

**CORRIDOIO PLURIMODALE ADRIATICO  
ITINERARIO MAGLIE - SANTA MARIA DI LEUCA**

**S.S. N° 275 "DI S. MARIA DI LEUCA"**

**LAVORI DI AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. B DEL D.M. 5.11.2001**

S.S. 16 dal km 981+700 al km 985+386 - S.S. 275 dal Km 0+000 al km 37+000

**1° Lotto: Dal Km 0+000 di prog. al Km 23+300 di prog.**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. BA283

**PROGETTAZIONE: ANAS - COORDINAMENTO TERRITORIALE ADRIATICA**

<p>I PROGETTISTI</p> <p>Ing. Alberto SANCHIRICO – Progettista e Coordinatore Ing. Simona MASCIULLO – Progettista</p>	<p>ATTIVITA' DI SUPPORTO</p>    
<p>COLLABORATORI</p> <p>Geom. Andrea DELL'ANNA Geom. Massimo MARTANO Geom. Giuseppe CALO'</p>	
<p>IL GEOLOGO</p> <p>Dott. Pasquale SCORCIA</p>	
<p>IL COORDINATORE IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p>Ing. Alberto SANCHIRICO</p>	
<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Gianfranco PAGLIALUNGA</p>	
<p>RESPONSABILE PROJECT MANAGEMENT PUGLIA</p> <p>Ing. Nicola MARZI</p>	

**03 - IDROLOGIA E IDRAULICA**

**1\_Generale**

**Relazione Idrologica Bacini Idrografici**

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. N. PROG.	T00_ID00_IDR_RE00_A.pdf		
L0503A	D 1701	CODICE ELAB. T00ID00IDRRE00	A	–
A	OTTEMPERANZA PARERE AbB Puglia – PARERE CSLPP	Aprile 2019	Ing. S. Saullo	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO



POO ID00 IDR RE00 A

# Relazione Idrologica Bacini Idrografici

## INDICE

1	PREMESSA .....	1
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO .....	2
3	ANALISI GEOMORFOLOGICA .....	3
3.1	ESTRAZIONE BACINI IDROGRAFICI .....	4
3.2	GEOLOGIA E LITOLOGIA .....	6
3.3	PERMEABILITA' .....	9
3.4	USO DEL SUOLO .....	10
3.5	STIMA DEI PARAMETRI MORFOLOGICI .....	17
4	RICOSTRUZIONE REGIME PLUVIOMETRICO .....	19
4.1	DATI PLUVIOMETRICI .....	19
4.2	STUDIO STATISTICO DEI DATI DI PIOGGIA DI DURATA 1, 3, 6, 12, 24 ORE .....	25
4.2.1	STUDIO STATISTICO MEDIANTE DISTRIBUZIONE DI GUMBEL.....	26
4.2.2	STUDIO STATISTICO MEDIANTE DISTRIBUZIONE TCEV .....	26
4.2.3	SCELTA DELLA DISTRIBUZIONE DI PROBABILITA' E CALCOLO DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLU-VIOMETRICA PER TEMPI DI RITORNO DI 30, 200 E 500 ANNI .....	29
4.2.4	SPAZIALIZIONE DEI PARAMETRI DELLE CPP MEDIANTE INTERPOLATORI GEOSTATISTICI E STIMA DEI PARAMETRI DI PROGETTO.....	30
5	STUDIO IDROLOGICO.....	34
5.1	MODELLISTICA UTILIZZATA – CARATTERISTICHE GENERALI .....	34
5.1.1	SEPARAZIONE DELLE PIOGGE (CURVE NUMBER – SCS) .....	35
5.1.2	FORMAZIONE DELLA PIENA (IUH SCS).....	40
5.2	RICOSTRUZIONE PIOGGIA DI PROGETTO .....	42
5.2.1	SCHEMATIZZAZIONE BACINI IDROGRAFICI .....	42
5.2.2	STIMA PARAMETRI DEL MODELLOIDROLOGICO .....	43

## 1 PREMESSA

La presente relazione, parte integrante del Progetto Definitivo della viabilità “S.S. 275 di Santa Maria di Leuca – Lavori di Ammodernamento e adeguamento alla Sez. B del D.M.5/11/2001 – 1° Lotto: dal km 0+000 di progetto al km 23+300 di progetto”, individua le caratteristiche idrologiche e il regime pluviometrico dei bacini imbriferi sottesi in corrispondenza del tracciato in progetto.

Il tracciato della viabilità di progetto si sviluppa nel territorio dei Comuni di Melpignano, Maglie, Muro Leccese, Scorrano, Botrugno, San Cassiano, Nociglia, Surano, Montesano Salentino, Andrano e Tricase.

Il presente studio idrologico è stato condotto in ottemperanza al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sull'idrologia del Progetto Definitivo. Nello specifico prescrive:

- Fare riferimento alle serie storiche dei dati di pioggia aggiornati,
- Calcolo dei tempi di corrivazione,
- Studio statistico delle piogge con diverse distribuzioni di probabilità,
- Stima delle Curve di Possibilità Pluviometrica per tre tempi di ritorno T pari a 30, 200 e 500 anni,
- Calcolo della precipitazione netta e dei deflussi con metodo diverso da quello di Horton.

## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area oggetto di studio è situata nella parte centro – meridionale del Salento interessando un numero totale di comuni pari a 17. L'area è in quadrata, secondo quanto prescritto dall'AdB Puglia nell'ambito del D.Lgs. 23 febbraio 2010, n. 49, nell'Ambito dei bacini endoreici della piana salentina. L'area interessata, quindi, è caratterizzata da una serie numerosa di bacini endoreici, ognuno caratterizzato da un recapito finale interno allo stesso baci-no. Nello specifico, il territorio, da un punto di vista morfologico, non presenta una rete di drenaggio superficiale ben distinta a causa delle basse differenze di quota tra le aree endoreiche e le aree esterne a quest'ultime.

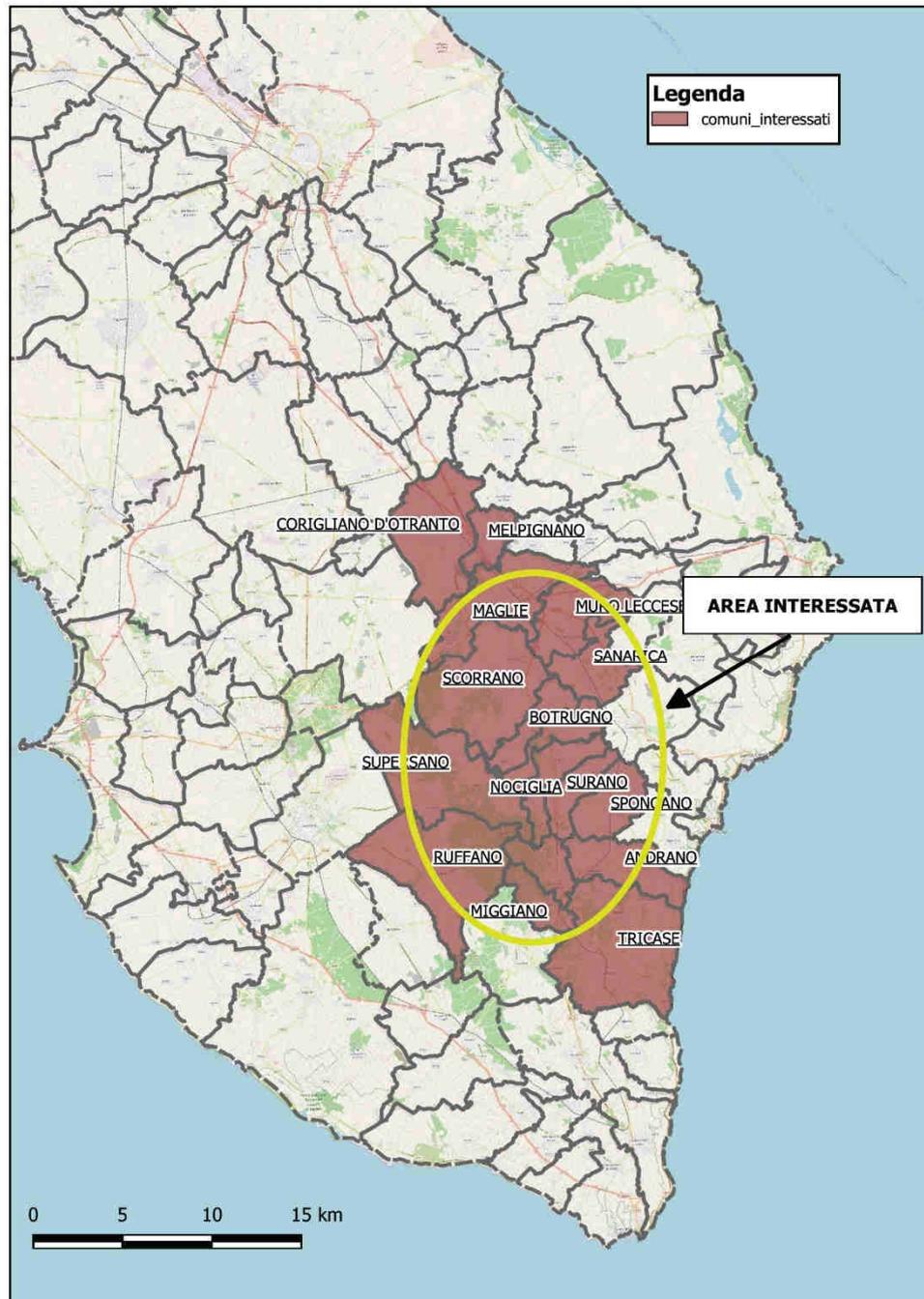
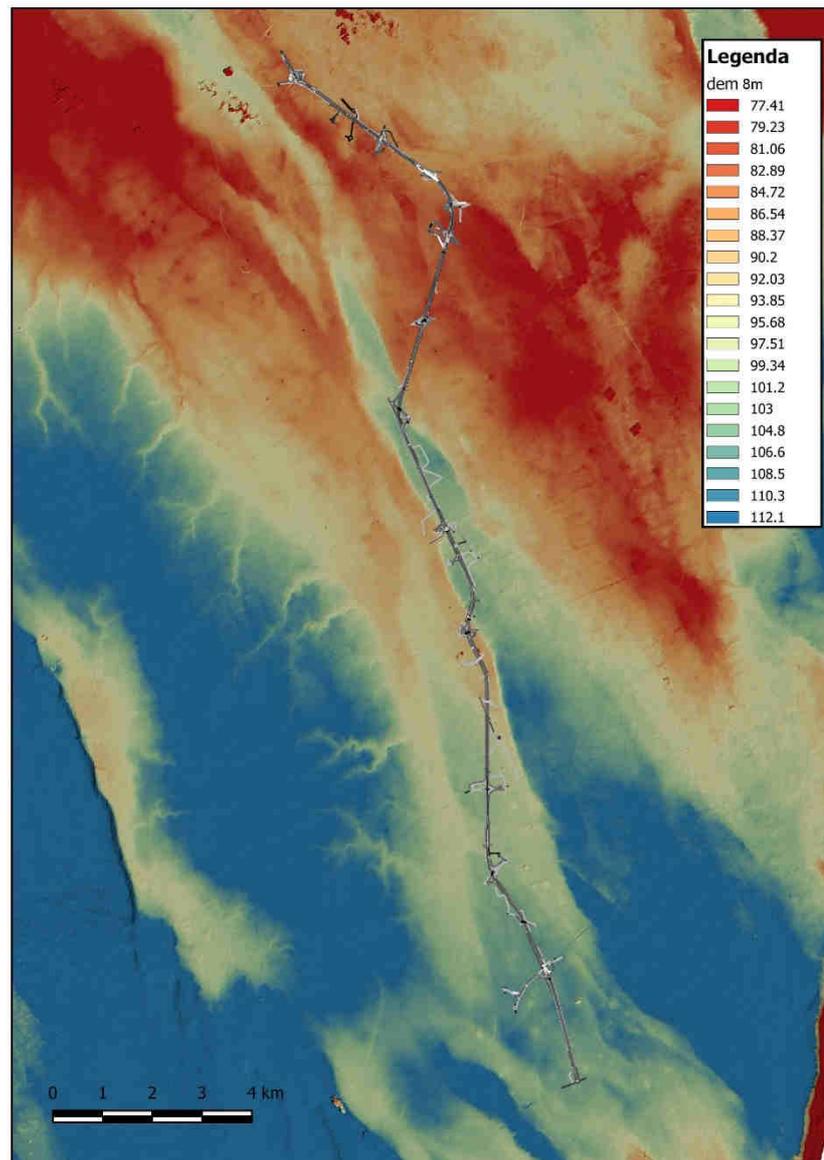


Figura 1 – Inquadramento area di studio

### 3 ANALISI GEOMORFOLOGICA

L'individuazione delle aree contribuenti agli accumuli di natura endoreica costituisce un passaggio fondamentale al fine di giungere alla determinazione del domino di studio. I parametri individuati da questo tipo di analisi costituiscono una parte dell'input dei modelli idrologici e idraulici applicati nel seguito. La base dati principale sulla quale è basata l'analisi morfologica è rappresentata dal modello tridimensionale del terreno. Il modello del terreno, rappresentato nelle tre dimensioni, consente di effettuare valutazioni sull'altimetria dei luoghi, sulle pendenze, sul deflusso delle acque, ecc.; pertanto maggiore è la precisione del modello, intesa anche come densità di punti disponibili, e più attendibili sono le valutazioni che si possono fare.

A tale scopo è stato utilizzato un modello digitale del terreno con risoluzione 8 m della regione Puglia



**Figura 2 – Modello digitale del terreno – risoluzione 8m**

Nel presente studio, dall'analisi del modello digitale del terreno, determinato attraverso l'applicazione di software di elaborazione tipo GIS, è stato possibile determinare il bacino idrografico afferente alle depressioni morfologiche di interesse e quindi di determinare le relative caratteristiche morfometriche

di cui necessita l'elaborazione idrologica. E' stato inoltre ricavato il reticolo idrografico minore per ogni sottobacino considerato.

### 3.1 ESTRAZIONE BACINI IDROGRAFICI

Le operazioni che usualmente sono utilizzate per la definizione dei bacini idrografici in ambiente GIS, una volta preparato il DEM attraverso operazioni di depittaggio, sono generalmente il comando denominato flow-direction e flow-accumulation. In letteratura scientifica vi sono svariati algoritmi destinati al calcolo di queste grandezze, nel caso in esame si è fatto riferimento all'algoritmo denominato D8. Si tralascia ogni ulteriore descrizione, ogni eventuale approfondimento è rimandato alle nozioni disponibili in letteratura sopra richiamate.

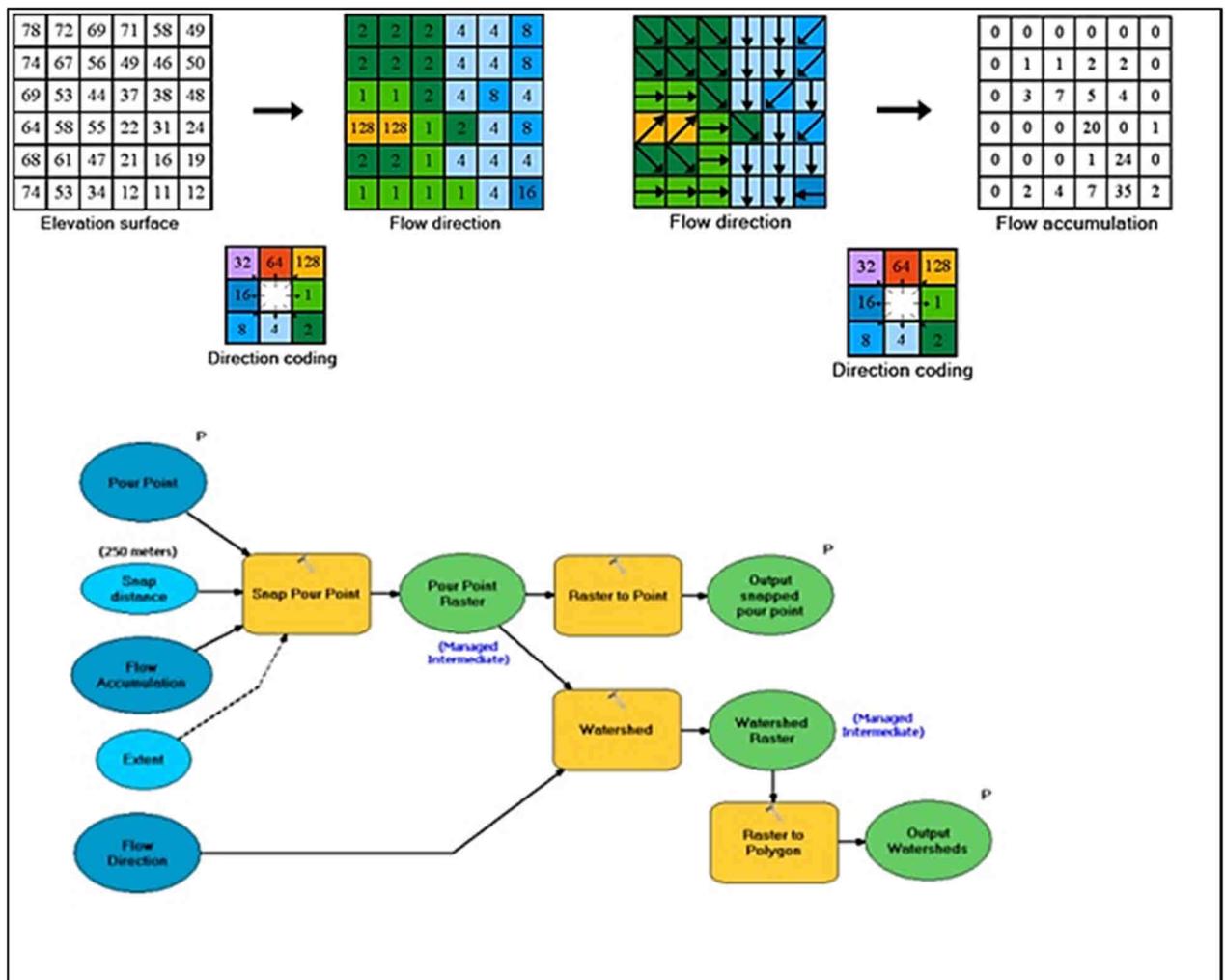


Figura 3 - Schema di applicazione degli algoritmi per la definizione del bacino idrografico

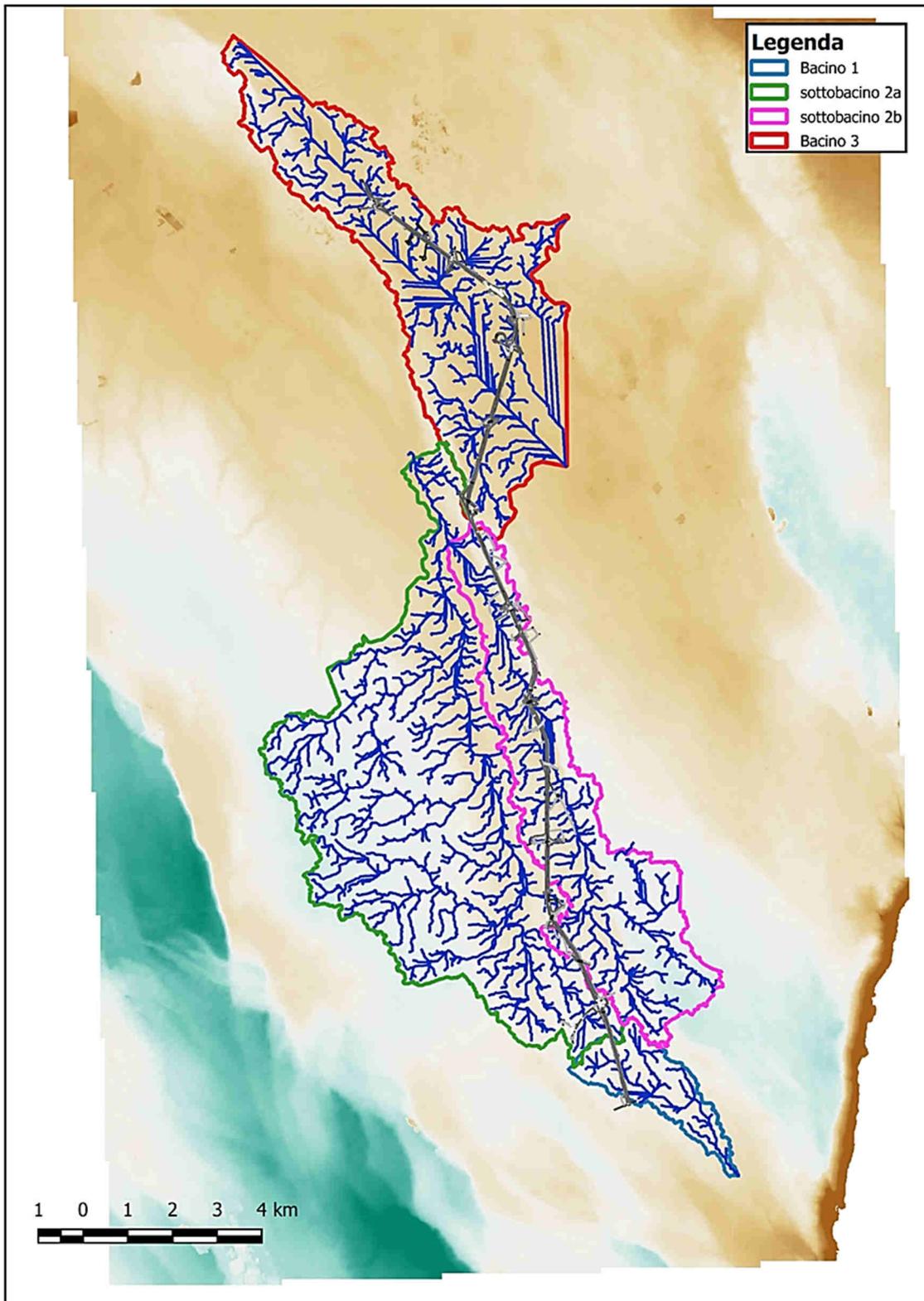


Figura 4 – Sottobacini idrografici e reticolo idrografico ottenuti

### 3.2 GEOLOGIA E LITOLOGIA

La carta geologica e litologica utilizzata (fig. con relativa e fig. con relativa legenda) sono state redatte nell'ambito "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" su base cartografica 1:25.000. Dall'inquadramento riportato risulta, da un punto di vista geologico, che: il Bacino 01 è caratterizzato interamente dalla classe geologica "CARBONATI DI MARGINE E SCARPATA. PALEOGENE", il sottobacino 2a in parte dalla classe geologica "CARBONATI DI MARGINE E SCARPATA. PALEOGENE" e in parte dalla classe geologica "CARBONATI DI PIATTAFORMA APERTA. PALEOGENE – MIOCENE", il sottobacino 2b dalle classi geologiche "CARBONATI DI MARGINE E SCARPATA. PALEOGENE" e "SABBIE E ARENARIE, GHIAIE E CONGLOMERATI CALCARENITI, SILT E ARGILLE DI AMBIENTE DI TRANSIZIONE E/O CONTINENTALE (DEPOSITI MARINI TERRAZZATI). PLEISTOCENE MEDIO-SUP" mentre il Bacino 03 dalle classi geologiche "CARBONATI DI PIATTAFORMA APERTA. PALEOGENE – MIOCENE" e "CARBONATI DI MARGINE E SCARPATA. PALEOGENE".

