



UNIONE EUROPEA
FONDO EUROPEO DI SVILUPPO REGIONALE



**Autorità di Bacino
della Puglia**



REGIONE PUGLIA
Area Politiche per la riqualificazione, la tutela
e la sicurezza ambientale
e per l'attuazione delle opere pubbliche
SERVIZIO RISORSE NATURALI

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”**

**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**

RELAZIONE GENERALE
ARCO IONICO

Segretario Generale dell'AdBP: Prof. Ing. Antonio Rosario Di Santo

Coordinatori: Ing. Lia Romano e Ing. Pamela Milella, funzionari tecnici della Segreteria Tecnica Operativa dell'AdBP

Gruppo di lavoro: Ing. Valeria De Gennaro, Ing. Stefania Geronimo, Ing. Maria Montaruli, Ing. Giuseppe Verdiani

Rilievi topografici: Ing. Vito Caponio, Ing. Alessandro Micchetti, Geom. Stefano Savino, Ing. Francesco Serafino

Ufficio Cartografia e SIT: Ing. Nicola Lopez

Si ringrazia l' Ufficio Rischio Idraulico della Segreteria Tecnica Operativa dell'AdBP.

L'Autorità di Bacino della Puglia e le persone che agiscono per conto dell'ente non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo documento, al di fuori delle finalità per le quali esso è stato redatto.



AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA

L.R. 9 Dicembre 2002 n. 19

C/o INNOVA PUGLIA S.P.A - (EX TECNOPOLIS CSATA)

Str. Prov. per Casamassima Km 3 - 70010 Valenzano - Bari

tel. 080 - 9182238-242-243-269 fax. 080 9182244 - C.F. 93289020724

www.adb.puglia.it e-mail: segreteria@adb.puglia.it - PEC: segreteria@pec.adb.puglia.it

Ultimo aggiornamento: dicembre 2015

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

INDICE

ELENCO ALLEGATI	III
PREMESSA	V
ANALISI CONOSCITIVA – I	1
1.1 IL DATABASE GEORIFERITO DEGLI EVENTI ALLUVIONALI.....	3
1.2 L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 30 NOVEMBRE - 1 DICEMBRE 2013.....	4
1.1.1 Ricostruzione dell'idrogramma di piena dell'evento del 30 novembre - 1 dicembre 2013	12
1.3 I CORSI D'ACQUA DELL'ARCO IONICO.....	15
1.3.1 Analisi qualitativa.....	15
1.3.2 Analisi quantitativa	16
1.4 LE STAZIONI PLUVIOMETRICHE.....	19
1.4.1 La rete della SMM-CFR Puglia.....	19
1.4.2 La rete Assocodipuglia.....	20
RILIEVI TOPOGRAFICI – II	23
2.1 I CORSI D'ACQUA PRINCIPALI DELL'ARCO IONICO.....	25
2.2 I RILIEVI LIDAR.....	26
2.3 IL RILIEVO DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO	28
2.3.1 Descrizione della scheda monografica	29
2.4 LA RAPPRESENTAZIONE VETTORIALE DEI CORSI D'ACQUA.....	36
CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOIDROLOGICA – III	39
3.1 LE MAPPE PER LE ANALISI IDROLOGICHE	41
3.1.1 La componente endoreica.....	41
3.1.2 I raster delle direzioni di flusso e delle aree contribuenti.....	46
3.2 LA SCABREZZA IDRAULICA	46
3.2.1 Le componenti della resistenza al flusso.....	48
3.2.2 La resistenza in regime di ruscellamento superficiale	49
3.1.3 Attribuzione dell'indice di Manning alle categorie di uso del suolo	50
3.3 IL CURVE NUMBER.....	53
3.3.1 Le classi di permeabilità.....	53
3.3.2 Associazione dei valori del Curve Number alle categorie di uso del suolo.....	55
3.3.3 La mappa del Curve Number	57
VALUTAZIONI IDROLOGICHE – IV	59
4.1 I MODELLI IDROLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI PIENA	61
MODELLAZIONE IDRAULICA – V	71
5.0 INTRODUZIONE.....	73
5.0.1 Schematismo 1D e 2D.....	75
5.0.2 Il modello di calcolo TUFLOW.....	75
5.0.3 La pericolosità idraulica relativa	78
5.1 FIUME LATO	83
5.1.1 Descrizione geografica e morfologica	83
5.1.2 Scabrezza.....	83
5.1.3 Portate	83
5.1.4 Schematismo idraulico	87
5.1.5 Analisi delle opere di attraversamento idraulico	87
5.1.6 Criticità urbane / produttive.....	88
5.2 FIUME LENNE.....	89
5.2.1 Descrizione geografica e morfologica	89
5.2.2 Scabrezza.....	89
5.2.3 Portate	89

5.2.4	Schematismo idraulico	93
5.2.5	Analisi delle opere di attraversamento idraulico	93
5.2.6	Criticità urbane / produttive.....	94
5.3	FIUME PATEMISCO.....	95
5.3.1	Descrizione geografica e morfologica	95
5.3.2	Scabrezza.....	95
5.3.3	Portate	95
5.3.4	Schematismo idraulico	99
5.3.5	Analisi delle opere di attraversamento idraulico	99
5.3.6	Criticità urbane / industriali.....	100
5.4	FIUME TARA	101
5.4.1	Descrizione geografica e morfologica	101
5.4.2	Scabrezza.....	101
5.4.3	Portate	101
5.4.4	Schematismo idraulico	105
5.4.5	Analisi delle opere di attraversamento idraulico	105
5.4.6	Criticità urbane / industriali.....	106
5.5	CANALE D'AIEDDA.....	107
5.5.1	Descrizione geografica e morfologica	107
5.5.2	Scabrezza.....	107
5.5.3	Portate	107
5.5.4	Schematismo idraulico	111
5.5.5	Analisi delle opere di attraversamento idraulico	112
5.5.6	Criticità urbane / industriali.....	113
VALUTAZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI – VI.....		115
6.1	DESCRIZIONE GENERALE.....	117
6.1	FIUME LATO	121
6.2	FIUME LENNE	123
6.3	FIUMI PATEMISCO E TARA.....	125
6.4	CANALE D'AIEDDA.....	128
LINEE GUIDA DI PROGETTAZIONE – VII		133
7.1	IL QUADRO NORMATIVO	135
7.2	CRITERI DI PROGETTAZIONE	135
CONCLUSIONI.....		141
BIBLIOGRAFIA		151

ELENCO ALLEGATI

- 1.1.1 - Eventi alluvionali di novembre-dicembre 2013. Rappresentazione cartografica
- 1.1.2 - Elenco degli eventi alluvionali novembre-dicembre 2013
- 1.2.1 - Carta geolitologica
- 1.2.2 - Carta dell'uso del suolo
- 1.3.1 - Zone omogenee e stazioni pluviometriche
- 1.3.2 - Elenco delle stazioni pluviometriche

- 2.1 – I corsi d'acqua dell'arco ionico con bacino contribuente maggiore di 25 kmq
- 2.2 - Copertura Lidar
- 2.3.1 - Attraversamenti idraulici rilevati nell'area dell'arco ionico Rappresentazione cartografica
- 2.3.2 - Scheda monografica rilievo attraversamenti
- 2.3.3 - Elenco attraversamenti rilevati
- 2.4.1 a- Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lato – TAV. 1
- 2.4.1 b- Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lato – TAV. 2
- 2.4.1 c- Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lato – TAV. 3
- 2.4.2 a - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lenne –TAV.1
- 2.4.2 b - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lenne –TAV.2
- 2.4.3 - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Patemisco
- 2.4.4 a - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Tara – TAV.1
- 2.4.4 b - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Tara – TAV.2
- 2.4.5 a - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Canale d'Aiedda – TAV.1
- 2.4.5 b- Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Canale d'Aiedda – TAV.2
- 2.4.5 c- Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Canale d'Aiedda – TAV.3

- 3.1 - I bacini idrografici e la componente endoreica
- 3.2 - L'indice di Manning. Relazione
- 3.3.1 - Il *Curve Number*. Relazione
- 3.3.2 - Classi di permeabilità del SCS-CN. Rappresentazione cartografica
- 3.3.3 - Macrocategorie di copertura del suolo. Rappresentazione cartografica
- 3.3.4 - Rappresentazione cartografica del *Curve Number*

- 4.0 – Analisi idrologiche

- 5.0 - Schedario dei modelli idraulici
- 5.1.1 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lato - TAV.1
- 5.1.2 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lato - TAV.2
- 5.1.3 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lato - TAV.3
- 5.2.1 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lenne - TAV.1
- 5.2.2 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lenne - TAV.2
- 5.3.1 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Patemisco
- 5.4.1 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Tara - TAV.1
- 5.4.2 - Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Tara - TAV.2
- 5.5.1 - Risultanze schematismo 1D, T200, Canale d'Aiedda - TAV.1
- 5.5.2 - Risultanze schematismo 1D, T200, Canale d'Aiedda – TAV2
- 5.5.3 - Risultanze schematismo 1D, T200, Canale d'Aiedda - TAV.3
- 5.5.4 - Risultanze schematismo 2D, T200, Canale d'Aiedda – Aiedda_1
- 5.5.5 - Risultanze schematismo 2D, T200, Canale d'Aiedda – Aiedda_7

- 6.0.1 - Aree critiche relative al reticolo idrografico principale
- 6.0.2 - Aree critiche relative al reticolo idrografico minore
- 6.0.3 - Attraversamenti idraulici a rischio

6.0.4 - Elementi esposti a rischio idraulico

6.1.0 Interventi di mitigazione del rischio idraulico per il Fiume Lato. Corografia generale

6.2.0 Interventi di mitigazione del rischio idraulico per il Fiume Lenne. Corografia generale

6.3.0 Interventi di mitigazione del rischio idraulico per il Fiume Patemisco e Tara. Corografia generale

6.4.0 Interventi di mitigazione del rischio idraulico per il Canale d'Aiedda. Corografia generale

PREMESSA

L'Autorità di Bacino della Puglia, nel seguito denominata AdBP, è stata individuata come ente attuatore dell'elaborazione dello "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", da parte della Regione Puglia, nell'ambito del PPA dell'Asse II del PO FESR 2007 – 2013, approvato con D.G.R. della Puglia n. 850/2009 e modificato con D.G.R. della Puglia n. 1969/2010, relativamente all'Azione 2.3.6.

L'Autorità di Bacino della Puglia, organo istituzionalmente preposto alla difesa del suolo, ha, dall'atto della sua istituzione, avviato le procedure finalizzate alla individuazione, con grado di dettaglio sempre maggiore, delle criticità idrauliche presenti nel territorio di competenza e alla loro soluzione attraverso la programmazione di interventi di mitigazione del rischio idraulico.

La necessità di definire un quadro conoscitivo delle criticità idrauliche sempre più dettagliato evidenzia, tuttavia, una notevole onerosità dello sforzo richiesto, se si pensa alla estrema varietà del paesaggio del territorio regionale pugliese.

Le attività di cui al presente disciplinare pertanto, intendono restituire un quadro completo, coerente ed aggiornato delle aree a criticità idraulica complessivamente presenti nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia e di individuare le azioni di mitigazione più appropriate per la messa in sicurezza delle aree a rischio. Lo studio presentato integra il progetto "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessate dagli eventi alluvionali di Ottobre e Novembre 2005 nelle province di Bari e Brindisi", finanziato dalla Regione Puglia con fondi di cui alla delibera CIPE 35 del 2005, nonché a supporto delle attività della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE.

Il presente lavoro, secondo l'art. 2 del Disciplinare regolante i rapporti tra Regione e AdBP, è di seguito sintetizzato:

- integrazioni di dettaglio del quadro conoscitivo generale delle caratteristiche geomorfologiche, idrologiche ed idrauliche dei bacini idrografici afferenti i corsi delle aree di studio, attraverso l'organizzazione, l'informatizzazione e la strutturazione in database relazionale, di tutte le informazioni di natura territoriale ed ambientale disponibili, ottenute sulla base di studi e ricerche, nonché su quelle relative ad eventi alluvionali passati, interventi effettuati e risultati conseguiti;
- rilevamento topografico di dettaglio e restituzione in formato vettoriale dell'asse dei corsi d'acqua e di un congruo numero di sezioni trasversali, estese fino al limite della fascia di pertinenza fluviale, comprensivo del rilievo di dettaglio di tutti i manufatti interferenti con le predette aree di pertinenza;
- studio delle caratteristiche idrauliche e di permeabilità delle forme carsiche naturali (voragini, inghiottitoi) presenti in corrispondenza dei recapiti finali dei bacini endoreici e stima delle loro potenzialità di smaltimento delle piene in occasione di eventi alluvionali;
- sviluppo di modellazioni di tipo mono e bidimensionale, anche attraverso l'ausilio di opportuni codici di calcolo preventivamente selezionati e sperimentati, della dinamica idrologica ed idraulica dei corsi d'acqua e delle aree endoreiche oggetto dello studio, secondo diverse condizioni di regime di moto, e mediante individuazione delle potenziali aree oggetto di inondazione, in funzione dei diversi tempi di ritorno degli eventi meteo climatici;
- definizione delle opere e/o interventi più efficaci per la salvaguardia e la messa in sicurezza del territorio a diverso grado di pericolosità idraulica e definizione di linee di indirizzo sulle più opportune tecniche di mitigazione dei rischi nelle aree a vario titolo interessate da pericolosità di inondazione.

Obiettivo del presente studio è dunque quello di definire gli interventi urgenti per la messa in sicurezza dei territori afferenti all'unità fisiografica dell'arco ionico. Nello specifico, sono individuati gli elementi a rischio, quali infrastrutture viarie e insediamenti urbani e produttivi, operando dapprima un'accurata analisi geomorfologica e idrologica e secondariamente una modellistica di tipo monodimensionale e bidimensionale per la mappatura sistematica della pericolosità idraulica e per la verifica della funzionalità idraulica delle opere d'arte di attraversamento, avendo come riferimento il

sistema di corsi d'acqua aventi bacino contribuente maggiore/uguale di 25 km² - limite adottato per l'implementazione delle Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, secondo il D.Lgs. 49/2010.

La presente relazione, resa al fine di illustrare le analisi condotte e i risultati raggiunti, è organizzata in sette capitoli (riportati a seguire), ognuno dei quali affronta con esaustività l'argomento in esame, indipendentemente dai contenuti degli altri. Per ogni capitolo sono presentati specifici allegati, in forma sia di cartografie ed elaborati tecnici di dettaglio, nonché di file digitali (shapefile, raster, modelli idraulici), i quali debbono intendersi parte integrante del presente studio e a cui la relazione puntualmente rimanda attraverso i richiami rappresentati con la seguente simbologia: [\CARTELLA\file.estensione].

<i>Capitolo I:</i>	<i>Analisi conoscitiva</i>
<i>Capitolo II:</i>	<i>Rilievi topografici</i>
<i>Capitolo III:</i>	<i>Caratterizzazione geomorfoidrologica</i>
<i>Capitolo IV:</i>	<i>Valutazioni idrologiche</i>
<i>Capitolo V:</i>	<i>Modellazione idraulica</i>
<i>Capitolo VI:</i>	<i>Valutazione preliminare interventi</i>
<i>Capitolo VII:</i>	<i>Linee guida di progettazione</i>

Lo studio prende avvio da un'analisi conoscitiva (capitolo I) finalizzata a raccogliere ogni elemento utile per la definizione della pericolosità idraulica, attraverso una ricostruzione storico-geografica degli eventi alluvionali e una analisi delle caratteristiche dei bacini idrografici dal punto di vista geologico, geomorfologico e di copertura del suolo, con l'obiettivo ultimo di operare una calibrazione della risposta idrologica del bacino.

Al fine di costruire i modelli geometrici (capitolo II), alla base della modellistica idraulica, sono acquisiti e processati i rilievi topografici di tipo LIDAR, nonché realizzate delle schede monografiche delle opere di attraversamento idraulico.

Si definiscono infine le caratteristiche geomorfologiche, idrologiche ed idrauliche dei bacini idrografici afferenti ai corsi d'acqua oggetto dello studio (capitolo III), mediante l'elaborazione di mappe in formato raster e vettoriale, utili nelle procedure di studio idrologico ed idraulico al processamento in ambiente GIS finalizzato alla stima delle perdite idrologiche e della resistenza al flusso e alla definizione dell'area contribuente, avendo particolare attenzione alla determinazione della componente endoreica.

A partire dai dati analizzati nelle fasi precedentemente descritte, lo studio (capitolo IV) definisce le portate di piena con assegnato tempo di ritorno, lungo le aste indagate.

Sulla base delle analisi idrologiche e dei modelli geometrici realizzati, è dunque operata una mappatura sistematica della pericolosità idraulica (capitolo V) sui corsi d'acqua principali, mediante l'utilizzo di schematismi idraulici monodimensionali e bidimensionali. I modelli consentono la determinazione delle grandezze idrodinamiche, ovvero dei tiranti e delle velocità della corrente, la cui rappresentazione è altresì richiesta dalla Direttiva Alluvioni.

Infine sono individuate le criticità connesse al reticolo idrografico e i provvedimenti di tipo strutturale e non strutturale, a scala di bacino, necessari alla messa in sicurezza del territorio (capitolo VI).

Sulla base dei danni determinati dai recenti eventi alluvionali, si definisce la necessità di individuare linee guida di progettazione per le opere di attraversamento idraulico, punti di particolare criticità in caso di eventi di piena (capitolo VII).

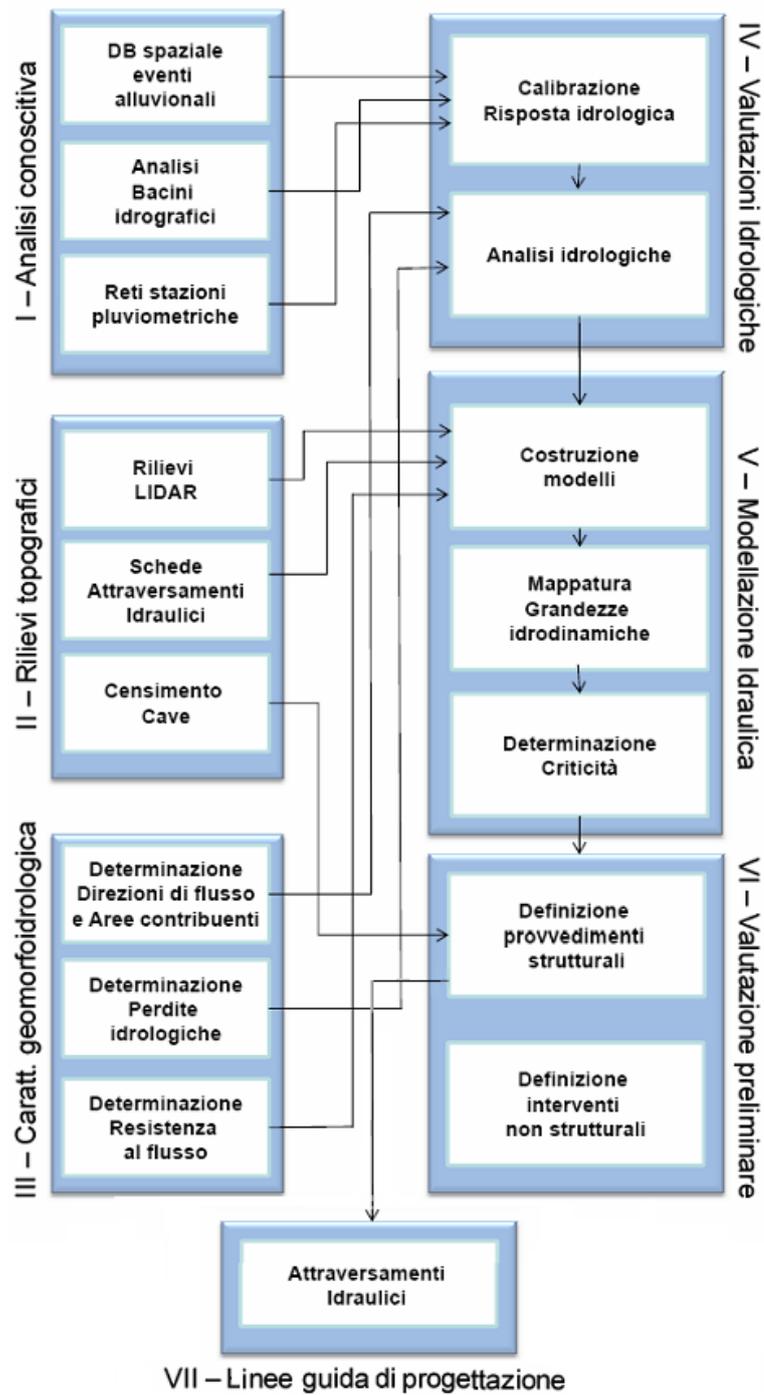


Figura 0 – Workflow del progetto

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

Analisi conoscitiva – I

ALLEGATI



- 1.1.1 - Evento alluvionale di novembre-dicembre 2013. Rappresentazione cartografica
- 1.1.2 - Elenco degli eventi alluvionali novembre-dicembre 2013
- 1.2.1 - Carta geolitologica
- 1.2.2 - Carta dell'uso del suolo
- 1.3.1 - Zone omogenee e stazioni pluviometriche
- 1.3.2 - Elenco delle stazioni pluviometriche

ARCHIVIO DIGITALE



- \EVENTI_ALLUVIONALI
 - Eventi_alluvionali_2013 (shp e kmz)
 - \FOTO\Eventi alluvionali
 - \REGISTRAZIONI\Registrazioni pluviometriche del 25 e 26 novembre - 3 dicembre 2013
- \CARTOGRAFIA_DI_BASE
 - Carta geolitologica (shp)
 - Carta dell'uso del suolo (shp)
 - Zone_omogenee (shp)
- \RETI_PLUVIOMETRICHE
 - Stazioni idro-pluviometriche 2014 SMMPuglia e topoieti (shp e kmz)
 - Stazioni pluviometriche ASSOCODIPUGLIA (shp e kmz)
- \ANALISI
 - \BACINI_DI_ANALISI\Lato (shp)



Obiettivo di questa fase è l'integrazione del quadro conoscitivo generale per la definizione di maggior dettaglio delle caratteristiche geomorfologiche, idrologiche ed idrauliche dei principali bacini idrografici afferenti i corsi d'acqua che gravitano sull'arco ionico.

Dapprima, è realizzato un *database* georiferito, relativo agli eventi alluvionali che hanno colpito la provincia di Taranto, al fine di una facile comprensione della pericolosità idraulica dei luoghi e per l'individuazione preliminare degli interventi di messa in sicurezza del territorio. Tale *database* rappresenta inoltre una preziosa fonte di elementi di taratura per la modellistica idrologica utilizzata sul territorio pugliese di esame, dove, a causa della sua natura carsica, è quasi assente una rete di monitoraggio delle portate idriche. L'unica stazione idrometrica presente è collocata presso il Fiume Lato SS106.

Considerando come bacino sperimentale il bacino del fiume Lato e le corpose informazioni raccolte relativamente all'evento del 30 novembre - 1 dicembre 2013, attraverso un approccio idrologico di tipo distribuito accoppiato a modellistica idraulica di tipo bidimensionale, è ricostruita la portata al colmo di piena, confrontata con l'idrogramma sperimentale di piena alla sezione di chiusura. Tale elemento diviene fondamentale per la calibrazione degli idrogrammi sintetici adoperabili per i bacini non strumentati.

Allo scopo di estendere le risultanze della calibrazione alla restante parte del territorio non strumentato, il territorio di studio è analizzato dal punto di vista geomorfologico, litologico e di uso del suolo, per evidenziarne i caratteri di omogeneità relativamente ai processi di generazione dei deflussi.

Per ultimo, sono raccolte le informazioni relative alle stazioni pluviometriche afferenti ai restanti bacini idrografici dell'arco ionico, al fine di avere una chiara e puntuale rappresentazione delle registrazioni utili ai fini delle calibrazioni e dell'analisi degli eventi alluvionali.

1.1 IL DATABASE GEORIFERITO DEGLI EVENTI ALLUVIONALI

Sulla base delle informazioni reperite da fonti giornalistiche (es. Gazzetta del Mezzogiorno) e progetti ministeriali (es. Progetto Speciale AVI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche GNDICI - CNR, commissionato dal Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile) è stato creato un *database* ricognitivo georeferenziato degli eventi alluvionali che hanno interessato l'arco ionico. Gli allegati 1.1.1 e 1.1.2 riportano rispettivamente la rappresentazione cartografica degli eventi e il contenuto testuale di tale archivio. La tabella seguente descrive i campi in cui è articolato il database, riportante diverse informazioni, quali l'identificativo dell'evento alluvionale riportato nell'allegato 1.1.1, la data di accadimento, l'inquadramento geografico, la descrizione del fenomeno e la fonte storica.

Tabella 1.1 - Elenco dei campi del database riportato nell'Allegato 1.1.2

Campo	Descrizione
ID	Identificativo record
Data	Data espressa in <i>ggmmaaaa</i> , <i>mmaaaa</i> o <i>aaaa</i>
Provincia (Pr)	Provincia interessata
Comune	Comune coinvolto
Località	Nome della località interessata oppure breve descrizione dell'area interessata
Effetti al suolo	Descrizione dei danni indotti dal processo
Parametri dimensionali	Parametri dimensionali riferiti al processo (es. volume, tirante d'acqua e/o velocità idriche di scorrimento)
Fonte	Elenco delle fonti da cui sono tratte le informazioni

Il database rappresenta un sistema integrato di conoscenze territoriali sugli eventi storici alluvionali e si configura come punto di partenza per l'individuazione delle misure e degli interventi di carattere gestionale e/o strutturale in materia di mitigazione del rischio. Contestualmente è fruibile una mappatura dei punti di ripresa e delle relative immagini scattate a testimonianza degli effetti al suolo.

La rappresentazione vettoriale del database è fornita come .kmz per la visualizzazione su Google Earth nella cartella [\\ALL_1_ANALISI_CONOSCITIVA\\EVENTI_ALLUVIONALI\\Eventi_alluvionali_2013.kmz].

Nello specifico, per il tarantino è stato studiato l'evento alluvionale del 30 novembre - 1 dicembre 2013 sul bacino del fiume Lato, avendo questo consentito di raccogliere numerosi elementi utili ai fini della calibrazione dei modelli idrologici. Per quanto concerne invece gli altri corsi d'acqua della Provincia di Taranto purtroppo non vi è, all'attualità, disponibilità di informazioni che consentono di integrare registrazioni pluviometriche ad effetti al suolo per operare analoghe tarature.

1.2 L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 30 NOVEMBRE - 1 DICEMBRE 2013

Particolare attenzione è dedicata all'esame dei dati disponibili relativamente all'evento alluvionale che ha colpito la provincia di Taranto tra il 30 novembre e il 1 dicembre 2013, avendo quale riferimento il bacino idrografico del fiume Lato. L'evento citato, largamente descritto dai media, ha determinato l'occorrenza di portate estremamente rilevanti, caratterizzate da tempi di ritorno trentennali, che si sono sviluppate in tempi modesti. Sono stati raccolti un'ampia serie di documenti e testimonianze che, se analizzate attentamente e criticamente, permette una attendibile ricostruzione di quanto accaduto, con informazioni di assoluta rilevanza sperimentale.

L'evento alluvionale di dicembre ha causato l'esonazione del fiume Lato, uno dei principali corsi d'acqua del Tarantino. Il fiume Lato raccoglie le acque provenienti dalla gravina grande di Castellaneta e dalla gravina di Laterza. Si forma nella parte finale della lama di Castellaneta, all'altezza di Masseria Perrone e scorre per almeno 5 km lambendo il territorio di Palagianò, sfociando nel golfo di Taranto, a Torre del Lato. E' un corso d'acqua stagionale che raccoglie le acque pluviali sul fondo di strette e profonde incisioni carsiche (gravine) intagliate nelle rocce calcaree (Relazione di Piano del PAI, Autorità di Bacino della Puglia).

Si esamina nel dettaglio l'evento del 30 novembre - 1 dicembre 2013, in relazione all'evolversi del fenomeno precipitativo, nonché degli effetti al suolo prodotti, ricostruiti sulla base delle numerose informazioni raccolte nel bacino idrografico fiume Lato, con il fine ultimo di ricavare elementi utili alla calibrazione dei modelli di piena per i bacini non strumentati del territorio carsico pugliese.

1.2.1 Analisi dell'evento del 30 novembre – 3 dicembre 2013

La precipitazione caduta tra il 30 novembre e il 1 dicembre 2013 ha causato l'esonazione del fiume Lato, colpendo in particolar modo i comuni di Ginosa Marina (Figura 1.1), Castellaneta Marina (figura 1.2) e Ginosa (figura 1.3) In via precauzionale il Sindaco di Ginosa Marina ha predisposto la chiusura delle scuole e l'evacuazione di circa duecento persone che vivono in Contrada Marinella nei pressi del torrente Galaso, ospitate provvisoriamente in una scuola media. Alcuni scantinati nei pressi di via Forlì si sono riempiti d'acqua. A sette chilometri da Ginosa, a Laterza, alcune strade provinciali e comunali sono state chiuse al traffico. Qui, in una gravina, l'acqua ha raggiunto i 4 m di altezza.



Figura 1.1 - Effetti al suolo presso Ginosa Marina (1 dicembre 2013)

Castellaneta Marina

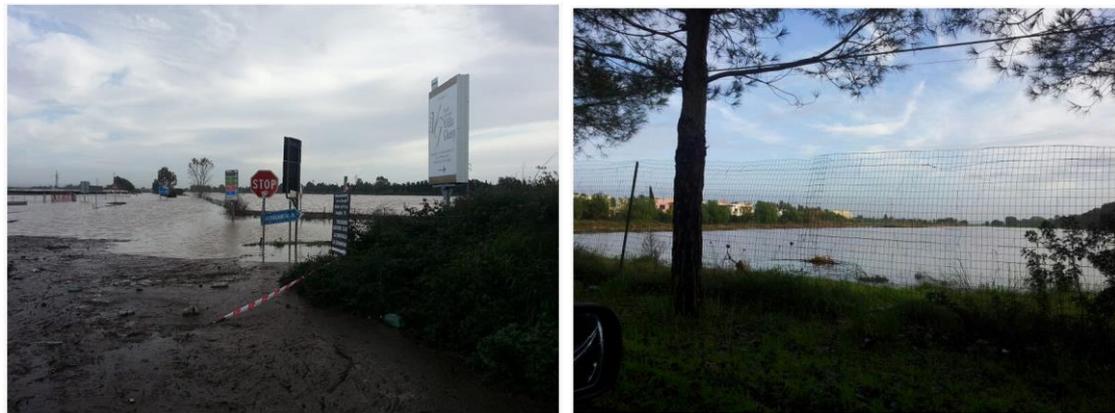


Figura 1.2 - Effetti al suolo presso Castellaneta Marina (1 dicembre 2013)

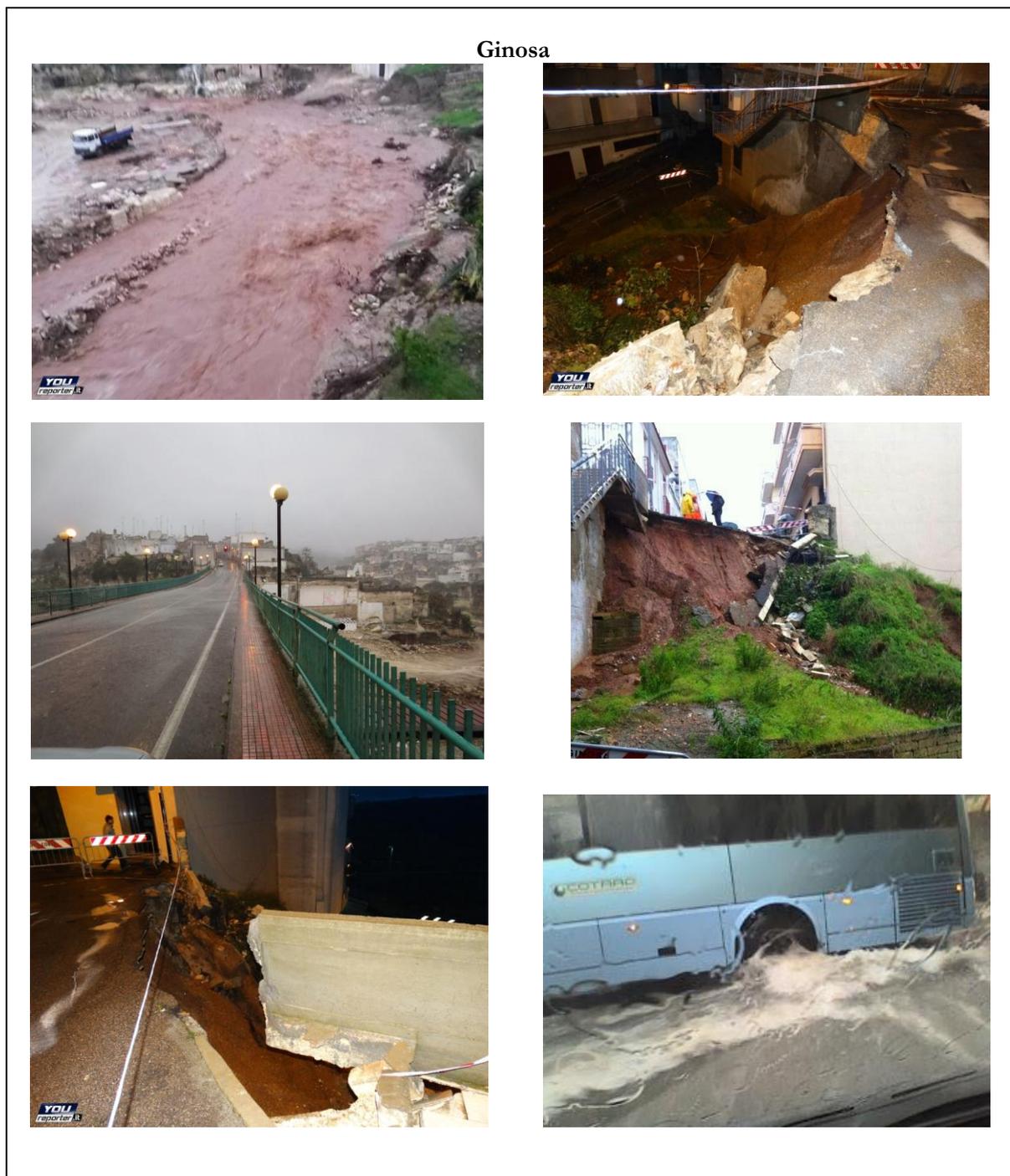


Figura 1.3 - Effetti al suolo presso Ginosa (1 dicembre 2013)

A Castellaneta Marina, tra le contrade più colpite si citano Gaudella e Montecamplo, dove abitazioni e imprese agricole sono rimaste isolate. Interdetta la circolazione veicolare in viale Dei Pini, via Tratturello Pineto e presso la strada statale 106 che è stata chiusa al traffico dal bivio di Castellaneta Marina. La piena ha lambito alcune villette e il residence "Villaggio dei Turchesi", inondando anche i campi.

A Lido Azzurro, a Taranto, si sono verificate forti mareggiate e l'acqua è arrivata sulla strada. Nella città vecchia di Taranto, in Via di Mezzo, è crollato un edificio in stato di abbandono, a causa delle infiltrazioni d'acqua provocate dalla pioggia (figura 1.4).

La precipitazione intensa ha colpito anche i comuni di Gioia del Colle, Noci e Putignano.

Il fiume Lato è esondato in diversi punti, più o meno gli stessi in cui si erano verificate rotture lo nell'alluvione precedente del 7 ottobre 2013.



Figura 1.4 - Effetti al suolo presso Taranto (1 dicembre 2013)

La figura 1.5 riporta le stazioni pluviometriche ed i relativi topoieti ricadenti nel bacino del fiume Lato oggetto della calibrazione.

Dall'analisi dei dati di pioggia orari registrati dal 30 novembre al 1 dicembre 2013 si osserva che l'evento è durato un giorno, dalle 16:20 di sabato alle 17:00 di domenica, con un picco di 30 mm di pioggia cumulata registrati presso la stazione di Castellaneta Marina.

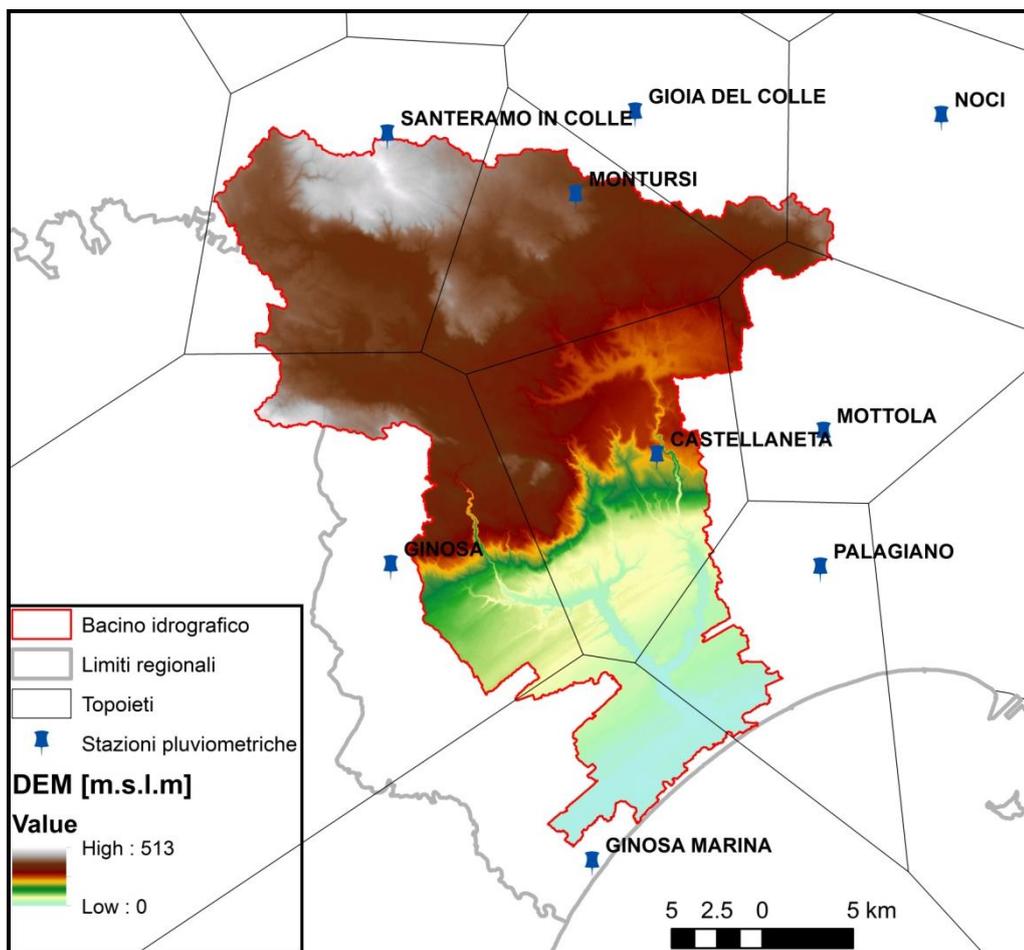


Figura 1.5 – Stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico della Puglia e loro aree di competenza sul bacino del fiume Lato

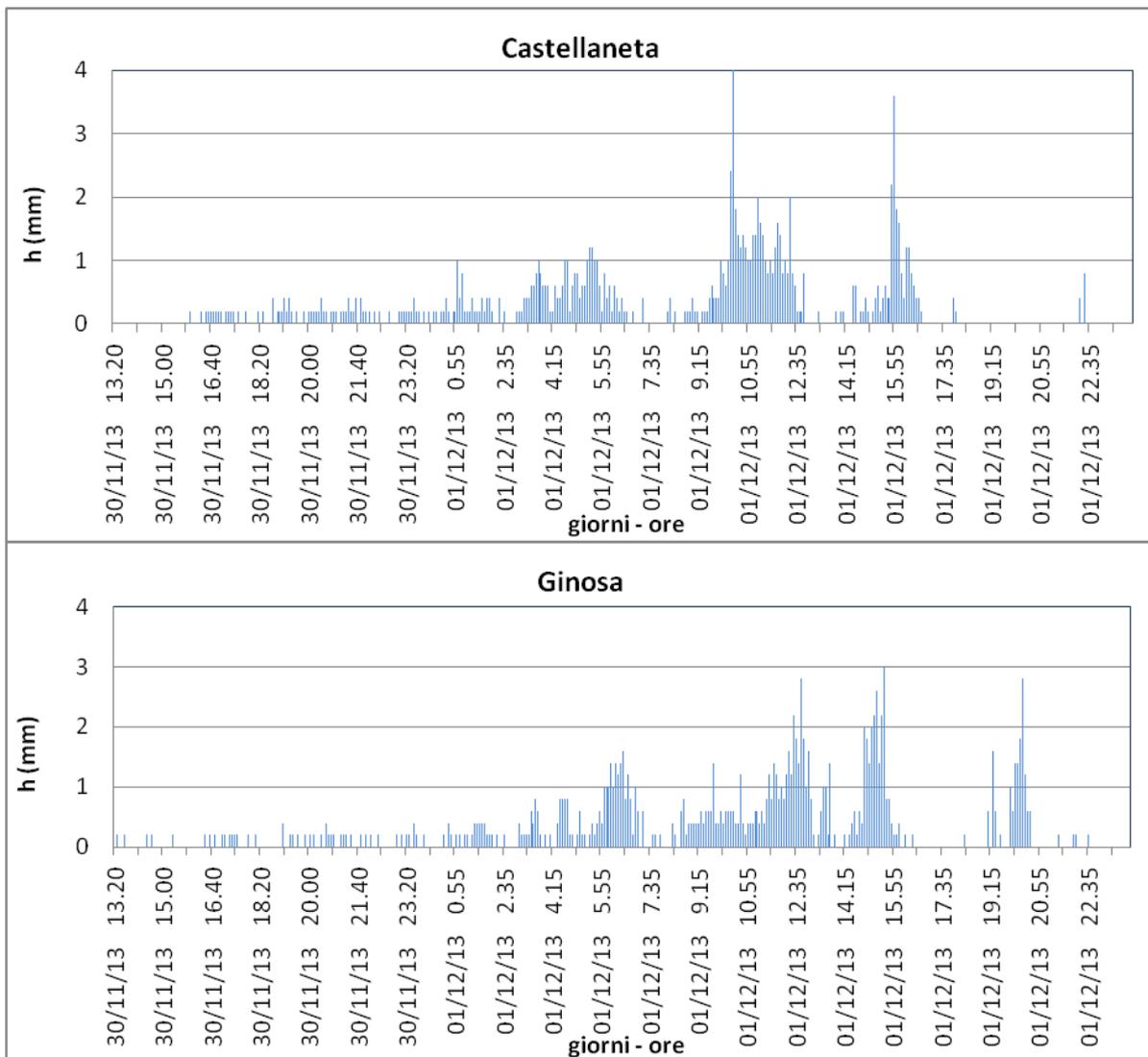
Dall'analisi dei dati pluviometrici orari registrati presso le stazioni di Castellaneta (il cui topoieta ricopre il 25.7 % dell'area del bacino), Montursi (19.6 %), Santeramo in Colle (19.3 %), Ginosa (19 %), Ginosa Marina (7.3 %), Palagianò (5.2 %), Gioia del Colle (1.6 %), Mottola (1.5 %) e Noci (0.8 %), è stato possibile ricostruire il pluviogramma della pioggia media "pesata" (figura 1.6) e le relative curve di possibilità pluviometrica (figura 1.7). Noto il tempo di corrivazione del bacino (circa 22 ore), dalle curve di possibilità pluviometrica è stato stimato il tempo di ritorno dell'evento. In particolare, circa il 90% del bacino ricade nella zona omogenea 5 del VAPI, mentre la restante parte ricade nella zona omogenea 6. Le curve di possibilità pluviometrica sono state quindi determinate sulla base delle equazioni riportate nel VaPi (Valutazione Piene) del Gruppo Nazionale di Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) in cui il valore medio (\bar{x}) dei massimi annuali della precipitazione media è funzione della durata t e dell'altezza media \bar{z} del topoieta di analisi:

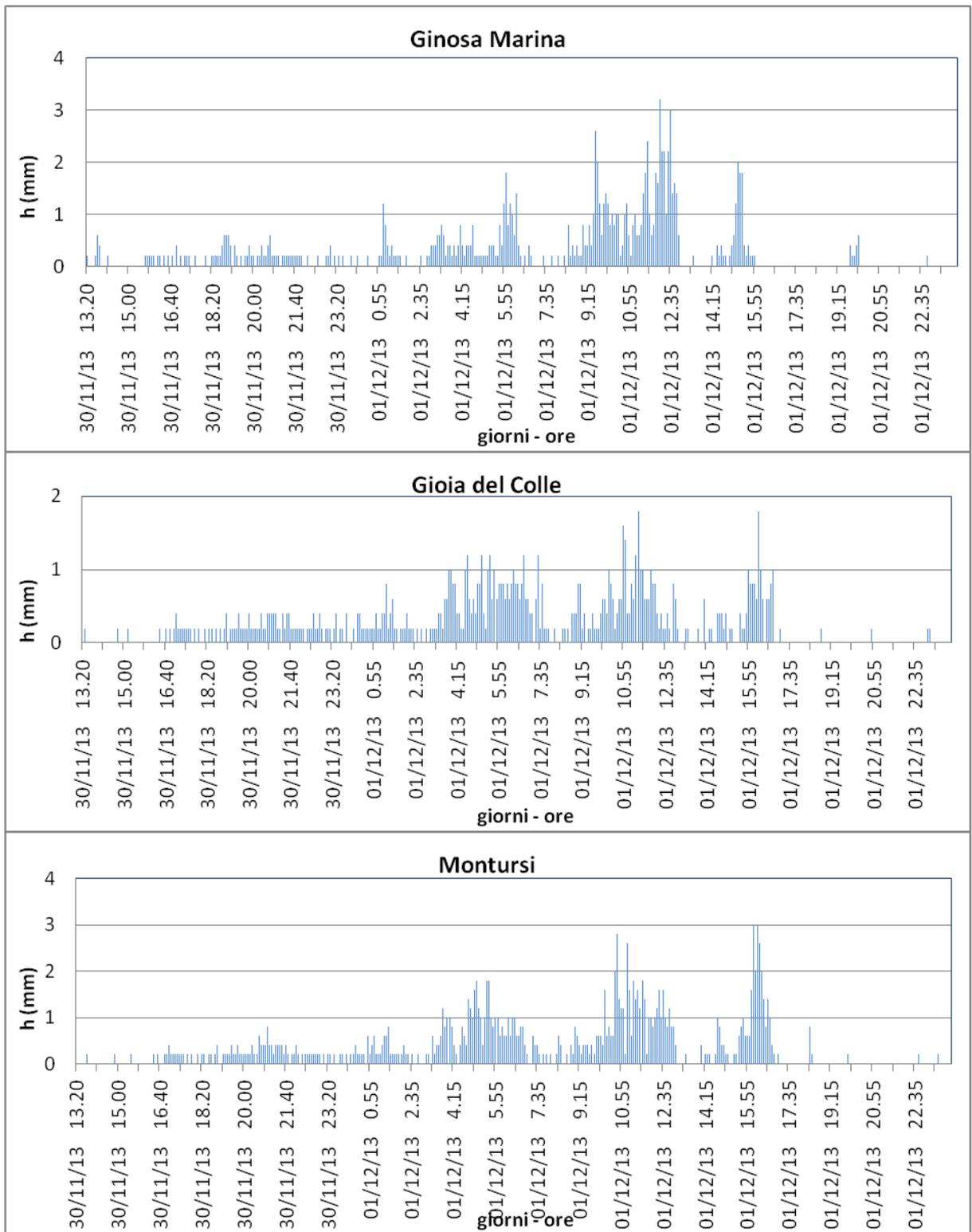
$$x(t, z) = 28.2 \cdot t^{(0.0002 \cdot z + 0.628)} / 3.178 \quad (\text{Zona omogenea n. 5}) \quad \text{Equazione 1.1}$$

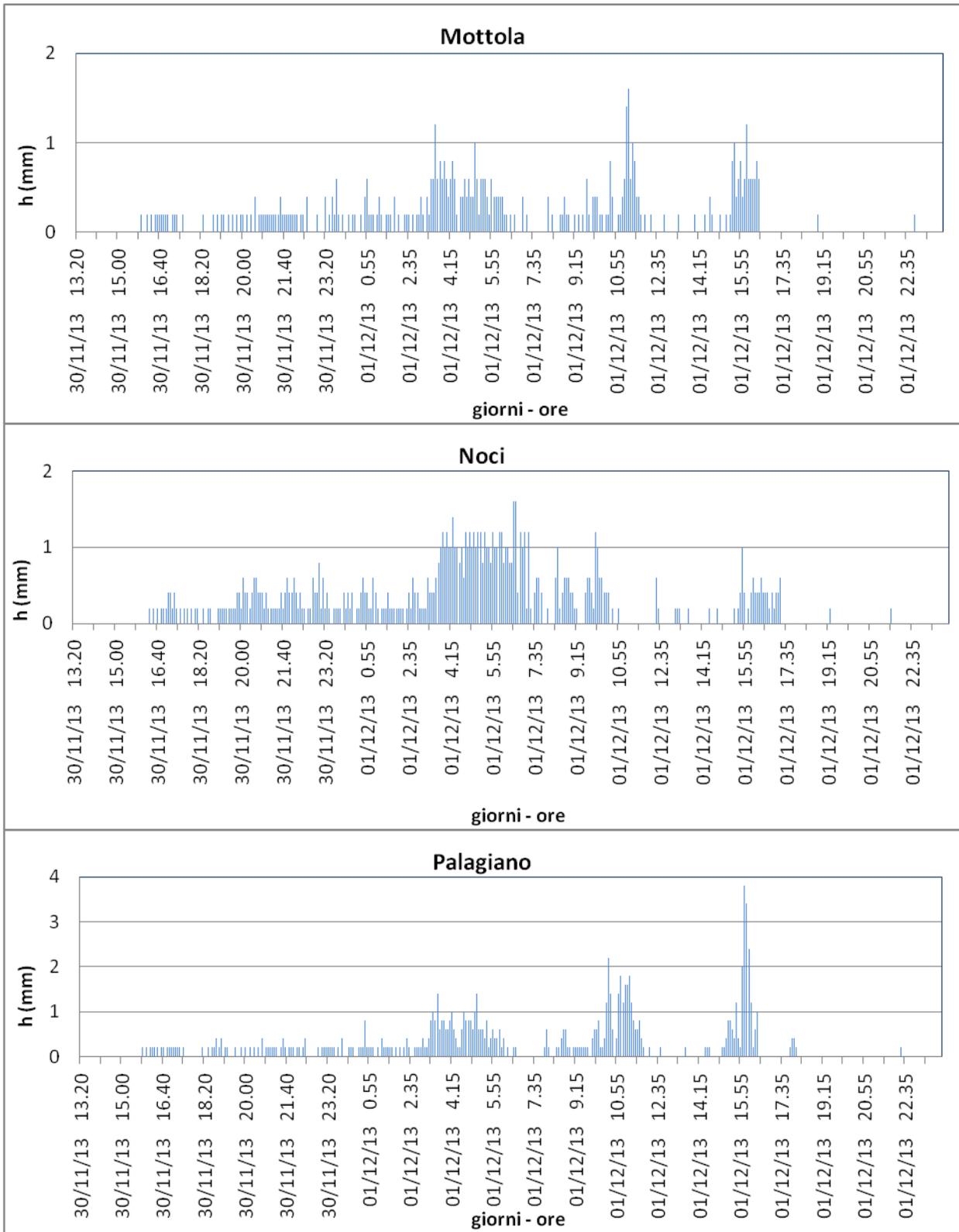
$$x(t, z) = 33.7 \cdot t^{(0.0022 \cdot z + 0.488)} / 3.178 \quad (\text{Zona omogenea n. 6}) \quad \text{Equazione 1.2}$$

I massimi annuali di precipitazione di assegnata durata t e per fissato tempo di ritorno T sono stati quindi determinati dal prodotto del valor medio dei massimi annuali di precipitazione media per il fattore probabilistico di crescita K_T :

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \ln T \quad \text{Equazione 1.3}$$







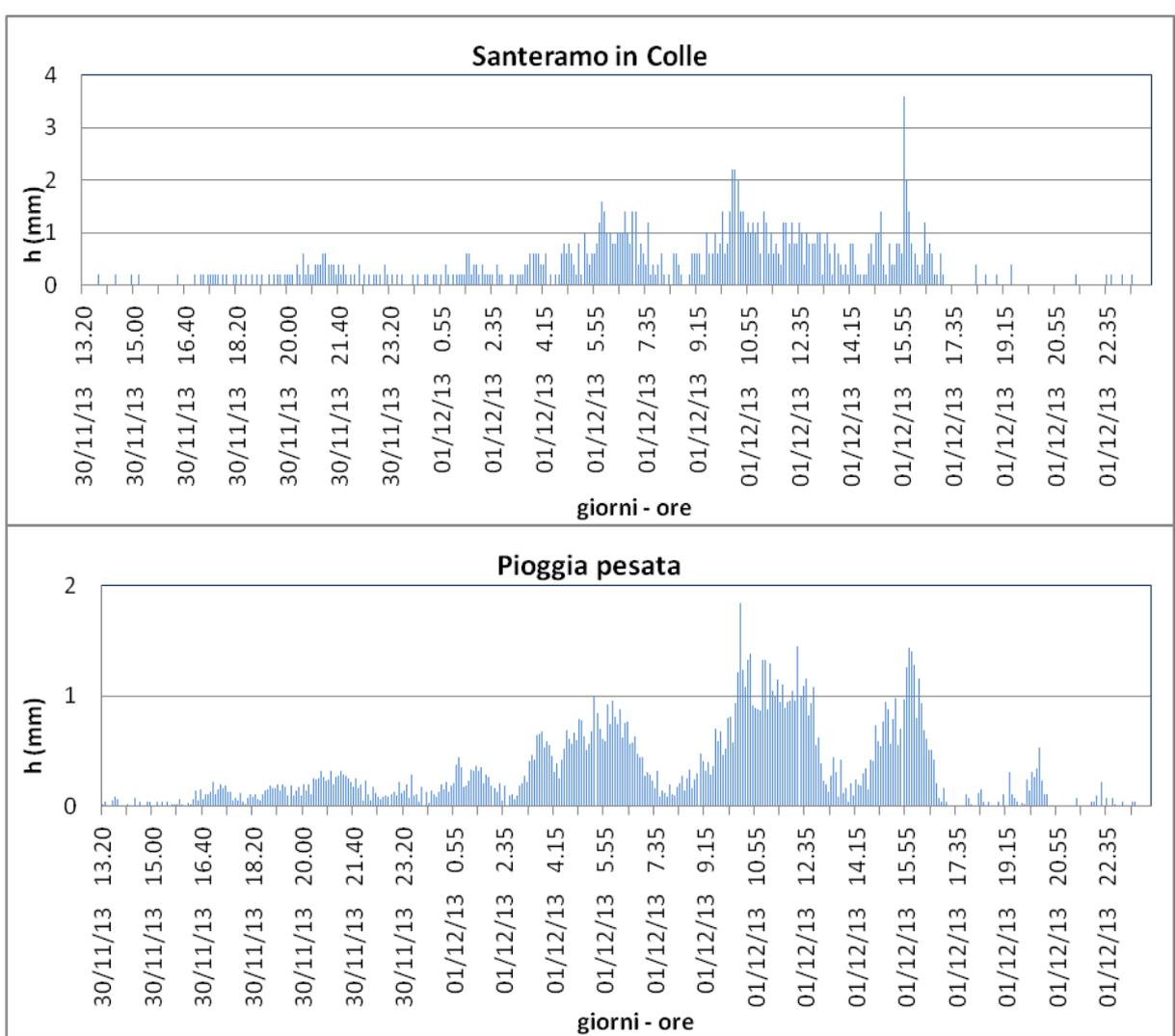


Figura 1.6 – RegISTRAZIONI pluviometriche orarie del 30 novembre - 1 dicembre 2013, nelle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico della Puglia

Dal confronto delle curve di possibilità pluviometrica con le massime intensità di precipitazione registrate durante l'evento (figura 1.7), si evince che il tempo di ritorno dell'evento è stato di 30 anni. Si precisa che il tempo di ritorno è stato valutato considerando la durata critica che determina la massima portata, ovvero sulla base del tempo di corrivazione del bacino (t_c) pari a:

$$t_c = \frac{t_L}{0.6} \quad \text{Equazione 1.4}$$

in cui t_L è il tempo di ritardo del bacino, determinato con la formula di Mockus:

$$t_L = 0,342 \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7} \quad \text{Equazione 1.5}$$

dove L è la lunghezza dell'asta principale in km, s è la pendenza del bacino in % e CN è il Curve Number medio del bacino.

