

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

IDROLOGIA E IDRAULICA

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE IDROLOGICA

| APPALTATORE | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE | PROGETTISTA |
|---|--|---|
| Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020 | Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani | Alpina S.p.A. Ing. Orsola Brasi |

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. SCALA:

| | | | | | | | | |
|------|----|---|----|----|--------|-----|---|---|
| IF28 | 01 | E | ZZ | RI | ID0001 | 000 | B | - |
|------|----|---|----|----|--------|-----|---|---|

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|-------------------------|-----------|------------|-------------|------------|---------------|------------|------------------|
| A | Emissione per consegna | S. Saullo | 21/02/2020 | M. Bonfanti | 21/02/2020 | M. Vernaleone | 21/02/2020 | P. Galvanin |
| B | Recepimento istruttoria | S. Saullo | 10/06/2020 | M. Bonfanti | 10/06/2020 | M. Vernaleone | 10/06/2020 | |
| | | | | | | | | 10/06/2020 |

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 2 di 92 |

Indice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 4 |
| 2 | INQUADRAMENTO DELL'AREA..... | 7 |
| 2.1 | MORFOLOGIA | 7 |
| 2.2 | CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE..... | 7 |
| 2.3 | CLIMA..... | 8 |
| 3 | PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI | 9 |
| 4 | MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIOGGE INTENSE | 10 |
| 4.1 | MODELLO PROBABILISTICO DI GUMBEL..... | 10 |
| 4.2 | MODELLO PROBABILISTICO TCEV | 11 |
| 4.3 | APPROCCIO GERARCHICO ALLA STIMA REGIONALE DEI PARAMETRI | 12 |
| 5 | ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE | 14 |
| 5.1 | DATI UTILIZZATI | 14 |
| 5.2 | ANALISI PRELIMINARE DEI DATI DI PIOVOSITA' | 19 |
| 5.3 | LE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA | 19 |
| 5.4 | CALCOLO DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA MEDIANTE LA PROCEDURA VAPI 23 | |
| 5.5 | STIMA DEI PARAMETRI DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICHE PER I BACINI DI INTERESSE MEDIANTE L'USO DEL KRIGING | 26 |
| 6 | STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO IDROGRAMMI DI PROGETTO BACINI PRINCIPALI MEDIANTE ILL SOFTWARE HEC-HMS..... | 29 |
| 6.1 | ANALISI GEOMORFOLOGICA | 29 |
| 6.2 | MODELLISTICA UTILIZZATA – CARATTERISTICHE GENERALI | 44 |
| 7 | STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO PORTATE DI PROGETTO BACINI MINORI..... | 57 |
| 8 | BIBLIOGRAFIA..... | 63 |
| 9 | ALLEGATI | 64 |
| 9.1 | VALORI CPP PER I BACINI MAGGIORI – DURATE >1 ORA..... | 64 |
| 9.2 | VALORI CPP PER I BACINI MAGGIORI – DURATE <1 ORA..... | 65 |
| 9.3 | VALORI CPP PER I BACINI MAGGIORI – DURATE <1 ORA – IDRAULICA DI PIATTAFORMA | 66 |
| 9.4 | CURVE CPP PER DURATE MAGGIORI DI 1 ORA | 68 |

| | | | | | | |
|--|---|------------------|----------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N | LOTTO 01 E ZZ | CODIFICA RG | DOCUMENTO MD0000 001 | REV. A | FOGLIO 3 di 92 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 9.5 | PIOGGE DI PROGETTO – PLUVIOGRAMMI | 80 |
| 9.6 | VALORI MASSIMI DI PORTATA BACINI MAGGIORI..... | 84 |
| 9.7 | IDROGRAMMI DI PIENA BACINI MAGGIORI | 90 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 4 di 92 |

1 PREMESSA

Gli interventi previsti all'interno del presente Progetto Definitivo si inseriscono nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma – Napoli – Bari, finalizzati a rispondere all'esigenza prioritaria di miglioramento delle connessioni interne del Mezzogiorno, con l'obiettivo di realizzare una rete di servizi ai fini di ottimizzare lo scambio commerciale, culturale e turistico tra le varie città e relative aree. Sotto il profilo funzionale e strutturale, la realizzazione dell'alta capacità Napoli – Bari, unitamente all'attivazione del sistema ferroviario dell'alta velocità Roma – Napoli, favorirà l'integrazione dell'infrastruttura ferroviaria del Sud – Est con le Diretrici di collegamento al Nord del Paese e con l'Europa, a sostegno dello sviluppo socio-economico del Mezzogiorno, riconnettendo due aree, quella campana e quella pugliese.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.



Figura 1-1. – Corografia Generale Itinerario Napoli – Foggia – Bari

La variante oggetto del presente Progetto Definitivo interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari, si colloca in territorio campano e i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Grottole e Melito Irpino, Flumeri; per la provincia di Benevento: Apice, S. Arcangelo Trimonte e Paduli.

Il tracciato risulta in completa variante rispetto alla linea storica e si compone di:

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: Consorzio HirpiniaAV Soci salini impregilo ASTALDI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria ROKSOIL Mandanti NETENGINEERING Alpina | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N LOTTO 01 E ZZ CODIFICA RG DOCUMENTO MD0000 001 REV. A FOGLIO 5 di 92 |

- linea principale Apice - Hirpinia, mediante la realizzazione di una nuova tratta di linea a doppio binario di circa 19 km, la cui progressivazione parte ad Hirpinia km 0+000,000 e si conclude ad Apice km 18+713,205; l'inizio intervento si prevede al km 0+310,000;
- Galleria Grottaminarda (1990 m), Galleria Melito (4460m), Galleria Rocchetta (6500m);
- Viadotto VI01(605m), VI02 (180m), VI03 (400m), VI04 (680m);
- nuova fermata di Apice;
- nuova stazione di "Hirpinia", nel territorio comunale di Ariano Irpino, la cui posizione risulta baricentrica rispetto ai potenziali bacini di utenza, che verranno collegati tramite un nuovo asse viario connesso alla rete attuale.

Nel progetto, inoltre, sono individuate e risolte 6 interferenze tra il reticolo idrografico minore e le opere della linea. Come accennato

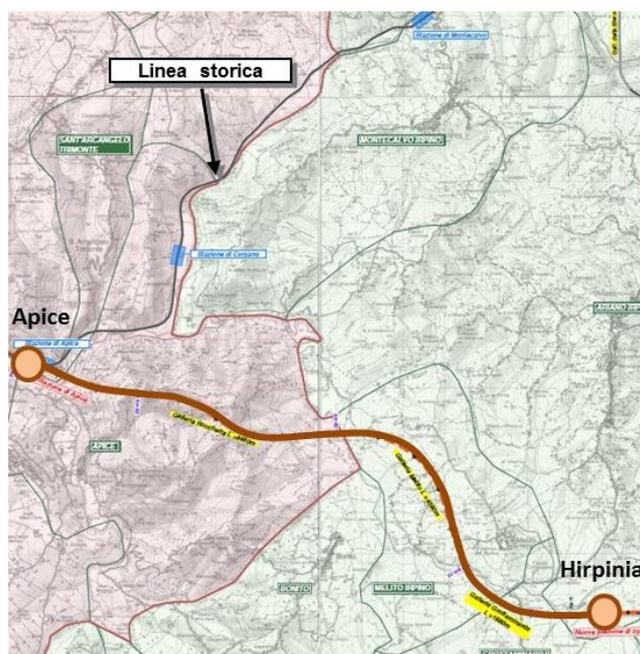


Figura 1-2. – Inquadramento dell'intervento (Tratta Apice – Hirpinia)

La presente relazione riassume brevemente le indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico svolto per la determinazione delle portate di progetto per i corsi d'acqua intercettati dal progetto definitivo di raddoppio della tratta ferroviaria Apice – Orsara – I Lotto Funzionale Apice – Hirpinia.

Le portate stimate sono quelle massime al colmo di piena riferite a tempi di ritorno significativi per l'analisi idraulica e sono calcolate per ognuna delle intersezioni tra il reticolo idrografico e il tracciato ferroviario. Le intersezioni sono individuate dai tombini, dai ponticelli e dai ponti rilevati su cartografia di progetto.

L'analisi effettuata ha seguito le seguenti fasi:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|------|---------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">6 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 6 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 6 di 92 | | | | | | | | | | | | | |

- reperimento della cartografia di base relativa ai bacini idrografici sottesi a scale variabili da 1:5.000, 1:25.000 a seconda del dettaglio necessario volta per volta;
- reperimento modelli digitali del terreno con risoluzioni di 20x20 per elaborazioni per bacini principali e risoluzione 1x1 per bacini secondari;
- interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante l'acquisizione di specifici studi sull'idrologia e sull'idrografia della zona;
- perimetrazione dei bacini idrografici e studio delle loro caratteristiche fisiografiche;
- raccolta ed analisi preliminare dei dati pluviometrici ed idrometrici;
- analisi statistica delle piogge intense e determinazione delle curve di probabilità pluviometriche rappresentative per i bacini principali e per i bacini secondari;
- spazializzazione dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica e stima della pioggia di progetto per ciascun sottobacino;
- valutazione degli idrogrammi di piena per ciascun tempo di ritorno.

Nello studio, in accordo con quanto definito nel manuale di progettazione RFI, si è distinto tra corsi d'acqua principali e corsi d'acqua secondari, in funzione delle dimensioni dei bacini idrografici sottesi alle sezioni di calcolo, suddividendo i corsi d'acqua in corsi d'acqua principali o secondari a seconda che la superficie del loro bacino idrografico sia superiore o inferiore a 10 km².

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|------|---------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>7 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 7 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 7 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

2.1 MORFOLOGIA

La linea in progetto si sviluppa essenzialmente in territorio montano, attraverso lo spartiacque tra il bacino del Fiume Volturno. In particolare, interessa con il suo tracciato, il bacino dell'Ufita affluente in sinistra del F. Calore Irpino e il bacino del Fiumarella.