Da un punto di vista litologico i sottobacini sono caratterizzati da "UNITA' A PREVALENTE COMPONENTE ARENITICA" e solo in parte, per quanto riguarda il sottobacino 2b, da "UNITA' A PREVALENTE COMPONENTE SILTOSO – SABBIOSA E/O ARENITICA".

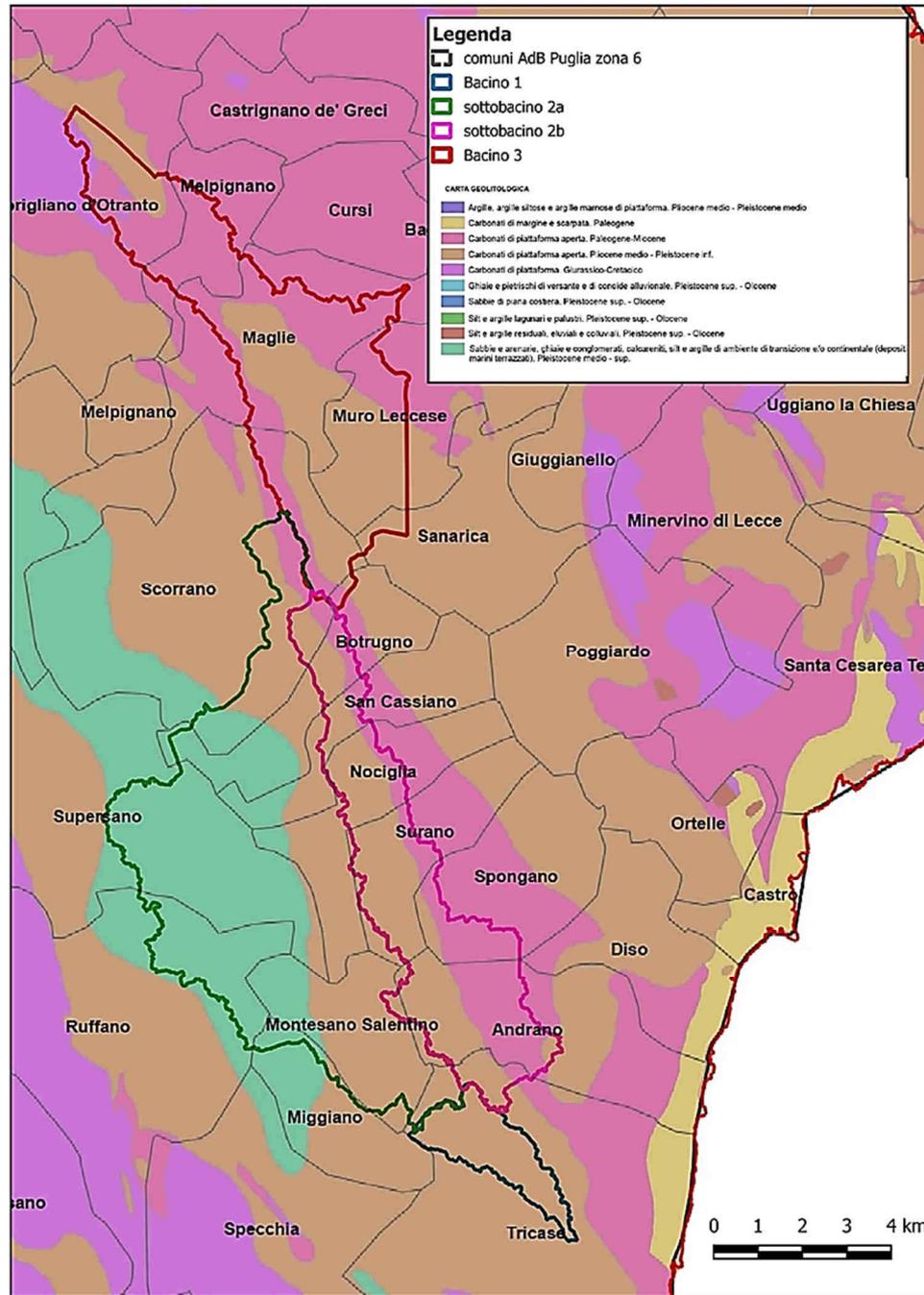


Figura 5 – Inquadramento su carta geologica

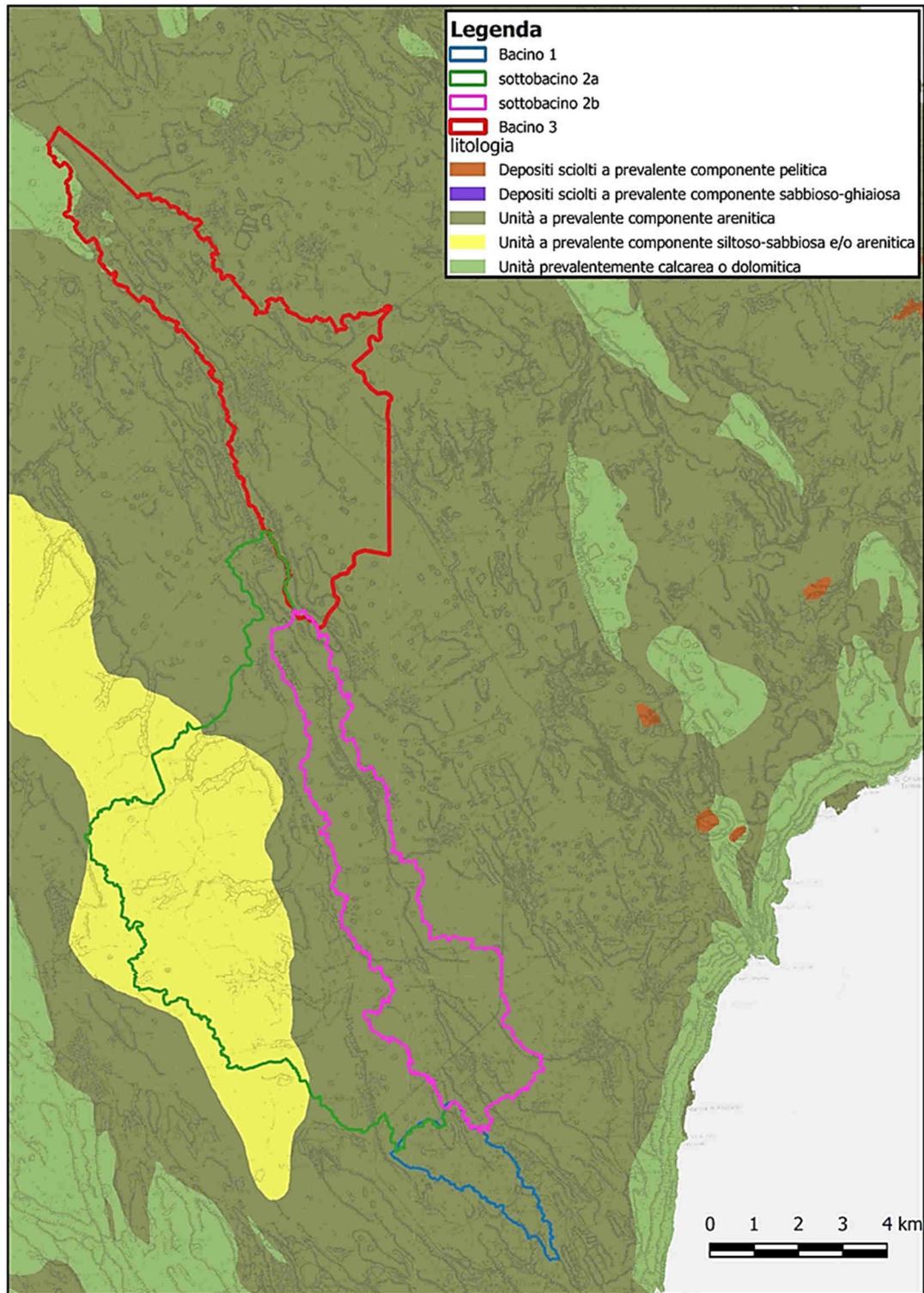


Figura 6 – Inquadramento su carta litologica

### 3.3 PERMEABILITA'

Dall'inquadramento dei bacini idrografici sulla carta delle permeabilità si evince come siano caratterizzati da una classe di permeabilità dei suoli di tipo B ovvero da una permeabilità medio-alta ad esclusione delle aree in corrispondenza dei centri urbani di Maglie, Nociglia, Corigliano d'Otranto e Scorrano.

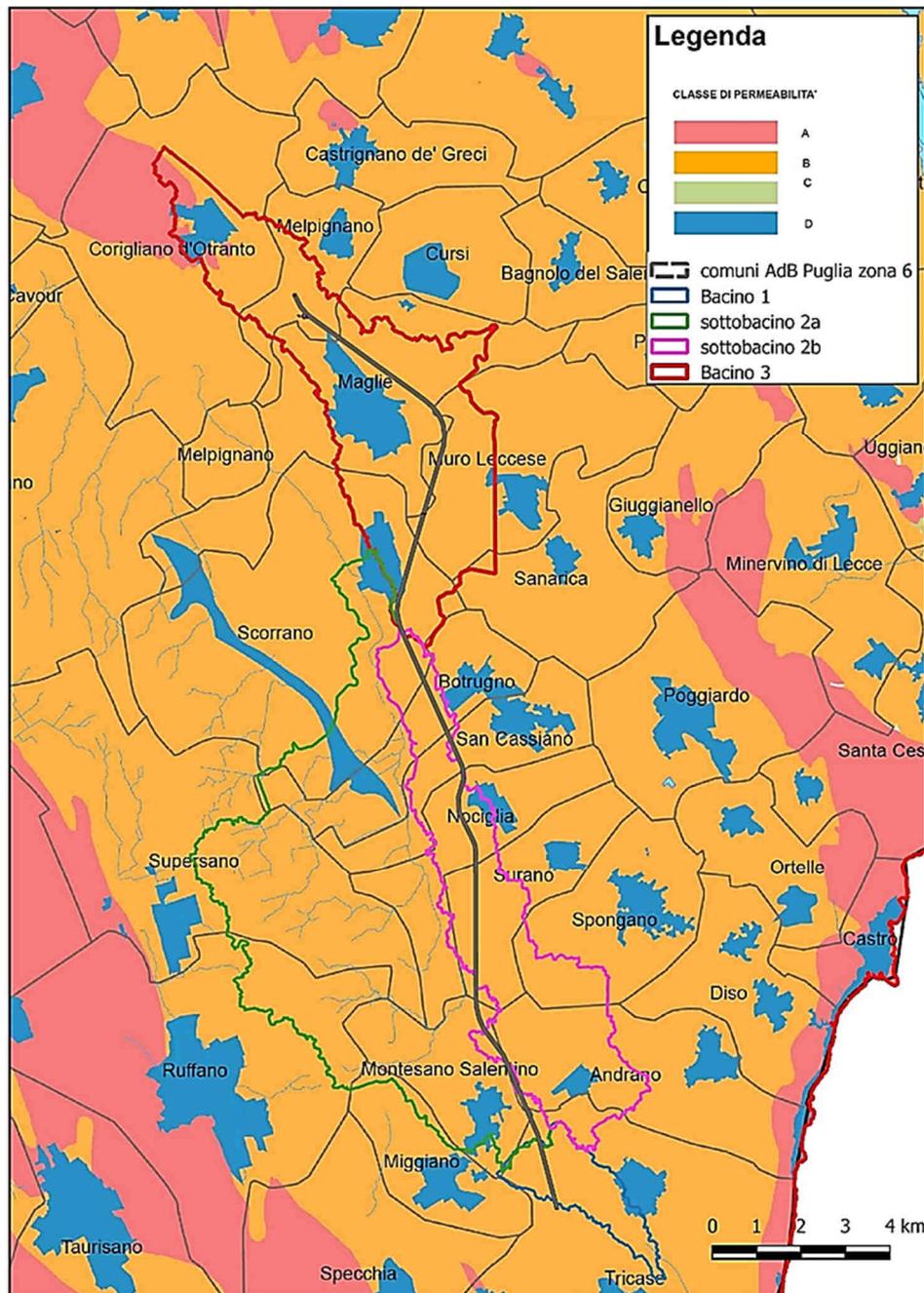


Figura 7 – Inquadramento su carta delle permeabilità dei suoli

### 3.4 USO DEL SUOLO

Per la caratterizzazione del bacino dal punto di vista dell'uso del suolo è stato utilizzato lo strato informativo Corine Land Cover al III livello, vedi Figura 8. Nelle tabelle che seguono sono riepilogate le classi di uso del suolo presenti con le relative aree, espresse in kmq, e la percentuale di ogni classe rispetto alla superficie totale del rispettivo bacino idrografico.

BACINO 01			
Codice livello 3	Descrizione	Area [kmq]	% di copertura
111	tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	0.03	0.6
112	tessuto residenziale discontinuo	0.07	1.74
112	tessuto residenziale sparso	0.14	3.15
121	insediamento industriale o artigianale con spazi annessi	0.02	0.51
121	insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	0.01	0.12
121	insediamenti produttivi agricoli	0.01	0.2
122	reti stradali e spazi accessori	0.06	1.37
133	cantieri e spazi in costruzione e scavi	0.01	0.13
133	suoli rimaneggiati e artefatti	0.02	0.54
142	aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	0.01	0.26
143	cimiteri	0.01	0.16
211	seminativi semplici in aree non irrigue	1.87	43.49
223	uliveti	1.66	38.49
241	colture temporanee associate a colture permanenti	0.1	2.36
242	sistemi colturali e particellari complessi	0.02	0.35
311	boschi di latifoglie	0.12	2.8
313	boschi misti di conifere e latifoglie	0.01	0.13
314	prati alberati, pascoli alberati	0.01	0.15
321	aree a pascolo naturale, praterie, incolti	0.15	3.44

**Tabella 1: Uso del Suolo Bacino 01**

SOTTOBACINO 2a			
Codice livello 3	Descrizione	Area [kmq]	% di copertura
111	tessuto residenziale continuo antico e denso	0.09	0.21
111	tessuto residenziale continuo, denso recente, alto	0.00	0.01
111	tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	0.94	2.17
112	tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.04	0.1
112	tessuto residenziale sparso	0.45	1.04
112	tessuto residenziale discontinuo	0.08	0.2
121	insediamento commerciale	0.03	0.06
121	insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	0.05	0.11
121	insediamenti produttivi agricoli	0.16	0.36
121	insediamento degli impianti tecnologici	0.01	0.03
121	insediamento industriale o artigianale con spazi annessi	0.17	0.4
122	reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	0.06	0.14
122	reti ferroviarie comprese le superfici annesse	0.01	0.03
122	reti stradali e spazi accessori	0.49	1.14
131	aree estrattive	0.01	0.01
132	discariche e depositi di cave, miniere, industrie	0	0.01
133	suoli rimaneggiati e artefatti	0.04	0.09
133	cantieri e spazi in costruzione e scavi	0	0.01
141	aree verdi urbane	0.01	0.03
142	aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	0.06	0.14
143	cimiteri	0.02	0.04
211	colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	0.01	0.03
211	seminativi semplici in aree non irrigue	8.5	19.64
221	vigneti	0.42	0.97
222	frutteti e frutti minori	0.49	1.13
223	uliveti	29.64	68.51
224	altre colture permanenti	0.01	0.01
241	colture temporanee associate a colture permanenti	0.25	0.57
242	sistemi colturali e particellari complessi	0.1	0.24

243	aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	0.14	0.33
311	boschi di latifoglie	0.11	0.25
312	boschi di conifere	0.02	0.04
313	boschi misti di conifere e latifoglie	0.01	0.02
314	prati alberati, pascoli alberati	0.04	0.09
321	aree a pascolo naturale, praterie, incolti	0.72	1.66
322	cespuglieti e arbusteti	0.03	0.06
323	aree a vegetazione sclerofilla	0.01	0.02
511	canali e idrovie	0.04	0.1

**Tabella 2: Uso del Suolo Sottobacino 2a**

SOTTOBACINO 2b			
Codice livello 3	Descrizione	Area [kmq]	% di copertura
121	insediamento commerciale	0.09	0.43
223	uliveti	8.34	40.25
131	aree estrattive	0.02	0.09
133	suoli rimaneggiati e artefatti	0.06	0.27
121	insediamenti produttivi agricoli	0.19	0.91
211	seminativi semplici in aree non irrigue	7.26	35.01
321	aree a pascolo naturale, praterie, incolti	1.53	7.37
211	colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	0.12	0.57
121	insediamento industriale o artigianale con spazi annessi	0.71	3.41
314	prati alberati, pascoli alberati	0.04	0.21
111	tessuto residenziale continuo antico e denso	0.05	0.24
122	reti ferroviarie comprese le superfici annesse	0.04	0.2
323	aree a vegetazione sclerofilla	0.05	0.24
222	frutteti e frutti minori	0.02	0.08
231	superfici a copertura erbacea densa	0.03	0.14
312	boschi di conifere	0.01	0.06
112	tessuto residenziale sparso	0.29	1.39
143	cimiteri	0.03	0.13
313	boschi misti di conifere e latifoglie	0	0.01

112	tessuto residenziale discontinuo	0.15	0.73
121	insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	0.01	0.06
132	discariche e depositi di cave, miniere, industrie	0.02	0.12
122	reti stradali e spazi accessori	0.41	1.98
241	colture temporanee associate a colture permanenti	0.14	0.66
122	reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	0.11	0.53
133	cantieri e spazi in costruzione e scavi	0.01	0.04
132	depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	0	0.02
141	aree verdi urbane	0.01	0.04
142	aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	0.03	0.16
242	sistemi colturali e particellari complessi	0.03	0.15
112	tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.02	0.08
322	cespuglieti e arbusteti	0.18	0.88
311	boschi di latifoglie	0.11	0.53
111	tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	0.58	2.78
121	insediamento in disuso	0.05	0.25

**Tabella 3: Uso del Suolo Sottobacino 2b**

BACINO 03			
Codice livello 3	Descrizione	Area [kmq]	% di copertura
242	sistemi colturali e particellari complessi	0.02	0.07
121	insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	0.17	0.59
132	depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	0.04	0.13
222	frutteti e frutti minori	0.07	0.26
142	aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	0.08	0.29
121	insediamenti produttivi agricoli	0.12	0.4
111	tessuto residenziale continuo antico e denso	0.41	1.41
131	aree estrattive	0.09	0.3
211	colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	0.02	0.07
323	aree a vegetazione sclerofilla	0.28	0.98
121	insediamento in disuso	0.06	0.2
314	prati alberati, pascoli alberati	0.03	0.1

133	cantieri e spazi in costruzione e scavi	0.09	0.31
121	insediamenti ospedalieri	0.04	0.14
141	aree verdi urbane	0.17	0.59
112	tessuto residenziale sparso	1.94	6.71
512	bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui	0	0.01
111	tessuto residenziale continuo, denso recente, alto	0	0.02
112	tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.43	1.48
211	seminativi semplici in aree non irrigue	7.47	25.8
122	reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	0.29	1.01
321	aree a pascolo naturale, praterie, incolti	2.41	8.31
143	cimiteri	0.09	0.32
312	boschi di conifere	0.3	1.03
121	insediamento commerciale	0.07	0.24
121	insediamento degli impianti tecnologici	0.05	0.18
122	reti ferroviarie comprese le superfici annesse	0.21	0.74
243	aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	0.3	1.03
324	aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)	0.17	0.58
133	suoli rimaneggiati e artefatti	0.23	0.81
311	boschi di latifoglie	0.18	0.61
221	vigneti	0.08	0.29
111	tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	2.35	8.12
241	colture temporanee associate a colture permanenti	0.27	0.95
122	reti stradali e spazi accessori	0.88	3.04
121	insediamento industriale o artigianale con spazi annessi	1.9	6.55
223	uliveti	6.75	23.28
313	boschi misti di conifere e latifoglie	0.24	0.84
112	tessuto residenziale discontinuo	0.62	2.13
231	superfici a copertura erbacea densa	0.03	0.09

**Tabella 4: Uso del Suolo Bacino 03**

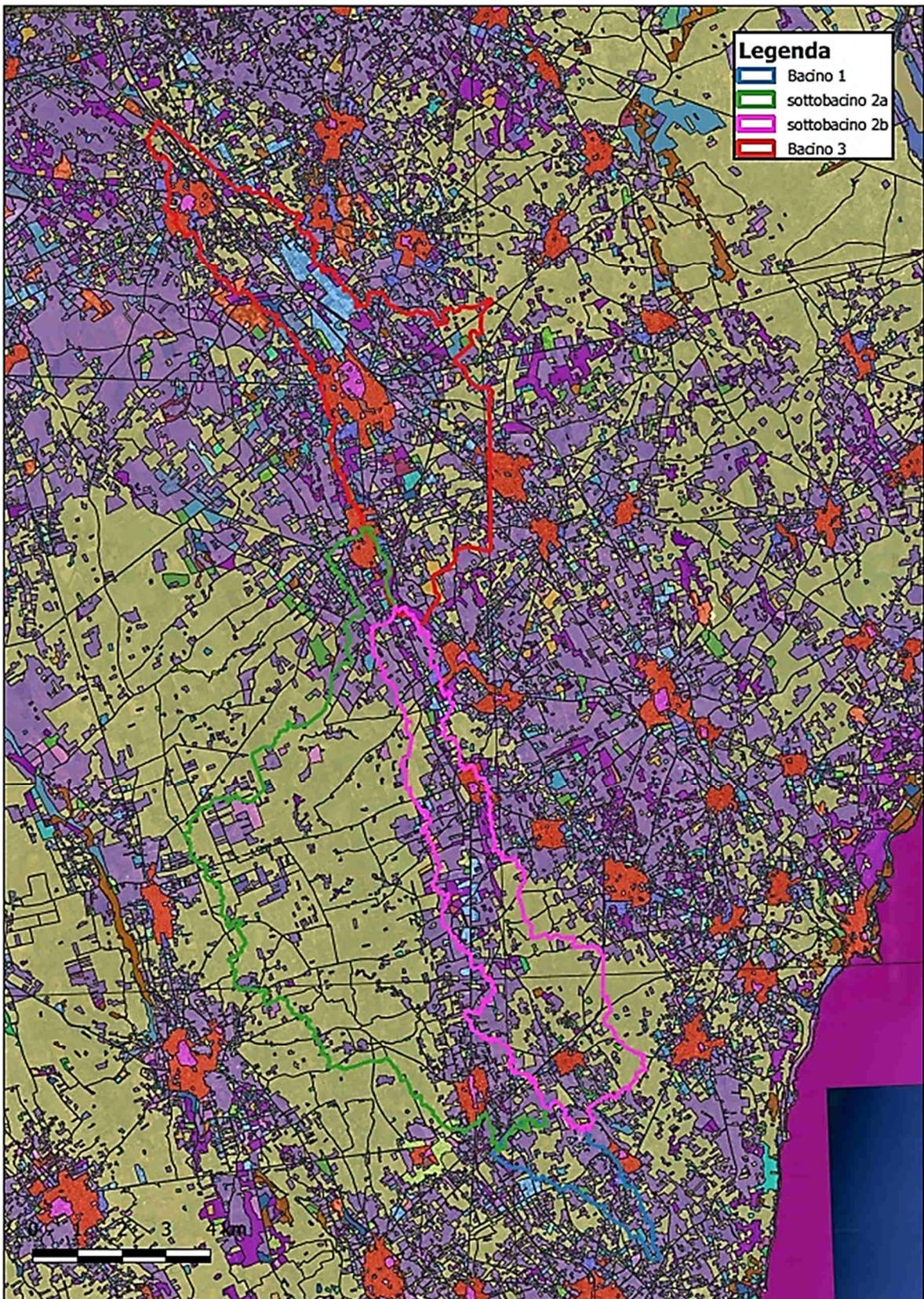


Figura 8 – Inquadramento su carta dell'Uso del Suolo



Figura 9 – Legenda Uso del Suolo

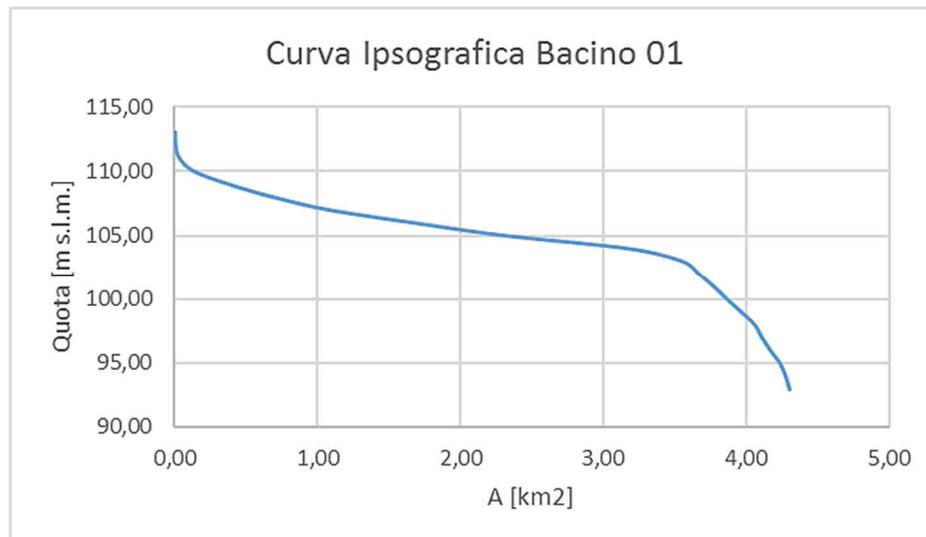
### 3.5 STIMA DEI PARAMETRI MORFOLOGICI

La caratterizzazione geomorfologica di un bacino idrografico avviene attraverso il calcolo di parametri atti a de-scrivere la planimetria e l'altimetria. In primo luogo, sulla base del modello digitale del terreno a disposizione, si è provveduto al calcolo dell'area in kmq di ciascun bacino idrografico e sono stati rilevati i valori della quota massima, minima e media di quest'ultimi, vedi Tabella 5.

