 165 Trinitapoli), riportata in stralcio in Figura 2.



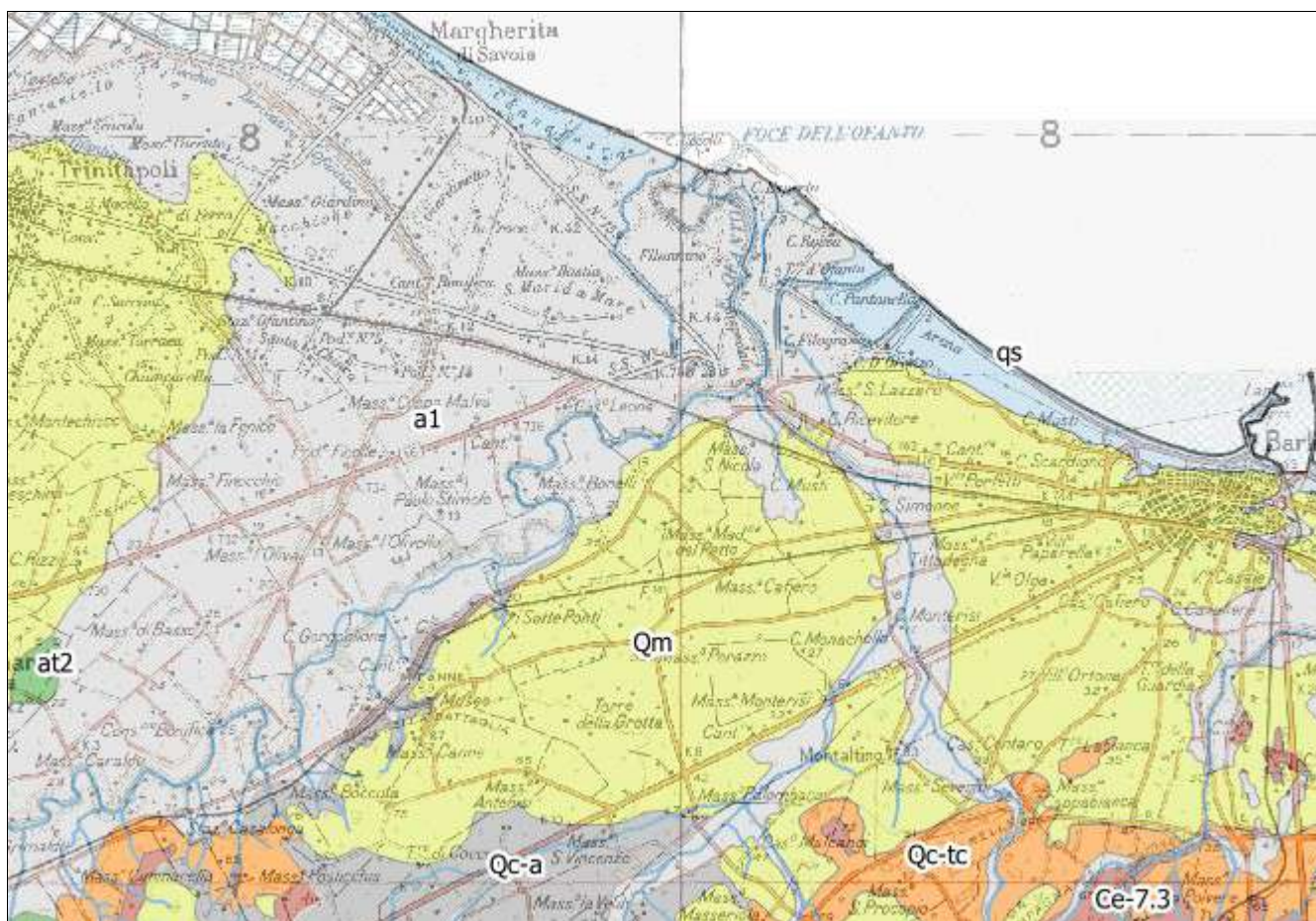


Figura 2: Inquadramento geologico di area vasta, scala 1:100000 (da Carta Geologica d'Italia - foglio 176 Barletta e foglio 165 Trinitapoli)

- **Ce-7.3** – *Calcare di Bari* (Turoniano-Barremiano): calcari detritici a grana fine, stratificati, calcari dolomitici e dolomie. In sinistra idrografica sono presenti solo pochi affioramenti di estensioni limitata.
- **Qc-tc** – *Calcareniti di Gravina* (Pliocene superiore - Calabriano): si tratta di areniti, biocalcareniti e biocalciruditi deposti in trasgressione sulla serie carbonatica mesozoica.
- **Qc-a** – *Argille Subappennine* (Pliocene superiore – Calabriano): argille, argille marnose e siltose grigio-azzurre sovrastanti in continuità stratigrafica i depositi trasgressivi tardo pliocenici; rappresentano le facies marine più distali.
- **Qm** – *Sabbie quarzose fini e calcareniti* (Pleistocene): depositi marini prevalentemente sabbiosi sovrastanti le unità precedentemente descritte e a luoghi terrazzati. Si tratta di facies di spiaggia, piana costiera e barra sottomarina che affiorano in corrispondenza di spianate delimitate spesso a monte e a valle da gradini morfologici; tale assetto geomorfologico è il risultato della regressione marina polifasica che inizia nel Pleistocene Inferiore.
- **at2** – *Alluvioni antiche terrazzate*: depositi prevalentemente incoerenti, costituiti da tutti i termini granulometrici, pur osservando una prevalenza dei litotipi granulari.



- **a1** – *Alluvionali recenti ed attuali*: come le alluvioni antiche sono rappresentati da una notevole variabilità granulometrica associata all'energia dell'ambiente deposizionale. In corrispondenza dell'alveo attuale si osserva una prevalenza di depositi sabbiosi e ciottolosi.
- **qs** – *Depositi di spiaggia attuale*.

### 2.2.2 Stratigrafia sequenziale

Nell'area si osservano due sequenze ciclostratigrafiche principali: la sequenza plio-pleistocenica e la successiva sequenza tardo pleistocenica – olocenica.

L'assetto geologico-geomorfologico della fascia litoranea riflette l'evoluzione del livello marino relativo a questi due cicli. I gradini morfologici che caratterizzano gli affioramenti dell'unità di chiusura del ciclo plio-pleistocenico (unità Qm – Sabbie quarzose fini e calcareniti), testimoniano la regressione polifasica alla base del successivo ciclo tardo Quaternario – Olocene. In questo contesto i depositi alluvionali più antichi si correlano ai depositi marini di caduta e di stazionamento basso. Le alluvioni attuali e recenti (a, a1, a2) e i depositi di spiaggia attuale (qs) sono in eteropia con i depositi regressivi di stazionamento alto in facies di prodelta e spiaggia sommersa affioranti nella piattaforma costiera e ne rappresentano la controparte continentale e di transizione.

### 2.2.3 Geomorfologia e idrografia

Con riferimento alla fascia litoranea studiata, l'assetto geomorfologico è frutto dell'evoluzione geologica e geomorfologica quaternaria. Nel dettaglio, la morfogenesi della valle alluvionale con la formazione della piana costiera e l'evoluzione del reticolo idrografico sono il frutto dell'interazione tra fenomeni di sollevamento tettonico, oscillazioni eustatiche e variazioni climatiche che hanno avuto luogo nel periodo Pliocene – Olocene.

Il fiume Ofanto nasce in Irpinia e sfocia tra gli abitati di Barletta e Margherita di Savoia, dopo un percorso di ca. 160 km caratterizzato da una direzione Ovest – Est e da un dislivello di ca. 715 metri.

Relativamente alla parte bassa del bacino, in sinistra idrografica si osserva una morfologia blanda, caratterizzata da un territorio che digrada con pendenza molto lieve e regolare verso la costa, mentre in destra idrografica si rileva una morfologia più articolata, con rilievi basso-collinari che verso est passano progressivamente ad estese aree pianeggianti. Come già specificato precedentemente si osservano dei terrazzi morfologici generati dalla regressione che ha inizio nel Pleistocene inferiore. Nella parte terminale il fiume Ofanto ha un andamento meandriforme.

## 2.3 INQUADRAMENTO DI AREA RISTRETTA

### 2.3.1 Geomorfologia e idrogeologia

Le aree di intervento sono localizzate nella fascia golenale immediatamente a monte della foce. La fascia di golena è delimitata da argini antropici che localmente rappresentano gli elementi morfologici di altitudine maggiore. Le quote sono mediamente comprese fra -0,5 e 7 metri s.l.m.. Anche nel tratto

terminale l'alveo di magra mostra un andamento meandriforme; immediatamente a monte della foce si osserva un meandro abbandonato. Nella cartografia negli allegati 2 e 4 sono rappresentati i pochi elementi morfologici osservabili nell'area di intervento unitamente all'assetto altitudinale.

Nell'area di studio è stato riscontrato un livello di falda posto a quote comprese fra 0,0 e 0,5 metri s.l.m., in diretta connessione con il livello in alveo del fiume Ofanto.

Per quanto riguarda l'evoluzione del litorale, negli ultimi decenni si rileva un progressivo arretramento della linea di costa. Nella Carta Topografica d'Italia IGM serie 25 (anno pubblicazione 1957) si osserva ancora una configurazione a delta della foce del fiume Ofanto che è stata progressivamente smantellata sino all'attuale configurazione ad estuario. Dal 1992 al 2013 in corrispondenza della foce la linea di costa ha subito un arretramento di ca. 230 metri. In termini di stratigrafia sequenziale tale evoluzione, che è ben documentata nel Piano Regionale Costiero della Regione Puglia, è da considerarsi come una fluttuazione trasgressiva di ordine minore in seno alla fase olocenica di stazionamento alto (dunque di generale progradazione delle facies continentali e regressione delle facies marine).

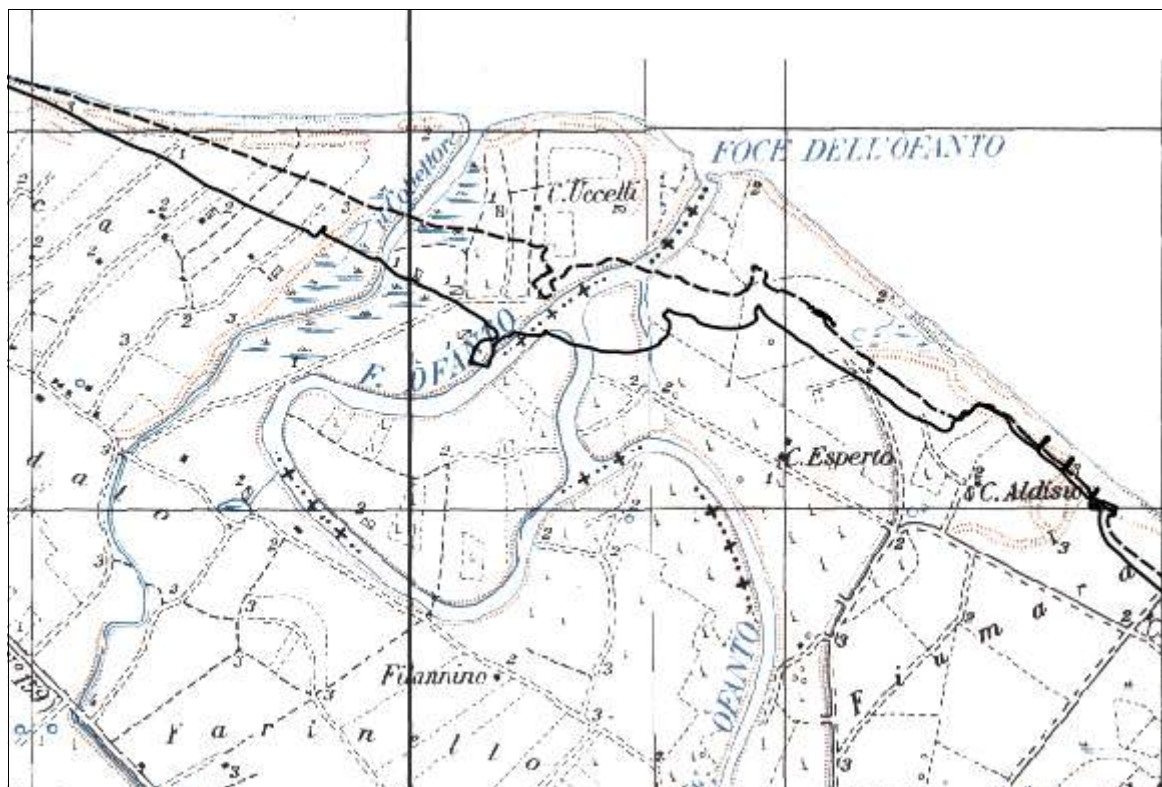


Figura 3: Evoluzione recente della linea di costa. Linea tratteggiata: costa 1992; linea continua: costa 2013 (da PRC Regione Puglia)

### 2.3.2 Geologia

Relativamente al contesto geologico di area ristretta rappresentato nella cartografia in allegato 3, il sito di intervento insiste interamente sulla copertura alluvionale di fondovalle attuale e recente del fiume Ofanto. Gli studi disponibili, nonché i rilievi di terreno evidenziano la variabilità litologica del complesso

alluvionale recente ed attuale. I sondaggi disponibili dagli studi pregressi (v. paragrafo 2.4.1) mostrano una sequenza di terreni prevalentemente granulari sciolti e mediamente addensati, riferiti ad ambienti deposizionali con energia medio-alta (e.g. alveo) con intercalazioni di terreni fini ed intermedi riferiti ad ambienti di bassa energia (e.g. palude, meandro abbandonato, laguna retro-litoranea, piana di esondazione).