Lungo lo spartiacque si raggiungono appena i 1000 m di quota ed il paesaggio assume forme particolarmente dolci. Lungo il tracciato permane una non elevata permeabilità delle zone montane che consente la formazione di un fitto reticolo idrografico.

Il regime dei corsi d'acqua è spiccatamente torrentizio, caratterizzato da prolungate 'secche' estive e da piene autunnali – invernali che, sovente, hanno determinato esondazioni. La rete idrografica si presenta in prevalente erosione specialmente nella parte montana del bacino.

I terreni attraversati caratterizzano il carico torbido durante le piene che spesso risulta elevato, come si evince dai fenomeni di alluvionamento verificatisi in passato.

2.2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Nell'area interessata dal progetto la permeabilità non eccessivamente alta, come per gran parte del territorio, consente la formazione di corsi d'acqua caratterizzati da un regime spiccatamente torrentizio.

Il fiume Ufita nasce in alta Baronìa (AV) e dopo un percorso di circa 55.6 km versa le proprie acque nel fiume Calore Irpino; il suo bacino è caratterizzato da un territorio collinare a matrice argillosa con versanti con blande pendenze e poco stabili. La media collina argillosa è interessata da emergenze rocciose messe a nudo dallo scivolamento delle formazioni rocciose causato dall'azione erosiva delle acque. Le caratteristiche geologiche giustificano la bassa permeabilità dei versanti dell'intero bacino.

Il Fiume Calore nasce a oltre 1.800 metri di quota dal monte Cervialto (Monti Picentini). Il suo corso può essere diviso in alto, medio e basso Calore. Per i primi 43 km scorre nella provincia di Avellino e per altri 65 km nella provincia di Benevento.

Il bacino del Calore Irpino ha una superficie di 3057.60 km², affluente di sinistra del Volturno, riceve i primi contributi sorgentizi dal Monte Accellica e dalle Croci d'Acerno, montagne di calcare cretaceo che formano un displuvio con il fiume Sabato, il quale, scorre parallelo nella valle accanto e confluisce in sinistra nel fiume Calore nei pressi di Benevento.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|------|---------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">8 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 8 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 8 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2.3 CLIMA

Le valli sono caratterizzate da un clima tipicamente mediterraneo, con inverno mite e poco piovoso alternato da una stagione estiva calda e secca; l'area può essere considerata tra le aree a clima marittimo temperato.

L'Appennino offre alle valli interessate un certo riparo dai venti occidentali, mentre rimangono esposte alle correnti atmosferiche provenienti dall'adriatico e da sud; ciò le conferisce una minore piovosità rispetto alle regioni del versante tirrenico.

Nei mesi estivi è pronunciata la siccità del clima a causa delle masse d'aria calda e secca di origine tropicale. I mesi autunnali e quelli invernali presentano frequente nuvolosità e piogge copiose determinate dai venti sciroccali, intervallati da periodi sereni ma piuttosto freddi provocati dai venti secchi da nord. In primavera le correnti provenienti dall'Africa apportano temperature elevate ed aria secca.

Il mese più freddo è, generalmente, quello di gennaio con temperature intorno ai 6°. Il mese più caldo è luglio, caratterizzato da temperature intorno ai 25° che però facilmente raggiungono punte di 40°.

Nelle aree del Sub – Appennino la precipitazione annua raggiunge i 1000 mm, riducendosi a valori prossimi ai 700 mm nella fascia costiera adriatica.

Le precipitazioni, concentrate per oltre il 60% nel periodo autunno-inverno, presentano un massimo nei mesi di novembre – dicembre ed un minimo nel mese di luglio.

Elevata risulta la variabilità delle precipitazioni da un anno all'altro con valori che storicamente si sono triplicati dall'anno più siccitoso a quello più piovoso.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|------|---------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>9 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 9 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 9 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3 PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI

Per l'area di nostro interesse verranno citati tre studi sui quali ci si è basati per le valutazioni qui presentate:

- lo studio del GNDCI relativo all'analisi regionale delle piene in Campania (Rossi e Villani 1994);
- lo studio di dettaglio sull'area territoriale di interesse (Italferr, 2001)
- gli studi condotti dall'autorità di bacino del Volturno, nell'ambito di stesura del PAI, e quello dell'autorità regionale pugliese negli adempimenti della L. 183/89.

Il peso assunto dagli studi precedenti sulle valutazioni qui effettuate è ripartito su diversi aspetti dell'analisi idrologica. In particolare, le analisi storiche, sviluppate da G. Benevento per la Campania hanno consentito di collocare in maniera corretta le caratteristiche dei rischi idrologici nell'area in esame in confronto a quelli relativi ad altre aree delle due regioni interessate, soprattutto nell'insieme dei fenomeni meteorologici, morfo-idrologici e geologici.

Dall'esame dell'analisi delle inondazioni avvenute nell'area in esame, negli anni compresi tra il 1921 ed il 1985 si rileva, infatti, un quadro complessivo delle zone maggiormente a rischio per la concomitanza di effetti dovuti all'esposizione ed alle pendenze e dimensioni dei bacini idrografici. Per quanto si evince dai citati studi, la zona in esame non si presenta tra quelle particolarmente critiche nei confronti del rischio di alluvione in senso stretto, pur presentando una certa esposizione al rischio idrogeologico in generale.

Mentre si avrà occasione di citare ampiamente più avanti il volume Valutazione delle piene in Campania (Rossi e Villani, 1994) va precisato qui che lo studio di idrologico dell'Italferr (2001) contiene un ampio inquadramento delle caratteristiche geologiche, di uso del suolo e territoriali della zona in esame.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>10 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 10 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 10 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4 MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIOGGE INTENSE

In questo capitolo vengono esposti i richiami fondamentali teorici relativamente all'analisi probabilistica degli estremi idrologici. Vengono descritte brevemente le due leggi teoriche più importanti (Gumbel e TCEV) con indicazioni sulle modalità di stima dei parametri.

4.1 MODELLO PROBABILISTICO DI GUMBEL

L'espressione della probabilità cumulata della legge di Gumbel è

$$F(x) = \exp(-\exp(\alpha(x-\varepsilon)))$$

con α ed ε parametri della distribuzione, che vengono, di norma, stimati attraverso il metodo dei momenti:

$$\alpha = \frac{\pi}{\sigma\sqrt{6}} = \frac{1.283}{\sigma}$$

$$\varepsilon = \mu - 0.450 \sigma$$

dove μ e σ sono rispettivamente la media e lo scarto quadratico medio dei dati.

Un diverso metodo di stima dei parametri è basato sulla massimizzazione della funzione di verosimiglianza della distribuzione (metodo della massima verosimiglianza). Le differenze tra i due metodi si apprezzano in particolare quando il grado di adattamento della distribuzione ai dati è basso. Infatti, il metodo dei momenti tende a privilegiare i valori di entità più elevata, che hanno forte influenza in particolare sul momento del secondo ordine. Il metodo della massima verosimiglianza fornisce invece una curva che rispetta maggiormente i pesi rappresentati dalle frequenze cumulate, per cui non si lascia influenzare molto da singoli valori molto elevati.

Per riportare opportunamente i valori di x corrispondenti ad una fissata probabilità F (o tempo di ritorno T) si può invertire la legge $F(x)$ ottenendo

$$x_T = \varepsilon \left\{ 1 - (\alpha\varepsilon)^{-1} \ln \ln \left[\frac{T}{T-1} \right] \right\}$$

in quanto vale $T=1/(1-F)$.

Stimando i parametri con il metodo dei momenti è possibile esprimere direttamente x_T in funzione di media e scarto, attraverso l'espressione:

$$x_T = \mu \left\{ 1 - C_{v_x} \left[0.45 + \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

dove C_{v_x} rappresenta il coefficiente di variazione dei dati.

| | | | | | | |
|--|---|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N | LOTTO 01 E ZZ | CODIFICA RG | DOCUMENTO MD0000 001 | REV. A | FOGLIO 11 di 92 |

L'espressione della legge di Gumbel può essere quindi rappresentata attraverso il prodotto della media per una quantità che rappresenta la crescita della media stessa in funzione del tempo di ritorno, quantità che è chiamata fattore di crescita con il tempo di ritorno (K_T), e che consente di rappresentare la relazione di frequenza delle precipitazioni secondo il prodotto:

$$x_T = \mu K_T$$

Questa rappresentazione risulta particolarmente utile nella determinazione su base regionale delle leggi di frequenza, in quanto molto spesso K_T risulta essere costante in ampie regioni.

4.2 MODELLO PROBABILISTICO TCEV

Il modello a doppia componente denominato TCEV (Rossi et al., 1984) ipotizza che i massimi annuali delle portate al colmo di piena non provengano tutti dalla stessa popolazione ma da due popolazioni distinte legate a differenti fenomeni meteorologici. Tale ipotesi è peraltro giustificata dalla presenza in quasi tutte le serie storiche delle portate al colmo di uno o più valori (outliers) nettamente maggiori degli altri al punto da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione dei rimanenti dati (v.: Penta et al., 1978, Penta et al., 1980).

La funzione di probabilità cumulata (CDF dall'acronimo inglese Cumulative Distribution Function) del modello TCEV può essere espressa nella forma:

$$F_X(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_1}\right) - \Lambda_2 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_2}\right)\right\} \quad x \geq 0$$

La funzione ha quattro parametri, Λ_1 , Θ_1 , Λ_2 e Θ_2 . I parametri contraddistinti dal pedice 1 sono relativi agli eventi più frequenti (componente base) mentre quelli con pedice 2 si riferiscono ad eventi più gravosi e rari (componente straordinaria). Ognuna delle due componenti è, a tutti gli effetti, una legge di Gumbel.