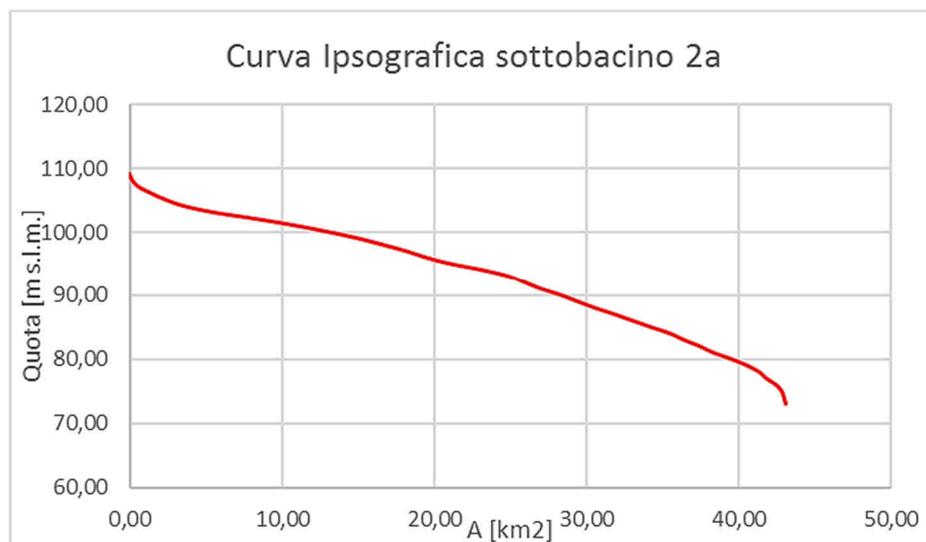
Bacino Idrografico	Bacino 01	sottobacino 2a	sottobacino 2b	Bacino 03
<b>A [kmq]</b>	4.30	43.26	20.73	28.97
<b>Quota min [m s.l.m.]</b>	92.98	83.79	87.3	86.31
<b>Quota max [m s.l.m.]</b>	112.30	120.94	123.4	109.89
<b>Quota sez chiusura [m s.l.m.]</b>	92.98	83.79	87.3	81.45

**Tabella 5: Quote caratteristiche e area bacini idrografici**

E' stata caratterizzata la plano-altimetria dei sottobacini mediante il calcolo della curva ipsografica che mette in relazione la quota altimetrica con l'area sottesa alla medesima quota.



**Figura 10 – Curva ipsografica Bacino 01**



**Figura 11 – Curva ipsografica sottobacino 2a**



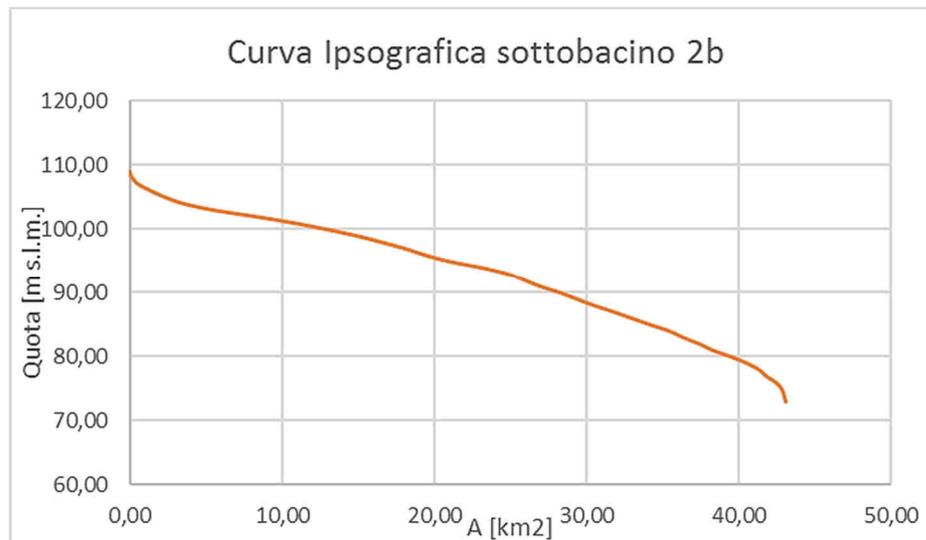


Figura 12 –Curva ipsografica sottobacino 2b

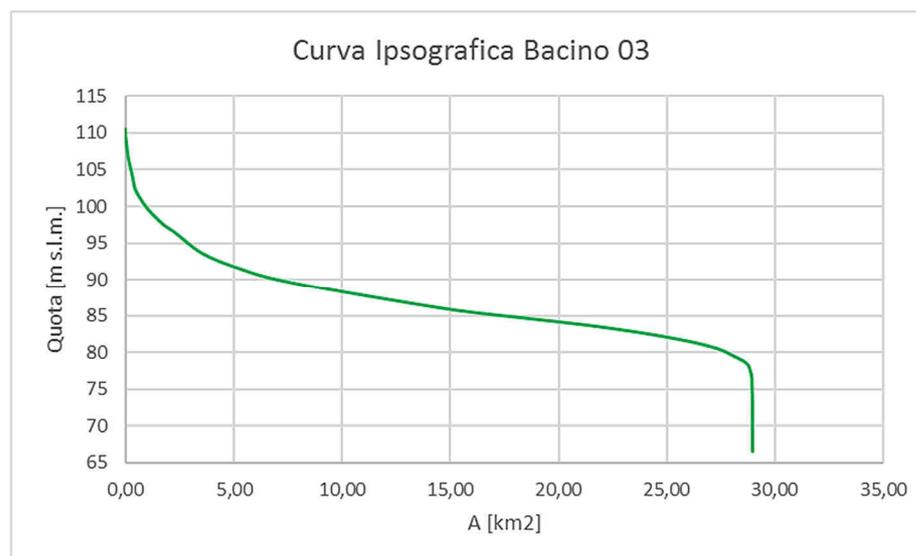


Figura 13 –Curva ipsografica Bacino 03

## 4 RICOSTRUZIONE REGIME PLUVIOMETRICO

La definizione delle caratteristiche dell'evento pluviometrico da utilizzare per la caratterizzazione della risposta idrologica dei bacini oggetto di studio è stata fatta sulla base dell'analisi statistica delle serie storiche delle massime altezze di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrate fino al 2013. Lo studio è stato condotto secondo tre funzioni probabilistiche (CDF ovvero Curve Density Function), nello specifico la funzione probabilistica di Gumbel e la funzione probabilistica TCEV al primo e al secondo li-vello di regionalizzazione. Mediante test statistici si è proceduto alla scelta della funzione che meglio interpola i dati campionari. La ricostruzione del regime pluviometrico si è finalizzata definendo le i pa-rametri a ed n delle CPP (Curve di Possibilità Pluviometrica) per i tre tempi di ritorno T=30, 200 e 500 anni come prescritto dall'AdB della regione Puglia.

### 4.1 DATI PLUVIOMETRICI

Per le serie storiche delle massime altezze di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore si è fatto riferimento alla rete di pluviometri della SMM – CFR Puglia ricadenti nella zona del Salento che conta un numero totale di stazioni pari a 20. **Vedi Tabella 6.**



NOME	TIPO	LOC	PROV	X-UTM	Y-UTM	PP	TA	LV	RH	VV	DV	PA	MSLDM	ZA
S. MARIA DI LEUCA	RADIO	S. MARIA DI LEUCA	LE	18 ° 21 ' 17.48 "	39 ° 47 ' 55.03 "	SI	SI		NO	SI	SI		26	Pugl-D
PRESICCE	RADIO	PRESICCE	LE	18 ° 16 ' 1.16 "	39 ° 53 ' 47.63 "	SI	SI		SI	NO	NO		105	Pugl-D
TAVIANO	RADIO	TAVIANO	LE	18 ° 5 ' 19.63 "	39 ° 58 ' 54.42 "	SI	SI		NO	NO	NO		72	Pugl-D
RUFFANO	RADIO	RUFFANO	LE	18 ° 14 ' 49.05 "	39 ° 58 ' 57.34 "	SI	SI		NO	NO	NO		140	Pugl-D
VIGNACASTRISI	RADIO	VIGNACASTRISI	LE	18 ° 24 ' 31.66 "	40 ° 0 ' 42.65 "	SI	SI		NO	NO	NO		99	Pugl-D
GALLIPOLI	RADIO	GALLIPOLI	LE	17 ° 59 ' 40.12 "	40 ° 3 ' 16.22 "	SI	SI		SI	NO	NO		31	Pugl-D
COLLEPASSO	RADIO	COLLEPASSO	LE	18 ° 10 ' 3.43 "	40 ° 4 ' 21.24 "	SI	SI		NO	NO	NO		120	Pugl-D
MINERVINO DI LECCE	RADIO	MINERVINO DI LECCE	LE	18 ° 25 ' 10.56 "	40 ° 5 ' 28.56 "	SI	SI		NO	NO	NO		104	Pugl-D
MAGLIE	RADIO	MAGLIE	LE	18 ° 17 ' 36.94 "	40 ° 7 ' 8.35 "	SI	SI		NO	NO	NO		102	Pugl-D
OTRANTO	RADIO	OTRANTO	LE	18 ° 29 ' 18.76 "	40 ° 8 ' 37.67 "	SI	SI		SI	NO	NO		29	Pugl-D
CORIGLIANO D'OTRANTO	RADIO	CORIGLIANO D'OTRANTO	LE	18 ° 15 ' 20.63 "	40 ° 9 ' 50.86 "	SI	SI		SI	SI	SI		105	Pugl-D
NARDO'	RADIO	NARDO'	LE	18 ° 2 ' 1.82 "	40 ° 10 ' 21.94 "	SI	SI		SI	NO	NO		52	Pugl-D
GALATINA	RADIO	GALATINA	LE	18 ° 10 ' 17.42 "	40 ° 10 ' 19.25 "	SI	SI		NO	NO	NO		84	Pugl-D
CANALE DELL'ASSO	RADIO	NARDO'	LE	18 ° 2 ' 15.14 "	40 ° 11 ' 2.98 "	SI	NO	SI	NO	NO	NO		35	Pugl-D
COPERTINO	RADIO	COPERTINO	LE	18 ° 3 ' 5.71 "	40 ° 16 ' 6.25 "	SI	SI		NO	NO	NO		48	Pugl-D
MELENDUGNO	RADIO	MELENDUGNO	LE	18 ° 19 ' 59.83 "	40 ° 16 ' 9.47 "	SI	SI		SI	NO	NO		50	Pugl-D
MASSERIA MONTERUGA	RADIO	VEGLIE	LE	17 ° 50 ' 27.49 "	40 ° 21 ' 8.14 "	SI	SI		SI	NO	NO		67	Pugl-D
LECCE	RADIO	LECCE	LE	18 ° 10 ' 3 "	40 ° 21 ' 29.86.1 "	SI	SI		SI	SI	SI		50	Pugl-D
NOVOLI	RADIO	NOVOLI	LE	18 ° 3 ' 4.49 "	40 ° 22 ' 41.06 "	SI	SI		NO	NO	NO		51	Pugl-D
S. PANCRAZIO SALENTINO	RADIO	S. PANCRAZIO SALENTINO	LE	17 ° 50 ' 23.39 "	40 ° 25 ' 6.74 "	SI	SI		NO	NO	NO		64	Pugl-D
CELLINO S. MARCO	RADIO	CELLINO S. MARCO	LE	17 ° 58 ' 12.29 "	40 ° 28 ' 29.17 "	SI	SI		SI	NO	NO		65	Pugl-D

**Tabella 6: pluviometri zona del Salento**

Allo scopo di caratterizzare il regime pluviometrico in corrispondenza del sistema di sottobacini oggetto di studio, si è considerata la rete di pluviometri in prossimità di quest'ultimo per un numero to-tale di pluviometri pari a 9. Nello specifico si sono considerate le altezze di piogge misurate dalle sta-zioni pluviometriche di seguito elencate:

NOME	TIPO	LOC	PROV	X-UTM	Y-UTM
PRESICCE	RADIO	PRESICCE	LE	18 ° 16 ' 1.16 "	39 ° 53 ' 47.63 "
RUFFANO	RADIO	RUFFANO	LE	18 ° 14 ' 49.05 "	39 ° 58 ' 57.34 "
VIGNACASTRISI	RADIO	VIGNACASTRISI	LE	18 ° 24 ' 31.66 "	40 ° 0 ' 42.65 "
COLLEPASSO	RADIO	COLLEPASSO	LE	18 ° 10 ' 3.43 "	40 ° 4 ' 21.24 "
MINERVINO DI LECCE	RADIO	MINERVINO DI LECCE	LE	18 ° 25 ' 10.56 "	40 ° 5 ' 28.56 "
MAGLIE	RADIO	MAGLIE	LE	18 ° 17 ' 36.94 "	40 ° 7 ' 8.35 "
CORIGLIANO D'OTRANTO	RADIO	CORIGLIANO D'OTRANTO	LE	18 ° 15 ' 20.63 "	40 ° 9 ' 50.86 "
GALATINA	RADIO	GALATINA	LE	18 ° 10 ' 17.42 "	40 ° 10 ' 19.25 "
MELENDUGNO	RADIO	MELENDUGNO	LE	18 ° 19 ' 59.83 "	40 ° 16 ' 9.47 "

**Tabella 7: pluviometri zona del Salento considerate per lo studio statistico**

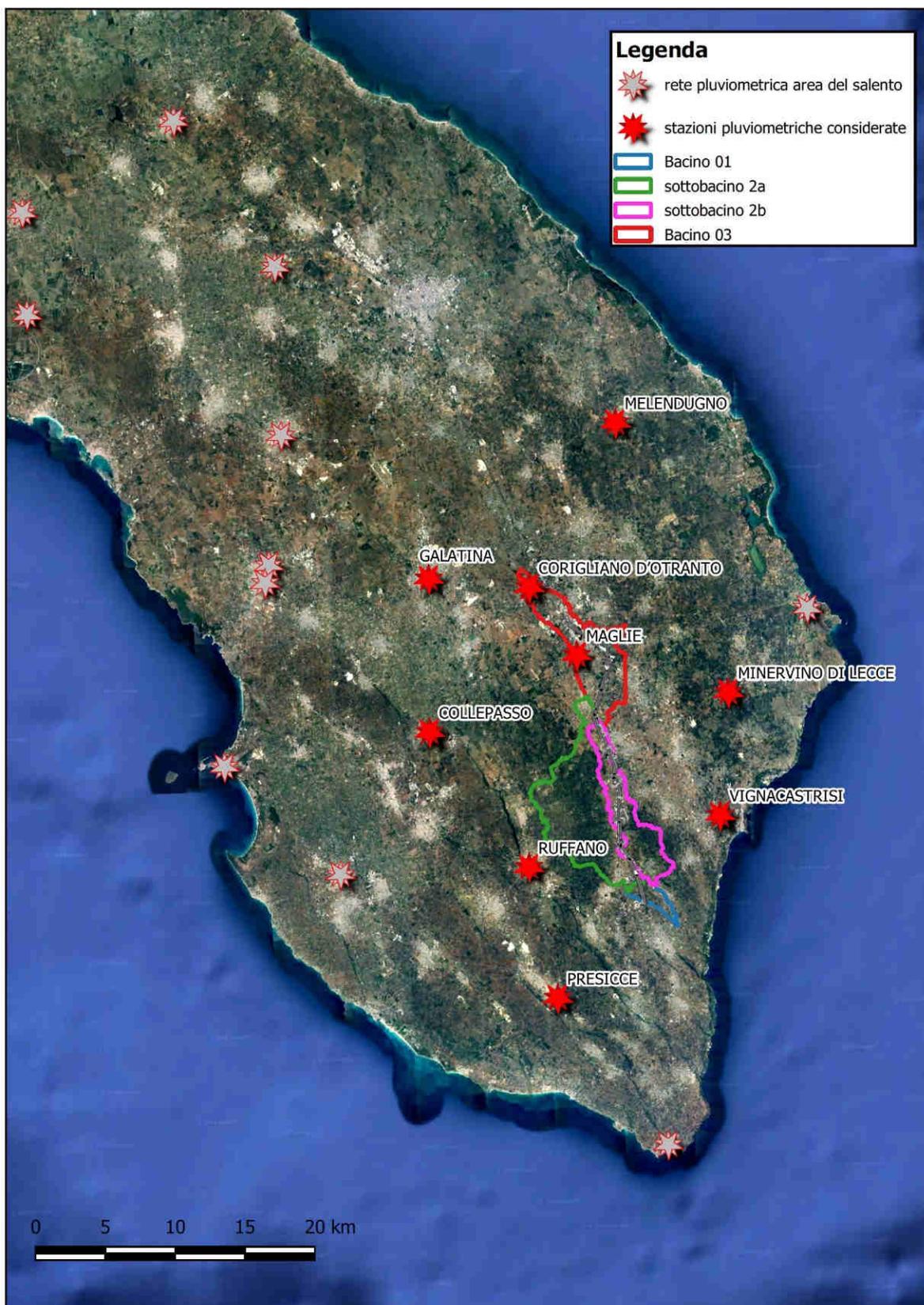


Figura 1 –Curva ipsografica Bacino 03

## 4.2 STUDIO STATISTICO DEI DATI DI PIOGGIA DI DURATA 1, 3, 6, 12, 24 ORE

L'obiettivo dell'analisi statistica di una variabile idrologica è interpretare le registrazioni degli eventi verificatisi nel passato in termini di probabilità di futuro accadimento.

Indicando con  $P(x)$  la probabilità di non superamento della variabile idrologica  $x$ , si definisce tempo di ritorno  $T$  della variabile  $x$  il numero di anni  $T$  in cui la variabile è raggiunta o superata mediamente una sola volta pertanto tra la probabilità di superamento  $1-P(x)$  e il tempo di ritorno  $T$  sussiste la seguente relazione:

$$1 - P(x) = \frac{1}{T}$$

Avendo a disposizione come campione di dati i valori di pioggia dei massimi annuali di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore lo studio è stato condotto utilizzando come leggi di distribuzione di probabilità:

- la distribuzione di Gumbel o EV1, espressa dalla seguente funzione di ripartizione (Cumulative Distribution Function, CDF) :

$$F_X(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

- la distribuzione TCEV al secondo e al primo livello di regionalizzazione, espressa dalla seguente funzione di ripartizione (Cumulative Distribution Function, CDF):

$$F_X(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x/\theta_2)\}$$

$\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$  esprimono il numero medio annuo di eventi superiori ad una soglia delle due componenti,  $\theta_1$  e  $\theta_2$  esprimono il valore medio di tali eventi.

La funzione di probabilità cumulata è esprimibile in altra forma effettuando la trasformazione di variabili  $\theta^* = \theta_2/\theta_1$  e  $\Lambda^* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta^*}$ . In questo caso, in modo del tutto equivalente, si può scrivere come:

$$F_X(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda^* \Lambda_1^{1/\theta^*} \exp[-x/(\theta^* \theta_1)]\}$$

La stima dell'adattamento delle leggi di distribuzione di probabilità teoriche esaminate è stata effettuata facendo ricorso "al criterio del migliore adattamento" confrontando cioè la distribuzione di probabilità teorica con quella osservata mediante apposito cartogramma probabilistico.

La frequenza cumulata campionare (Plotting Position) è stata stimata mediante la formula di Weibull:

$$PP(i) = \frac{i}{n+1}$$

Dove  $n$  rappresenta la dimensione del campione.

Definito l'adattamento al campione delle CDF prese in esame, si è passato alla stima del frattile  $x_T$  per tempi di ritorno  $T$  di 100, 200 e 500 anni definendo le CPP (Curva di Probabilità Pluviometrica) definita dalla seguente legge di potenza monomia:

$$h_{t,T} = a t^n$$

dove  $h$  = altezza di precipitazione;  $t$  = durata della precipitazione;  $a$  ed  $n$  sono coefficienti che dipendono dal periodo di ritorno.

Avendo a disposizione 9 stazioni di misura si è proceduto al calcolo delle CPP per ogni stazione. Per caratterizzare i parametri  $\alpha$  ed  $n$  dei singoli sottobacini si è proceduto alla spazializzazione di tali parametri mediante interpolatore geospaziale che meglio sarà descritto nei paragrafi successivi.