## 2.4 CARATTERIZZAZIONE VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO

### 2.4.1 Metodi di indagine

Informazioni dettagliate sulla stratigrafia geologica di area ristretta sono state ricavate dallo studio *INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL FIUME OFANTO TRA PONTE ROMANO E LA FOCE – 1° STRALCIO INTERVENTO BT027/10 PIANO STRAORDINARIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO– PROGETTO PRELIMINARE* redatto dal Dott. Geol. Andrea Salvemini e già citato in premessa. In allegato 3 è riportata l'ubicazione delle indagini *in situ* eseguite nello studio del Dott. Geol. Salvemini e che ricadono direttamente nell'area degli interventi in progetto. Si tratta dei sondaggi individuati con le sigle S1, S2, S6 e S7; le perforazioni sono state eseguite esternamente agli argini golenali, in prossimità del piede, e si sono spinte sino alla profondità di 15 metri.

Sugli stessi sondaggi sono stati prelevati dei campioni sottoposti a prove geotecniche di laboratorio; tali prove sono state utilizzate per la caratterizzazione dei parametri di resistenza drenata e non drenata e di deformazione. In appendice 2 vengono riportati in stralcio gli elaborati originali del lavoro del Dott. Geol. Salvemini, relativi alle stratigrafie dei 4 sondaggi ricadenti nell'area di intervento e ai risultati delle prove di laboratorio dei campioni associati.

### 2.4.2 Modello geologico-stratigrafico

Di seguito sono descritte sinteticamente le litostratigrafie rilevate nei sondaggi S1, S2, S6 e S7. Si premette che nei 4 sondaggi si osservano 4 litofacies principali:

- A) Terreno vegetale con prevalenza di frazione sabbiosa e limosa
- B) Depositi sabbiosi e sabbiosi limosi sciolti e mediamente addensati
- C) Argille limose e limi argillosi plastici di buona consistenza
- D) Sabbie ghiaiose e ghiaie eterometriche, poligeniche, sciolte e a luoghi con scarsa matrice limosa

#### Sondaggio S1

da 0.0 a 1.0 m: terreno vegetale (A)  
 da 1.0 a 6.0 m: sabbie limose, addensate e umide (B)  
 da 6.0 a 12.5 m: argille limose, consistenti e umide (C)  
 da 12.5 a 15.0 m: sabbie ghiaiose e ghiaie, in acqua (D)  
 E' stato rilevato il tetto della falda idrica alla profondità di 1.1 m. (0.4 m. s.l.m.)

Sondaggio S2

- da 0.0 a 1.0 m: terreno vegetale (A)  
 da 1.0 a 6.0 m: sabbie limose e sabbie grossolane sciolte, in falda (B)  
 da 6.0 a 12.0 m: alternanze di limi sabbiosi e sabbie limose, con diverso grado di umidità (C)  
 da 12.0 a 13.0 m: sabbie limose plastiche e umide (B)  
 da 13.0 a 15.0 m: ghiaie sciolte (D)

E' stato rilevato il tetto della falda idrica alla profondità di 1.8 m. (0.4 m. s.l.m.)

Sondaggio S6

- da 0.0 a 2.0 m: terreno vegetale (A)  
 da 2.0 a 12.8 m: alternanza di limi argillosi e limi sabbiosi, per lo più umidi e plastici (B)  
 da 12.8 a 15.0 m: ghiaie eterometriche, sciolte (D)

E' stato rilevato il tetto della falda idrica alla profondità di 3.0 m. (0.0 m. s.l.m.)

Sondaggio S7

- da 0.0 a 0.4 m: terreno vegetale (A)  
 da 0.4 a 5.5 m: sabbie limose addensate, umide (B)  
 da 5.5 a 9.8 m: limi argillosi umidi (C)  
 da 9.8 a 15.0 m: ghiaie per lo più sciolte, bagnate (D)

E' stato rilevato il tetto della falda idrica alla profondità di 2.0 m. (0.3 m. s.l.m.)

Il modello stratigrafico-geologico è riassunto nella tabella sottostante. Il modello è integrato con le velocità sismiche di un MASW eseguito in sommità dell'argine in corrispondenza del sondaggio S2 e riportato nella relazione del Dott. Geol. Salvemini già citata in premessa. Nei primi 15 metri di profondità la stratigrafia può essere suddivisa al di sotto della coltre agricola in due unità principali. Lo strato basale costituito da ghiaie e sabbie ghiaiose è documentato sino alla profondità di 15 metri.

	Prof. tetto	Litologia	
	(metri)		
1	0	Coltre agricola superficiale	A
2	0.4 – 2.0	Alternanza di sabbie e sabbie limose con argille limose e limi argillosi	B-C
3	9.8 – 13.0	Ghiaie e sabbie ghiaiose	D

*Tabella 1: sintesi modello geologico-stratigrafico dell'area di intervento desunto dai sondaggi S1, S2, S6, S7 (Dott. Geol. Salvemini)*

## 2.5 PERICOLOSITA' IDRAULICA

Le aree di intervento ricadono nella fascia golenale e sono normalmente inondate in occasione di eventi alluvionali. In allegato 5 sono riportate rispettivamente le fasce di pericolosità e rischio idraulico riportate

nella cartografia PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale. Il sito ricade nella fascia di pericolosità alta (AP), la cui perimetrazione è associata ad eventi con  $T_r = 30$  anni.

Con riferimento agli argini golenali, si sottolinea che il lavoro pregresso *Interventi di mitigazione del rischio idraulico del tratto terminale del Fiume Ofanto tra Ponte Romano e la foce – 1° stralcio Intervento BT027/10 Piano Straordinario per la Mitigazione del Rischio Idrogeologico – Progetto Preliminare (Dott. Geol. Andrea Salvemini)* ha evidenziato degli elementi di criticità che possono comprometterne l'integrità (e.g. presenza di tubazioni per l'irrigazione interrate nel corpo).

## 2.6 ASPETTI SISMICI

### 2.6.1 Classificazione sismica dei comuni e macrozonazione sismica ZS9

Ai sensi del DGR 02/03/2004 i comuni di Margherita di Savoia e Barletta ricadono nella classe sismica II (pericolosità sismica media e  $a_g$  max compresa fra 0.15g e 0.25g). Nella macrozonazione sismica ZS9 l'area di intervento è posta immediatamente a nord della macrozona 925, la quale è caratterizzata da una magnitudo massima pari a 6.83 e da un regime tettonico di tipo trascorrente.

### 2.6.2 Categoria di suolo di fondazione NTC2018

Dall'indagine MASW eseguita in prossimità del sondaggio S2 e riportato nello studio *Interventi di mitigazione del rischio idraulico del tratto terminale del Fiume Ofanto tra Ponte Romano e la foce – 1° stralcio Intervento BT027/10 Piano Straordinario per la Mitigazione del Rischio Idrogeologico – Progetto Preliminare (Dott. Geol. Andrea Salvemini)* si ricava un valore del parametro  $V_sH$  pari a 269 m/sec. Tale valore e le condizioni stratigrafiche indicano che la categoria di suolo di fondazione è C: "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*".

### 2.6.3 Accelerazione sismica e amplificazione locale

In appendice 1 sono riportati tutti i parametri che definiscono l'input sismico. L'accelerazione sismica massima attesa su un suolo di categoria A ( $a_g$ ) per il sito in oggetto, riferita allo stato limite di vita (SLV), corrispondente ad un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 475 anni con probabilità di superamento pari al 10%, risulta pari a 0.137g. (progetto S1 – INGV). Gli altri parametri considerati per la definizione dell'azione sismica sono la vita nominale della costruzione, pari a 50 anni ed il coefficiente d'uso di costruzione pari ad 1. Sulla base della categoria di suolo di fondazione e delle caratteristiche topografiche (categoria topografica T1) del sito si individua un'amplificazione stratigrafica  $S_s$  pari a 1,49 ed un'amplificazione topografica  $S_t$  pari a 1. L'accelerazione massima orizzontale risulta dunque pari a:

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 0.204g$$



## 2.6.4 Coefficienti sismici

In appendice 1 sono riportati i coefficienti sismici orizzontali (Khk) e verticali del terreno (Kvk), ottenuti applicando il fattore riduttivo  $\beta_s$  riportato nelle NTC2018 per verifiche relative a stabilità pendii, fondazioni, scavi e rilevati. I valori Khk sono da utilizzarsi nelle verifiche geotecniche SLV per valutare l'effetto cinematico del suolo in fase sismica limitatamente ai sistemi geotecnici sopra citati.

Il coefficiente sismico inerziale dei manufatti in progetto (Khi) potrà essere ricavato dallo spettro di risposta allo stato limite SLV, dopo aver stimato il periodo fondamentale della struttura.

## 2.6.5 Liquefazione

E' presente una falda idrica superficiale a profondità comprese fra 1 e 2 metri dal p.c. Considerata dunque la presenza di terreni di litologia granulare immersi in falda si ritiene necessario effettuare le verifiche di liquefazione.

Si considera un livello di falda posto a 1 metro di profondità. La magnitudo massima è assunta pari a quella che caratterizza la macrozona sismica ZS9-925 (i.e. 6,84). E' stato utilizzato il metodo di Andrus e Stokoe (1998) che utilizza come parametri di partenza la velocità delle onde di taglio e la percentuale di frazione argillosa.

Per la verifica è stata utilizzata l'indagine MASW eseguita in prossimità del sondaggio S2 e riportato nello studio *Interventi di mitigazione del rischio idraulico del tratto terminale del Fiume Ofanto tra Ponte Romano e la foce – 1° stralcio Intervento BT027/10 Piano Straordinario per la Mitigazione del Rischio Idrogeologico – Progetto Preliminare (Dott. Geol. Andrea Salvemini)*

La tabella sottostante riporta i dati di input utilizzati nel metodo ed il fattore di sicurezza  $F_s$  per 7 livelli posti a profondità crescente al di sotto del livello di falda.

Profondità di verifica(m)	$\sigma_{tot}$ (KPa)	$\sigma'$ (KPa)	FC (%)	$V_s$ (m/sec)	$F_s$
2	37	27	> 35	230	2,08
4	75	45,6	> 35	230	1,31
6	113	64	> 35	230	1,01
8	151	82,3	> 35	230	0,82
10	189	100,7	> 35	230	0,69
12	227	119,2	> 35	230	0,56
14	265	137,5	> 35	400	2,47

Tabella 2: dati di input e risultati della verifica alla liquefazione con il metodo di Andrus e Stokoe (1998).

La verifica mostra la presenza di terreni suscettibili di liquefazione nell'intervallo di profondità compreso fra ca. 5 metri e il tetto dello strato ghiaioso posto a ca. 12,5 metri di profondità.

### 3 RELAZIONE GEOTECNICA

#### 3.1 METODI

Per la descrizione del volume geotecnico significativo ci è avvalsi dei sondaggi già indicati al paragrafo 2.4.1. Per la stima dei parametri geotecnici di resistenza e deformazione si è fatto sempre riferimento allo studio *Interventi di mitigazione del rischio idraulico del tratto terminale del Fiume Ofanto tra Ponte Romano e la foce – 1° stralcio Intervento BT027/10 Piano Straordinario per la Mitigazione del Rischio Idrogeologico – Progetto Preliminare (Dott. Geol. Andrea Salvemini)*. In ciascun dei sondaggi S1, S2, S6 e S7 è stato prelevato un campione sottoposto a prove geotecniche di laboratorio. L'appendice 2 riporta in stralcio alcuni elaborati del Dott. Geol. Salvemini relativi ai sondaggi geognostici S1, S2 S6 e S7 e ai risultati delle relative prove di laboratorio. Nel dettaglio sono state eseguite le seguenti prove:

- Granulometria
- Limiti di Atterberg
- Prova di taglio diretto consolidata drenata (TD-CD)
- Prova triassiale non consolidata non drenata (TRXUU)
- Edometrica
- Prove di permeabilità

Si sottolinea che al fine di caratterizzare non solo il terreno di fondazione degli argini, ma anche il materiale degli argini stessi, sono stati analizzati anche dei campioni prelevati ai piedi degli argini stessi in corrispondenza di ciascun sondaggio geognostico.