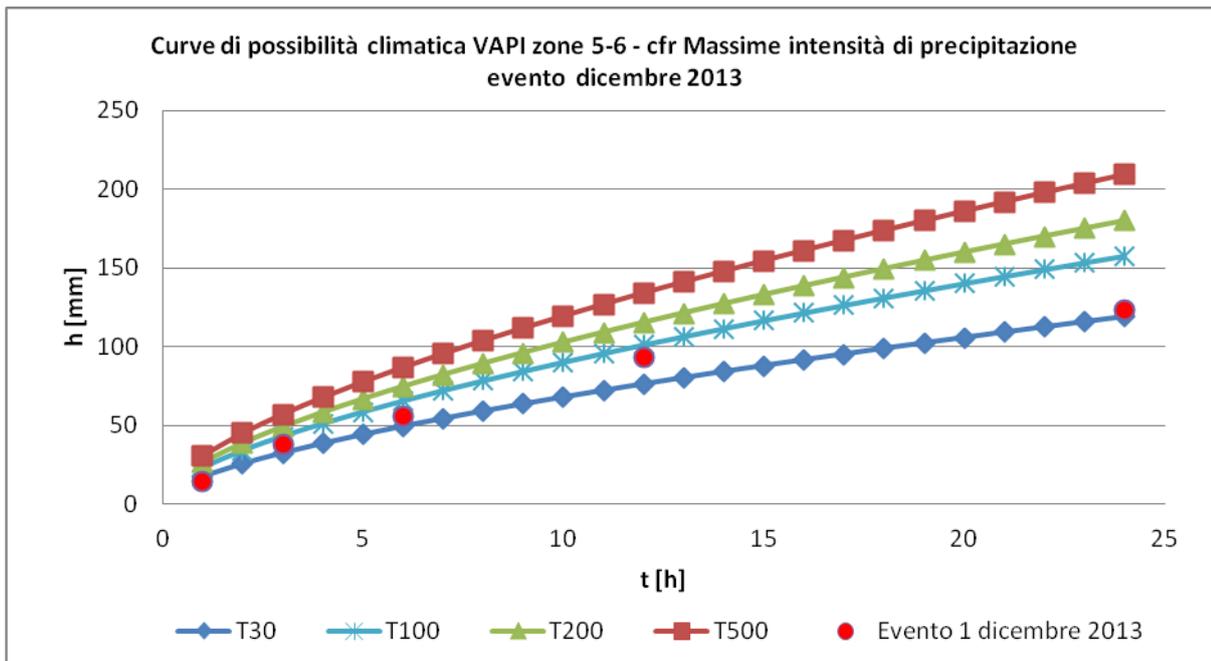


Figura 1.7 – Curve di possibilità climatiche derivanti dall'applicazione del metodo VAPI confrontate con le massime intensità di precipitazione del 30 novembre - 1 dicembre 2013

1.1.1 Ricostruzione dell'idrogramma di piena dell'evento del 30 novembre - 1 dicembre 2013

L'evento alluvionale del 30 novembre - 1 dicembre 2013 ha avuto un impatto significativo sul territorio. Le acque di ruscellamento si sono concentrate all'interno dei compluvi, travolgendo tutto ciò che hanno incontrato lungo il loro percorso. Gli argini del fiume Lato sono crollati in numerosi punti, molti campi sono stati allagati, numerose le case evacuate e le scuole di diversi comuni della provincia di Taranto sono state chiuse in via precauzionale. Diversi i disagi anche alla circolazione stradale in quanto diverse strade sono state chiuse al traffico. Fortunatamente non ci sono stati danni alle persone.

Sulla base dei dati precipitativi descritti nel paragrafo precedente è stata calcolata la portata al colmo di piena applicando il metodo del Curve Number. Tale portata è stata confrontata con i valori dei tiranti idrici registrati presso la stazione del Fiume Lato SS 106.

Al fine di considerare l'influenza dello stato iniziale di umidità del suolo (AMC: *antecedent moisture condition*), l'PSCS ha individuato tre condizioni di umidità in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico e della stagione vegetativa: AMCI, AMCII, AMCIII corrispondenti rispettivamente alle condizioni di suolo asciutto, mediamente imbibito e umido. Per bacini idrografici con superficie imbriferà sottesa superiore a 30-50 km² l'utilizzo del metodo SCS abbinato al CN_{AMCII} può portare in genere ad una sottostima delle portate rispetto a quelle prodotte con altri metodi. Per questo motivo è raccomandabile l'utilizzo del CN_{AMCIII} per bacini con superficie maggiore di 30 km².

Per tale ragione, pur risultando il suolo mediamente imbibito dall'analisi dei dati precipitativi dei 5 giorni antecedenti l'evento, per il calcolo delle portate è stato considerato il valore del CN corrispondente alla condizione *umida* AMCIII, ottenuto attraverso l'applicazione del fattore correttivo FIII (Equaz. 1.6) al valore del curve number relativo alla classe di umidità media (Equaz. 1.7):

$$F_{III} = \frac{CN_{AMCIII}}{CN_{AMCII}} \quad \text{Equazione 1.6}$$

valida in tutto il campo dei valori di CN ($5 \leq CN \leq 100$), da cui ne deriva:

$$CN_{AMCIII} = F_{III} \cdot CN_{AMCII} \quad \text{Equazione 1.7}$$

La portata al colmo di piena è stata ricavata con la seguente relazione:

$$Q_p = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

Equazione 1.8

in cui V è il volume di deflusso in mm stimato con il metodo del Curve Number, A è l'area del bacino in km² e t_a è il tempo di accumulo (durata della fase crescente dell'idrogramma). Il tempo di accumulo si determina con:

$$t_a = 0.5 t_p + t_L$$

Equazione 1.9

dove t_p è tempo di pioggia.

La tabella seguente riporta le caratteristiche morfologiche del bacino, utili per l'applicazione delle equazioni sopra richiamate.

Tabella 1.2 – Caratteristiche morfologiche del bacino del fiume Lato

Area [km ²]	676.56
Lunghezza asta principale [km]	63.96
Pendenza [%]	5.43
Curve Number III[-]	85

La metodologia descritta, in riferimento all'evento del 1 dicembre 2013, ha prodotto i risultati sintetizzati nella tabella seguente:

Tabella 1.3 – Risultati derivanti dall'applicazione del metodo del Curve Number in riferimento all'evento del 1 dicembre 2013

Precipitazione cumulata [mm]	124.41
Precipitazione netta [mm]	115.1
Volume di deflusso [M m ³]	55.44
Portata al colmo [m ³ /s]	450.33

Noti i livelli idrici misurati presso la stazione idrometrica del Fiume Lato, non essendo disponibile la scala delle portate, essa è stata ricostruita sulla base dei tiranti e delle portate rinvenute dal modello HEC-RAS applicato al tratto "TA_02" descritto nel paragrafo 5.2, in corrispondenza della sezione n. 2959.15 del ramo "TA_02_5" (Figura 1.8). In particolare sono stati ricavati 6 profili di corrente sulla base di 6 portate di ingresso (50, 70, 80, 100, 200, 300 m³/s) e sono stati determinati i rispettivi livelli in HEC-RAS; la figura 1.9 riporta la scala delle portate ricavata per la sezione di interesse e la figura 1.10 il relativo idrogramma. La portata ricostruita con il metodo del Curve Number è risultata quindi assolutamente confrontabile con la portata ricostruita a partire dai livelli idrometrici misurati presso la stazione di misura (livello massimo registrato: 3.7 m, Q=452 m³/s).

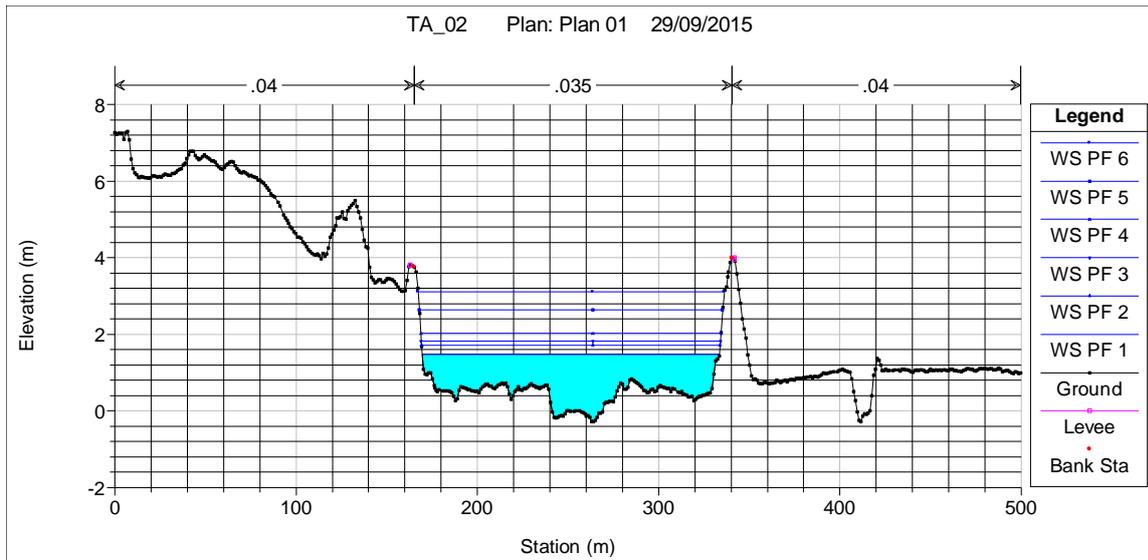


Figura 1.8 - Profilo della corrente per la sezione di calibrazione

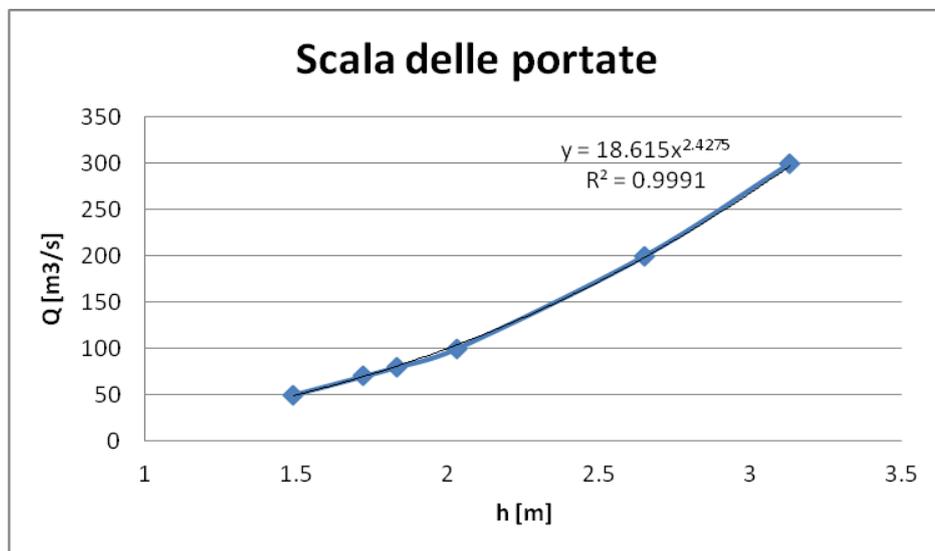


Figura 1.9 - Scala delle portate applicabile alla sezione strumentata del fiume Lato.

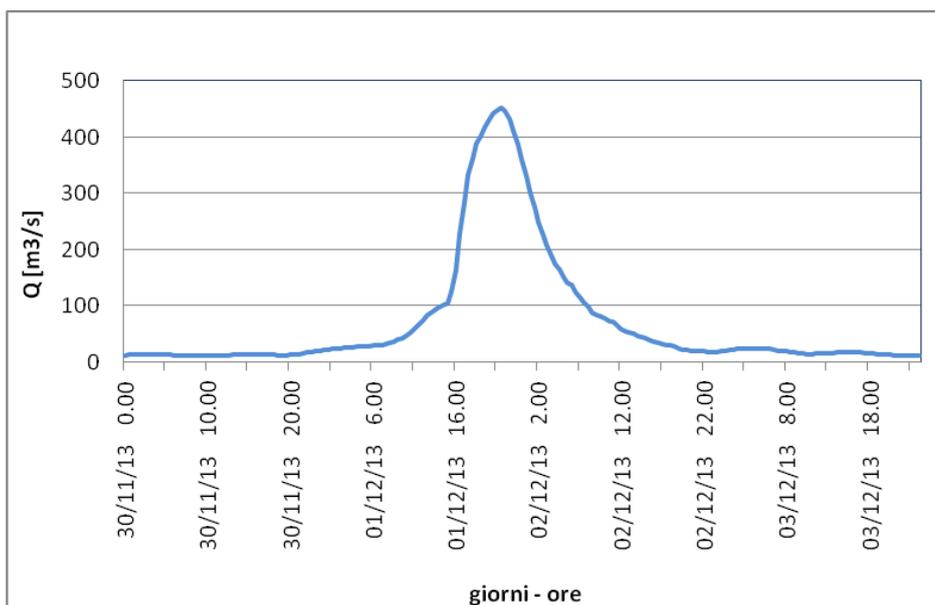


Figura 1.10 - Idrogramma di piena ricostruito sulla base dei livelli idrometrici registrati.

1.3 I CORSI D'ACQUA DELL'ARCO IONICO

Nei paragrafi a seguire viene riportata l'analisi qualitativa e quantitativa del bacino del fiume Lato confrontato con l'insieme dei bacini appartenenti all'unità fisiografica dell'Arco Ionico con l'obiettivo di evidenziare i caratteri di omogeneità del territorio nei confronti della generazione dei deflussi, al fine di rendere trasferibili a larga scala le informazioni di calibrazione derivanti dagli studi riportati nei paragrafi precedenti.

1.3.1 Analisi qualitativa

Dal punto di vista litologico, l'area di interesse è costituita prevalentemente da depositi marini pliocenici-quadernari poggiati in trasgressione sulla successione calcarea mesozoica di Avampaese, quest'ultima caratterizzata da una morfologia contraddistinta da estesi terrazzamenti di stazionamento marino a testimonianza delle oscillazioni del mare verificatesi a seguito di eventi tettonici e climatici. Le aree prettamente costiere sono invece ricche di cordoni dunari, poste in serie parallele dalle più recenti in prossimità del mare alle più antiche verso l'entroterra.

In rapporto alla idrografia superficiale, l'area comprende i bacini di una serie di corsi d'acqua, accomunati dalla condizione di avere come recapito finale il mare Jonio, nel tratto compreso tra la foce del Bradano e il litorale tarantino orientale, e di mostrare in molti casi, soprattutto nei tratti medio-montani, condizioni morfologiche della sezione di deflusso molto strette e profonde, che localmente sono chiamate "gravine". La porzione dei reticoli idrografici presenti posta generalmente a monte dei tratti di gravina, mostra assetti plano-altimetrici non molto diversi da quelli dei bacini del versante adriatico delle Murge, mentre le porzioni di rete idrografica poste generalmente a valle degli stessi, assume caratteri abbastanza simili a quelli dei tratti terminali dei principali fiumi del Tavoliere della Puglia.

Il Fiume Lato, che nasce nella parte finale della lama di Castellaneta, convoglia le acque provenienti dalla Gravina di Castellaneta e dalla Gravina di Laterza, presenta un bacino che si estende per circa 670 km² con un'altitudine media di 267 m s.l.m.m..

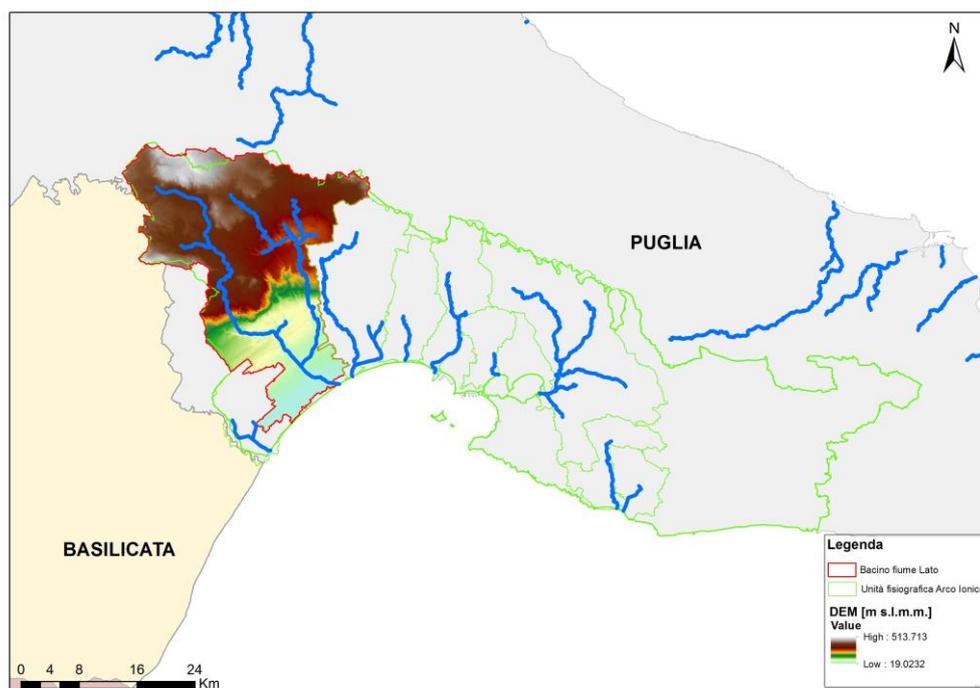


Figura 1.11 - Bacino idrografico del fiume Lato, Modello Digitale del Terreno

In merito alle attività e all'uso del suolo nel bacino si osserva il prevalere dei seminativi di tipo non irriguo, uliveti e i vigneti.

Il clima è prettamente mediterraneo con inverni miti ed estati caldo aride. Per quanto riguarda la ventosità, l'Arco ionico non soffre di grossi problemi, poiché protetto a Nord dal sistema murgiano, che modera l'azione dei venti freddi. Le precipitazioni sono scarse, infatti il valore annuo è al di sotto della media regionale. ("Piano Paesaggistico Territoriale Regionale. Ambito 8/Arco Ionico tarantino", 2015).

1.3.2 Analisi quantitativa

Dal punto di vista litologico (tab. 1.4), la formazione geologica prevalente sia nel bacino del Fiume Lato, che nei bacini appartenenti all'unità fisiografica "Arco Ionico" è rappresentata dai carbonati di piattaforma giurassico-cretacico (40 %) aventi una porosità primaria bassa legata alla tessitura fangostenuta dei calcari ad eccezione degli intervalli macrofossiliferi che possono mostrare una discreta permeabilità. Tuttavia, gran parte della permeabilità di questa unità geolitologica è da attribuire alla porosità secondaria strettamente dipendente sia dal grado di fratturazione dei calcari (a luoghi anche molto elevata) che dal carsismo. Tale porosità è localizzata e tende a variare sia lateralmente che verticalmente concentrandosi preferenzialmente lungo le zone di debolezza dell'ammasso roccioso. Pertanto, i carbonati di piattaforma devono essere considerati eterogenei sebbene, nel complesso, l'intero corpo roccioso possa ritenersi a permeabilità elevata

Vi è poi una buona percentuale (30%) costituita da sabbie e arenarie, ghiaie e conglomerati (Pleistocene medio – superiore) che rappresenta una classe geologica estremamente eterogenea e accorpa gran parte dei depositi appartenenti alla formazione dei Depositi Marini Terrazzati. Poiché la tessitura è variabile ed il grado di cementazione è anch'esso variabile da luogo a luogo, la porosità primaria, a seconda dei casi, può variare da bassa a elevata; la porosità secondaria è del tutto assente perché questi depositi sono completamente indeformati. Questa unità affiora in aree pianeggianti o collinari.

Si attestano su percentuali inferiori comprese tra il 10 e 3 % i carbonati di piattaforma aperta, le argille siltose e argille marnose di piattaforma e i depositi di fondovalle.

Tabella 1.4 – Analisi quantitativa relativa alle Formazioni geologiche prevalenti

	Carbonati di piattaforma	Sabbie e arenarie (Plioc. Medio-sup)	Carbonati di piattaforma aperta (Plioc. Medio.)	Argille (Pleist.Medio)	Depositi di fondovalle
Fiume Lato	39.66	30.62	10.27	8.89	5.05
Bacini arco ionico	34.01	33.79	16.76	8.19	2.39

Per quanto concerne l'uso del suolo, sia considerando il bacino del fiume Lato, che l'insieme di tutti i bacini compresi nell'unità fisiografica "Arco Ionico" si osserva che la maggior parte del territorio è adibito alle colture seminatrici di tipo non irriguo (tab. 1.5); predominano anche gli uliveti, vigneti e boschi di latifoglie, con una percentuale compresa tra il 19% e il 5%. Il territorio è interessato per circa il 6% dalla presenza urbana/industriale.

Tabella 1.5 – Analisi quantitativa relativa alle classi di uso del suolo prevalenti

	Seminativi	Uliveti	Vigneti	Boschi di latifoglie	Urbano e industriale
Fiume Lato	46.56	7.20	9.99	7.18	2.59
Bacini arco ionico	30.33	19.28	12.98	5.18	6.45

Tabella 1.6 – Parametri morfometrici

Superficie del bacino [km ²]	A
Perimetro del bacino [km]	P
Dimensione frattale [-]	D
Lunghezza dell'asta principale [km]	L
Pendenza media dell'asta principale [m/m]	i_m
Pendenza media dei versanti [m/m]	i_v
Lunghezza del vettore di orientamento [km] Il vettore di orientamento è il segmento che unisce il baricentro del bacino con la sua sezione di chiusura	$L_v = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$
Quota media del bacino [m. s.l.m.]	Z_{mean}
Tempo di ritardo [ore]	t_L
Tempo di corrivazione [ore]	t_c
Rapporto di circolarità [-] E' il rapporto tra l'area del bacino e quella del cerchio avente lo stesso perimetro del bacino. Più il bacino presenta una forma circolare più il valore di tale rapporto è prossimo ad 1	$R_C = \frac{4\pi A}{P^2}$
Rapporto di allungamento [-] E' il rapporto tra il diametro del cerchio di area uguale a quella del bacino e la lunghezza dell'asta principale del bacino	$R_{AL} = \frac{2\sqrt{\frac{A}{\pi}}}{L}$
Coefficiente di compattezza [-] E' il rapporto tra il perimetro del bacino e il diametro del cerchio avente la stessa area del bacino	$C_{COMP} = \frac{P}{2\sqrt{\frac{A}{\pi}}}$
Fattore di forma di Horton [-] E' il rapporto tra l'area del bacino e il quadrato della lunghezza dell'asta principale del bacino	$R_K = \frac{A}{L^2}$
Rapporto delle lunghezze [-] E' il rapporto tra la lunghezza del vettore orientamento e la lunghezza dell'asta principale del bacino	$R_L = \frac{L_v}{L}$

Si esaminano invece ora, con riferimento all'area di analisi, i valori di alcuni parametri classici di carattere morfometrico, abitualmente adoperati in linea tecnica per classificare il comportamento dei bacini dal punto di vista idrografico e idrologico in termini di generazione di eventi estremi. A questo proposito con riferimento ai parametri indicati in tabella 1.6, utilizzando le ormai usuali procedure di calcolo basate su tecniche GIS, è stato possibile predisporre la tabella 1.7, nella quale sono riportati i valori medi di tali parametri. Di particolare interesse risultano i parametri quali la dimensione frattale, la pendenza e i rapporti hortoniani, che determinano la risposta idrologica del bacino idrografico.

Tabella 1.7 – Valori medi dei parametri della tabella 1.6 per i bacini di analisi

MEDIA	FIUME LATO	BACINI ARCO IONICO
A [km ²]	675.32	254.77
P [km]	268.75	120.53
D [-]	1.035	1.0155
L [km]	63.96	36.078
i _m [m/m]	0.01	0.012
i _v [m/m]	0.05	0.056
L _V [km]	21.34	11.58
Z _{mean} [m]	267.24	183.12
t _L [h]	13.14	8.23
t _C [h]	21.90	13.71
R _c [-]	0.12	0.22
R _{AL} [-]	0.46	0.50
C _{COMP} [-]	9.17	6.69
R _K [-]	0.17	0.20
R _L [-]	0.33	0.32

Un valido supporto all'analisi svolta è offerto dalle curve ipsometriche dei bacini esaminati. In figura 1.12, sono rappresentate le curve ipsometriche relative al bacino del fiume Lato ed una rappresentativa dei bacini esoreici presenti nell'unità fisiografica di analisi. Per rendere tra di loro confrontabili le curve, queste sono state tracciate in termini adimensionali (avendo riferito quote e superfici rispettivamente al valore massimo e all'area sottesa alla sezioni di chiusura). E' dunque riportata in ordinata la quota della fascia altimetrica h_i rapportata al valore massimo h_{max} ed in ascissa la superficie A_i posta a quota maggiore o eguale ad h_i rapportata alla superficie dell'intero bacino A_{max} .

Le curva iposometriche ci permettono di ottenere informazioni sul grado di evoluzione del bacino, in particolare si osserva come la curva rappresentativa dei bacini esoreici dell'arco ionico assume la forma tipica di quella di bacini in fase di *maturità*, ovvero in condizioni di equilibrio, al contrario, la curva relativa al bacino del fiume Lato presenta l'andamento tipico di quella relativa ad un bacino in stato *giovane*, ovvero di un bacino in fase di erosione.

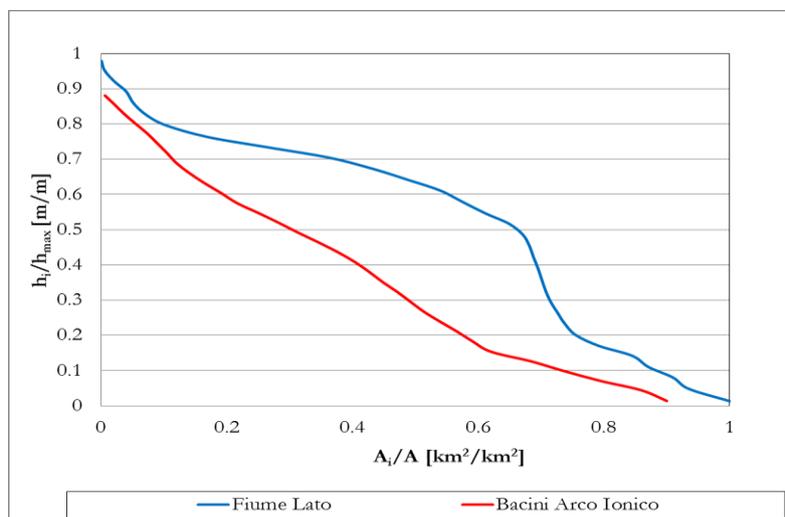


Figura 1.12 - Curve ipsometriche relative ai bacini di studio

1.4 LE STAZIONI PLUVIOMETRICHE

In questo paragrafo si vuole dare puntuale rappresentazione delle stazioni pluviometriche presenti sul territorio che possono andare ad integrare quelle del Servizio Idrografico e Mareografico della Regione Puglia, al fine di incrementare il quadro conoscitivo utile agli studi idrologico-idraulici.

Nell'allegato 1.3.1 sono quindi cartografate, ed elencate nell'allegato 1.3.2, le stazioni pluviometriche oggetto di ricognizione, aggiornate al 2014, appartenenti alla Struttura di Monitoraggio Meteorologico del Centro Funzionale Regionale (già Ufficio Idrografico e Mareografico), con i relativi topoi di competenza, e le stazioni della rete Assocodipuglia.

1.4.1 La rete della SMM-CFR Puglia

Si riporta di seguito, per eshaustività, quanto pubblicato sul sito della Protezione Civile Regionale, relativamente al 'Centro Funzionale Regionale e Struttura di Monitoraggio Meteorologico'.

La Struttura di Monitoraggio Meteorologico del Centro Funzionale Regionale (già Ufficio Idrografico e Mareografico) svolge le attività "storiche" di rilevamento, validazione, archiviazione e pubblicazione delle grandezze climatiche, idrologiche ed idrografiche interessanti il reticolo idrografico superficiale e sotterraneo tra il bacino del torrente Candelaro e quello del fiume Lato, compreso il bacino interregionale del fiume Ofanto. Tali attività sono fonte di dati indispensabili per la conoscenza dei fenomeni naturali di carattere meteorologico ed idrologico che sono supporto imprescindibile per la progettazione delle opere idrauliche di utilizzazione delle risorse idriche e di difesa dai rischi indotti dagli eventi estremi.

La Struttura, istituita sin dal 1917 come Sezione autonoma del Genio Civile, è stata trasferita alla Regione Puglia a seguito del D.P.C.M. 24.07.2002 ed è incorporata nel Servizio Protezione Civile con le competenze di cui agli artt. 22 e 23 del DPR 24.01.1991, n.85.

Le attività si possono sintetizzare nello studio, rilevamento e analisi dei fenomeni fisici e nella conservazione, pubblicazione e divulgazione dei dati e delle informazioni di carattere meteo-climatico, idrologico e idraulico. La Struttura ha provveduto a dare massima diffusione ai dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio con la pubblicazione degli Annali Idrologici e tramite il sito del Servizio.

La struttura degli Annali, modificata nel corso degli anni, si presenta articolata su due fascicoli (parte prima e parte seconda). Nel primo sono trattate la termometria, la pluviometria e la meteorologia e sono contenuti i seguenti elementi:

Termometria: Massime e minime temperature giornaliere e valori medi estremi delle temperature mensili;

Pluviometria: Totali giornalieri – totali mensili e annui - precipitazioni massime di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive - massime precipitazioni dell'anno per periodi di più giorni consecutivi - precipitazioni di notevole intensità e breve durata e manto nevoso (elaborato e pubblicato sino all'anno 2000);

Meteorologia: Pressione atmosferica - umidità relativa e vento al suolo.

Nel secondo, sono trattati i corsi d'acqua ed ai relativi bacini e sono contenuti i seguenti dati e tabelle: afflussi meteorici su alcuni bacini - altezze idrometriche giornaliere - portate e bilanci idrologici - osservazioni freaticometriche - trasporto torbido - indagini, studi idrologici, ed eventi di carattere eccezionale (in questo capitolo conclusivo vengono descritti, qualora si verificano, i fenomeni eccezionali come alluvioni o lunghi periodi di siccità). Alcuni Annali Idrologici hanno, in allegato, elaborazioni cartografiche relative alle isoiete e/o alle isoterme, osservate nel corso dell'anno.

La Struttura ha avviato un processo di armonizzazione e potenziamento del sistema di rilevamento dei dati meteorologici con strumentazioni elettroniche in telemisura in pregio ai principi di economicità efficienza ed efficacia. Nelle more della stampa degli Annali Idrologici successivi all'anno 1996, si ritiene utile promuovere sul portale web la diffusione dei seguenti dati:

Annali Idrologici – parte prima, per gli anni dal 1997 al 2009;

Valori termo-pluviometrici storici medi ed estremi;

Elaborazioni grafiche rilevate presso alcune stazioni.

Gli Annali Idrologici, pubblicati dall'Ufficio di Bari, dal 1921 al 1996, per il territorio di propria competenza, sono consultabili presso la sede della Struttura, insieme alle principali pubblicazioni edite nel corso della sua storia istituzionale.

Essendo assente sul territorio carsico pugliese una rete di monitoraggio idrometrico, la rappresentazione cartografica in allegato 1.3.1 riporta le sole stazioni pluviometriche e i relativi topoi, individuati dallo shapefile reperibile con il corrispettivo kmz in [\\ALL_1_ANALISI_CONOSCITIVA\RETIPLUVIOMETRICHE\Stazioni_IdroPluviometriche_2014_SMPuglia].

Nell'allegato 1.3.2 sono elencate le stazioni di riferimento, descritte attraverso i seguenti campi:

Nome (label)	RH=umidità aria
Tipo: Radio o GSM	VV=velocità del vento
Località	DV=direzione del vento
Provincia	RS=radiazione solare
Coordinata X e Y in UTM WGS84	PA=pressione atmosferica
PP=pluviometrica	MSLDM=metri su livello medio mare
TA=temperatura	
LV=livello idrico	

1.4.2 La rete Assocodipuglia

Ad integrazione del quadro conoscitivo sono state cartografate nell'allegato 1.3.1 anche le stazioni dell'Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Puglia, denominata ASSOCODIPUGLIA, istituita con legge regionale n. 24 dell'11 maggio 1990 (Bollettino uff. della Regione Puglia n. 97 del 4/6/90 art. 11). La Banca Dati del Servizio Agrometeorologico della Regione Puglia rende disponibili le grandezze meteorologiche e agrometeorologiche, rilevate da alcune stazioni negli ultimi due giorni. Mentre i dati storici di tutte le stazioni possono comunque essere richiesti, come forniture una-tantum o continuative, all'Assocodipuglia tramite registrazione.

Nell'allegato 1.3.2 è presente l'elenco delle stazioni, denominate attraverso il campo 'codice stazione', fornito dall'Assocodipuglia. Per ogni stazione è indicata la data di inizio e quella di fine registrazione. Lo shapefile puntuale e il corrispettivo kmz è reperibile in [\ALL_1_ANALISI_CONOSCITIVA\RETIPLUVIOMETRICHE\stazioni_assocodipuglia] e presenta i seguenti campi descrittivi dei record:

str_1: codice della stazione (label)
dbl_1: latitudine
dbl_2: longitudine
str_2: località

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

Rilievi topografici – II

ALLEGATI



- 2.1 - I corsi d'acqua dell'arco ionico con area contribuyente maggiore uguale di 25 km²
- 2.2 - Copertura Lidar nell'area dell'arco ionico
- 2.3.1 - Attraversamenti idraulici rilevati. Rappresentazione cartografica
- 2.3.2 - Scheda monografica rilievo attraversamenti
- 2.3.3 - Elenco attraversamenti rilevati
- 2.3.4 - Caratteristiche geometriche degli attraversamenti minori
- 2.4.1 a - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lato –TAV.1
- 2.4.1 b - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lato –TAV.2
- 2.4.1 c - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lato –TAV.3
- 2.4.2 a - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lenne –TAV.1
- 2.4.2 b - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Lenne –TAV.2
- 2.4.3 - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Patemisco
- 2.4.4 a - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Tara –TAV.1
- 2.4.4 b - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Fiume Tara –TAV.2
- 2.4.5 a - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Canale d'Aiedda –TAV.1
- 2.4.5 b - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Canale d'Aiedda –TAV.2
- 2.4.5 c - Rappresentazione vettoriale del modello geometrico del Canale d'Aiedda –TAV.3

ARCHIVIO DIGITALE



- \IDROGRAFIA
 - Reticolo 25 km² (shp e kmz)
 - Bacini idrografici 25km² (shp e kmz)
- \LIDAR
 - Coperture Lidar (shp)
 - Tavolette Lidar (ascii)
- \ATTRAVERSAMENTI_IDRAULICI
 - Attraversamenti idraulici rilevati (shp e kmz)
 - Schede monografiche dei rilievi
- \MORFOLOGIA
 - Sezioni trasversali 3D (shp e kmz)



Obiettivo di questa fase è l'integrazione del rilievo topografico disponibile e la restituzione in formato vettoriale della morfologia dei corsi d'acqua indagati, con la definizione di un rappresentativo numero di sezioni trasversali, estese fino al limite della fascia di pertinenza fluviale, comprensivo del rilievo di dettaglio di tutti i manufatti interferenti con le predette aree di pertinenza.

2.1 I CORSI D'ACQUA PRINCIPALI DELL'ARCO IONICO

I corsi d'acqua indagati sono quelli aventi bacini idrografici maggiori di 25 km², così come rappresentate nella tavola allegata 2.1, codificate secondo la seguente tabella. I bacini idrografici e il corso principale dei corsi d'acqua sono riportati in forma vettoriale nella cartella [\ALL_2_TOPOGRAFIA\IDROGRAFIA], sia come shapefile che come kmz.

Tabella 2.1 – Codifica dei corsi d'acqua

BACINO
FIUME LATO [TA02]
FIUME LENNE [TA03]
FIUME PATEMISCO [TA04]
FIUME TARA [TA05]
CANALE D'AIEDDA [TA06]

La base geometrica per la creazione dei vettoriali rappresentanti la morfologia dei corsi d'acqua è costituita, in ordine di priorità, da:

- 1) rilievi LIDAR, acquisiti a partire dal 25 gennaio 2010, mediante intese avviate con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- 2) DTM con cella di 8 m derivante dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 della Regione Puglia.

Tale base geometrica è infine integrata da:

- 3) rilievi di campo dei canali artificiali;
- 4) rilievi delle opere di attraversamento idraulico.

Per i corsi d'acqua principali sono quindi realizzati modelli Hec-Ras, mediante procedimento Hec-GeoRAS implementato in ambiente GIS. Tale procedura consente sia la restituzione vettoriale che la definizione tabellare di sezioni trasversali tracciate, con passo significativo, lungo l'asse dei corsi d'acqua. Inoltre, nei modelli è possibile inserire la rappresentazione geometrica dei principali attraversamenti idraulici, avvalendosi di accurati rilievi in campo e documentazione fotografica. Il sistema di riferimento adottato è il WGS84-UTM 33 N.

2.2 I RILIEVI LIDAR

Il LIDAR (*Light Detection and Ranging*) è una tecnica di telerilevamento attivo che consente l'esecuzione di rilievi topografici ad alta risoluzione e ad elevata velocità di acquisizione dei dati, attraverso un laser scanner, installato su di un aereo, costituito da un trasmettitore (laser), un ricevitore (composto da un telescopio) ed un sistema di acquisizione dei dati.

Nel dettaglio, il distanziometro laser emette una quantità prestabilita di impulsi ad alta frequenza che viene deviata perpendicolarmente da uno specchio rotante. Maggiore è il numero di impulsi, maggiore è l'accuratezza del rilievo. L'intensità del segnale riflesso e la quota del terreno, calcolata sulla base del tempo trascorso tra il segnale emesso e quello riflesso, vengono registrati da un sensore.

All'interno del velivolo sono presenti un sistema di posizionamento satellitare (GPS) ed un sistema inerziale di navigazione (INS), che consentono di determinare la posizione e l'orientamento dell'aereo in ogni istante. A terra sono invece posizionate stazioni GPS sui vertici di una rete geodetica appositamente creata, al fine di poter correggere la posizione dell'aereo nella fase di post-processing dei dati.

Sulla base della dimensione e della forma della superficie che si vuole scansionare si organizzano i piani di volo; la raccolta dei dati avviene tramite ricognizione su predefinite aree del territorio, dette "strisce". La larghezza di queste strisce è funzione di vari elementi, come le caratteristiche dello scanner impiegato, il tipo e la risoluzione del rilievo che si vuole ottenere e l'altezza di volo.

Il processo di elaborazione dei dati può essere sintetizzato nelle seguenti fasi:
stima della traiettoria e dell'orientazione del sensore tramite il sistema di posizionamento satellitare ed il sistema inerziale di navigazione;
generazione dell'archivio di punti registrati con le relative coordinate e quote;
classificazione dei punti sulla base dell'altezza e dell'intensità del segnale riflesso, attribuendo un ben preciso significato fisico agli elementi rilevati;
generazione dei modelli digitali del terreno o della superficie (DTM, DSM).

I punti acquisiti dal rilievo LiDAR sono quindi trattati dal punto di vista della georeferenziazione e successivamente classificati in base all'appartenenza al terreno o al "non - terreno" (edifici, pali, tralicci, copertura vegetale). Tale procedura si effettua mediante algoritmi automatici e semi - automatici che consentono di ricavare da tali nuvole di punti modelli a maglia regolare. I DSM - *Digital Surface Model* rappresentano sia i terreni aperti che le sommità di manufatti, edifici e specie vegetali. L'eliminazione degli oggetti solidi in elevazione e la sostituzione con porzioni di superficie ottenute per interpolazione dei valori circostanti, consente di ottenere i modelli digitali del solo terreno, ovvero i DTM - *Digital Terrain Model*. La differenza tra DSM e DTM è rappresentata nella figura di seguito riportata.

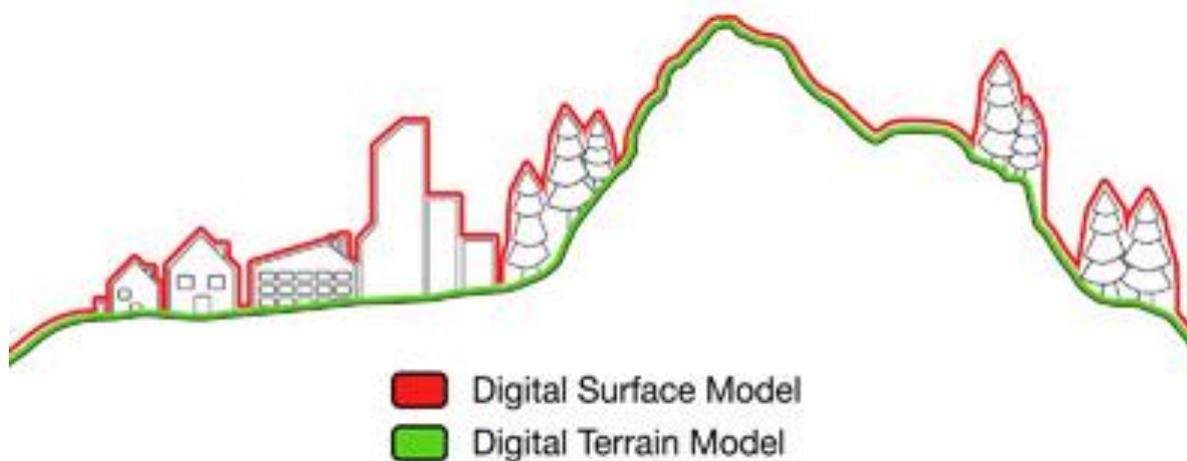


Figura 2.1 – Differenza tra DSM e DTM

La copertura dei rilievi LIDAR acquisiti è rappresentata dalla cartografia allegata 2.2. Si condividono inoltre i grigliati delle tavolette in [\ALL_2_TOPOGRAFIA\LIDAR]. Il sistema di riferimento delle tavolette è il Sistema di Coordinate Geografiche WGS-84. La copertura riguarda il reticolo idrografico con area contribuente di 25 kmq, la fascia costiera e altre aree critiche. Le coperture sono individuate dagli shapefile in WGS84-UTM33N in [\ALL_2_TOPOGRAFIA\LIDAR\Coperture], uno per ogni campagna di rilievo, secondo l'associazione in tabella 2.2. Il nome delle tavolette è indicato nel campo 'tavola' degli shapefile. Le tavolette, in formato ascii, sono archiviate nei file .zip, denominati con la sigla del rispettivo shapefile relativo al progetto di copertura LIDAR.

Tabella 2.2 – Codifica delle campagne di rilievo

_01:	progetto Miadra
_03:	progetto PST_A
_03C:	progetto PST_A fascia costiera
_04:	estensione 2008 PST_A

2.3 IL RILIEVO DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO

L'Autorità di Bacino della Puglia ha realizzato un *database* degli attraversamenti idraulici del reticolo idrografico con la rete stradale e ferroviaria. Tale *database* vuole rappresentare un incremento del quadro conoscitivo con una duplice finalità. Da un lato vuole essere uno strumento utile alla modellistica idraulica per la caratterizzazione idraulico-geometrica dell'attraversamento, dall'altro vuole rappresentare un elemento di analisi delle criticità ai fini di polizia idraulica.

Gli attraversamenti analizzati sono quelli che derivano dall'intersezione del reticolo idrografico della Carta Idrogeomorfologica dell'AdB Puglia (notificata all'Amministrazione regionale della Puglia in data 05/01/2010 con nota prot. 75 e consultabile all'indirizzo web www.adb.puglia.it) con la viabilità stradale e ferroviaria del progetto DBPrior10K-Ottobre 2007 del Centro Interregionale.

Per la viabilità stradale sono stati acquisiti tutti gli elementi rappresentanti gli assi delle strade di tipo Autostrade, Strade Statali, Regionali e Provinciali, nonché le strade comunali o militari necessarie a garantire la connessione al grafo di tutti i Centri Abitati indicati nella relativa copertura ISTAT 1991; inoltre, sono state acquisite le strade urbane di scorrimento in modo da garantire la connessione tra le varie strade extraurbane che convergono nei centri urbani. Per la viabilità ferroviaria sono acquisite tutte le ferrovie del territorio nazionale, sia appartenenti alle Ferrovie dello Stato che ad altre compagnie.

Ogni attraversamento è stato codificato secondo il seguente metodo esemplificativo:

TA XXX YYYYY FV

dove:

le prime 2 lettere costituiscono l'identificativo dell'ambito territoriale di indagine (TA);

la prima tripletta di numeri (XXX) identifica il bacino in cui è ubicato l'attraversamento;

le successive 5 cifre (YYYYY) identificano l'attraversamento all'interno del bacino;

le ultime due lettere rappresentano la tipologia della strada attraversata (ad esempio FV = ferrovia, SS = strada statale, SP = strada provinciale, AS = autostrada, SL = strade locali, NC = non cartografate).

Lo *shape-file* contenente gli attraversamenti dell'unità fisiografica "arco ionico" è denominato 'AttravIdr_AdBP_TA2014', nel quale ogni opera è identificata da un codice univoco (di seguito denominato CodAttr) e da una coppia di coordinate geografiche (E_geo, N_geo), riportate in elenco nell'allegato 2.3.3. Tale *shape-file* corredato dal file .kmz è disponibile nella cartella [\\ALL_2_TOPOGRAFIA\\ATTRAVERSAMENTI]. La rappresentazione cartografica è rimandata alla tavola 2.3.1. Ad ogni punto rilevato è associata una scheda monografica del *database*, riportata all'allegato 2.3.2 ed illustrata a seguire.

Successivamente, il rilievo è stato esteso agli attraversamenti idraulici relativi alle infrastrutture stradali e ferroviarie classificate appartenenti a viabilità minore, individuati sulla base della loro rilevanza ai fini della modellistica idraulica. Le informazioni geometriche relative a tali opere sono riportate nell'allegato 2.3.4.