Come primo passo dell'analisi si è calcolata la frequenza cumulata del campione, definendo la *Plotting Position* mediante la formula di *Weibull*, ordinando il campione con valori di altezze di pioggia crescenti assegnando un indice di posizione (Ranking)  $i$ . Al fine di rappresentare i valori della P.P. su cartogramma probabilistico è stata definita la variabile ridotta  $Y_{\text{campionaria}}$  espressa dall'equazione:

$$Y = -LN(-LN(PP))$$

#### 4.2.1 STUDIO STATISTICO MEDIANTE DISTRIBUZIONE DI GUMBEL

Il primo passo è la stima dei parametri caratteristici della CDF. Nel caso della distribuzione di Gumbel i parametri da stimare sono  $\alpha$  ed  $\varepsilon$ , rispettivamente parametro di forma e di posizione. Per la stima è stato adottato il metodo della massima verosimiglianza espresso dal seguente sistema di equazioni:

$$\begin{cases} \frac{1}{\hat{\alpha}} = \bar{x} - \frac{\sum_{i=1}^n x_i e^{-\hat{\alpha}x_i}}{\sum_{i=1}^n e^{-\hat{\alpha}x_i}} \\ e^{-\hat{\alpha}\hat{\varepsilon}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\hat{\alpha}x_i} \end{cases}$$

Una volta stimati i parametri, per verificare che la CDF teorica ipotizzata, in questo caso Gumbel, interpoli bene la CDF campionaria ovvero la PP, una volta applicata la distribuzione al campione di dati, mediante regressione lineare si sono calcolate le variabili ridotte che consentono di passare ad una legge lineare del tipo:

$$y = \alpha * (x - \varepsilon)$$

#### 4.2.2 STUDIO STATISTICO MEDIANTE DISTRIBUZIONE TCEV

Si è previsto, per lo studio del campione di dati, il confronto con un'altra CDF teorica ovvero la TCEV che si presta ad una migliore interpolazione degli out-layers. Visto il buon numero dei dati a disposizione si è studiato il campione con una TCEV al 2°. Si è adottato il metodo del valore indice che prevede l'uso di una variabile adimensionale detta fattore di crescita, data dal rapporto:

$$X' = X/\mu$$

La distribuzione di probabilità (curva di crescita) di tale variabile, interpretata con la legge probabilistica TCEV, assume espressione:

$$F_X(x') = \exp\left[-\Lambda_1 \exp(-\eta x') - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\theta_1} \exp(-\eta x'/\theta_1)\right]$$

Il modello TCEV al 2° livello di regionalizzazione prevede la stima puntuale di un solo parametro ( $\theta_1$ ), dei quattro che caratterizzano il modello TCEV, mentre avremo una stima regionale dei parametri  $\theta^*$ ,  $\Lambda^*$ ,  $\Lambda_1$ ,

$\eta$ . Il sistema di sottobacini oggetti di studio ricade nella zona pluviometrica 6 (Figura 15) assumendo quindi i valori di  $\theta^* = 2,121$ ;  $\Lambda^* = 0,353$ ;  $\Lambda_1 = 17.554$  e  $\eta = x/\theta_1$ , con  $x$  la media campionaria mentre si è stimato, per ogni durata, il parametro  $\theta_1$ .

Stimati i parametri si è proceduto alla stima del fattore di crescita  $X'$  e della variabile ridotta

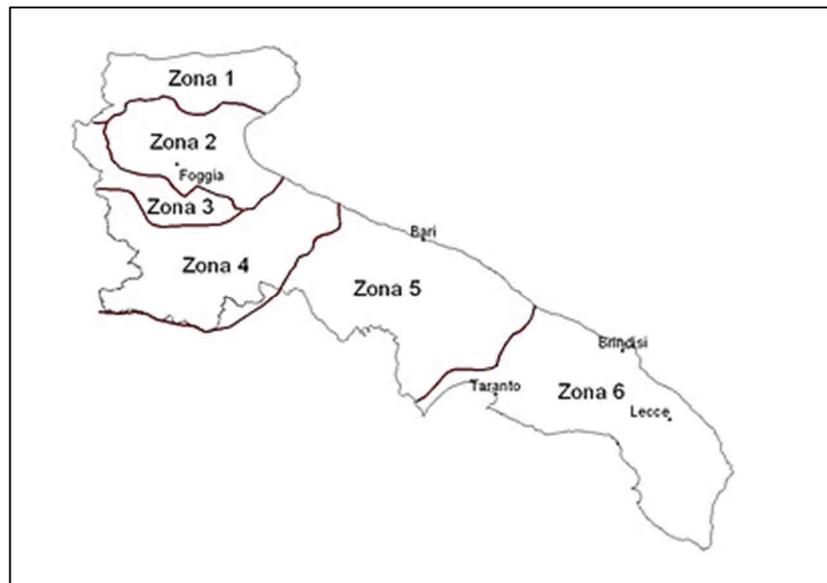
$$y=(FX'(x')) = -LN(-LN(FX'(x')))$$

in modo da rappresentare i risultati su carta probabilistica.

Avendo a disposizione dei campioni di dimensione  $N > 30 - 40$  dati si può adottare il 2° livello di regionalizzazione, utilizzando le stime regionali dei parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  e  $\Lambda_1$  procedendo alla stima puntuale del parametro  $\theta_1$  e di conseguenza di  $\eta$  vista la dipendenza da  $\Lambda_1$  e  $\theta_1$ . In allegato si riportano i risultati ottenuti per la stazione di Maglie.

STIMA PARAMETRI TCEV 2° LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE					
	1h	3h	6h	12h	24h
$\theta^*$	2.121	2.154	2.121	2.154	2.121
$\Lambda^*$	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
$\Lambda_1$	17.55	17.55	17.55	17.55	17.55
$\theta_1$	<b>9.17</b>	<b>11.81</b>	<b>14.14</b>	<b>16.42</b>	<b>19.83</b>
$\eta$	3.92	4.02	4.06	4.13	4.16

**Tabella 8: parametri funzione TCEV II livello di regionalizzazione – Stazione di Maglie**



**Figura 15 –zone pluviometriche omogenee regione Puglia**

#### 4.2.3 SCELTA DELLA DISTRIBUZIONE DI PROBABILITA' E CALCOLO DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLU-VIOMETRICA PER TEMPI DI RITORNO DI 30, 200 E 500 ANNI

Applicando il criterio del miglior adattamento si è scelta come distribuzione di probabilità, che meglio interpola i dati campionari delle 9 stazioni considerate, la distribuzione TCEV al II livello di regionalizzazione che mostra una migliore interpolazione degli out-layers.

Scelta la CDF teorica si è proceduto alla determinazione delle CPP per i tre tempi di ritorno T = 30, 200 e 500 anni per ciascuna delle 9 stazioni considerate. Al fine di caratterizzare le CPP per il sistema di sottobacini considerato, si sono spazializzati i valori puntuali dei parametri  $a$  ed  $n$  delle CPP calcolate, mediante l'applicazione del Kriging.

Le CPP dipendono dal tempo di ritorno T e sono definite dalla seguente equazione:

$$h_{t,T} = a t^n$$

Per la determinazione di suddette curve ci si basa sulle CDF teoriche utilizzate e fissato il tempo di ritorno T, sapendo che  $F_X(X) = 1 - 1/T$ , per ogni durata si è calcolato il valore di  $h_{t,T}$ . Per la stima dei parametri  $a$  ed  $n$  della legge di potenza, è stata considerata la trasformata logaritmica ottenendo così una legge lineare del tipo:

$$Y = \log_{10} h; A = \log_{10} a \text{ ed } X = \log_{10} t$$

$$Y = A + n X$$

Dove A rappresenta l'intercetta ed n il coefficiente angolare. Di seguito si riportano i valori e il cartogramma probabilistico per la stazione di Maglie e per T=200 anni.

DURATE	$X_T$ (Frattili)	$X = \log(t)$	$Y = \log(h)$	n	$A = \log(a)$	A	$h_{t,T}$
1	109.52	0.00	2.04	0.24	2.04	108.99	108.99
3	141.07	0.48	2.15				142.07
6	168.93	0.78	2.23				167.94
12	195.97	1.08	2.29				198.51
24	236.81	1.38	2.37				234.64

**Tabella 9: valori a e n calcolati dalla trasformata logaritmica – Stazione di Maglie – T=200 anni**

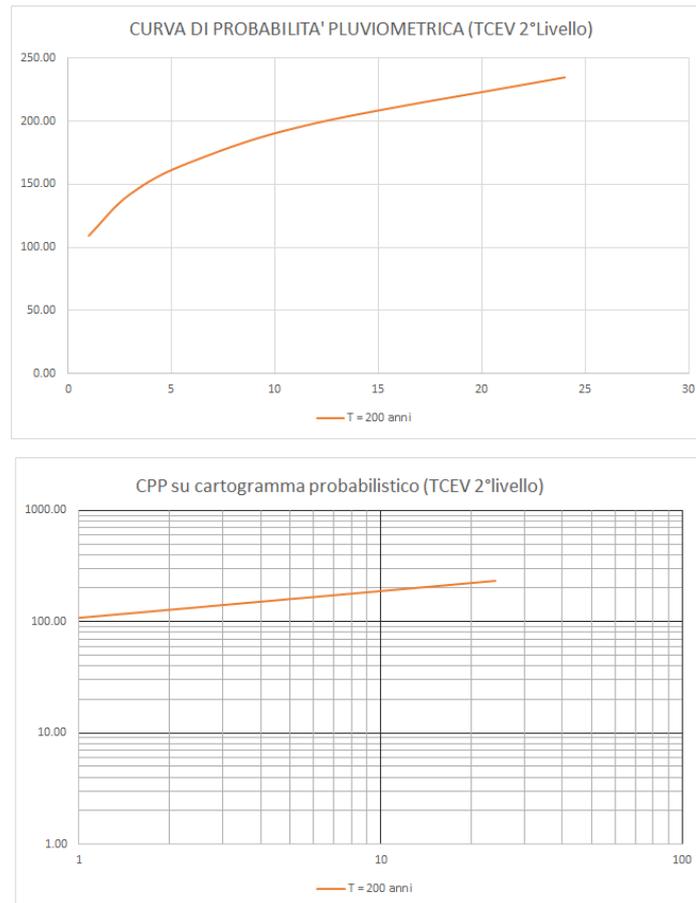


Figura 16 – CPP legge di potenza e legge lineare

#### 4.2.4 SPAZIALIZZAZIONE DEI PARAMETRI DELLE CPP MEDIANTE INTERPOLATORI GEOSTATISTICI E STIMA DEI PARAMETRI DI PROGETTO

L'analisi dei dati di pioggia di una rete pluviometrica di 9 stazioni ha consentito di ottenere la stima dei parametri  $a$  ed  $n$  delle CPP in modo puntuale. Le stazioni non ricadendo all'interno del sistema di sottobacini considerato, si è reso necessario spazializzare i parametri, ovvero, distribuire i valori dei due parametri su una superficie in cui ricade l'intera area di studio considerata.

A tale scopo, si è fatto ricorso a tecniche di interpolazione geospaziale che consentono, a partire da un campione di dati puntuali distribuiti nello spazio, di ottimizzare la stima dei parametri dei singoli sottobacini. Nel caso specifico si è adottato il Kriging, implementato mediante software GIS. L'implementazione delle equazioni del Kriging mediante software GIS consente di ottenere delle mappe raster contenente l'informazione del parametro atteso. Il processo di interpolazione mediante Kriging è stato effettuato sui valori di  $a$  ed  $n$  ottenuti dall'analisi statistica delle piogge mediante funzione TCEV al II livello, e per i tre tempi di ritorno  $T=30$ ,  $200$  e  $500$  anni. Di seguito si riportano i risultati ottenuti per i valori di  $a$  ed  $n$  per  $T=200$  anni.

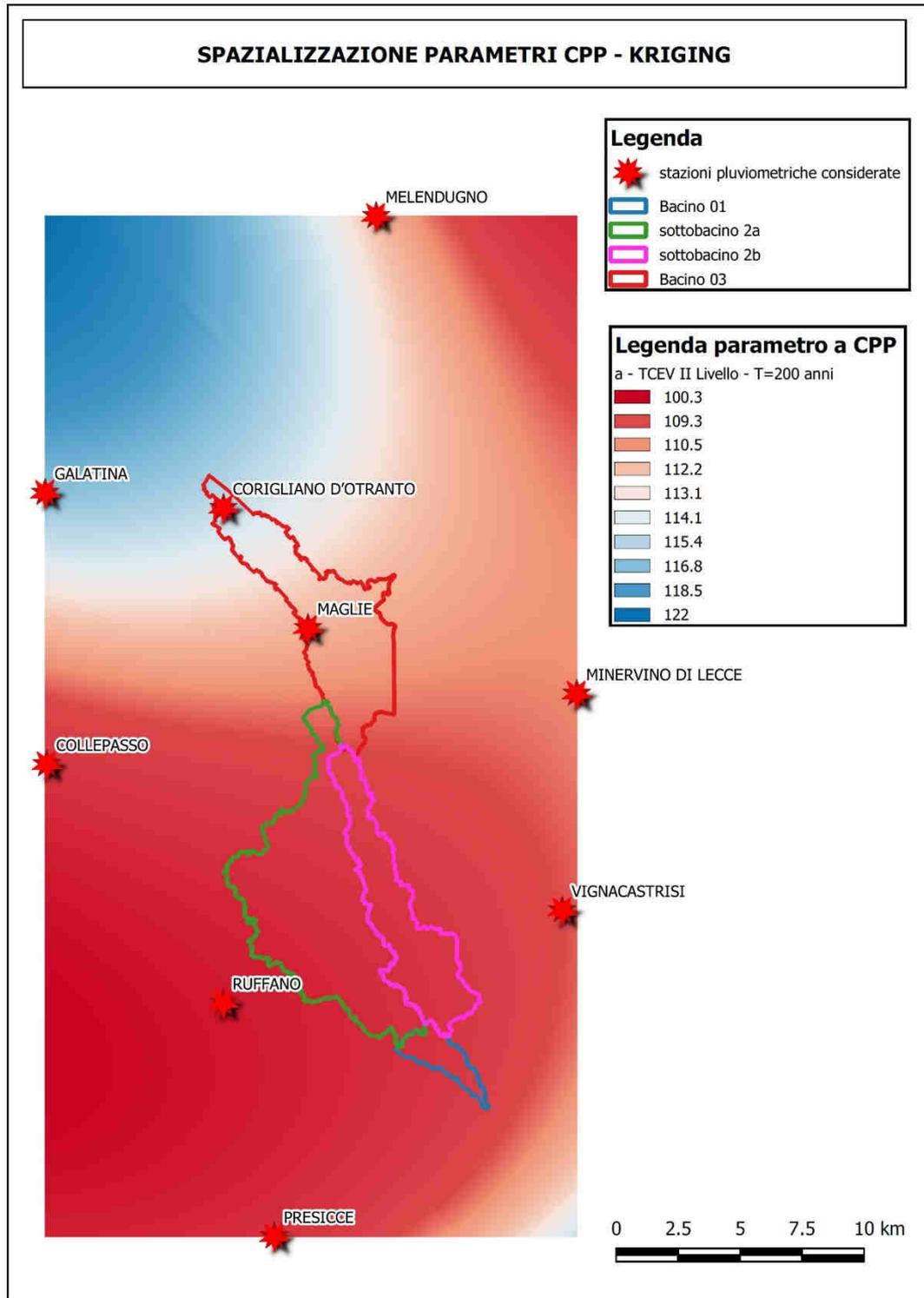


Figura 17 –mappa valori parametro a – T=200 anni

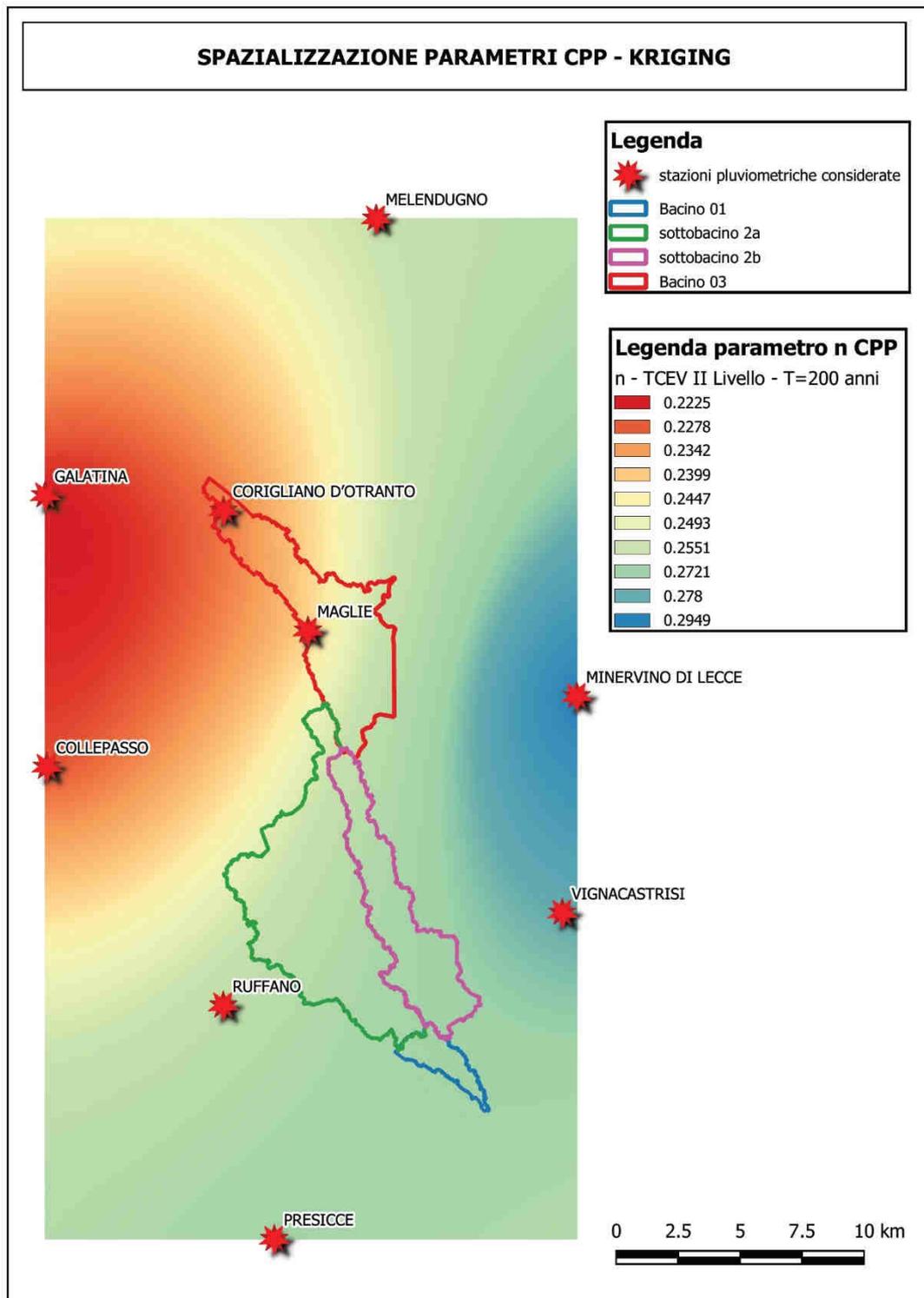


Figura 18 –mappa valori parametro n – T=200 anni

Sulla base dello shapefile del sistema dei sottobacini i valori dei due parametri sono stati calcolati mediante software GIS implementando l'algoritmo Zonal Statistics. Si riportano nelle tabelle seguenti i valori di a e di n ottenuti.

<b>CPP T=30anni</b>				
	<b>Bacino 01</b>	<b>sottobacino 2a</b>	<b>sottobacino 2b</b>	<b>Bacino 03</b>
a	71.86	71.47	71.47	77.54
n	0.27	0.26	0.26	0.25

**Tabella 10: valori di a ed n per T=30 anni**

<b>CPP T=200anni</b>				
	<b>Bacino 01</b>	<b>sottobacino 2a</b>	<b>sottobacino 2b</b>	<b>Bacino 03</b>
a	106.93	107.13	107.13	110.92
n	0.27	0.26	0.26	0.26

**Tabella 11: valori di a ed n per T=200 anni**

<b>CPP T=500anni</b>				
	<b>Bacino 01</b>	<b>sottobacino 2a</b>	<b>sottobacino 2b</b>	<b>Bacino 03</b>
a	124.11	124.27	124.27	128.72
n	0.27	0.26	0.26	0.26

**Tabella 12: valori di a ed n per T=500 anni**

## 5 STUDIO IDROLOGICO

Allo scopo di valutare le condizioni di rischio idraulico dell'area oggetto di studio, è risultato necessario condurre preliminarmente un'indagine idrologica dei bacini idrografici che afferiscono all'area di studio unitamente ad una indagine idraulica per la determinazione delle criticità idrauliche che caratterizzano il tracciato con le aree a rischio idraulico.

E' necessario dunque valutare innanzitutto l'afflusso-deflusso in termini di pioggia netta per assegnato tempo di ritorno agente sull'area di interesse.

### 5.1 MODELLISTICA UTILIZZATA – CARATTERISTICHE GENERALI

Come anticipato in precedenza, è stato condotto uno studio idrologico per la determinazione della pioggia netta per lo schema di sottobacini ottenuto dall'analisi geomorfologica per i tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

Il fenomeno della trasformazione afflussi-deflussi che avviene in un bacino idrografico investito da un evento pluviometrico può essere studiato con vari metodi a secondo dei dati disponibili e del grado di dettaglio ed accuratezza del risultato che si intende ottenere.

Nel caso in esame, caratterizzato dalla presenza di aree endoreiche e da una rete di deflusso non bene definita a causa della geomorfologia del territorio, si è prettamente valutata la pioggia netta in quanto implementata nel modello idraulico.

Tutti questi metodi sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- concettuali: quando il fenomeno viene schematizzato nel dettaglio e scomposto nelle sue varie componenti per ciascuna delle quali si adotta un modello matematico che simula quanto avviene nella componente stessa (es: metodo dell'idrogramma unitario o il metodo cinematico);
- statistici: quando si fa unicamente un'analisi statistica dei deflussi e quindi le portate di piena del bacino idrografico vengono valutate sulla base di equazioni matematiche che possono dipendere anche da caratteristiche morfologiche del bacino stesso (es.: metodi di regionalizzazione delle piene del VaPi);
- formule empiriche: quando le portate massime vengono calcolate sulla base di semplici relazioni tarate sulla base di dati sperimentali (es: formule di Gherardelli-Marchetti, Mongiardini, Forti, De Marchi e Pagliaro).

Nel presente studio ci occuperemo esclusivamente dei metodi concettuali che sono quelli implementati nel software HEC-HMS utilizzato per condurre le simulazioni idrologiche. Tali metodi analizzano separatamente le varie fasi in cui il fenomeno di trasformazione afflussi-deflussi può essere scomposto e che sono:

- separazione delle piogge;
- formazione della piena;
- propagazione della piena;
- deflusso di base.

Per il calcolo della pioggia netta si ricorre al metodo Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS). Di seguito si dà una breve descrizione teorica dei metodi utilizzati per la schematizzazione di ognuna delle fasi di separazione della pioggia e formazione della piena.

### 5.1.1 SEPARAZIONE DELLE PIOGGE (CURVE NUMBER – SCS)

Il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione o capacità di ritenzione del suolo (S) deriva dalla seguente relazione:

$$S = 254 \times (100/CN - 1)$$

Dall'analisi del risultato di molte osservazioni sperimentali ne deriva che la perdita iniziale (Ia) è legata alla capacità di ritenzione del suolo (S) dalla relazione;

$$Ia = 0.2 \times S$$

che è quindi il valore da utilizzare in mancanza di altri dati disponibili.

Il valore del Curve Number (CN) va ricavato in funzione di tabelle che incrociano le informazioni relative alla copertura e uso del suolo con quelle del tipo di suolo, ovvero della permeabilità.