#### 3.2 CARATTERIZZAZIONE VOLUME GEOTECNICO SIGNIFICATIVO

##### 3.2.1 Modello geotecnico-stratigrafico

Il modello stratigrafico generale del sito di intervento è quello riportato in tabella 1. Il volume geotecnico significativo, al di sotto della coltre agricola e sino a ca. 10 metri di profondità, è dunque rappresentato da sequenza di depositi che possono sinteticamente essere raggruppati in due litofacies principali, la prima (denominata B) è caratterizzata da termini granulari (e.g. sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi), la seconda (denominata C) è rappresentata da termini fini ed intermedi (e.g. limi argillosi, argille limose). Oltre ca. 10 metri di profondità si rileva uno strato conglomeratico (litofacies D), il cui spessore è documentato sino ad almeno 15 metri di profondità. Dai dati stratimetrici dei sondaggi e tenuto conto dell'ambiente deposizionale, si evidenzia che tali depositi sono caratterizzati da geometrie lenticolari alla scala del sito di intervento.

A profondità molto debole (compresa fra 1 e 3 metri dal p.c.) si rileva il tetto della falda idrica. Tale livello di falda varia in accordo alla portata del Fiume Ofanto ed è prevedibile che in concomitanza

con le piene raggiunga il piano campagna. Come si osserva nelle schede in appendice 2, le prove di permeabilità hanno messo in evidenza dei valori da medio-alti ad alti nei terreni di fondazione degli argini ( $K = 10^{-3} - 10^{-2}$  cm/sec).

### 3.2.2 Parametri geotecnici

I dati di laboratorio mostrano dei terreni con resistenza non drenata ( $c_u$ ) compresa fra 0,65 e 1,39 Kg/cm<sup>2</sup>. Relativamente ai parametri di resistenza drenata, la coesione ( $c'$ ) è compresa fra 0,07 e 0,55 Kg/cm<sup>2</sup> e l'angolo di attrito ( $\phi'$ ) è compreso fra 13° e 21°. Il modulo edometrico, misurato sull'incremento di pressione 1 – 2 kg/cm<sup>2</sup>, mostra una compressibilità da molto elevata ( $E_d$  pari a 23 Kg/cm<sup>2</sup>), a medio-bassa ( $E_d$  pari a 110 Kg/cm<sup>2</sup>).

	Prof. prelievo	Litofacies	$\gamma$ tot.	$C_u$	$c'$	$\phi'$	$E_{ed}$
	(m)		t/mc	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>
S1	8,0	Limo argilloso C	1,82	0,82	0,07	21	23,4
S2	9,4	Argilla limosa C	1,81	0,65	0,31	16	109,8
S6	2,5	Limo argilloso C	1,87	1,40	0,40	16	50,0
S7	7,5	Argilla limosa C	1,84	1,39	0,55	13	90,8

Tabella 3: sintesi parametri caratteristici di resistenza e deformazione per campioni prelevati nei sondaggi.

La tabella 4 riporta i risultati dei campioni prelevati ai piedi degli argini. La coesione non drenata ( $c_u$ ) è compresa fra 1 e 2 kg/cm<sup>2</sup>; la coesione drenata è compresa fra 0,06 e 0,48 Kg/cm<sup>2</sup>, l'angolo di attrito ( $\phi'$ ) è compreso fra 23° e 29° e il modulo edometrico, misurato sull'incremento di pressione 1 – 2 kg/cm<sup>2</sup>, è compreso fra 23 e 80 kg/cm<sup>2</sup>.

	Prof. prelievo	Litologia	$\gamma$ tot.	$C_u$	$c'$	$\phi'$	$E_{ed}$
	(m)		t/mc	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>
CP1	Base argine	Limo sabbioso	1,80	2,96	0,06	29	34,7
CP2	Base argine	Limo sabbioso	1,72	1,12	0,07	29	80,0
CP6	Base argine	Limo sabbioso	1,81	-	0,48	23	23,6
CP7	Base argine	Limo sabbioso	1,83	2,02	0,28	25	-

Tabella 4: sintesi parametri caratteristici di resistenza e deformazione per campioni prelevati al piede degli argini.

### 3.3 SINTESI CRITICITA' GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E PRESCRIZIONI

- Il sito di intervento è in area golenale, dunque normalmente esondato in occasione di eventi alluvionali. Nella cartografia PAI il sito ricade nella fascia di pericolosità idraulica alta (AP), dunque in un'area caratterizzata da una probabilità di inondazione elevata; la perimetrazione della fascia AP è associata ad eventi con  $T_r$  pari a 30 anni.
- E' stato rilevato un livello di falda idrica alla profondità di ca. 1 - 3 metri, dunque a profondità tale da interferire con eventuali opere fondali e con il volume geotecnico significativo. La falda può intercettare il piano campagna in concomitanza con le portate di piena del Fiume Ofanto.
- La permeabilità medio-alta dei terreni di fondazione degli argini golenali e la superficialità della falda favoriscono i fenomeni di filtrazione al di sotto del corpo degli argini stessi.
- Il lavoro pregresso *Interventi di mitigazione del rischio idraulico del tratto terminale del Fiume Ofanto tra Ponte Romano e la foce – 1° stralcio Intervento BT027/10 Piano Straordinario per la Mitigazione del Rischio Idrogeologico – Progetto Preliminare (Dott. Geol. Andrea Salvemini)* evidenzia degli elementi di criticità che possono compromettere la tenuta degli argini golenali.
- Nell'intervallo di profondità compreso fra ca. 5 metri e il tetto dello strato ghiaioso posto a ca. 12,5 metri, sono presenti dei terreni suscettibili di liquefazione.
- Le prove disponibili dai lavori pregressi mostrano una variabilità significativa dei parametri di deformazione e resistenza. In fase di progettazione esecutiva e qualora si richieda una stima accurata delle deformazioni e del carico di rottura dei sistemi geotecnici, si raccomandano indagini specifiche (per esempio di tipo penetrometrico) direttamente nell'area di sede dei manufatti. Le stesse indagini penetrometriche potranno essere utilizzate per approfondire ulteriormente la verifica analitica alla liquefazione.

Dott. Geol. Giovanni Scirocco  
Dott. Geol.  
SCIROCCO  
GIOVANNI  
N. 394  
PUGLIA



## APPENDICE A: Parametri input sismico

Sito in esame.

latitudine ED50: 41,347111  
longitudine ED50: 16,206626  
  
latitudine WGS84: 41.346137  
longitudine WGS84: 16.205792  
  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 30787	Lat: 41,3539	Lon: 16,1548	Distanza: 4394,493
Sito 2	ID: 30788	Lat: 41,3523	Lon: 16,2214	Distanza: 1357,756
Sito 3	ID: 31010	Lat: 41,3023	Lon: 16,2192	Distanza: 5089,093
Sito 4	ID: 31009	Lat: 41,3039	Lon: 16,1527	Distanza: 6585,458

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):  
Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,039 g  
Fo: 2,515  
Tc\*: 0,272 [s]

Danno (SLD):  
Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,049 g  
Fo: 2,564  
Tc\*: 0,295 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):  
Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,137 g  
Fo: 2,578  
Tc\*: 0,401 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):  
Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,186 g  
Fo: 2,522  
Tc\*: 0,421 [s]



## Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

### SL0:

Ss: 1,500  
Cc: 1,610  
St: 1,000  
Kh: 0,012  
Kv: 0,006  
Amax: 0,567  
Beta: 0,200

### SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,570  
St: 1,000  
Kh: 0,015  
Kv: 0,007  
Amax: 0,725  
Beta: 0,200

### SLV:

Ss: 1,490  
Cc: 1,420  
St: 1,000  
Kh: 0,049  
Kv: 0,024  
Amax: 2,002  
Beta: 0,240

### SLC:

Ss: 1,420  
Cc: 1,400  
St: 1,000  
Kh: 0,063  
Kv: 0,032  
Amax: 2,593  
Beta: 0,240

## Coefficienti Sismici Fronti di scavo e rilevati

### SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,610  
St: 1,000  
Kh: 0,000  
Kv: 0,000  
Amax: 0,567  
Beta: 0,000

### SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,570  
St: 1,000  
Kh: 0,035  
Kv: 0,017  
Amax: 0,725  
Beta: 0,470

### SLV:

Ss: 1,490  
Cc: 1,420  
St: 1,000  
Kh: 0,078  
Kv: 0,039  
Amax: 2,002  
Beta: 0,380

### SLC:

Ss: 1,420  
Cc: 1,400  
St: 1,000  
Kh: 0,000  
Kv: 0,000  
Amax: 2,593  
Beta: 0,000

PIANO STRAORDINARIO PER LA MITIGAZIONE  
DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Art. 2, comma 240, Legge 23 dicembre 2009, n. 191



ACCORDO PROGRAMMA MATTM - REGIONE PUGLIA  
25 NOVEMBRE 2010



COMMISSARIO STRAORDINARIO DELEGATO  
DPCM 10 DICEMBRE 2010

**Intervento BT027/10**

PROVINCIA DI BARLETTA ANDRIA TRANI

**PROGETTO PRELIMINARE**

**INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO  
DEL TRATTO TERMINALE DEL FIUME OFANTO TRA  
PONTE ROMANO E LA FOCE - 1 STRALCIO**

*RUP:* Ing. Vincenzo GUERRA (decreto commissario straordinario delegato n.183 del 23/04/2013)

*GRUPPO di PROGETTAZIONE:*

ing. Francesco LOMORO  
(responsabile)

geol. Andrea SALVEMINI  
(aspetti geologici)

ing. Vincenzo LOPOPOLO

ing. Andrea DORIA  
(aspetti idraulici)

arch. Cosmo D. LOVASCIO

Nuove Tecnologie di Rilevamento srl  
(rilievi topografici)

geom. Antonio TIRITIELLO

Elaborato

**Relazione Geologica Geotecnica  
Idrogeologica Sismica Finale**

Tavola n.

**A.2.1**

Data:  
Settembre 2014

Scala:

File:

Aggiornamenti:



## SCHEDA GEOTECNICA POSTAZIONE SONDAGGIO S1

Campione: **C1**Profondità prelievo: **8,0 m**

- Granulometria: S = 13%                      L = 50%                      A = 37%
- Litotipo: **Limo argilloso con sabbia (Classe C)**

$\gamma = 1,82 \text{ t/m}^3$                        $\gamma_{\text{sat}} = 1,84 \text{ t/m}^3$                        $\gamma_{\text{som}} = 0,84 \text{ t/m}^3$                       Wn = 34%  
 LL = 61%                      LP = 25%                      IP = 36%                      IC = 0,75  
 Clas = CH                       $K_{\text{lab}} = 2 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:                       $c' = 0,07 \text{ kg/cm}^2$                        $\phi' = 21^\circ$   
 prova TRXUU:                       $c_u = 0,82 \text{ kg/cm}^2$                        $\phi_u = 0,0^\circ$   
 prova EDOM:                       $\Delta\sigma = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$                        $E_{\text{ed}} = 23,4 \text{ kg/cm}^2$

### Note:

- **Quota p.c. S1 = 1,5m.slm.**
- **livello falda a riposo a -1,12m dal p.c.(0,38m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **limo plastico inorganico a consistenza plastica, di elevata compressibilità**

### PROVE IDROGEOLOGICHE IN FORO

- Lefranc (-7,5m / -8,5m) :  $K = 4,2 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$
- Lefranc (-9,0m / -15,4m) :  $K = 1,7 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

### PROVE GEOFISICHE SU ARGINE

- Tomografia elettrica A-A' : **Materiale conduttivo umido in argine e saturo in fondazione**
- Stend.sismico a rifraz. SS1: **Argine di caratteristiche scadenti ( $V_p=280\text{m/s}$ ) poggiate su sedimenti compatti in falda.**



# APPENDICE B

Campione: **CP1**

Profondità prelievo: **base argine**

- Granulometria: S = 20%                      L = 62%                      A = 18%
- Litotipo: **Limo sabbioso-argilloso (Classe RA)**

$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$                        $\gamma_{\text{sat}} = 1,96 \text{ t/m}^3$                        $\gamma_{\text{som}} = 0,96 \text{ t/m}^3$                       Wn = 16,2%  
LL = 43%                      LP = 21%                      IP = 22%                      IC = 1,24  
Clas = CI                       $K_{\text{lab}} = 4,6 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:                       $c' = 0,06 \text{ kg/cm}^2$                        $\phi' = 29^\circ$   
prova ELL:                       $c_u = 2,96 \text{ kg/cm}^2$   
prova EDOM:                       $\Delta\sigma = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$                       Eed = 34,7 kg/cm<sup>2</sup>