2.3.1 Descrizione della scheda monografica

SEZIONE 1 - identificazione dell'opera.

- **Codice Attraversamento:** codice dell'opera di attraversamento (es. BA 001 00001 FV), identificato dallo *shape-file* 'AttravIdr_Arco_Ionico'.
- **Coord Piana X UTM WGS84:** campo numerico riportante le coordinate piana X nel sistema di riferimento UTM-WGS84, definita dallo *shape-file* 'AttravIdr_Arco_Ionico'.
- **Coord Piana Y UTM WGS84:** campo numerico riportante le coordinate piana Y nel sistema di riferimento UTM-WGS84, definita dallo *shape-file* 'AttravIdr_Arco_Ionico'.
- **Coord Geo E WGS84:** campo numerico riportante le coordinate geografica Est nel sistema di riferimento WGS84, definita dallo *shape-file* 'AttravIdr_Arco_Ionico'.
- **Coord Geo N WGS84:** campo numerico riportante le coordinate geografica Nord nel sistema di riferimento WGS84, definita dallo *shape-file* 'AttravIdr_Arco_Ionico'.
- **Regione:** campo alfabetico, da compilare sulla base dell'ubicazione del punto relativamente allo *shape-file* denominato 'Comuni_AdBP_2012.shp'.
- **Provincia:** campo alfabetico, da compilare sulla base dell'ubicazione del punto relativamente allo *shape-file* denominato 'Comuni_AdBP_2012.shp'.
- **Comune:** campo alfabetico, da compilare sulla base dell'ubicazione del punto relativamente allo *shape-file* denominato 'Comuni_AdBP_2012.shp'.
- **Tipo di infrastruttura:** campo alfabetico, selezionabile tra 'Ferrovia, Autostrada, Strada Statale, Strada Provinciale, Strade Locali', da compilare in funzione del codice dell'attraversamento in cui le ultime due lettere rappresentano la tipologia della strada attraversata (FV = ferrovia; SS = strada statale; SP = strada provinciale; AS = autostrada; SL = strade locali).
- **Data del rilievo:** campo data da compilare.
- **Rilevatore:** campo alfanumerico contenente cognome, nome e società.
- **Data della compilazione:** campo data da compilare.
- **Area contribuente:** campo numerico da NON compilare.
- **foto monte attraversamento idraulico:** campo alfanumerico recante il nome del file contenente la fotografia scattata al lato monte dell'attraversamento (CodAttr_MA.jpg).
- **foto valle attraversamento idraulico:** campo alfanumerico recante il nome del file contenente la fotografia scattata al lato valle dell'attraversamento (CodAttr_VA.jpg).
- **foto monte alveo:** campo alfanumerico recante il nome del file contenente la fotografia scattata a monte dell'attraversamento verso monte (CodAttr_MM.jpg).
- **foto valle alveo:** campo alfanumerico recante il nome del file contenente la fotografia scattata a valle dell'attraversamento verso valle (CodAttr_VV.jpg).
- **foto particolari:** campo alfanumerico recante nome dei file contenenti le fotografie scattate ad elementi di particolare importanza -es. ostruzioni, soglie, ecc. non ben visibili nelle precedenti foto - (CodAttr_PX.jpg).
- **descrizione particolari:** campo alfanumerico recante la descrizione delle foto dei particolari.
- **Caposaldo:** deve essere indicata la posizione del punto di materializzazione con le rispettive coordinate X, Y e Z nel sistema di riferimento UTM-WGS84.
- **collocazione altimetrica:** scegliendo tra 'estradosso' nel caso in cui il caposaldo è sull'impalcato e 'invert' nel caso in cui il caposaldo è alla base dell'imbocco;
- **collocazione planimetrica:** scegliendo tra 'centro', 'sx M', 'sx V', 'dx M', 'dx V', secondo lo schema in figura 6 e le indicazioni fornite nella sezione 2 per l'infrastruttura a raso o il rilevato pieno.
- **Foto caposaldo:** campo alfanumerico recante il nome del file contenente la fotografia con l'inquadramento del caposaldo (CodAttr_CS.jpg)

SEZIONE 2 - caratterizzazione geometrica

E' selezionabile una tra le quattro differenti opere con cui l'infrastruttura stradale/ferroviaria interseca il reticolo idrografico:

a) A RASO

- **muri laterali in cemento:** campo booleano, da spuntare qualora l'attraversamento stradale-ferroviario sia accompagnato da muri laterali in cemento;
- **muri laterali a secco:** campo booleano, da spuntare qualora l'attraversamento stradale-ferroviario sia accompagnato da muri laterali a secco;
- **altezza muri:** campo numerico contenente l'altezza in metri degli eventuali muri laterali;
- **Q centro X:** campo numerico riportante le coordinate X nel sistema di riferimento UTM-WGS84, rilevata con strumentazione GPS sul rilevato in corrispondenza del suo asse di simmetria trasversale.
- **Q centro Y:** campo numerico riportante le coordinate Y nel sistema di riferimento UTM-WGS84, rilevata con strumentazione GPS sul rilevato in corrispondenza del suo asse di simmetria trasversale.
- **Q centro Z:** campo numerico riportante le coordinate Z nel sistema di riferimento UTM-WGS84, rilevata con strumentazione GPS sul rilevato in corrispondenza del suo asse di simmetria trasversale.

b) RILEVATO PIENO

- **altezza rilevato:** campo numerico recante l'altezza in metri del rilevato, ovvero il dislivello tra il fondo dell'alveo e l'estradosso del rilevato.
- **Q centro X:** campo numerico riportante le coordinate X nel sistema di riferimento UTM-WGS84, rilevata con strumentazione GPS sul rilevato in corrispondenza del suo asse di simmetria trasversale.
- **Q centro Y:** campo numerico riportante le coordinate Y nel sistema di riferimento UTM-WGS84, rilevata con strumentazione GPS sul rilevato in corrispondenza del suo asse di simmetria trasversale.
- **Q centro Z:** campo numerico riportante le coordinate Z nel sistema di riferimento UTM-WGS84, rilevata con strumentazione GPS sul rilevato in corrispondenza del suo asse di simmetria trasversale.
- **handrail:** campo booleano da spuntare nel caso in cui vi sia la presenza di ringhiere o muri di protezione sull'estradosso del rilevato; se spuntato deve essere indicata l'**altezza** in metri di tale elemento e la **% di blocco** nei rispettivi campi numerici;

c) PONTE

Devono essere compilate due tabelle. La prima (Tabella A) contiene le coordinate in WGS84 UTM 33 N di quattro punti di inquadramento, le cui ubicazioni sull'estradosso del ponte sono individuate nella vista planimetrica in figura 2.5:

Qext sx M: punto di inizio della luce libera al deflusso sul lato di monte;

Qext sx V: punto di fine della luce libera al deflusso sul lato di monte;

Qext dx M: punto di inizio della luce libera al deflusso sul lato di monte;

Qext dx V: punto di fine della luce libera al deflusso sul lato di monte.

La seconda tabella (Tabella B) contiene le informazioni relative alla caratterizzazione geometrica trasversale del ponte per definire l'area lorda libera al deflusso (secondo la raffigurazione della sezione trasversale in figura A). In ogni riga si inserisce la larghezza della luce L, l'altezza della luce H ovvero l'altezza in chiave H_C e in spalla H_S , lo spessore dell'impalcato D e la larghezza della pila successiva P in destra idraulica. Il numero di righe deve corrispondere al numero di luci.

Seguono i campi:

- **forma pila:** campo alfabetico selezionabile tra '*semicircular nose and tail (A), cylinder piers with connecting diaphragm (B), cylinder piers without diaphragm (C), triangular nose and tail (D), square nose and tail (E)*', secondo lo schema in figura B;

- **lunghezza singola pila:** campo numerico dove inserire la lunghezza della singola pila, la cui forma è rappresentata graficamente con il relativo simbolo "ℓ" (circolare, ovoidale, rettangolare) come in figura C;

Tabella A. Coordinate piano altimetriche dei punti di inquadramento

	X	Y	Z
Qext sx M	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>
Qext sx V	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>
Qext dx M	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>
Qext dx V	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>

Tabella B. Caratterizzazione geometrica trasversale del ponte

n.ro luci	L	Ho o Hc	Hs	D	P
1	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>
2	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>
3	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	<i>c.n.</i>	//
4 ...					

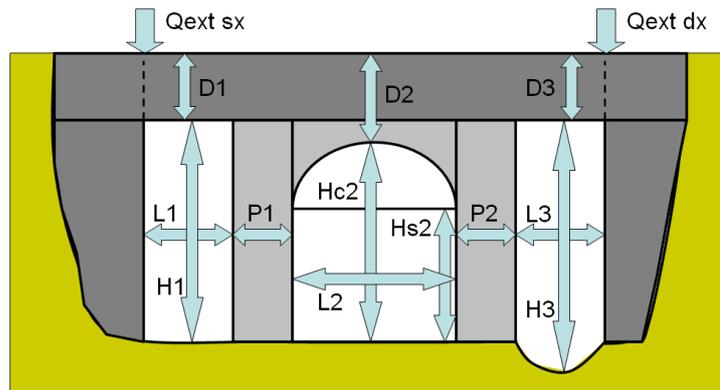


Figura A. Elementi caratteristici della geometria trasversale del ponte

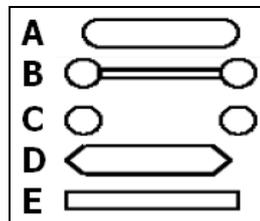


Figura B. Tipologia delle pile del ponte

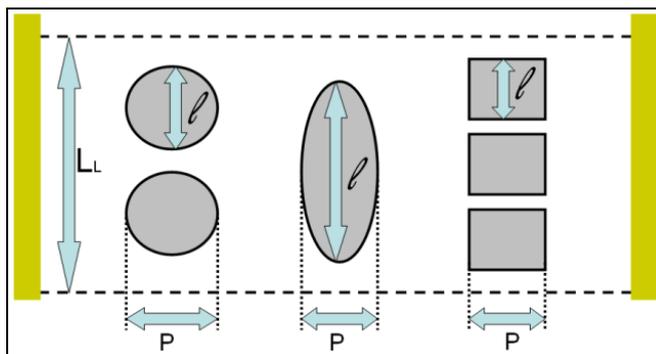


Figura C. Elementi caratteristici della geometria trasversale del ponte

d) **CULVERT**

Devono essere compilate due tabelle. La prima (Tabella C) contiene le coordinate in WGS84 UTM 33 N di 4 punti di inquadramento (le cui ubicazioni sono individuate nella vista planimetrica di figura 2.5), analogamente al caso 'ponte'. La seconda tabella (Tabella D) contiene le informazioni per la caratterizzazione geometrica trasversale del *culvert*, secondo la raffigurazione della sezione trasversale in figura 2.4. In ogni riga si inserisce la forma del *culvert* (selezionabile tra S-scatolare, O-ovoidale e A-arco), la larghezza del *culvert* B o il diametro orizzontale D_o , l'altezza del *culvert* H o il diametro verticale D_v ovvero l'altezza in chiave H_c e in spalla H_s , lo spessore dell'impalcato D e la larghezza del pieno successivo P (in destra idraulica). Il numero di righe deve corrispondere al numero dei *culvert*.

Tabella C. Coordinate piano altimetriche dei punti di inquadramento

	X	Y	Z
Qext sx M	c.n.	c.n.	c.n.
Qext sx V	c.n.	c.n.	c.n.
Qext dx M	c.n.	c.n.	c.n.
Qext dx V	c.n.	c.n.	c.n.

Tabella D. Caratterizzazione geometrica trasversale del culvert

n.ro culvert	forma	B o D_o	H o D_v o H_c	H_s	D	P
1	S o O o A	c.n.	c.n.	c.n.	c.n.	c.n.
2	S o O o A	c.n.	c.n.	c.n.	c.n.	c.n.
3	S o O o A	c.n.	c.n.	c.n.	c.n.	//
4	S o O o A					
5	S o O o A					
...	S o O o A					

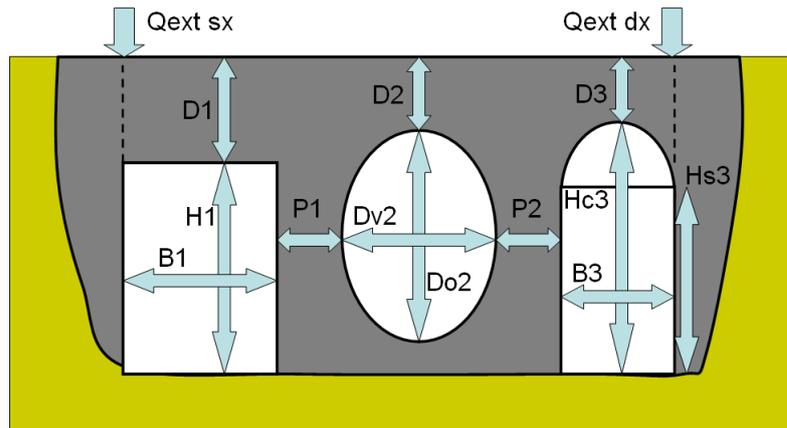


Figura D. Elementi caratteristici della geometria trasversale del *culvert*

SEZIONE 3 – inserimento dell'opera

Questa sezione deve essere compilata solo nel caso di ponte o *culvert*.

- **materiale**: campo alfabetico selezionabile tra 'cemento, pareti metalliche, armco, legno, muratura';
- **lunghezza**: campo numerico nel quale inserire la lunghezza longitudinale in metri dell'attraversamento, rappresentata con il simbolo L_L in figura 2.5;
- **inclinazione asse-rilevato**: campo numerico nel quale inserire l'angolo in gradi tra l'asse longitudinale del rilevato e l'asse longitudinale dell'attraversamento idraulico rappresentato con il simbolo α in figura E, orientativamente a scelta tra 15°, 35°, 75° e 90°;
- **tratto canalizzato**: campo booleano da spuntare nel caso in cui l'attraversamento si inserisce in un tratto canalizzato
- **platea**: campo booleano da spuntare nel caso in cui ci sia la presenza di una platea sul fondo dell'attraversamento;
- **presenza di aree golenali**: campo booleano da spuntare nel caso in cui l'opera di attraversamento interessa anche aree golenali;
- **presenza di arginature**: campo booleano da spuntare nel caso in cui ci sono argini interni alla luce totale dell'attraversamento;
- **imbocco sporgente**: campo booleano da spuntare nel caso in cui l'imbocco sia sporgente rispetto alla faccia di monte del rilevato; se spuntato deve essere indicata la lunghezza in metri della sporgenza nel campo numerico **sporgenza**;
- **muri d'ala di imbocco**: campo booleano da spuntare nel caso in cui a monte dell'attraversamento vi sia la presenza di muri d'ala di accompagnamento all'imbocco; in tal caso deve essere indicato l'angolo in gradi tra muro e asse longitudinale dell'attraversamento idraulico nel campo numerico **inclinazione**, orientativamente a scelta tra 15°, 35°, 75° e 90°;
- **salto di fondo monte**: campo booleano da spuntare nel caso in cui a monte dell'attraversamento vi sia la presenza di un salto di fondo; in tal caso deve essere indicata la **lunghezza** e la **profondità** del salto in metri nei rispettivi campi numerici;
- **handrail**: campo booleano da spuntare nel caso in cui vi sia la presenza di ringhiere o muri di protezione sull'estradosso del rilevato; se spuntato deve essere indicata l'**altezza** in metri di tale elemento e la **% di blocco** nei rispettivi campi numerici;
- **sbocco a sbalzo**: campo booleano da spuntare nel caso in cui lo sbocco sia sopraelevato rispetto al fondo dell'alveo di valle; se spuntato deve essere indicata l'**altezza** del salto in metri nel campo numerico **dislivello**;
- **muri d'ala di sbocco**: campo booleano da spuntare nel caso in cui a valle dell'attraversamento vi sia la presenza di muri d'ala di accompagnamento allo sbocco; in tal caso deve essere indicato l'angolo in gradi tra muro e asse longitudinale dell'attraversamento idraulico nel campo numerico **inclinazione**, orientativamente a scelta tra 15°, 35°, 75° e 90°;
- **briglia di valle**: campo booleano da spuntare nel caso in cui a valle dell'attraversamento vi sia la presenza di una briglia; in tal caso devono essere indicati in metri la **distanza** dallo sbocco e la **larghezza dello stramazzo** nei rispettivi campi numerici;
- **sede stradale**: campo booleano da spuntare nel caso in cui l'attraversamento idraulico è sede di un sottopasso stradale;
- **presenza di segni di scalzamento**: campo booleano da spuntare nel caso in cui vi sia la presenza di segni di scalzamento; in tal caso deve essere indicata in metri la **profondità** dello scalzamento nel campo numerico associato;
- **presenza significativa di sedimenti**: campo booleano da spuntare nel caso in cui vi sia la presenza significativa di sedimenti; in tal caso deve essere indicata la **% di ostruzione** rispetto alla luce libera;
- **vegetazione**: campo alfabetico selezionabile tra 'assente, rada, fitta'; deve essere indicata la **% di ostruzione** nel campo numerico associato;
- **presenza significativa di materiale di rifiuto**: campo booleano da spuntare nel caso in cui l'attraversamento sia occupato da materiale di rifiuto; in tal caso deve essere indicata la **% di ostruzione** nel campo numerico associato;
- **presenza di elementi strutturali di riduzione della sez. libera**: campo booleano da spuntare nel caso in cui l'attraversamento sia interessato dalla presenza trasversale o longitudinale di elementi strutturali che ne riducono la sezione libera; in tal caso devono essere indicati nei rispettivi campi la **tipologia di elemento trasversale e/o longitudinale alla direzione di flusso** (es. condotta, trave, pilastro) e la sua **% di ostruzione** della luce libera.

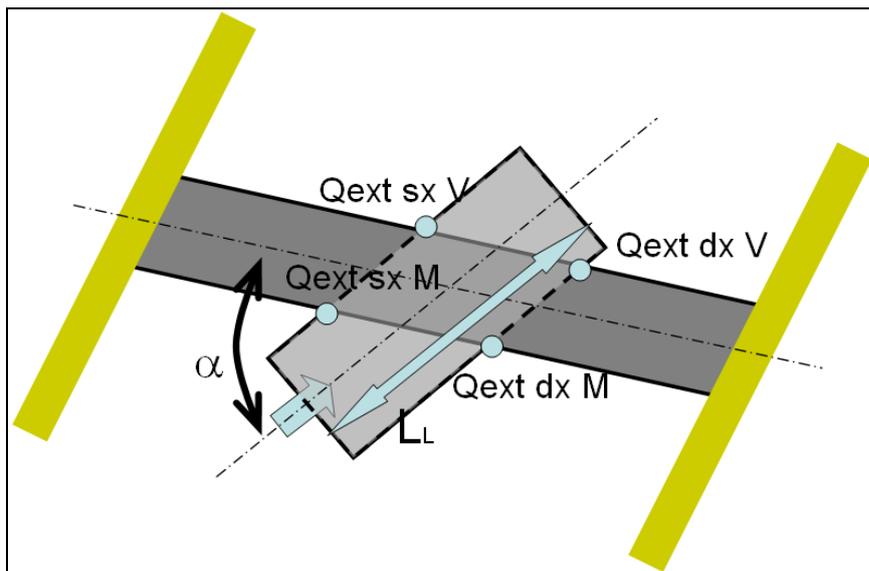


Figura E. Rappresentazione planimetrica dell'attraversamento idraulico

SEZIONE 4 – polizia idraulica

La compilazione della sezione seguente prevede valutazioni qualitative sull'opera di attraversamento in relazione alla polizia idraulica in merito ai seguenti aspetti:

L'opera è ortogonale all'asse della corrente	SI	NO	
L'opera è ubicata in un tratto di alveo:	rettilineo	curva	
Difese spondali	assenti	sporadiche	diffuse
Opere di stabilizzazione del fondo	assenti	sporadiche	diffuse
Condizione opere	buone	dissestate	
Presenza di infrastrutture e/o fabbricati in alveo	SI	NO	
Si rileva un fenomeno generalizzato di abbassamento d'alveo	SI	NO	
Le fondazioni presentano segni di dissesto	SI	NO	
L'opera presenta una sezione decisamente inadeguata anche rispetto all'alveo inciso	SI	NO	
Le pile favoriscono il deposito di materiale e/o vegetazione	SI	NO	
Le pile condizionano la funzionalità idraulica	SI	NO	
Le pile favoriscono erosione e deposito	SI	NO	
L'opera determina riduzione in larghezza	SI	NO	
L'opera determina riduzione in altezza	SI	NO	

SEZIONE 5 – note

Campo alfanumerico in cui riportare ogni nota utile alla descrizione dell'attraversamento.

Nella scheda cartacea di campo è richiesto una rappresentazione grafica dell'attraversamento.

2.4 LA RAPPRESENTAZIONE VETTORIALE DEI CORSI D'ACQUA

Gli allegati 2.4 contengono le cartografie dei corsi d'acqua oggetto di studio, in cui principalmente sono individuati gli elementi geometrici e topografici che caratterizzano il modello idraulico realizzato. Nello specifico, per ogni asta fluviale, sono rappresentati l'asse del corso d'acqua, le sue sponde, le tracce delle sezioni trasversali, la copertura LiDAR delle aree limitrofe e gli attraversamenti idraulici, secondo la legenda raffigurata in figura 2.2.

L'asse del corso d'acqua (*stream centerline*) e le sponde in destra e sinistra idraulica (*banks*) sono stati digitalizzati in ambiente GIS sulla base del modello digitale del terreno e dell'ortofoto. Tali elementi sono necessari per individuare la direzione del corso d'acqua e la sua estensione morfologica. Le sezioni idrauliche (*river station*) sono state anch'esse tracciate in ambiente GIS con un passo di circa 100 metri ed in corrispondenza di variazioni di pendenza e di forma, nonché a monte e a valle delle opere di attraversamento idraulico. La definizione delle sezioni idrauliche è stata effettuata con l'obiettivo di ricostruire dettagliatamente le caratteristiche morfologiche del corso d'acqua.

Nella cartella [\ALL_2_TOPOGRAFIA\MORFOLOGIA] sono contenute le sezioni trasversali estratte su base LIDAR, riportate come shapefile 3D. Nella cartella [\ALL_5_MODELLI_IDRAULICI] sono inseriti i modelli HEC-RAS dei corsi d'acqua, contenenti la rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali (v. figura 2.3) e dei profili del corso d'acqua.

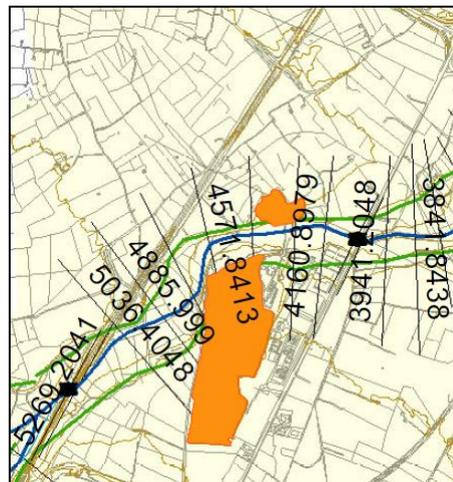


Figura 2.2 – Rappresentazione della morfologia del corso d'acqua. In nero le tracce delle sezioni trasversali, in verde e in blu rispettivamente le sponde e l'asse del corso d'acqua. Con il simbolo nero sono rappresentati gli attraversamenti viari.

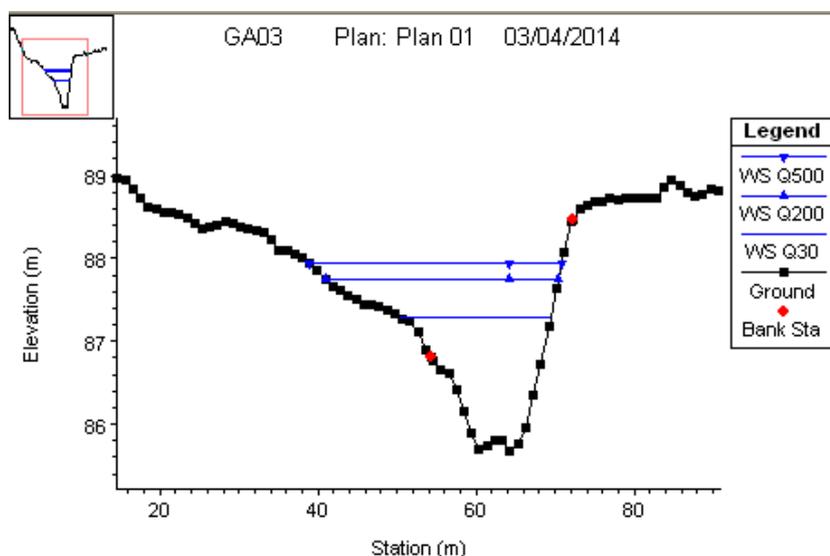


Figura 2.3 – Sezione trasversale estratta su base LIDAR, rappresentata con il software HECRAS

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

Caratterizzazione geomorfoidrologica – III

ALLEGATI



- 3.1 - I bacini idrografici e la componente endoreica
- 3.2 - L'indice di Manning. Relazione
- 3.3.1 - Il *Curve Number*. Relazione
- 3.3.2 - Classi di permeabilità del SCS-CN. Rappresentazione cartografica
- 3.3.3 - Macrocategorie di copertura del suolo. Rappresentazione cartografica
- 3.3.4 - Rappresentazione cartografica del *Curve Number*

ARCHIVIO DIGITALE



- \LAYERS_GEOIDRO
 - \VETTORIALI
 - Depressioni morfologiche (shp)
 - Depressioni_morfologiche_DrainageArea (shp)
 - Bacini_endoreici (shp)
 - Bacini esoreici (shp)
 - Foce reticolo (shp)
 - \RASTER
 - Flow-Direction (raster)
 - Flow-Accumulation (raster)
 - \ALL_PROCESSING
 - Tutti i file di processamento (raster, shape)
- \MANNING
 - Tabella dell'indice di Manning (xls)
 - Mappa dell'uso del suolo (shp)
- \CURVE NUMBER
 - Mappa geolitologica con attribuzione delle classi di permeabilità (shp)
 - Mappa delle macrocategorie di uso del suolo (shp)
 - Mappa del Curve Number (shp e raster)



Obiettivo di questa fase è la definizione delle caratteristiche geomorfologiche e idrologiche dei bacini idrografici afferenti ai corsi d'acqua oggetto dello studio, avendo particolare cura nella stima di parametri di particolare significatività mediante tecnologie di nuova generazione.

In particolare, si vogliono elaborare mappe utili agli studi idrologico-idraulici, sia per la definizione univoca dei bacini idrografici, che per la definizione della scabrezza idraulica, parametro adoperato per la rappresentazione della resistenza al flusso, e del *Curve Number*, parametro comunemente utilizzato per la determinazione delle perdite idrologiche.

3.1 LE MAPPE PER LE ANALISI IDROLOGICHE

I bacini idrografici sono comunemente determinati attraverso modelli digitali del terreno mediante procedure automatiche in ambiente GIS, le quali possono essere schematizzate attraverso le seguenti fasi:

- DEM: costruzione del modello digitale del terreno attraverso curve di livello o punti.
- FILL: depittaggio del modello digitale del terreno.
- FLOWDIRECTION: definizione delle direzioni di flusso.
- FLOWACCUMULATION: definizione delle aree contribuenti.

La creazione di questi raster, mediante step successivi, consente di determinare il bacino idrografico in qualsiasi sezione di chiusura individuata sul reticolo idrografico.

Tuttavia, l'accuratezza con la quale le linee di displuvio e compluvio sono definite dipende da numerosi fattori quali - per citarne solo alcuni di più immediata comprensione - la risoluzione del DEM di partenza, la presenza di elementi antropici (es. canali, rilevati) o di depressioni naturali. Quando i bacini idrografici hanno ordine di grandezza maggiore delle centinaia di chilometri quadrati e si adoperano DEM con risoluzione centometrica, il dettaglio di questi elementi è spesso influente o comunque l'incertezza della definizione del bacino è percentualmente irrilevante rispetto alla dimensione dello stesso. Per i bacini aventi estensione con dimensioni dell'ordine delle decine e delle centinaia di chilometri quadrati, si è operato in maniera molto accurata provvedendo a creare prima le mappe delle direzioni di flusso e delle aree contribuenti su tutto il territorio

Per tale ragione si è provveduto a creare le mappe delle direzioni di flusso e delle aree contribuenti su tutto il territorio delle due province. Queste mappe consentono una definizione univoca dei bacini idrografici, avendo quale base il modello digitale del terreno (DTM), prodotto dalla Regione Puglia nell'ambito del progetto della Carta Tecnica Regionale, con risoluzione al suolo pari a 8 metri, e il reticolo della nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, nonché una speditiva valutazione della componente endoreica, così come illustrato nei paragrafi seguenti.

3.1.1 La componente endoreica

I bacini endoreici risultano enormemente diffusi nel territorio pugliese, con particolare riferimento all'altopiano murgiano, oltreché alle aree del rilievo garganico e del Salento. Si caratterizzano per avere una zona di recapito interna al continente ove, in caso di eventi meteorici significativi, si registra di regola un processo di invaso naturale che porta alla formazione di uno specchio d'acqua avente estensione areale proporzionale all'intensità e durata dell'evento pluviometrico.

Partendo dal DTM del SIT Puglia con risoluzione a 8 m, si è ottenuto il DEM forzato sulla base del reticolo esoreico ricadenti nell'ambito territoriale "Arco Ionico". Tale DEM è stato dapprima depittato andando a riempire le depressioni classificate di primo livello, ovvero quelle aventi le seguenti caratteristiche:

- a) presenti lungo il reticolo idrografico;
- b) imputabili a scavi antropici ovvero aventi estensione < 1 ha;
- c) aventi profondità minore di 2 m;
- d) aventi area contribuyente minore di 1 km² o profondità minore di 0.5 m.

Tabella 3.1 - Condizioni morfologiche caratterizzanti le conche

$(A_{DEPRESSIONE} \geq 1 \text{ ha}) \& ((A_{BACINO} \geq 1 \text{ km}^2 \& D \geq 0.5 \text{ m}) \text{ OR } (D \geq 2 \text{ m}))$ <p>dove $A_{DEPRESSIONE}$ = estensione della depressione (<i>FillArea</i>) A_{BACINO} = area contribuyente del bacino idrografico (<i>DrainArea</i>) D = profondità della depressione (<i>FillDepth</i>)</p>
--

In tale maniera, secondo il criterio in tabella 3.1, le depressioni di primo livello sono state filtrate per ottenere le reali depressioni morfologiche, raffigurate nella cartografia allegata 3.1 e nello *shape-file* in

[\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\LAYERS_GEOIDRO\VETTORIALI\Depressioni_morfologiche.shp]. Il DEM ottenuto dal depittaggio di primo livello necessita di ulteriori elaborazioni per eliminare quelle conche che di fatto risultano contribuenti verso valle ai fini della determinazione degli idrogrammi di piena. Le depressioni infatti possono essere imputate a fattori antropici, quali cave o rilevati stradali, o possono comunque non avere un volume sufficiente a contenere i deflussi generati dal bacino che vi sversa. In tal caso è necessario depittarle in modo da dare continuità verso valle alle direzioni di flusso.

Per ciascuna depressione morfologica è stato dunque confrontato il volume di riempimento (*FillVolume*) con il volume prodotto dal bacino idrografico afferente, in seguito ad una precipitazione bicentenaria (*Vnetto*). La determinazione del volume netto è operata attraverso l'individuazione delle caratteristiche morfologiche ed idrologiche del bacino idrografico relativo alla conca¹ [\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\LAYERS_GEOIDRO\VETTORIALI\Depressioni_morfologiche_DA.shp], ovvero:

- Area di drenaggio (*DrainArea*)
- Quota media (*Zmean_bas*)
- Quota minima (*Zmin_bas*)
- Quota massima (*Zmax_bas*)
- Curve Number medio ponderato (*CN_bas*)

Tali campi consentono la determinazione del tempo di corrivazione del bacino t_c , espresso in ore e ricavato in funzione dell'area contribuyente *DrainArea*, espressa in km², attraverso la formula del VAPI (equazione 3.1). L'altezza di precipitazione totale h-pioggia, espressa in mm, è stimata in funzione del tempo di corrivazione e della zona omogenea ZO (equazione 3.2). Questa è dunque depurata delle perdite idrologiche S e Ia, funzioni del CN ed espresse in mm, al fine di determinare l'altezza netta di precipitazione V espresso in mm (equazione 3.3) e del volume *Vnetto* (equazione 3.4).

Equazione 3.1

$$t_c [h] = f(A) = tr (VAPI) / 0.6 = (0.344 * (A^{0.5})) / 0.6 = [(0.344 * (Sqr ([DrainArea] / 1000000)))] / 0.6$$

Equazione 3.2

$$h [mm] = a * (t_c^n) \text{ [con select by location si attribuisce la zona omogenea]}$$

Equazione 3.3

$$S [mm] = 254 * (100 / CN - 1)$$

$$I_a [mm] = 0.2 * S$$

$$V [mm] =$$

(If (([pioggia] - [Ia]) < 0) Then

V = 0

Else

V = (([pioggia] - [Ia]) ^ 2) / ([pioggia] - [Ia] + [S])

End If

Equazione 3.4

$$V [mc] = (V [mm] / 1000) * A [mq]$$

Sono state dunque individuate, attraverso la procedura illustrata, le depressioni che, presentando volume di riempimento minore del volume netto di precipitazione, devono essere depittate, poiché i deflussi generati dal bacino che sversa in esse contribuiscono verso valle.

Al contrario le conche aventi volume di riempimento maggiore del volume netto, quindi morfologicamente idonee a fungere da recapito finale del bacino endoreico afferente, sono state oggetto di ulteriore analisi visiva, ovvero si è valutato se il loro displuvio fosse dovuto alla presenza di un rilevato stradale o ferroviario o se coincidessero con lo scavo di cave antropiche. A titolo esemplificativo si

¹ L'operazione è condotta attraverso le seguenti fasi:

- Zonal Statistic con *Depressioni_morfologiche_DA* su *Dtm_puglia_8m* per MIN MAX MEAN → *basin0_Σ*

- Zonal Statistic con *Depressioni_morfologiche_DA* su CN per MEAN → *basin0_CN*

- Spatial Join con 'Have their center in Match Point' tra *Depressioni_morfologiche* e *Depressioni_morfologiche_DA* per associare alla conca l'*ID_BAS* del bacino relativo.

- Join Data from table per associare ad ogni conca le quote caratteristiche (*basin0_Σ*) e il CN (*basin0_CN*) dei bacini relativi.

riportano a seguire stralci di cartografie e ortofoto per rendere esplicite le analisi svolte per la determinazione delle conche da dipingere e di quelle ritenute endoreiche. In figura 3.1 è cartografata una conca determinata da un rilevato stradale, che sul DTM ne delimita il lato di valle. Dalla cartografia IGM 1:25'000 è possibile altresì riconoscere la presenza di un attraversamento idraulico in asse con la linea blu del reticolo idrografico. Nelle figure 3.2 e 3.3 sono rappresentati ulteriori esempi di conche determinate dalla presenza di rilevati stradali sul lato di valle. In figura 3.4 invece è riportata una conca in asse con il reticolo idrografico individuato dalla linea blu IGM. Le conche con queste caratteristiche sono state dipinte, in quanto il volume di riempimento è solo un artificio del modello digitale del terreno. Viceversa, nelle figure dalla 3.5 alla 3.8 sono raffigurati i recapiti finali endoreici chiaramente rappresentati con linee chiuse sulle due cartografie di riferimento (IGM e Casmez), nonché visibili da ortofoto.

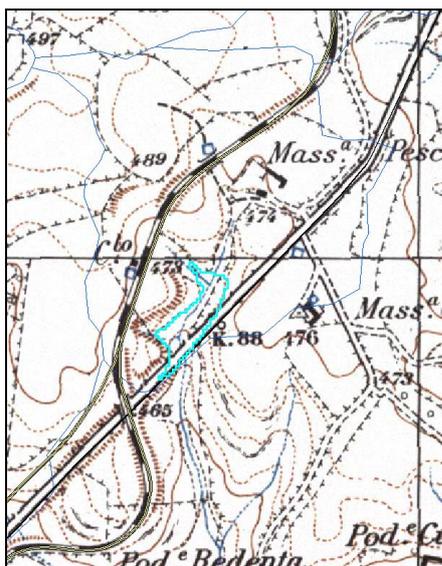


Figura 3.1 - Conca da dipingere, determinata dalla presenza di una infrastruttura stradale, con attraversamento idraulico visibile da IGM

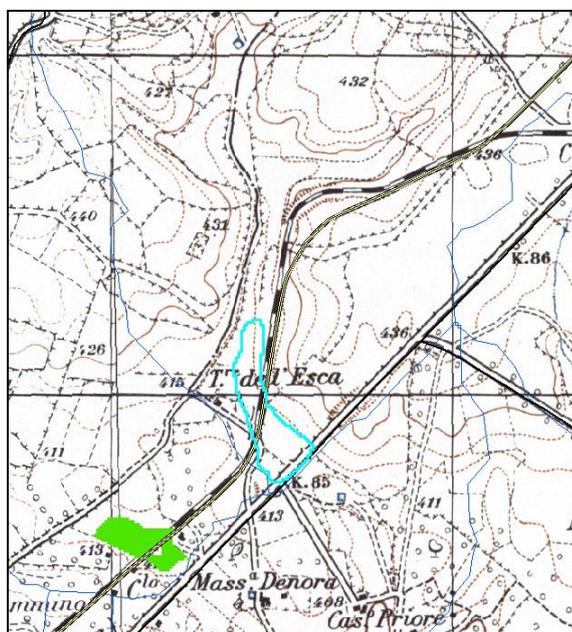


Figura 3.2 - Conca da dipingere causata dalla presenza di un rilevato stradale, con attraversamento idraulico visibile da IGM



Figura 3.3 - Conca di depittare per presenza di attraversamento idraulico nella infrastruttura stradale visibile da ortofoto

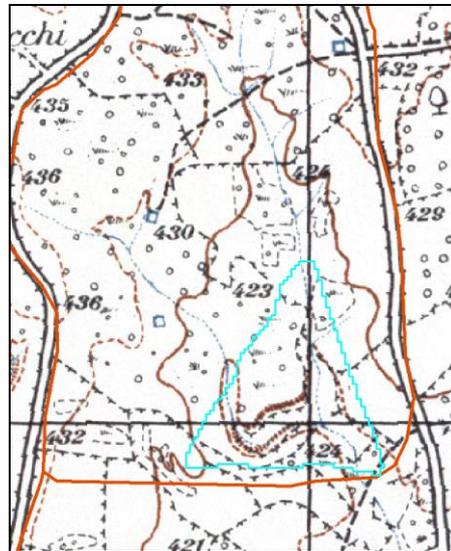


Figura 3.4 - Conca in asse con la linea blu dell'IGM

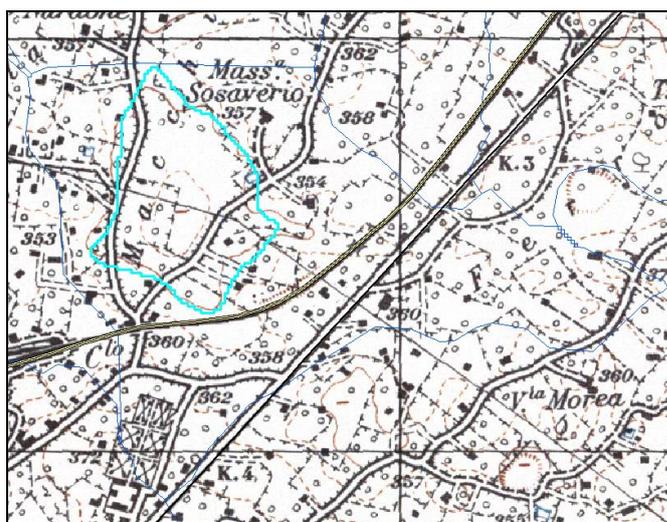


Figura 3.5 - Conca rappresentante un recapito endoreico individuato dalla linea chiusa IGM

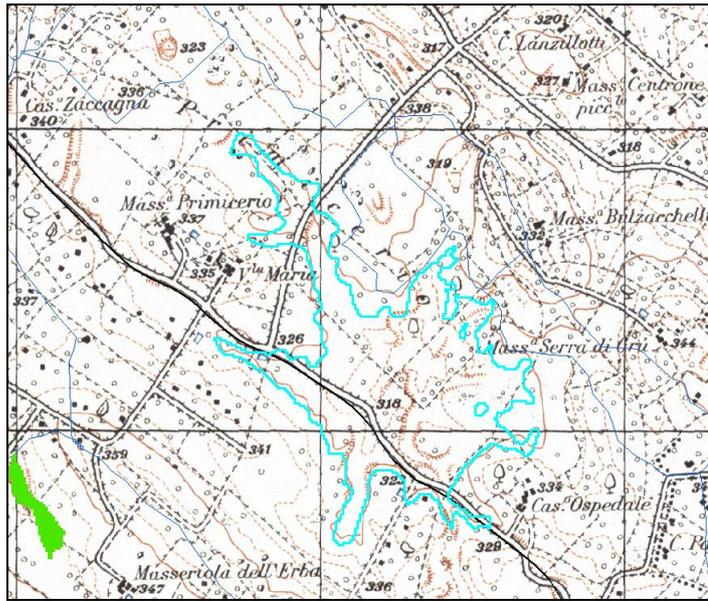


Figura 3.6 - Conca rappresentante un recapito endoreico individuato dalla linea chiusa IGM

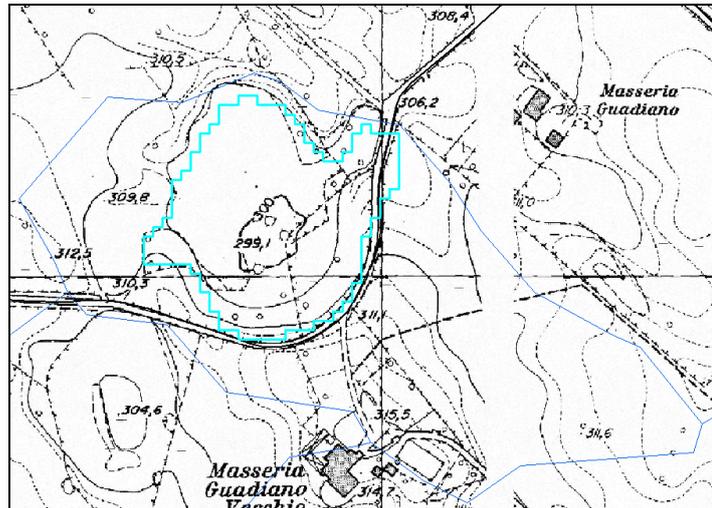


Figura 3.7 - Conca rappresentante un recapito endoreico individuato da linea chiusa sul CASMEZ



Figura 3.8 - Conca endoreica, visibile da ortofoto, da non dipingere

3.1.2 I raster delle direzioni di flusso e delle aree contribuenti

Tutte le conche di primo livello sono rappresentate nella tavola allegata 3.1 con un numero identificativo. Lo shape-file di tali conche [\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\LAYERS_GEOIDRO\VETTORIALI\depressioni_morfologiche.shp] riporta dettagliatamente in specifici campi le analisi quantitative illustrate al paragrafo 3.1.1. Le conche raffigurate nella tavola con colore rosso individuano i recapiti finali endoreici, ovvero le zone più depresse dei bacini idrografici privi di foce a mare. Depittate le conche di colore verde, contribuenti verso valle, sono state ricavate le mappe delle direzioni di flusso (*fdir*) e delle aree contribuenti (*facc_mq*) al fine di individuare conseguentemente i bacini idrografici esoreici ed endoreici, rappresentati rispettivamente nella succitata tavola con colore giallo e con colore arancio. I layers qui descritti, condivisi in [\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\LAYERS_GEOIDRO\RASTER], costituiscono gli elementi base del modello idrologico descritto al capitolo IV.

La caratterizzazione idrogeomorfologica è basata sulla valutazione dei percorsi di scorrimento delle acque superficiali ottenuti mediante l'assegnazione, per ogni cella del bacino, della direzione di drenaggio locale. La determinazione della *Flow Direction* si basa sul principio fisico secondo il quale, una massa che procede a gravità, quale una particella liquida che scorre sul terreno, segue la direzione della massima pendenza [Petroselli et al., 2008]. Le direzioni di flusso, pertanto, individuano, tra le otto direzioni, quattro cardinali (Est, Nord, Ovest, Sud) e quattro diagonali (Nord-Est, Nord-Ovest, Sud-Ovest, Sud-Est), quella preferenziale di scorrimento sulla base del confronto tra il valore di altezza proprio di ciascun pixel e quello dei pixel contermini secondo lo schema indicato in figura 3.9.

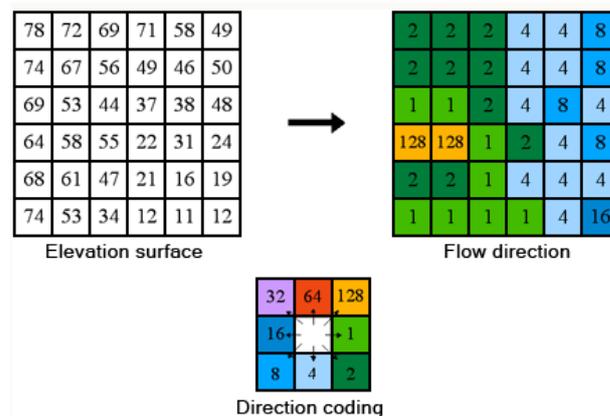


Figura 3.9 – Griglia delle direzioni di flusso

Le *Flow-Accumulation* definiscono cella per cella l'area contribuyente in esse, ovvero la dimensione, nello specifico espressa in [mq], del bacino idrografico superficiale che afferisce alla cella.

3.2 LA SCABREZZA IDRAULICA

La scabrezza, elemento chiave nella definizione delle componenti che oppongono resistenza al moto - quali ostruzioni, irregolarità superficiali e vegetazione -, regola come conseguenza tiranti idrici e velocità di scorrimento. A causa dell'impossibilità di condurre misurazioni in campo e su larga scala di tale parametro ed a causa dell'assenza di dati utili alla calibrazione, la valutazione è generalmente condotta facendo ricorso a valori desunti dalla letteratura tecnica di settore [Chow 1959; Barnes 1967; Arcement and Schneider 1989].

L'opportunità di definire con accuratezza i valori dell'indice di Manning, comunemente adoperato per stimare la resistenza al flusso, nasce dall'elevata sensibilità che i tiranti e le velocità hanno in relazione a questo parametro, secondo il legame rappresentato dalla formula di Manning in equazione 3.5:

$$Q = V\Omega = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \Omega$$

Equazione 3.5

dove V è la velocità media nella sezione trasversale, pari alla portata diviso l'area interessata dal flusso Ω , n è l'indice di Manning, R il raggio idraulico e I la pendenza del fondo dell'alveo.

Si riporta a titolo di esempio nelle figure seguenti la variazione dei tiranti e delle velocità in una lama tipica del territorio di Bari al variare dell'indice di Manning adoperato, incrementandolo da un minimo di 0.03 ed un massimo di 0.2, valori comunemente associati rispettivamente ad alvei privi di vegetazione e a quelli fortemente inerbiti. Nello specifico, in figura 3.10 è rappresentata la variazione percentuale dei tiranti e delle velocità corrispondente all'incremento dell'indice di Manning dal valore 0.03 ai valori 0.05, 0.10, 0.15 e 0.2. Tale analisi è condotta al variare del tempo di ritorno e quindi della magnitudine delle grandezze idrodinamiche in gioco. Si evidenzia che aumentando la scabrezza di soli 0.02 punti, la variazione dei tiranti è dell'ordine del 20% e tale valore cresce linearmente fino a raddoppiare il valore stesso del tirante passando da una condizione di alveo pulito ad una di alveo fortemente vegetato. Al contrario la velocità si riduce dal 30% al 70%. La sensibilità all'indice di Manning è inoltre tanto più importante quanto minore è la portata. In figura 3.11 sono esplicitati i valori dei tiranti e delle velocità, mediamente pari a 1 m e 3 m/s, per cui sono state calcolate tali percentuali.