I parametri Λ_1 e Λ_2 esprimono, rispettivamente per le due componenti, il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori ad una soglia. I parametri Θ_1 e Θ_2 esprimono invece la media di tali eventi.

Spesso è utile fare riferimento, anziché alla X , alla variabile standardizzata:

$$Y = \frac{X}{\Theta_1} - \ln \Lambda_1$$

caratterizzata dalla CDF:

$$F_Y(y) = \exp\left\{-\exp(-y) - \Lambda_* \exp\left(-\frac{y}{\Theta_*}\right)\right\}$$

nella quale risulta

$$\Theta_* = \Theta_2 / \Theta_1$$

$$\Lambda_* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\Theta}$$

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>12 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 12 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 12 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

L'espressione completa della CDF della TCEV può essere ulteriormente semplificata facendo riferimento alla variabile adimensionale dove con \bar{x} si è indicato il valore indice (la media della variabile). La CDF di questa nuova variabile X' è la cosiddetta curva di crescita la quale dipende dai parametri Λ^* , Θ^* , Λ_1 e Θ_1 l'ultimo dei quali è rappresentabile analiticamente in funzione della media.

Tale curva risulta avere validità nell'ambito di sottozone omogenee, per cui rappresenta uno strumento di uso particolarmente comodo. Infatti, nell'ambito delle suddette sottozone, è sufficiente determinare la media della variabile (\bar{x}) per avere, a partire dalla $FX'(x')$, la distribuzione di probabilità finale

$$FX(x) = FX'(x')$$

4.3 APPROCCIO GERARCHICO ALLA STIMA REGIONALE DEI PARAMETRI

Si sono già evidenziate le relazioni che intercorrono tra momenti teorici e parametri della distribuzione TCEV. Su queste relazioni si basa la strutturazione regionale della stima dei parametri del modello TCEV, in particolare con riferimento ai momenti del secondo e del terzo ordine.

Va innanzitutto detto che mediante l'espressione dei momenti teorici del modello TCEV, si dimostra che il coefficiente di variazione teorico dipende da Λ^* , Θ^* e Λ_1 ed è quindi indipendente da Θ_1 , mentre il coefficiente di asimmetria teorico dipende da Λ^* e Θ^* ed è quindi indipendente da Λ_1 e Θ_1 .

La stima su base regionale di parametri dipendenti da momenti di ordine elevato si rende necessaria in quanto i coefficienti di asimmetria e di variazione campionari, espressi rispettivamente dalle relazioni:

$$C_A = \sqrt{N} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}} \quad C_V = \frac{N}{\sqrt{N-1}} \cdot \frac{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}}{\sum_{i=1}^N x_i}$$

stimati dalle serie storiche dei massimi annuali delle portate istantanee, o delle piogge di fissata durata, presentano una variabilità spaziale che nell'ambito di vaste aree non è superiore alla variabilità campionaria. In altri termini, presentano variabilità campionaria molto elevata, ma bassa variabilità spaziale.

Ciò consente di ipotizzare l'esistenza di regioni nelle quali si può ammettere che i valori teorici di tali momenti siano costanti. Per le relazioni di cui si è detto in precedenza si ha come conseguenza la costanza dei parametri del modello TCEV direttamente legati ai suddetti momenti campionari.

La procedura di regionalizzazione adottata nello studio regionale è di tipo gerarchico strutturata su tre livelli:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">13 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 13 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 13 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.3.1 I° Livello di regionalizzazione:

Si assume che il coefficiente di asimmetria CA sia costante in una regione molto ampia (l'intera Italia Appenninica ed insulare ad eccezione della Sardegna). Ciò implica, per quanto detto in precedenza, la costanza dei parametri Λ^* e Θ^* del modello TCEV nella medesima zona.

Inoltre, in una regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* , risulta unica la CDF della variabile standardizzata Y, in quanto essa dipende soltanto dai due suddetti parametri del modello. In assenza di dati sufficienti a mettere in discussione localmente la validità di questa assunzione, si pone che ovunque Λ^* e Θ^* assumano i valori calcolati nell'ambito della zona unica.

4.3.2 II° Livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* possa suddividersi in sottozona in cui il coefficiente di variazione CV risulti costante, nel senso che vari con piccoli scarti di disturbo spaziale intorno a valori medi differenti da una zona all'altra.

Per il modello TCEV questo si traduce nella costanza del parametro Θ_1 , nella sottozona omogenea, oltre che di Λ^* e Θ^* Il valore di Λ_1 relativo alla sottozona va stimato utilizzando tutti i dati disponibili nella zona.

Se si individua una sottozona omogenea rispetto a Λ_1 la variabile $X' = X/\bar{x}$ risulta identicamente distribuita, si ha cioè una curva di crescita unica per l'intera sottozona.

4.3.3 III° Livello di regionalizzazione

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nell'individuazione di aree omogenee nelle quali sia possibile determinare le relazioni che legano la media \bar{x} (valore indice) alle caratteristiche fisiche di interesse. Infatti, la variabilità della pioggia (o della piena) indice \bar{x} con le caratteristiche morfologiche (es. quota) e climatiche è tale che l'ipotesi basata sulla ricerca di aree con \bar{x} costante è applicabile solo per le piogge e spesso non è verificata.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>14 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 14 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 14 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5 ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

5.1 DATI UTILIZZATI

Al fine di procedere alle valutazioni statistiche sulle precipitazioni intense nella zona in esame sono state prese in considerazione le serie storiche delle 9 stazioni considerate nella fase di progettazione definitiva aggiornate al 2018 e altre 16 stazioni con dati aggiornati al 2018 per un totale di 25 stazioni pluviografiche collocate in Campania lungo il contorno, all'interno del bacino dell'Ufita e del bacino del Calore. Nella tabella che segue si riportano le denominazioni e le caratteristiche principali di dette stazioni.

I dati idrologici disponibili ed utilizzati per l'analisi pluviometrica sono stati rilevati dagli Annali Idrologici (Parte I) dell'Ufficio Idrografico di Napoli. I dati sono riportati nelle tabelle fuori testo e comprendono i valori storici di massimo annuale della pioggia in più ore consecutive ed i dati relativi alle piogge intense di durata inferiore all'ora per alcune delle stazioni pluviometriche considerate. Gli aggiornamenti dei dati pluviometrici fino al 2018 e i dati delle stazioni pluviometriche di nuova installazione con dati dal 2002 al 2018, sono stati forniti dal Centro Funzionale Multi rischi della regione Campania.

L'analisi di questi ultimi è resa necessaria dal fatto che le durate critiche per gli eventi di piena della maggior parte dei bacini considerati sono inferiori all'ora. Peraltro, mentre nei volumi Valutazione delle Piene è stata condotta l'analisi statistica delle piogge orarie, in esso manca uno studio specifico per eventi di durata inferiore all'ora. Questi ultimi eventi sono riportati dal Servizio Idrografico in modo non sistematico e non vi è certezza sul fatto che i valori riportati siano effettivamente i massimi per quella durata osservati nell'anno considerato (prova ne è il fatto che spesso si trovano due valori per una stessa durata). Su di essi si è quindi resa necessaria una fase di validazione, tesa ad eliminare valori chiaramente non congruenti, quali quelli per i quali risulta intensità media inferiore a quella corrispondente ad un dato di durata doppia. In tabella sono riportati i dati caratteristici delle stazioni esaminate in cui si specifica inoltre su quali stazioni è stata effettuata un'integrazione dei campioni di dati.

Dai dati aggiornati, forniti dal Centro Funzionale, si evince come ci sia stato un deciso incremento dei dati di pioggia <1h rispetto al progetto definitivo che presentava dati validati solo per la stazione di Apice. Questo ha permesso di ottimizzare la stima dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica utilizzate per lo sviluppo dell'idraulica di piattaforma e per i bacini idrografici aventi tempi di corrvazione inferiori all'ora.

| | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 15 di 92 | |

Tabella 1: stazioni pluviometriche usate per l'analisi statistiche delle piogge intense

| ID sensore | nome stazione | coordinate UTM | | Quote m slm | note | N° anni osservazioni validati | |
|------------|----------------------------|----------------|------------|----------------|---|-------------------------------|-----|
| | | x_UTM33 | y_UTM33 | | | <1h | >1h |
| 21742 | ALTAVILLA IRPINA | 481838.33 | 4539483.32 | 346 | da cfmr campania dal 2002 al 2018 | 17 | 17 |
| 3746 | APICE | 494636.32 | 4551710.3 | 250 | da PD | 31 | 28 |
| 12259 | APICE UFITA | 493817.19 | 4554086.94 | 171 | da cfmr campania dal 1995 al 2001 | 38 | 7 |
| 21770 | ARIANO IRPINO | 507162.77 | 4555246.81 | 712 | dal 1968 a 1988 da PD integrazione cfmr campania dal 2002 al 2018 | 17 | 36 |
| 36478 | ARIANO IRPINO METEO | 511378.7 | 4560559.32 | 631 | da cfmr campania dal 1997 al 2018 | 11 | 22 |
| 18398 | BAGNOLI IRPINO | 506280.2 | 4519589.79 | 745 | da cfmr campania dal 2001 al 2018 | 18 | 18 |
| 36453 | BENEVENTO METEO | 485307.84 | 4551538.04 | 238 | da cfmr campania dal 1997 al 2018 | 22 | 22 |
| 18408 | CAPOSELE | 518621.14 | 4518366.2 | 413 | da cfmr campania dal 2001 al 2018 | 18 | 18 |
| 36576 | CASSANO IRPINO | 501638.56 | 4523956.19 | 470 | da cfmr campania dal 2008 al 2018 | 11 | 11 |
| 21785 | CASTELFRANCO IN MISCANO | 507385.75 | 4572011.24 | 527 | dal 1956 a 1985 da PD integrazione cfmr campania dal 2003 al 2005 | 17 | 35 |
| 36352 | CONZA DELLA CAMPANIA METEO | 523732.37 | 4523464.99 | 760 | da cfmr campania dal 2008 al 2018 | 11 | 11 |
| 3748 | FLUMERI | 512832.67 | 4548019.13 | 440 | dal 1975 al 1985 da PD | - | 9 |
| 3747 | FRIGENTO | 508641.61 | 4540612.35 | 910 | dal 1951 al 1984 da PD | - | 24 |
| 3750 | GROTTAMINARDA | 504434.24 | 4546159.12 | 290 | dal 1968 al 1983 da PD | - | 13 |
| 20901 | LUOGOSANO | 500262.46 | 4536973.15 | 601 | da cfmr campania dal 2002 al 2018 | 17 | 17 |
| 37530 | MELITO IRPINO | 504476.45 | 4548838.17 | 404 | da cfmr campania dal 2008 al 2018 | 11 | 11 |
| 3756 | MONTECALVO IRPINO | 503027.79 | 4560959.97 | 528 | dal 1926 al 1988 da PD | - | 40 |
| 12255 | MONTELLA | 504236.65 | 4521867.3 | 601 | da cfmr campania dal 1995 al 2018 | 23 | 24 |
| 37460 | MONTELLA METEO | 503294.41 | 4520804.7 | 601 | da cfmr campania dal 2008 al 2018 | 11 | 11 |
| 12276 | MONTEMARANO | 500304.84 | 4529235.86 | 874 | da cfmr campania dal 1995 al 2018 | 24 | 24 |