## Note:

- **Quota p.c. S1 = 1,5m.slm.**
- **livello falda a riposo a -1,12m dal p.c.(0,38m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **terreno plastico inorganico a consistenza semisolida, di compressibilità medio-alta**
- **terreno poco permeabile**



## SCHEDA GEOTECNICA POSTAZIONE SONDAGGIO S2

Campione: **C1**Profondità prelievo: **9,4 m**

- Granulometria: S = 11%                      L = 44%                      A = 45%
- Litotipo: **Argilla limosa con sabbia (Classe C)**

$\gamma = 1,81 \text{ t/m}^3$                        $\gamma_{\text{sat}} = 1,84 \text{ t/m}^3$                        $\gamma_{\text{som}} = 0,84 \text{ t/m}^3$                       Wn = 33%  
 LL = 76%                      LP = 28%                      IP = 48%                      IC = 0,90  
 Clas = CH                       $K_{\text{lab}} = 2 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:                       $c' = 0,31 \text{ kg/cm}^2$                        $\phi' = 16^\circ$   
 prova TRXUU:                       $c_u = 0,65 \text{ kg/cm}^2$                        $\phi_u = 0,0^\circ$   
 prova EDOM:                       $\Delta\sigma = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$                        $E_{\text{ed}} = 109,8 \text{ kg/cm}^2$

**Note:**

- **Quota p.c. S2 = 2,2m.slm.**
- **livello falda a riposo a -1,79m dal p.c.(0,41m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **argilla plastica inorganica a consistenza solido-plastica, di media compressibilità**

**PROVE IDROGEOLOGICHE IN FORO**

- Lugeon (-6,0m / -7,0m) :  $K_{\text{max}} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$
- Lefranc (-14,5m / -15,4m) :  $K = 9,6 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

**PROVE GEOFISICHE SU ARGINE**

- Tomografia elettrica B-B' : **Materiale conduttivo umido in argine e saturo in fondazione**
- Stend.sismico a rifraz. SS2: **Argine di caratteristiche scadenti ( $V_p=280\text{m/s}$ ) poggiate su sedimenti compatti in falda ( $V_p>1500\text{m/s}$ ).**
- Stend.sismico a rifraz. MW1: **Argine di caratteristiche scadenti ( $V_s=114\text{m/s}$ ) poggiate su sedimenti in falda, con velocità molto inferiori a quelle determinate con la SS1 (ridotte ad 1/3).  $V_{s30}=269,4\text{m/s}$  - CAT.C ( $E_{\text{el argine}}=670 \text{ kg/cm}^2$ )**

# APPENDICE B

Campione: **CP2**

Profondità prelievo: **base argine**

- Granulometria: G= 5% S = 38% L = 44% A = 13%
- Litotipo: **Limo sabbioso-argilloso (Classe RA)**

$\gamma = 1,72 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{sat}} = 1,98 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{som}} = 0,98 \text{ t/m}^3$       Wn= 8,4%  
LL = 34%      LP = 19%      IP = 15%      IC = 1,72  
Clas= CI       $K_{\text{lab}} = 1,4 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:       $c' = 0,07 \text{ kg/cm}^2$        $\phi' = 29^\circ$   
prova ELL:       $c_u = 1,12 \text{ kg/cm}^2$   
prova EDOM:       $\Delta\sigma = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$       Eed =  $80 \text{ kg/cm}^2$

## Note:

- **Quota p.c. S2 = 2,2m.slm.**
- **livello falda a riposo a -1,79m dal p.c.(0,41m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **terreno poco plastico inorganico a consistenza solida, di moderata compressibilità**
- **terreno moderatamente permeabile**



## SCHEDA GEOTECNICA POSTAZIONE SONDAGGIO S6

Campione: **C1**Profondità prelievo: **2,5 m**

- Granulometria: G= 0% S = 16% L = 46% A = 38%
- Litotipo: **Limo argilloso (Classe C)**

$\gamma = 1,87 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{sat}} = 1,89 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{som}} = 0,89 \text{ t/m}^3$       Wn= 30%  
 LL = 56%      LP = 24%      IP = 32%      IC = 0,82  
 Clas= CH       $K_{\text{lab}} = 2,3 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:       $c' = 0,40 \text{ kg/cm}^2$        $\phi' = 16^\circ$   
 prova TRXUU:       $c_u = 1,40 \text{ kg/cm}^2$        $\phi_u = 0,0^\circ$   
 prova EDOM:       $\Delta\sigma = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$       Eed =  $50,0 \text{ kg/cm}^2$

**Note:**

- **Quota p.c. S6 = 3,10m.slm.**
- **livello falda a riposo a -3,05m dal p.c.(0,05m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **terreno plastico inorganico a consistenza plastica, di discreta compressibilità**

**PROVE IDROGEOLOGICHE IN FORO**

- Lugeon (-6,0m / -7,0m) :  $K_{\text{max}} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
- Lefranc (-13,5m / -15,0m) :  $K = 1,9 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

**PROVE GEOFISICHE SU ARGINE**

- Tomografia elettrica F-F' : **Materiale conduttivo umido in argine e saturo in fondazione**
- Stend.sismico a rifraz. SS6: **Argine di caratteristiche scadenti ( $V_p=275\text{m/s}$ ) poggiate su sedimenti compatti in falda.**

# APPENDICE B

Campione: **CP6**

Profondità prelievo: **base argine**

- Granulometria: G= 0% S = 36% L = 48% A = 16%
- Litotipo: **Limo sabbioso (Classe RA)**

$\gamma = 1,81 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{sat}} = 2,03 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{som}} = 1,03 \text{ t/m}^3$       Wn= 8,6%  
LL = 39%      LP = 22%      IP = 17%      IC = 1,83  
Clas= CI       $K_{\text{lab}} = 1,3 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:       $c' = 0,48 \text{ kg/cm}^2$        $\phi' = 23^\circ$   
prova ELL:       $c_u = \text{N.D.}$   
prova EDOM:       $\Delta\sigma = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$        $E_{\text{ed}} = 23,6 \text{ kg/cm}^2$

## Note:

- **Quota p.c. S6 = 3,10m.slm.**
- **livello falda a riposo a -3,05m dal p.c.(0,05m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **terreno plastico inorganico a consistenza solida, di elevata compressibilità**
- **terreno mediamente permeabile**





## SCHEDA GEOTECNICA POSTAZIONE SONDAGGIO S7

Campione: **C1**Profondità prelievo: **7,5 m**

- Granulometria: G= 0% S = 8% L = 41% A = 51%
- Litotipo: **Argilla limosa (Classe C)**

$\gamma = 1,84 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{sat}} = 1,85 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{som}} = 0,85 \text{ t/m}^3$       Wn= 33%  
 LL = 76%      LP = 30%      IP = 46%      IC = 0,94  
 Clas= CH       $K_{\text{lab}} = 4,6 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:       $c' = 0,55 \text{ kg/cm}^2$        $\phi' = 13^\circ$   
 prova TRXUU:       $c_u = 1,39 \text{ kg/cm}^2$        $\phi_u = 0,0^\circ$   
 prova EDOM:       $\Delta\sigma = 1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$       Eed =  $90,8 \text{ kg/cm}^2$

**Note:**

- **Quota p.c. S7 = 2,4m.slm.**
- **livello falda a riposo a -2,05m dal p.c.(0,35m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **terreno plastico inorganico a consistenza solido-plastica, di moderata compressibilità**

**PROVE IDROGEOLOGICHE IN FORO**

- Lugeon (-6,0m / -8,5m) :  $K_{\text{max}} = 3,5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$
- Lefranc (-13,5m / -15,35m) :  $K = 4,3 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

**PROVE GEOFISICHE SU ARGINE**

- Tomografia elettrica G-G' : **Materiale a conduttività variabile, da umido a saturo in fondazione**
- Stend.sismico a rifraz. SS7: **Argine di caratteristiche scadenti ( $V_p=320\text{m/s}$ ) poggiate su sedimenti compatti in falda.**