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Acquaculture	Superfici al 100 % impermeabili	10 0	10 0	10 0	10 0
Altre colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Pasolo 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
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	10 0	10 0	10 0	10 0
Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	Superfici al 100 % impermeabili	10 0	10 0	10 0	10 0
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	10 0	10 0	10 0	10 0
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	10 0	10 0	10 0	10 0
Fiumi, torrenti e fossi	Superfici al 100 % impermeabili	10 0	10 0	10 0	10 0
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	10 0	10 0	10 0	10 0
Paludi interne	Superfici al 100 % impermeabili	10 0	10 0	10 0	10 0
Paludi salmastre	Superfici al 100 % impermeabili	10 0	10 0	10 0	10 0
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
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	10 0	10 0	10 0	10 0
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 pi? 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

**Tabella 13: Determinazione dei valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della CTR Puglia**

CLASSI DI SUOLI PERMEABILITA'
<p><b>GRUPPO A</b> - Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.</p>
<p><b>GRUPPO B</b> - Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.</p>
<p><b>GRUPPO C</b> - Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidi. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.</p>
<p><b>GRUPPO D</b> - Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.</p>

**Tabella 14:Classi di suolo**



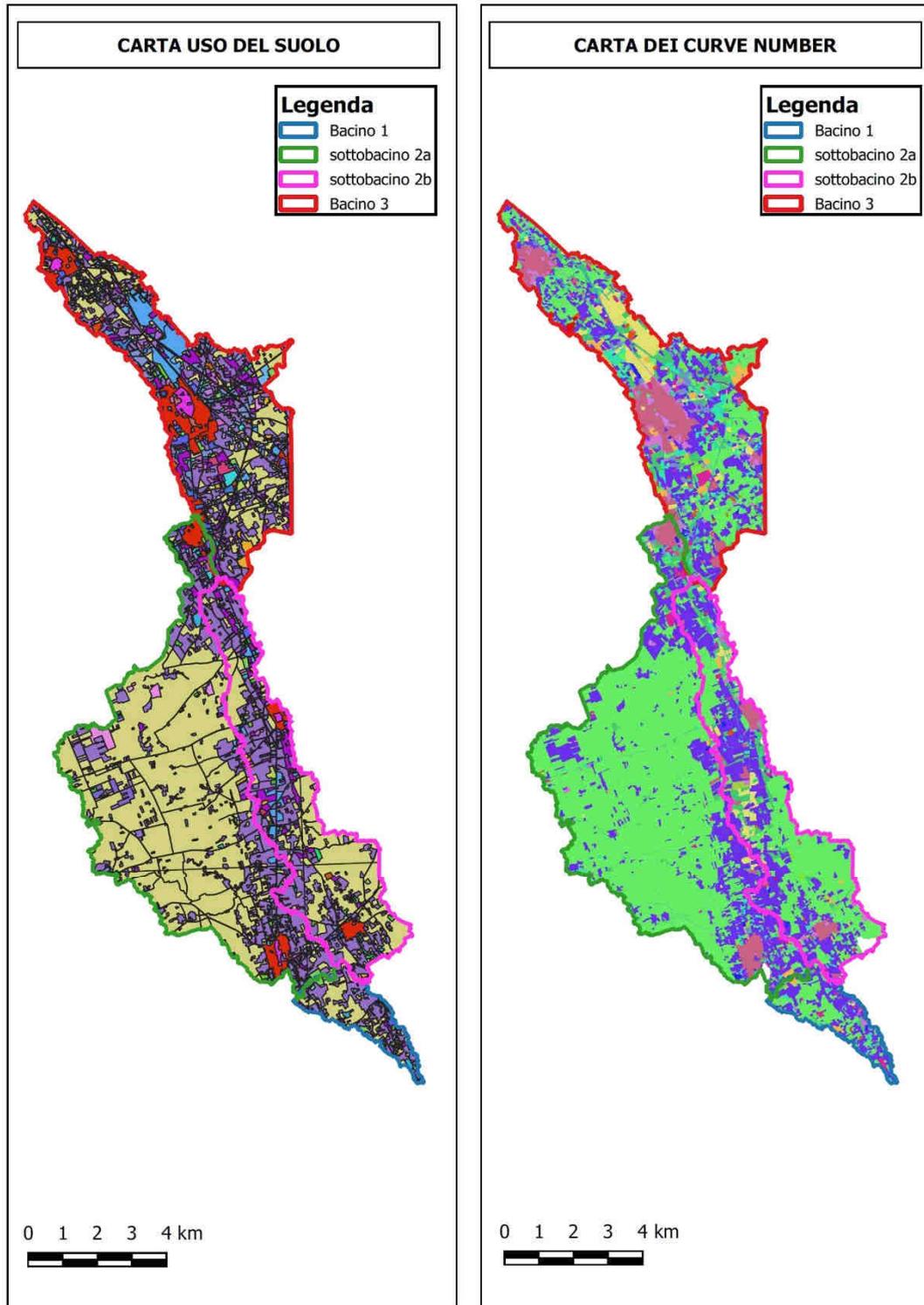


Figura 19 –mappa del Curve Number ottenuta a partire dall’uso del Suolo e dalla carta della Permeabilità

In generale il valore del CN del sottobacino risulterà da una media pesata dei CN delle singole unità fisiografiche omogenee in cui il bacino può essere scomposto. Ogni metodo di separazione delle piogge è influenzato dal grado di saturazione del suolo al momento del verificarsi dell'evento di pioggia. Il valore del CN del Soil Conservation Service come sopra descritto è associabile a condizioni medie di saturazione che corrispondono al valore 2 di Antecedent Moisture Condition (AMC) che come indicato nella tabella seguente è ricavabile in funzione dell'altezza di pioggia registrata nei 5 giorni che precedono l'evento e dello stato vegetativo.

Classe AMC	Precipitazione nei 5 giorni precedenti [mm]	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	<13	<36
II	13-28	36-54
III	>28	>54

**Tabella 15 – Classe di umidità AMC**

Per ottenere il valore di CN relativo alle altre due condizioni di saturazione si usano le relazioni seguenti:

Tabella 10: Formula relativa al passaggio dalla classe AMC1 alla classe AMC3

$$CN(I) = \frac{4,2 \text{ CN(II)}}{10 - 0,058 \text{ CN(II)}}$$

$$CN(III) = \frac{23 \text{ CN(II)}}{10 + 0,13 \text{ CN(II)}}$$

Dalla sovrapposizione dell'uso del suolo con le classi di permeabilità si deriva il Curve Number (CN) parametro che caratterizza la risposta idrologica di un terreno.

### 5.1.2 FORMAZIONE DELLA PIENA (IUH SCS)

Per impostare l'idrogramma unitario del Soil Conservation Service come metodo per la formazione della piena occorre inserire il parametro SCS Lag.

in cui

Tr = tempo di ritardo (Lag Time)

che è ricavato dalla seguente espressione:

$$Tr = 0.6 Tc$$

con

Tc = Tempo di corrivazione

In generale il tempo di corrivazione è espresso attraverso la seguente relazione:

$$Tc = t_{sheet} + t_{shallow} + t_{channel}$$

che indica che il tempo di corrivazione è la somma di tre componenti, e precisamente:

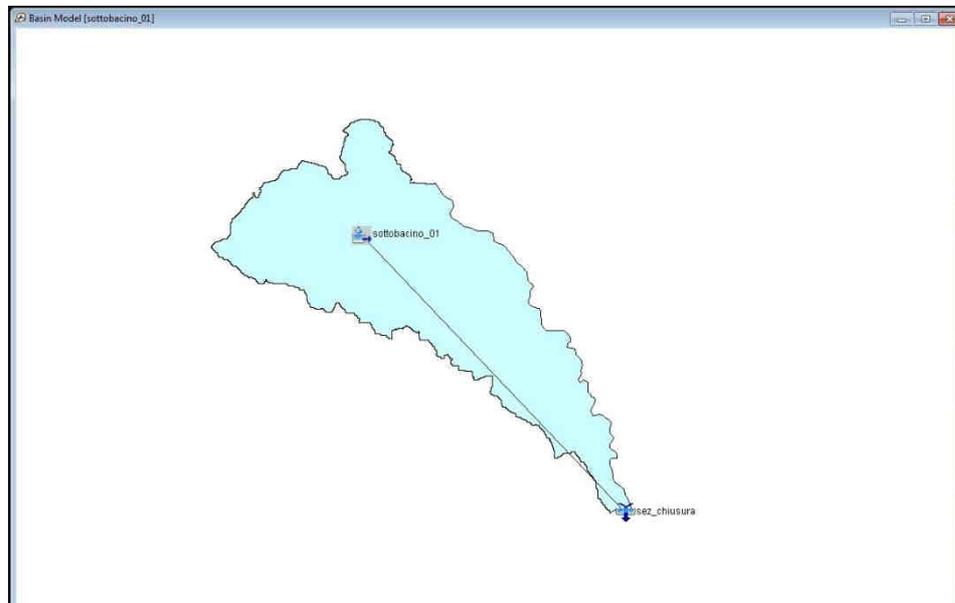
- t sheet: tempo impiegato dal deflusso delle acque per scorrere superficialmente in modo laminare fino alla formazione dei primi rigagnoli;
- t shallow: tempo impiegato per percorrere i rigagnoli fino ad arrivare alla vera e propria rete idrografica;

- t channel: tempo impiegato per percorrere la rete idrografica.

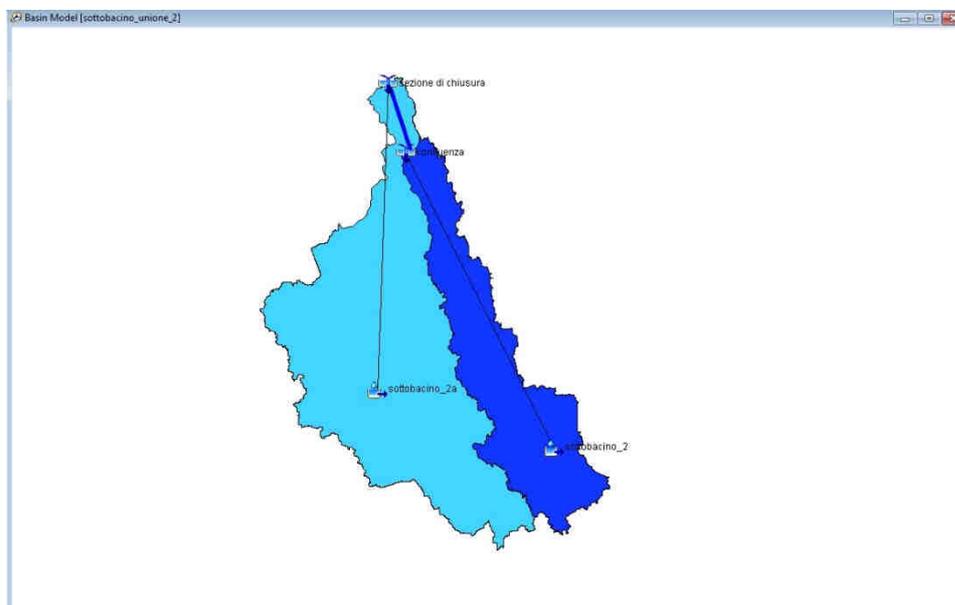
## 5.2 RICOSTRUZIONE PIOGGIA DI PROGETTO

### 5.2.1 SCHEMATIZZAZIONE BACINI IDROGRAFICI

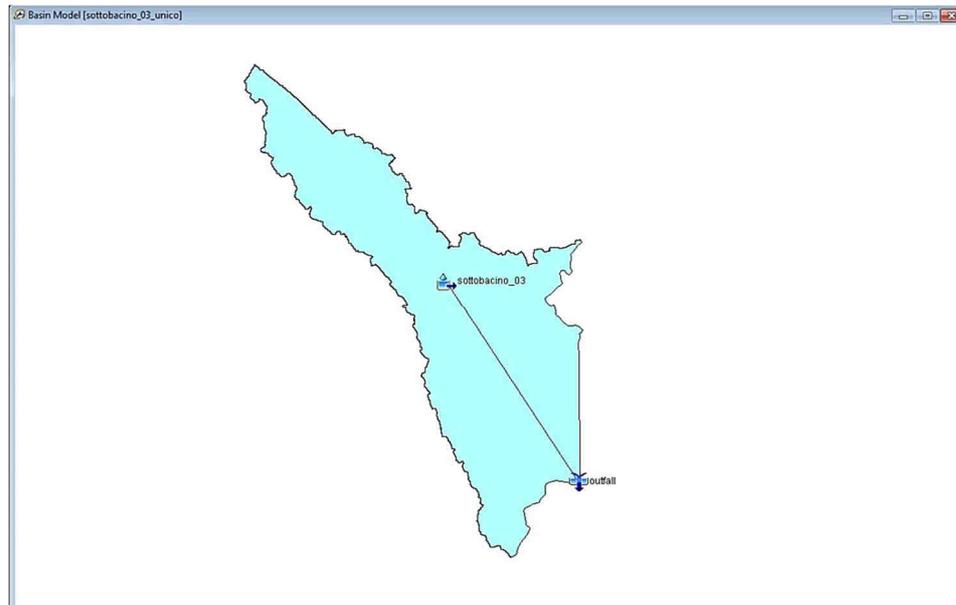
Ai fini della modellazione idrologica sono stati implementati 3 modelli di bacino rispettivamente per il Bacino 01, Bacino 02 (suddiviso in sottobacino 2a e 2b) e Bacino 03. Di seguito si riportano i modelli.



**Figura 20 –schema idrologico Bacino 01**



**Figura 21 – schema idrologico Bacino 02**



**Figura 22 –schema idrologico Bacino 03**

### 5.2.2 STIMA PARAMETRI DEL MODELLOIDROLOGICO

Come in precedenza illustrato, dalla sovrapposizione dell'uso del suolo con le classi di permeabilità si deriva il Curve Number (CN) parametro che caratterizza la risposta idrologica di un terreno.

Sulla base dello strato informativo dell'Uso del Suolo reso disponibile dal SIT della Regione Puglia e secondo le direttive sul calcolo del CN dell'AdB Puglia, mediante software GIS si è ottenuta una mappa raster del CN e si sono calcolati i valori caratteristici per i bacini considerati applicando anche in questo caso l'algoritmo Zonal Statistic definendo come valore in out pur la media pesata dei CN. Di seguito i valori di CN ottenuti.

Bacino	Bacino 01	sottobacino 2a	sottobacino 2b	Bacino 03
CN	77	78	78	72

**Tabella 16:Valori CN**

E' stato stimato il tempo di ritardo sulla base dei tempi di corrivazione dei sottobacini considerati ai fini della modellazione. Nello specifico per ogni sottobacino il tempo di corrivazione è stato calcolato mediante diverse formule empiriche in modo da valutare quella che meglio intepreta il comportamento dei bacini oggetti di studio. Di seguito si riportano i valori ottenuti. Vengono inoltre riportati altri parametri caratteristici da cui dipende il tempo di corrivazione.

<b>A</b>	4.30	km2
<b>L</b>	5.46	km
<b>Hmax</b>	112.30	m s.l.m.
<b>H0</b>	92.98	m s.l.m.
<b>i asta</b>	0.0018	-
<b>i versante</b>	0.01	-

**Tabella 17:Valori Bacino 01**

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Tournon	Ventura	Pasini
<b>Tc [h]</b>	7.08	3.64	1.31	2.74	6.22	7.29
<b>Tc [min]</b>	424.69	218.40	78.31	164.27	373.20	437.48

**Tabella 18:tempi di corrivazione Bacino 01**

<b>A</b>	23.44	km2
<b>L</b>	14.66	km
<b>Hmax</b>	123.40	m s.l.m.
<b>H0</b>	87.30	m s.l.m.
<b>i asta</b>	0.0014	
<b>i versante</b>	0.02	

**Tabella 19:Valori sottobacino 2b**

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Ventura	Pasini	Tournon
<b>Tc [h]</b>	21.55	9.78	2.52	16.46	20.22	4.86
<b>Tc [min]</b>	1293.19	586.50	151.11	987.54	1213.11	291.32

**Tabella 20:tempi di corrivazione sottobacino 2b**

<b>A</b>	43.26
<b>L</b>	14.66
<b>Hmax</b>	120.94
<b>H0</b>	83.79
<b>i asta</b>	0.0014
<b>i versante</b>	0.02

**Tabella 21:Valori sottobacino 2a**

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Ventura	Pasini	Tournon
<b>Tc [h]</b>	21.55	9.78	2.52	22.36	24.80	8.96
<b>Tc [min]</b>	1293.19	586.50	151.11	1341.58	1488.02	537.65

**Tabella 22 : tempi di corrivazione sottobacino 2a**

<b>A</b>	28.976	km <sup>2</sup>
<b>L</b>	13.4624	km
<b>Hmax</b>	109.9	m s.l.m.
<b>H0</b>	81.5	m s.l.m.
<b>i asta</b>	0.002	-
<b>i versante</b>	0.001	-

**Tabella 23:Valori Bacino 03**

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Ventura	Pasini	Tournon
<b>Tc [h]</b>	17.70	8.97	2.47	16.37	18.86	6.96
<b>Tc [min]</b>	1061.98	538.50	148.48	982.06	1131.82	417.56

**Tabella 24:tempi di corrivazione Bacino 03**

In base ai parametri caratteristici delle formulazioni empiriche e in base al confronto dei valori ottenuti si sono scelti i valori dei tempi di corrivazione riferiti alla formula di Ventura. Di seguito si riportano i valori dei tempi di ritardo.

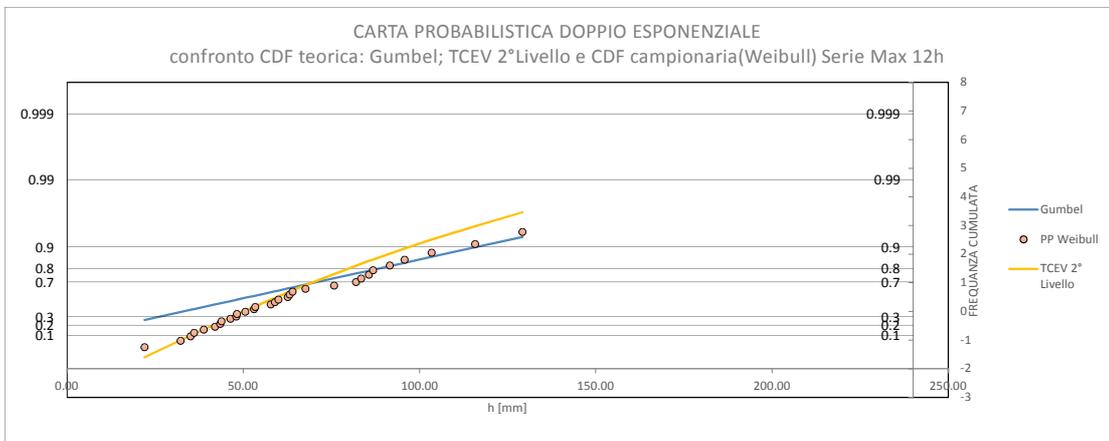
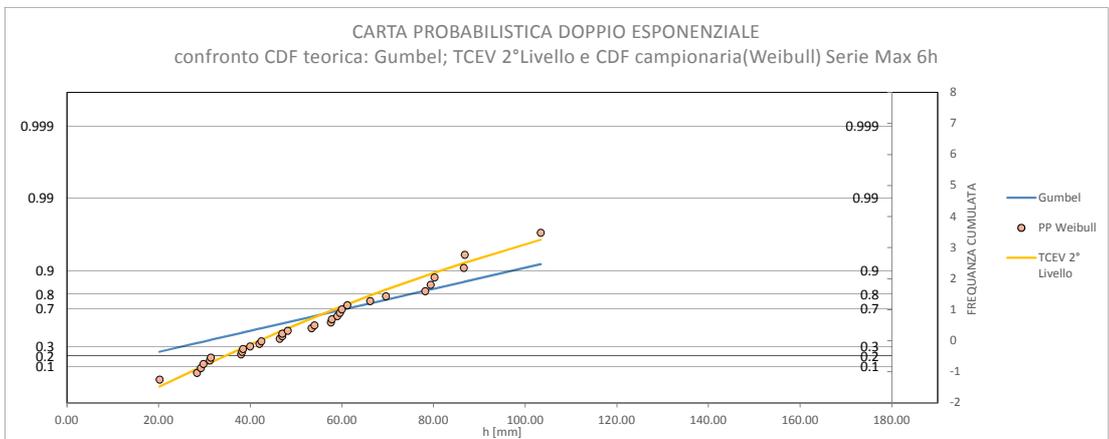
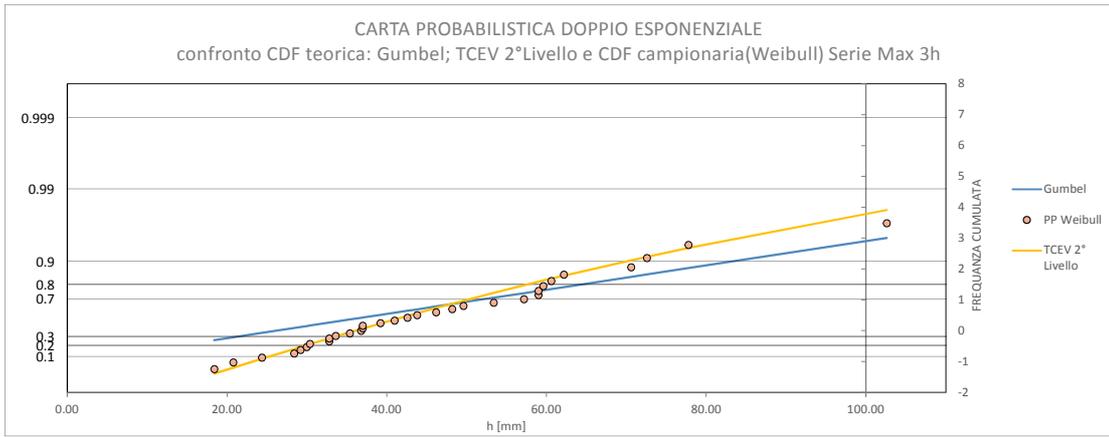
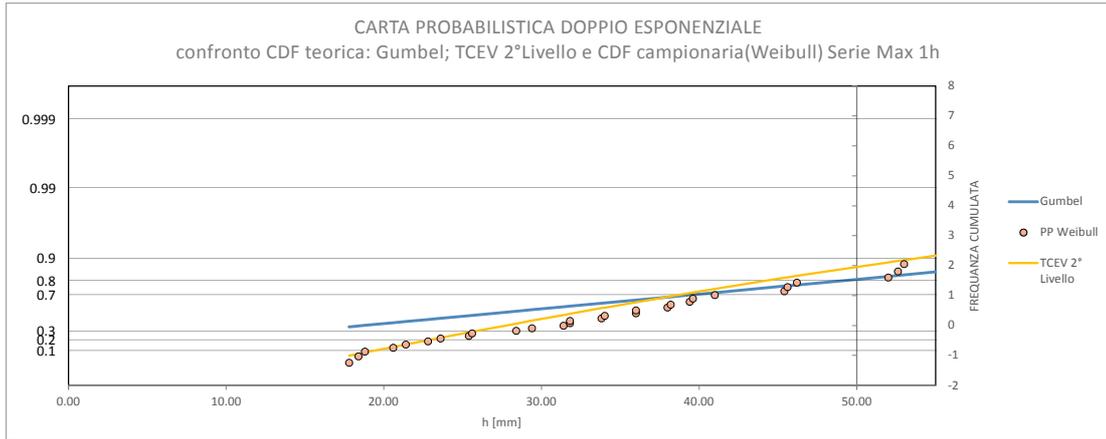
<b>Bacino</b>	Bacino 01	sottobacino 2a	sottobacino 2b	Bacino 03
<b>tr [min]</b>	592.5219	592.5218879	804.9499019	589.23672