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 16 di 92 |

| ID sensore | nome stazione | coordinate UTM | | Quote m slm | note | N° anni osservazioni validati | |
|------------|-----------------|----------------|------------|----------------|---|-------------------------------|-----|
| | | x_UTM33 | y_UTM33 | | | <1h | >1h |
| 12263 | PADULI | 490446.19 | 4557262.88 | 358 | dal 1971 a 1985 da PD integrazione cfmr campania dal 1995 al 2018 | 24 | 39 |
| 36914 | PAGO VEIANO | 489225.34 | 4566230.04 | 492 | da cfmr campania dal 2008 al 2018 | 11 | 11 |
| 20912 | PONTE VALENTINO | 486237.47 | 4554548.25 | 146 | da cfmr campania dal 2002 al 2018 | 17 | 17 |
| 37283 | ROCCHETTA | 497523.68 | 4552567.21 | 601 | da cfmr campania dal 2008 al 2018 | 11 | 11 |
| 21746 | SERINO | 487010.99 | 4526660.06 | 351 | da cfmr campania dal 2002 al 2018 | 17 | 17 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>17 di 92</td> </tr> </table> | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 17 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 17 di 92 | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |

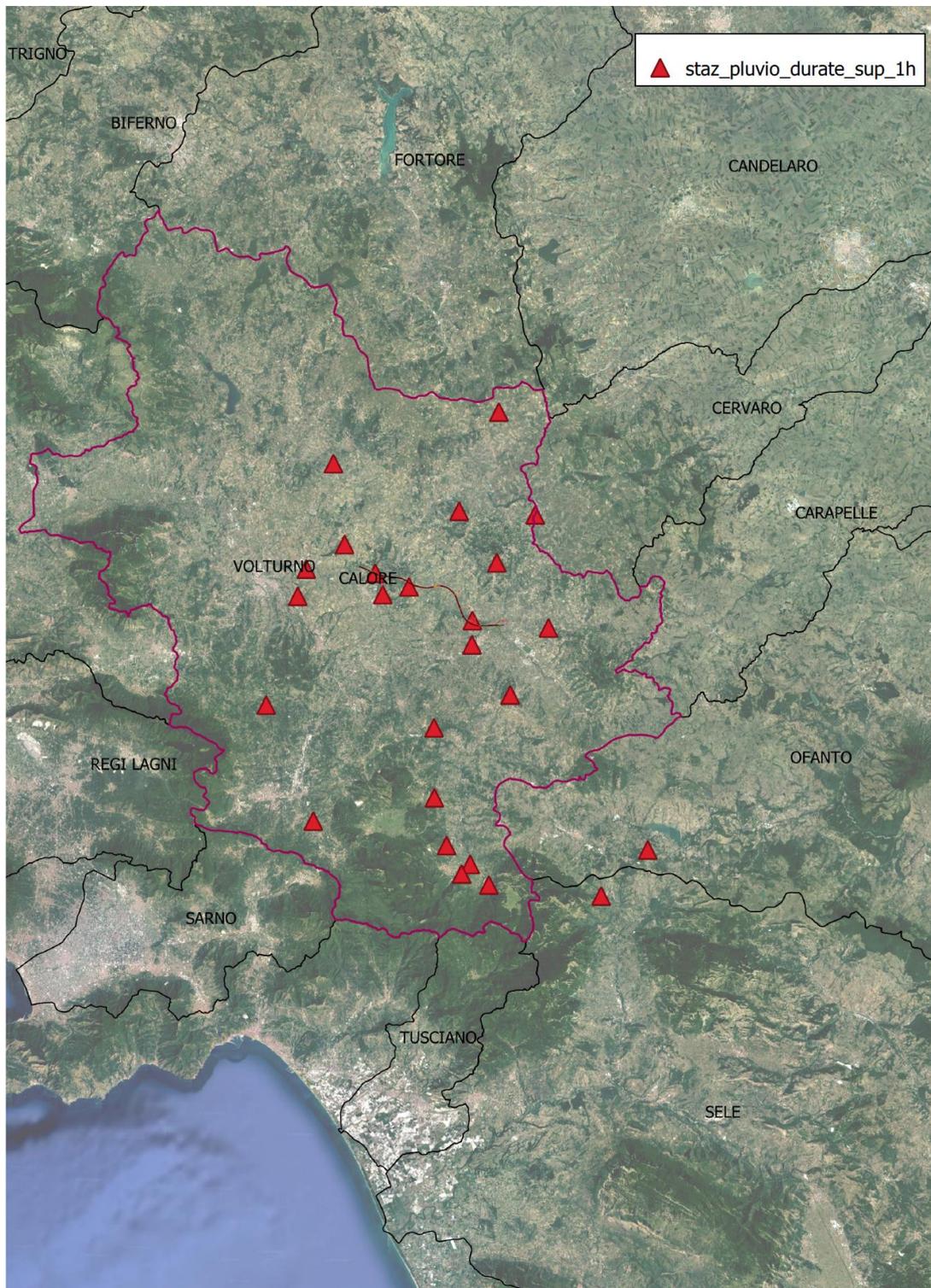


Figura 5-1. – rete pluviometrica – registrazione >1h

| | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 18 di 92 | |

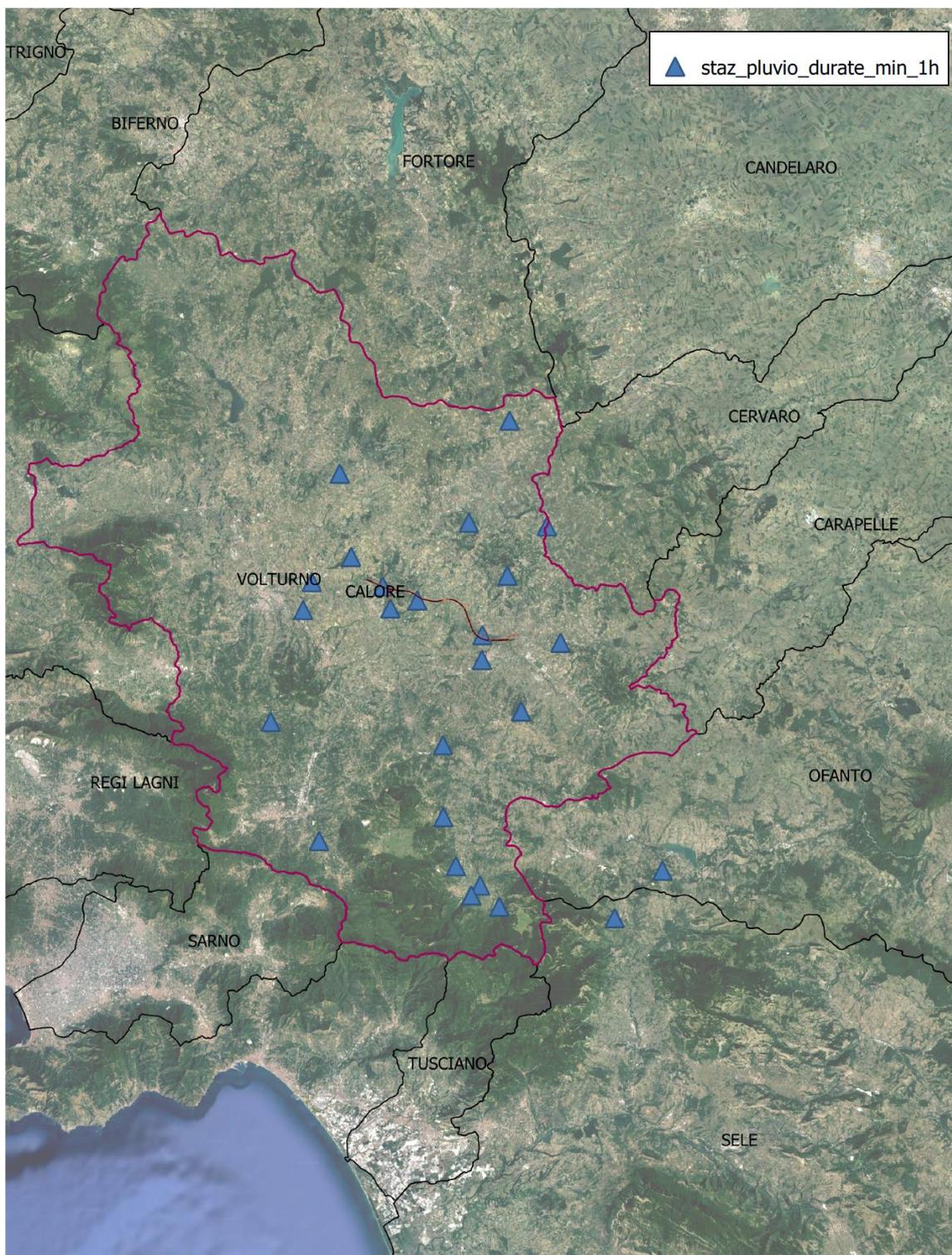


Figura 5-2. – rete pluviometrica – registrazione <1h

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 19 di 92 |

5.2 ANALISI PRELIMINARE DEI DATI DI PIOVOSITA'

La fase preliminare di analisi delle serie storiche dei massimi di precipitazione ha il duplice obiettivo di consentire l'individuazione di dati anomali, specie con riferimento ai valori estremi e per le stazioni di maggiore interesse, e di selezionare le stazioni guida per i sottobacini interessati da questa analisi. La prima parte di questa fase è stata appoggiata alla rappresentazione, in carta di Gumbel, dei dati per le diverse durate ed all'esame delle curve così ottenute.