## APPENDICE B

Campione: **CP7**

Profondità prelievo: **base argine**

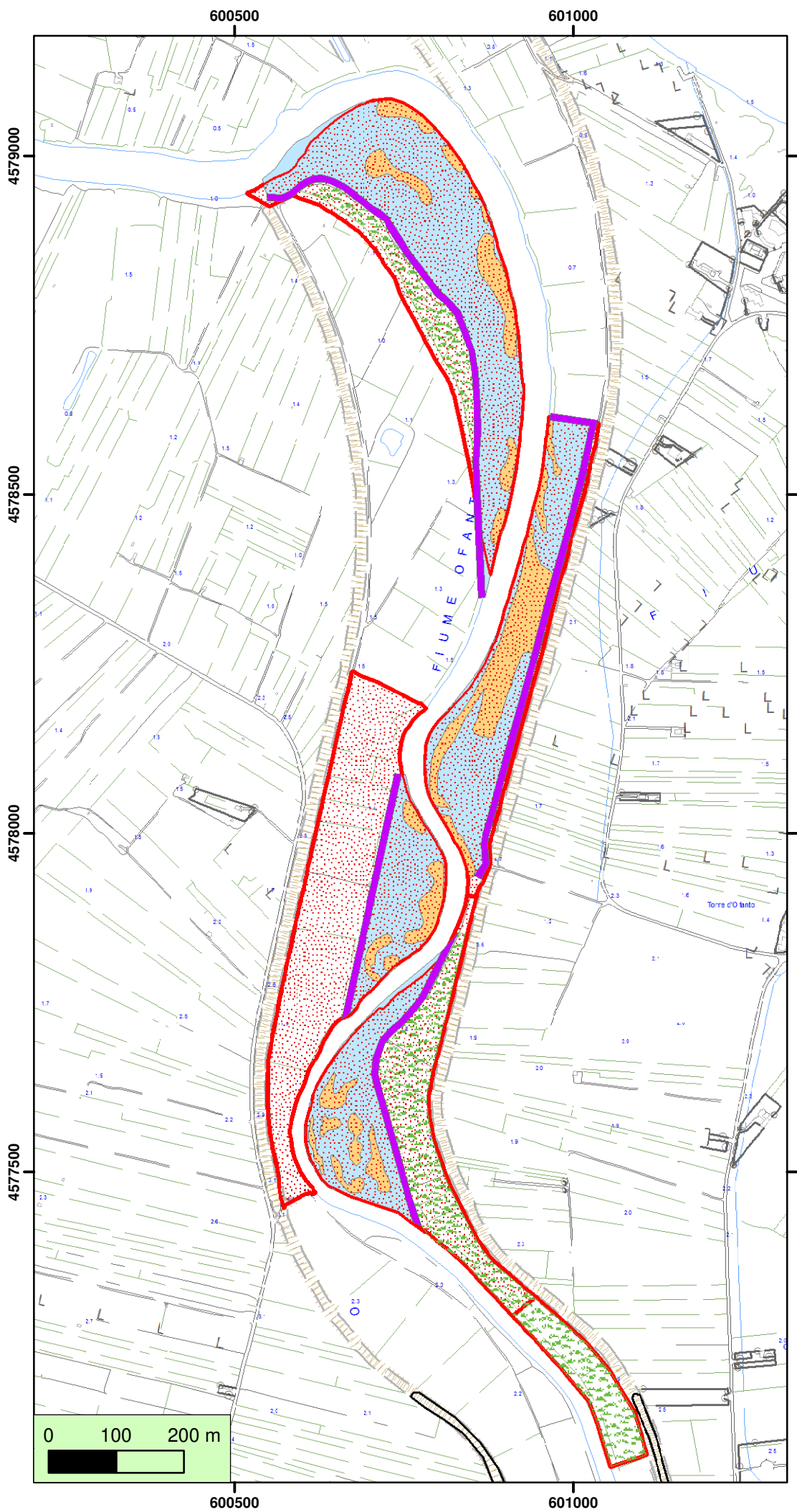
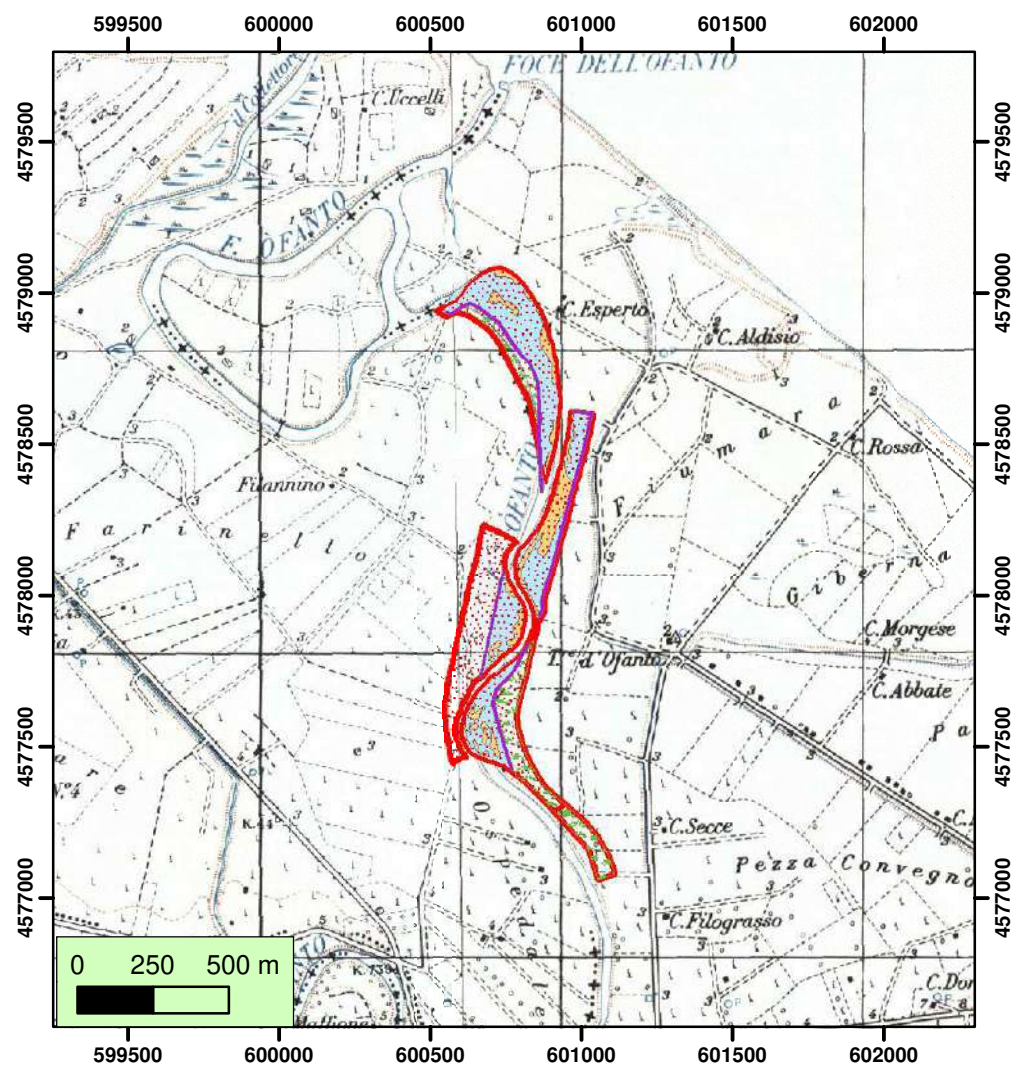
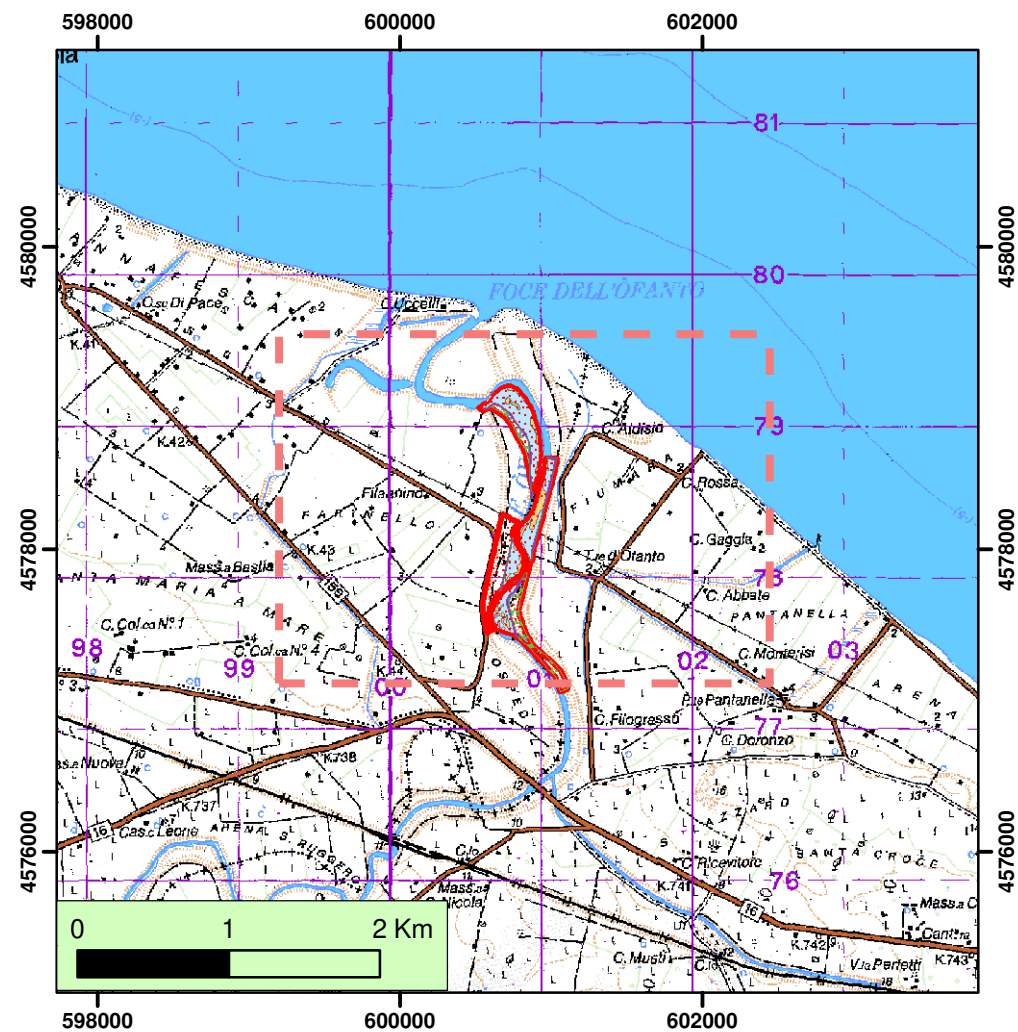
- Granulometria: G= 0% S = 26% L = 57% A = 17%
- Litotipo: **Limo sabbioso (Classe RA)**

$\gamma = 1,83 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{sat}} = 2,01 \text{ t/m}^3$        $\gamma_{\text{som}} = 1,01 \text{ t/m}^3$       Wn= 11,5%  
LL = 48%      LP = 23%      IP = 25%      IC = 1,48  
Clas= CI       $K_{\text{lab}} = 2,1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$

prova TD-CD:       $c' = 0,28 \text{ kg/cm}^2$        $\phi' = 25^\circ$   
prova ELL:       $c_u = 2,02 \text{ kg/cm}^2$   
prova EDOM:       $\Delta\sigma = 2 \div 4 \text{ kg/cm}^2$       Eed = 275 kg/cm<sup>2</sup>

### Note:

- **Quota p.c. S7 = 2,4m.slm.**
- **livello falda a riposo a -2,05m dal p.c.(0,35m.slm.)**
- **terreno sovraconsolidato**
- **terreno plastico inorganico a consistenza solida, di bassa compressibilità**
- **terreno poco permeabile**



## Inquadramento topografico

Progetto definitivo, esecutivo, studio di impatto ambientale, direzione lavori e coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed in fase di esecuzione degli "Interventi di ripristino, recupero e gestione dell'area umida costiera in prossimità della foce del Fiume Ofanto dei Comuni di Barletta e Margherita di Savoia"

Provincia di Barletta-Andria-Trani

Tavolette IGM (1:25.000):

165 III SE - "Trinitapoli"


165 II SO - "Foce dell'Ofanto"

Foglio IGM (1:50.000):


423 "Barletta"