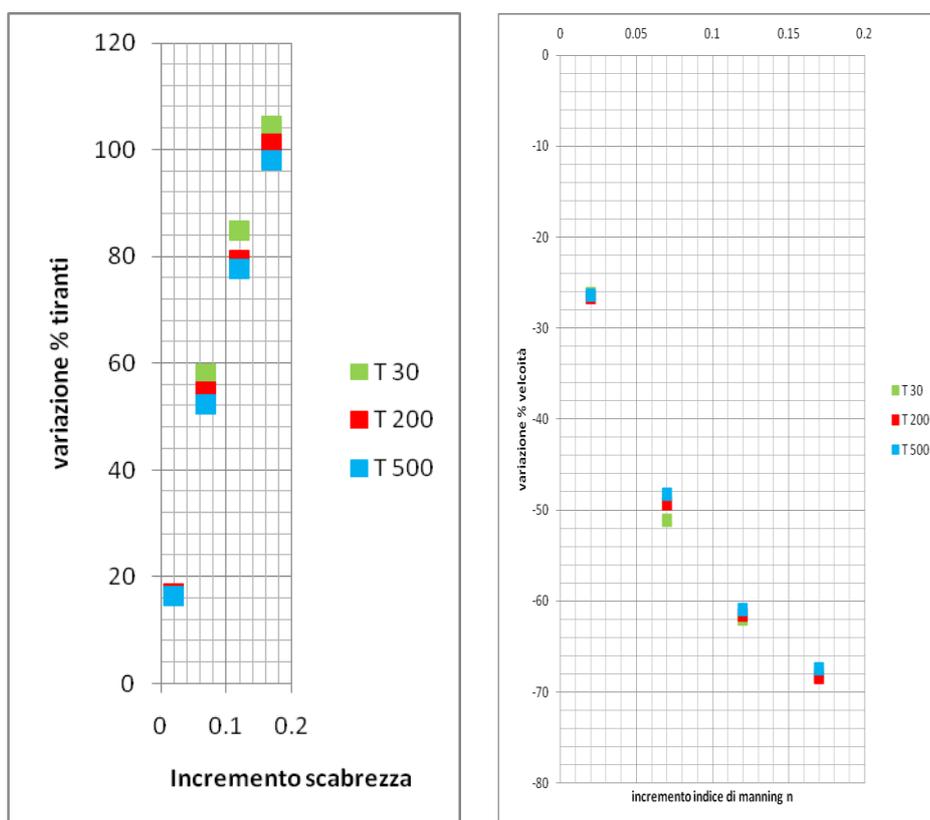
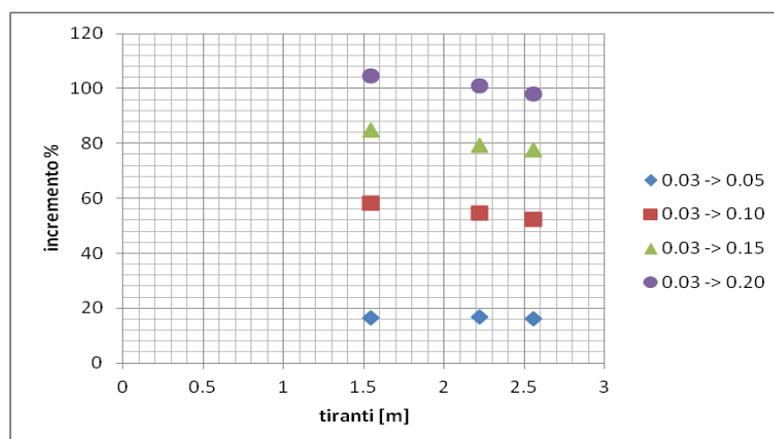


Figura 3.10 – Incrementi medi percentuali dei tiranti (a sinistra) e delle velocità (a destra) per i differenti tempi di ritorno in funzione della variazione dell'indice di Manning



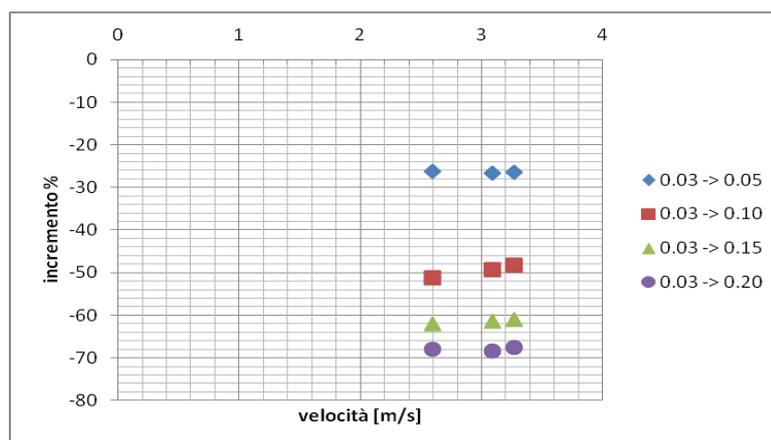


Figura 3.11 – Incrementi medi percentuali dei tiranti (in alto) e delle velocità (in basso) in relazione alla variazione dell'indice di Manning

3.2.1 Le componenti della resistenza al flusso

E' opportuno considerare che nei canali, e ancor più negli alvei naturali, alla resistenza del contorno si aggiungono altre fonti di perdita di energia dovute alla continua variazione di geometria del contorno (allargamenti, restringimenti, variazioni di forma, ostruzioni, ecc.), che non sono puntualmente valutabili. Per tale ragione, il loro effetto si suole valutarlo con un adeguato incremento del coefficiente di scabrezza. Per valutare la resistenza al moto in un alveo naturale, Cowen (1956) consiglia di sommare tra loro gli effetti di tutti i fattori che ostacolano la corrente, determinando il coefficiente di scabrezza di Manning con la relazione:

$$n=(n_0+n_1+n_2+n_3+n_4)m_5 \quad \text{Equazione 3.6}$$

dove

- n_0 = valore base dell'indice di Manning relativo ad alveo naturale rettilineo, uniforme, privo di vegetazione;
- n_1 = fattore di correzione legato alle irregolarità superficiali;
- n_2 = valore relativo alle variazioni di forma e dimensione della sezione;
- n_3 = valore relativo alle ostruzioni;
- n_4 = valore legato allo stato vegetativo e alle condizioni di flusso;
- m = fattore di correzione legato alla sinuosità del corso d'acqua.

Quando la larghezza della sezione è sensibilmente più grande del tirante, gli effetti delle irregolarità superficiali, legate ad esempio all'erosione di fondo o alle radici degli alberi, devono essere tenuti in conto e possono dar luogo a significativi aggiustamenti dell'indice di Manning. Chow (1959) e Benson and Dalrymple (1967) mostrano che alle aree golenali severamente erose può essere associato un incremento di scabrezza n_1 pari a 0.02, valore crescente all'aumentare delle irregolarità presenti sulla superficie.

Il valore della scabrezza non è affetto dalle variazioni di forma e dimensione quando queste sono graduali ed uniformi, mentre deve essere aumentato quando si alternano sezioni larghe e strette lungo il corso d'acqua e quando i cambiamenti di forma e le costrizioni si presentano ora su una sponda ora sull'altra. Tale incremento è proporzionale principalmente al numero di restringimenti e allargamenti e secondariamente alla magnitudine di questi cambiamenti. Gli effetti dei bruschi cambiamenti devono essere estesi a valle per diverse centinaia di metri. Un incremento massimo dell'indice di Manning n_2 per le variazioni di forma e dimensione che comunemente si trovano sui corsi d'acqua naturali è pari a 0.03 [Benson and Dalrymple, 1967].

Le ostruzioni, dovute a tronchi, ceppi, edifici, massi, rottami e macerie, o anche alle pile dei ponti, disturbano la corrente e quindi determinano un aumento della scabrezza. Tale incremento dipende dalla forma delle ostruzioni, dalla dimensione delle stesse in relazione alla dimensione della sezione, nonché dal

loro numero, disposizione e distanza. Gli effetti delle ostruzioni sulla scabrezza sono tuttavia anche funzione della velocità. Generalmente per pendenze leggere e moderate tale influenza si estende dalle tre alle cinque volte la larghezza dell'ostruzione. Inoltre, numerose ostruzioni disposte lungo il corso d'acqua possono creare sfere di influenza che si sovrappongono tra loro creando disturbi rilevanti alla corrente, sebbene per ogni sezione esse vadano ad occupare solo una piccola parte. Chow (1959) assegna un valore correttivo dell'indice di Manning n_3 a quattro livelli di ostruzione: non significativo, minore, apprezzabile, rilevante.

L'influenza della vegetazione sull'indice di Manning dipende da una serie di elementi, quali l'altezza del tirante idrico, la percentuale del perimetro bagnato coperto da vegetazione, la densità della stessa sotto il livello idrico, la flessibilità della vegetazione in relazione alla spinta della corrente e l'allineamento rispetto al flusso. Ad esempio, filari di vegetazione paralleli al flusso determinano, a parità di ogni altra circostanza, una resistenza al flusso minore rispetto a filari disposti perpendicolarmente. Se il canale è relativamente stretto e le aree golenali sono ripide, coperte da vegetazione densa, l'incremento di scabrezza n_4 può raggiungere il valore di 0.03. Valori più grandi sono applicati solo laddove la vegetazione copre la maggior parte del corso d'acqua.

Il fattore m legato alla sinuosità dipende dal rapporto tra la lunghezza del corso d'acqua misurata seguendo la sua sinuosità e la lunghezza in linea d'aria. Se tale rapporto è compreso tra 1.0 e 1.2 la sinuosità è considerata minore; è invece apprezzabile se varia tra 1.2 e 1.5; mentre è significativa se il rapporto è maggiore o uguale di 1.5. Secondo Chow (1959), la sinuosità può incrementare il valore dell'indice di Manning più del 30% laddove il flusso è ben confinato.

I valori di tali addendi sono riportati nelle tabelle 2 e 3 del manuale "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains" [Arcement, Jr. and V.R. Schneider, 1989].

3.2.2 La resistenza in regime di ruscellamento superficiale

Per il ruscellamento superficiale bisogna prestare particolare attenzione alla scelta del valore dell'indice di Manning. In tale condizione infatti i tiranti sono dello stesso ordine di grandezza degli elementi che determinano la scabrezza superficiale, ovvero di pochi centimetri. In tal caso si parla di sheet-flow o shallow-flow. Nonostante la letteratura scientifica sia molto ricca di dati in merito alla scabrezza in condizioni di flusso incanalato (tiranti dell'ordine di 1 metro), poche informazioni sono presenti per valutare l'indice di Manning nel caso di correnti distribuite su superfici naturali con tiranti molto modesti [Engman, 1986].

In tabella 3.2 (Engman, 1986) si riportano alcuni valori di letteratura direttamente riferibili ad una lama d'acqua di altezza inferiore a 0.02 - 0.03 m, limite entro il quale si considera congruo il riferimento al ruscellamento superficiale.

Tabella 3.2 - Indice di Manning per il ruscellamento superficiale, stimati secondo la metodologia di Engman (1986) in corrispondenza di un tirante inferiore a 0.03 m

Surface description	$n^{\frac{1}{2}}$
Smooth surface (concrete, asphalt, gravel, or bare soil).....	0.011
Fallow (no residue).....	0.05
Cultivated soils:	
Residue cover \leq 20%.....	0.06
Residue cover $>$ 20%.....	0.17
Grass:	
Short-grass prairie.....	0.15
Dense grasses $\frac{1}{2}$	0.24
Bermudagrass.....	0.41
Range (natural).....	0.13
Woods: $\frac{1}{2}$	
Light underbrush.....	0.40
Dense underbrush.....	0.80

3.1.3 Attribuzione dell'indice di Manning alle categorie di uso del suolo

Al fine di fornire un valido strumento per la scelta dell'indice di *Manning*, utilizzando noti riferimenti della letteratura scientifica di settore (Arcement e Schneide, 1989; Barnes, 1967; Chow, 1959; Cowen, 1956; Engman, 1986; Huang, 2009; Linsley et al. 1982; Mills and Badcock, 2011; Paoletti, 2010; Phillips e Ingersoll, 1998; Van der Sande et. al., 2003) e tenendo in debito conto le considerazioni precedentemente esposte, è stata prodotta la tabella 3.3 in cui sono attribuiti i valori dell'indice di *Manning* alle classi di uso del suolo della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000. Nello specifico per ogni classe è individuato un valore minimo, uno medio e uno massimo per la condizione di channel-flow e un valore per la condizione di sheet-flow. Per una descrizione dettagliata si rimanda alla relazione allegata 3.2.

In particolare si vogliono qui considerare le classi di uso prevalenti presenti sui territori delle due provincie, ovvero frutteti, uliveti e vigneti, evidenziandone le differenze in termini di densità vegetativa, su cui si è anche basata la determinazione dei valori dell'indice di Manning. Le informazioni puntuali sulla vegetazione sono estrapolate dal modello digitale della vegetazione, creato mediante l'utilizzo del Laser Scanner Terrestre, nonché da un prodotto derivato dai LIDAR, definito CHM (*Canopy Height Model*), che si ottiene dalla sottrazione del DTM dal DSM (v. figura 3.12). In dettaglio, gli uliveti presentano una densità vegetativa pari al 10% sostanzialmente costante per tutta la loro altezza, mediamente di 5 m, così come dimostra la cumulata rappresentata dalla linea blu a pendenza costante in figura 3.13. I vigneti invece presentano una densità vegetativa inferiore allo 0.05% in corrispondenza dei tronchi; la stessa diviene invece massima, maggiore del 30%, in corrispondenza della chioma, all'altezza di 2 m. Il frutteto esaminato invece, con altezze variabili dai 2 ai 5 m, manifesta una densità vegetativa molto bassa, ovvero inferiore allo 0.05% sostanzialmente costante, a ragione del suo allineamento con la direzione di flusso, ben evidente in figura 3.15.

L'utilizzo della carta di Uso del Suolo consente dunque di ricavare una mappa spazialmente distribuita da adoperare sia per le modellazioni idrauliche monodimensionali che per quelle bidimensionali. Sulla base di tale mappa, nel dominio di calcolo 2D è dunque possibile assegnare, cella per cella, un diverso indice di scabrezza, il cui valore può essere costante o funzione del tirante idrico.

Quanto riferito ai valori di scabrezza in questo capitolo, con particolare riferimento alla tabella 3.3, rappresenta ciò che è stato adottato nel prosieguo del presente studio e perde di validità al di fuori di esso. Il valore dell'indice di Manning deve infatti essere sempre correlato alla risoluzione adottata per la modellistica idraulica.

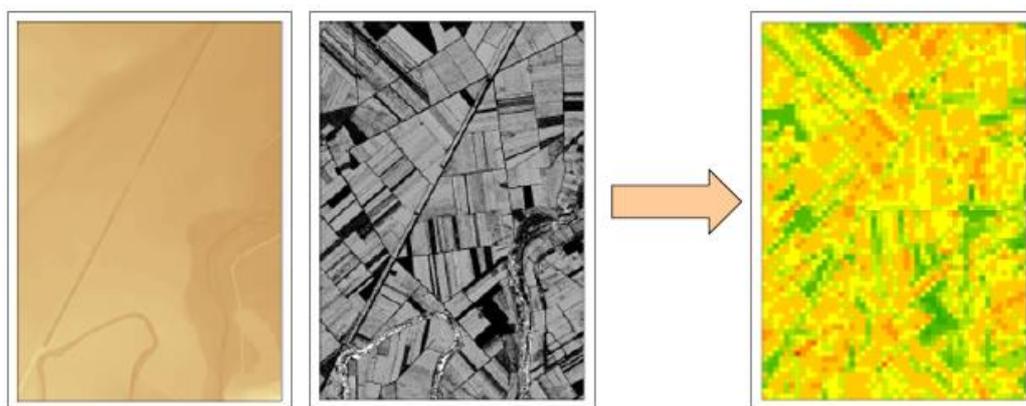


Figura 3.12 – Elaborazione sui DTM (prima immagine a sinistra) e DSM (seconda immagine a sinistra) per ottenere il CHM (a destra)

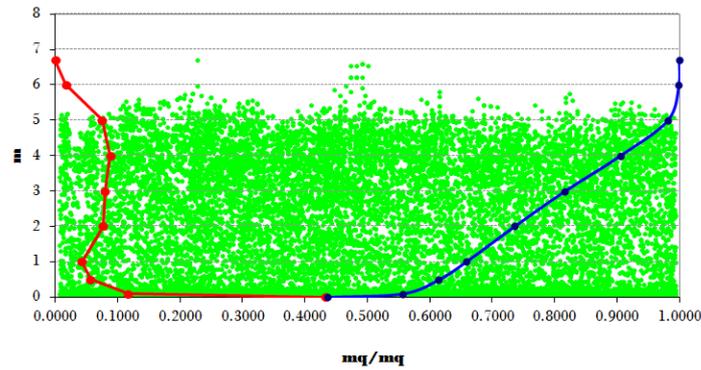


Figura 3.13 – Densità vegetativa degli uliveti

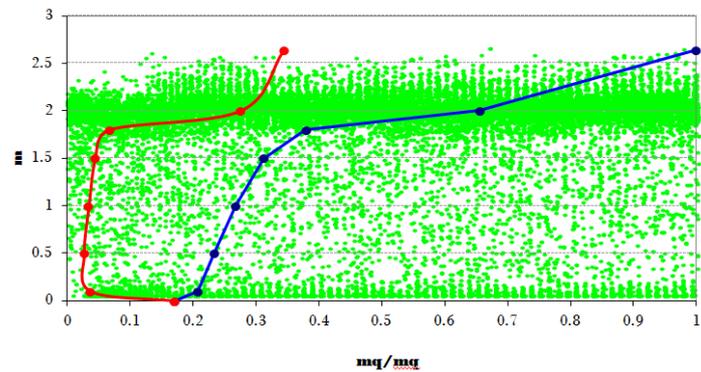


Figura 3.14 – Densità vegetativa dei vigneti

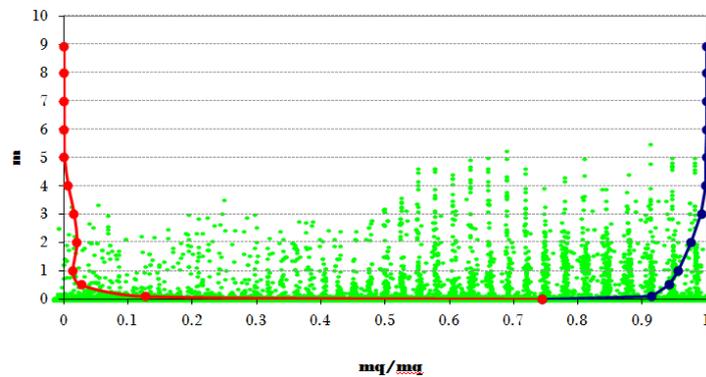


Figura 3.15 – Densità vegetativa dei frutteti

Tabella 3.3 - Indice di Manning per le categorie di uso del suolo della CTR Puglia 1:5000

Categoria di uso del suolo		CHANNEL-FLOW			SHEET-FLOW
		Min.	Norm.	Max	
0	Acquaculture	0.027	0.032	0.035	0.032
1	Altre colture permanenti	0.050	0.060	0.080	0.400
2	Aree a pascolo naturale, praterie, incolti	0.025	0.030	0.035	0.150
3	Aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)	0.070	0.100	0.160	0.800
4	Aree a ricolonizzazione naturale	0.040	0.060	0.080	0.400
5	Aree a vegetazione sclerofilla	0.058	0.085	0.135	0.600
6	Aree aeroportuali ed eliporti	0.054	0.054	0.054	0.011
7	Aree agroforestali	0.030	0.035	0.050	0.240
8	Aree archeologiche	0.100	0.120	0.140	0.011
9	Aree con vegetazione rada	0.030	0.035	0.050	0.240
10	Aree estrattive	0.100	0.120	0.140	0.050
11	Aree interessate da incendi o altri eventi dannosi	0.035	0.050	0.060	0.400
12	Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	0.054	0.054	0.054	0.011
13	Aree portuali	0.054	0.054	0.054	0.011

Categoria di uso del suolo		CHANNEL-FLOW			SHEET-FLOW
		Min.	Norm.	Max	
14	Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	0.035	0.050	0.070	0.170
15	Aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	0.073	0.073	0.073	0.130
16	Aree verdi urbane	0.020	0.020	0.020	0.130
17	Bacini con prevalentemente utilizzazione per scopi irrigui	0.025	0.030	0.033	0.030
18	Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	0.025	0.030	0.033	0.030
19	Boschi di conifere	0.110	0.150	0.200	0.800
20	Boschi di latifoglie	0.100	0.120	0.160	0.400
21	Boschi misti di conifere e latifoglie	0.105	0.135	0.180	0.600
22	Campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili	0.073	0.073	0.073	0.130
23	Canali e idrovie	0.015	0.025	0.035	0.025
24	Cantieri e spazi in costruzione e scavi	0.100	0.120	0.140	0.130
25	Cespuglieti e arbusteti	0.035	0.050	0.070	0.240
26	Cimiteri	0.150	0.150	0.150	0.011
27	Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	0.060	0.070	0.080	0.011
28	Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	0.060	0.070	0.080	0.011
29	Colture temporanee associate a colture permanenti	0.030	0.040	0.050	0.170
30	Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	0.200	0.200	0.200	0.011
31	Discariche e depositi di cave, miniere, industrie	0.100	0.120	0.140	0.120
32	Estuari	0.025	0.030	0.033	0.030
33	Fiumi, torrenti e fossi	0.025	0.030	0.033	0.030
34	Frutteti e frutti minori	0.050	0.060	0.080	0.400
35	Grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	0.200	0.200	0.200	0.011
36	Insedimenti ospedalieri	0.150	0.150	0.150	0.011
37	Insedimenti produttivi agricoli	0.100	0.100	0.100	0.011
38	Insedimento commerciale	0.200	0.200	0.200	0.011
39	Insedimento degli impianti tecnologici	0.100	0.100	0.100	0.011
40	Insedimento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	0.100	0.100	0.100	0.011
41	Insedimento in disuso	0.100	0.120	0.140	0.011
42	Insedimento industriale o artigianale con spazi annessi	0.200	0.200	0.200	0.011
43	Lagune, laghi e stagni costieri	0.040	0.040	0.040	0.040
44	Paludi interne	0.050	0.050	0.050	0.050
45	Paludi salmastre	0.040	0.040	0.040	0.040
46	Parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)	0.073	0.073	0.073	0.011
47	Prati alberati, pascoli alberati	0.035	0.050	0.060	0.400
48	Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	0.100	0.100	0.100	0.011
49	Reti ferroviarie comprese le superfici annesse	0.023	0.033	0.036	0.011
50	Reti stradali e spazi accessori	0.020	0.020	0.020	0.011
51	Rocce nude, falesie e affioramenti	0.030	0.040	0.047	0.050
52	Saline	0.040	0.040	0.040	0.040
53	Seminativi semplici in aree irrigue	0.030	0.040	0.050	0.170
54	Seminativi semplici in aree non irrigue	0.030	0.040	0.050	0.170
55	Sistemi colturali e particellari complessi	0.028	0.037	0.045	0.170
56	Spagge, dune, sabbie	0.020	0.020	0.020	0.010
57	Suoli rimaneggiati e artefatti	0.100	0.120	0.140	0.050
58	Superfici a copertura erbacea densa	0.030	0.035	0.050	0.240
59	Tessuto residenziale continuo antico e denso	0.200	0.200	0.200	0.011
60	Tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	0.200	0.200	0.200	0.011
61	Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	0.200	0.200	0.200	0.011
62	Tessuto residenziale discontinuo	0.100	0.100	0.100	0.011
63	Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.100	0.100	0.100	0.011
64	Tessuto residenziale sparso	0.100	0.100	0.100	0.011
65	Uliveti	0.050	0.060	0.080	0.400
66	Vigneti	0.080	0.100	0.120	0.400

3.3 IL CURVE NUMBER

Il *Curve Number*, proposto nella procedura del *Soil Conservation Service* [SCS, 1972], è un parametro di fondamentale importanza nelle valutazioni idrologiche, in quanto largamente usato per determinare l'aliquota di precipitazione netta, ovvero l'aliquota di precipitazione totale che contribuisce direttamente alla formazione del deflusso, sia a scala di versante sia di bacino.

Tra le peculiarità del modello SCS CN c'è quella di descrivere un processo di produzione del deflusso di tipo prevalentemente hortoniano, come ben noto in letteratura [Rallison, 1980; Hjelmfelt, 1980a, 1980b, Mishra & Singh, 2003, Gabellani et al., 2008] e già affermato da Mockus, cui è universalmente attribuita la paternità della metodologia. Il meccanismo individuato da Horton (1933), a cui si riconduce il comportamento dei bacini del territorio carsico pugliese, si verifica quando l'intensità della pioggia $p(t)$ supera la velocità di infiltrazione del suolo $f(t)$, producendo un deflusso superficiale pari alla differenza fra volume piovuto e capacità di assorbimento nell'unità di tempo. Nello specifico il metodo SCS-CN per la stima del volume netto di precipitazione è descritto nella relazione allegata 3.3.1.

Tale parametro assume valori compresi tra 100 e 0. Esso rappresenta l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale. La stima del CN presuppone, inizialmente, la determinazione del gruppo idrologico di ciascun suolo e, all'interno di ciascun gruppo, l'individuazione di aree omogenee per destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica [Ferro, 2006].

Gli strati informativi utili alla definizione del CN sono quindi rappresentati dalla carta geolitologica e dalla carta di uso del suolo. Tale parametro viene di prassi stimato sulla base di tabelle funzioni della permeabilità e degli usi del suolo, effettuando delle valutazioni medio-ponderate sui bacini idrografici oggetto di indagine.

A ragione dell'aggiornamento cartografico, derivante da un lato dalla redazione da parte dell'Autorità di Bacino della Puglia della Carta Idrogeomorfologica sul territorio pugliese (delibera n. 48/2009) e dall'altro dalla disponibilità della Carta di Uso del Suolo della Carta Tecnica Regionale della SIT Puglia, e del crescente impiego delle tecniche GIS, si vuole dare puntuale determinazione del valore del *Curve Number*, attraverso la disposizione di una mappa in formato sia raster che vettoriale, georeferenziata in WGS 84 – UTM 33 N, da adoperare per la stima delle perdite idrologiche nel modello proposto nel capitolo IV, condivisa in [\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\CURVE_NUMBER] .

3.3.1 Le classi di permeabilità

L'attribuzione delle 4 classi di permeabilità (A, B, C, D) del metodo SCS-CN è operata avendo quale base cartografica la Carta geo-litologica della Puglia 1:250.000, impostata sulla elaborazione e sintesi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, prodotta dal Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università degli Studi di Bari, a seguito di specifica convenzione con l'Autorità di Bacino della Puglia (Responsabile della Convenzione Prof. Marcello Tropeano), nonché elemento della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia (delibera n. 48/2009), pubblicata sul portale internet della stessa Autorità (www.adb.puglia.it).

Stante l'impossibilità di effettuare misure della permeabilità basate sui rilievi in campo su larga scala, è associato un livello di permeabilità a ciascuna unità geolitologica valutando in maniera qualitativa porosità, fessurazione, fatturazione, carsismo e pendenza. Si rimanda alla relazione 3.3.1 per maggiori dettagli. La carta geolitologica è dunque riclassificata in quattro gruppi litologici:

- **A:** permeabilità alta, bassa capacità di deflusso, suoli con elevata capacità di infiltrazione anche se completamente saturi, sabbie e ghiaie profonde ben drenate; notevole conducibilità idrica.
- **B:** permeabilità medio-alta, suoli con moderata capacità di infiltrazione se saturi, suoli con tessitura medio-fine e bassa capacità di infiltrazione, conducibilità idrica media.
- **C:** permeabilità medio-bassa, suoli con bassa capacità di infiltrazione se saturi, suoli con tessitura medio-fine e bassa capacità di infiltrazione, conducibilità idrica bassa.
- **D:** permeabilità bassa, capacità di deflusso elevata, suoli con capacità di infiltrazione ridottissima in condizioni di saturazione, suoli ricchi di argilla rigonfianti, conducibilità idrica estremamente bassa.

Si riportano in tabella 3.4 le 27 unità litologiche contemplate nella carta geolitologica con la classe di permeabilità associata, secondo le considerazioni sopra esposte. Nella relazione tecnica allegata 3.3.1 è esaminata, nel dettaglio, ciascuna unità con l'individuazione delle aree di ubicazione e stralcio cartografico. Nella cartografia allegata 3.3.2 sono rappresentate le quattro classi di permeabilità nelle due province, riportate nello shapefile del raggruppamento delle unità geolitologiche [\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\CURVE_NUMBER\lito_puglia_diss.shp].

Tabella 3.4 - Raggruppamento delle unità geolitologiche in classi di permeabilità

UNITA' GEOLITOLOGICA	CLASSE
Alternanze arenaceo-pelitiche di ambiente torbido. Miocene	B
Alternanze calcareo-argillose di ambiente torbido. Miocene	C
Areniti silicoclastiche e/o carbonatiche di ambiente di transizione. Pliocene	B
Argille, argille siltose e argille marnose di piattaforma. Pliocene medio - Pleistocene medio	D
Brecce calcaree di versante. Pleistocene	C
Carbonati di bacino. Giurassico-Cretacico	C
Carbonati di margine e scarpata. Paleogene	B
Carbonati di piattaforma aperta. Paleogene-Miocene	C
Carbonati di piattaforma aperta. Pliocene medio - Pleistocene inf.	B
Carbonati di piattaforma. Giurassico-Cretacico	A
Carbonati di scarpata. Giurassico-Cretacico	C
Complesso argilloso caotico da melange tettonico. Cretacico - Miocene	D
Conglomerati di ambiente di transizione. Pliocene	B
Conglomerati e ghiaie con lenti sabbiose di ambiente di transizione e/o continentale. Pleistocene inf.	B
Gessi di ambiente evaporitico e carbonati di ambiente di transizione (Punta delle Pietre Nere). Triassico	A
Ghiaie e conglomerati di ambiente alluvionale (depositi continentali terrazzati). Pleistocene medio	B
Ghiaie e pietrischi di versante e di conoide alluvionale. Pleistocene sup. - Olocene	B
Materiali caotici ed eterogenei (corpi di frana). Pleistocene sup. - Olocene	C
Rocce ignee (Punta delle Pietre Nere). Terziario sup	D
Sabbie di piana costiera. Pleistocene sup. - Olocene	A

Sabbie e arenarie, ghiaie e conglomerati, calcareniti, silt e argille di ambiente di transizione e/o continentale (depositi marini terrazzati). Pleistocene medio - sup.	B
Sabbie e areniti con lenti argillose e ghiaioso-conglomeratiche di ambiente di transizione e/o continentale. Pleistocene inf.	B
Sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale (depositi continentali terrazzati). Pleistocene sup. - Olocene	B
Silt e argille da colmata antropica. Olocene	D
Silt e argille lagunari e palustri. Pleistocene sup. - Olocene	D
Silt e argille residuali, eluviali e colluviali. Pleistocene sup. - Olocene	D
Silt, argille, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale (depositi di fondovalle). Pleistocene sup. - Olocene	C

3.3.2 Associazione dei valori del Curve Number alle categorie di uso del suolo

La copertura del suolo è valutata attraverso la Carta di Uso del Suolo della Carta Tecnica Regionale del SIT Puglia in scala 1:5000, pubblicata sul portale SIT Puglia (www.sit.puglia.it). Ad ognuna delle 67 tipologie di uso del suolo è associata una macrocategoria di copertura del suolo tra quelle riportate nella tabella 2 della relazione tecnica allegata 3.3.1, determinando la definizione dei valori del *Curve Number* variabili a seconda delle differenti classi di permeabilità, secondo la tabella riportata a seguire.

Nella relazione tecnica allegata 3.3.1 sono altresì riportate le schede illustrative delle varie tipologie, le quali contengono una descrizione tratta dal “Manuale di Fotointerpretazione” della Carta Uso del Suolo della Regione Puglia, la relativa immagine ortofoto e l’indicazione della macrocategoria associata con i valori del Curve Number corrispondenti.

Nella cartografia 3.3.3 è rappresentata la distribuzione delle macrocategorie di copertura del suolo derivanti dalla carta di uso del suolo adoperata, contenuta in [\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\ CURVE_NUMBER\uds_macrocategorie.shp], secondo l’associazione della tabella 3.5.

Tabella 3.5 - Determinazione dei valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della CTR Puglia

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Acquaculture	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Altre colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
aree a ricolonizzazione naturale	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
aree a vegetazione sclerofilla	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree aeroportuali ed eliporti	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Aree agroforestali	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree archeologiche	Terreno incolto	77	86	91	94
Aree con vegetazione rada	Pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
Aree estrattive	Superfici al 100 % permeabili	0	0	0	0
Aree interessate da incendi o altri eventi dannosi	Boschi con copertura rada	45	66	77	83

**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 - ARCO IONICO**

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Aree portuali	Parcheggi, tetti, strade carrabili	98	98	98	98
Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Aree verdi urbane	Aree residenziali (12 % impermeabili)	46	65	77	82
Bacini con prevalentemente utilizzazione per scopi irrigui	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Boschi di conifere	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi di latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi misti di conifere e latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Canali e idrovie	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Cantieri e spazi in costruzione e scavi	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Cespuglieti e arbusteti	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Cimiteri	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Discariche e depositi di cave, miniere, industrie	Terreno incolto	77	86	91	94
Estuari	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Fiumi, torrenti e fossi	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Frutteti e frutti minori	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimenti ospedalieri	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimenti produttivi agricoli	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Insedimento commerciale	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento degli impianti tecnologici	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento in disuso	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Insedimento industriale o artigianale con spazi annessi	Aree commerciali (72 % impermeabile)	81	88	91	93
Lagune, laghi e stagni costieri	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Paludi interne	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Paludi salmastre	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Prati alberati, pascoli alberati	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse	Strade in ghiaia	76	85	89	91
Reti stradali e spazi accessori	Strade pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	98
Rocce nude, falesie e affioramenti	Terreno incolto	77	86	91	94
Saline	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Seminativi semplici in aree irrigue	Grano in buone condizioni (filari dritti)	63	75	83	87
Seminativi semplici in aree non irrigue	Grano in cattive condizioni (filari dritti)	65	76	84	88
Sistemi colturali e particellari complessi	Terre coltivate senza trattamenti di conservazione del suolo	72	81	88	91
Spiagge, dune, sabbie	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Suoli rimaneggiati e artefatti	Terreno incolto	77	86	91	94
Superfici a copertura erbacea densa	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Tessuto residenziale continuo antico e denso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale discontinuo	Aree residenziali (65 % impermeabile)	77	85	90	92
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Tessuto residenziale sparso	Aree residenziali (30 % impermeabili)	57	72	81	86
Uliveti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Vigneti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89

3.3.3 La mappa del Curve Number

La mappa del Curve Number è prodotta intersecando la carta di uso del suolo della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 e la Carta geo-litologica della Puglia, impostata sulla elaborazione e sintesi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, attraverso le associazioni illustrate nei due paragrafi precedenti.

Tale mappa, raffigurata nell'allegato 3.3.4, rappresentante la distribuzione dei valori che assume il Curve Number sul territorio della Regione Puglia, è resa disponibile in formato raster, georeferenziata in WGS 84 – UTM 33 N nella cartella [\ALL_3_GEOMORFOIDROLOGICA\CURVE_NUMBER].

La mappa succitata può essere adoperata sia per la determinazione del CN in ogni cella di discretizzazione del territorio, nonché per determinare il CN medio ponderato di un bacino idrografico attraverso procedure in ambiente GIS, così come illustrate a titolo esemplificativo nella relazione tecnica allegata 3.3.1.

Gli effetti di tale mappatura sono stati adoperati per il prosieguo di questo studio. Al di fuori di questa attività assumono valore indicativo e informativo di primo livello, senza escludere che approcci altrettanto plausibili nella attribuzione dei parametri che condizionano il valore del CN sono possibili a partire da cartografie (e/o conoscenze provenienti da altre esperienze) diverse da quelle qui adoperate.

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

Valutazioni idrologiche – IV

ALLEGATI



4.0 – Risultati analisi idrologiche

ARCHIVIO DIGITALE



Analisi idrologiche (xls)



Obiettivo di questa fase è la stime delle portate idrologiche per i corsi d'acqua oggetto di studio, attraverso approcci metodologici di larga diffusione e comprovata validità scientifica.

4.1 I MODELLI IDROLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI PIENA

La valutazione idrologica per i bacini ricadenti nell'unità fisiografica dell'Arco Ionico, come da figura 4.1, è condotta attraverso l'applicazione della metodologia del *Curve Number* del *Soil Conservation Service* (CN-SCS), la quale consente la stima della portata, a partire dall'idrogramma adimensionale di Mockus.

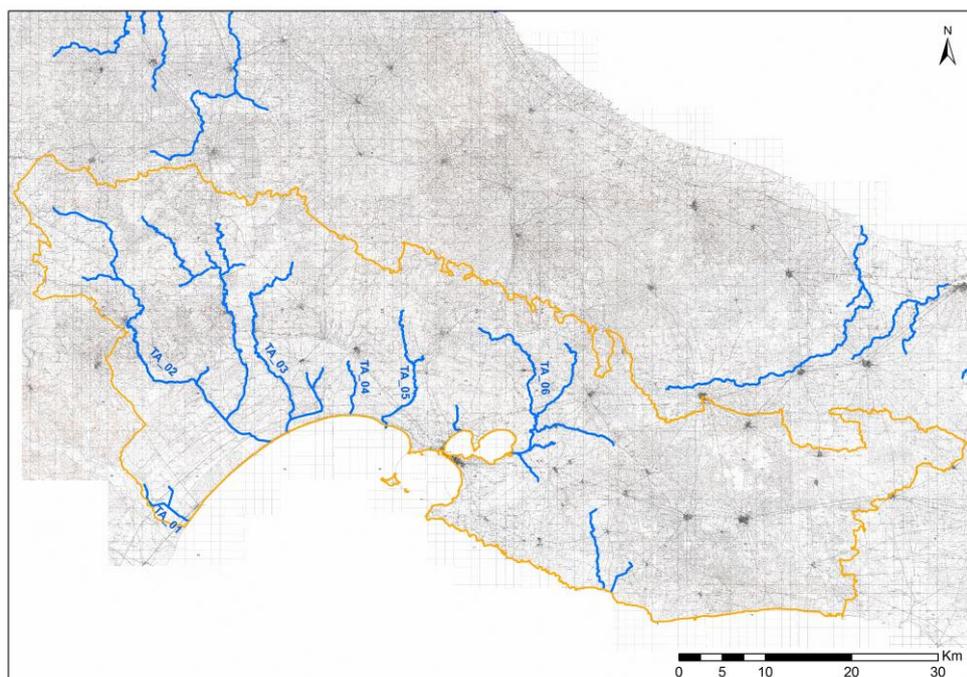


Figura 4.1 - Inquadramento dell'unità fisiografica Arco Ionico con indicazione dei reticoli a 25 kmq

Lo studio idrologico ha lo scopo di stimare le portate generate da un bacino idrografico in seguito al verificarsi di eventi precipitativi straordinari con prefissato tempo di ritorno. Nello specifico, l'Autorità di Bacino della Puglia ha individuato i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, per la definizione degli scenari rispettivamente di alta, media e bassa probabilità, così come definito dalla direttiva 2007/60/CE e dal decreto di recepimento D.Lgs. 49/2010, assumendo altresì come riferimento per la condizione di sicurezza idraulica lo scenario con tempo di ritorno di 200 anni.

L'analisi idrologica si compone delle seguenti fasi:

- analisi pluviometrica per la definizione dell'altezza totale di precipitazione;
- definizione della precipitazione netta, ovvero la componente di precipitazione che partecipa al deflusso, pari alla precipitazione totale depurata da quella che risulta persa in conseguenza a perdite idrologiche (immagazzinamento superficiale, intercettazione della vegetazione, evaporazione, infiltrazione);
- trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle caratteristiche della piena.

Per l'individuazione delle caratteristiche pluviometriche dell'evento si opera in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionale di Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDICI). Il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica. Nello specifico i bacini dell'Arco Ionico ricadono nelle zone omogenee 5 e 6 (figura 4.2), per le quali valgono le seguenti equazioni:

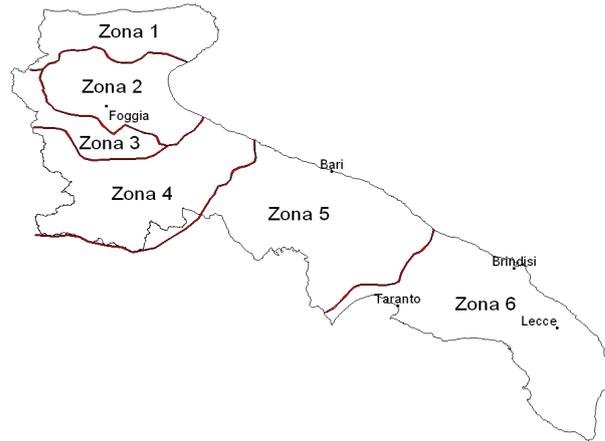


Figura 4.2 - Zone omogenee individuate dal VaPi Puglia

$$\begin{aligned} \text{Zona 5: } x(t, z) &= 28.2t^{\left[\frac{0.628+0.000z}{3.178}\right]} \\ \text{Zona 6: } x(t, z) &= 33.7t^{\left[\frac{0.488+0.002z}{3.178}\right]} \end{aligned} \quad \text{Equazioni 4.1}$$

dove t è il tempo caratteristico dell'evento relativo al modello idrologico adottato e z è la quota media sul livello medio del mare del bacino idrografico. L'applicazione della formula della curva di possibilità pluviometrica consente la stima dell'altezza media di precipitazione espressa in mm. Per valutare la precipitazione avente tempo di ritorno di 30, 200 e 500, si moltiplica l'altezza media per il fattore di crescita, il quale assume la seguente espressione:

$$K_{t,T} = 0.5648 + 0.415 \ln T \quad \text{Equazione 4.2}$$

Il calcolo della precipitazione netta è invece condotto secondo la metodologia SCS-CN, largamente utilizzata nell'ambito delle applicazioni tecniche. Tale metodo consente sia la semplice valutazione del volume della piena, o della sua portata al colmo, che la ricostruzione dell'idrogramma di piena in funzione delle caratteristiche geomorfologiche e di uso del suolo dei bacini in esame.

Dalla sua applicazione deriva la diretta proporzionalità tra il volume specifico di pioggia netta P_{net} , la precipitazione cumulata lorda P , depurata dell'assorbimento iniziale I_a che tiene conto dell'accumulo di volumi idrici in superficie, dell'infiltrazione iniziale e superficiale nel suolo e dell'intercettazione fogliare, e il rapporto tra il volume idrico realmente invasato nel suolo W , e il volume massimo di saturazione del terreno S :

$$P_{net} = (P - I_a) \cdot \frac{W}{S} \quad \text{Equazione 4.3}$$

con :

- I_a = perdita iniziale;
- $V = (P - I_a)$ volume di deflusso;
- P_{net} = pioggia netta;
- W = volume idrico realmente invasato nel suolo;
- S = volume massimo che il suolo può immagazzinare.

pertanto dalla precedente relazione, considerato che la metodologia adottata si basa sull'ipotesi di validità della relazione seguente:

$$\frac{V}{P_{net}} = \frac{W}{S}$$

si calcola il volume di deflusso V dalla seguente relazione:

$$V = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)}$$

l'applicazione della quale presuppone la conoscenza della precipitazione totale P e la valutazione del volume di massimo invaso del suolo S :

$$S = 24 \left(\frac{1000}{CN} \right)$$

oltreché la determinazione del parametro CN in funzione delle caratteristiche idrologiche e di copertura vegetale dei suoli.

Per il calcolo della portata di picco Q_p , il metodo SCS- CN considera un idrogramma approssimato di forma triangolare (figura 4.3) che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) ed una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento) ed il cui volume, indicata con t_b la durata dell'evento di piena, ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p t_b}{2}$$

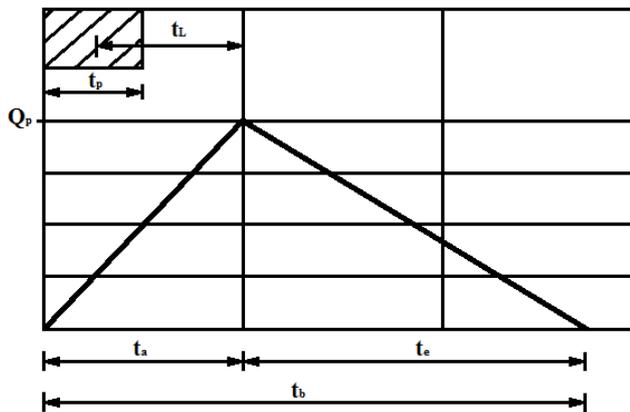


Figura 4.3 - Idrogramma triangolare impiegato per il calcolo della portata di picco con il metodo SCS

Da evidenze sperimentali è risultato che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37,5% del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena t_b da cui risulta che:

$$t_b = 2,67t_a$$

Dalle ultime due relazioni, esprimendo il volume di deflusso V in mm, il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in km^2 , si ottiene:

$$Q_p = 0,208 \frac{VA}{t_a}$$

Ipotizzata costante l'intensità di pioggia di durata t_p ed indicato con t_L il tempo di ritardo calcolato con la formula di Mockus, in funzione della pendenza del bacino s [%], della lunghezza dell'asta principale L e del CN , si ottiene:

$$t_L = 0,342 \frac{L^{0,8}}{s^{0,5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7}$$

Al fine di considerare l'influenza dello stato iniziale di umidità del suolo (AMC: *antecedent moisture condition*), l'PSCS ha individuato tre condizioni di umidità in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico e della stagione vegetativa: AMCI, AMCII, AMCIII corrispondenti rispettivamente alle condizioni di suolo asciutto, mediamente imbibito e umido. Per bacini idrografici oggetto di studio si è scelto di utilizzare il valore di CN associato alla classe con AMC - tipo III, ricavato attraverso l'applicazione del fattore correttivo *FIII* (Equaz. 4.4) al valore del Curve Number relativo alla classe di umidità media (Equaz. 4.5):

$$F_{III} = \frac{CN_{AMCIII} - CN_{AMCII}}{CN_{AMCIII} - CN_{AMCI}} \quad \text{Equazione 4.4}$$

valida in tutto il campo dei valori di *CN* ($5 \leq CN \leq 100$), da cui ne deriva:

$$CN_{AMCIII} = F_{III} \cdot CN_{AMCII} \quad \text{Equazione 4.5}$$

La valutazione del tempo *t_a* si effettua per mezzo della seguente relazione:

$$t_a = 0,5t_p + t_L$$

La durata critica dell'evento, che determina la massima portata transigente nella sezione di calcolo, è pari al tempo di corrivazione del bacino:

$$t_c = \frac{t_L}{0.6}$$

L'idrogramma di piena adottato è quello adimensionale di *Mockus* che mette in relazione il rapporto tra la portata generica *Q* all'istante *t* e la portata al colmo *Q_p*, che si verifica all'istante *t_a* (durata della fase di crescita), con la variabile adimensionale *t/t_a*. L'evento di pioggia viene scomposto in intervalli di durata pari al tempo *t_p* e si procede al calcolo dell'incremento di deflusso relativo a ciascun intervallo di durata *t_p* e al relativo idrogramma. L'idrogramma complessivo è il risultato dell'integrale di convoluzione.