Successivamente sono state valutate le leggi altezza di pioggia - durata con legge di potenza a due parametri, per tutte le stazioni, onde valutare l'andamento dei parametri con la quota e determinare le stazioni guida per le analisi successive.

Non si sono apprezzate significative correlazioni tra la quota ed i parametri delle curve di probabilità pluviometriche così come rappresentate in legge di potenza.

Altri parametri che posti a confronto con la quota sono: il valore del coefficiente a e dell'esponente n della curva di probabilità pluviometrica, il valor medio dei massimi a 5 minuti ed il rapporto tra le medie in 1 ora ed in 5 minuti. In tutti i casi si è molto lontani dall'individuare una qualche possibile relazione tra parametri e quota.

5.3 LE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

La rappresentazione di x_T secondo il modello probabilistico scelto (Gumbel o TCEV) si ritiene valida per massimi annui di pioggia in un qualsiasi intervallo di durata inferiore al giorno, considerando che la modalità di 'crescita' del valore indice non cambia con la durata delle precipitazioni. Pertanto, la massima pioggia di generica durata corrispondente ad un tempo di ritorno T, sintetizzata nell'espressione:

$$h_{t,T} = \mu_t K T$$

rappresenta la famiglia di curve di probabilità pluviometrica.

Nel paragrafo seguente si tratterà della rappresentazione e stima della relazione altezza di pioggia-durata per le precipitazioni estreme annue (o, che è lo stesso, della relazione intensità-durata), con riferimento ai valori medi della grandezza.

5.3.1 LA RELAZIONE INTESITA' DURATA DELLE PRECIPITAZIONI

La legge di dipendenza della media dei massimi di precipitazione con la durata può esprimersi, nel caso più semplice, come:

$$\mu_t = a t^n$$

con i coefficienti a ed n da stimarsi tramite un modello di regressione sui dati disponibili, sugli Annali Idrologici, per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">20 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 20 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 20 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Trattandosi di una legge di potenza, a ed n possono essere stimati tramite regressione lineare sui logaritmi di μ e t .

5.3.2 FORMULA DI BELL PER DURATE INFERIORI A 1h

In bacini di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi, i tempi di concentrazione sono brevi e di conseguenza le precipitazioni che interessano sono le piogge intense di durata breve con tempi inferiori all'ora. Tale aspetto assume una notevole importanza nel dimensionamento del drenaggio di piattaforma. Nel caso oggetto della presente relazione per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica, per tempi inferiori ad un'ora e per le stazioni prive di registrazioni valide per la suddetta durata, è stata utilizzata la formula di Bell.

$$\frac{h_{\tau,Tr}}{h_{60,Tr}} = (0.54 \cdot \tau^{0.25} - 0.50)$$

- $h_{\tau,Tr}$ indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo τ riferita al periodo di ritorno Tr ;
- $h_{60,Tr}$ è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora, con periodo di ritorno Tr ;
- τ è il tempo di pioggia espresso in minuti.

Nello specifico, tale formulazione è stata applicata per le stazioni di Flumeri, Frigento, Grottaminarda e Montecalvo Irpino. In allegato vengono riportati i valori dei parametri ottenuti mediante l'applicazione di tale metodo.

5.3.3 METODO PROBABILISTICO DI GUMBEL PER DURATE INFERIORI A 1h

Per le stazioni che presentano un campione di dati sufficiente a condurre uno studio statistico è stato adottato il metodo probabilistico di Gumbel che mostra una migliore interpolazione dei dati campionari rispetto all'approccio semplificato che prevede di assumere, per i dati di pioggia di durate inferiori all'ora, gli stessi parametri adottati per piogge di durate superiori all'ora. Nel caso in esame, per il calcolo dei parametri della curva teorica di Gumbel, è stato adottato il metodo della massima verosimiglianza. Di seguito si riporta, a titolo di esempio, la correlazione tra dati campionari e curva teorica di Gumbel per la stazione di Altavilla Irpinia.

Dai cartogrammi si evince come la CDF di Gumbel riesca ad interpolare con una buona correlazione i dati campionari inclusi i cosiddetti out layers.

APPALTATORE:

Consorzio

Soci



PROGETTAZIONE:

Mandataria

Mandanti



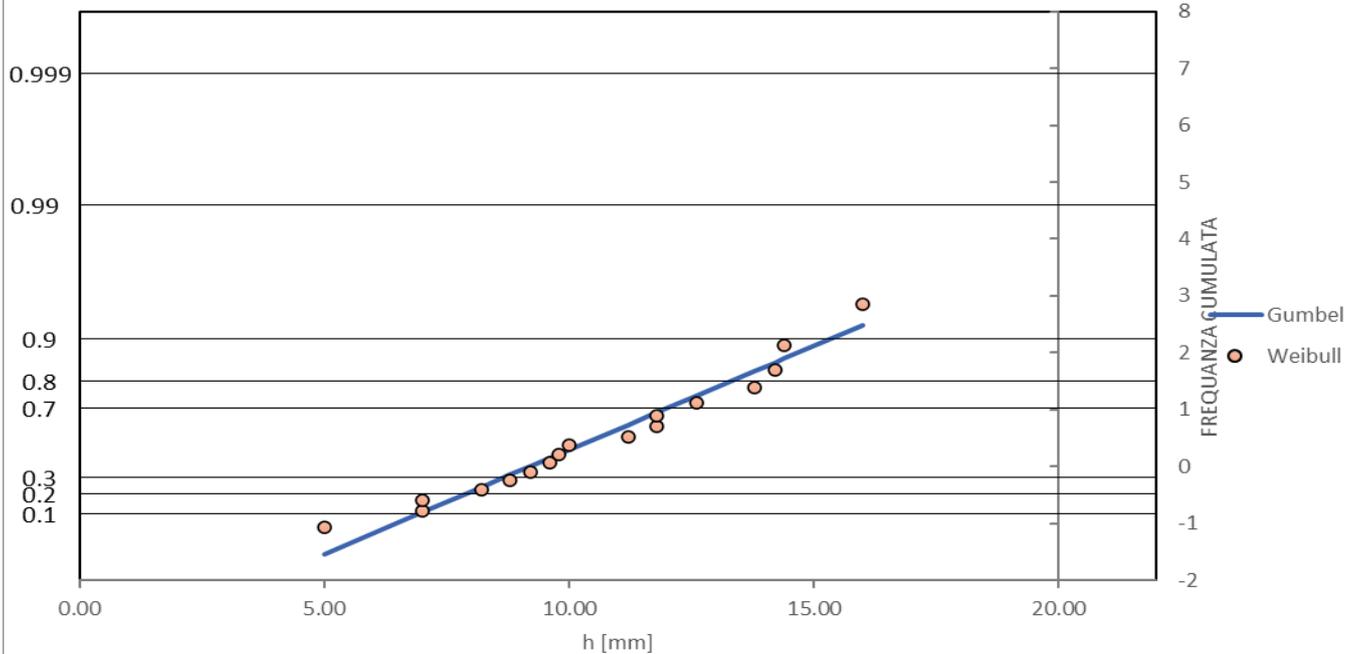
ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

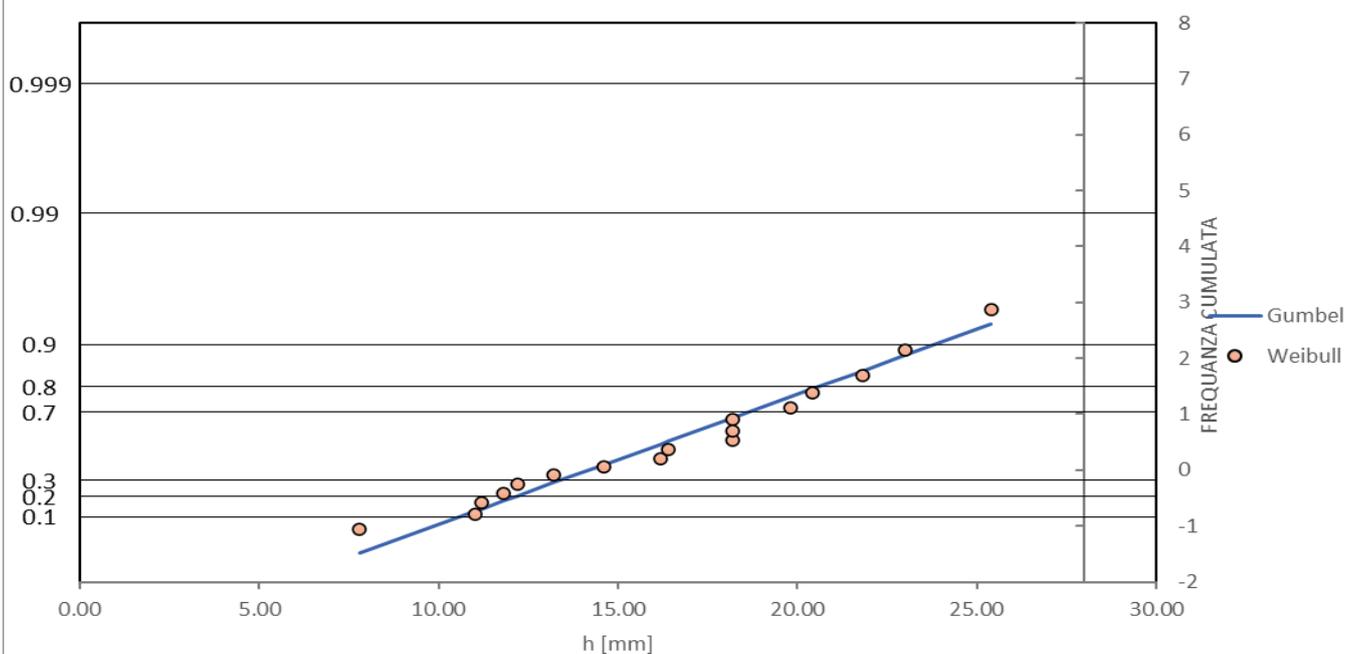
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDROLOGICA

| | | | | | |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 21 di 92 |

CARTOGRAMMA DI GUMBEL
confronto CDF teorica (Gumbel) e CDF campionaria(Weibull) Serie Max 10 min



CARTOGRAMMA DI GUMBEL
confronto CDF teorica (Gumbel) e CDF campionaria(Weibull) Serie Max 20 min



| | | | | | | | |
|--|--|---|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio HirpiniaAV Soci salini impregilo ASTALDI | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria ROKSOIL Mandanti NET ENGINEERING Alpina | | COMMESSA IF1N | LOTTO 01 E ZZ | CODIFICA RG | DOCUMENTO MD0000 001 | REV. A | FOGLIO 22 di 92 |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | |

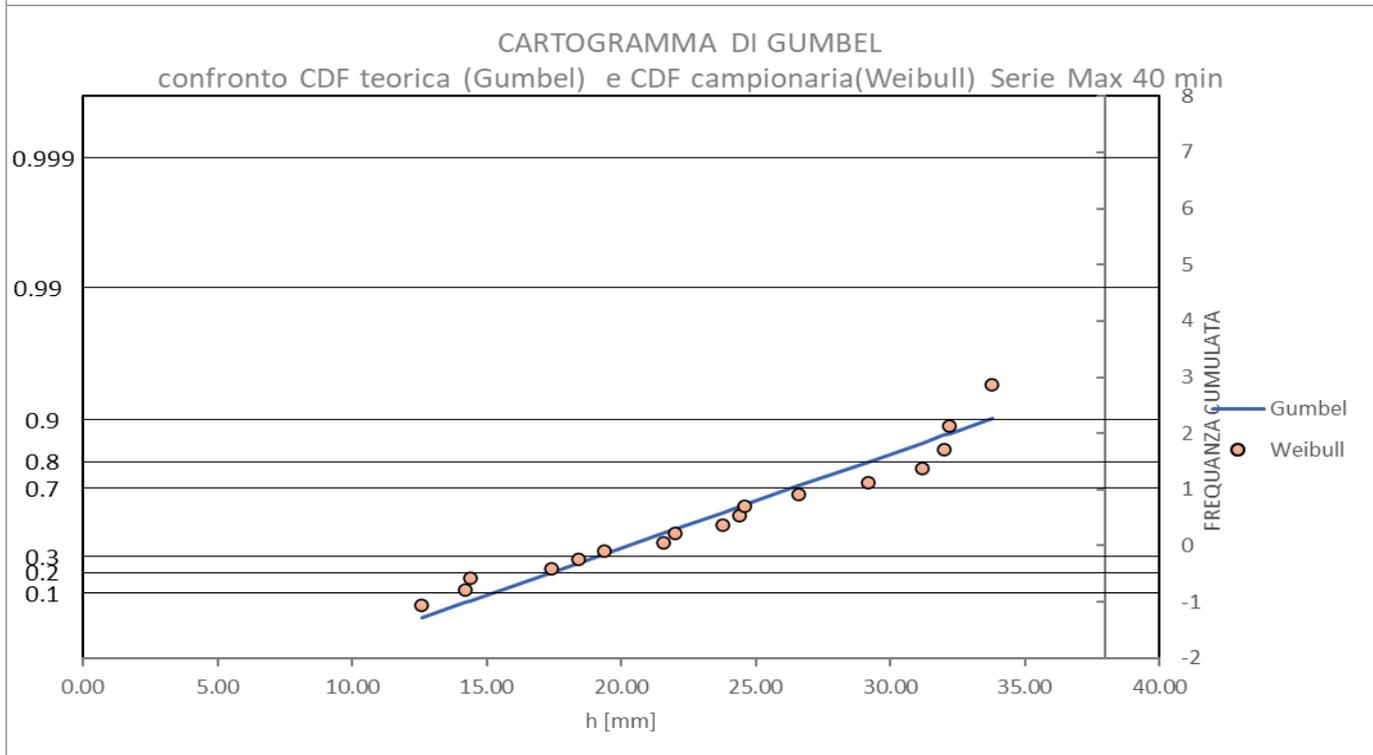
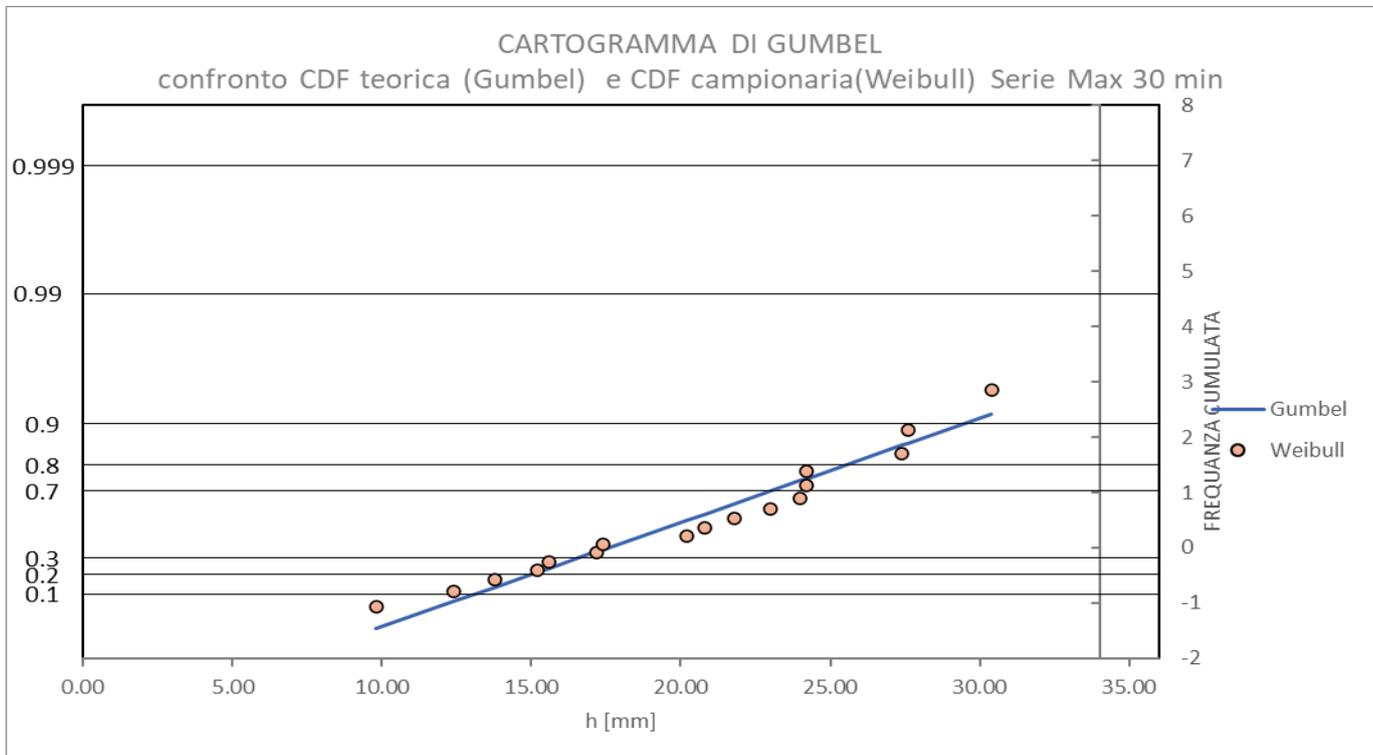


Figura 5-3. – confronto dati campionari – CDF di Gumbel su cartogramma probabilistico

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>23 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 23 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 23 di 92 | | | | | | | | | | | | | |

5.4 CALCOLO DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA MEDIANTE LA PROCEDURA VAPI

L'analisi delle serie storiche dei massimi di precipitazione ha evidenziato come siano disponibili valori inferiori all'ora per gran parte delle stazioni considerate ma con un numero di anni di osservazione estremamente ridotto.

Pertanto, per la determinazione delle precipitazioni per il calcolo delle portate dei bacini minori con tempi critici inferiori all'ora e per il dimensionamento della rete di drenaggio di piattaforma si utilizza un'espressione iperbolica con i valori dei parametri stimati nello studio del GNDCI, forniti per zone pluviometriche omogenee.

L'espressione per il calcolo dell'altezza di precipitazione media annua è la seguente:

$$\mu(i,t) = \frac{\mu(h_0) \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot Z}}$$

dove:

- d è la durata di pioggia
- Z è la quota del bacino sul mare
- $\mu(h_0)$, d_c , C e D sono parametri stimati nell'ambito dello studio del GNDCI, che vengono determinati in funzione della posizione del bacino.