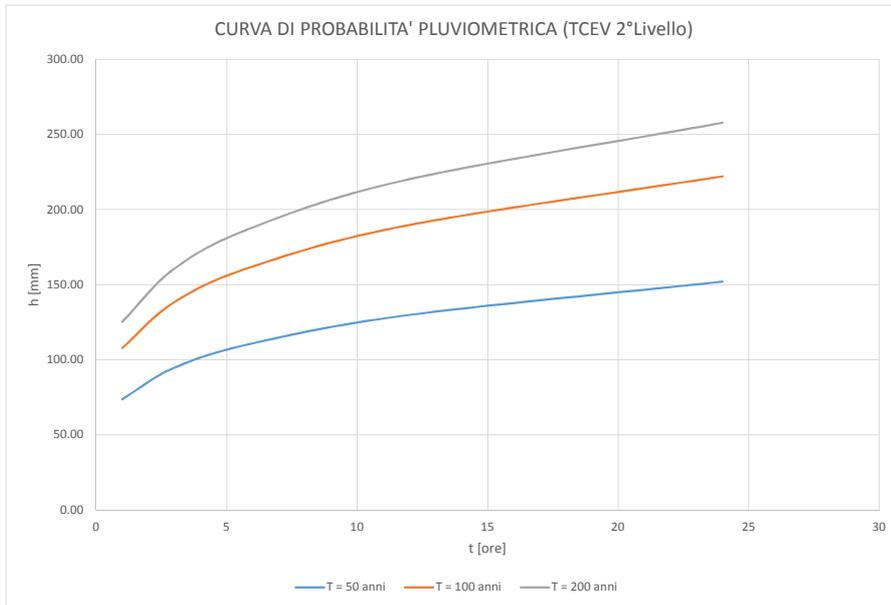
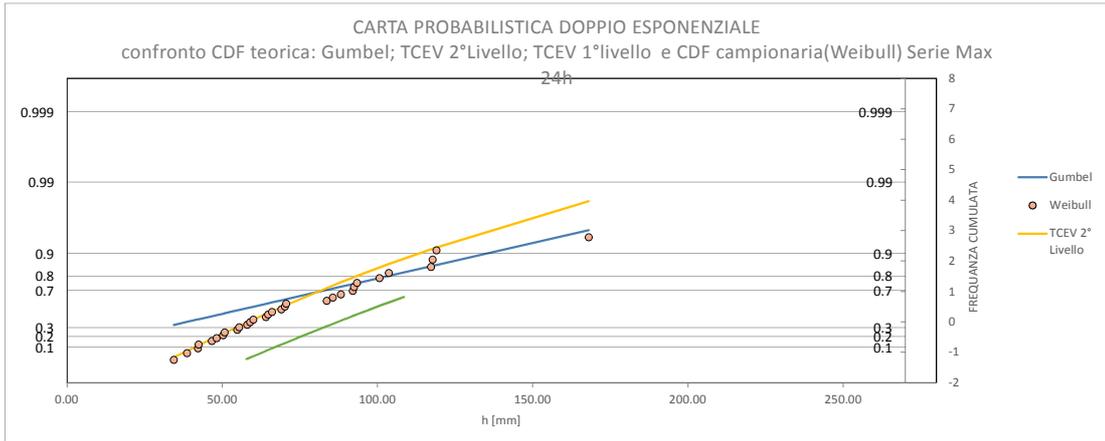
**Tabella 25:tempi di ritardo**

## **ALLEGATI**

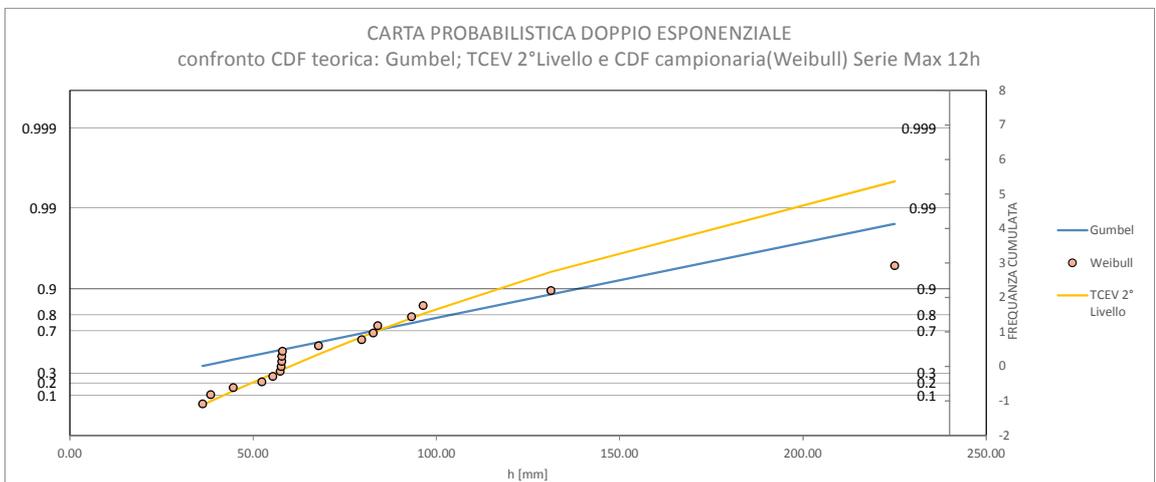
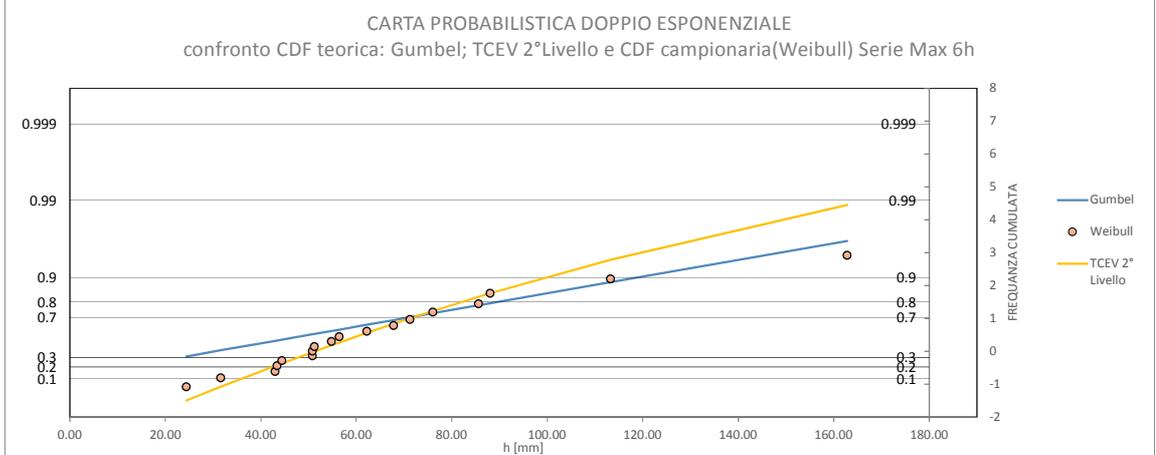
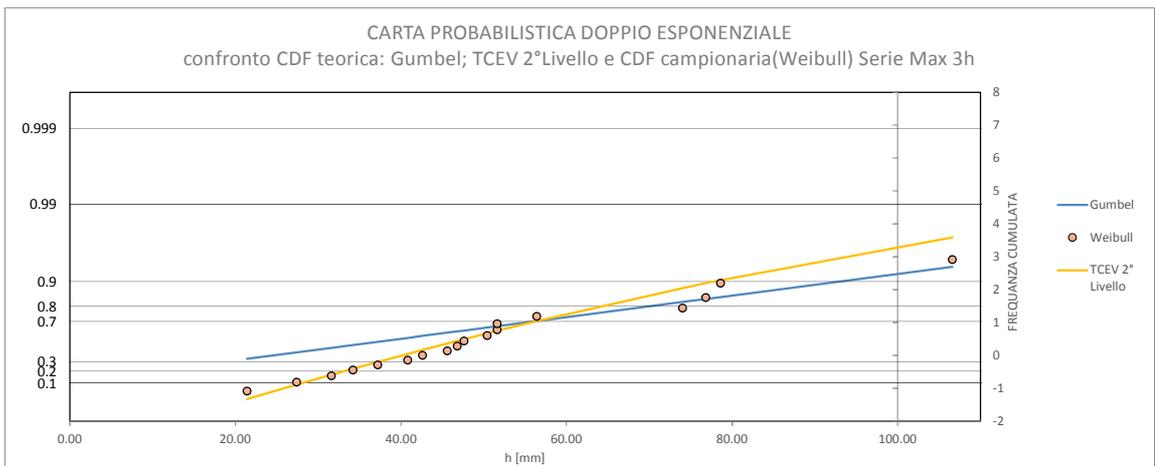
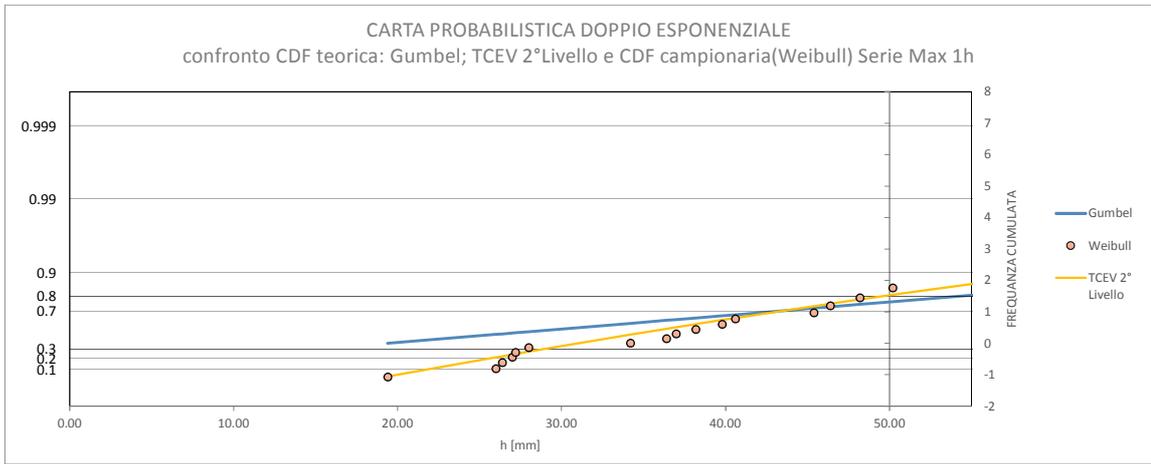
## **ALLEGATI**

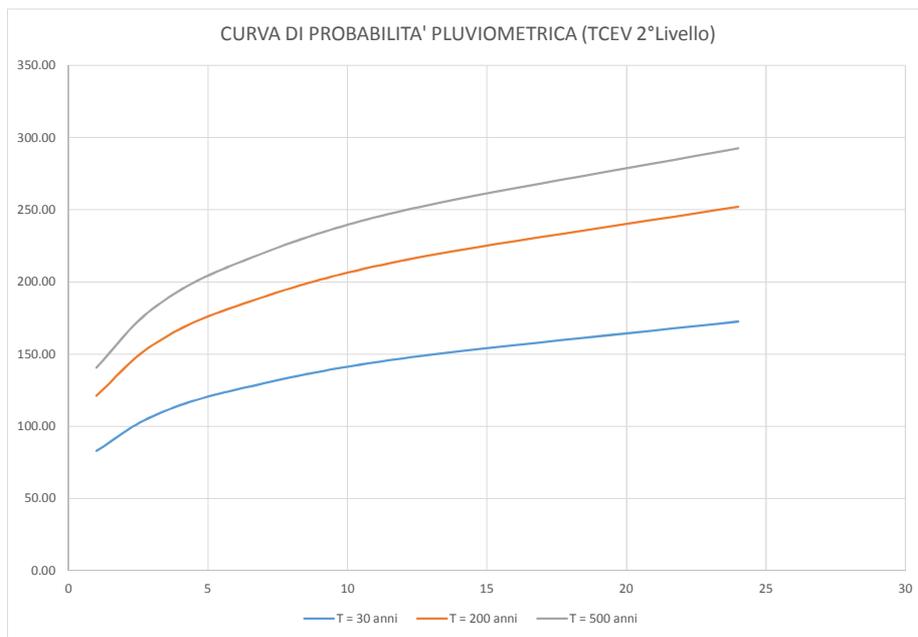
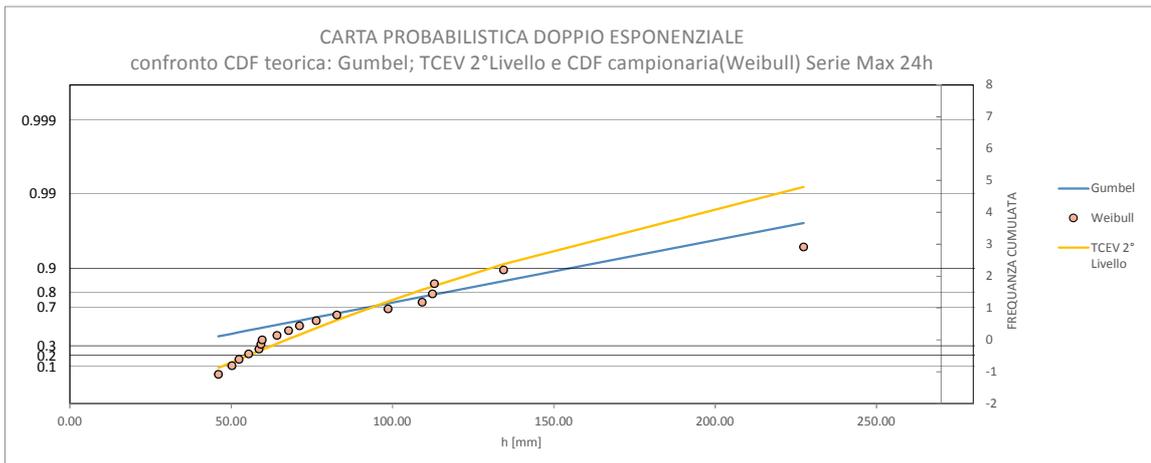
# STAZIONE DI COLLEPASSO



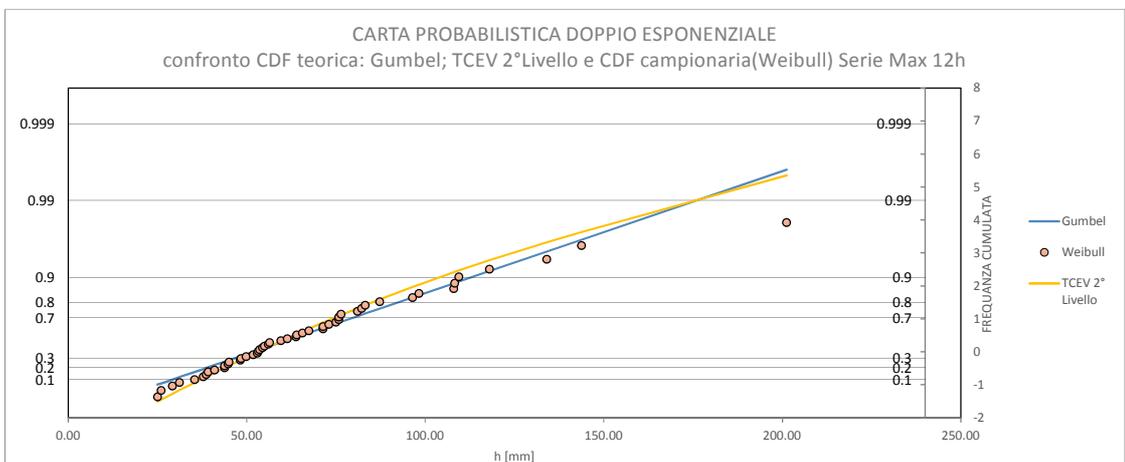
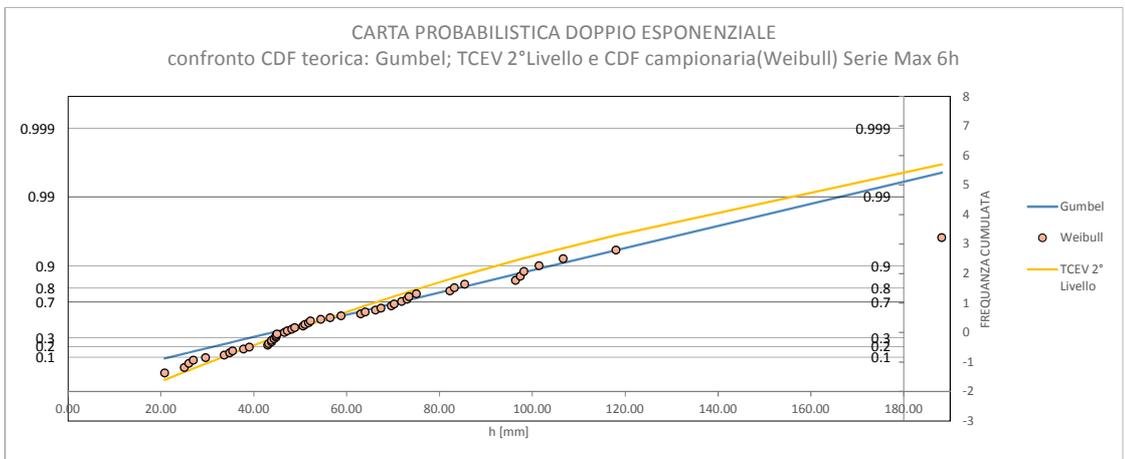
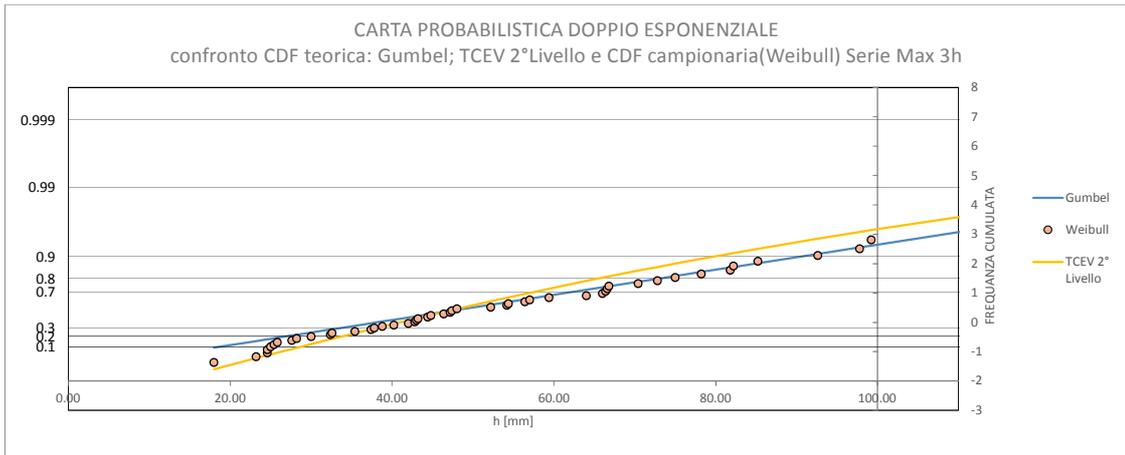
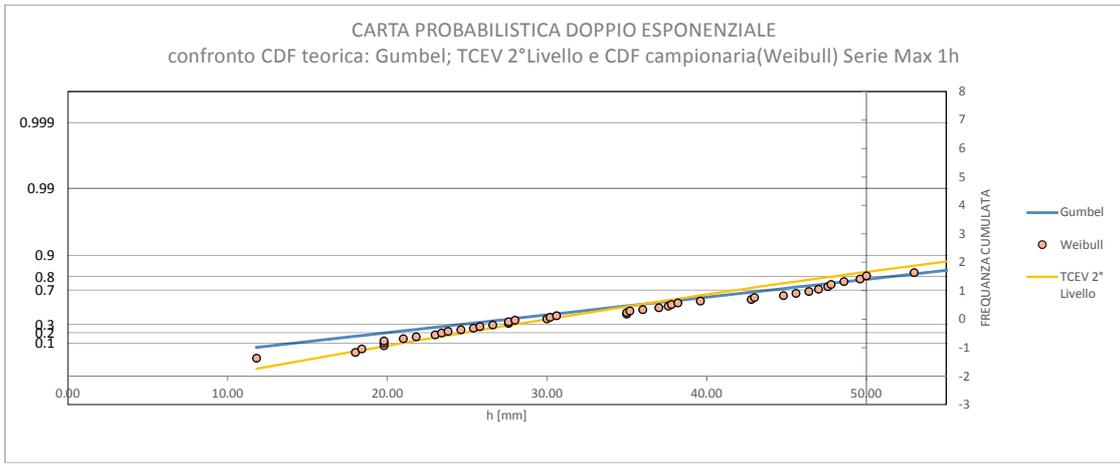


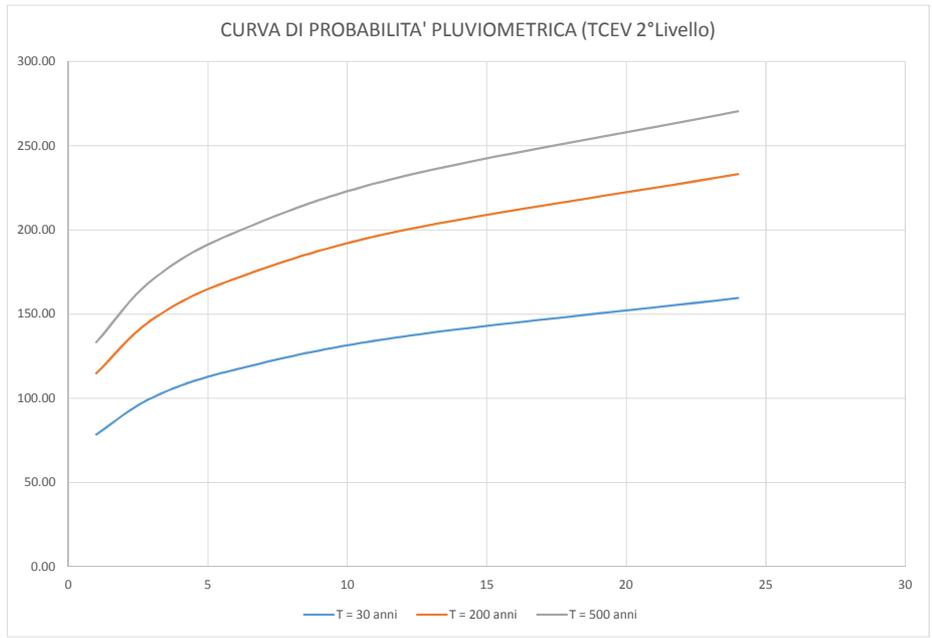
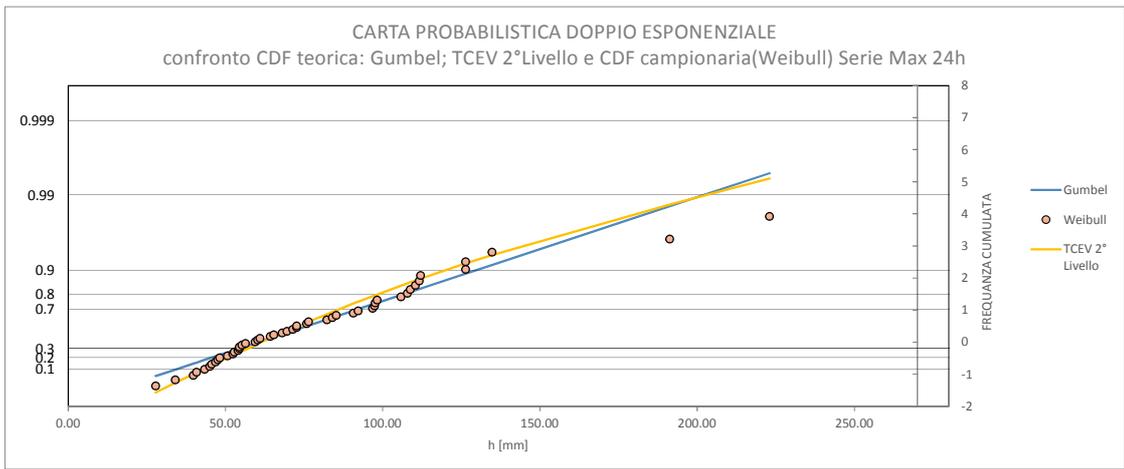
# STAZIONE D CORIGLIANO D'OTRANTO