## Legenda


 Aree d'intervento

### Opere in progetto

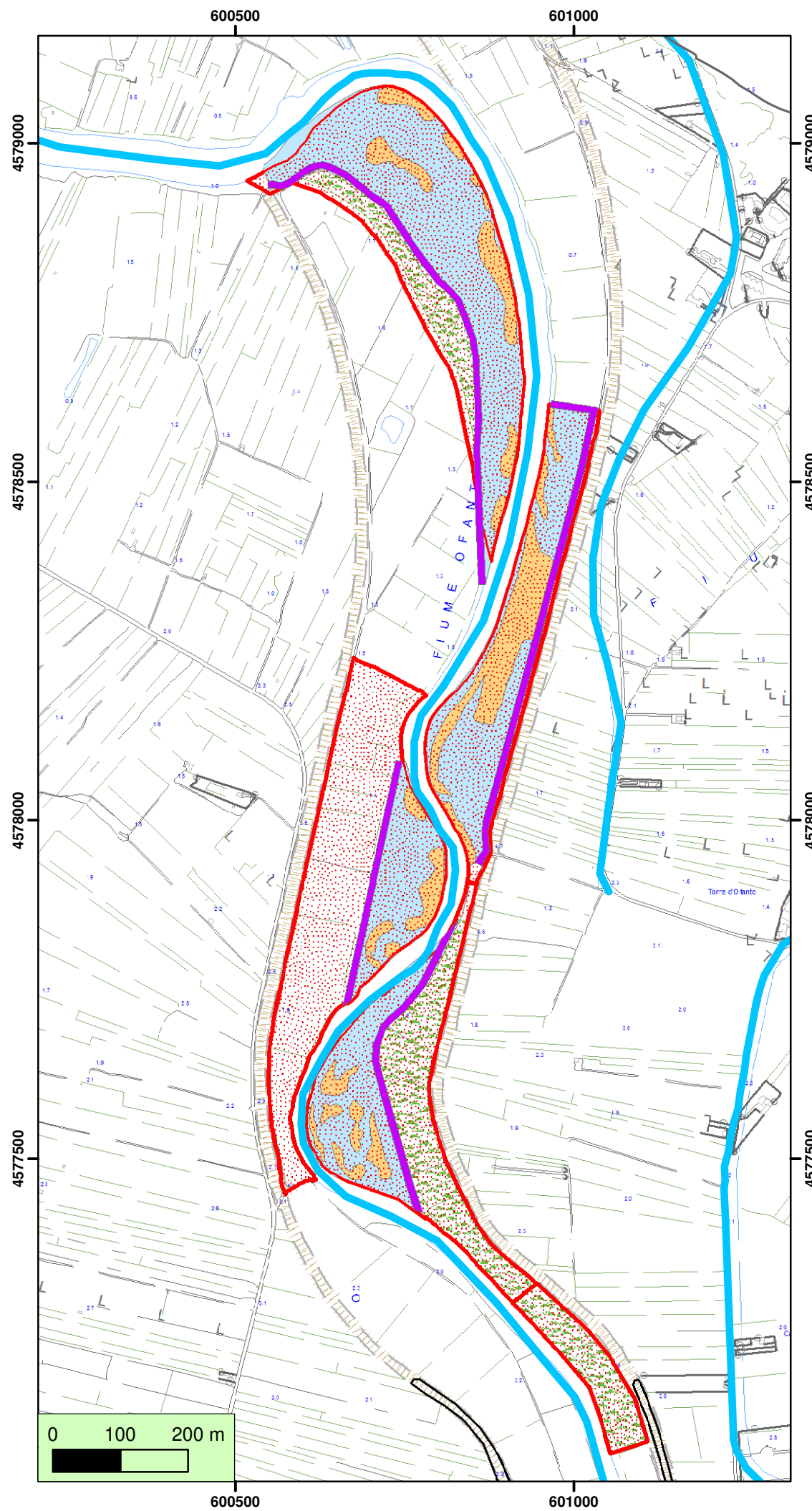
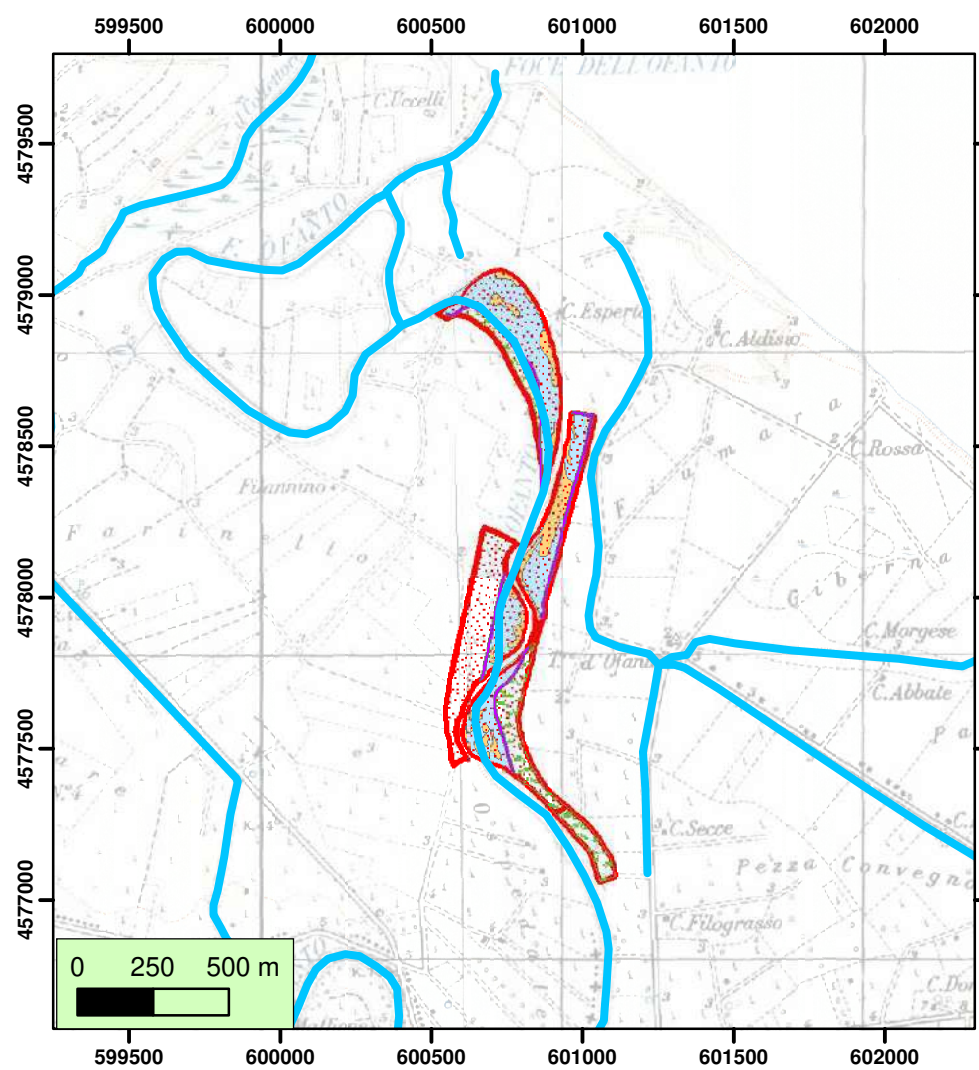
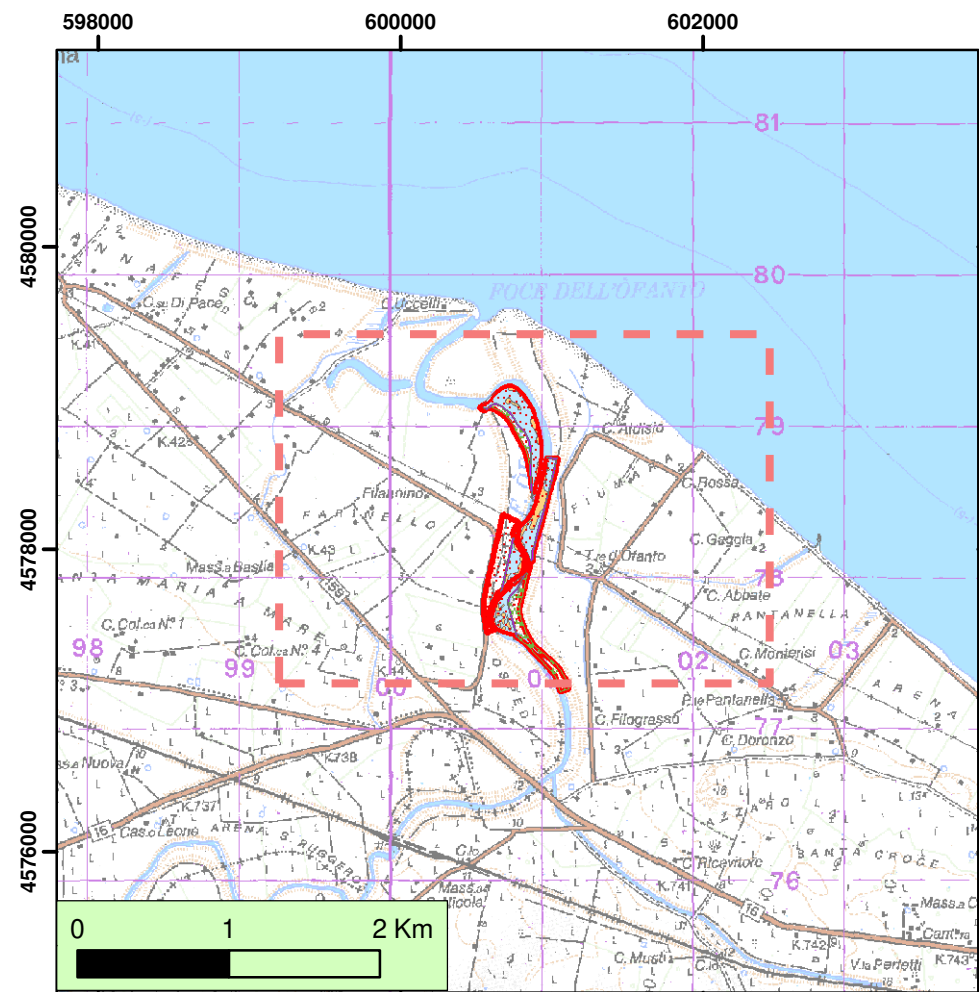
 Aree di raccordo

 Isolotti

 Valli

 Aree di piantumazione





## Idrografia superficiale

Progetto definitivo, esecutivo, studio di impatto ambientale, direzione lavori e coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed in fase di esecuzione degli "Interventi di ripristino, recupero e gestione dell'area umida costiera in prossimità della foce del Fiume Ofanto dei Comuni di Barletta e Margherita di Savoia"

Provincia di Barletta-Andria-Trani

Tavolette IGM (1:25.000):  
165 III SE - "Trinitapoli"  
165 II SO - "Foce dell'Ofanto"

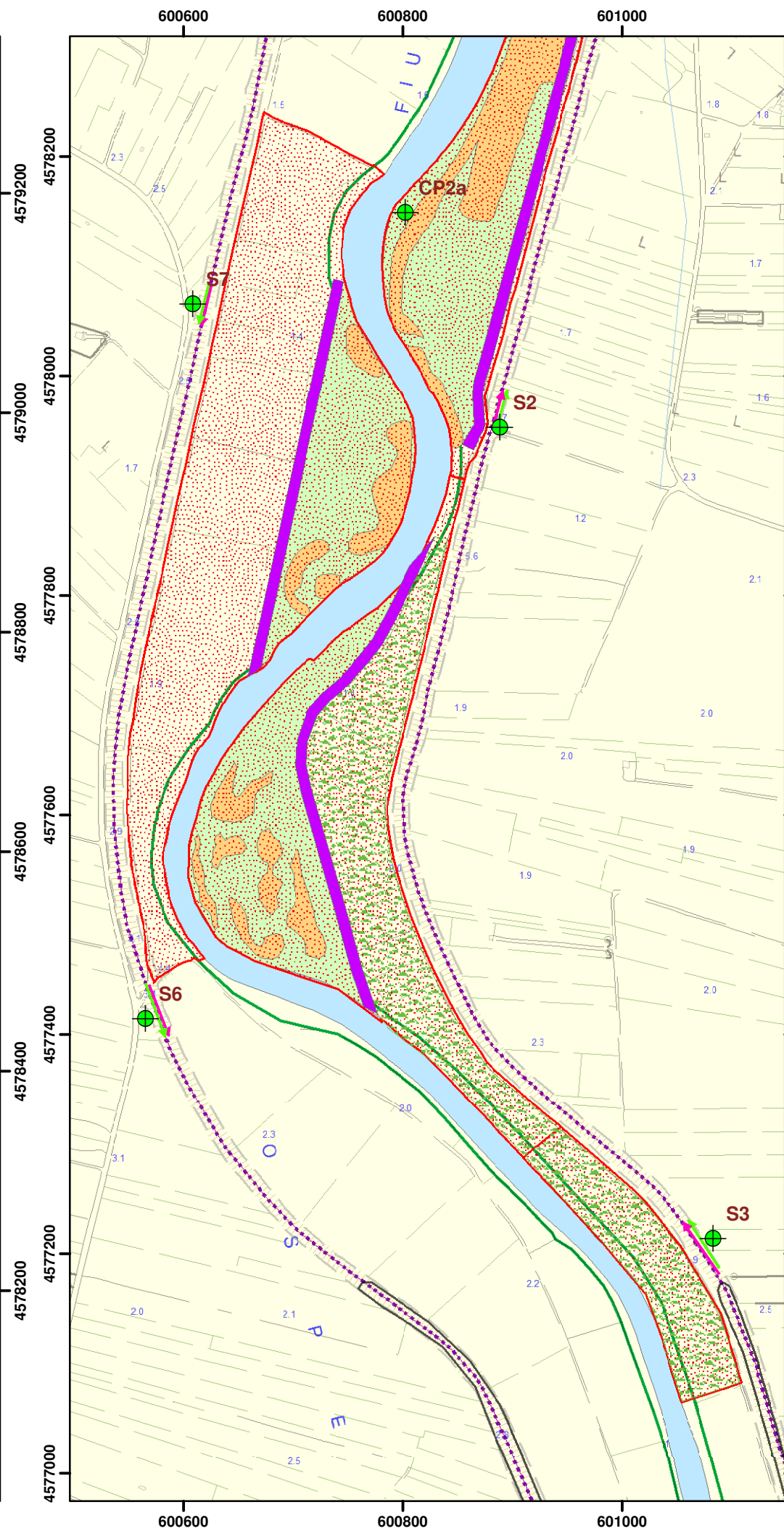
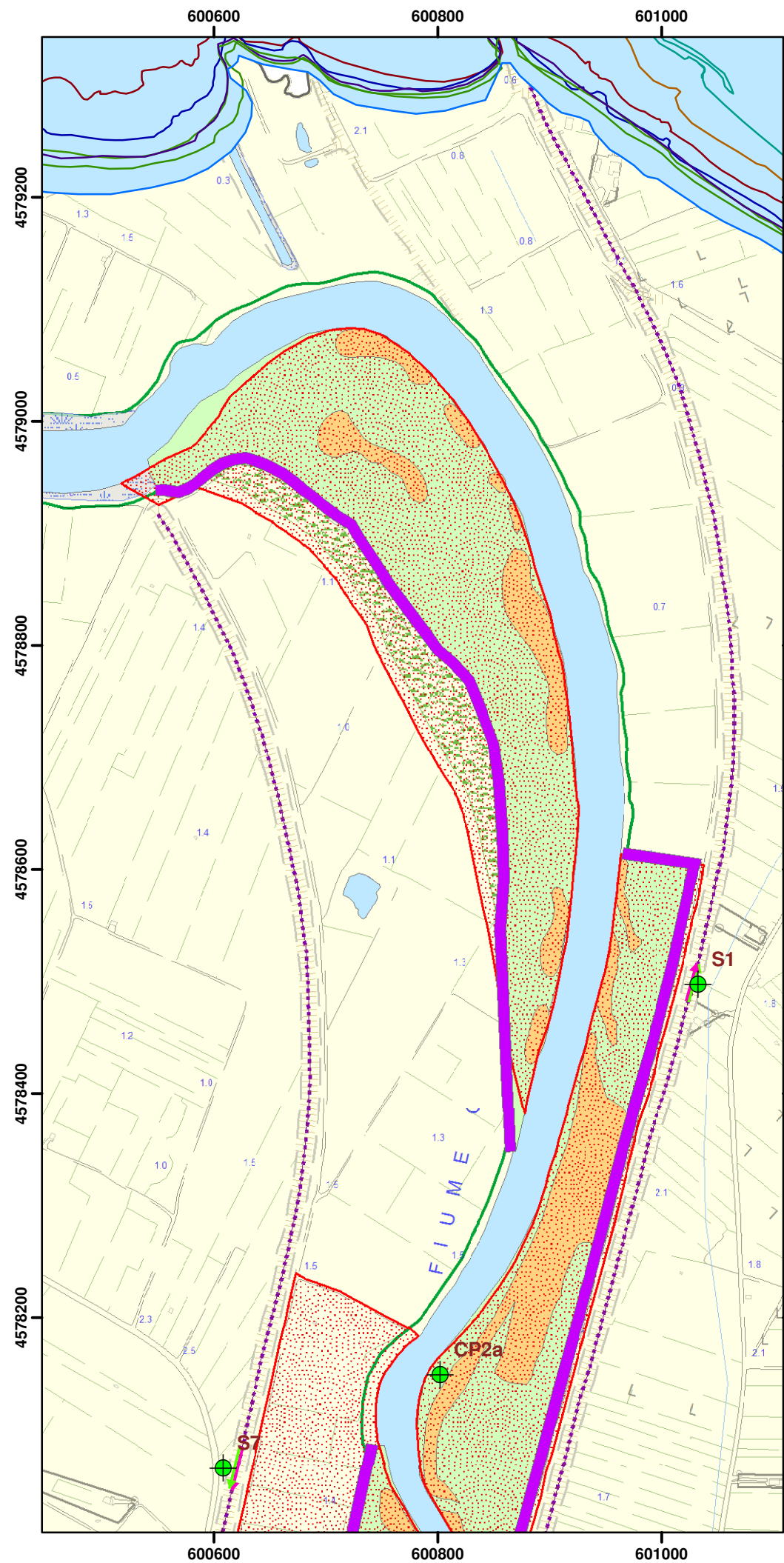
Foglio IGM (1:50.000):  
423 "Barletta"