Il progetto in esame attraversa due zone pluviometriche omogenee, la zona 3 e la zona 5 mentre la rete di pluviometri esaminati va ad interessare le zone 1, 2, 3 e 5 come indicato nella figura seguente. Per quanto riguarda il calcolo delle precipitazioni su bacini idrografici la determinazione della zona in cui il bacino ricade è immediata, mentre per il dimensionamento della rete di drenaggio di piattaforma si suddivide il progetto in due tratte:

- dalla pk 0+000 alla pk 12+700 si ricade all'interno della zona pluviometrica 5
- dalla pk 12+700 a fine tratta si ricade all'interno della zona pluviometrica 3.

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------|----------|------------|------|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci  | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti  | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 24 di 92 |

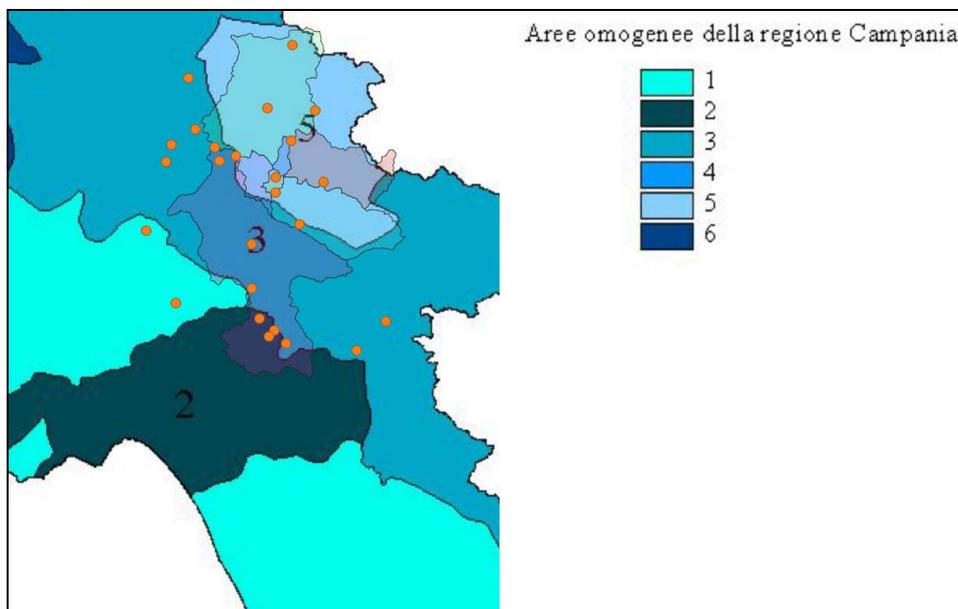


Figura 5-4. –inquadramento su carta aree pluviometriche omogenee regione Campania

I parametri forniti per le citate zone pluviometriche omogenee sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 2: Parametri dello studio del GNDCI per le zone pluviometriche di interesse

| PARAMETRI AREE OMOGENEE CAMPANIA | | | | |
|----------------------------------|------------------------|-------------|------|-------------------|
| Area omogenea | $\mu(l_0)$ (mm/ora) | dc (ore) | C | D·10 ⁵ |
| 1 | 77.08 | 0.37 | 0.80 | 8.61 |
| 2 | 83.75 | 0.33 | 0.70 | 7.74 |
| 3 | 116.70 | 0.10 | 0.74 | 8.73 |
| 5 | 231.80 | 0.05 | 0.84 | 10.80 |

La stima delle precipitazioni per fissata durata in corrispondenza di un dato tempo di ritorno avviene tramite il calcolo dei valori della media dei massimi delle precipitazioni stesse μ_t relative ad una generica durata t , e la successiva amplificazione delle stesse attraverso il fattore di crescita (della media con il tempo di ritorno) K_T

$$h_{t,T} = \mu_t K_T$$

Le curve di crescita hanno carattere regionale e sono valutate con tecniche statistiche sofisticate, usando serie storiche relative a stazioni poste in un intorno molto ampio rispetto alla zona di interesse.

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 25 di 92 |

Negli studi del GNDCII. (1994), è stata individuata per l'area in esame una zona pluviometrica, che rappresenta i bacini dell'Ufita, del Fiumarella e del Calore, per la quale sono stati forniti i parametri della distribuzione.

La curva di crescita assume pertanto l'espressione:

$$K_T = -0.0373 + 0.517 \ln (T)$$

I valori di $K_T = x / \mu$ corrispondenti a diversi tempi di ritorno sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 3: Valori parametro K_T in funzione del tempo di ritorno

| T (anni) | KT |
|----------|------|
| 5 | 0.79 |
| 15 | 1.36 |
| 20 | 1.51 |
| 25 | 1.63 |
| 30 | 1.72 |
| 50 | 1.99 |
| 100 | 2.34 |
| 200 | 2.7 |
| 300 | 2.91 |
| 500 | 3.18 |

In allegato vengono riportati i valori dei parametri ottenuti applicando il metodo VAPI per ciascuna stazione pluviometrica analizzata e per ciascun tempo di ritorno.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 26 di 92 |

5.5 STIMA DEI PARAMETRI DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICHE PER I BACINI DI INTERESSE MEDIANTE L'USO DEL KRIGING

L'analisi dei dati di pioggia di una rete pluviometrica di 25 stazioni ha consentito di ottenere la stima dei parametri a ed n delle CPP in modo puntuale. Al fine di caratterizzare i parametri a ed n per ogni sottobacino, per ogni tratto dei circa 18 km di linea in progetto, 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 metodo del Kriging, implementato mediante il software SAGA GIS.

L'implementazione delle equazioni del Kriging mediante software GIS consente di ottenere delle mappe (grid) 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 il metodo VAPI. e per i tempi di ritorno T=5, 15, 30, 200 e 300 anni. Di seguito si riportano due esempi delle mappe di a e n per T=300 anni e durata >1h ottenute applicando tale metodo.