Tabella 4.1 – Caratteristiche idrologiche e morfologiche dei bacini idrografici dell'unità fisiografica dell'Arco Ionico

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE DEI BACINI DELL'ARCO IONICO																T 30		T 200		T 500	
Basin	Area [kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im [m/m]	iv [m/m]	L [km]	Ltot [km]	Lca [km]	tL [h]	tc [h]	D	CN II	Urban [%]	zona	Qmax [mc/s]	u	Qmax [mc/s]	u	Qmax [mc/s]	u
0	81.89	406.34	514.87	351.06	0.009	0.046	18.67	91.6	5.14	5.46	9.10	0.953	69	0.83	5	103.57	1.26	193.63	2.36	239.48	2.92
1	49.02	389.54	509	344.98	0.013	0.04	12.45	55.75	4.34	3.39	5.64	0.919	77	1.1	5	108.12	2.21	191.26	3.90	232.76	4.75
2	148.57	396.08	514.87	341.31	0.007	0.044	26.46	163.65	7.64	6.80	6.80	0.968	72	1.23	5	177.56	1.20	321.03	2.16	392.91	2.64
3	175.01	387.23	514.87	81.81	0.01	0.054	43.68	191.64	16.21	9.43	15.71	1.019	71	2.26	5	163.54	0.93	294.88	1.68	360.64	2.06
4	294.88	303.38	514.87	15.31	0.01	0.064	51.69	342.02	14.54	10.18	16.97	1.031	70	2.46	5	250.14	0.85	454.52	1.54	557.11	1.89
5	34.19	196.81	412.72	24.58	0.026	0.088	14.91	38.45	4.98	3.13	5.21	0.984	71	4.13	5	64.21	1.88	121.17	3.54	150.14	4.39
6	302.66	297.11	514.87	6.12	0.009	0.065	54.78	352.47	16.87	10.58	17.64	1.035	70	2.54	5	249.84	0.83	453.42	1.50	555.57	1.84
7	611.9	293.27	514.87	0.02	0.009	0.057	57.54	721.59	18.54	12.08	20.13	1.04	69	2.98	5	449.47	0.73	818.94	1.34	1004.56	1.64
8	50.03	405.14	513.95	297.35	0.011	0.036	19.78	54.32	6.83	7.37	12.29	1.036	64	1.65	5	44.72	0.89	86.30	1.72	107.85	2.16
9	28.19	331.21	429.42	253.27	0.015	0.05	12.1	33.73	4.6	2.79	4.64	1.131	79	4.41	5	75.00	2.66	131.15	4.65	159.23	5.65
10	95.28	367.3	513.95	247.51	0.01	0.043	25.58	109.34	7.37	6.89	11.48	1.07	71	2.66	5	109.19	1.15	199.20	2.09	244.45	2.57
11	101.29	361.93	513.95	239.68	0.01	0.044	27.43	115.48	7.7	7.00	11.67	1.065	72	2.61	5	118.04	1.17	213.34	2.11	261.08	2.58
12	26.91	346.31	414.82	245.55	0.012	0.037	13.69	28.68	5.43	5.28	8.80	0.969	65	1.81	5	30.22	1.12	58.79	2.18	73.63	2.74
13	133.3	355.15	513.95	235.65	0.01	0.042	28.7	150.39	7.73	7.85	13.08	1.049	70	2.46	5	135.78	1.02	248.81	1.87	305.71	2.29
14	228.04	346.48	513.95	232.7	0.009	0.041	30	264.23	6.47	9.15	15.26	1.075	66	2.24	5	186.58	0.82	351.71	1.54	435.99	1.91
15	38.38	354.68	415.97	266.68	0.008	0.034	19.78	42.75	5.76	8.40	14.01	1.132	60	1.68	5	27.33	0.71	54.58	1.42	68.94	1.80
16	51.15	340.43	415.97	245.42	0.008	0.035	22.51	59.4	6.28	9.42	15.70	1.138	59	1.64	5	32.70	0.64	65.63	1.28	83.01	1.62
17	91.35	337.32	427	238.38	0.008	0.039	23.48	110	6.02	9.23	15.39	1.12	59	1.6	5	59.07	0.65	118.70	1.30	150.18	1.64
18	38.81	336.41	427	242.63	0.011	0.044	17.07	48.86	6.04	6.73	11.22	1.087	59	1.19	5	30.26	0.78	61.94	1.60	78.65	2.03
19	238.13	342.89	513.95	106.71	0.011	0.044	37.4	275.07	10.83	10.54	17.57	1.052	66	2.28	5	177.71	0.75	333.26	1.40	412.41	1.73
20	275.46	318.86	513.95	18.64	0.011	0.05	45.76	325.02	15.46	11.02	18.37	1.039	68	3.21	5	210.20	0.76	387.38	1.41	476.75	1.73
21	675.32	267.24	514.87	-1.44	0.008	0.054	63.96	803.15	21.34	13.14	21.91	1.035	70	3.12	5	478.57	0.71	862.68	1.28	1056.05	1.56
22	27.4	52.14	93.29	7.32	0.006	0.04	14.05	30.22	5.53	3.84	6.40	1.005	76	2.61	5	51.75	1.89	92.73	3.38	113.29	4.13
23	29.62	35.04	66.64	4.1	0.005	0.023	13.17	28.55	4.3	4.67	7.78	0.991	77	1.7	5	50.08	1.69	88.57	2.99	107.74	3.64
24	61.02	41.11	93.29	2.73	0.005	0.03	16.94	64.88	5.73	5.00	8.33	1.021	77	2.15	5	98.34	1.61	173.58	2.84	211.03	3.46
26	43.99	408.36	521.54	188.84	0.019	0.078	17.61	52.38	7	6.03	10.06	1.075	53	3.23	5	29.02	0.66	64.28	1.46	83.40	1.90
27	83.07	335.19	521.54	95.79	0.02	0.08	21.33	99.87	7.11	5.97	9.95	1.063	59	6.32	5	69.51	0.84	143.30	1.73	182.25	2.19
28	32.14	263.41	469.55	118.6	0.028	0.08	12.58	39.88	4.18	3.36	5.59	1.059	65	10.12	5	47.09	1.47	93.86	2.92	118.40	3.68
29	84.34	331.5	521.54	40.79	0.019	0.083	25.53	103.92	10.21	6.77	11.28	1.055	59	6.37	5	65.51	0.78	134.05	1.59	170.25	2.02
30	108.07	270.19	521.54	0.02	0.016	0.074	32.51	139.11	12.28	8.06	13.43	1.031	62	6.71	5	82.86	0.77	163.29	1.51	205.26	1.90
31	81.47	335.18	517.44	115.27	0.019	0.082	20.78	105.78	7.02	5.92	9.87	1.021	58	4.61	6	163.46	2.01	297.08	3.65	365.37	4.48
32	105.87	296.14	517.44	50.13	0.017	0.081	26.81	138.68	9.16	6.43	10.72	1.011	63	9.65	6	208.27	1.97	371.23	3.51	452.42	4.27
33	197.79	245.38	517.44	31.38	0.016	0.071	30.13	260.77	8.84	6.80	11.33	0.986	67	12.74	6	368.65	1.86	648.28	3.28	787.74	3.98
34	43.71	250.54	433.98	85.52	0.023	0.077	15.19	58.24	5.45	4.08	6.80	0.897	64	3.23	6	99.93	2.29	183.00	4.19	225.20	5.15
35	80.18	205.12	433.98	49.22	0.019	0.064	19.89	107.89	7.08	4.74	7.90	0.951	70	12.94	6	180.56	2.25	318.87	3.98	387.62	4.83
36	203.29	240.63	517.44	23.13	0.016	0.07	31.61	267.69	9.7	7.12	11.86	0.982	67	12.75	6	365.83	1.80	643.27	3.16	781.40	3.84
37	279.49	203.04	517.44	17.98	0.016	0.06	32.11	351.14	7.23	7.19	11.98	0.956	70	13.82	6	492.96	1.76	856.67	3.07	1036.61	3.71

**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 - ARCO IONICO**

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE DEI BACINI DELL'ARCO IONICO																T 30		T 200		T 500	
Basin	Area [kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im [m/m]	iv [m/m]	L [km]	Ltot [km]	Lca [km]	tL [h]	tc [h]	D	CN II	Urban [%]	zona	Qmax [mc/s]	u	Qmax [mc/s]	u	Qmax [mc/s]	u
38	51.18	112.08	174.85	57.08	0.009	0.031	13.72	55.63	5.88	4.41	7.34	0.837	75	15.82	6	117.40	2.29	204.26	3.99	247.27	4.83
39	280.9	202.18	517.44	6.53	0.015	0.06	34.24	353.17	8.63	7.56	12.61	0.953	70	13.84	6	479.85	1.71	832.44	2.96	1006.79	3.58
40	321.82	186.02	517.44	3.49	0.014	0.056	35.59	398.74	8.69	7.86	13.10	0.951	71	14.88	6	530.42	1.65	915.58	2.85	1105.77	3.44
41	37.61	79.14	144.74	19.18	0.009	0.032	13.58	42.11	4.49	3.47	5.79	0.923	82	22.89	6	116.55	3.10	194.73	5.18	233.02	6.20
42	362.18	169.1	517.44	0.09	0.014	0.054	37	444.4	8.03	8.03	13.39	0.949	72	13.97	6	580.29	1.60	998.60	2.76	1206.92	3.33
43	36.16	40.32	148.99	8.93	0.011	0.035	13.02	39.09	5.05	4.09	6.82	0.899	74	5.69	6	77.44	2.14	138.16	3.82	168.46	4.66
44	362.21	169.08	517.44	0.09	0.014	0.054	37.69	445.09	8.36	8.15	13.59	0.948	72	13.98	6	574.94	1.59	989.00	2.73	1195.16	3.30
45	79.63	333.05	459.72	251.72	0.011	0.045	18.53	88.59	5.8	6.59	10.98	1.004	62	3.28	5	70.14	0.88	139.11	1.75	175.31	2.20
46	100.01	301.63	459.72	11.63	0.015	0.057	30.69	117.37	10.29	8.54	14.24	1.034	63	3.76	5	77.01	0.77	149.74	1.50	187.44	1.87
47	215.95	201.11	459.72	0.06	0.011	0.057	40.35	272.09	12.31	9.34	15.56	1.047	68	4.72	5	179.09	0.83	333.18	1.54	411.15	1.90
48	43.88	120.88	379.9	8.43	0.027	0.068	13.53	58.17	5.27	3.11	5.19	0.935	73	7.67	5	87.70	2.00	162.28	3.70	200.24	4.56
49	78.4	155.4	459.53	8.43	0.022	0.07	20.96	104.51	6.8	4.73	7.88	1.052	70	6.51	5	107.77	1.37	202.21	2.58	250.13	3.19
50	26.96	246.55	459.53	19.62	0.023	0.088	19.49	34.88	8.46	4.78	7.97	1.173	63	5.76	5	29.41	1.09	58.89	2.18	74.39	2.76
51	83.73	146.84	459.53	2.59	0.019	0.068	23.97	111.91	8.96	5.20	8.66	1.037	71	6.23	5	111.44	1.33	206.30	2.46	254.47	3.04
52	219.09	198.06	459.72	0	0.011	0.057	42.01	274.93	13.59	9.64	16.07	1.048	68	4.7	5	177.73	0.81	330.26	1.51	407.41	1.86
53	50.26	243.08	457.08	11.74	0.024	0.091	18.23	69.86	7.29	4.34	7.24	1.057	64	5.79	5	60.31	1.20	120.07	2.39	151.40	3.01
54	101.86	154.64	457.08	0.04	0.021	0.068	22.24	145.45	7.28	5.17	8.61	1.018	69	6.51	5	127.75	1.25	241.26	2.37	299.00	2.94

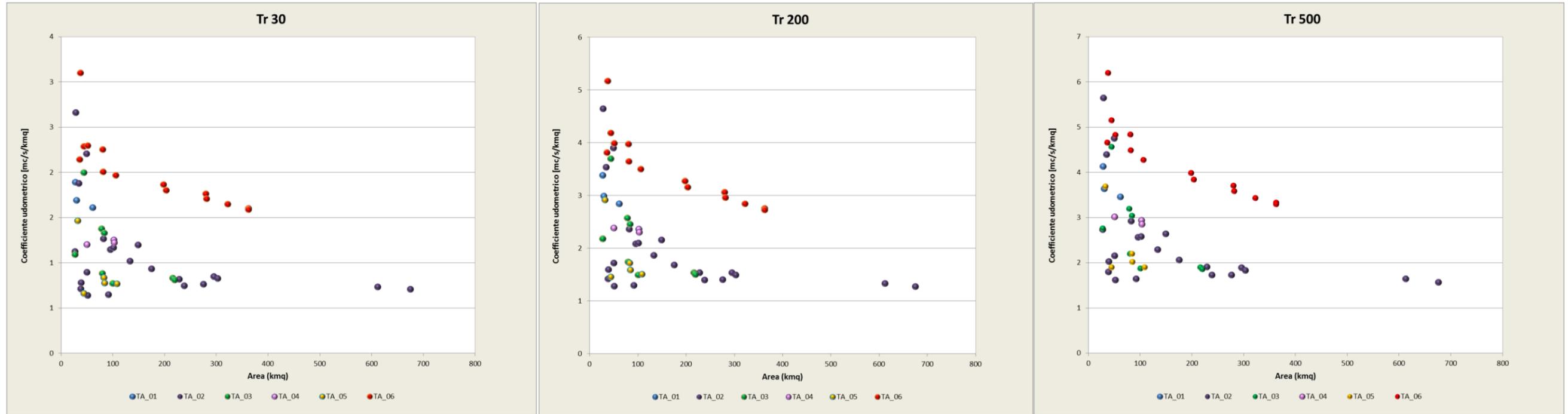


Figura 4.4- Coefficienti udometrici per i bacini dell'unità fisiografica dell'Arco Ionico riferiti ai tempi di ritorno di 30,200 e 500 anni

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

Modellazione idraulica – V

ALLEGATI



- 5.1.1 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lato - TAV.1
- 5.1.2 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lato - TAV.2
- 5.1.3 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lato - TAV. 3
- 5.2.1 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lenne - TAV. 1
- 5.2.2 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Lenne - TAV. 2
- 5.3.1 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Patemisco
- 5.4.1 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Tara - TAV.1
- 5.4.2 – Risultanze schematismo 1D, T200, Fiume Tara - TAV. 2
- 5.5.1 – Risultanze schematismo 1D, T200, Canale d'Aiedda - TAV.1
- 5.5.2 – Risultanze schematismo 1D, T200, Canale d'Aiedda - TAV.2
- 5.5.3 – Risultanze schematismo 1D, T200, Canale d'Aiedda - TAV. 3
- 5.5.4 – Risultanze schematismo 2D, T200, Canale d'Aiedda – Aiedda_1
- 5.5.5 – Risultanze schematismo 2D, T200, Canale d'Aiedda – Aiedda_7

ARCHIVIO DIGITALE



```
\SCHEDARIO MODELLI
\CODICE_CORSO D'ACQUA
  \AREE_2D\Aree_2d (shp)
  \ATTRAV_IDRA\AttravIdr (shp)
  \CRITICITA'
  Attraversamenti_critici (shp)
  Interventi (shp)
  \DEM\Dem Lidar (raster)
  \HEC-RAS
  \IDROLOGIA
    \BACINI\Bacini (shp)
    \IDROGRAMMI\IDRO30,200,500 (txt)
    REPORT30,200,500 (xls)
    SezioniQ (shp)
  \MANNING\Manning_1D_n_max,min,norm (txt)
  \OUTPUT_1D\d30,200,500 e v30,200,500 (raster)
  \OUTPUT_2D\AREA_2D\d30,200,500 e v30,200,500 (raster)
  \PreRAS\ (mdb)
  \RETICOLO_25_KMQ\net_25kmq (shp)
  \TUFLOW\modelli (zip)
  \UdS\UdS (shp)
```



Obiettivo di questa fase è la modellazione del comportamento idraulico dei corsi d'acqua oggetto dello studio, in diverse condizioni di moto, attraverso l'ausilio di opportuni codici di calcolo, anche bidimensionale, preventivamente selezionati e sperimentati. Viene quindi dapprima fornita una descrizione teorica dei modelli mono e bidimensionali utilizzati.

Successivamente sono rappresentati i modelli realizzati per i corsi d'acqua indicati nel capitolo II. I paragrafi, ognuno dei quali è relativo a ciascuno dei corsi d'acqua oggetto di studio, si compongono dell'indicazione delle condizioni al contorno, ovvero le portate idriche per i diversi tempi di ritorno, e dei parametri di scabrezza, nonché dell'analisi delle risultanze dei modelli mono e bidimensionali, sia in termini di valutazione dell'efficienza idraulica delle opere di attraversamento delle reti viarie, che in termini di valutazione delle aree a rischio.

5.0 INTRODUZIONE

In questo capitolo è descritta l'attività di modellazione idraulica, dedicata all'implementazione dei modelli numerici con schematismo monodimensionale e bidimensionale, operata in funzione delle peculiarità del territorio e delle esigenze specifiche di analisi e rappresentazione, con il fine ultimo di individuare le criticità connesse all'assetto idraulico del territorio.

Nello specifico è stato indagato il comportamento idraulico dei corsi d'acqua che attraversano aree caratterizzate dalla presenza di elementi esposti significativi e di dettagliati dati topografici all'avvio delle attività di modellazione. La necessità di avere a disposizione accurati modelli digitali del terreno è legata al ruolo fondamentale che la morfologia del terreno riveste nella comprensione, modellazione ed analisi della propagazione dei deflussi.

Si precisa inoltre che la modellazione idraulica bidimensionale, laddove quella monodimensionale è risultata essere poco rappresentativa, è stata trascurata per quei tratti di reticolo ove sono attualmente in corso studi da parte di questa Autorità per l'aggiornamento del PAI o sono stati recentemente svolti studi, le cui proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica sono state approvate e sono ricomprese nel vigente PAI.

Gli studi qui condotti sono da ritenersi validi per le finalità del presente lavoro, mentre non hanno valenza di studi definitivi per l'aggiornamento delle perimetrazioni del PAI – assetto idraulico. Essi infatti sono coerenti con i principi della Relazione di Piano, tuttavia necessitano di ulteriori approfondimenti, quali ad esempio rilievi di maggiore dettaglio e verifiche sul campo, secondo le accurate modalità proprie della Segreteria Tecnica Operativa.

I rilievi alla base della modellistica idraulica (sia per la definizione della morfologia dei corsi d'acqua che della geometria degli attraversamenti) derivano dai dati acquisiti dall'Autorità di Bacino così come descritti nel capitolo II, ovvero rilievi LIDAR e rilievi delle opere di attraversamento idraulico realizzati appositamente per il presente studio. Non si esclude dunque che alcune delle problematiche di sicurezza idraulica che ne emergono siano già state oggetto di analisi con l'individuazione di progetti di mitigazione del rischio, sulla quale questa Autorità ha espresso un proprio parere di competenza, ma che di fatto non hanno ancora prodotto una risolutiva modifica dello stato dei luoghi. Si ritiene invece opportuno non condurre analisi idrauliche laddove i rilievi in possesso risultano difforni dalla conoscenza dei luoghi (stato di fatto o in evoluzione per effetti di progetti in corso) disponibile nel periodo di riferimento mediano tra le date di inizio e conclusione delle attività di redazione.

Per ciascun bacino esaminato, al fine di fornire una descrizione esaustiva del modello idraulico realizzato, sono presentati sei sottoparagrafi, illustrati con maggior dettaglio a seguire, contenenti i) la descrizione geografica e morfologica del bacino, ii) le scelte legate al parametro di scabrezza, iii) le portate idrologiche del modello, iv) lo schematismo idraulico adottato per la rappresentazione della pericolosità idraulica, v) l'analisi delle opere di attraversamento idraulico e vi) le criticità urbane ed industriali individuate dalle risultanze del modello.

1. Descrizione geografica e morfologica

Si descrive il corso d'acqua in relazione alle sue caratteristiche morfologiche e al suo sviluppo sui territori comunali della provincia di Taranto.

2. Scabrezza

Sono rappresentate le caratteristiche di uso del suolo con relativa documentazione fotografica, al fine di avere rapida contezza della resistenza al flusso negli alvei e nelle aree contermini oggetto di analisi. In generale si è adottato, tra i valori proposti al paragrafo 3.2.3, quello relativo alla condizione media, ai fini di adottare cautela nei confronti di entrambe le due grandezze idrodinamiche esaminate, considerando che un indice di Manning più basso, rappresentativo di una resistenza al flusso minore, determina una riduzione dei tiranti idrici con contestuale aumento della velocità di scorrimento; mentre un indice di Manning più alto, rappresentativo di una resistenza al flusso maggiore, determina l'effetto opposto. La scelta del valor medio dell'indice di Manning appare tanto più ponderata, rispetto ad una scelta di maggior cautela in relazione all'estensione delle aree a pericolosità idraulica, se si considera che la resistenza massima al flusso, che giustificerebbe l'adozione dell'indice di Manning di valore massimo, è in generale offerta quando lo stato vegetativo è più denso, condizione che si verifica solitamente nei

periodi estivo-primaverili, quando l'occorrenza di eventi precipitativi estremi è ridotta rispetto alle altre stagioni.

3. Portate

Si riportano le portate di piena per le varie sezioni di chiusura esaminate lungo il corso d'acqua, indicate nelle cartografie allegate (da 5.1.1 a 5.5.5). Nel dettaglio la tabella riporta tutti i parametri geoidromorfologici che concorrono alla stima idrologica, oltreché l'individuazione delle sezioni del modello idraulico utilizzate come condizioni al contorno corrispondenti. E' inoltre rappresentato l'andamento del coefficiente udometrico in funzione dell'area contribuente per i differenti tempi di ritorno, al fine di ottenere una stima rapida di prima approssimazione delle portate nelle varie sezioni di chiusura lungo il reticolo del bacino idrografico.

4. Schematismo idraulico

E' indicata la tipologia di modellistica idraulica adottata, in funzione delle caratteristiche morfologiche dell'area esaminata. In particolare si rappresenta che i modelli numerici adoperati sono a fondo fisso (validi per pendenze di fondo non troppo elevate, non superiori al 10%). Una descrizione degli schematismi idraulici monodimensionali e bidimensionali è offerta ai sottoparagrafi 5.0.1 e 5.0.2. Si precisa inoltre che lo schematismo 1D è accoppiato ad un regime di moto permanente, mentre lo schematismo 2D ad un regime di moto vario. Nello specifico nelle cartografie allegate (da 5.1 a 5.11) sono riportate le risultanze delle simulazioni idrauliche, condotte con schematismo 1D, nonché individuate le aree che necessitano l'adozione di una modellistica 2D. Queste aree sono elencate in una tabella, in cui sono specificate, nei diversi campi, a) le ragioni che determinano la necessità dell'utilizzo del bidimensionale, b) la tipologia degli esposti nell'area e c) la priorità della redazione di uno studio bidimensionale. In quest'ultimo campo si assegna valore 0 a quelle aree dove, pur non essendo corretto l'utilizzo dello schematismo 1D, non risulta necessario un elevato dettaglio di rappresentazione della pericolosità idraulica; il valore 0.5 è associato a quelle aree dove è necessaria una modellistica idraulica bidimensionale al fine di determinare correttamente l'estensione delle aree allagate e delle grandezze idrodinamiche in gioco; mentre il valore 1 è assegnato quando la modellistica bidimensionale diviene fondamentale per l'individuazione delle opere necessarie alla messa in sicurezza dove sono presenti esposti di natura rilevante. Le simulazioni idrauliche in campo bidimensionale, di più complessa applicazione rispetto al monodimensionale, sono state quindi condotte in aree con priorità pari a 1 e 0.5.

5. Analisi delle opere di attraversamento idraulico

Si analizzano nel dettaglio le opere di attraversamento idraulico delle infrastrutture viarie oggetto del censimento, essendo tali intersezioni con il reticolo idrografico punti di particolare criticità. La vulnerabilità dei ponti è valutata in relazione al loro comportamento idraulico in regime di piena, classificato schematicamente in luce di sbocco non sommerso, sbocco sommerso e sormonto. Non è invece condotta alcuna valutazione sulla vulnerabilità strutturale o legata a fenomeni di permeazione, erosione o trasporto, la quale non attiene alle competenze del presente studio. Non è possibile escludere dunque che attraversamenti ritenuti verificati possano determinare situazioni di criticità diverse da quelle qui esaminate.

NOTA: Gli attraversamenti classificati come NC, qualora non verificati, sono stati anch'essi oggetto di classificazione per la successiva fase di valutazione preliminare degli interventi.

6. Criticità urbane / industriali

Si offre una rapida descrizione delle criticità evidenziate in relazione alla sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica con le infrastrutture viarie e gli insediamenti residenziali e produttivi.

Per ciascun corso d'acqua sono riportati nelle cartografie allegate le risultanze degli studi idraulici, in termini di massimo valore del tirante idrico, relativo allo scenario con tempo di ritorno di 200 anni – di riferimento per la sicurezza idraulica -, con individuazione contestuale delle sezioni di inserimento delle portate, del regime idraulico degli attraversamenti e delle aree che necessitano di schematismo di tipo 2D. In [ALL_5_MODELLI_IDRAULICI] sono invece allegate le risultanze complete prodotte, ovvero le mappe raster di tiranti idrici e delle velocità di scorrimento per gli scenari aventi tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni, oltreché i modelli Hec-Ras realizzati e tutti gli elementi utili alla definizione degli studi idrologico-idraulici.

5.0.1 Schematismo 1D e 2D

I modelli matematici per la rappresentazione dei fenomeni di propagazione delle piene possono essere ad una oppure a due dimensioni. Nei modelli monodimensionali il sistema è rappresentato da una serie di sezioni trasversali, che si sviluppano tra alveo e golena, all'interno delle quali i tiranti idrici e le velocità di scorrimento sono assunte in ogni punto costanti. I modelli idraulici bidimensionali sono capaci di considerare, a differenza dei monodimensionali, anche le componenti della velocità ortogonali alla direzione dell'asse dell'alveo e quindi in grado di descrivere fenomeni di flusso che si sviluppano nel piano, fornendo in ogni punto la direzione e l'intensità della velocità media sulla verticale.

Il territorio carsico pugliese è caratterizzato da tratti a morfologia definita, alternati a zone in cui invece non è possibile definire univocamente la direzione di flusso. Per tale ragione è opportuno accoppiare schemi di calcolo idraulici monodimensionali a schemi di tipo bidimensionale.

Per lo sviluppo della modellistica di tipo monodimensionale è stato scelto il software HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineering, di comprovata affidabilità e di distribuzione gratuita. Per la modellistica di tipo bidimensionale ci si è avvalsi del codice di calcolo noto con l'acronimo di TUFLOW (Two-dimensional Unsteady FLOW) della BMT WBM, con interfaccia SMS v.10.0, commercializzato dalla Aquaveo Llc, di cui l'Autorità di Bacino della Puglia ha acquisito regolare licenza d'uso nell'ambito del progetto. Essendo l'HEC-RAS un codice di calcolo largamente utilizzato a livello mondiale e del quale è possibile reperire in maniera libera ogni informazione, nel sottoparagrafo successivo verrà offerta una completa descrizione del solo codice di calcolo TUFLOW.

5.0.2 Il modello di calcolo TUFLOW

La definizione della pericolosità idraulica è stata operata, laddove necessario, mediante l'utilizzo di un modello di calcolo idraulico bidimensionale in grado di definire componenti della velocità ortogonali alla direzione dell'asse principale del corso d'acqua e quindi di descrivere fenomeni di moto che si sviluppano nel piano x-y, fornendo in ogni punto la direzione e l'intensità della velocità mediata nella direzione verticale z.

Il modello utilizzato è noto con l'acronimo di TUFLOW (Two-dimensional Unsteady FLOW) della BMT WBM, con interfaccia SMS v.10.0, commercializzato dalla Aquaveo Llc, di cui l'Autorità di Bacino della Puglia ha acquisito regolare licenza d'uso. Tale strumento è tra i più moderni ed efficienti codici di calcolo nel campo dell'idrodinamica.

Il TUFLOW è specifico per le simulazioni idrauliche bidimensionali delle correnti a superficie libera e risulta quindi atto a descrivere comportamenti idrodinamici in ambienti come aree costiere, estuari, fiumi, pianure alluvionali e aree urbane, dove le complesse direzioni di flusso non sono correttamente rappresentabili mediante i tradizionali modelli monodimensionali.

Il modello è stato sviluppato da una ricerca congiunta tra la WBM Oceanics Australia e l'Università del Queensland nel 1990. Nato come modello idraulico puramente bidimensionale, oggi incorpora anche le funzionalità del sistema ESTRY, basato sulle equazioni complete monodimensionali, ed implementa il legame dinamico 1D/2D, che offre al modello maggiore versatilità e stabilità. Il TUFLOW è stato inoltre sottoposto a diversi ed intensi test di validazione, che ne certificano l'affidabilità.

Altre caratteristiche, che hanno determinato la sua scelta da parte di questa Autorità, sono la rappresentazione di domini multipli 2D, la rappresentazione delle strutture idrauliche 1D e 2D, la simulazione delle correnti supercritiche 1D e 2D, l'interfaccia con il GIS e gli accurati strumenti di controllo della qualità degli output.

Da un punto di vista analitico, il TUFLOW fornisce le soluzioni delle equazioni monodimensionali e bidimensionali delle acque basse (o Shallow Water), conosciute anche come equazioni complete di De Saint Venant, utilizzate per simulare la propagazione dell'onda nelle correnti a superficie libera.

Tali equazioni derivano dalle equazioni di Navier-Stokes e sono impiegate per modellare onde lunghe, come quelle delle alluvioni e delle onde oceaniche, in quanto si basano sull'ipotesi che la componente orizzontale della velocità sia uniforme lungo la verticale e sull'ipotesi di assenza di accelerazione verticale (ipotesi di distribuzione idrostatica delle pressioni), assunzioni valide dove la dimensione dell'onda è maggiore di quella del tirante idrico.

Le equazioni di shallow water valide in campo bidimensionale sono descritte dalle equazioni differenziali parziali della continuità della massa e della conservazione della quantità di moto nella direzione X, parallela all'asse dell'alveo, e Y, normale all'asse dell'alveo, in moto vario::

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{Eq. continuità}) \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - c_f v + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + g u \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} - \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = F_x \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + c_f u + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + g v \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} - \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = F_y \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (\text{Eq. moto lungo X}) \\ (\text{Eq. moto lungo Y}) \end{array}$$

dove ζ = elevazione del pelo libero
 u e v = componenti della velocità mediate lungo la verticale nelle direzioni X e Y
 H = tirante del pelo libero
 t = tempo
 x e y = distanze nelle direzioni X e Y
 c_f = coefficiente della forza di Coriolis
 C = coefficiente di Chezy
 μ = coefficiente di viscosità
 p = pressione atmosferica
 ρ = densità dell'acqua
 F_x e F_y = somma delle componenti delle forze esterne nelle direzioni X e Y

In riferimento all'equazione del moto sia lungo la direzione X sia lungo Y, si precisa quanto segue.

I primi tre termini rappresentano i termini inerziali e più precisamente il primo dà conto dell'inerzia locale, mentre il secondo e il terzo rappresentano quella convettiva.

Il quarto termine rappresenta la forza di Coriolis. Questa è una forza apparente, legata all'accelerazione generata dalla rotazione terrestre ed, in termini matematici, ha la forma seguente:

$$F_C = -2m\omega \times v$$

ove m è la massa del corpo che si muove con velocità v rispetto al sistema di riferimento rotante con velocità angolare ω . Esplicitando la dipendenza dell'angolo α , formato dall'asse di rotazione del sistema di riferimento con la direzione della velocità del corpo, l'intensità della forza vale:

$$F_C = 2m\omega v |\sin \alpha| = c_f \cdot v$$

Con riferimento alle simulazioni condotte, si precisa che tale termine è stato considerato pari a 0.

Il quinto termine rappresenta la variazione del pelo libero nella direzione considerata.

Il sesto termine è la pendenza della linea dell'energia come determinata dalla resistenza al contorno.

Il coefficiente C è determinato mediante l'equazione di Manning, che lo pone in relazione con un indice di scabrezza n e con il raggio idraulico R , ovvero con la scabrezza relativa dell'alveo:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

Il settimo termine rappresenta la pendenza della linea dell'energia legata agli sforzi tangenziali di natura viscosa, che determinano la resistenza allo scorrimento. In condizioni di turbolenza, quali quelle in esame, il fenomeno di scambio e dissipazione energetica per sforzo tangenziale interno è convenzionalmente determinato con una struttura matematica analoga a quello tipico del caso laminare, nel quale al parametro di viscosità dinamica si sostituisce la eddy viscosity o coefficiente di scambio turbolento, il cui valore è tra 100 e 1000 volte quello del coefficiente di viscosità dinamica ($1.12 \cdot 10^{-3}$ Nm⁻²s). Tale parametro è formulato nel TUFLOW con due metodi alternativi. Il primo fissa per tale parametro un valore costante, nei casi in cui la dimensione delle celle di calcolo è maggiore di quella del tirante della corrente idrica. Il secondo metodo è un'approssimazione della formulazione di Smagorinsky, da utilizzare quando la dimensione delle celle è prossima o minore del tirante della corrente idrica e la cui espressione è la seguente:

$$\mu = C_s \sqrt{A_c} \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2$$

nella quale A_C è l'area della cella e C_S il coefficiente di Smagorinsky, convenzionalmente posto pari a 0.2.

L'ottavo termine rappresenta il gradiente della pressione barometrica. In riferimento alle simulazioni idrauliche condotte, si precisa che tale termine è stato considerato pari a 0.

Il nono termine rappresenta infine tutte le forze esterne non esplicitate in precedenza (es. forza del vento). In riferimento alle simulazioni idrauliche condotte, si precisa che tale termine è stato considerato pari a 0.

La soluzione completa delle equazioni delle acque basse (Shallow Water Equations) si basa sull'algoritmo di Stelling (1984), fondato sul metodo implicito alle differenze finite a direzioni alternate, così come documentato da Syme (1991). La procedura computazionale, riportata in seguito, si divide in 2 fasi, ognuna delle quali comporta 2 step, che richiedono la soluzione di una matrice diagonale di terzo ordine.

<u>STAGE - I</u>	<i>1° Step</i>	Risolve l'equazione del moto nella direzione Y per la velocità v , utilizzando un metodo iterativo, che richiede 2 sweeps. Per il primo sweep, il calcolo procede colonna per colonna nella direzione Y. Se il segno di tutte le velocità nella direzione X è lo stesso, il secondo sweep non è necessario, altrimenti il calcolo è ripetuto nella direzione opposta.
	<i>2° Step</i>	Determina il tirante e la velocità u attraverso la soluzione delle equazioni di continuità e di moto nella direzione X. Nell'equazione di continuità viene esplicitato il termine della velocità in funzione dell'equazione di moto. Si determina così il tirante, che viene poi introdotto nell'equazione di moto per ricavare la componente della velocità. Questo processo è ripetuto per 2 iterazioni. Diversi test hanno mostrato che ci sono pochi benefici ad utilizzare più di 2 iterazioni.
<u>STAGE - II</u>		Il secondo stage procede nella stessa maniera dello stage 1, ma nel primo step si utilizza l'equazione del moto della direzione x e nel secondo step sono impiegate l'equazione di continuità e l'equazione del moto nella direzione Y.

5.0.3 La pericolosità idraulica relativa

Il PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia individua quali aree a pericolosità idraulica le porzioni di territorio caratterizzate da uguale probabilità di inondazione, che, in accordo con la vigente normativa nazionale di settore, corrispondono ai tempi di ritorno della piena di riferimento pari a 30, 200 e 500 anni.

Tabella 5.1 – Pericolosità di inondazione in funzione del tempo di ritorno dell'evento straordinario di riferimento

Tempo di ritorno	Pericolosità di Inondazione
30	AP – Alta Pericolosità
200	MP – Media Pericolosità
500	BP – Bassa Pericolosità

Questa impostazione si basa sulla consolidata assunzione che un evento di inondazione sia tanto più pericoloso quanto più è frequente. Tale approccio risulta valido dove il flusso è confinato in un alveo morfologicamente definito e quindi l'estensione dell'impronta al suolo della piena di riferimento, con tempo di ritorno assegnato, è sufficiente a definirne la pericolosità. Tuttavia è possibile che a morfologie in cui il flusso risulta concentrato, si alternino porzioni di territorio in cui si determina l'inondazione di vaste aree con tiranti e velocità talora di bassa entità. Da ciò deriva l'opportunità di valutare la pericolosità idraulica non solo in funzione della probabilità di accadimento dell'evento, ma anche in funzione all'entità massima di tiranti idrici e velocità di scorrimento. La rilevanza del problema appare evidente nella pianificazione, nell'ottica di garantire, nel rispetto del naturale assetto idrogeomorfologico e del corretto funzionamento idraulico, l'esigenza dell'uomo di utilizzare il territorio.

I modelli idraulici consentono la determinazione delle grandezze idrodinamiche necessarie ai fini di una più dettagliata caratterizzazione della pericolosità idraulica, la cui rappresentazione è peraltro richiesta dalla direttiva europea 2007/60/CE e del relativo decreto di attuazione D.Lgs 49/2010. Si propone dunque una metodologia di mappatura delle aree a diversa pericolosità idraulica basata non solo sulla probabilità dell'evento di piena straordinario (pericolosità assoluta), ma anche sull'entità delle grandezze idrodinamiche in gioco (pericolosità relativa), onde evitare la sovrastima sistematica di fenomeni in realtà poco pericolosi.

In particolare, si valuta l'entità dei massimi tiranti idrici e delle velocità di scorrimento che si realizzano nelle aree inondabili con assegnato tempo di ritorno. I valori dei tiranti idrici e della velocità sono quelli massimi che si possono realizzare nell'area durante l'evoluzione della piena. Tale assunzione è cautelativa e di semplice applicazione e verifica; tuttavia, poiché, i valori massimi di tirante e velocità in un punto, in generale, non si verificano contestualmente durante l'evoluzione della inondazione, possono in alternativa essere utilizzati i valori massimi del tirante idrico accoppiati ai contestuali valori di velocità.

Per tali grandezze fondamentali devono essere determinate le soglie caratteristiche per la discriminazione di classi di diversa pericolosità relativa. Il criterio fondamentale assunto come riferimento per l'individuazione dei valori limite per la definizione dei gradi di pericolosità relativa è basato sulla determinazione di soglie idrodinamiche fondate sul concetto di spinta tollerabile di una corrente, sulla base degli studi condotti dal prof. R. Rosso del Politecnico di Milano. L'applicazione di tale criterio porta alla definizione della relazione tirante idrico – velocità di scorrimento associato ad una spinta assegnata condizionata dall'energia specifica (figura 5.1), definita dalla seguente equazione:

$$S = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 + \rho \cdot h \cdot v^2$$

dove γ e ρ sono rispettivamente il peso specifico [N/m^3] e la densità del fluido [Kg/m^3], h il tirante idrico [m] e v la velocità di scorrimento [m/s]. In merito ai valori di spinta tollerabile, in base ai risultati sperimentali e alle diverse prescrizioni ricavabili dalla letteratura, con particolare riferimento alla stabilità degli individui, alla resistenza delle infrastrutture e degli edifici e alla mobilitazione degli autoveicoli in condizioni di inondazione, è stato assunto il valore di 1500 N/m quale rappresentativo della bassa pericolosità, mentre al superamento di un valore di circa 2500 N/m , si realizzano invece condizioni di alta pericolosità [AdBLiguria, 2005].

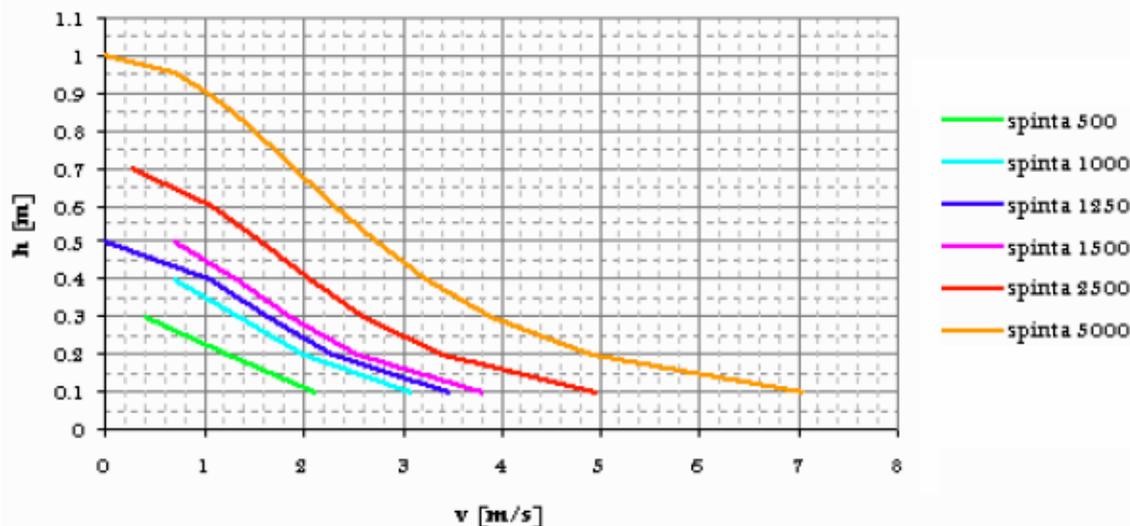


Figura 5.1 – Spinta idraulica di una corrente in funzione dell'altezza idrica e della velocità di scorrimento

Ne consegue, ai fini applicativi, che le coppie di valori tirante idrico - velocità di scorrimento inferiori alla soglia indicata dalla spinta di 1500 N/m sono individuate come ricadenti in condizioni di bassa pericolosità relativa, mentre le coppie di valori superiori a tale soglia ricadono in condizioni di alta pericolosità relativa, essendo la zona compresa tra le spinte di 1500 N/m e di 2500 N/m non definibile con certezza e quindi assimilata ad alta pericolosità relativa (v. figura 5.2). Le soglie di riferimento delle coppie di valori tirante idrico e velocità di scorrimento, per la individuazione delle condizioni di bassa e alta pericolosità relativa, indipendentemente quindi dal tempo di ritorno dell'evento che li ha prodotti, sono riportate in tabella 5.2.

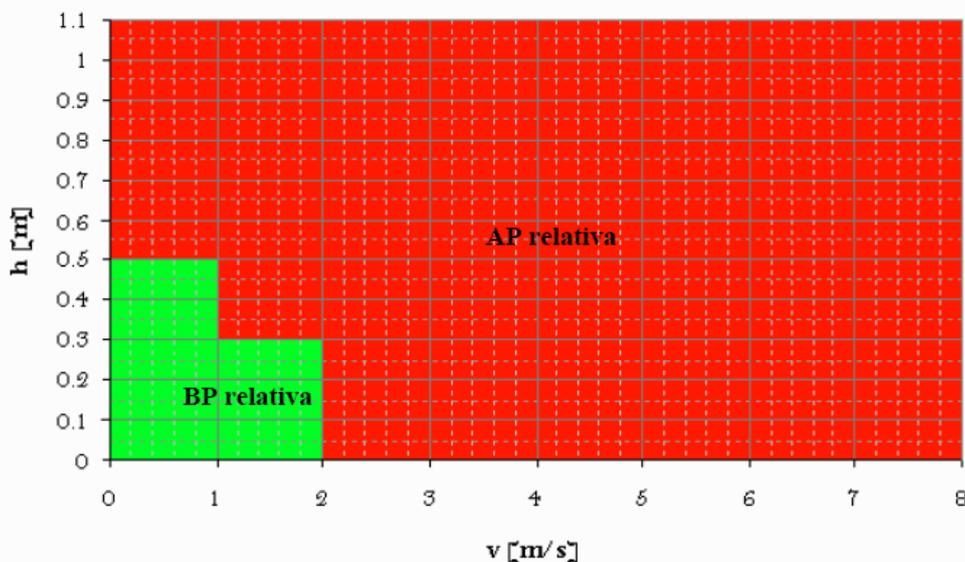


Figura 5.2 – Definizione dell'alta e bassa pericolosità relativa in funzione dei tiranti idrici h e della velocità di scorrimento v

Tabella 5.2 – Soglie di pericolosità relativa in termini di tirante idrico condizionato dalla velocità di scorrimento

Condizioni di velocità di scorrimento	Condizioni di tirante idrico	
	BP relativa	AP relativa
$v < 1 \text{ m/s}$	$H < 0.5 \text{ m}$	$H \geq 0.5 \text{ m}$
$1 \text{ m/s} \leq v < 2 \text{ m/s}$	$H < 0.3 \text{ m}$	$H \geq 0.3 \text{ m}$
$v \geq 2 \text{ m/s}$	/	$H > 0 \text{ m}$

Partendo quindi dalla valutazione congiunta dei massimi tiranti e delle massime velocità di scorrimento risultanti dagli studi idraulici condotti per i differenti tempi di ritorno, si definisce la pericolosità idraulica relativa per ogni tempo di ritorno. Per ultimo la pericolosità relativa viene incrociata con i tempi di ritorno degli eventi, per determinare la pericolosità assoluta secondo il criterio di seguito schematizzato e riportato in tabella 5.3:

- all'interno delle aree inondabili con tempo di ritorno di 30 anni (ex alta pericolosità di inondazione) si individuano, sulla base dei risultati delle simulazioni in termini di altezze idriche e velocità di scorrimento, sottozone ad alta pericolosità relativa e sottozone a bassa pericolosità relativa; mentre le prime sono associate ad un'alta pericolosità, le seconde sono declassate in media pericolosità;
- all'interno delle aree inondabili con tempo di ritorno di 200 anni (ex media pericolosità di inondazione) si individuano, sulla base dei risultati delle simulazioni in termini di altezze idriche e velocità di scorrimento, sottozone ad alta pericolosità relativa e sottozone a bassa pericolosità relativa; mentre le prime sono associate ad una media pericolosità, le seconde sono declassate in bassa pericolosità;
- le aree inondabili con tempo di ritorno di 500 anni restano definite come a bassa pericolosità di inondazione, indipendentemente dai tiranti e dalle velocità.

L'applicazione di tale metodologia di mappatura della pericolosità idraulica deve basarsi sui risultati di studi idraulici di dettaglio, che permettono di determinare affidabilmente, oltre alla perimetrazione delle aree inondabili, anche l'entità di tiranti idrici e velocità di scorrimento che si realizzano. Per tale ragione è opportuno associare alla stima delle grandezze idrodinamiche la loro incertezza.

Tabella 5.3 – Definizione della pericolosità idraulica in funzione della pericolosità relativa e del tempo di ritorno

Pericolosità relativa Tempo di ritorno	Alta		Bassa	
	30	AP – Alta Pericolosità		MP – Media Pericolosità
200	MP – Media Pericolosità		BP – Bassa Pericolosità	
500	BP – Bassa Pericolosità			

Si riporta a seguire un esempio di applicazione su una porzione di territorio studiato attraverso l'utilizzo di uno schematismo bidimensionale. Nell'immagine in figura 5.3 è riportata la rappresentazione delle aree di allagamento lungo il Canale d'Aiedda in termini di tiranti idrici con tempo di ritorno di 200 anni. I risultati riferiti a tutti i corsi d'acqua studiati sono riportati nelle cartografie allegate alla presente relazione (allegati 5.1.1-5.5.5).

In figura 5.4a è riportata la perimetrazione delle aree ad alta (tempo di ritorno=30 anni), media (tempo di ritorno=200 anni) e bassa (tempo di ritorno=500 anni) pericolosità secondo le vigenti norme del PAI; mentre in figura 5.4b è riportata la perimetrazione delle aree a pericolosità considerando non solo il tempo di ritorno dell'evento ma anche i valori di tirante idrico e velocità di scorrimento della corrente.

L'approccio culturale che sta alla base di quanto in precedenza esposto è in linea con le conoscenze di settore indicate nella letteratura tecnica recente. Tuttavia esso, pur significativo, appare non applicabile in via speditiva poiché confligge con le vigenti NTA del PAI e peraltro si riferisce, nell'esempio indicato, ad una porzione non trascurabile, ma comunque non maggioritaria del territorio di competenza dell'AdBP, quale è quella esaminata nel presente studio.

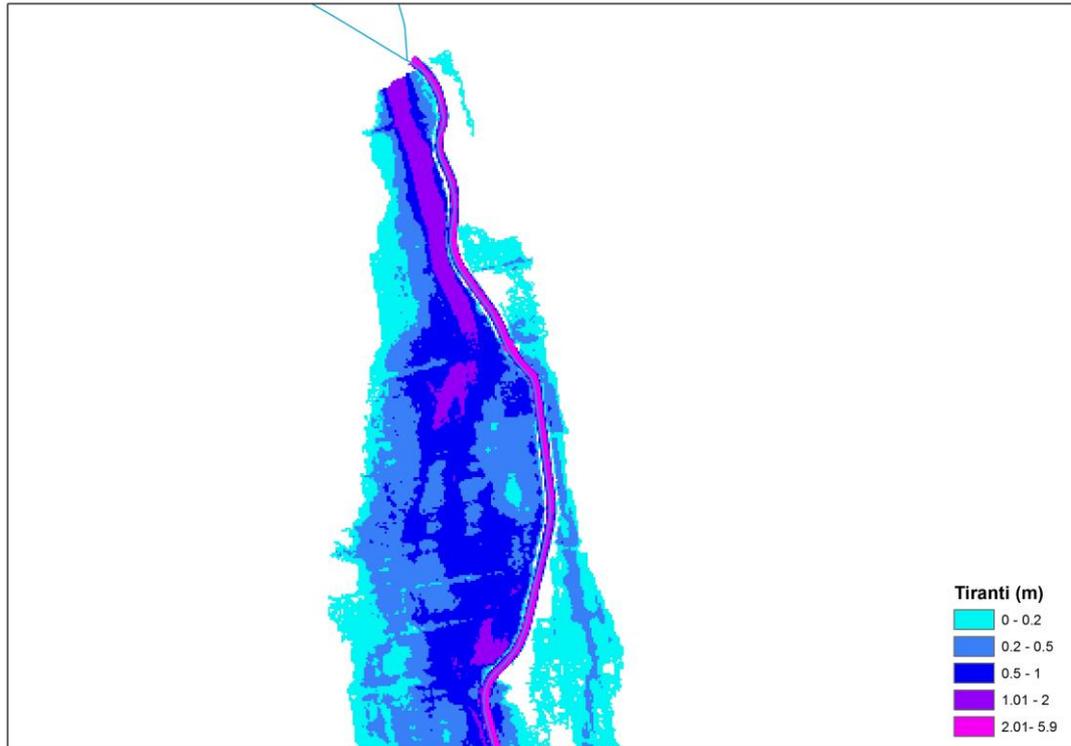


Figura 5.3 – Aree di allagamento espresse in termini di tiranti idrici

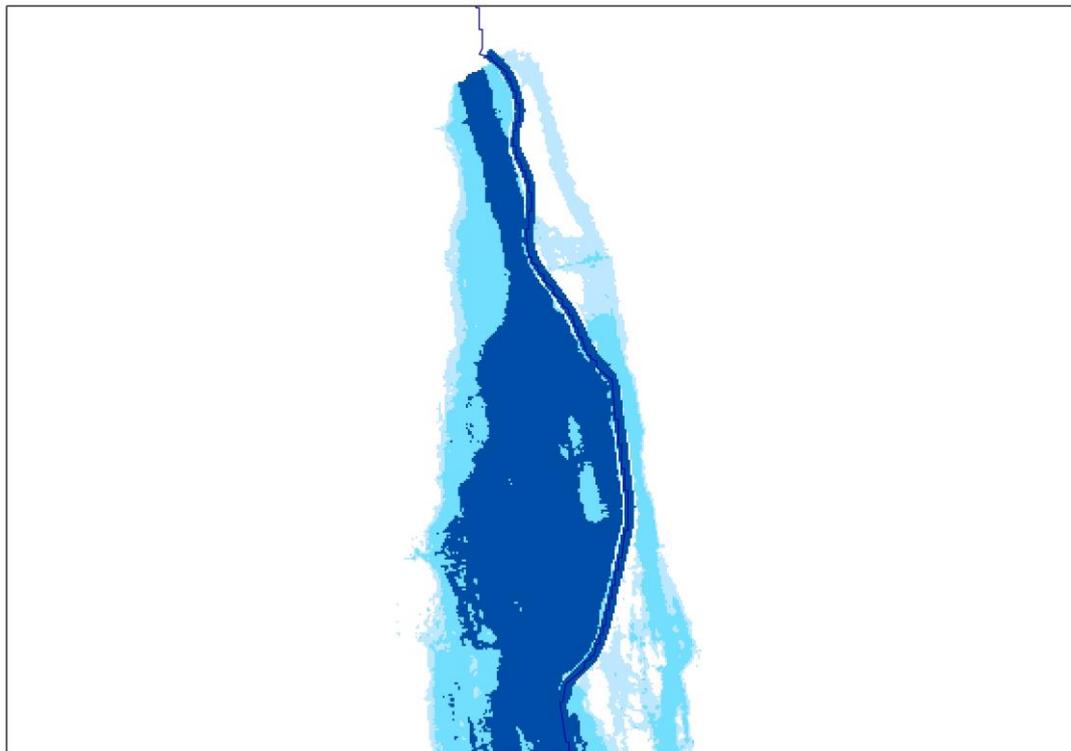


Figura 5.4a – Aree a diversa pericolosità idraulica secondo le vigenti norme del PAI

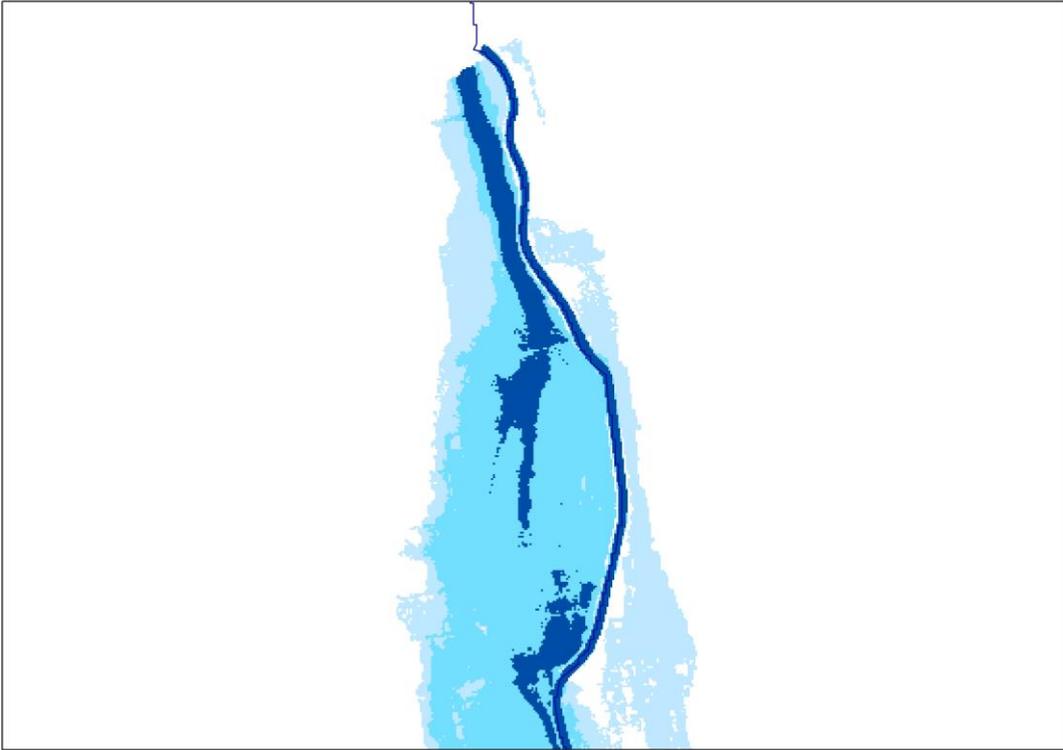


Figura 5.4b – Aree a diversa pericolosità idraulica sulla base della valutazione combinata del tempo di ritorno e delle grandezze idrodinamiche

5.1 FIUME LATO

5.1.1 Descrizione geografica e morfologica

Il bacino del Fiume Lato si estende per 675 km² e l'asta principale misura complessivamente circa 15 km. Tale asta attraversa, da monte a valle, i territori comunali di Castellaneta, Palagianello e Palagiano dove sfocia in mare in prossimità della torre costiera del Lato. I principali affluenti sono la Gravina di Castellaneta e la Gravina del Lauro in sinistra idraulica e la Gravina di Laterza. Il territorio attraversato dal Fiume Lato e dai suoi affluenti è caratterizzato dalla presenza di aree rurali, di zone boschive di elevata valenza naturalistica e di due centri abitati (Laterza e Castellaneta).

I caratteri morfologici ed idraulico-geometrici del Fiume Lato e delle Gravine sono variabili nello spazio in quanto si riscontrano cambiamenti sia della larghezza d'alveo che del confinamento in direzione trasversale. E' tuttavia sempre presente una superficie di alveo inciso con larghezza compresa tra 10 e 30 metri e altezza compresa tra 1 e 6 metri. Lungo il Fiume Lato si riscontra inoltre la presenza degli argini in sinistra e destra idraulica dall'intersezione con la Strada Provinciale n. 13 fino alla foce.

L'analisi idraulica ha riguardato solo la parte valliva del bacino essendo prive di rilievo Lidar le aree più a monte.

5.1.2 Scabrezza

I terreni attraversati dal Fiume Lato e dai suoi affluenti sono coltivati prevalentemente a seminativi per i quali, in accordo con i dettami del capitolo III, si è assunto un indice di Manning $n=0.04$. Sono presenti inoltre porzioni di territorio boscate in corrispondenza del tratto terminale del Fiume Lato e della parte iniziale della Gravina di Castellaneta. In tali aree si è utilizzato un indice di Manning $n=0.12$.

5.1.3 Portate

La portata alla foce del bacino idrografico del Fiume Lato, assunto quale riferimento un tempo di ritorno di 200 anni, è pari a circa 850 m³/s. I coefficienti udometrici lungo il corso del Fiume Lato assumono valori compresi tra 1.3 e 1.7. Un coefficiente udometrico maggiore (circa 3.5) è stato stimato lungo l'affluente Gravina del Lauro.