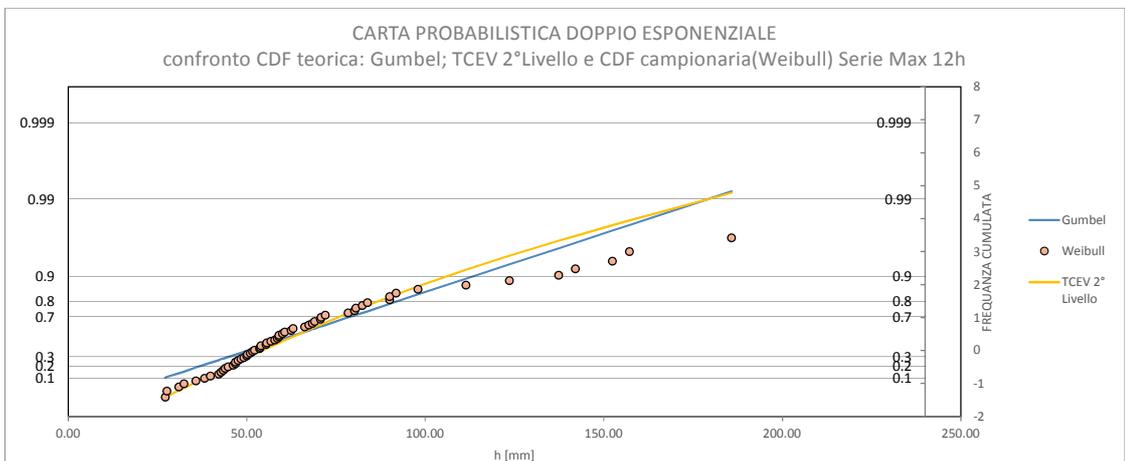
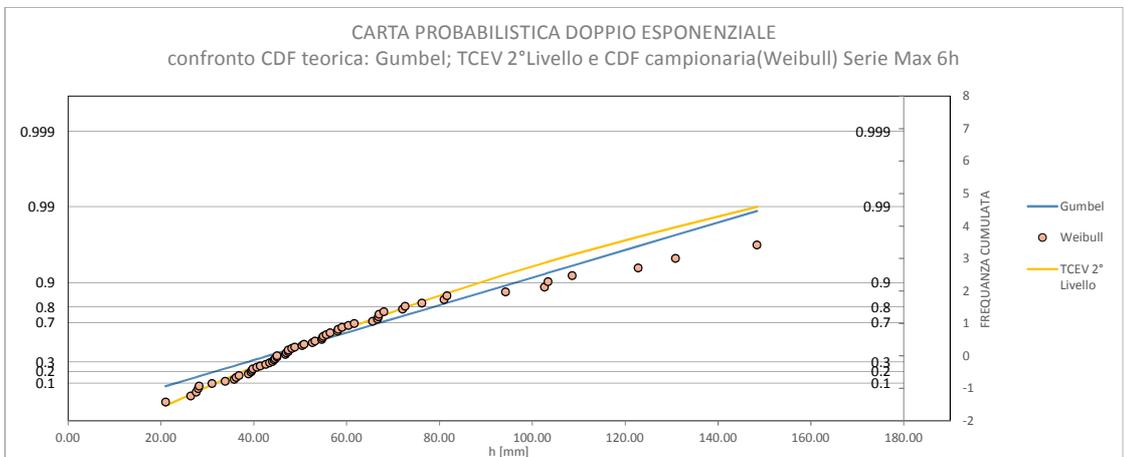
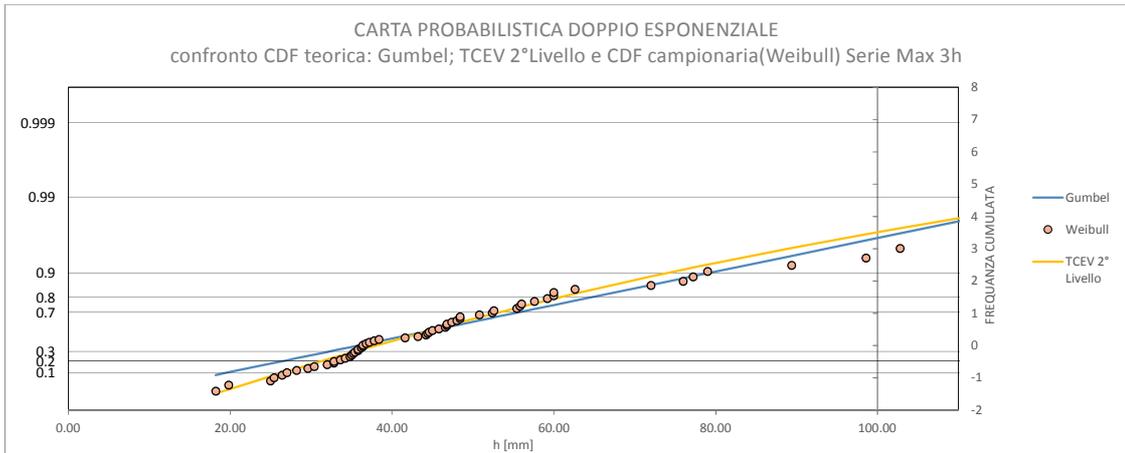
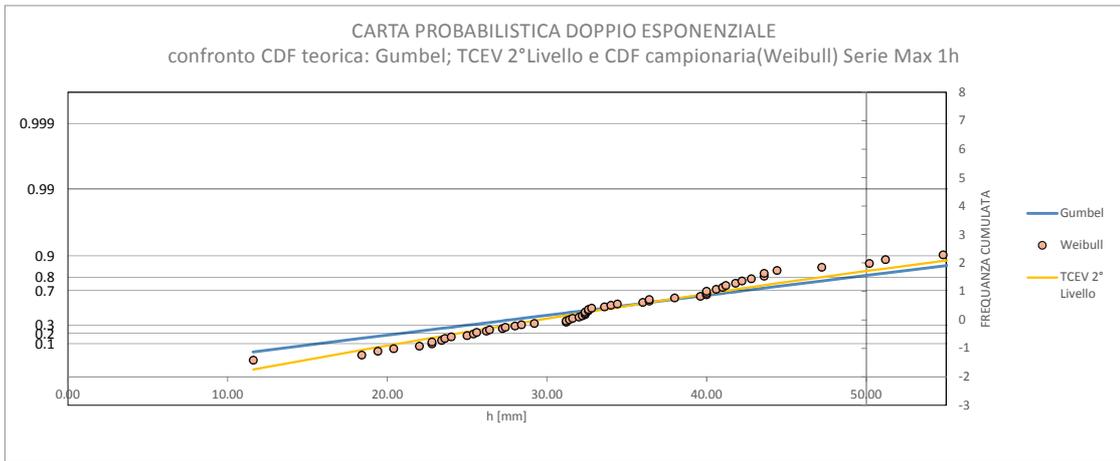


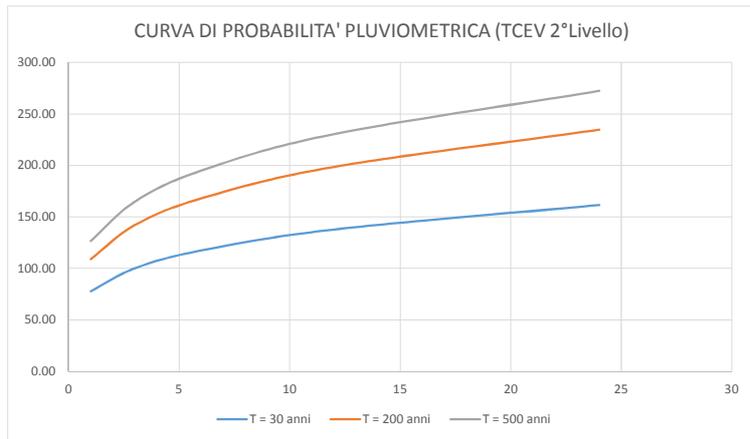
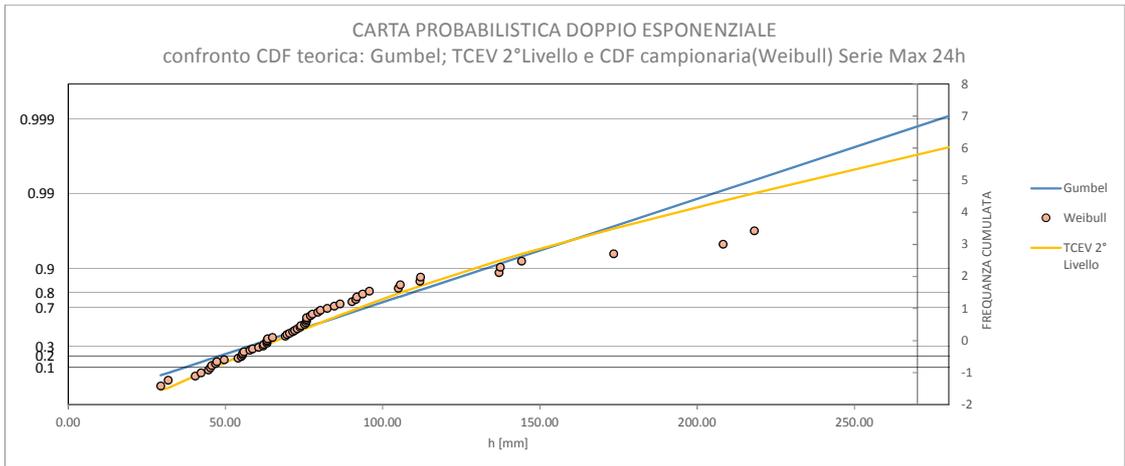
# STAZIONE DI GALATINA



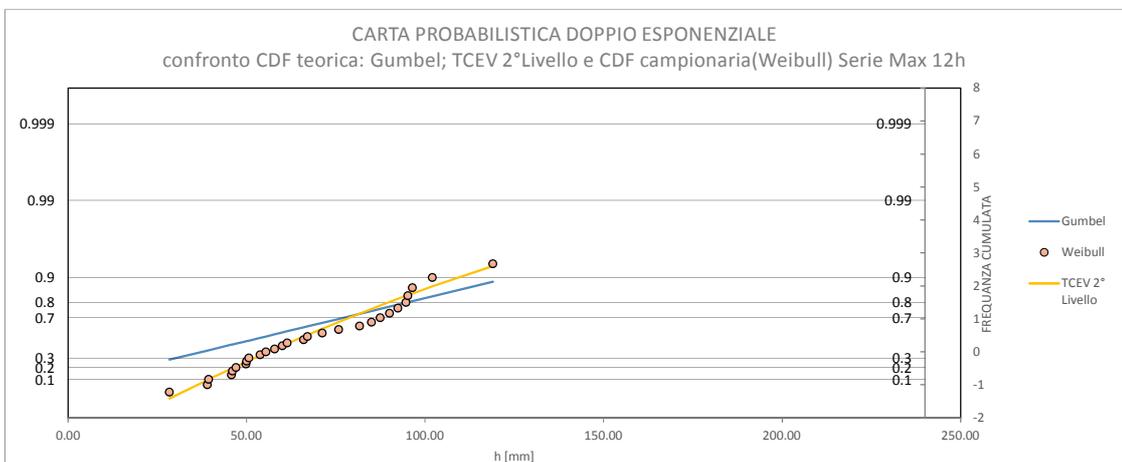
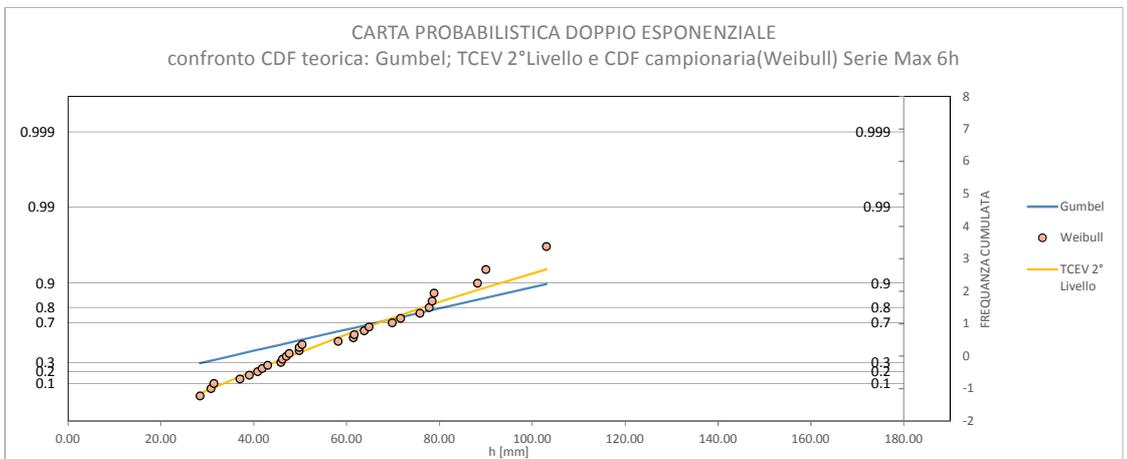
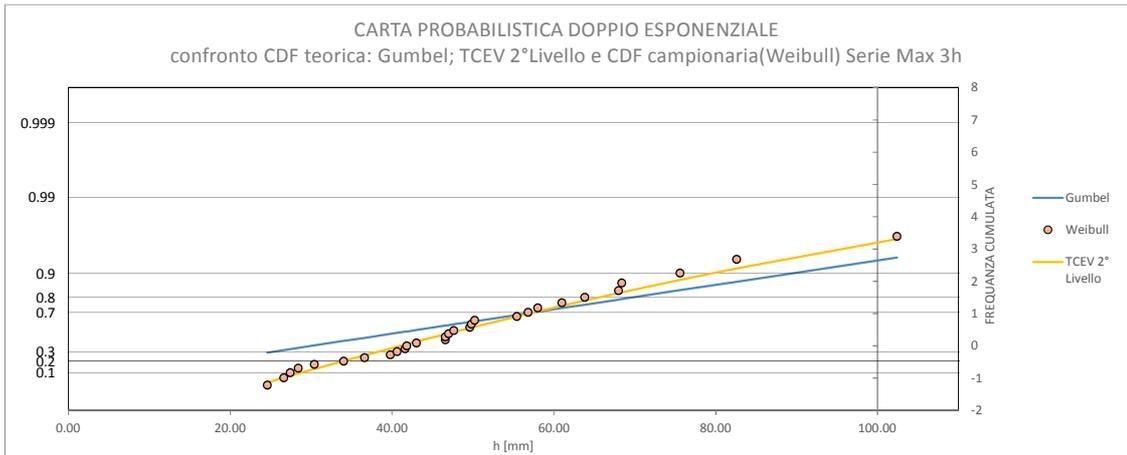
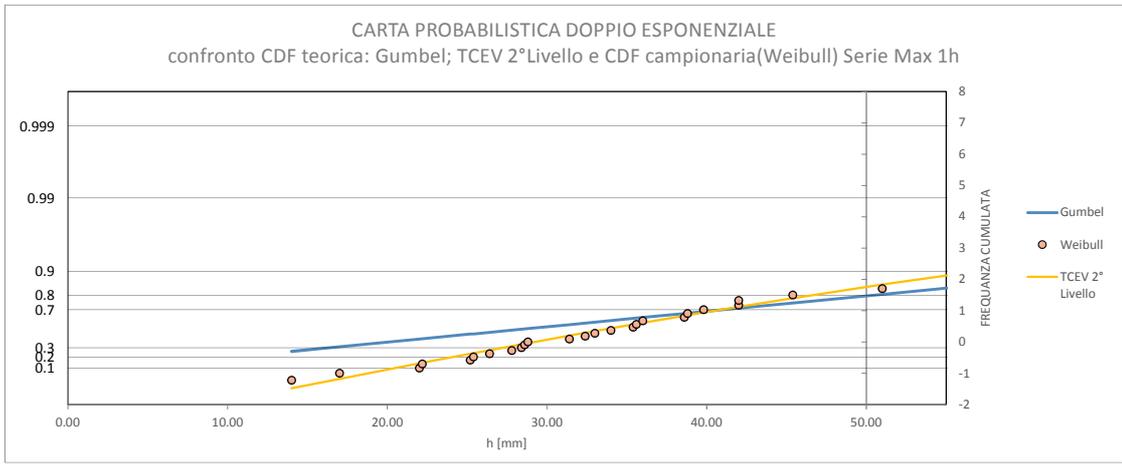


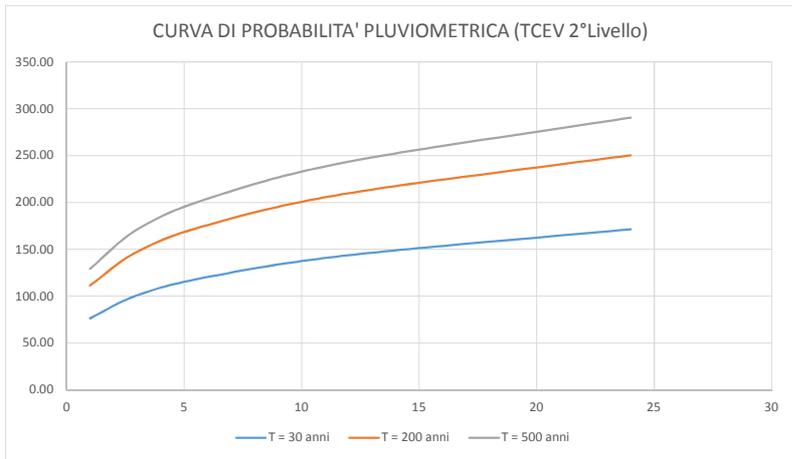
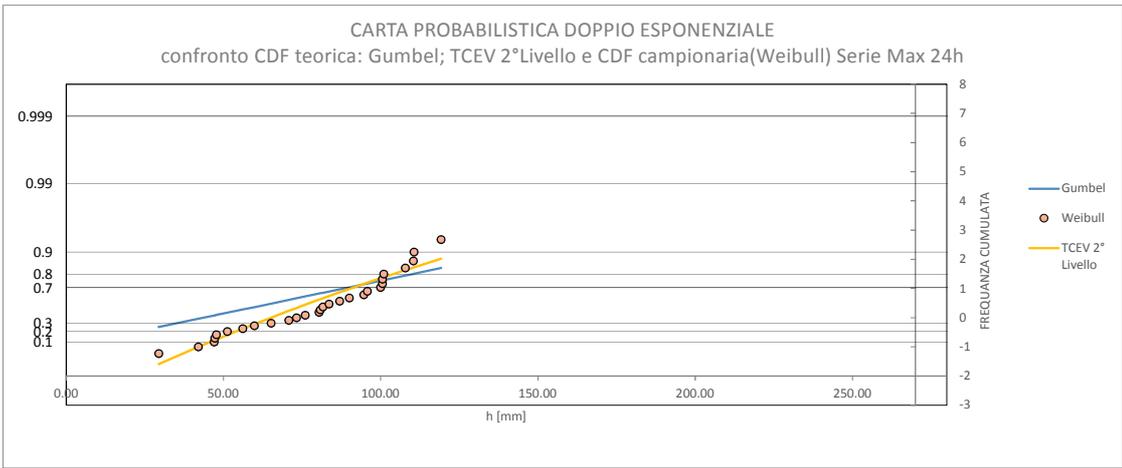
# STAZIONE DI MAGLIE



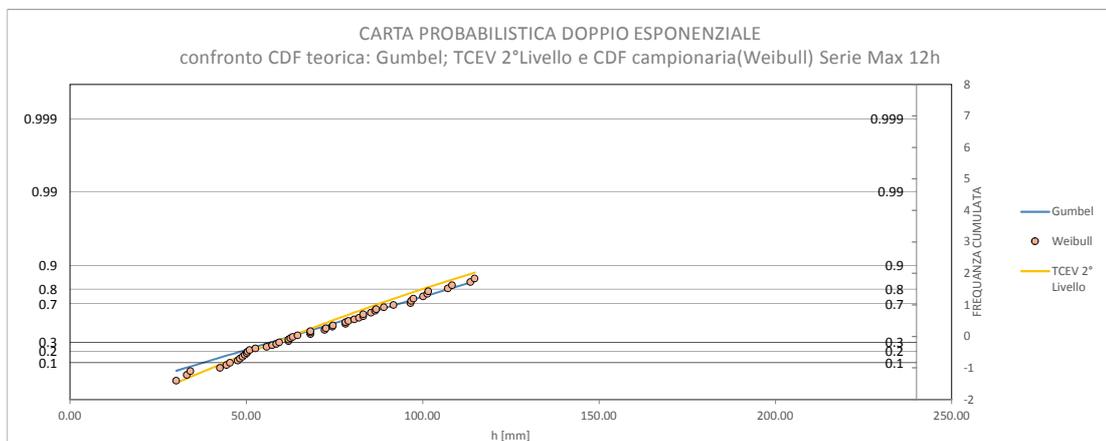
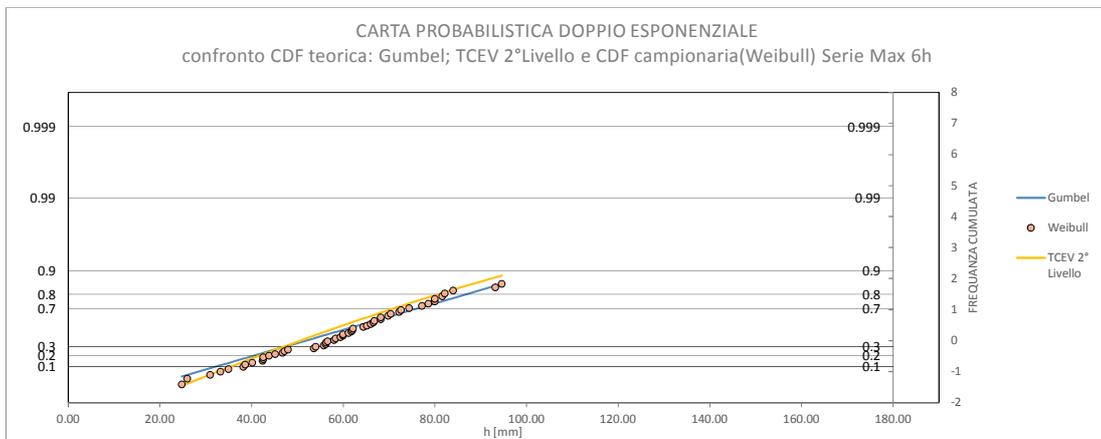
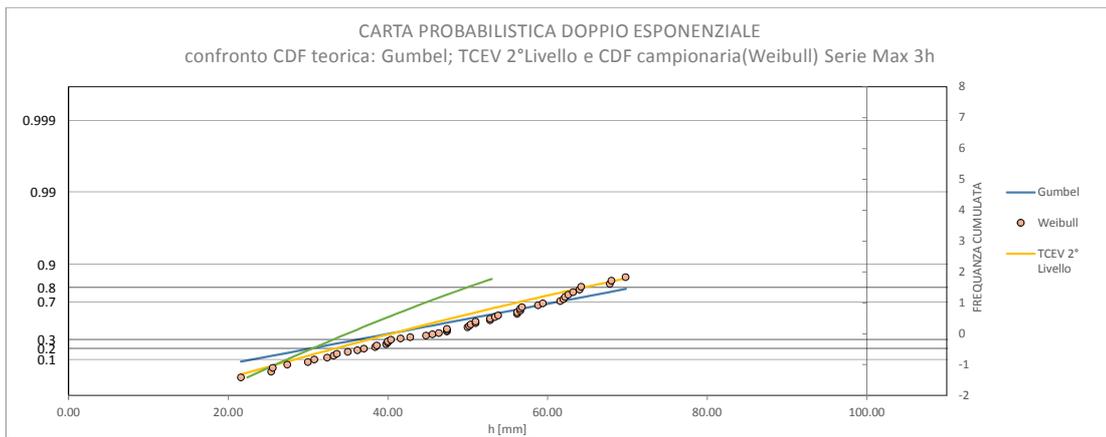
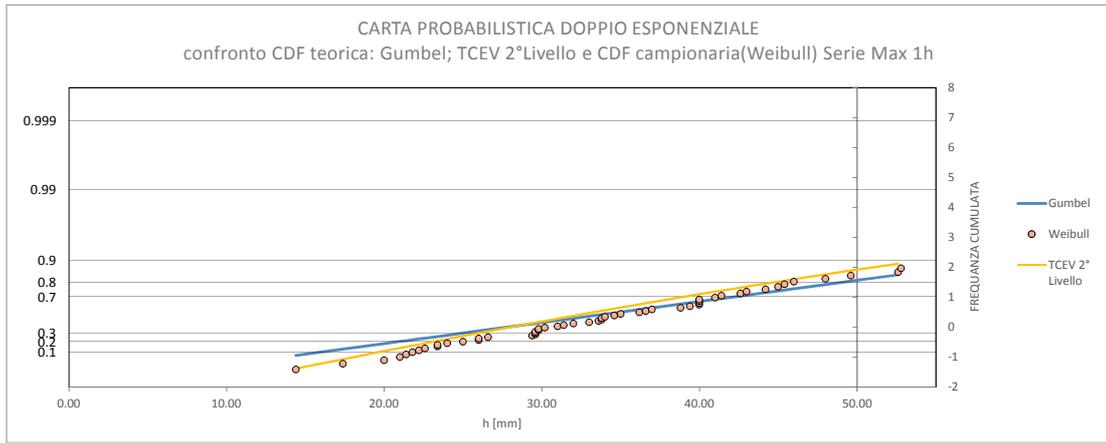