## Legenda

-  Reticolo idrografico
-  Aree d'intervento
- Opere in progetto**
  -  Aree di raccordo
  -  Isolotti
  -  Valli
  -  Aree di piantumazione





## Carta geolitologica

Progetto definitivo, esecutivo, studio di impatto ambientale, direzione lavori e coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed in fase di esecuzione degli "Interventi di ripristino, recupero e gestione dell'area umida costiera in prossimità della foce del Fiume Ofanto dei Comuni di Barletta e Margherita di Savoia"

Provincia di Barletta-Andria-Trani

Tavolette IGM (1:25.000):  
165 III SE - "Trinitapoli"  
165 II SO - "Foce dell'Ofanto"

Foglio IGM (1:50.000):  
423 "Barletta"



## Legenda

Reticolo idrografico

Aree d'intervento

### Opere in progetto

Aree di raccordo

Isolotti

Valli

Aree di piantumazione

Cigli di sponda fluviale

Argini fluviali

Stagno, Acquitrino, Zona Palustre >0.2 Ha

### Sondaggi eseguiti

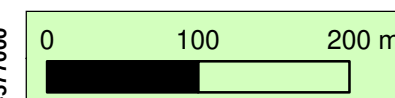
Carotaggi

Sismica

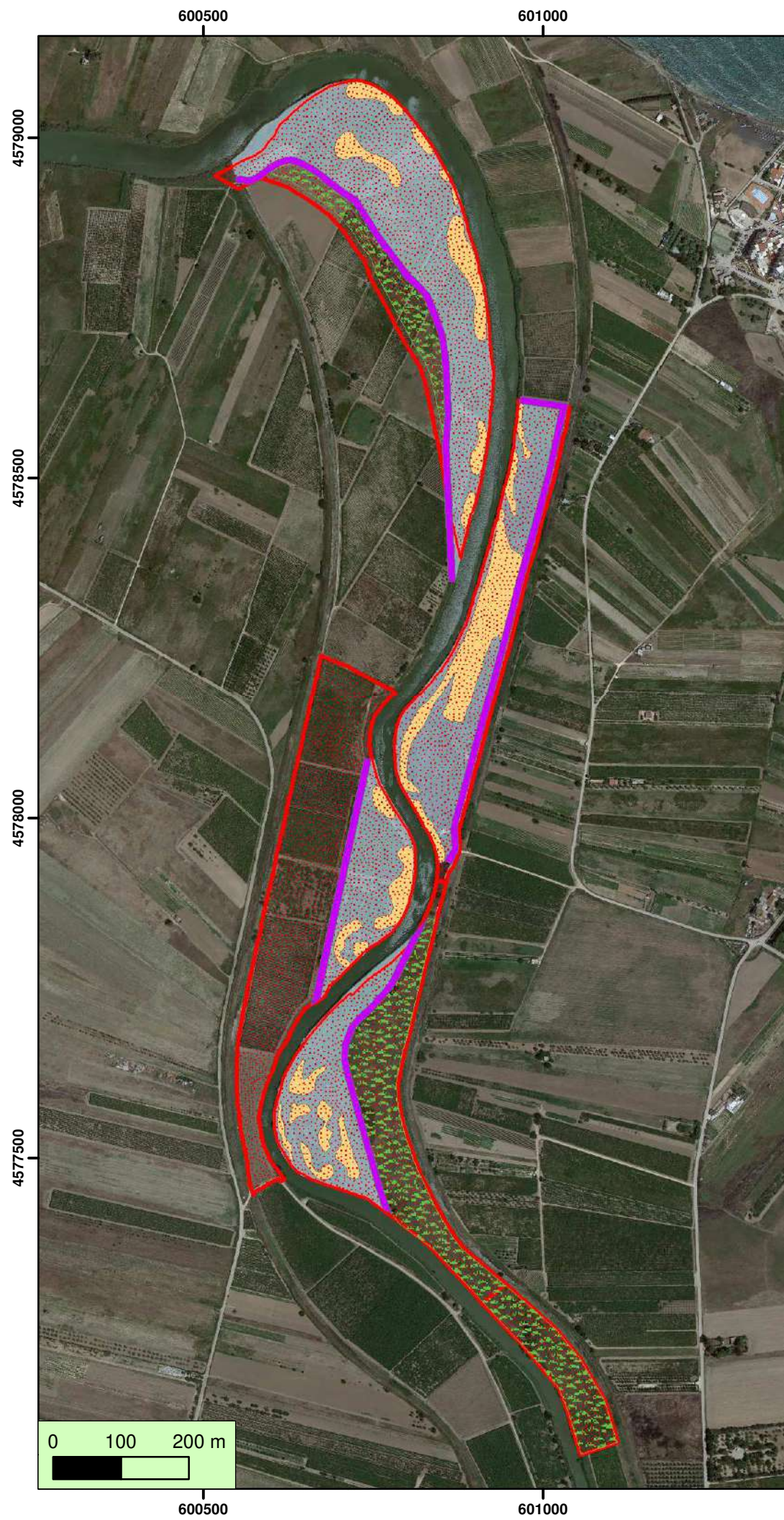
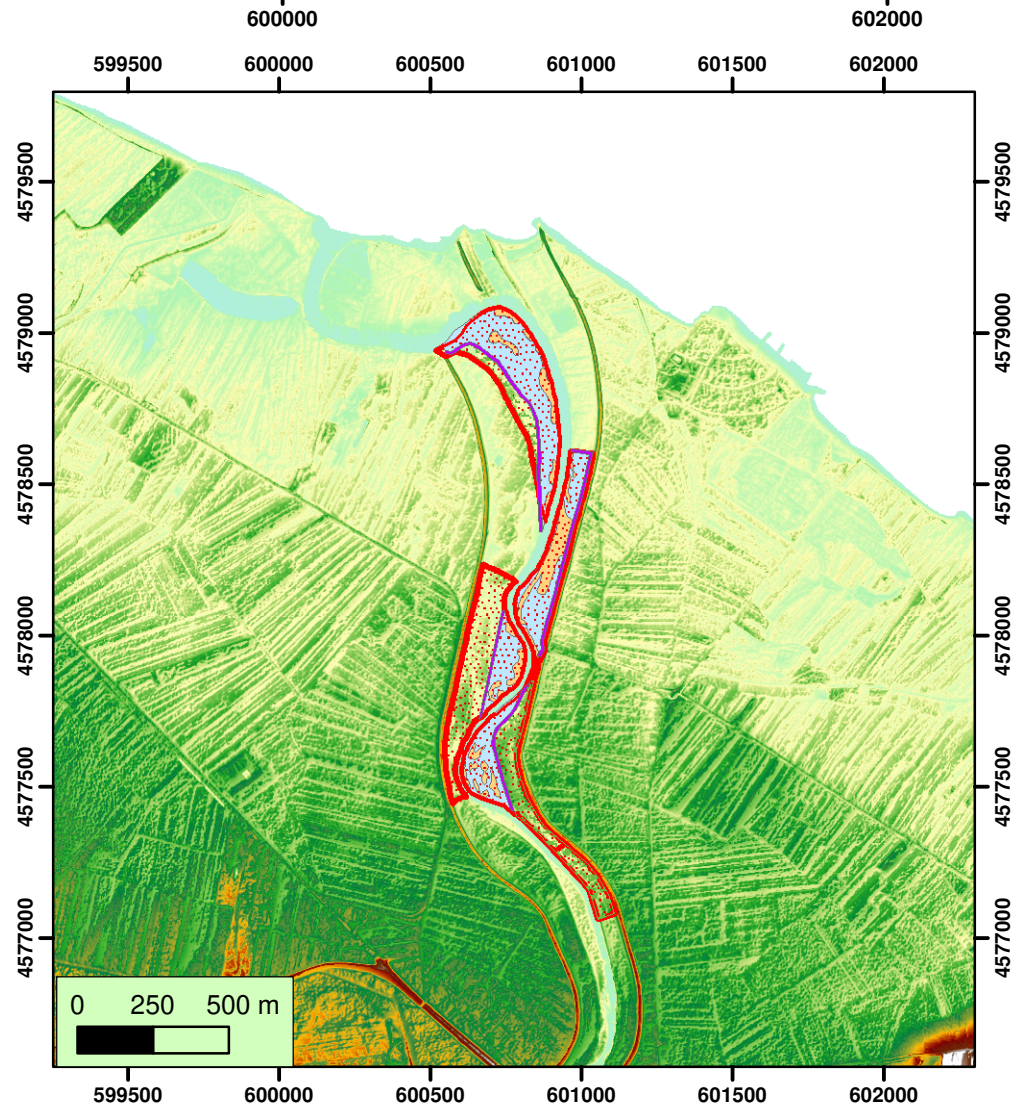
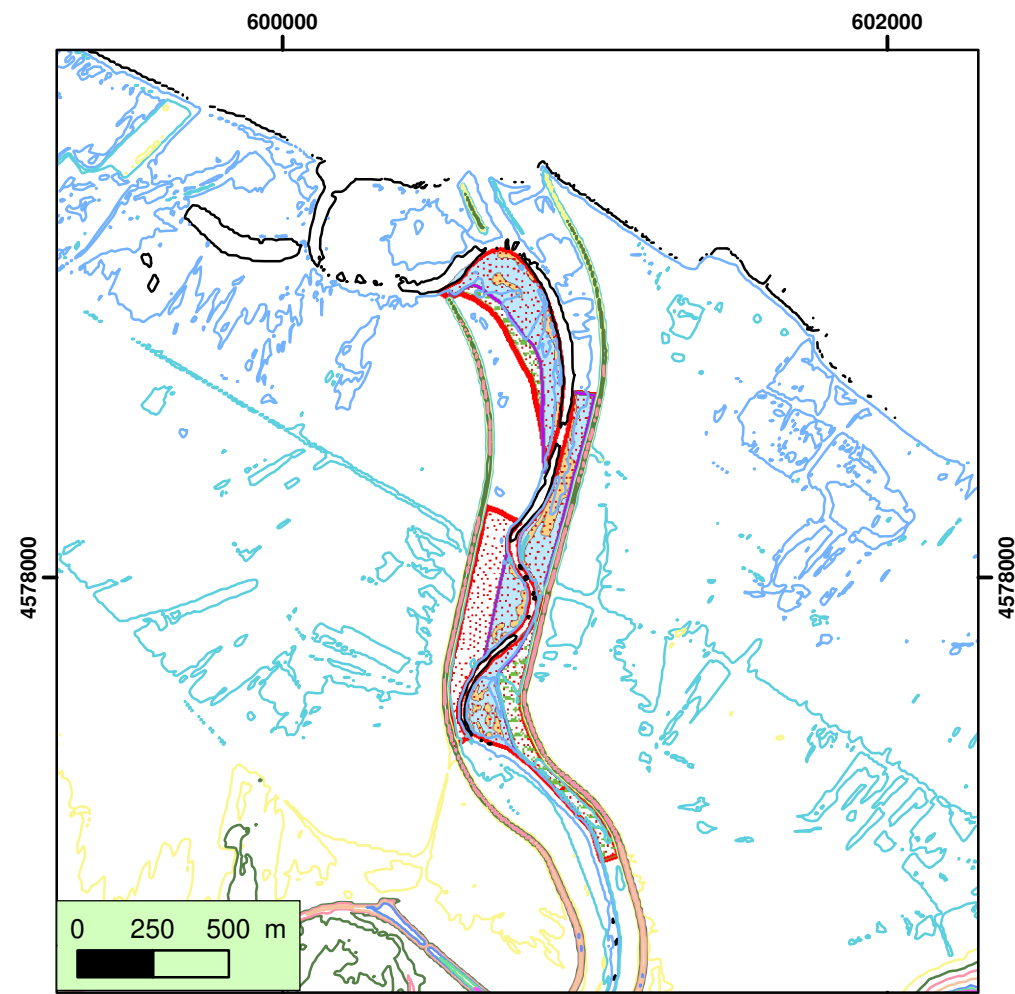
Geoelettrica