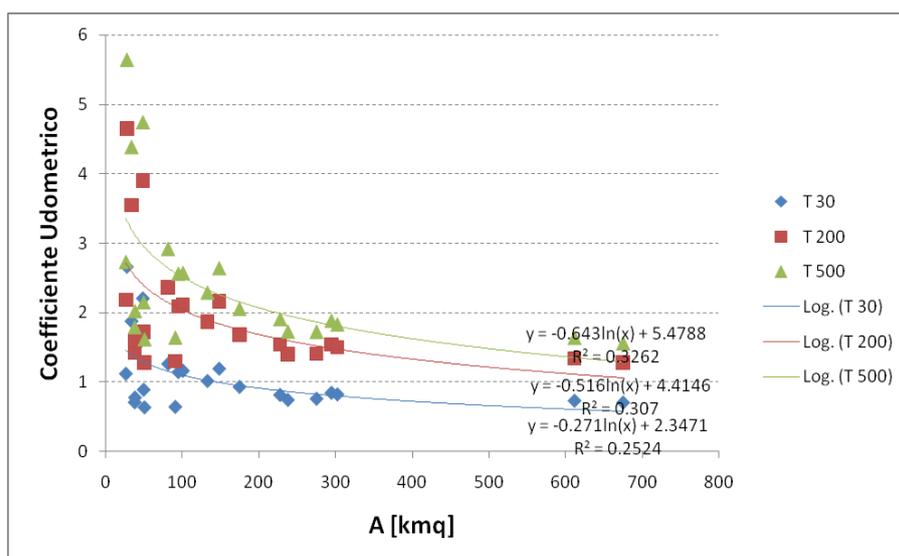


Figura 5.5 – Andamento del coefficiente udometrico del Fiume Lato



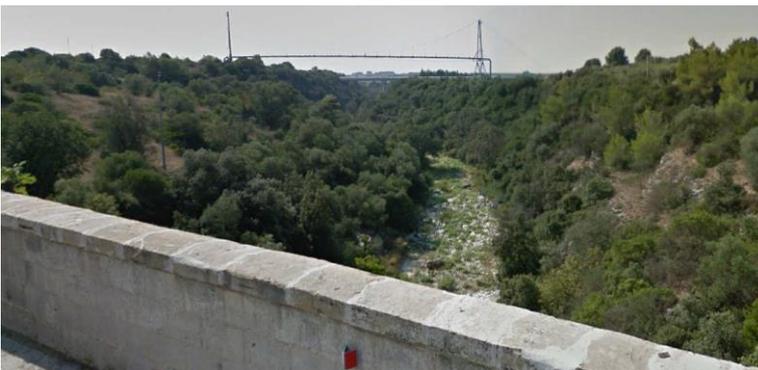
Seminativi
a valle della sezione 1722
TA02_1



Seminativi
a monte della sezione 1605
TA02_3



Seminativi
della sezione 4621
TA02_5



Boschi
a valle della sezione 11542
TA02_4

**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 - ARCO IONICO**

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE FIUME LATO																	T 30		T 200		T 500		INSERIMENTO	
Basin	Area[kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im[m/m]	iv[m/m]	L[km]	Ltot[km]	Lca[km]	tL[h]	tc[h]	D	CN	Urban[%]	zona	IdBasTot	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	station	river
3	175.01	387.23	514.87	81.81	0.01	0.054	43.68	191.64	16.21	9.43	15.71	1.019	71	2.26	5	TA02	163.54	0.93	294.88	1.68	360.64	2.06	6520	TA02_1
4	294.88	303.38	514.87	15.31	0.01	0.064	51.69	342.02	14.54	10.18	16.97	1.031	70	2.46	5	TA02	250.14	0.85	454.52	1.54	557.11	1.89	5556	TA02_3
5	34.19	196.81	412.72	24.58	0.026	0.088	14.91	38.45	4.98	3.13	5.21	0.984	71	4.13	5	TA02	64.21	1.88	121.17	3.54	150.14	4.39	2553	TA02_2
6	302.66	297.11	514.87	6.12	0.009	0.065	54.78	352.47	16.87	10.58	17.64	1.035	70	2.54	5	TA02	249.84	0.83	453.42	1.50	555.57	1.84	-	-
3	175.01	387.23	514.87	81.81	0.01	0.054	43.68	191.64	16.21	9.43	15.71	1.019	71	2.26	5	TA02	163.54	0.93	294.88	1.68	360.64	2.06	-	-
19	238.13	342.89	513.95	106.71	0.011	0.044	37.4	275.07	10.83	10.54	17.57	1.052	66	2.28	5	TA02	177.71	0.75	333.26	1.40	412.41	1.73	13357	TA02_4
20	275.46	318.86	513.95	18.64	0.011	0.05	45.76	325.02	15.46	11.02	18.37	1.039	68	3.21	5	TA02	210.20	0.76	387.38	1.41	476.75	1.73	7427	TA02_4
21	675.32	267.24	514.87	-1.44	0.008	0.054	63.96	803.15	21.34	13.14	21.91	1.035	70	3.12	5	TA02	478.57	0.71	862.68	1.28	1056.05	1.56	6199	TA02_5

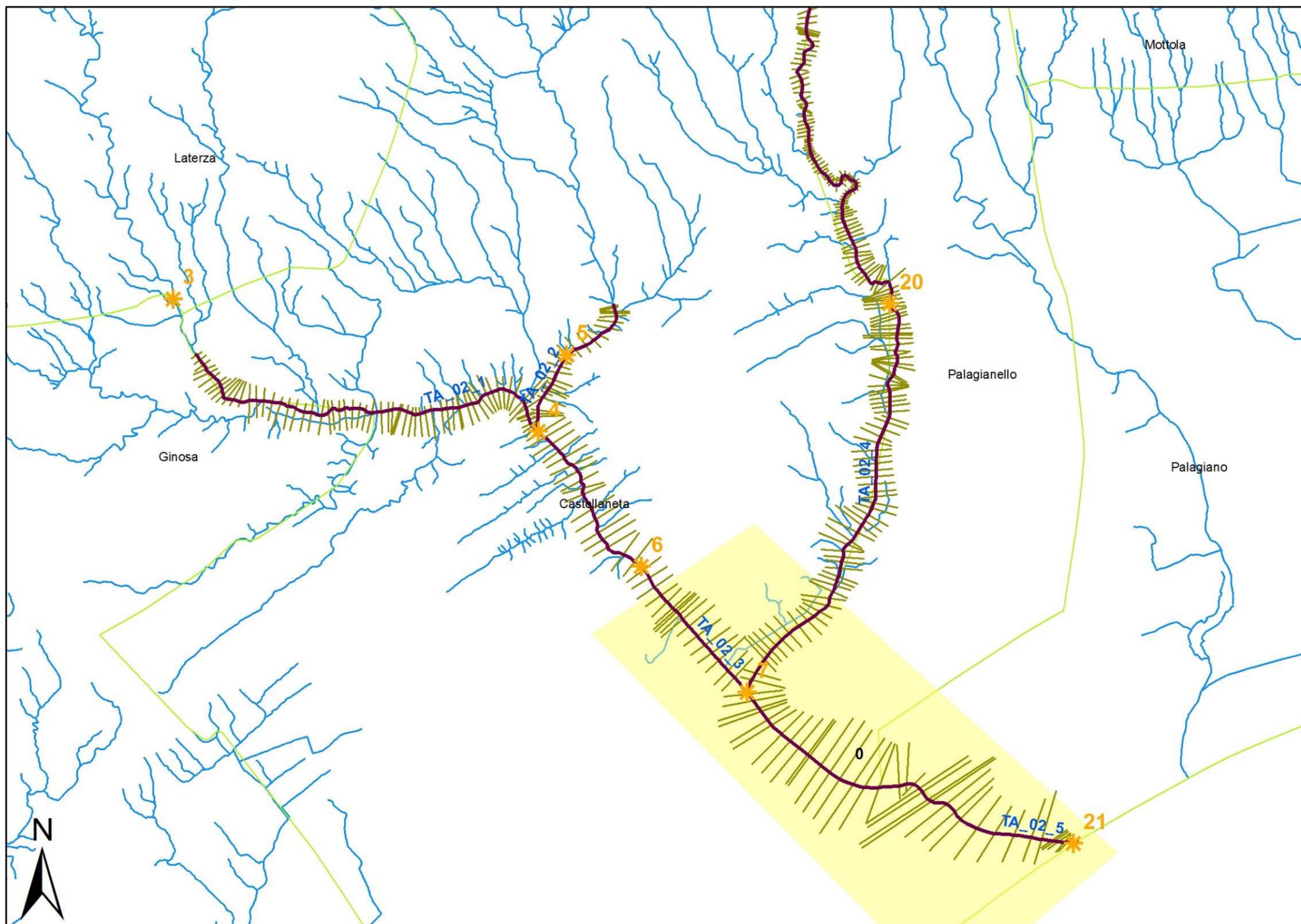


Figura 5.6 – Rappresentazione cartografica delle aree di studio bidimensionale (in giallo) e delle sezioni di calcolo delle portate (con simbologia arancione) del Fiume Lato

5.1.4 Schematismo idraulico

I deflussi idrici risultano morfologicamente contenuti solo nella parte iniziale della Gravina di Castellaneta dove si riscontra la presenza di un alveo confinato fino alla sezione 8668 del TA02_5. Nella restante parte del reticolo idrografico oggetto di studio si osservano deflussi idrici non contenuti in alveo ma in aree golenali libere da significative presenze antropiche fino all'attraversamento idraulico TA00000076SP. In tali aree è comunque corretta l'applicazione di modellistica idraulica monodimensionale poichè il deflusso anche nelle aree contermini all'alveo assume una direzione di flusso parallela all'asse del corso d'acqua ed inoltre risulta verificata la continuità laterale e longitudinale dell'allagamento sui piani golenali. A valle dell'attraversamento TA00000076SP, il Fiume Lato scorre arginato fino a foce. I corpi arginali sono tuttavia insufficienti a contenere la portata di piena duecentennale e possono verificarsi fenomeni di sormonto sia in destra che in sinistra idraulica.

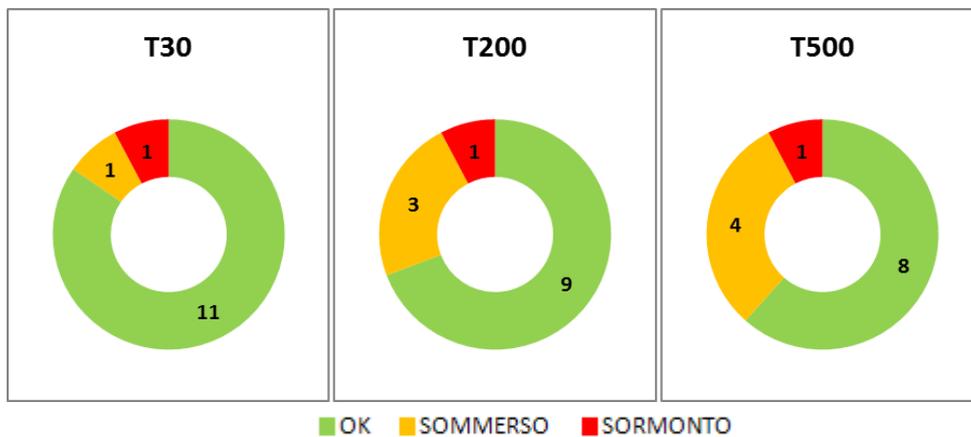
Solo per il tratto di foce risulterebbe necessario uno studio bidimensionale vista anche presenza di infrastrutture viarie ed insediamenti turistici. Tuttavia, in tale area sono stati recentemente svolti studi, da parte di questa Autorità, le cui proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica sono state approvate e sono ricomprese nel vigente PAI. Per tale ragione non si procederà allo studio di suddetta area.

ID	Ragione	Esposto	Priorità	Codice modello 2D	Note
0	Insufficienza idraulica degli argini	Infrastrutture viarie, insediamenti	1	-	PAI vigente

5.1.5 Analisi delle opere di attraversamento idraulico

Nella tabella seguente è indicato il regime di funzionamento delle opere di attraversamento idraulico relativamente alle portate transanti con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni, classificandolo in maniera schematica in sbocco non sommerso, sbocco sommerso e sormonto.

Su 13 attraversamenti presenti nel tratto analizzato, 9 risultano correttamente dimensionati per portate aventi tempi di ritorno di 200 anni, mentre è necessario l'adeguamento o la predisposizione di sistemi di allerta per n. 4 attraversamenti.



attraversamenti	regime		
	T30	T200	T500
TA02_1 (Gravina di Laterza)			
TA00000008SL	sommerso	sommerso	sommerso
TA00000010SL	verificato	verificato	verificato
TA02_2 (Gravina del Lauro)			
TA00000011SL	verificato	sommerso	sommerso
TA03_3 (Fiume Lato)			
TA00000076SP	verificato	verificato	verificato
TA02_4 (Gravina di Castellaneta)			
TA00000050FV	verificato	verificato	verificato
TA00000051FV	verificato	verificato	verificato
TA000000111SS	verificato	verificato	verificato
TA00000013SL	sormonto	sormonto	sormonto
TA02_5 (Fiume Lato)			
TA00000019NC	verificato	verificato	verificato
TA00000012SL	verificato	verificato	sommerso
TA00000014SL	verificato	sommerso	sommerso
TA000000112SS	verificato	verificato	verificato
TA00000053FV	verificato	verificato	verificato

5.1.6 Criticità urbane / produttive

Gli elementi esposti a pericolosità idraulica nel territorio attraversato dal fiume Lato sono rappresentati da infrastrutture viarie, colture agrarie, fabbricati agricoli ad uso abitativo e n. 1 insediamento turistico - ricettivo. Tale insediamento è localizzato nel territorio di Castellaneta Marina, nel tratto terminale ed arginato del Fiume Lato.

5.2 FIUME LENNE

5.2.1 Descrizione geografica e morfologica

Il Fiume Lenne ha un bacino contribuyente di circa 220 km² ed attraversa i territori comunali di Palagianello, Palagiano e Massafra. Il principale affluente in sinistra idraulica del Fiume Lenne è il Canale Marziotta che raccoglie le acque di Lama di Vite e Lama d'Uva. Il territorio attraversato dal Fiume Lenne e dai suoi affluenti ha una forte connotazione agroforestale conferita dalla presenza di boschi ricadenti nella zona SIC "Area delle Gravine", agrumeti, seminativi e consociazioni arborei-seminativi. Il Fiume Lenne lambisce inoltre il centro urbano di Palagianello ed aree caratterizzate dalla presenza di edifici sparsi a destinazione d'uso abitativa. L'alveo risulta essere confinato nella parte iniziale del Fiume Lenne, di Lama di Vite e Lama d'Uva e semiconfinato nella restante parte. Si riscontra comunque la presenza di un alveo ben evidente lungo tutto il suo percorso ma con larghezza e profondità variabile. Nello specifico la larghezza varia tra 60 e 15 metri e l'altezza tra 1 e 30 metri.

5.2.2 Scabrezza

Il territorio attraversato dal Fiume Lenne e dai suoi affluenti si presenta piuttosto diversificato per quanto riguarda l'uso del suolo. La resistenza al flusso negli alvei è stata assegnata sulla base dell'uso del suolo nelle aree golenali in conformità con i dettami del capitolo III. Si è assunto per i boschi misti $n=0.135$, per gli uliveti e i frutteti $n=0.06$, per i seminativi $n=0.04$ e per le consociazioni arborei-seminativi $n=0.05$.

5.2.3 Portate

La portata duecentennale alla foce del Fiume Lenne assume valori pari a circa 330 m³/s. I coefficienti udometrici assumono valori pari a 1.5 per il Fiume Lenne e compresi tra 2.2 e 2.6 lungo il Canale Marziotta e Lama d'Uva. Si riscontra un coefficiente udometrico pari a 3.7 per Lama di Vite.

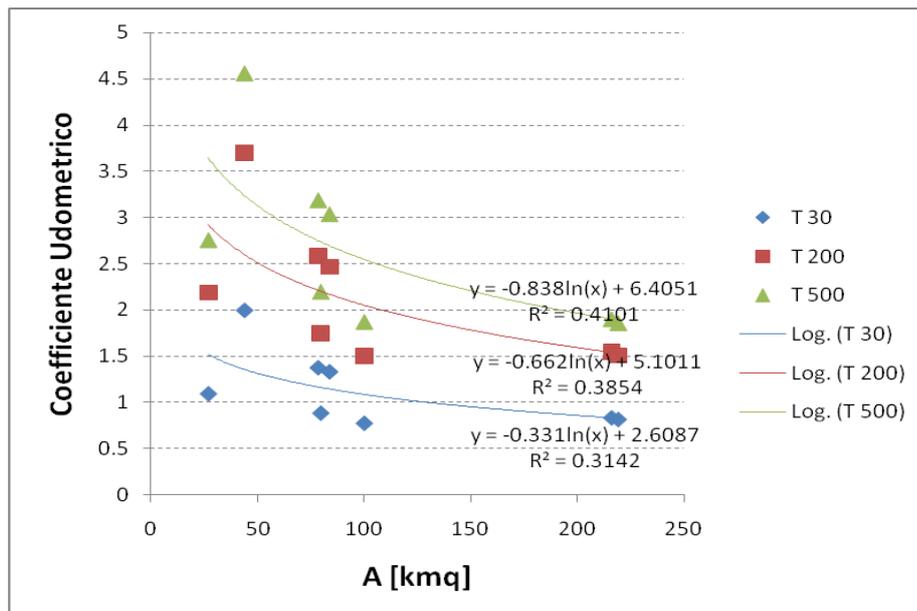


Figura 5.7 – Andamento del coefficiente udometrico del Fiume Lenne



Aree boscate a monte
della sezione 12863
TA03_1



Colture arboree a
monte della sezione
5684 TA03_1



Seminativi a monte
della sezione
590 TA03_1



Colture arboree a
monte della sezione
741 TA03_4

Colture arboree a
monte della sezione
1108 TA03_2

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE FIUME LENNE																	T 30		T 200		T 500		INSERIMENTO	
Basin	Area[kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im[m/m]	iv[m/m]	L[km]	Ltot[km]	Lca[km]	tL[h]	tc[h]	D	CN	Urban[%]	zona	IdBasTot	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	station	river
45	79.63	333.05	459.72	251.72	0.011	0.045	18.53	88.59	5.8	6.59	10.98	1.004	62	3.28	5	TA03	70.14	0.88	139.11	1.75	175.31	2.20	16574	TA03_1
46	100.01	301.63	459.72	11.63	0.015	0.057	30.69	117.37	10.29	8.54	14.24	1.034	63	3.76	5	TA03	77.01	0.77	149.74	1.50	187.44	1.87	9456	TA03_1
47	215.95	201.11	459.72	0.06	0.011	0.057	40.35	272.09	12.31	9.34	15.56	1.047	68	4.72	5	TA03	179.09	0.83	333.18	1.54	411.15	1.90	1113	TA03_5
48	43.88	120.88	379.9	8.43	0.027	0.068	13.53	58.17	5.27	3.11	5.19	0.935	73	7.67	5	TA03	87.70	2.00	162.28	3.70	200.24	4.56	1123	TA03_2
49	78.4	155.4	459.53	8.43	0.022	0.07	20.96	104.51	6.8	4.73	7.88	1.052	70	6.51	5	TA03	107.77	1.37	202.21	2.58	250.13	3.19	6800	TA03_4
50	26.96	246.55	459.53	19.62	0.023	0.088	19.49	34.88	8.46	4.78	7.97	1.173	63	5.76	5	TA03	29.41	1.09	58.89	2.18	74.39	2.76	1123	TA03_3
51	83.73	146.84	459.53	2.59	0.019	0.068	23.97	111.91	8.96	5.20	8.66	1.037	71	6.23	5	TA03	111.44	1.33	206.30	2.46	254.47	3.04	3939	TA03_3
52	219.09	198.06	459.72	0	0.011	0.057	42.01	274.93	13.59	9.64	16.07	1.048	68	4.7	5	TA03	177.73	0.81	330.26	1.51	407.41	1.86	-	-

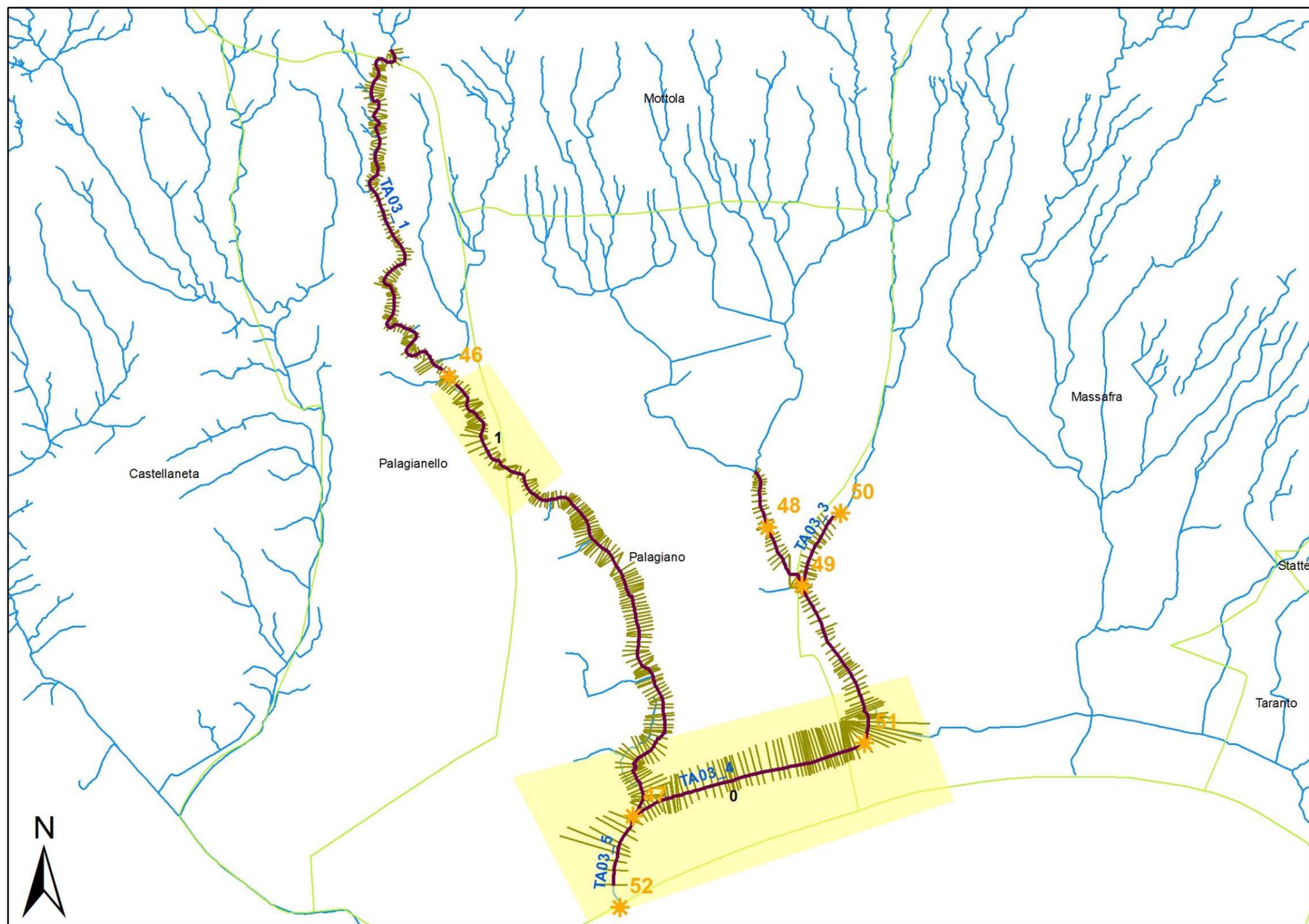


Figura 5.8– Rappresentazione cartografica delle aree di studio bidimensionale (in giallo) e delle sezioni di calcolo delle portate (con simbologia arancione) del Fiume Lenne

5.2.4 Schematismo idraulico

I deflussi idrici sono morfologicamente contenuti in alveo nella parte iniziale del Fiume Lenne e fino alla discontinuità idrologica naturale rappresentata dall'affluente in corrispondenza della sezione di calcolo della portata n. 46. A valle di tale sezione e nella restante parte del reticolo idrografico il deflusso interessa le aree golenali che risultano destinate ad uso agricolo produttivo. Nelle fasce golenali del Canale Marziotta sono inoltre spesso presenti fabbricati ad uso abitativo.

L'applicazione di modelli idraulici monodimensionali consente di ottenere risultati soddisfacenti in termini di estensione di aree allagate fino all'intersezione con la S.S. 106. A valle di tale intersezione è necessaria l'applicazione di modellistica idraulica bidimensionale in ragione della presenza di edifici ed infrastrutture viarie di interesse locale (area di studio 0). Tuttavia, in tale area sono stati recentemente svolti studi, da parte di questa Autorità, le cui proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica sono state approvate e sono ricomprese nel vigente PAI. Pertanto, non si procederà allo studio di suddetta area mediante modelli bidimensionali.

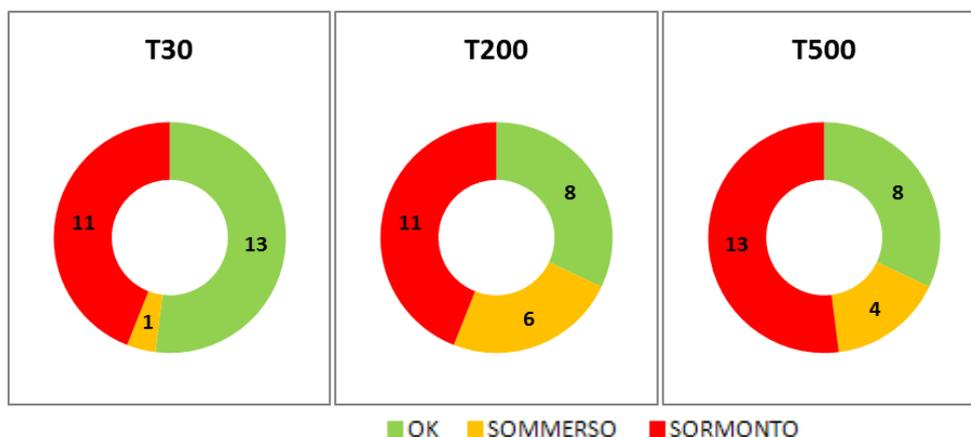
Con riferimento all'area avente identificativo n. 1, pur risultando non corretto l'utilizzo dello schematismo 1D, non si è ritenuto necessario procedere con una modellazione di tipo bidimensionale vista l'assenza di esposti significativi.

Nella tabella seguente sono riepilogate le motivazioni che determinano la necessità di una modellistica idraulica di tipo bidimensionale, la natura degli esposti e la priorità dello studio bidimensionale, secondo quanto spiegato nel paragrafo introduttivo 5.0.

ID	Ragione	Esposto	Priorità	Codice modello 2D	Note
0	Direzione di flusso non parallela all'asse del corso d'acqua	Territorio rurale	0	-	-
1	Esondazione diffusa	Edifici ad uso abitativo, infrastrutture viarie di interesse locale	1	-	PAI vigente

5.2.5 Analisi delle opere di attraversamento idraulico

Nella tabella seguente è indicato il regime di funzionamento degli attraversamenti relativamente alle portate transanti con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni, classificandolo in maniera schematica in sbocco non sommerso, sbocco sommerso e sormonto. Il 32% degli attraversamenti risulta verificato al transito della piena con tempo di ritorno di 200 anni; mentre è necessario l'adeguamento o la predisposizione di sistemi di allerta per il n. 17 attraversamenti, essendo la portata di 200 anni quella di riferimento per la sicurezza idraulica.



attraversamenti	regime		
	T30	T200	T500
TA03_1 (Fiume Lenne)			
TA00000052FV	verificato	verificato	verificato
TA00000052NC	verificato	verificato	verificato
TA00000046AS	verificato	verificato	verificato
TA00000113SS	verificato	verificato	verificato
TA00000016SL	verificato	sommerso	sommerso
TA00000045NC	verificato	sommerso	sormonto
TA00000043NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000017SL	verificato	verificato	verificato
TA00000083SP	sommerso	sommerso	sormonto
TA00000030NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000018SL	verificato	sommerso	sommerso
TA00000115SS	verificato	sommerso	sommerso
TA00000019SL	verificato	sommerso	sommerso
TA03_2 (Lama di Vite)			
TA00000021SL	verificato	verificato	verificato
TA00000039NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000034NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA03_4 (Canale Marziotta)			
TA00000032NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000022SL	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000117SS	verificato	verificato	verificato
TA00000023SL	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000026NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000116SS	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000022NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000020SL	sormonto	sormonto	sormonto
TA03_5 (Fiume Lenne)			
TA00000054FV	verificato	verificato	verificato

5.2.6 Criticità urbane / produttive

I deflussi idrici transitanti possono creare situazioni di rischio connesse alla presenza di infrastrutture viarie, aree produttive agricole, edifici rurali ad uso produttivo (serre) ed edifici ad uso abitativo. Tale situazione è particolarmente significativa per le aree adiacenti all'alveo del Canale Marziotta.

5.3 FIUME PATEMISCO

5.3.1 Descrizione geografica e morfologica

Il bacino idrografico del Fiume Patemisco ha un'area contribuyente di circa 100 km² e l'asta principale misura circa 25 km. Nel suo percorso, il Fiume Patemisco attraversa il territorio agricolo del comune di Massafra e lambisce il centro abitato. Il territorio rurale è caratterizzato dalla presenza diffusa di colture agrarie. L'alveo, morfologicamente inciso e ben evidente per tutto il suo percorso, presenta una larghezza compresa tra 10 e 15 metri ed un' altezza compresa tra 1,5 e 4 metri.

5.3.2 Scabrezza

Il corso d'acqua "Fiume Patemisco" attraversa aree agricole con ordinamento colturale caratterizzato prevalentemente da colture arboree da frutto e seminativi. L'alveo di magra in tutto il suo percorso non risulta invece interessato dalla presenza di colture agrarie.

Nelle immagini a seguire è possibile avere rapida contezza della resistenza al flusso negli alvei oggetto di analisi. In particolare, secondo i dettami del capitolo III, si è assunto per per gli uliveti e i frutteti $n=0.06$ e per i seminativi $n=0.04$.

5.3.3 Portate

La portata alla foce del bacino idrografico del Fiume Patemisco, assunto quale riferimento un tempo di ritorno di 200 anni, è pari a circa 240 m³/s. I coefficienti udometrici lungo il corso del fiume assumono un valore medio di 2.3.

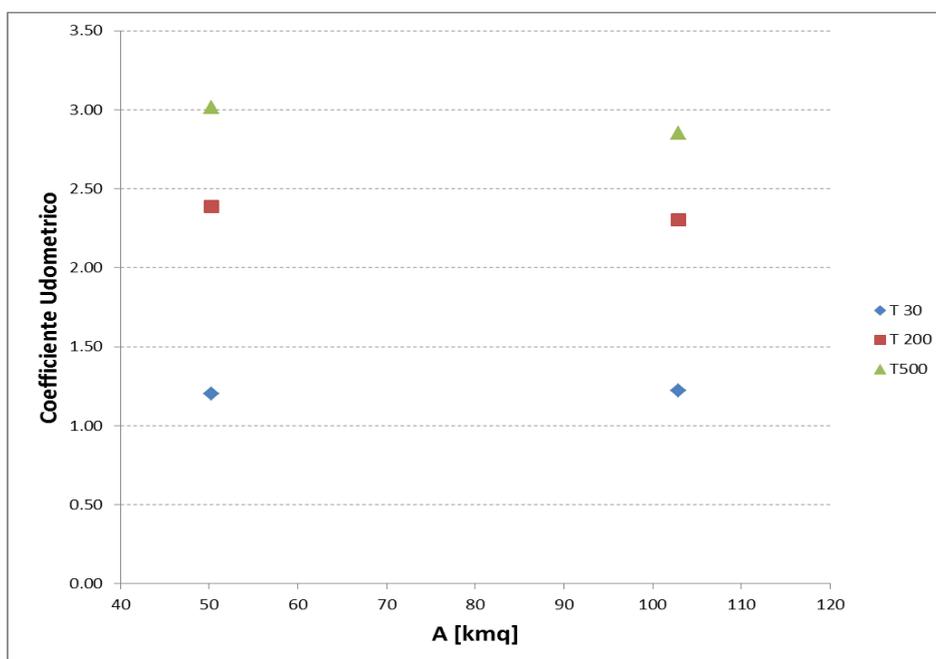


Figura 5.9 – Andamento del coefficiente udometrico del Fiume Patemisco



Colture arboree
a valle della sezione 6722 TA04



Colture arboree a valle della
sezione 2573 TA04



Incolti a monte della sezione
1349 TA04

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE DEL FIUME PATEMISCO																	T 30		T 200		T 500		INSERIMENTO	
Basin	Area[kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im[m/m]	iv[m/m]	L[km]	Ltot[km]	Lca[km]	tL[h]	tc[h]	D	CN	Urban[%]	zona	IdBasTot	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	station	river
53	50.26	243.08	457.08	11.74	0.024	0.091	18.23	69.86	7.29	4.34	7.24	1.057	64	5.79	5	TA04	60.31	1.20	120.07	2.39	151.40	3.01	7168	TA04
54	101.86	154.64	457.08	0.04	0.021	0.068	22.24	145.45	7.28	5.17	8.61	1.018	69	6.51	5	TA04	127.75	1.25	241.26	2.37	299.00	2.94	4684	TA04

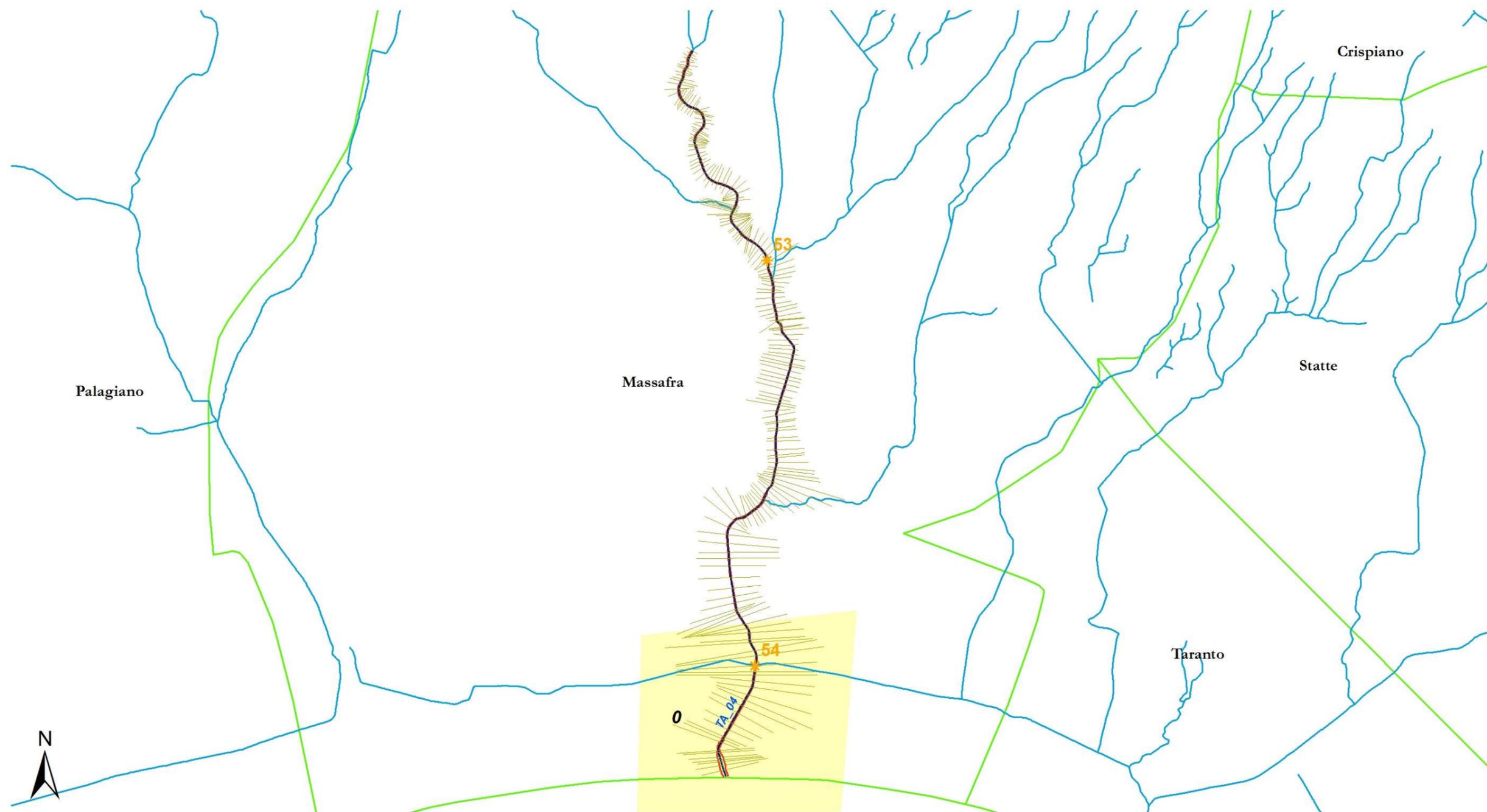


Figura 5.10 – Rappresentazione cartografica delle aree di studio bidimensionale (in giallo) e delle sezioni di calcolo delle portate (con simbologia arancione) del Fiume Patemisco

5.3.4 Schematismo idraulico

I deflussi risultano essere contenuti in alveo e nelle aree golenali fino all'intersezione con la SS 106. Per tale ragione la modellistica idraulica monodimensionale adottata risulta essere corretta ai fini dell'individuazione delle aree allagate e della determinazione di tiranti e velocità. Per il tratto finale del Fiume Patemisco risulterebbe invece necessaria l'applicazione di modellistica idraulica bidimensionale ai fini dell'analisi della zona di rigurgito a monte dell'opera di attraversamento idraulico TA00000118SS e della deviazione del deflusso determinata dal Canale Maestro.

Tuttavia, in tale area sono stati recentemente svolti studi, da parte di questa Autorità, le cui proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica sono state approvate e sono ricomprese nel vigente PAI. Per tale ragione non si procederà allo studio con modellistica bidimensionale della suddetta area.

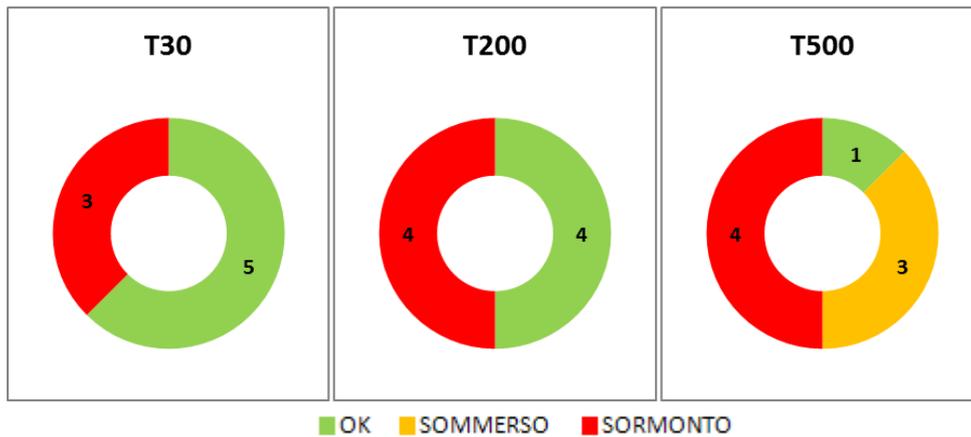
Nella tabella seguente sono riepilogate le motivazioni che determinano la necessità di una modellistica idraulica di tipo bidimensionale, la natura degli esposti e la priorità dello studio bidimensionale, secondo quanto spiegato nel paragrafo introduttivo 5.0.

ID	Ragione	Esposto	Priorità	Codice modello 2D	Note
0	Rigurgito a monte attraversamento e deviazione deflusso a valle	Edifici sparsi	0.5	-	PAI vigente

5.3.5 Analisi delle opere di attraversamento idraulico

Nella tabella seguente è indicato il regime di funzionamento degli attraversamenti relativamente alle portate transistanti con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni, classificandolo in maniera schematica in sbocco non sommerso, sbocco sommerso e sormonto

Su 8 attraversamenti presenti nel tratto analizzato, 4 risultano sormontati in occasione di eventi di piena con tempi di ritorno duecentennale.



attraversamento	regime		
	T30	T200	T500
TA04 (Fiume Patemisco)			
TA00000087SP	verificato	sormonto	sormonto
TA00000025SL	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000038NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000088SP	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000026SL	verificato	verificato	sommerso
TA00000118SS	verificato	verificato	sommerso
TA00000027SL	verificato	verificato	sommerso
TA00000055FV	verificato	verificato	verificato

5.3.6 Criticità urbane / industriali

Il territorio interessato dai deflussi di piena è prevalentemente interessato da attività agricole e non risultano presenti significativi insediamenti antropici.

5.4 FIUME TARA

5.4.1 Descrizione geografica e morfologica

Il Fiume Tara ha un bacino contribuyente di circa 110 km² ed interessa i territori comunali di Crispiano e Statte. Il principale affluente è il Canale della Stornara che convoglia le acque della Gravina di Triglio e di l'Amastuola, Il territorio attraversato ha una forte connotazione rurale e sono diffusamente presenti seminativi ed aree incolte. In sinistra idraulica è inoltre presente un'area industriale ricadente nel complesso siderurgico dell'ILVA. Il corso d'acqua, inciso e ben evidente per tutto il suo percorso, risulta essere confinato in quanto oltre il 90% delle sponde è in diretto contatto con i versanti.

5.4.2 Scabrezza

L'uso del suolo nelle fasce laterali del corso d'acqua è caratterizzato prevalentemente dalla presenza di seminativi, colture erbacee ed aree incolte. Per tale ragione, secondo i dettami del capitolo III, si è assunto un indice di Manning $n=0.04$.

Nelle immagini a seguire è possibile avere rapida contezza della resistenza al flusso negli alvei oggetto di analisi. In particolare,

5.4.3 Portate

La portata alla foce del bacino idrografico del Fiume Tara, assunto quale riferimento un tempo di ritorno di 200 anni, è pari a circa 165 m³/s. I coefficienti udometrici lungo il corso del Fiume Tara assumono valori compresi tra 1.5 e 1.7. Si osserva un coefficiente udometrico più alto (pari a 2.9) lungo la Gravina di Triglio.

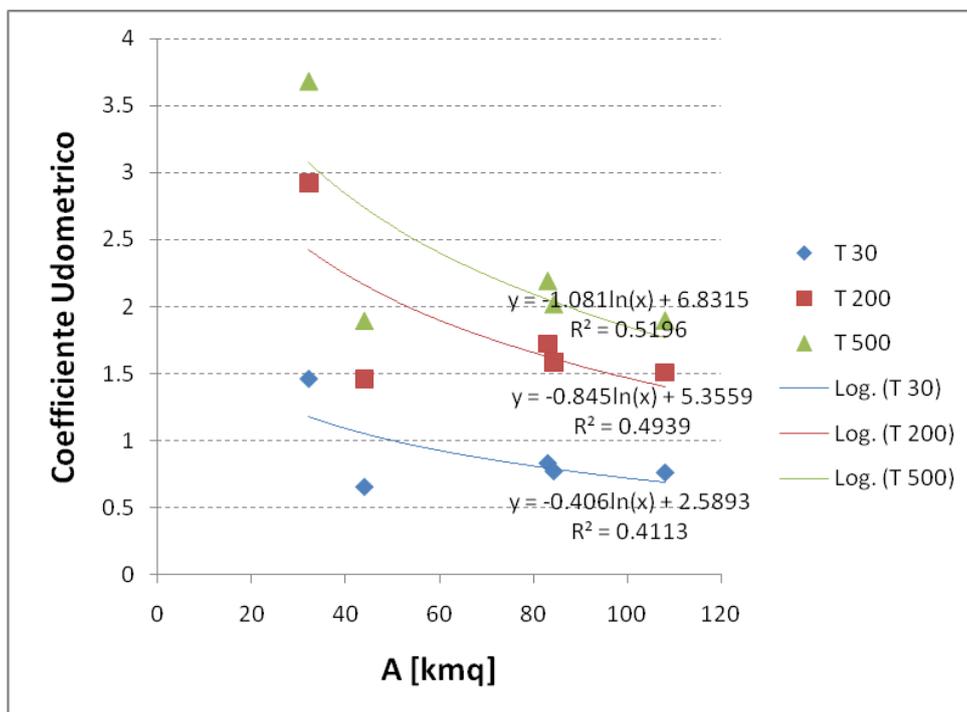


Figura 5.11 – Andamento del coefficiente udometrico del Fiume Tara



Seminativi ed aree incolte
a monte della sezione
2500 TA05_3



Colture erbacee a monte della
sezione
1299 TA05_3



Seminativi a monte della sezione
1392 TA05_5

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE DEL FIUME TARA																	T 30		T 200		T 500		INSERIMENTO	
Basin	Area[kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im[m/m]	iv[m/m]	L[km]	Ltot[km]	Lca[km]	tL[h]	tc[h]	D	CN	Urban[%]	zona	IdBasTot	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	station	river
26	43.99	408.36	521.54	188.84	0.019	0.078	17.61	52.38	7	6.03	10.06	1.075	53	3.23	5	TA05	29.02	0.66	64.28	1.46	83.40	1.90	2039	TA05_1
27	83.07	335.19	521.54	95.79	0.02	0.08	21.33	99.87	7.11	5.97	9.95	1.063	59	6.32	5	TA05	69.51	0.84	143.30	1.73	182.25	2.19	9235	TA05_3
28	32.14	263.41	469.55	118.6	0.028	0.08	12.58	39.88	4.18	3.36	5.59	1.059	65	10.12	5	TA05	47.09	1.47	93.86	2.92	118.40	3.68	1635	TA05_2
29	84.34	331.5	521.54	40.79	0.019	0.083	25.53	103.92	10.21	6.77	11.28	1.055	59	6.37	5	TA05	65.51	0.78	134.05	1.59	170.25	2.02	1392	TA05_5
30	108.07	270.19	521.54	0.02	0.016	0.074	32.51	139.11	12.28	8.06	13.43	1.031	62	6.71	5	TA05	82.86	0.77	163.29	1.51	205.26	1.90	-	-

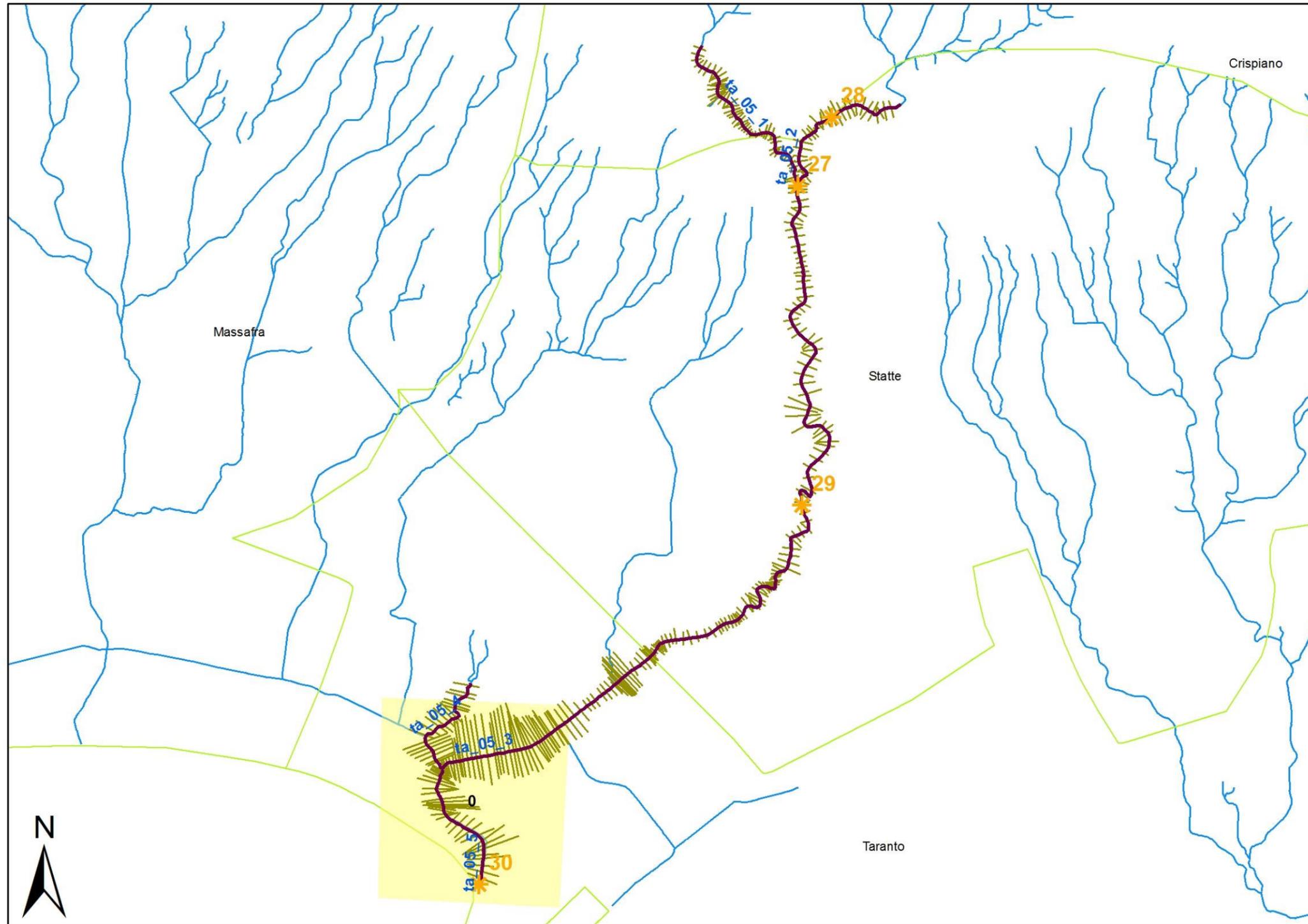


Figura 5.12 – Rappresentazione cartografica delle aree di studio bidimensionale (in giallo) e delle sezioni di calcolo delle portate (con simbologia arancione) del Fiume Tara

5.4.4 Schematismo idraulico

I deflussi idrici risultano morfologicamente contenuti per la prevalenza del reticolo idrografico afferente al Fiume Tara. L'applicazione di modellistica idraulica monodimensionale risulta dunque corretta fino alla sezione confluenza tra il Fiume Tara e il Canale della Stornara. Il tratto di foce del Fiume Tara (TA05_4) necessita infatti di sviluppi bidimensionali per effetto dell'insufficienza idraulica delle strutture arginali e della conseguente inondazione. Tuttavia, in tale area sono stati recentemente svolti studi, da parte di questa Autorità, le cui proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica sono state approvate e sono ricomprese nel vigente PAI. Per tale ragione non si procederà allo studio con modelli bidimensionali di suddetta area.