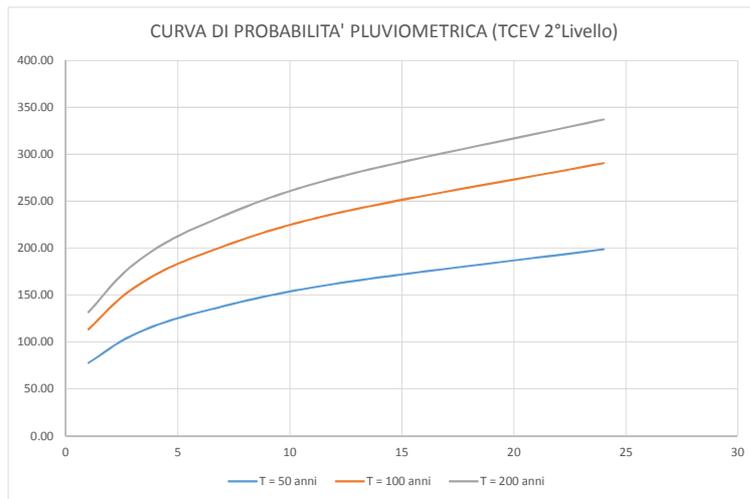
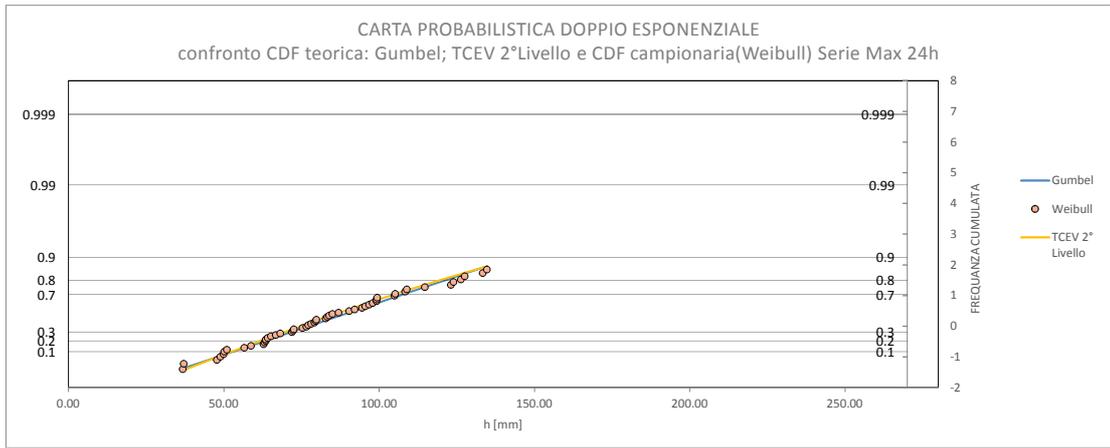
# STAZIONE DI MELENDUGNO



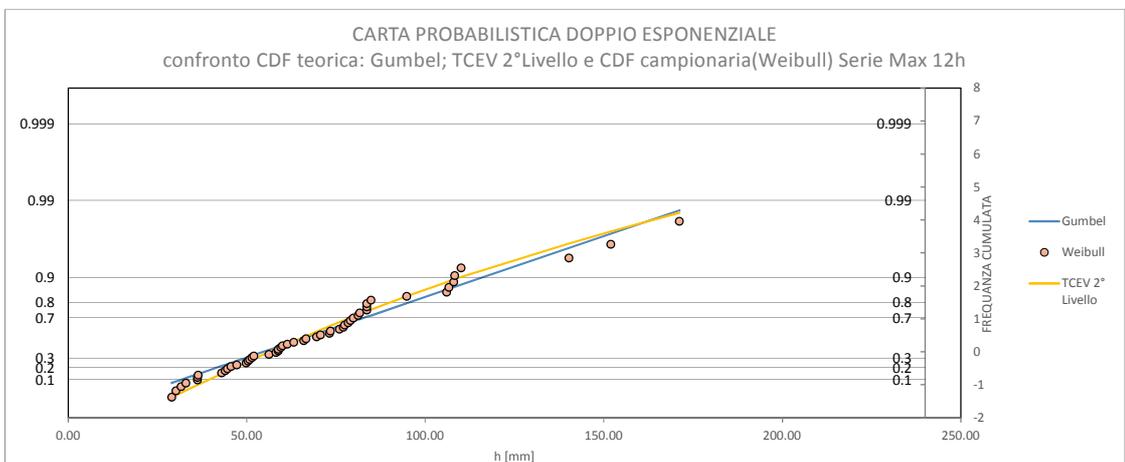
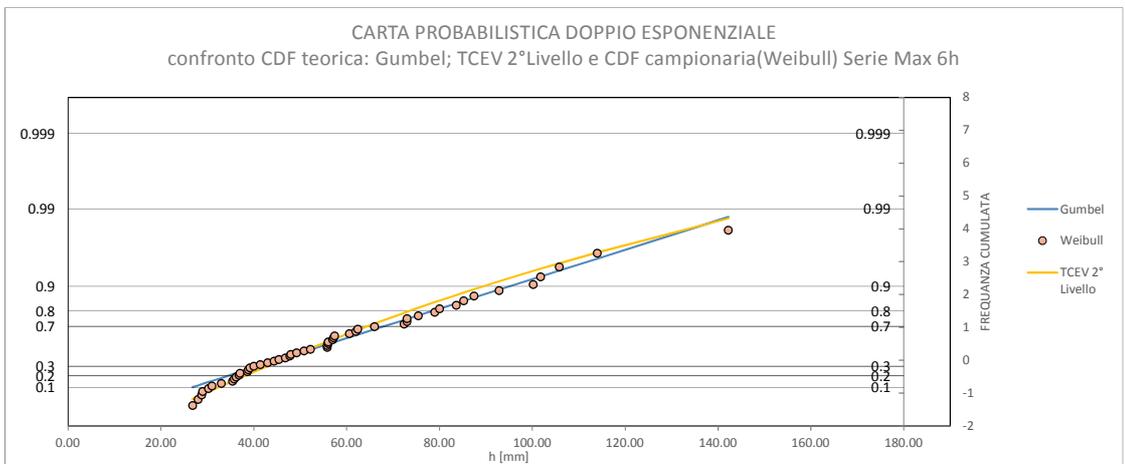
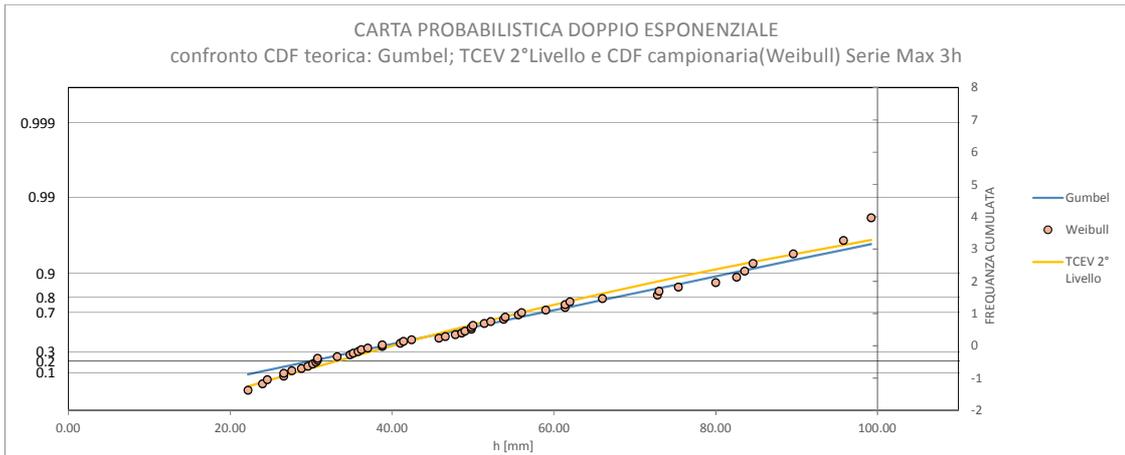
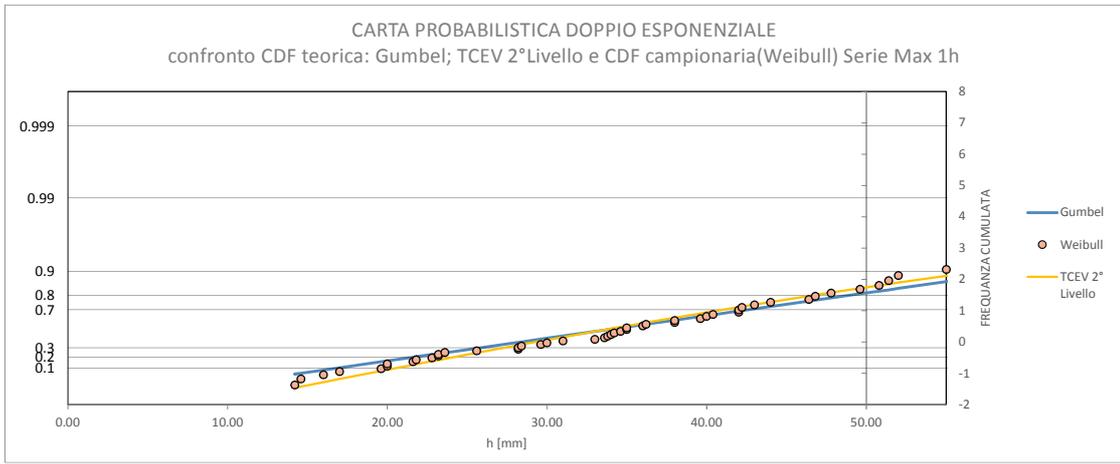


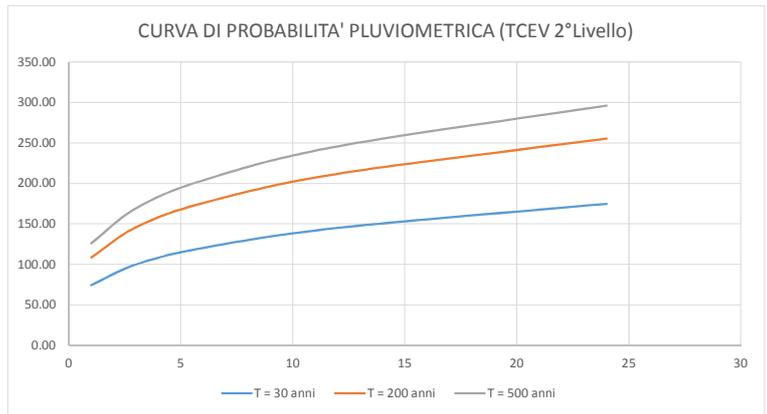
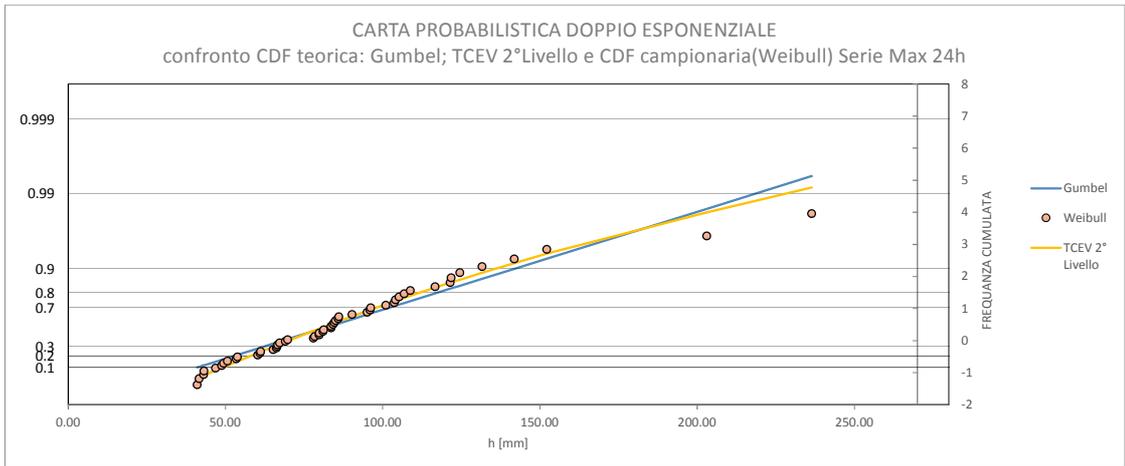
# STAZIONE DI MINERVINO DI LECCE



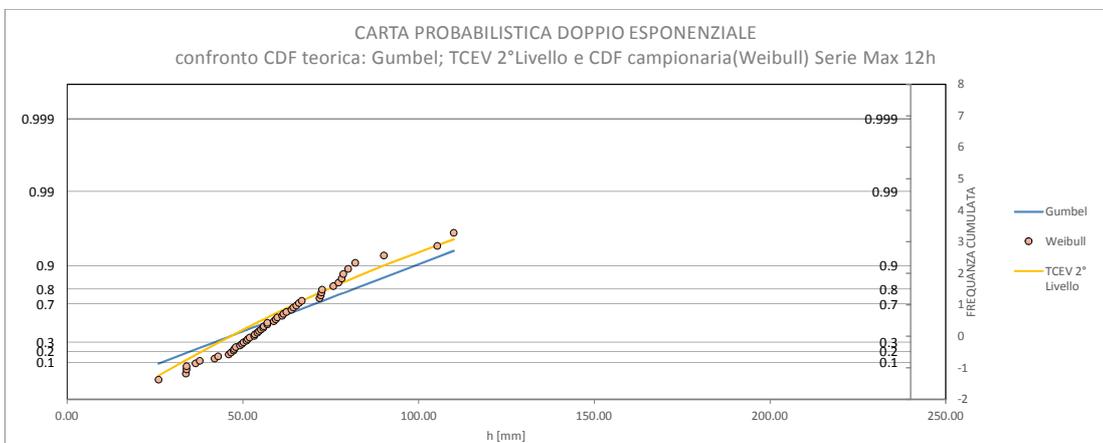
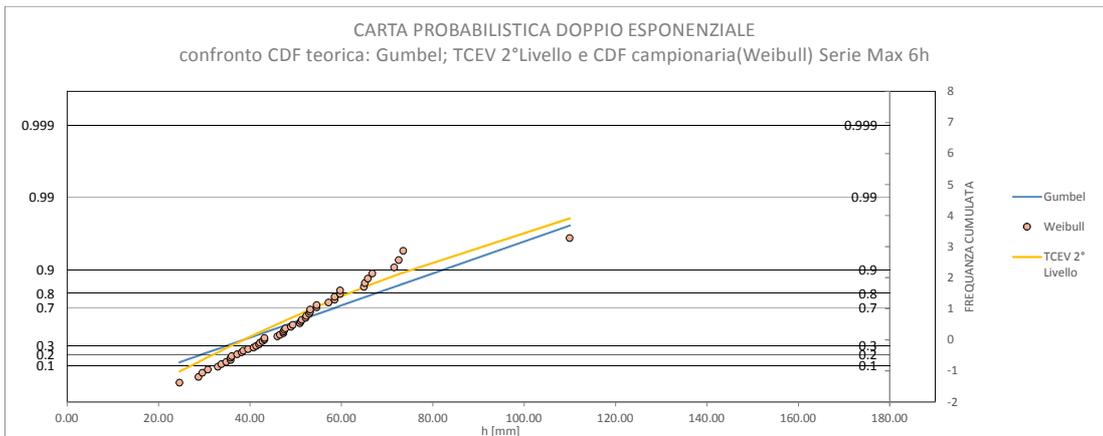
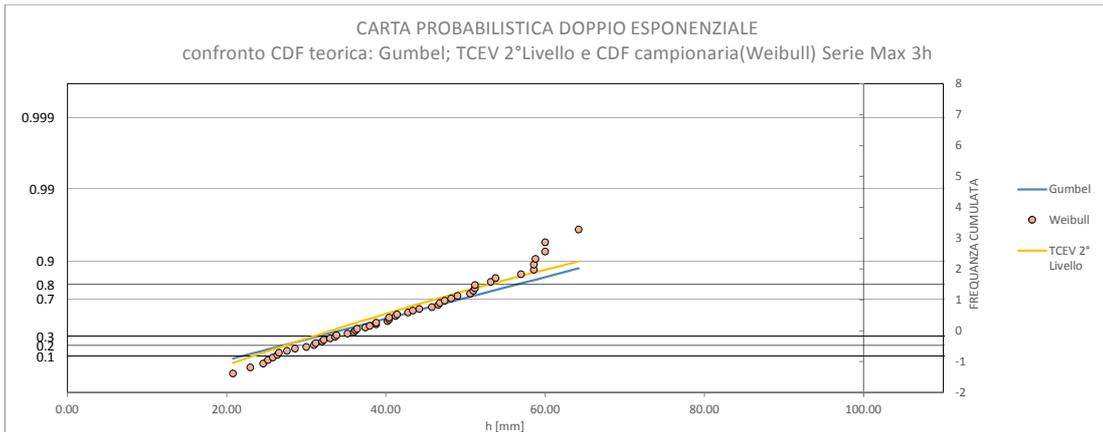
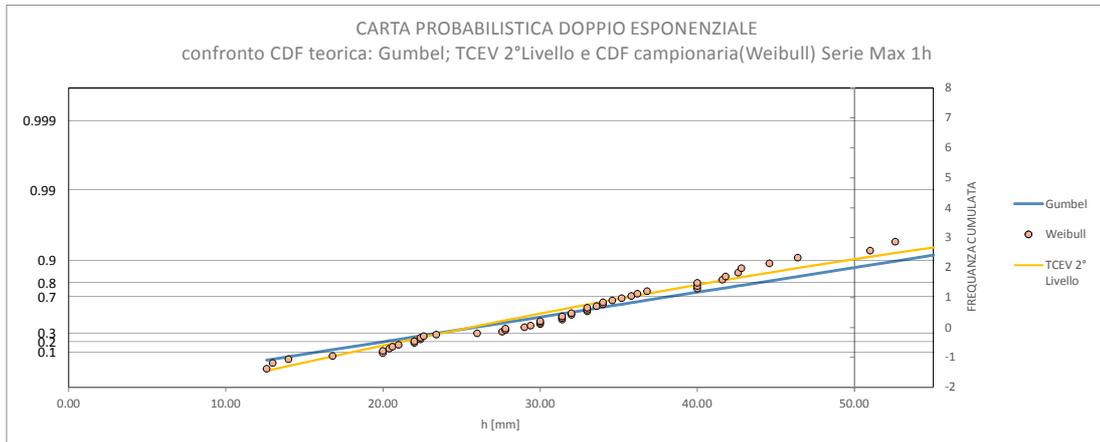


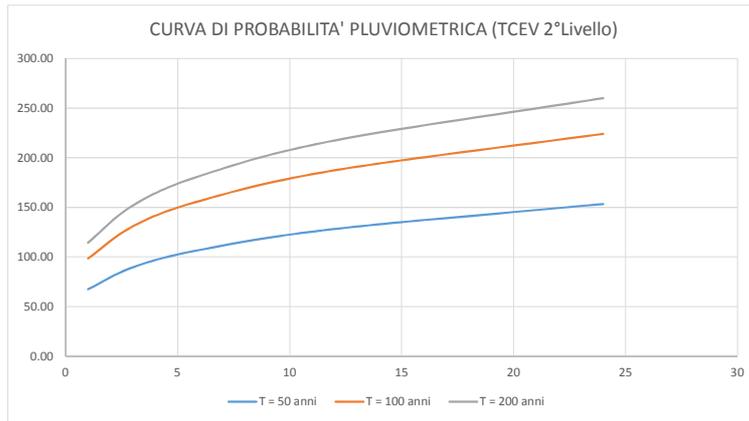
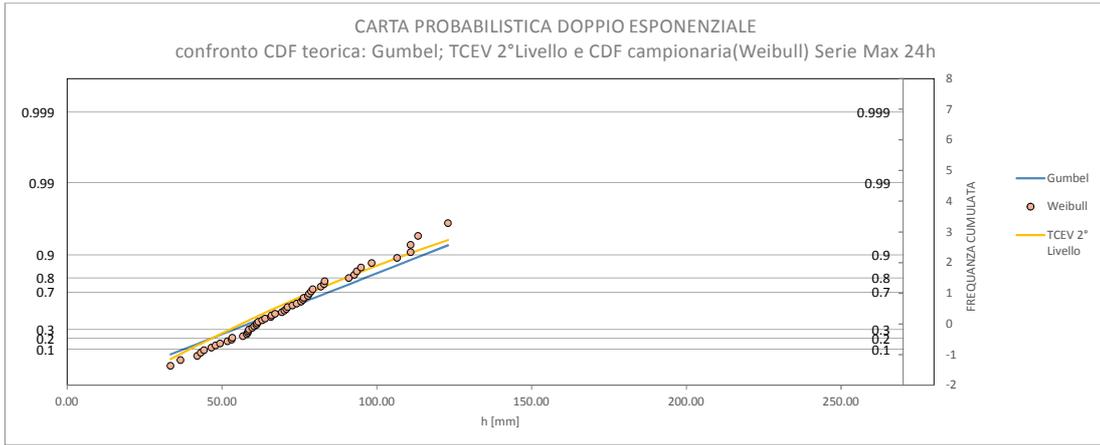
# STAZIONE DI PRESICCE





# STAZIONE DI RUFFANO





# STAZIONE DI VIGNACASTRISI