### Litologie

Depositi alluvionali  
(Depositi sciolti a prevalente componente peltica e/o sabbiosa e ciottolosa)







## Carta morfo-tematica

Progetto definitivo, esecutivo, studio di impatto ambientale, direzione lavori e coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed in fase di esecuzione degli "Interventi di ripristino, recupero e gestione dell'area umida costiera in prossimità della foce del Fiume Ofanto dei Comuni di Barletta e Margherita di Savoia"

Provincia di Barletta-Andria-Trani

Tavolette IGM (1:25.000):

165 III SE - "Trinitapoli"


165 II SO - "Foce dell'Ofanto"

Foglio IGM (1:50.000):


423 "Barletta"




## Legenda


 Aree d'intervento

### Opere in progetto

 Aree di raccordo

 Isolotti

 Valli

 Aree di piantumazione

### Isoipse (m s.l.m.)

— 0 m

— 1 m

— 10 m

— 11 m

— 12 m

— 13 m

— 14 m

— 2 m

— 3 m

— 4 m

— 5 m

— 6 m

— 7 m

— 8 m

— 9 m

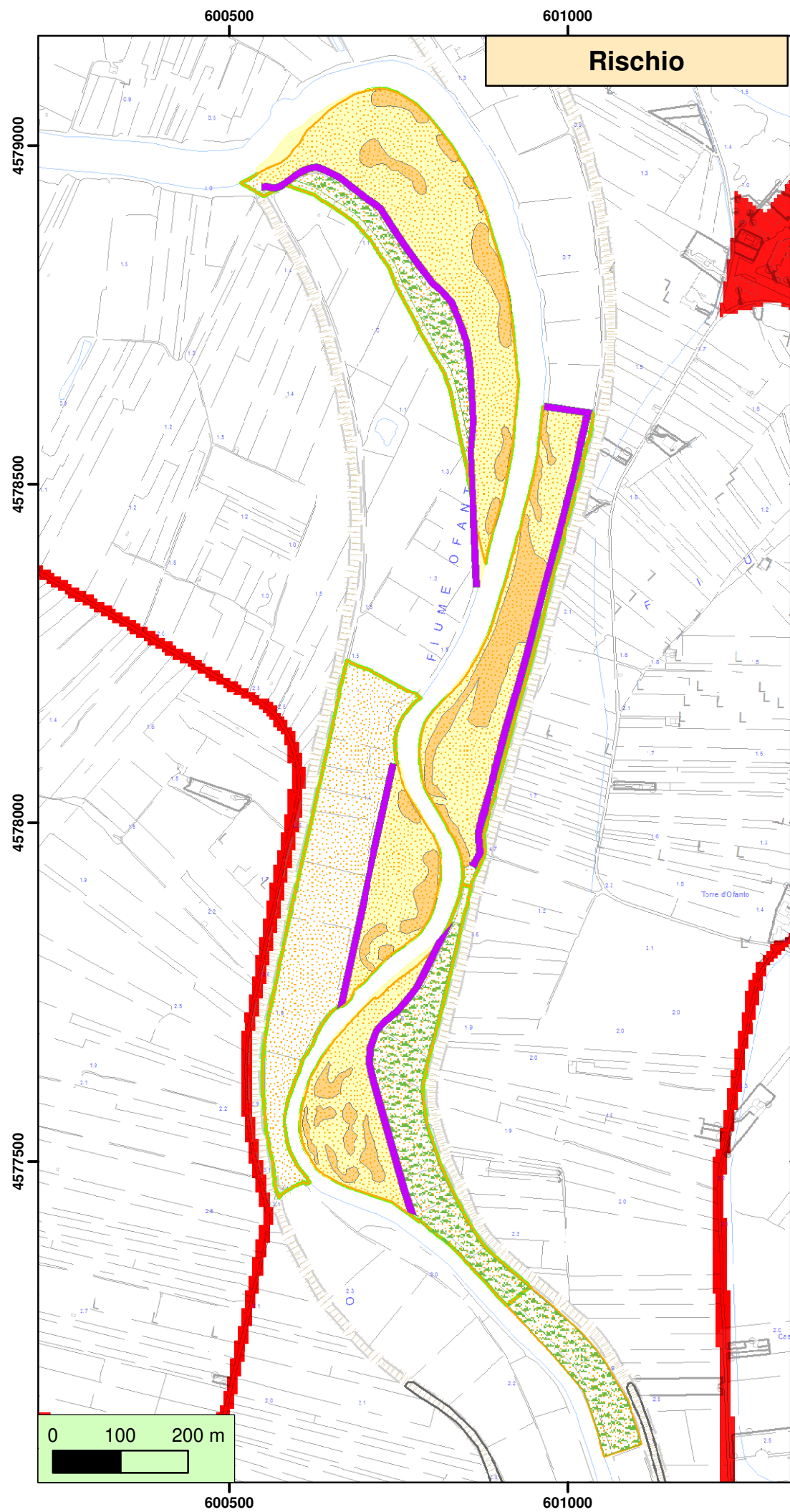
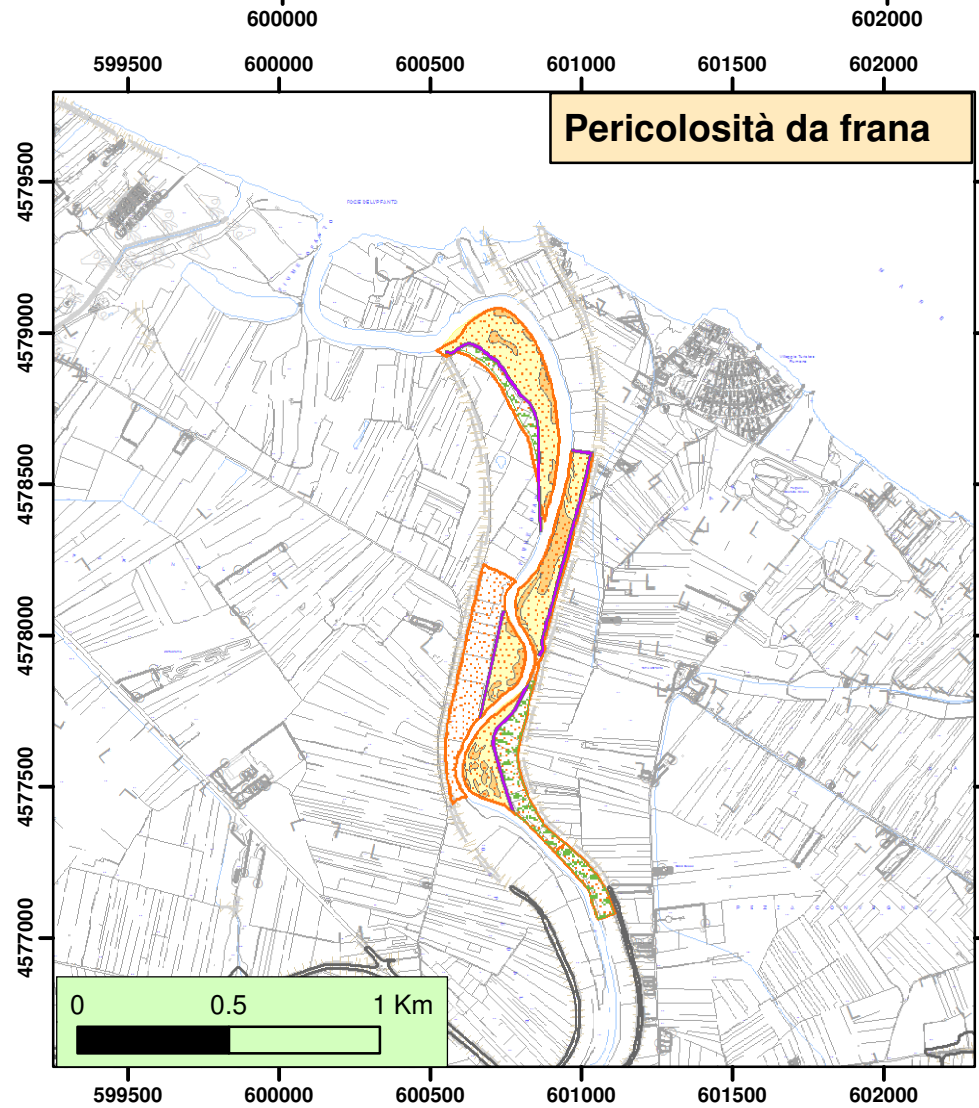
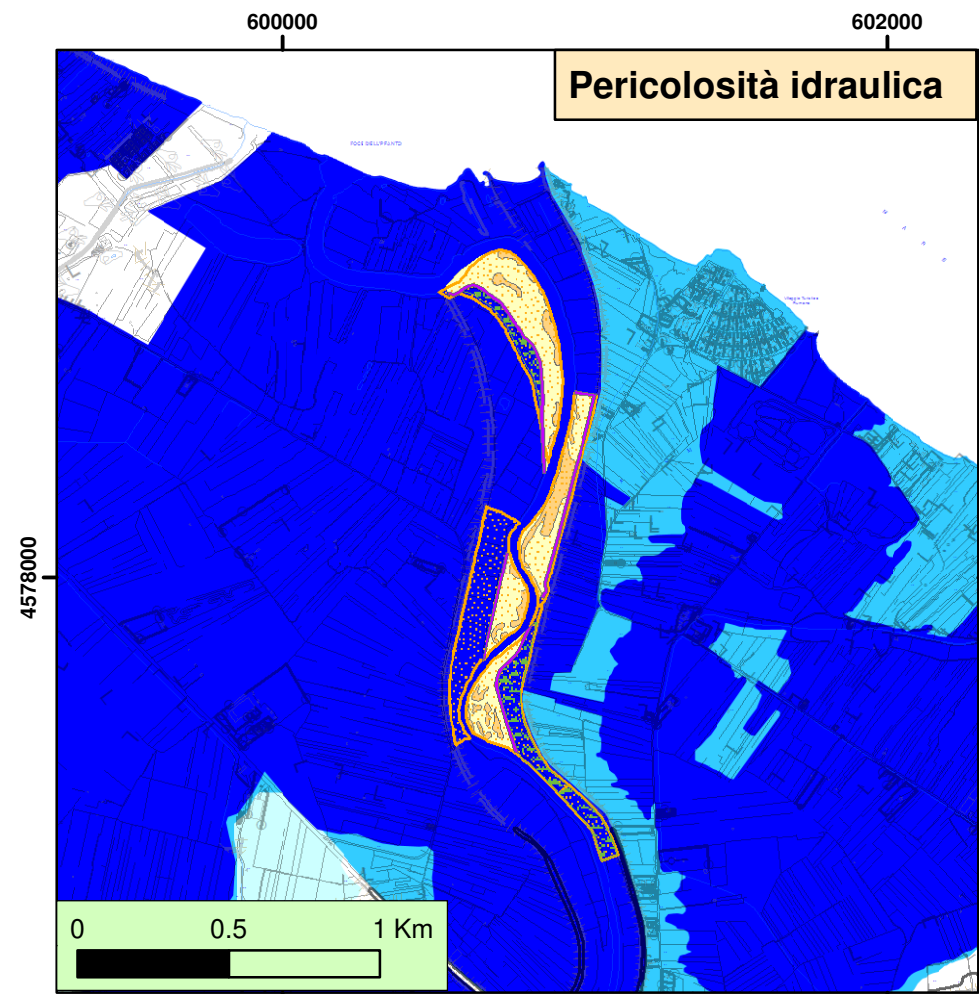
### Quote DEM (m s.l.m.)

High : 14.38

Low : -0.41







## Carta dei vincoli

Progetto definitivo, esecutivo, studio di impatto ambientale, direzione lavori e coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed in fase di esecuzione degli "Interventi di ripristino, recupero e gestione dell'area umida costiera in prossimità della foce del Fiume Ofanto dei Comuni di Barletta e Margherita di Savoia"

Provincia di Barletta-Andria-Trani

Tavolette IGM (1:25.000):  
165 III SE - "Trinitapoli"  
165 II SO - "Foce dell'Ofanto"

Foglio IGM (1:50.000):  
423 "Barletta"



## Legenda

Aree d'intervento

### Opere in progetto

Aree di raccordo

Isolotti

Valli

Aree di piantumazione

**Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale**

### Pericolosità idraulica

AP  
 MP  
 BP

### Pericolosità da frana

PG3  
 PG2  
 PG1

### Rischio

R4  
 R3  
 R2