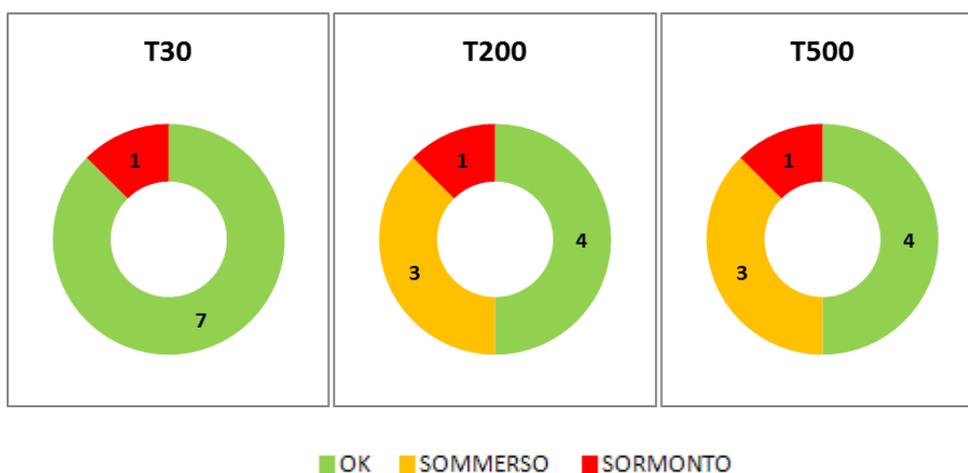
Nella tabella seguente sono riepilogate le motivazioni che determinano la necessità di una modellistica idraulica di tipo bidimensionale, la natura degli esposti e la priorità dello studio bidimensionale, secondo quanto spiegato nel paragrafo introduttivo 5.0.

ID	Ragione	Esposto	Priorità	Codice modello 2D	Note
0	Insufficienza idraulica	Agricoltura ed insediamenti ad uso abitativo	1	-	PAI vigente

5.4.5 Analisi delle opere di attraversamento idraulico

Nella tabella seguente è indicato il regime di funzionamento degli attraversamenti relativamente alle portate transistanti con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni, classificandolo in maniera schematica in sbocco non sommerso, sbocco sommerso e sormonto.

Il 50% degli attraversamenti risulta verificato al transito della piena con tempo di ritorno di 200 anni; mentre è necessario l'adeguamento o la predisposizione di sistemi di allerta per il n. 4 attraversamenti, essendo la portata di 200 anni quella di riferimento per la sicurezza idraulica.



attraversamenti	regime		
	T30	T200	T500
TA05_3 (Canale dela Stornara)			
TA00000029NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000120SS	verificato	verificato	verificato
TA00000057FV	verificato	verificato	verificato
TA00000030SL	verificato	verificato	verificato
TA05_5 (Fiume Tara)			
TA00000029SL	verificato	sommerso	sommerso
TA00000119SS	verificato	sommerso	sommerso
TA00000028SL	verificato	sommerso	sommerso
TA00000056FV	verificato	verificato	verificato

5.4.6 Criticità urbane / industriali

I deflussi idrici transitanti nel reticolo idrografico non generano significative situazioni di rischio idraulico in quanto risultano quasi interamente contenute in alveo. Tuttavia l'esondazione diffusa del tratto iniziale del Fiume Tara interessa insediamenti ad uso abitativo (Lido Azzurro) e parte delle aree agricole. Può inoltre essere utile valutare la vulnerabilità delle strutture arginali ed il conseguente rischio residuo per i significativi elementi esposti nell'area di Lido Azzurro.

5.5 CANALE D'AIEDDA

5.5.1 Descrizione geografica e morfologica

Il Canale d'Aiedda ha un bacino contribuyente di 362 km² e sfocia nel Mar Piccolo, specchio d'acqua che comunica con il Golfo di Taranto per mezzo di due canali. L'asta principale del Canale d'Aiedda ha numerosi affluenti in sinistra idraulica tra cui, da monte verso valle, i Canali Genzano, Simone, Cicena ed il Canale di Scolo coperto. Tale reticolo idrografico attraversa i territori di Crispiano, Grottaglie, Montemesola, Taranto, Monteiasi e San Giorgio Ionico. L'uso del suolo nelle fasce adiacenti è prevalentemente agricolo ma si riscontra anche la presenza del centro abitato di Monteiasi in sinistra idraulica del Canale Simone. Sotto il profilo morfologico, sia il Canale d'Aiedda che i suoi affluenti risultano essere prevalentemente confinati.

5.5.2 Scabrezza

Nelle fasce laterali del Canale d'Aiedda e dei suoi affluenti, il suolo agrario è generalmente interessato dalla consociazione del seminativo misto con le specie arboree. Si riscontra inoltre una limitata presenza di prati e pascoli naturali nonché di aree urbani ed industriali. In virtù degli usi del suolo che caratterizzano il percorso del reticolo idrografico, nella modellistica monodimensionale si è assunto un indice di Manning $n=0.05$ in conformità con i dettami del capitolo III.

Nelle immagini a seguire è possibile avere rapida contezza della resistenza al flusso negli alvei oggetto di analisi.

5.5.3 Portate

La portata alla foce del bacino idrografico del Canale d'Aiedda, assunto quale riferimento un tempo di ritorno di 200 anni, è pari a circa 1000 m³/s. I coefficienti udometrici lungo il corso del Fiume Tara assumono valori compresi tra 3 e 4.2.

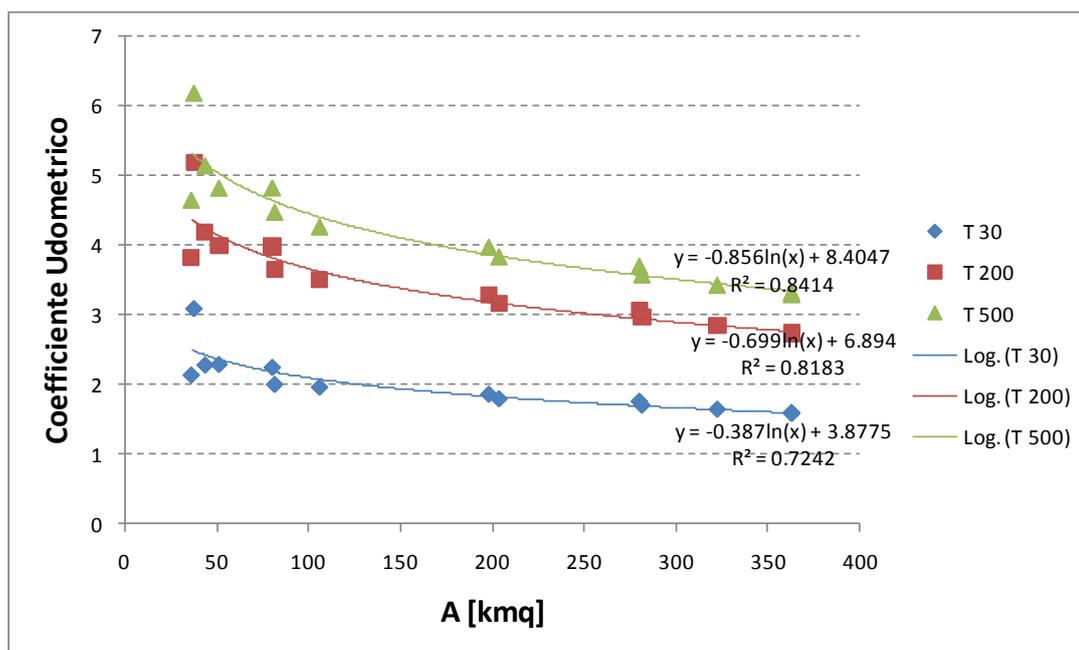


Figura 5.13 – Andamento del coefficiente udometrico del Canale d'Aiedda



Vegetazione ripariale
e incolti a valle della sezione
4743 TA06_1



Vegetazione ripariale e incolti a
valle della sezione
186 TA06_5



Vegetazione ripariale e incolti a
monte della sezione
603 TA06_9



Colture arboree (ulivi e vigneti)
nelle fasce laterali a valle della
sezione
4121 TA06_2



Vegetazione ripariale e aree
urbane a valle della sezione
3418 TA06_4



Vegetazione ripariale e aree
urbane a valle della sezione
2362 TA06_6

**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 - ARCO IONICO**

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE DEL CANALE D'AIEDDA																	T 30		T 200		T 500		INSERIMENTO	
Basin	Area[kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im[m/m]	iv[m/m]	L[km]	Ltot[km]	Lca[km]	tL[h]	tc[h]	D	CN	Urban[%]	zona	IdBasTot	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	Qmax[mc/s]	u	station	river
31	81.47	335.18	517.44	115.27	0.019	0.082	20.78	105.78	7.02	5.92	9.87	1.021	58	4.61	6	TA07	163.46	2.01	297.08	3.65	365.37	4.48	2039	TA05_1
32	105.87	296.14	517.44	50.13	0.017	0.081	26.81	138.68	9.16	6.43	10.72	1.011	63	9.65	6	TA07	208.27	1.97	371.23	3.51	452.42	4.27	9235	TA05_3
33	197.79	245.38	517.44	31.38	0.016	0.071	30.13	260.77	8.84	6.80	11.33	0.986	67	12.74	6	TA07	368.65	1.86	648.28	3.28	787.74	3.98	1635	TA05_2
34	43.71	250.54	433.98	85.52	0.023	0.077	15.19	58.24	5.45	4.08	6.80	0.897	64	3.23	6	TA07	99.93	2.29	183.00	4.19	225.20	5.15	1392	TA05_5
35	80.18	205.12	433.98	49.22	0.019	0.064	19.89	107.89	7.08	4.74	7.90	0.951	70	12.94	6	TA07	180.56	2.25	318.87	3.98	387.62	4.83		
36	203.29	240.63	517.44	23.13	0.016	0.07	31.61	267.69	9.7	7.12	11.86	0.982	67	12.75	6	TA07	365.83	1.80	643.27	3.16	781.40	3.84		
37	279.49	203.04	517.44	17.98	0.016	0.06	32.11	351.14	7.23	7.19	11.98	0.956	70	13.82	6	TA07	492.96	1.76	856.67	3.07	1036.61	3.71		
38	51.18	112.08	174.85	57.08	0.009	0.031	13.72	55.63	5.88	4.41	7.34	0.837	75	15.82	6	TA07	117.40	2.29	204.26	3.99	247.27	4.83		
39	280.9	202.18	517.44	6.53	0.015	0.06	34.24	353.17	8.63	7.56	12.61	0.953	70	13.84	6	TA07	479.85	1.71	832.44	2.96	1006.79	3.58		
40	321.82	186.02	517.44	3.49	0.014	0.056	35.59	398.74	8.69	7.86	13.10	0.951	71	14.88	6	TA07	530.42	1.65	915.58	2.85	1105.77	3.44		
41	37.61	79.14	144.74	19.18	0.009	0.032	13.58	42.11	4.49	3.47	5.79	0.923	82	22.89	6	TA07	116.55	3.10	194.73	5.18	233.02	6.20		
42	362.18	169.1	517.44	0.09	0.014	0.054	37	444.4	8.03	8.03	13.39	0.949	72	13.97	6	TA07	580.29	1.60	998.60	2.76	1206.92	3.33		

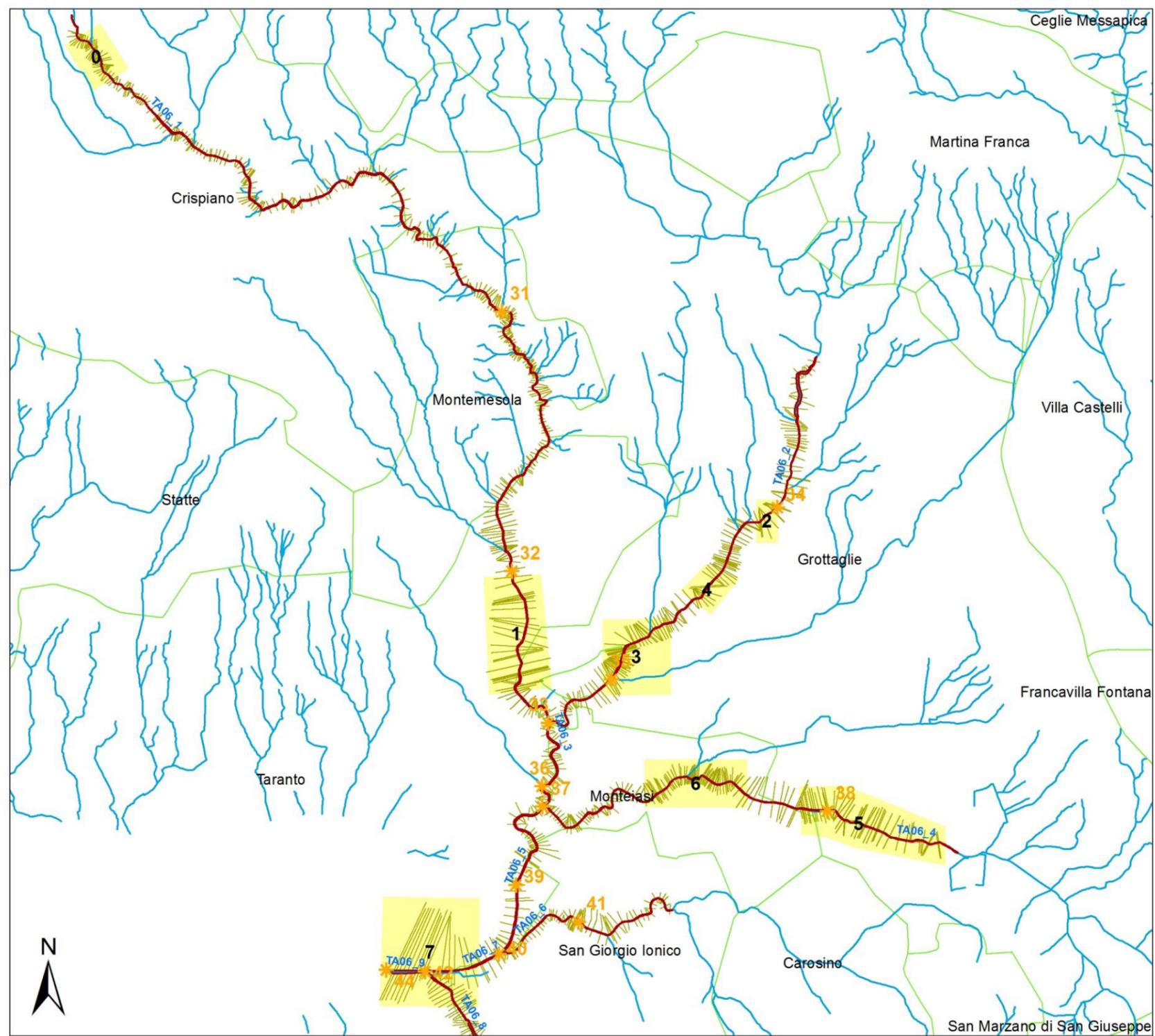


Figura 5.14 – Rappresentazione cartografica delle aree di studio bidimensionale (in giallo) e delle sezioni di calcolo delle portate (con simbologia arancione) del bacino del Canale d'Aicda

5.5.4 Schematismo idraulico

La modellazione monodimensionale ha evidenziato che i deflussi idrici risultano morfologicamente contenuti in prevalenza lungo i tratti di reticolo che attraversano la parte apicale del bacino. Nella zona valliva si individuano diverse aree lungo il canale Genzano, il canale Corte Simone ed il tratto di foce del Canale d'Aiedda per le quali la modellazione idraulica monodimensionale non appare rappresentativa ed adeguata alla determinazione delle caratteristiche idrodinamiche dei deflussi idrici e si rende necessaria l'implementazione di modelli bidimensionali al fine di valutare l'impronta della piena, dei tiranti e delle velocità.

Per molte delle aree che necessitano di un approfondimento mediante modelli bidimensionali, sono stati già svolti studi da parte di questa Autorità, le cui proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica sono state approvate e sono ricomprese nel vigente PAI. Pertanto, si procederà con l'applicazione della modellistica bidimensionale per le sole aree nelle quali non siano in corso o non siano stati già svolti studi di dettaglio da parte di questa Autorità.

Nella tabella seguente sono riportate le cause che determinano la necessità di una modellistica idraulica di tipo bidimensionale, la natura degli esposti e la priorità dello studio bidimensionale, secondo quanto spiegato nel paragrafo introduttivo 5.0.

ID	Ragione	Esposto	Priorità	Codice modello 2D	Allegato Risultanze 2D	Note
0	Appiattimento morfologia Restringimento indotto da opera di attraversamento	Agro; Case sparse; infrastrutture viarie	0.5	-	-	Reticolo inferiore ai 25 km ²
1	Insufficienza idraulica del canale	Agro; Infrastrutture viarie	0.5	TA06_1	5.5.4	
2	Restringimento indotto da opera di attraversamento Appiattimento morfologia	Agro	0.5	-	-	PAI vigente
3	Insufficienza del canale Rappresentazione non corretta della morfologia	Agro; Infrastrutture viarie	0.5	-	-	PAI vigente
4	Insufficienza del canale Rappresentazione non corretta della morfologia	Agro; Infrastrutture viarie	0.5	-	-	PAI vigente
5	Insufficienza del canale Rappresentazione non corretta della morfologia	Agro; Infrastrutture viarie, Aeroporto	1	-	-	Studi in corso
6	Insufficienza del canale	Centro urbano, Infrastrutture viarie	1	-	-	PAI vigente
7	Insufficienza idraulica del canale Appiattimento morfologia	Agro, Infrastrutture viarie	0.5	TA06_7	5.5.5	

Con riferimento all'area di studio con identificativo **n. 1** si è analizzata la propagazione dei deflussi lungo un tratto di circa 3 km del Canale Levrano d'Aquino compreso a partire dalla confluenza con il canale Ingegna sino alla località *Randone*.

Sulla base dei dati topografici al suolo derivanti dai rilievi LIDAR, si è costruita una griglia con celle di calcolo quadrate di lato pari a 5 m, caratterizzate dall'informazione altimetrica e dalla scabrezza fissata in base all'uso del suolo. Il profilo delle sezioni lungo il canale, nel campo monodimensionale, è stato sempre ricavato dai dati LIDAR, ed è stato assegnato un valore di scabrezza di Manning pari a 0.035 s/m^{1/3} considerando che il canale presenta la savanella in cls e le aree golenali interessate da vegetazione.

Con riferimento alle condizioni al contorno, è stato assegnato l'idrogramma di piena della sezione di chiusura 32 e come condizione di valle, la condizione di moto uniforme definita dalla pendenza al fondo del corso d'acqua.

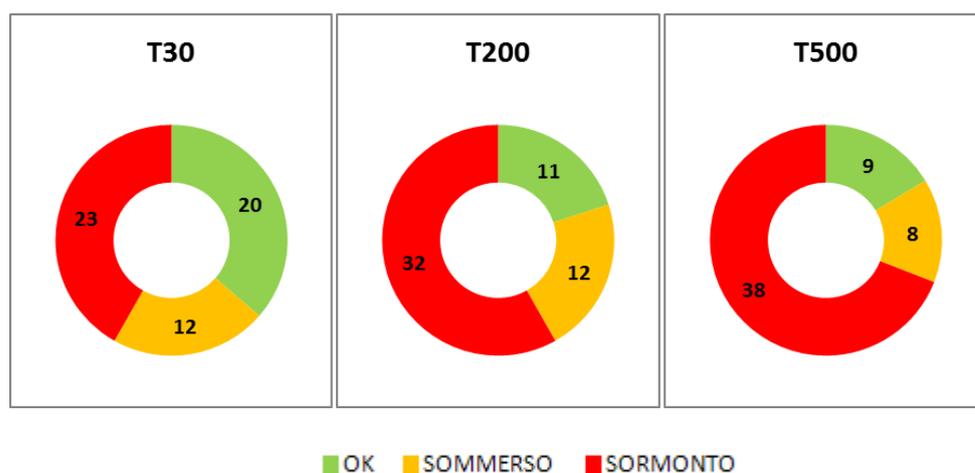
Con riferimento all'area di studio con identificativo n. 7 si è analizzata la propagazione dei deflussi lungo il tratto di foce del canale d'Aiedda ed il suo affluente in sinistra idraulica. Il tratto di interesse si estende a partire dalla località indicata su I.G.M. con toponimo *Torre Carolina* sino a foce.

Sulla base dei dati topografici al suolo derivanti dai rilievi LIDAR, si è costruita una griglia con celle di calcolo quadrate di lato pari a 5 m, caratterizzate dall'informazione altimetrica e dalla scabrezza fissata in base all'uso del suolo. Il profilo delle sezioni lungo il canale d'Aiedda, nel campo monodimensionale, è stato sempre ricavato dai dati LIDAR, ed è stato assegnato un valore di scabrezza di Manning pari a $0.035 \text{ s/m}^{1/3}$. Con riferimento alle condizioni al contorno, è stato assegnato l'idrogramma di piena della sezione di chiusura 40 e 43 e come condizione di valle, il livello medio mare, pari a 0.50 m.

5.5.5 Analisi delle opere di attraversamento idraulico

Nella tabella seguente è indicato il regime di funzionamento degli attraversamenti relativamente alle portate transitanti con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni, classificandolo in maniera schematica in sbocco non sommerso, sbocco sommerso e sormonto.

L'80% degli attraversamenti risulta essere insufficiente al transito della piena con tempo di ritorno di 200 anni, è necessario pertanto, l'adeguamento o la predisposizione di sistemi di allerta per n. 44 attraversamenti, essendo la portata di 200 anni quella di riferimento per la sicurezza idraulica.



attraversamenti	regime		
	T30	T200	T500
TA06_1 (Canale Levrano D'Aquino)			
TA00000056NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000093SP	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000055NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000054NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000124SS	verificato	verificato	verificato
TA00000053NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000051NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000095SP	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000050NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000049NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000048NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000042NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000096SP	verificato	sommerso	sommerso

TA00000040NC	verificato	verificato	verificato
TA00000033NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000062FV	verificato	verificato	verificato
TA00000031SL	verificato	verificato	sommerso
TA00000126SS	verificato	verificato	verificato
TA06_2 (Vallone Rigio)			
TA00000046NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000041NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000101SP	verificato	sommerso	sommerso
TA00000037NC	sommerso	sommerso	sormonto
TA00000036NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000035NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000065FV	verificato	verificato	verificato
TA00000037SL	verificato	sommerso	sormonto
TA00000100SP	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000036SL	verificato	sommerso	sormonto
TA00000031NC	verificato	verificato	verificato
TA00000028NC	verificato	sommerso	sommerso
TA00000035SL	verificato	verificato	verificato
TA00000065FV	verificato	verificato	verificato
TA00000127SS	verificato	sommerso	sommerso
TA00000027NC	verificato	sormonto	sormonto
TA00000097SP	verificato	sommerso	sormonto
TA00000024NC	sommerso	sormonto	sormonto
TA06_3 (Vallone d'Aiedda)			
TA00000032SL	sormonto	sormonto	sormonto
TA06_4 (Canale Corte Simone)			
TA00000015NC	sommerso	sormonto	sormonto
TA00000014NC	sommerso	sormonto	sormonto
TA00000041SL	sommerso	sormonto	sormonto
TA00000016NC	sommerso	sommerso	sommerso
TA00000017NC	sommerso	sormonto	sormonto
TA00000040SL	sommerso	sommerso	sommerso
TA00000128SS	sommerso	sormonto	sormonto
TA00000099SP	sommerso	sormonto	sormonto
TA00000021NC	sommerso	sormonto	sormonto
TA00000018NC	verificato	sommerso	sormonto
TA06_5 (Canale d'Aiedda)			
TA00000063FV	verificato	verificato	sommerso
TA00000004NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA06_6			
TA00000064FV	verificato	verificato	verificato
TA00000003NC	sormonto	sormonto	sormonto
TA06_7			
TA00000002NC	sommerso	sommerso	sormonto
TA06_8			
TA00000125SS	sormonto	sormonto	sormonto
TA00000061FV	sormonto	sormonto	sormonto
TA06_9 (Canale d'Aiedda)			
TA00000094SP	sormonto	sormonto	sormonto

5.5.6 Criticità urbane / industriali

Dai risultati delle modellazioni idrauliche si evidenzia che lungo i reticoli che confluiscono nel canale d'Aiedda si verificano esondazioni che vanno ad interessare le aree agricole, qualche insediamento artigianale/industriale, case sparse, parte del tessuto urbano di Monteiasi e le aree di pertinenza

dell'aeroporto di Grottaglie. Inoltre risultano insufficienti molti degli attraversamenti idraulici lungo le reti di collegamento principali.

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

Valutazione preliminare degli interventi – VI

ALLEGATI



- 6.0.1 – Aree critiche relative al reticolo idrografico principale
- 6.0.2 – Aree critiche relative al reticolo idrografico minore
- 6.0.3 – Attraversamenti idraulici a rischio
- 6.0.4 – Elementi esposti a rischio idraulico
- 6.1.0 – Interventi di mitigazione del rischio idraulico per il Fiume Lato. Corografia generale
- 6.2.0 – Interventi di mitigazione del rischio idraulico per il Fiume Lenne. Corografia generale
- 6.3.0 – Interventi di mitigazione del rischio idraulico per i Fiumi Patemisco e Tara. Corografia generale
- 6.4.0 – Interventi di mitigazione del rischio idraulico per il Canale D'Aiedda. Corografia generale



Obiettivo di questa fase è la valutazione preliminare delle azioni e/o degli interventi necessari alla messa in sicurezza del territorio. In funzione delle risultanze delle modellazioni idrauliche, sono definiti interventi di tipo strutturale e non strutturale (nell'ambito della Pianificazione di Emergenza a scala Comunale), da porre in essere per la mitigazione del rischio sul reticolo idrografico principale e sul reticolo idrografico minore.

6.1 DESCRIZIONE GENERALE

Nei paragrafi seguenti, per ogni bacino idrografico dell'ambito territoriale "Arco Ionico", in funzione delle risultanze delle modellazioni idrauliche, si elencano le criticità e i conseguenti provvedimenti per la messa in sicurezza del territorio, con riferimento al reticolo principale studiato, ovvero quello avente area contribuyente maggiore/uguale a 25 km² e coperto da rilievi LiDAR alla data di avvio delle attività progettuali. Tali criticità sono evidenziate con un codice identificativo nella tavola corografica generale 6.X.0.

La loro individuazione deve essere rapportata allo stato dei luoghi nel periodo di redazione dello studio. Non si esclude dunque che alcune delle problematiche di sicurezza idraulica che ne emergono siano già state oggetto di analisi con l'individuazione di progetti di mitigazione del rischio, sulla quale questa Autorità ha espresso un proprio parere di competenza, ma che di fatto non hanno ancora prodotto una risolutiva modifica dello stato dei luoghi (es. via Donadonisi o lama Valenzano in località Mungivacca). Quanto proposto nella valutazione preliminare rappresenta inoltre solo possibili scenari di intervento, che non individuano in alcun modo scelte preferenziali da parte di questa Autorità per finalità diverse da quelle del presente studio.

In generale, si definiscono:

interventi di tipo strutturale, ovvero opere di mitigazione del rischio che prevedono la realizzazione di argini, canalizzazioni, casse di espansione o l'utilizzo di cave per la laminazione delle piene;

interventi di tipo non strutturale, ovvero la predisposizione di azioni di presidio e di protocolli da porre in essere in caso di eventi di piena nell'ambito del Piano di Emergenza Comunale, nonché la disposizione di specifica segnaletica.

Nella individuazione degli interventi, in linea di principio, si è orientati a limitare gli interventi strutturali, prediligendo invece gli interventi di delocalizzazione e/o la predisposizione di sistemi di allertamento, in quelle aree in cui il territorio non è stato oggetto di un massiccio consumo di suolo, al fine di preservare la naturalità dei luoghi e il libero deflusso delle acque.

Realizzare opere a difesa di edifici costruiti in luoghi palesemente sbagliati e quindi soggetti ad inondazioni richiede l'investimento di denaro pubblico per difendere bene di valore spesso inferiore all'investimento sostenuto, con l'aggravamento di danneggiare, artificializzando, il corso d'acqua e di esportare il rischio a valle. E' difatti opportuno considerare che la canalizzazione dei deflussi, se da un lato consente il recupero di suolo, dall'altro incrementa la pericolosità delle aree vallive, poiché determina un aumento della velocità della corrente idrica, con conseguente riduzione dei tempi di concentrazione delle portate e aumento dei picchi di piena.

In relazione al tipo di criticità, nei paragrafi seguenti sono dunque riportati:

i provvedimenti di tipo non strutturale per le infrastrutture a rischio di estensione limitata e interesse privato;

i provvedimenti di tipo non strutturale per le opere presenti sulle intersezioni con la rete viaria di livello secondario che manifestano una insufficienza della capacità di deflusso;

i provvedimenti di tipo strutturale per le aree a rischio di interesse strategico e pubblica rilevanza; gli adeguamenti delle opere di attraversamento idraulico per la rete viaria principale.

Come già riferito nel capitolo precedente, la vulnerabilità delle opere di attraversamento delle intersezioni viarie con il reticolo idrografico è valutata in relazione al loro comportamento idraulico in regime di piena, mentre non è condotta alcuna valutazione sulla vulnerabilità strutturale o legata a fenomeni di permeazione, erosione o trasporto, la quale non attiene alle competenze del presente studio. Non è possibile escludere dunque che attraversamenti ritenuti verificati possano determinare situazioni di criticità diverse da quelle qui esaminata.

Nelle schede a seguire, le criticità che richiedono provvedimenti di tipo non strutturale sono elencate divise per comune, al fine di rendere agevole la consultazione per competenza territoriale. Per quanto concerne i provvedimenti di tipo strutturale, nel caso dell'adeguamento delle opere di attraversamento idraulico, è indicata la portata di progetto con tempo di ritorno di 200 anni, mentre gli

interventi per le aree a rischio di interesse strategico e pubblica rilevanza sono illustrati sinteticamente e rappresentati nelle rispettive cartografie di dettaglio.

Relativamente al reticolo idrografico principale, nell'allegato 6.0.1 sono riportate, per ogni area critica, individuata nei paragrafi successivi, le rappresentazioni dettagliate dei tiranti nello scenario con tempo di ritorno di 200 anni, in forma di schedario, raggruppandole sia per territorio comunale che per bacino idrografico.

Oltre al reticolo principale, è stato anche indagato il reticolo minore, ovvero quello con area contribuente inferiore ai 25 km². La ricognizione dei danni a seguito degli eventi alluvionali che hanno colpito la Provincia di Taranto, ha mostrato che problematiche significative sono spesso riconducibili alla presenza di reticoli idrografici con area contribuente dell'ordine di qualche chilometro quadrato, a ragione della particolare rapidità con cui si sviluppa il fenomeno. I tempi di corrivazione molto bassi che caratterizzano i bacini idrografici di piccole dimensioni determinano che la precipitazione che massimizza la risposta idrologica sia di breve durata e quindi di elevata intensità, generando eventi rapidissimi con portate aventi coefficienti udometrici elevati. Al fine di dare contezza di tali situazioni di rischio, a completamento della mappatura delle aree a pericolosità idraulica per il reticolo idrografico principale, nell'allegato 6.0.2 sono individuate tutte le interferenze connesse alla presenza di infrastrutture sul reticolo idrografico minore, organizzate su base comunale, al fine della predisposizione di piani di emergenza e di azioni locali per la messa in sicurezza del territorio. Tali criticità, individuate con la metodologia speditiva succitata, hanno valenza di indicazioni di primo livello.

Per quanto concerne le opere di attraversamento idraulico, è predisposto l'allegato 6.0.3 contenente l'elenco delle intersezioni a rischio suddivise secondo competenze amministrative e territoriali (comunali, provinciali, statali, delle Autostrade e delle Ferrovie).²

Ogni attraversamento riconosciuto non adeguato nella presente relazione, deve essere oggetto di attenzione da parte degli Enti proprietari, al fine di ridurre il rischio associato. Nello specifico devono essere progettati gli interventi strutturali di adeguamento necessari per conseguire condizioni di sicurezza o provvedimenti di tipo non strutturale con il fine di minimizzare il rischio per per gli utenti. Sulla base dei progetti degli interventi strutturali, l'Autorità di Bacino, in coordinamento con la Regione, può definire specifici programmi triennali di intervento, con priorità per le opere che comportano condizioni di rischio idraulico maggiore. Ad ogni modo, è opportuno definire procedure per la gestione dell'opera in corso di eventi di piena, ovvero misure necessarie a seguire il funzionamento del sistema ponte – corso d'acqua con il fine di garantire la sicurezza degli utenti e delle aree circostanti coinvolti dagli effetti indotti dalla presenza dell'attraversamento (mediante protocolli operativi che prevedano, in caso di necessità, la chiusura dell'opera di attraversamento, l'allarme alla popolazione coinvolta e lo sgombero delle aree potenzialmente allagabili).

Con riferimento agli interventi strutturali per le aree a rischio di interesse strategico e pubblica rilevanza, si procede a individuarne la priorità in funzione del loro impatto socio-economico ed ambientale. A tal fine è applicata una procedura metodologica coerente con quella definita dal DPCM. 28.05.2015 recante le norme per la "individuazione dei criteri e delle modalità per stabilire le priorità di attribuzione delle risorse agli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico". L'approccio si basa sull'assegnazione di punteggi alle misure in base alla presenza, nell'area di interesse della misura, di persone a rischio diretto (persone la cui incolumità è a rischio), di beni a rischio grave (la cui rilevanza deriva dalla tipologia: edifici strategici, residenziali, produttivi/commerciali, industrie a rischio di incidente rilevante, infrastrutture di servizio, infrastrutture di comunicazione e trasporto principali e secondarie, case sparse, beni culturali, aree naturali e protette, altre strutture di interesse pubblico), al tempo di ritorno dell'evento di progetto e all'efficacia dell'intervento in termini di riduzione della classe di rischio (Tabella 6.1). L'assegnazione del livello di priorità è stata effettuata sulla base di "punteggi soglia" (Tabella 6.2), stabiliti dall'Autorità di Bacino della Puglia sulla scorta di valutazioni connesse ai valori minimi e massimi dei punteggi assegnati agli interventi oggetto di prioritizzazione nel proprio territorio di competenza.

² La competenza amministrativa è stata attribuita sulla base del DBPRIOR. Tuttavia, effettuando verifiche incrociate con altri database (es. Google Earth) talvolta è stata riscontrata una diversa classificazione delle strade. Ad esempio strade individuate nel DBPRIOR come strade provinciali possono risultare talvolta in Google Earth come strade locali di collegamento a strade provinciali. Di tali incongruenze è data informazione nella relazione con una nota asteriscata, attribuendo la classificazione dell'attraversamento fornita dal DBPRIOR

Tabella 6.1 - Pesi e punteggi per l'attribuzione delle priorità agli interventi strutturali individuati

CRITERIO	PESO	CLASSE	PUNTEGGIO	VALORE PESATO
Fattore integrativo	20	AA	4	20
		A	3	15
		M	1	5
		B	0	0
Persone a rischio diretto	60	>10000	7	60
		5000-10000	6	51,4
		1000-5000	5	42,8
		500-1000	4	34,2
		100-500	3	25,7
		50-100	2	17,1
		<50	1	8,5
	0 (no stima)	0	0	
Beni a rischio grave	30	Edifici strategici (ospedale, scuola, municipio, ecc)	4	30
		Edifici residenziali in centro abitato		
		Edifici residenziali in nucleo abitato		
		Insedimenti produttivi/commerciali		
		Industrie a rischio incidente rilevante		
		Lifelines (elettrrodotti, acquedotto, oleodotti, linee telefoniche, ecc)	3	22,5
		Linee di comunicazione principali (autostrade, strade di grande comunicazione, ferrovie principali)		
		Case sparse		
		Linee di comunicazione secondarie (strade provinciali, strade comunali, altre linee ferroviarie)	1	7,5
		Beni culturali		
		Aree naturali e protette di interesse rilevante		
Altre strutture di interesse pubblico (es. depuratori)	0	0		
Frequenza evento (alluvioni/erosione costiera/valanghe)	30	TR = 20 – 50	3	30
		TR = 100 – 200	2	20
		TR = 300 – 500	1	10
Classi di rischio dopo l'intervento	30	R1	3	30
		R2	2	20
		R3	1	10
		R4	0	0

Tabella 6.2 - "Punteggi soglia" per l'attribuzione delle priorità

PRIORITA' DEGLI INTERVENTI	
<i>Punteggio</i>	<i>Livello di priorità</i>
> 115	molto alta (AA)
100 ÷ 115	alta (A)
80 ÷ 100	critica (C)
60 ÷ 80	media (M)
<60	bassa (B)

Nella tabella 6.3 sono riportati i risultati della prioritizzazione degli interventi effettuata attraverso l'applicazione della metodologia sopra enucleata.

Tabella 6.3 – Priorità degli interventi nell'ambito territoriale omogeneo "Arco Ionico"

Livello di priorità	Punteggio	Codice intervento	Tipo intervento
AA	135.7	5011-5012	Sistemazione idraulica in Loc. Lido Azzurro (Fiume Tara)
	135.7	5034	Lavori di adeguamento del Canale Marziotta in agro di Palagianò
	127.1	5003	Riparazione delle rotte arginali Lama di Castellaneta
	127.1	5004-5005-5024	Sistemazione idraulica della foce del Fiume Lato
A	111	5017-5018	Mitigazione del rischio idraulico in Loc. Stazione di Monteiasi
	106	5019	Sistemazione idraulica del Canale Madonna del Prato
C	91	5027	Mitigazione del rischio idraulico in Loc. Pozzello

6.1 FIUME LATO

Corografia generale: tavola 6.1.0

INTERVENTI NON STRUTTURALI CRITICITA' PER I PIANI DI EMERGENZA

INFRASTRUTTURE PUNTUALI

Comune: CASTELLANETA

TA02IN06. Infrastrutture viarie (SS106), insediamento turistico e case sparse (Loc. Pineta della Marina) tra le sezioni 3755 e 1965 TA02_5 (tr = 8 h)¹

INTERSEZIONI INFRASTRUTTURE VIARIE SECONDARIE

Comune: PALAGIANELLO

1. TA00000013SL

Comune: CASTELLANETA

1. TA00000008SL
2. TA00000011SL

INTERVENTI STRUTTURALI

ADEGUAMENTO E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO

1. TA00000014SL PORTATA di PROGETTO: 819 m³/s

5003. RIPARAZIONE ROTTE ARGINALI LAMA DI CASTELLANETA

Ubicazione dell'opera: Comuni di CASTELLANETA E PALAGIANELLO

Effetti di mitigazione: Comune di PALAGIANELLO (Loc. Difesella)

Allegato cartografico: -

A protezione delle opere idrauliche del Fiume Lato e dell'agro di Palagianello e Castellaneta, risulta necessario ripristinare le strutture arginali che confinano "Lama di Castellaneta" per una lunghezza complessiva di 1500 metri. Nello specifico, tale intervento deve essere realizzato a partire dalla sezione 1645 TA02_4 e fino alla confluenza con il Fiume Lato. In questo tratto, il cedimento degli argini ha determinato l'allagamento di vaste aree ad uso agricolo, significative criticità per il traffico veicolare e danni alle opere idrauliche longitudinali che confinano la foce del Fiume Lato.

5004 - 5005 - 5024. SISTEMAZIONE DELLA FOCE DEL FIUME LATO

Ubicazione dell'opera: Comuni di CASTELLANETA E PALAGIANELLO

Effetti di mitigazione: Comuni di CASTELLANETA (Loc. Pineta della Marina e Ponte del Re) e PALAGIANELLO (Loc. Palude Molitana)

Allegato cartografico: -

Alla foce del Fiume Lato, si riscontra la presenza dell'area a rischio significativo TA02IN06 in cui ricadono elementi esposti significativi (SS106, SP14) insediamento turistico, aree coltivate, case sparse) che possono essere interessati da fenomeni alluvionali ad elevata intensità. Infatti, le potenziali caratteristiche idrodinamiche della corrente, risultano essere pericolose per la vita umana e le infrastrutture. Tale scenario di inondazione può essere causato dal sormonto delle strutture arginali che risultano essere inadeguate per il contenimento della portata di piena duecentennale (Figura A).

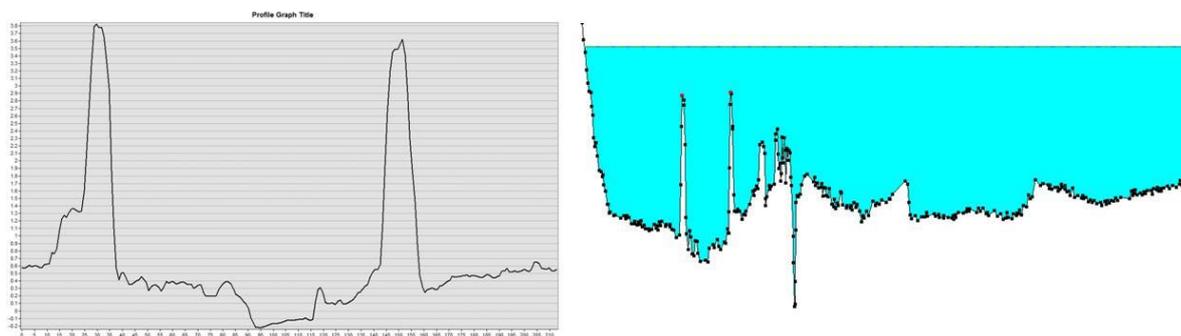


Figura A – Sezione arginata del Fiume Lato (sez. 2613 TA02_5)

Per la riduzione del rischio è quindi necessario realizzare interventi di sistemazione idraulica per il contenimento della piena nell'alveo. A tal fine è necessario l'adeguamento idraulico ed il consolidamento statico degli argini per 4500 metri, tra le sezioni 6199 e 1965 TA02_5. Contestualmente è necessario l'adeguamento delle luci dell'opera di attraversamento TA00000014SL. Questi interventi devono essere dimensionati per consentire il transito della portata di piena duecentennale stimata pari a 819 m³/s in condizioni di sicurezza. A tal fine è necessario incrementare fino a 6 metri l'altezza degli argini rispetto al fondo del Fiume.

6.2 FIUME LENNE

Corografia generale: tavola 6.2.0

INTERVENTI NON STRUTTURALI CRITICITA' PER I PIANI DI EMERGENZA

INFRASTRUTTURE PUNTUALI

Comuni: MASSAFRA e PALAGIANO

TA03IN03. Tessuto residenziale (Loc. Chiatona, Loc. Marziotta) tra le sezioni 4362 e 469 TA03_4 (tr = 3.5 h). Case sparse (Loc. Palude di Vega) tra le sezioni 866 e 533 TA03_5 (tr = 5.2 h)

INTERSEZIONI INFRASTRUTTURE VIARIE SECONDARIE

Comune: PALAGIANO

1. TA00000026NC
2. TA00000030NC
3. TA00000039NC
4. TA00000034NC
5. TA00000016SL
6. TA00000043NC
7. TA00000045NC

Comune: MASSAFRA

1. TA00000022SL
2. TA00000023SL
3. TA00000032NC

INTERVENTI STRUTTURALI

ADEGUAMENTO E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO

- | | |
|-----------------|--|
| 1. TA00000083SP | PORTATA di PROGETTO: 150 m ³ /s |
| 2. TA00000018SL | PORTATA di PROGETTO: 150 m ³ /s |
| 3. TA00000115SS | PORTATA di PROGETTO: 150 m ³ /s |
| 4. TA00000019SL | PORTATA di PROGETTO: 150 m ³ /s |
| 5. TA00000116SS | PORTATA di PROGETTO: 206 m ³ /s |
| 6. TA00000020SL | PORTATA di PROGETTO: 206 m ³ /s |
| 7. TA00000022NC | PORTATA di PROGETTO: 206 m ³ /s |

5034. LAVORI DI ADEGUAMENTO DEL CANALE MARZIOTTA

Ubicazione dell'opera: Comunità di PALAGIANO

Effetti di mitigazione: Comune di PALAGIANO (Loc.Marziotta)

Allegato cartografico: -

La contrada Marziotta in agro di Palagiano può essere interessata da fenomeni alluvionali a causa dell'insufficienza delle sezioni di deflusso del Canale Marziotta. Il transito della portata duecentennale può infatti avere effetti negativi sugli edifici agricoli che occupano le aree adiacenti al Canale e sulle infrastrutture viarie. Infatti l'area è interessata dalla presenza di numerose infrastrutture viarie principali e secondarie. In particolare il canale costeggia parallelamente e per diversi chilometri la SS106 ed interseca il prolungamento della SS106ter in direzione Chiatona. Per la riduzione del rischio risulta quindi necessario migliorare il deflusso nel Canale Marziotta mediante l'adeguamento delle opere di attraversamento e l'allargamento della sezione idraulica tra le sezioni 3399 e 401 TA03_4. A tal fine è necessario delocalizzare alcune serre agricole realizzate in prossimità del canale.

Adeguamento del corpo idrico superficiale non significativo "Canale Marziotta"

Larghezza = 50 m

Pendenza = 0.0003 m/m

Altezza = 4 m

Lunghezza = 3000 m

Q200 = 206 m³/s

Adeguamento opere di attraversamento idraulico TA00000116SS, TA00000020SL e TA00000022NC.

6.3 FIUMI PATEMISCO E TARA

Corografia generale: tavola 6.3.0

INTERVENTI NON STRUTTURALI CRITICITA' PER I PIANI DI EMERGENZA

INFRASTRUTTURE PUNTUALI

Comune: MASSAFRA

TA04IN02. Tessuto residenziale sparso (Loc. La Macchia e Marina di Ferrara) tra le sezioni 1263 e 368 TA04 (tr = 8 h)

Comuni: MASSAFRA e TARANTO

TA04/05C02. Tessuto residenziale sparso (Loc. Marina di Ferrara e Lido Azzurro) tra le sezioni 1263 e 368 TA04 (tr = 8 h) e tra le sezioni 396 e 92 TA05_4 (tr = 3.4 h)

INTERSEZIONI INFRASTRUTTURE VIARIE SECONDARIE (Fiume Patemisco)

Comune: MASSAFRA

1. TA00000025SL
2. TA00000038NC

INTERSEZIONI INFRASTRUTTURE VIARIE SECONDARIE (Fiume Tara)

Comune: STATTE

1. TA00000029NC

INTERVENTI STRUTTURALI

ADEGUAMENTO E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO (Fiume Patemisco)

- | | |
|-----------------|--|
| 1. TA00000087SP | PORTATA di PROGETTO: 120 m ³ /s |
| 2. TA00000088SP | PORTATA di PROGETTO: 120 m ³ /s |

ADEGUAMENTO E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO (Fiume Tara)

- | | |
|-----------------|--|
| 1. TA00000028SL | PORTATA di PROGETTO: 163 m ³ /s |
| 2. TA00000119SS | PORTATA di PROGETTO: 163 m ³ /s |
| 3. TA00000029SL | PORTATA di PROGETTO: 163 m ³ /s |

5011-5012. SISTEMAZIONE IDRAULICA IN LOC. LIDO AZZURRO (Fiume Tara)

Ubicazione dell'opera: Comune di TARANTO

Effetti di mitigazione: Comuni di TARANTO (Loc. Lido Azzurro) e MASSAFRA (Loc. Marina di Ferrara)

Allegato cartografico: -

Il corso d'acqua arginato "sorgente Tara" risulta essere idraulicamente insufficiente al transito della portata di piena duecentennale. Le aree limitrofe sono pertanto perimetrate come zone ad alta pericolosità idraulica nell'ambito del PAI vigente e delle mappe di pericolosità redatte in ottemperanza alla Direttiva 2007/60/CE (Figura A). Infatti l'esondazione per sormonto degli argini determina l'allagamento delle aree ricadenti in Contrada Pantano (Loc. Marina di Ferrara e Lido Azzurro) dove si riscontra la presenza di edifici sparsi ad uso prevalentemente turistico - residenziale.

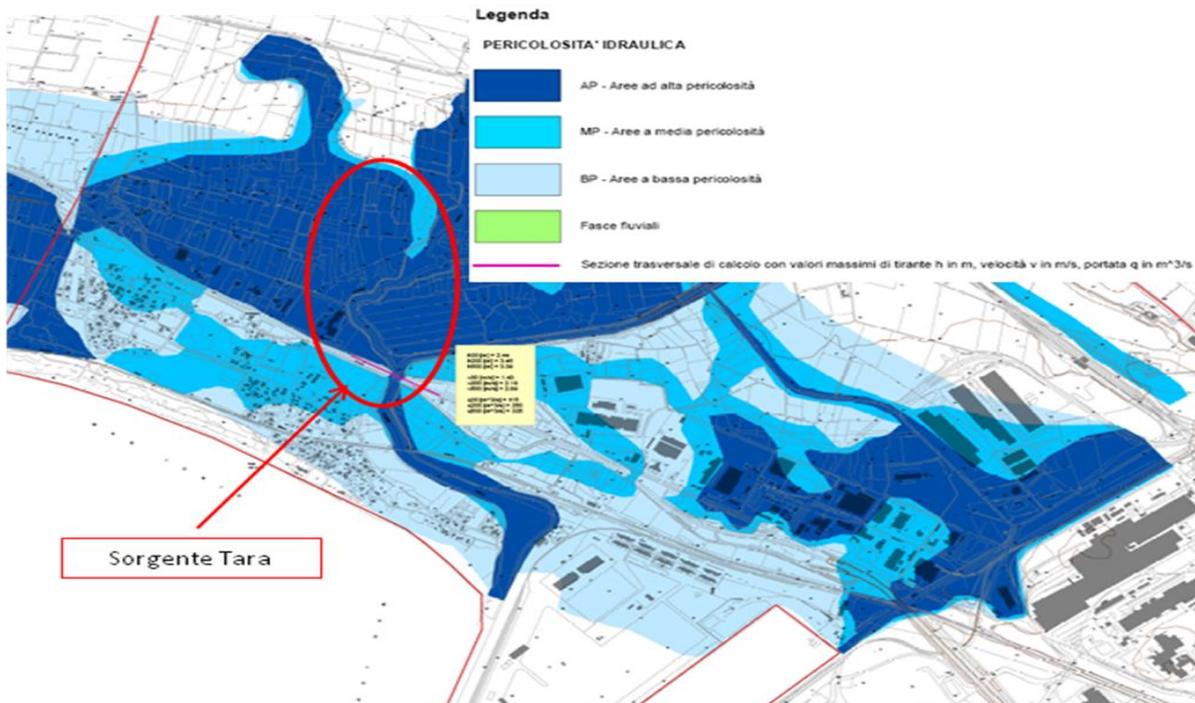


Figura A – Stralcio della Mappa di Pericolosità n. 482 del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni

La riduzione del rischio dell'area in destra idraulica del corso d'acqua "Sorgente Tara" richiede un intervento strutturale per la protezione della Località Lido Azzurro in agro di Taranto. A tal fine può essere attuato un intervento di elevazione degli argini esistenti (Figura B) per il contenimento della piena. Parallelamente è necessario realizzare un idoneo manufatto di imbocco a monte del tratto arginato (sez. 1213 TA05_4).

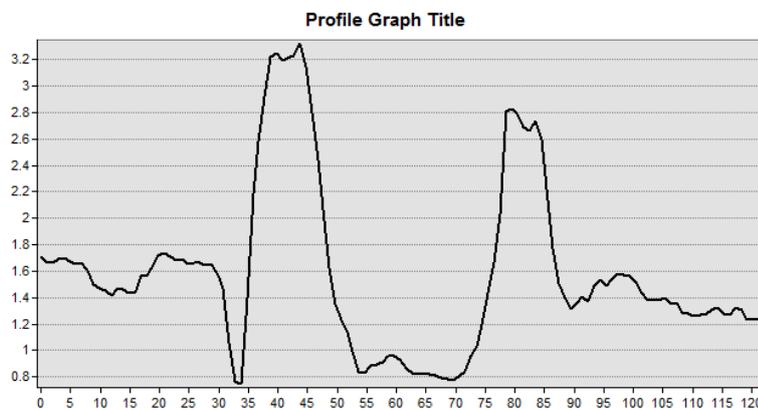


Figura B – Argini esistenti alla sezione n. 209 TA05_4

Le caratteristiche geometriche degli argini per la protezione della Loc. Lido Azzurro, considerata una portata

duecentennale di $37.4 \text{ m}^3/\text{s}$, devono essere le seguenti:

Argini in destra e sinistra idraulica

Altezza = 3.3 m rispetto al fondo del canale

Lunghezza = 1200 m (dalla sezione 1213 TA05_4 fino alla confluenza con il Canale della Stornara)

6.4 CANALE D'AIEDDA

Corografia generale: tavola 6.4.0

INTERVENTI NON STRUTTURALI CRITICITA' PER I PIANI DI EMERGENZA

INFRASTRUTTURE PUNTUALI

Comune: CRISPIANO

TA07C01. Infrastrutture viarie (SP48), case sparse, edifici agricoli ad uso abitativo della sez. 20088 alla sez. 19527 TA06_1 (tr = 7 h)

Comune: MONTEIASI

TA07IN03. Tessuto urbano tra le sezioni 3955 e 2675 TA06_4 (tr = 2.4 h)

Comune: GROTTAGLIE

TA07IN02. Aeroporto di Grottaglie tra le sezioni 5999 e 5489 TA06_4 (tr = 2.4 h)

INTERSEZIONI INFRASTRUTTURE VIARIE SECONDARIE

Comune: CRISPIANO

1. TA00000056NC
2. TA00000055NC
3. TA00000054NC
4. TA00000053NC

Comune: MONTEMESOLA

1. TA00000051NC
2. TA00000050NC
3. TA00000049NC
4. TA00000048NC
5. TA00000042NC

Comune: TARANTO

1. TA00000033NC
2. TA00000004NC
3. TA00000003NC

Comune: GROTTAGLIE

1. TA00000046NC
2. TA00000041NC
3. TA00000037NC
4. TA00000036NC
5. TA00000035NC
6. TA00000037SL

7. TA00000036SL
8. TA00000015NC
9. TA00000014NC
10. TA00000041SL
11. TA00000016NC
12. TA00000017NC
13. TA00000040SL
14. TA00000024NC
15. TA00000027NC

Comune: SAN GIORGIO IONICO

1. TA00000002NC

INTERVENTI STRUTTURALI

ADEGUAMENTO E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO

1. TA00000093SP	PORTATA di PROGETTO: 297 m ³ /s
2. TA00000095SP	PORTATA di PROGETTO: 297 m ³ /s
3. TA00000096SP	PORTATA di PROGETTO: 297 m ³ /s
4. TA00000032SL	PORTATA di PROGETTO: 643 m ³ /s
5. TA00000094SP	PORTATA di PROGETTO: 999 m ³ /s
6. TA00000100SP	PORTATA di PROGETTO: 183 m ³ /s
7. TA00000028NC	PORTATA di PROGETTO: 183 m ³ /s
8. TA00000101SP	PORTATA di PROGETTO: 183 m ³ /s
9. TA00000127SS	PORTATA di PROGETTO: 183 m ³ /s
10. TA00000097SP	PORTATA di PROGETTO: 318 m ³ /s
11. TA00000128SS	PORTATA di PROGETTO: 204 m ³ /s
12. TA00000099SP	PORTATA di PROGETTO: 204 m ³ /s
13. TA00000021NC	PORTATA di PROGETTO: 204 m ³ /s
14. TA00000018NC	PORTATA di PROGETTO: 857 m ³ /s
15. TA00000125SS	PORTATA di PROGETTO: 138 m ³ /s
16. TA00000061FV	PORTATA di PROGETTO: 138 m ³ /s

5017-5018. MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO IN LOC. STAZIONE DI MONTEIASI

Ubicazione dell'opera: Comune di GROTTAGLIE (C.da Sessolo)

Effetti di mitigazione: Comuni di GROTTAGLIE (C.da Sessolo) e TARANTO (Loc. Frazione di Taranto)

Allegato cartografico: -

Il V.ne Rigio interseca importanti infrastrutture viarie tra cui la linea ferroviaria Potenza - Brindisi (TA0000065FV), la Strada Statale n. 7 (TA00000127SS) e la Strada Provinciale n. 80 (TA00000097SP). Tali intersezioni sono concentrate in un limitato tratto del corso d'acqua (sez. 2208 - 1613 TA06_2) e contribuiscono a determinare fenomeni di esondazione a monte degli stessi. L'insufficienza idraulica sia delle sezioni dell'alveo che degli attraversamenti (codici opere TA00000127SS e TA00000097SP) provoca l'alluvionamento di aree agricole, edifici sparsi, sedi stradali e ferroviarie. Tali elementi esposti ricadono in aree a media e bassa pericolosità idraulica determinando livelli di rischio significativi. Le azioni da porre in essere per la mitigazione del rischio sono le seguenti:

1. Risagomatura alveo dalla sezione 3102 alla sezione 1685 TA06_2

lunghezza canale = 1450 m

larghezza canale = 30 m
altezza = 3 m
 $i = 0.006 \text{ m/m}$
 $Q_{200} = 183 \text{ m}^3/\text{s}$

2. Adeguamento delle opere di attraversamento idraulico TA00000127SS ($Q_{200} = 183 \text{ m}^3/\text{s}$) e TA00000097SP ($Q_{200} = 318 \text{ m}^3/\text{s}$)

5027. MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO IN LOC. POZZELLO

Ubicazione dell'opera: Comune di SAN GIORGIO IONICO

Effetti di mitigazione: Comune di SAN GIORGIO IONICO

Allegato cartografico: -

L'agro di San Giorgio Ionico (Loc. Pozzello) è attraversato da un affluente in sinistra idraulica del Canale d'Aiedda caratterizzato da un bacino contribuente di circa 40 km^2 . Il corso d'acqua può essere interessato dal transito di una portata ducentennale di $138 \text{ m}^3/\text{s}$ che può causare l'alluvionamento di aree agricole ed il sormonto delle opere di attraversamento TA00000125SS e TA00000061FV. La pericolosità idraulica è determinata dall'alveo generalmente poco inciso e dall'insufficienza dell'opera di attraversamento idraulico relativa all'infrastruttura SS7. Per la riduzione del rischio in Loc. Pozzello è pertanto necessario adeguare le luci dell'attraversamento e realizzare un canale tra la sezione 3837 e la sezione 3068 TA06_8 avente le seguenti caratteristiche geometriche:

lunghezza canale = 800 m
larghezza canale = 150 m
altezza = 1.5 m
 $i = 0.0046 \text{ m/m}$
 $Q_{200} = 138 \text{ m}^3/\text{s}$

5019. SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL CANALE MADONNA DEL PRATO

Ubicazione dell'opera: Comune di MONTEIASI

Effetti di mitigazione: Comune di MONTEIASI (centro abitato)

Allegato cartografico: -

Alcune aree dell'area urbana di Monteiasi possono essere interessate dal transito delle acque alluvionali rivenienti dal Fosso Madonna del Prato. Il corso d'acqua lambisce infatti il centro abitato ed è caratterizzato dall'insufficienza delle sezioni e delle opere di attraversamento relative ad infrastrutture viarie principali (SP83) e locali. Per la messa in sicurezza del territorio comunale è pertanto necessario realizzare i seguenti interventi:

1. Adeguamento del canale dalla sezione 4082 alla sezione 2969 TA06_4

lunghezza canale = 1100 m
larghezza canale = 20 m
altezza = 4 m
 $i = 0.0036 \text{ m/m}$
 $Q_{200} = 204 \text{ m}^3/\text{s}$

2. Adeguamento delle opere di attraversamento idraulico TA00000099SP, TA00000021NC, TA00000018NC ($Q_{200} = 204 \text{ m}^3/\text{s}$)

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

LINEE GUIDA DI PROGETTAZIONE – VII



Obiettivo di questa fase è la definizione delle linee guida per la progettazione, esecuzione e controllo degli interventi di messa in sicurezza nelle aree a maggior criticità idraulica, con particolare riferimento alle opere di attraversamento idraulico.

I danni recati in corrispondenza dei punti di attraversamento idraulico delle infrastrutture viarie costituiscono uno tra i dissesti più frequenti nel corso delle piene, così come tragicamente testimoniato dall'evento di piena del 2005 in terra di Bari. I danni, con rischi per la sicurezza delle persone, sono causati dall'insufficienza della funzionalità idraulica dell'opera di attraversamento (a volte addirittura assente nel caso degli attraversamenti a raso), che può determinare la distruzione di parti importanti della struttura, ma anche l'allagamento di aree circostanti, che in caso di regolare deflusso non sarebbero interessate della propagazione della piena.

Nel corso di una piena, le sollecitazioni più importanti che subiscono le infrastrutture viarie in corrispondenza di una intersezione con il reticolo idrografico sono collegate ai seguenti fenomeni:

- lo scalzamento delle fondazioni delle pile o delle spalle, correlato a diversi fenomeni che coinvolgono la dinamica di erosione del fondo alveo e che può comportare il cedimento delle opere;
- la tracimazione o l'erosione dei rilevati con conseguenti processi di cedimento strutturale;
- le sollecitazioni idrodinamiche di varia natura che hanno origine da interazioni diverse tra le opere e la corrente (ostruzione delle luci a causa dei detriti trasportati sul fondo e delle materie galleggianti, funzionamento delle luci in assenza di franco, tracimazione dell'impalcato, disallineamento tra strutture del ponte e direzione di deflusso della corrente).

E' quindi importante dedicare un'attenzione specifica agli attraversamenti idraulici, per individuare le misure adatte a migliorarne la sicurezza, a partire dalla valutazione del loro comportamento idraulico in regime di piena. D'altronde i costi aggiuntivi per rendere un attraversamento idraulico meno vulnerabile sono ridotti, se paragonati a quelli derivanti dalla distruzione o dal danneggiamento grave dell'opera. Inoltre la riduzione della vulnerabilità del ponte migliora il grado di sicurezza per gli utenti e per il territorio circostante.

Nel capitolo VI, attraverso le analisi idrauliche del capitolo V, sono individuate le opere che necessitano interventi per la riduzione della vulnerabilità. Si forniscono dunque in questo paragrafo linee guida per la progettazione e l'adeguamento delle opere di attraversamento idraulico.

7.1 IL QUADRO NORMATIVO

Con DM 14 gennaio 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30, sono state approvate le NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI. L'applicazione di tale normativa richiede, in campo idrologico, idraulico, ecc., la valutazione di numerosi parametri: la disponibilità di eventuali linee guida può, al riguardo, favorire le attività di competenza competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

7.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Il progetto di un'opera di attraversamento idraulico, sia di un corso d'acqua che di un canale artificiale, deve essere corredato da una apposita relazione riguardante i problemi idrologici, idrografici ed idraulici relativi alle scelte progettuali, alla costruzione e all'esercizio del ponte. L'ampiezza e l'approfondimento della relazione sono commisurati all'importanza del problema e al grado di elaborazione del progetto.

Nel caso della progettazione di nuove opere di attraversamento la relazione idraulica deve contenere:

- giustificazione della soluzione proposta per l'ubicazione dell'opera, le sue dimensioni e le sue strutture in pianta, in elevazione e in fondazione;
- definizione della prevista successione delle fasi costruttive, in relazione ai mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena;
- definizione della scala di deflusso nella sezione interessata per le condizioni attuali e per quelle dipendenti dal costruendo manufatto, anche per le diverse e possibili fasi costruttive previste;
- calcolo del rigurgito provocato dal manufatto e delle modifiche prodotte a monte dell'opera in conseguenza della riduzione della luce libera rispetto a quella primitiva, attraverso l'ausilio di modellistica idraulica almeno in moto permanente nella condizioni ante-operam e post-operam riferita ad un tratto del corso d'acqua sufficientemente esteso a monte e a valle rispetto alla sezione dell'attraversamento, per un estensione totale comunque non inferiore a 500 metri;
- idonei rilievi topografici delle sezioni del tratto di corso d'acqua esaminato, a supporto del modello geometrico, particolarmente accurati nel tratto a ridosso dell'attraversamento, il cui numero va commisurato alle esigenze di dettaglio delle analisi idrauliche e comunque con interesse non superiore a 30 metri;
- valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme e alle dimensioni di eventuali pile, spalle e relative fondazioni, nonché dei rilevati, nel caso in cui le opere interessino l'alveo;
- esame delle conseguenze della presenza di corpi trasportati dalle acque, ove ricorra detta possibilità, e studio della difesa dagli urti e dalle abrasioni, nonché delle conseguenze di possibili ostruzioni delle luci (specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte), sia nella fase costruttiva sia durante l'esercizio delle opere.

Nello specifico, il progetto deve essere redatto secondo i seguenti criteri di compatibilità idraulica.

Portata di piena di progetto

Le verifiche idrauliche dell'opera devono essere condotte avendo come riferimento una portata di progetto avente tempo di ritorno di 200 anni, da determinare attraverso lo studio idrologico nella sezione di interesse dell'infrastruttura. In ogni caso sarà necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena bicentenaria.

Posizionamento dell'opera di attraversamento rispetto all'alveo

L'insieme delle opere costituenti l'attraversamento non deve comportare condizionamenti al deflusso della piena e indurre modificazioni all'assetto morfologico dell'alveo. L'orientamento dell'opera deve essere parallelo alla direzione di flusso principale della corrente. In particolare devono essere rispettate le seguenti condizioni:

per i corsi d'acqua non arginati le pile e le spalle devono, di norma, essere poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo; in via eccezionale le pile possono interessare la sponda, purché sia integrata con opportuni accorgimenti di difesa e di rivestimento;

per i corsi d'acqua arginati, la spalla del ponte deve essere, di norma, sul lato campagna a distanza dal piede dell'argine maestro; lo stesso limite vale per il caso in cui siano presenti pile sul lato campagna; sul lato fiume la posizione delle pile deve essere al di fuori del petto dell'argine; in via eccezionale la pila può interessare il corpo arginale, purché non intacchi il nucleo centrale dell'argine stesso e sia integrata con opportuni accorgimenti di difesa e di rivestimento;

nei casi in cui il ponte sia inserito in un tratto di corso d'acqua interessato da altre opere di attraversamento poste in adiacenza, a monte e/o a valle, è opportuno che le pile in alveo e le spalle siano, di norma, allineate con quelle esistenti, in modo che le pile presenti, considerate congiuntamente, non riducano la luce effettiva disponibile, anche ai fini del rischio di ostruzione da parte del materiale trasportato in piena.

quando le condizioni geomorfologiche ed idrauliche dei luoghi rendano indispensabile la realizzazione di parte del rilevato nell'area di impronta della piena riferita ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni, lo stesso rilevato dovrà essere adeguatamente protetto dalle azioni idrodinamiche della piena e il progetto supportato da dettagliate verifiche idrauliche e geotecniche in grado di valutare la sua stabilità rispetto alle azioni dei deflussi di piena che lo investono.

in ogni caso l'attraversamento dovrà essere corredato da opere accessorie necessarie per garantire il corretto imbocco e sbocco dei deflussi di piena ed evitare contropendenze lungo il profilo di fondo alveo.

Effetti idraulici indotti

La soluzione progettuale dell'opera deve garantire l'assenza di effetti negativi indotti sulle modalità di deflusso in piena; in particolare il profilo idrico di rigurgito eventualmente indotto dall'insieme delle opere di attraversamento non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Vanno inoltre verificati seguenti aspetti aggiuntivi:

compatibilità dell'opera e delle eventuali sistemazioni idrauliche connesse con gli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci ad opera di corpi flottanti trasportati dalla piena ovvero di deposito anomalo di materiale derivante dal trasporto solido, soprattutto nel caso possano realizzarsi a monte invasi temporanei di dimensione significativa;

se il nuovo ponte genera effetti di minore laminazione della piena lungo l'asta fluviale, si dovranno valutare e adottare provvedimenti conseguenti per eliminare erosioni localizzate e possibili esondazioni in tratti in precedenza ritenuti in relativa sicurezza idraulica.

Franco di sicurezza

Il minimo franco, ovvero la distanza tra la massima quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte, deve essere crescente con i valori della portata di progetto, in relazione alle dimensioni del bacino idrografico sotteso, e alle locali condizioni idrodinamiche della corrente (quali quantità di moto, energia cinetica, etc.).

Ulteriori garanzie dovranno essere fissate in relazione alla tipologia di opera e delle situazioni ambientali della parte di monte del corso d'acqua, in rapporto alla copertura vegetale e alle possibilità di trasporto solido.

Nel caso di corsi d'acqua arginati, la quota di intradosso del ponte deve essere superiore a quella della sommità arginale.

E' altresì opportuno determinare la riduzione di franco che si manifesta per portate superiori a quella di progetto (con particolare riferimento agli scenari con tempo di ritorno di 500 anni), ai fini di una completa determinazione dello stato di sicurezza dell'opera.

La luce libera

Gli attraversamenti di minore importanza devono di norma avere una luce minima di 2,5 metri ed un'altezza minima di 1,75 metri.

Il dislivello tra la quota di intradosso dell'impalcato e il fondo alveo deve essere più consistente quando si possa temere il transito di alberi di alto fusto, ovvero quando siano possibili sovralti del fondo alveo per deposito di materiale lapideo.

Nei casi in cui la larghezza dell'impronta della piena di progetto sia limitata è preferibile la realizzazione di un ponte con pile e spalle esterne alla corrente.

Le pile

La parte maggiormente attiva dell'alveo, significativamente l'alveo inciso, deve, di norma, essere lasciata libera da pile, compatibilmente con i vincoli di natura strutturale, ricercando una soluzione che collochi le pile in golena o nelle zone dove l'altezza d'acqua in piena sia relativamente modesta.

La forma delle pile in alveo è preferibile sia quella circolare o di tipo profilato, in modo da costituire minore ostacolo alla corrente (minore esposizione all'erosione). Anche la struttura di fondazione (sia diretta, sia di collegamento agli elementi portanti sottostanti) è opportuno sia adeguatamente sagomata.

Nei casi in cui si abbia elevata velocità di corrente abbinata a un trasporto solido significativo, la parte delle pile a contatto con la corrente deve essere opportunamente protetta.

Nel caso l'opera sia inserita in un tratto di corso d'acqua arginato è necessario prevedere protezioni (rivestimenti e/o diaframature) del paramento lato fiume dell'argine, in conseguenza delle maggiori sollecitazioni idrodinamiche indotte dall'opera stessa. In situazioni particolari possono essere necessarie opere di ringrosso e/o sovrizzo arginale locale.

Effetti idrodinamici

Il progetto del manufatto e delle opere connesse deve contenere la verifica della stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:

scalzamento massimo sulle fondazioni delle pile, delle spalle; le fondazioni delle pile e delle spalle devono essere dimensionate in modo da sopportare direttamente il massimo scalzamento prevedibile (scalzamento diretto ed eventuale abbassamento del fondo alveo), senza la necessità di opere idrauliche aggiuntive. Ad esempio nel caso di fondazioni su pali il dimensionamento dei pali deve considerare scoperto il tratto di palo compreso tra la testa e la quota di massimo scalzamento;

urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;

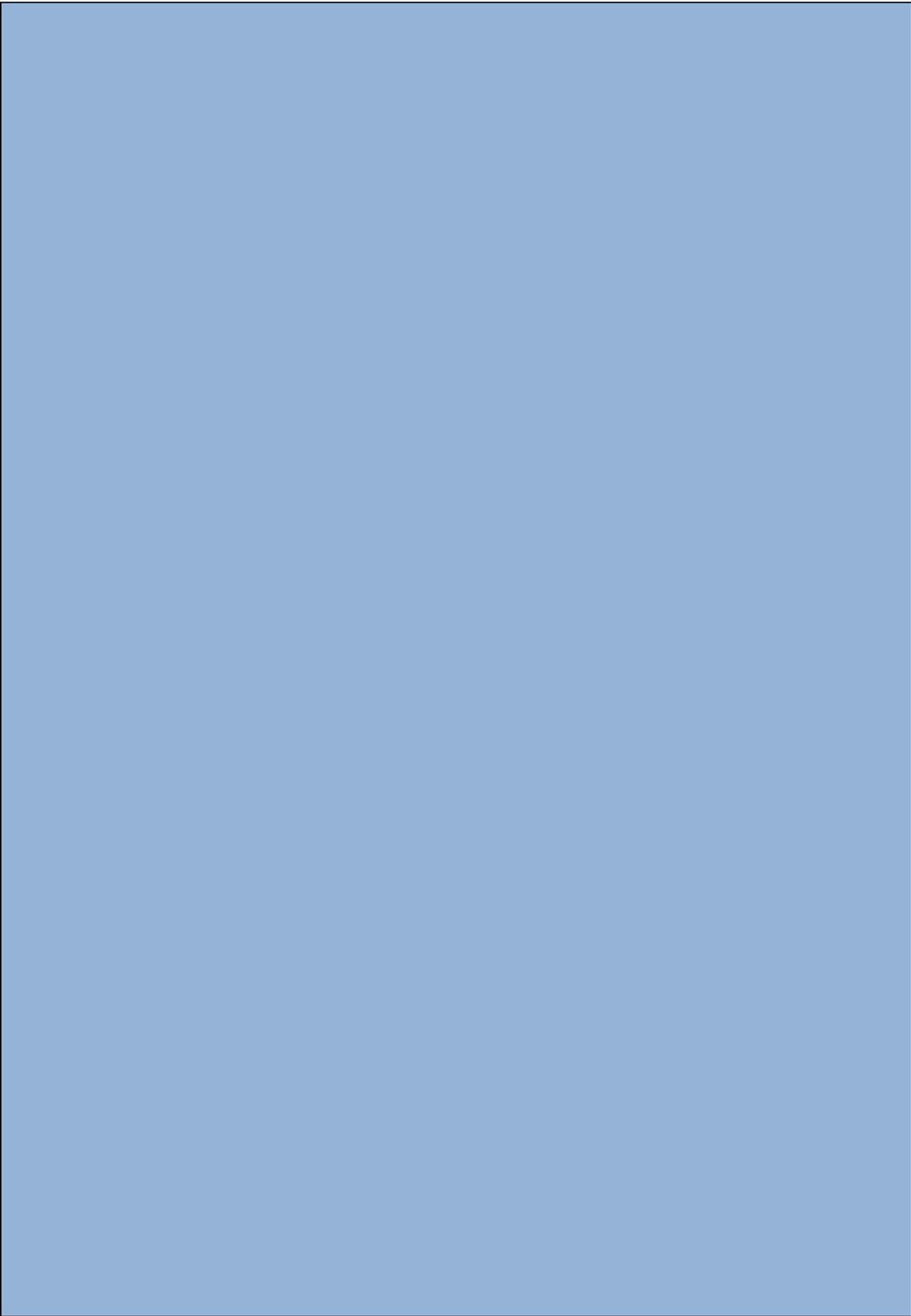
scalzamento massimo sui rilevati di accesso per effetto dell'erosione della corrente;

spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo idrico indotto dalla struttura; ove opportuno la valutazione deve essere condotta anche con riferimento a condizioni di tracimazione del ponte per effetto di ostruzione delle luci.

Opere idrauliche collegate al ponte.

Nel caso in cui l'inserimento o la presenza del ponte comporti la realizzazione di opere idrauliche con funzioni di sistemazione dell'alveo nel tratto interessato dall'attraversamento, il progetto deve comprendere la definizione delle opere stesse con lo stesso livello di dettaglio relativo all'opera principale.

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.



CONCLUSIONI

Il presente lavoro offre un approccio metodologico finalizzato alla messa in sicurezza idraulica a scala di bacino per i corsi d'acqua dell'ambito territoriale omogeneo "Arco Ionico", operando in maniera sistematica analisi di tipo geomorfologico, idrologico ed idraulico per la comprensione delle dinamiche di pericolosità del territorio e addivenendo alla individuazione dei provvedimenti di tipo strutturale e non strutturale per la mitigazione del rischio.

Come supporto alla modellistica idrologica ed idraulica, sono resi disponibili:

- il **censimento delle opere idrauliche di attraversamento**, utile sia ai fini della costruzione geometrica dei modelli, che per esigenze di polizia idraulica;
- le **mappe delle direzioni di flusso e delle aree contribuenti**, forzate sul reticolo idrografico della carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia, con individuazione della componente endoreica;
- la **mappa del *Curve Number***, parametro comunemente adoperato per la determinazione del volume di deflusso, ovvero del volume di precipitazione depurato delle perdite idrologiche;
- l'**associazione dell'indice di Manning alle classi di uso del suolo** della Carta Tecnica Regionale del SIT Puglia, per la valutazione della resistenza al flusso.

Gli strumenti succitati hanno valore se rapportati alla scala di indagine del presente studio. Al di fuori di questa attività assumono valore indicativo e informativo di primo livello, senza escludere che approcci altrettanto plausibili siano possibili a partire da assunzioni (es. cartografie, conoscenze provenienti da altre esperienze, analisi idrologiche, ecc.) diverse da quelle qui adoperate.

Le analisi idrologiche, condotte in maniera organica e sistematica sui corsi d'acqua, hanno consentito la valutazione dell'andamento del **coefficiente udometrico dei bacini idrografici** dei corsi d'acqua dell'Arco Ionico (v. figure A), utile per valutazioni di tipo speditivo.

Le modellazioni idrauliche sono state condotte su tutte le aste di reticolo aventi bacino contribuente maggiore o uguale a 25 km² e hanno prodotto la **rappresentazione sistematica dei tiranti e delle velocità** della corrente nei tre scenari di riferimento secondo le NTA (Norme Tecniche di Attuazione) del PAI, ovvero relativi ai tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Tali elementi sono richiesti esplicitamente dalla Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010 di recepimento. La conoscenza delle grandezze idrodinamiche, oltre alla rappresentazione dell'estensione delle aree a pericolosità idraulica, è difatti fondamentale per la comprensione del fenomeno e per la valutazione della vulnerabilità idraulica, nell'ambito della gestione del rischio. E' inoltre proposto un **approccio per la valutazione delle aree a pericolosità idraulica**, basata sia sul tempo di ritorno dell'evento estremo, sia sulle corrispondenti grandezze idrodinamiche.

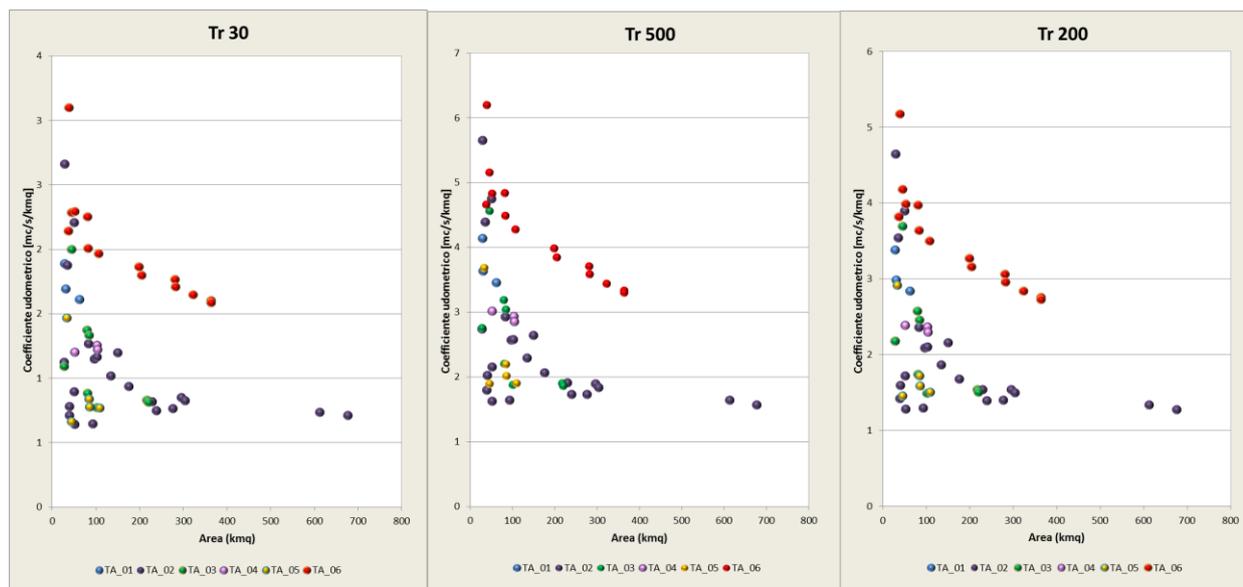


Figura A – Coefficienti udometrici per i corsi d'acqua dell'arco ionico

Le risultanze delle analisi svolte hanno dunque consentito **individuare le criticità connesse all'assetto idraulico del territorio** e di svolgere una **valutazione preliminare degli interventi a scala di bacino**, necessari alla messa in sicurezza del reticolo idrografico esaminato ed alla riduzione del rischio idraulico. Gli interventi contemplano adeguamenti delle opere di attraversamento idraulico, ampliamento delle sezioni utili al libero deflusso delle acque, la realizzazione ed il ripristino di arginature, nonché provvedimenti di tipo non strutturale. L'individuazione delle criticità deve essere rapportata allo stato dei luoghi nel periodo di redazione dello studio. Non si esclude dunque che alcune delle problematiche di sicurezza idraulica che ne emergono siano già state oggetto di analisi con l'individuazione di progetti di mitigazione del rischio, sulla quale questa Autorità ha espresso un proprio parere di competenza, ma che di fatto non hanno ancora prodotto una risolutiva modifica dello stato dei luoghi. Quanto proposto nella valutazione preliminare rappresenta inoltre solo possibili scenari di intervento, che non individuano in alcun modo scelte preferenziali da parte di questa Autorità per finalità diverse da quelle del presente studio.

Con riferimento al reticolo idrografico principale sono stati individuati interventi di tipo strutturale per la messa in sicurezza delle aree a rischio di interesse strategico e pubblica rilevanza, per i quali è assegnato un livello di priorità in funzione dell'importanza degli esposti, riportato nella tabella A per l'ambito territoriale omogeneo "Arco Ionico"

Tabella A – Priorità degli interventi in Provincia di Taranto

Classe di priorità	Tipo intervento	Codice intervento
AA	Sistemazione idraulica in Loc. Lido Azzurro (Fiume Tara)	5011-5012
	Lavori di adeguamento del Canale Marziotta in agro di Palagianò	5034
	Riparazione delle rotte arginali Lama di Castellaneta	5003
	Sistemazione idraulica della foce del Fiume Lato	5004-5005-5024
A	Mitigazione del rischio idraulico in Loc. Stazione di Monteiasi	5017-5018
	Sistemazione idraulica del Canale Madonna del Prato	5019
C	Mitigazione del rischio idraulico in Loc. Pozzello	5027

Per quanto concerne le intersezioni del reticolo idrografico principale con le infrastrutture viarie, sono state censite ed analizzate n. 109 opere di attraversamento idraulico, di cui 73 sono risultate insufficienti per il regolare deflusso delle acque, richiedendo dunque interventi di tipo strutturale o l'adozione di sistemi di allerta (v. tabella B). Nello specifico, interventi di tipo strutturale sono suggeriti per le opere di attraversamento idraulico delle infrastrutture viarie principali, ovvero quelle avente competenza

almeno provinciale; mentre per le intersezioni a rischio con le infrastrutture secondarie (ovvero quelle di livello comunale) è indicata la necessità di provvedere almeno alla predisposizione di sistemi di allerta e segnaletica stradale opportuna, in assenza dello stanziamento di risorse per l'adeguamento strutturale. Si rappresenta che la **vulnerabilità delle opere di attraversamento è valutata in relazione al loro comportamento idraulico in regime di piena**, mentre non è condotta alcuna valutazione sulla vulnerabilità strutturale o legata a fenomeni di permeazione, erosione o trasporto, la quale non attiene alle competenze del presente studio. Non è possibile escludere dunque che attraversamenti ritenuti verificati possano determinare situazioni di criticità diverse da quelle qui esaminata.

A completamento della mappatura delle aree pericolosità idraulica sul reticolo principale, è stato anche indagato il **reticolo minore**, ovvero quello con area contribuente inferiore ai 25 km², considerando che gli eventi alluvionali recenti, che hanno colpito la Provincia di Taranto, hanno evidenziato problematiche significative anche per bacini idrografici di pochi chilometri quadrati. Sono state dunque individuate tutte le interferenze connesse alla presenza di infrastrutture sul reticolo idrografico minore, organizzate su base comunale. Tali criticità, individuate con metodologia speditiva, hanno valenza di indicazioni di primo livello.

Nelle pagine conclusive si riporta l'elenco delle criticità del reticolo idrografico dei corsi d'acqua dell'ambito territoriale omogeneo "Arco Ionico", sia con riferimento ai tronchi principali che con riferimento ai tronchi secondari, suddiviso per Comune, utile al fine della predisposizione di piani di emergenza e di azioni locali per la messa in sicurezza del territorio.

Infine, nella constatazione che le intersezioni tra il reticolo idrografico e le infrastrutture viarie costituiscono elementi di particolare criticità, come evidenziato - talvolta anche tragicamente - dai recenti eventi alluvionali, sono predisposte delle **linee guida di progettazione per le opere di attraversamento idraulico**.

Tabella B – Verifica delle opere di attraversamento idraulico dell'unità fisiografica "Arco Ionico"

ATTRAVERSAMENTI ESAMINATI		109									
CORSO D'ACQUA	tempo di ritorno	funzionamento				interventi strutturali					allerte
		VERIFICATO	SOMMERSO	SORMONTO	INSUFF.	FV	AS	SS	SP	SL	
Fiume Lato	T30	11	1	1							
	T200	9	3	1	4	0	0	0	0	1	3
	T500	8	4	1							
Fiume Lenne	T30	13	1	11							
	T200	8	5	12	17	0	0	2	1	4	10
	T500	8	4	13							
Fiume Patemisco	T30	5	0	3							
	T200	4	0	4	4	0	0	0	2	0	2
	T500	1	3	4							
Fiume Tara	T30	7	0	1							
	T200	4	3	1	4	0	0	1	0	2	1
	T500	4	3	1							
Canale d'Aiedda	T30	20	12	23							
	T200	11	12	32	44	1	0	3	8	4	28
	T500	9	8	38							
TOT		36	23	50	73	1	0	6	11	11	44

PROVINCIA DI TARANTO

COMUNE DI CAROSINO

RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA07C06	Tessuto urbano	17°23'57"E	40°27'50"N	Canale d'Aiedda

COMUNE DI CASTELLANETA

RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuente ≥ 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA02IN06	Stabilimento turistico - ricettivo	16°57'40 "E	40°29'51"N	Fiume Lato
TA02IN05	Tessuto urbano	16°56'14"E	40°37'49"N	Fiume Lato
TA02IN04	Infrastrutture viarie (SP22, SP23), masserie	16°56'16"E	40°41'1"N	Fiume Lato

RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA02C11	Tessuto industriale	16°56'26"E	40°37'6"N	Fiume Lato
TA02C13	Masseria Gigante, SP15	16°54'0"E	40°35'30"N	Fiume Lato

COMUNE DI CRISPIANO

RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA04/07C01	Edifici ad uso abitativo, insediamenti produttivi	17°14'51"E	40°36'54"N	Fiume Tara
TA05C01	Centro abitato, insediamenti produttivi, edifici ad uso agricolo	17°13'36"E	40°36'8"N	Fiume Tara
TA07C01	Masserie, Iazzo delle fabbriche, edifici ad uso abitativo	17°15'44"E	40°37'6"N	Canale d'Aiedda
TA04C03	Nucleo abitato nel territorio rurale compreso tra i comuni di Crispiano, Massafra e Statte	17° 9'26"E	40°34'27"N	Fiume Patemisco

COMUNE DI FAGGIANO

RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA07C05	Insediamenti produttivi in tessuto industriale, impianto di depurazione	17°21'51"E	40°26'20"N	Canale d'Aiedda

COMUNE DI FRAGAGNANO				
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA08C01	Tessuto urbano, masserie, impianto fotovoltaico	17°27'36" E	40°25'33" N	Canale dei Cupi

COMUNE DI GINOSA				
RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuente ≥ 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA01IN01	Nucleo abitato in Loc. Marina di Ginosa, pannelli fotovoltaici, infrastrutture viarie	16°52'23"E	40°24'58"N	il Galaso
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA02C12	Condotta di Adduzione	16°48'9" E	40°34'12" N	Fiume Lato

COMUNE DI GROTTAGLIE				
RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuente ≥ 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA07IN09	Infrastrutture viarie (SP77)	17°22'10" E	40°31'28" N	Canale d'Aiedda
TA07IN14	Masseria, edifici, pista aeroportuale insediamenti produttivi	17°23'57" E	40°30'48" N	Canale d'Aiedda
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA07C08	Discarica	17°28'50" E	40°29'39" N	Canale d'Aiedda
TA07C09	Cimitero, insediamento produttivo, case sparse	17°28'50" E	40°29'36" N	Canale d'Aiedda
TA07C10	Centro abitato, cimitero, area di parcheggio, edifici isolati	17°25'47" E	40°32'36" N	Canale d'Aiedda

COMUNE DI LATERZA				
RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuente ≥ 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA02IN02	Tessuto urbano	16°48'4" E	40°37'26" N	Fiume Lato
TA02IN03	Condotta di adduzione	16°49'28" E	40°34'40" N	Fiume Lato
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA02C07	Tessuto urbano	16°47'59" E	40°37'56" N	Fiume Lato

TA02C08	Impianto di potabilizzazione del Sinni	16°50'9" E	40°34'37" N	Fiume Lato
---------	--	------------	-------------	------------

COMUNE DI LIZZANO

RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuyente ≥ 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA08IN01	Impianto di depurazione	17°26'1" E	40°22'31" N	Canale dei Cupi
TA09IN01	Nucleo abitato in Loc. Marina di Lizzano	17°27'2" E	40°19'39" N	Pezza dello Scorzone

COMUNE DI MANDURIA

RETICOLO MINORE (Area contribuyente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA00C04	Case sparse in agro di Manduria	17°37'53" E	40°18'57" N	-

COMUNE DI MARUGGIO

RETICOLO MINORE (Area contribuyente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA00C03_a	Tessuto urbano	17°34'29" E	40°19'15" N	-
TA00C03_b	Nucleo abitato in Loc. Campomarino	17°34'15" E	40°18'4" N	-

COMUNE DI MASSAFRA

RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuyente ≥ 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA04IN02	Case sparse in Loc. Marina di Ferrara	17°6'21" E	40°31'28" N	Fiume Patemisco

RETICOLO MINORE (Area contribuyente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA04C01	Tessuto urbano, Tessuto industriale, stazione, impianto di depurazione	17°6'36" E	40°34'46" N	Fiume Patemisco
TA04C02	Masserie e case sparse in agro di Massafra	17°8'55" E	40°34'44" N	Fiume Patemisco
TA04/05C01	Discarica	17° 8'39" E	40°33'19" N	Fiume Patemisco

COMUNE DI MONTEIASI

RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuyente ≥ 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA07IN03	Tessuto urbano	17°22'51" E	40°30'18" N	Canale d'Aiedda

COMUNE DI MOTTOLA				
RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuente ≥ 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA03IN02	Case sparse, Masseria le Grotte	16°59'55" E	40°38'23" N	Fiume Lenne
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA03C06	Impianto di depurazione, masserie, insediamenti agricoli produttivi	17°2'54" E	40°38'11" N	Fiume Lenne

COMUNE DI PALAGIANELLO				
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA03C02	Case sparse in agro di Palagianello, masseria	16°58'59" E	40°36'28" N	Fiume Lenne

COMUNE DI PALAGIANO				
RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuente ≥ 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA03IN03	Nucleo abitato di Chiatona, masserie, case sparse	17° 2'12" E	40°31'14" N	Fiume Lenne
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA03C04	Tessuto urbano	17° 2'20" E	40°34'25" N	Fiume Lenne

COMUNE DI STATTE				
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA06C03	Case sparse	17°12'24" E	40°33'18" N	Fosso Galese

COMUNE DI TARANTO				
RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuente ≥ 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA06IN01	Case sparse, insediamenti industriali	17°14'56" E	40°30'47" N	Fosso Galese
RETICOLO MINORE (Area contribuente < 25 kmq)				
Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA00C02	Nucleo abitato (Quartiere Paolo)	17°16'22" E	40°31'18" N	-

	VI), masserie, centro commerciale			
TA04/05C02	Nucleo abitato in Loc. Lido Azzurro	17° 7'54" E	40°31'11" N	Fiumi Patemisco/Tara

PROVINCIA DI BARI

COMUNE DI GIOIA DEL COLLE

RETICOLO MINORE (Area contribuyente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA02C14	Infrastrutture viarie (linea ferroviaria)	16°55'33" E	40°44'13" N	Fiume Lato

COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE

RETICOLO PRINCIPALE (Area contribuyente ≥ 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA02C14	Masseria Giandomenico	16°42'17" E	40°44'30" N	Fiume Lato

PROVINCIA DI BRINDISI

COMUNE DI ORIA

RETICOLO MINORE (Area contribuyente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA00C06	Case sparse in agro di Oria	17°39'36" E	40°29'19" N	

COMUNE DI VILLA CASTELLI

RETICOLO MINORE (Area contribuyente < 25 kmq)

Cod_esposto	Tipo di esposto	Coordinate geografiche		Bacino idrografico
		E	N	
TA00C05	Edifici in tessuto urbano	17°28'32" E	40°34'35" N	-

Gli elaborati del presente studio non sono riutilizzabili né modificabili da soggetti terzi, per aree esterne a quelle dei bacini dell'Arco Ionico.

Bibliografia

- Alfieri S. (1927), "L'alluvione della zona barese nel novembre 1926", Bari, Annali del Ministero dei Lavori Pubblici.
- Arcement G.J. & Schneider V.R. (1989). *Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains*. United States Geological Survey Water-supply Paper 2339.
- Azzaroli A., Valduga A. (1967), *Note illustrate della carta geologica d'Italia alla scala 1:100000*, Bari e Mola di Bari, Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- Bacchi B., Franchini M., Galeati G., Ranzi R. (2000), "Parametrizzazione e regionalizzazione della curva di riduzione dei massimi annuali delle portate medie su assegnata durata", Atti del XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Genova, 12-15 settembre 2000, Vol. II, pp. 129-136.
- Barnes, H.H., (1967), *Roughness Characteristics of Natural Channels*; U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1849, 213 p.
- Benson M.A., Dalrymple T. (1967), *General field and office procedures for indirect discharge measurements: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations*, book 3, chap. A1, 30 p.
- Bonelli R., Fratino U., Romano L. (2009), *Il complesso rapporto tra la città di Bari e le lame, uno sguardo al passato per un diverso futuro*, Conv. SIGEA, Bari, 28 novembre 2009.
- Brath A., Fiorentino M., Villani P. (1994), Valutazione dei volumi di piena a frequenza assegnata, In: Copertino V.A., Fiorentino M. (a cura di), Valutazione delle piene in Puglia, pp. 269-286.
- Chow V.T. (1959), *Open-channel Hydraulics*, McGraw-Hill.
- Cowen, 1956; Chow, 1959; Bernes, 1967; Linsley, Kohler e Paulhus, 1982; Arcement e Schneide 1989; Phillips e Ingersoll, 1998).
- Da SS4-95SheetFlow.pdf
- Di Baldassarre G., Brath A., Horritt M., Bates P. (2006), *Mappatura ASAR delle aree inondate per la calibrazione e la verifica dei modelli bidimensionali di allagamento*, XXX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche – IDRA 2006
- Dietrich W.E. and Dunne T. (1993), *The channel head, Channel Network Hydrology*, John Wiley, 176-219
- Edson, C.G. (1951). Parameters for relating unit hydrographs to watershed characteristics, Trans. Am. Geophys. Un., 32, 391-396.
- Engman E. (1986). *Roughness Coefficients for Routing Surface Runoff*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 112(1), 39-53.
- Ferro V. (2006), *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill Companies, 848 p.
- Ferro V. (2006), *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill Companies, 848 p.
- Fiorentino, M. (1985), "La valutazione dei volumi di piena nelle reti di drenaggio urbano", Idrotecnica, (3), 141-152.
- Gabellani, S., Silvestro, F., Rudari, R., and Boni, G. (2008), *General calibration methodology for a combined Horton-SCS infiltration scheme in flash flood modeling*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci.,8, 1317-1327,doi:10.5194/nhess-8-1317-2008.
- Gabriele S., Chiaravallotti F., Cotecchia V. (2006), L'evento pluviometrico del 22 Ottobre 2005 in Puglia. Una ricostruzione sperimentale mediante Meteosat-8 e modello afflussi-deflussi a parametri distribuiti. L'ACQUA, 5, pp. 37-48.

- Hjelmfelt A. T. (1980a), *Curve-Number procedure as infiltration method*, Journal of Hydraulics Division, 106(6), pp 1107-1111.
- Hjelmfelt A. T. (1980b), *Empirical investigation of curve number technique*, J. Hydr. Div., ASCE, 106(9), 1471-1477.
- Horton R. E. (1933), *The role of infiltration in the hydrologic cycle*. Trans. AGU, 14th Ann. Mtg. pp.446-460.
- Huang, Y. (2009). *Rapid flood risk assessment using GIS technology*, International Journal of River Basin Management, 7:1, 3-14.
- Kuo, Guo & Reed -(2001) "*Simulation of Mesoscale Cyclone over Mediterranean Sea*" 2001 Meteorological Atmospheric Physics
- Linsley R., Kohler M.A., Paulhus J.L.H. (1982), *Hydrology for engineers*, McGraw-Hill (New York), 500 p.
- Maione U., (1999), "Le piene fluviali", La Goliardica Pavese,
- Marone V. (1971), Calcolo di massima di un serbatoio di laminazione, L'energia elettrica, n. 9
- Mastronuzzi G., (2010) "Le gravine e le lame" in "Il patrimonio geologico della Puglia territorio e geositi", Supplemento al numero 4/2010 di "Geologia dell'Ambiente", SIGEA.
- McNamara J.P., Ziegler A.D., Wood S.H., Vogler J.B. (2006), *Channel head locations with respect to geomorphologic thresholds derived from a digital elevation model: A case study in northern Thailand*, Forest Ecology and Management, 224, 147-156
- Mesa O. J., and E. R. Mifflin (1986), *On the relative role of hillslope and network hydraulic geometry in hydrologic response*, Scale Problems in Hydrology, edited by V. K. Gupta, I.Rodriguez-Iturbe, and E. F. Wood, pp. 1- 17, D. Reidel, Norwell, Mass.
- Mills, P., Badcock, A. (2011). *Preliminary Flood Risk Assessment Fluvial Flood Hazard Mapping-Normal Depth Method*. Disponibile presso il sito <http://www.cfram.ie/pdfs-downloads/TechDocs/Fluvial%20Normal-Depth%20Report%20-%20Final.pdf>
- Mishra S. K. and Singh V. P. (2003): *Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, ISBN 1-4020-1132-6,
- Moisello U. e Papiri S. (1986), *Relazione tra l'altezza di pioggia puntuale e ragguagliata*, Atti del XX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Padova: 615-631
- Montgomery D.R. and Dietrich W.E. (1994), *Landscape dissection and the drainage area-slope thresholds*, Process Models and Theoretical Geomorphology, John Wiley, 221-246
- Montgomery D.R., Foufoula-Georgiou E. (1993), *Channel network source representation using digital elevation models*, Water Resources Research, 29, 12, 3925-3934
- Mossa M. (2007) *The floods in Bari: what history should have taught*, Journal of Hydraulic Research, 45, 5, pp. 579-594.
- Naden, P. (1992), *Spatial variability in flood estimation for large catchments: The exploitation of channel network structure*, Hydrol. Sci. J. , 37, 1, pp. 53-71.
- Nash J. E., (1957), "The form of the instantaneous unit hydrograph", International Union of Geology and Geophysics Assembly of Toronto, 3, 114-120.
- Paoletti, A. (2010). *Prontuario dell'Ingegnere*, a cura di Guadagni, A. Hoepli. ISBN 978-88-203-4407-8
- Petroselli A., Nardi F., Santini M., Grimaldi S. (2009), *Modello afflussi-deflussi nfiub: metodologia innovativa per l'applicazione in bacini non strumentati*, Atti del IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria, 3-24
- Phillips J.V., and Ingersoll, T.L., (1998), *Verification of roughness coefficients for selected natural and constructed stream channel in Arizona*; U.S. Geological Survey Professional Paper 1584, 77p.

Pianese, D., e Rossi, F. (1986): "Curve di possibilità di laminazione delle piene." *Giornale del Genio Civile*, fasc. 4,5,6 - Apr., Mag., Giu., pp. 131-148.

Porcu F. & Prodi F (2001).- "*Osservazione multisensore di sistemi nuvolosi alla mesoscala in area mediterranea*" 2001

Rallison R. E. (1980), *Origin and evolution of the SCS runoff equation*. Proc., ASCE Irrig. and Drain. Div. Symp on watershed Mgmt., ASCE, New York, N.Y., Vol II, 912-924

Reale O., Atlas D. (2001)- "*Tropical cyclones like vortices in Extratropics: observational evidence and synoptic analysis*" *Weather Forecasting* 16, 2001.

Ree W.O., Wimberley F.L. and Crow F.R. (1977), *Manning n and The Overland Flow Equation*, Transactions of the ASAE, Volume 20, Number 1, pages 89-95, 1977

Rodriguez-Iturbe I., Rinaldo A. (1997), *Fractal River Basins*, Cambridge University Press, New York.

Romano L., Castorani A., Di Santo A.R., Fratino U. (2010a), *On the channel head location and landscape evolution using dems*, Atti EIAHR 2010, Edinburgh, 4-6 maggio 2010

Romano L., Fratino U., Di Santo A. R., (2010) "Flooding areas of Ofanto river using advanced topographic and hydraulic approaches". Dept. Water Engineering & Chemistry, Technical University of Bari, 70125 Bari, Italy -Contributo nel convegno "Geomatics for Crisis management

Silletti, G. (2006), Danni alluvionali in Puglia: non dimentichiamoci della difesa del suolo, *Silvae*, II, 5: 247-274

Singh, V.P. (1988) *Hydrologic System: Rainfall-Runoff Modeling*. Prentice Hall: Englewood Cliff, New Jerse.

Soil Conservation Service (SCS) (1972), *National Engineering Handbook*, Section 4, Hydrology

Spalluto L., Pieri P., Sabato, L., Tropeano M. (2010) *Nuovi dati stratigrafici e cartografici delle unità quaternarie del F° 438 "Bari" (Puglia – Italia meridionale)*. *Il Quaternario*, 23 (1), 3-14

U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.Engman, E. T. "*Roughness coefficients for routing surface runoff*," ASCE, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*.112(1), 39-52, 1986

Van der Sande, C.J., Jong de, S.M. and Roo de, A.P.J. (2003). "*A Segmentation and Classification Approach of IKONOS-2 Imagery for Land Cover Mapping to Assist Flood Risk and Flood Damage Assessment*", *International. Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4, 217–229.

Yen, B. C. and V. T. Chow (1980). *Design Hyetograph for Small Drainage Structures*. *J. Hyd. Div. Am. Soc. Civil Eng. Vol 106 No.HY6. Pp 1055 -1976.*