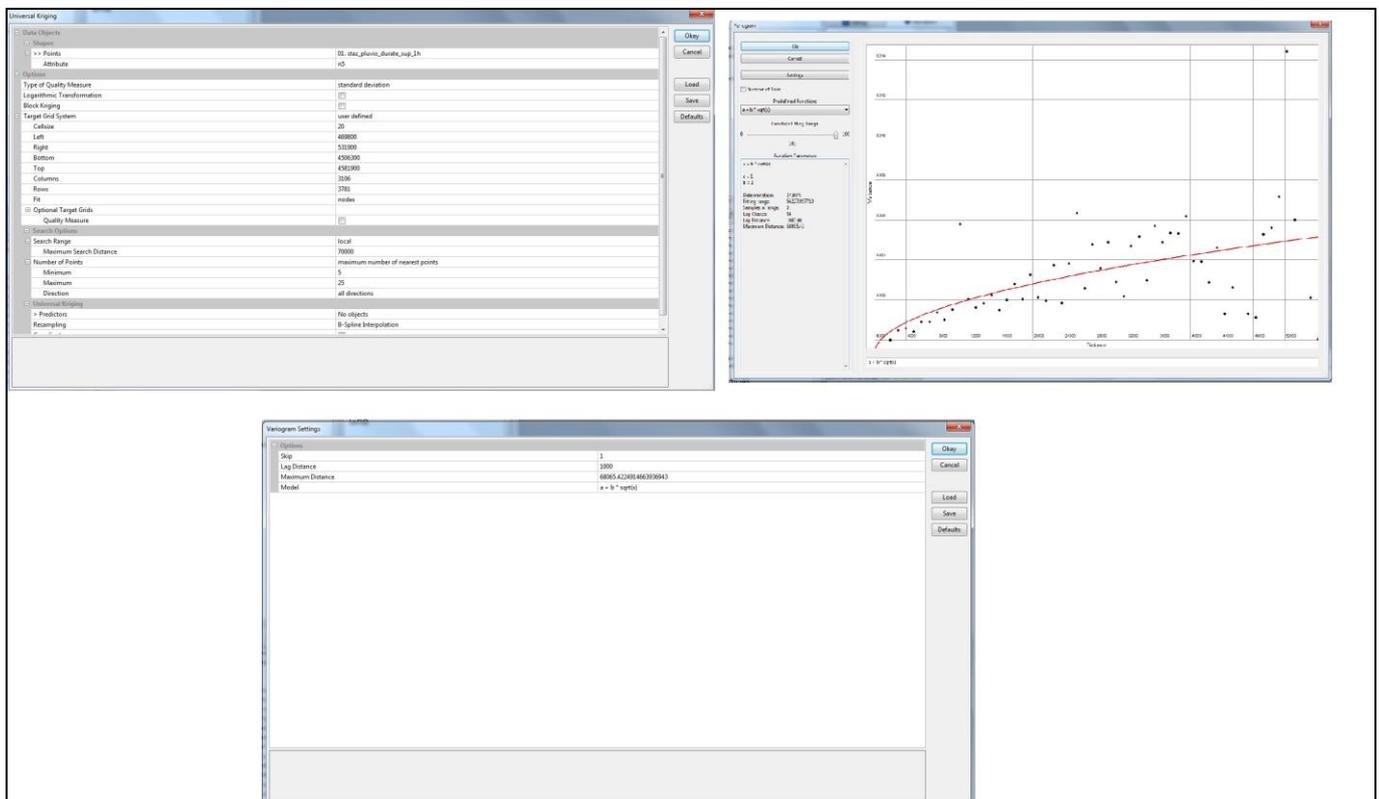


Figura 5-5. – definizione parametri universal Kriging

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 27 di 92 |

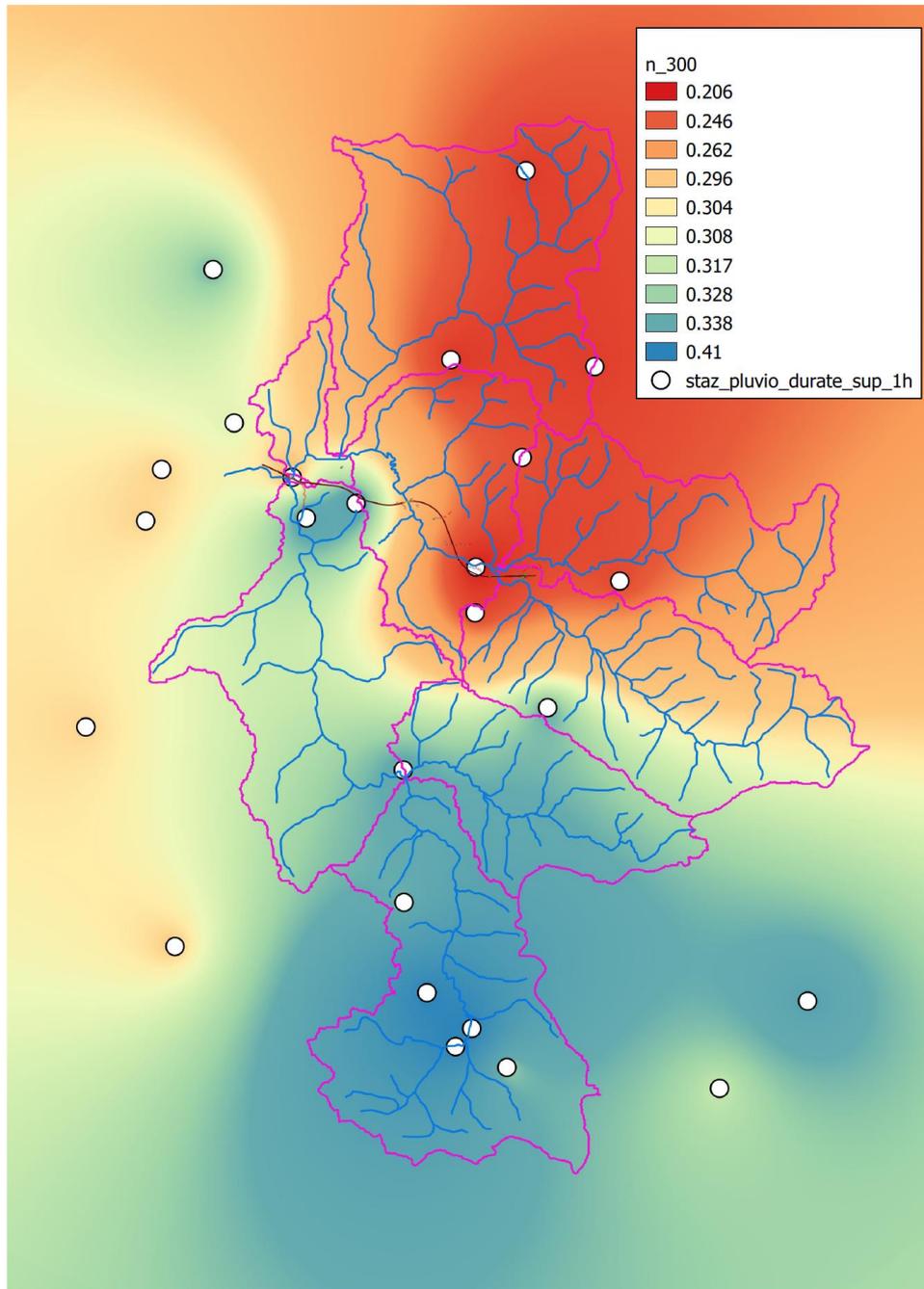


Figura 5-6. Kriging – distribuzione parametro n per $T=300$ anni

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 28 di 92 |

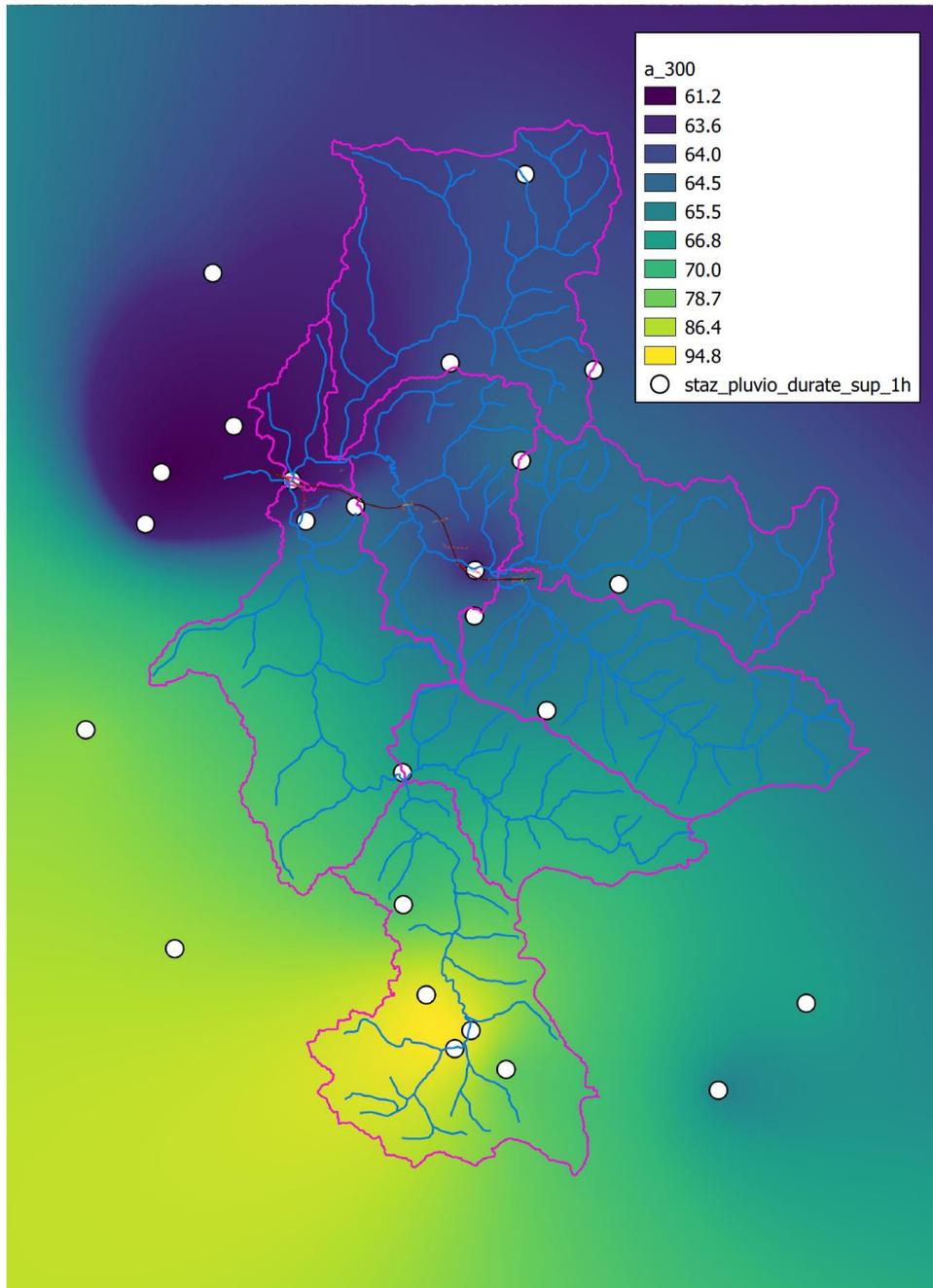


Figura 5-7. Kriging – distribuzione parametro a per T=300 anni

Tutte le mappe dei parametri saranno fornite nel progetto esecutivo di dettaglio

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 29 di 92 |

6 STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO IDROGRAMMI DI PROGETTO BACINI PRINCIPALI MEDIANTE ILL SOFTWARE HEC-HMS

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.

Uno studio idrologico di un sistema di sottobacini, oltre alla caratterizzazione delle piogge mediante l'analisi statistica descritta nei paragrafi precedenti, richiede una serie di studi preliminari che sono o seguenti:

- Delimitazione dei sottobacini sulla base di un modello digitale del terreno;
- Studio delle caratteristiche del suolo;
- Stima dei parametri morfologici;
- Scelta del metodo afflussi – deflussi per la stima della pioggia netta e quindi degli idrogrammi di piena
- Stima dei parametri del metodo scelto

Nei successivi paragrafi vengono descritte in dettaglio gli studi appena citati che si finalizzano all'implementazione del modello idrologico mediante il codice di calcolo HEC-HMS.

6.1 ANALISI GEOMORFOLOGICA

L'individuazione delle aree contribuenti alla generazione dei deflussi superficiali costituisce un passaggio fondamentale al fine di giungere alla determinazione del dominio 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 digitale del terreno. Questo 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. Vista l'estensione dell'area, per lo studio del sistema dei sottobacini principali è stato utilizzato un modello digitale del terreno con risoluzione di cella 20x20 del portale cartografico nazionale mentre, per lo studio dei bacini secondari che presentano aree piuttosto ridotte, è stato utilizzato un modello digitale del terreno con una risoluzione di cella 1x1 ottenuto sulla base dei rilievi lidar forniti dal Ministero dell'Ambiente.

Nel presente studio, dall'analisi del modello digitale del terreno mediante software GIS, si sono ricavati sottobacini reticolo idrografico principale e secondario. La procedura è descritta in dettaglio nel paragrafo successivo.

| | | | | | | |
|--|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N | LOTTO 01 E ZZ | CODIFICA RG | DOCUMENTO MD0000 001 | REV. A | FOGLIO 30 di 92 |

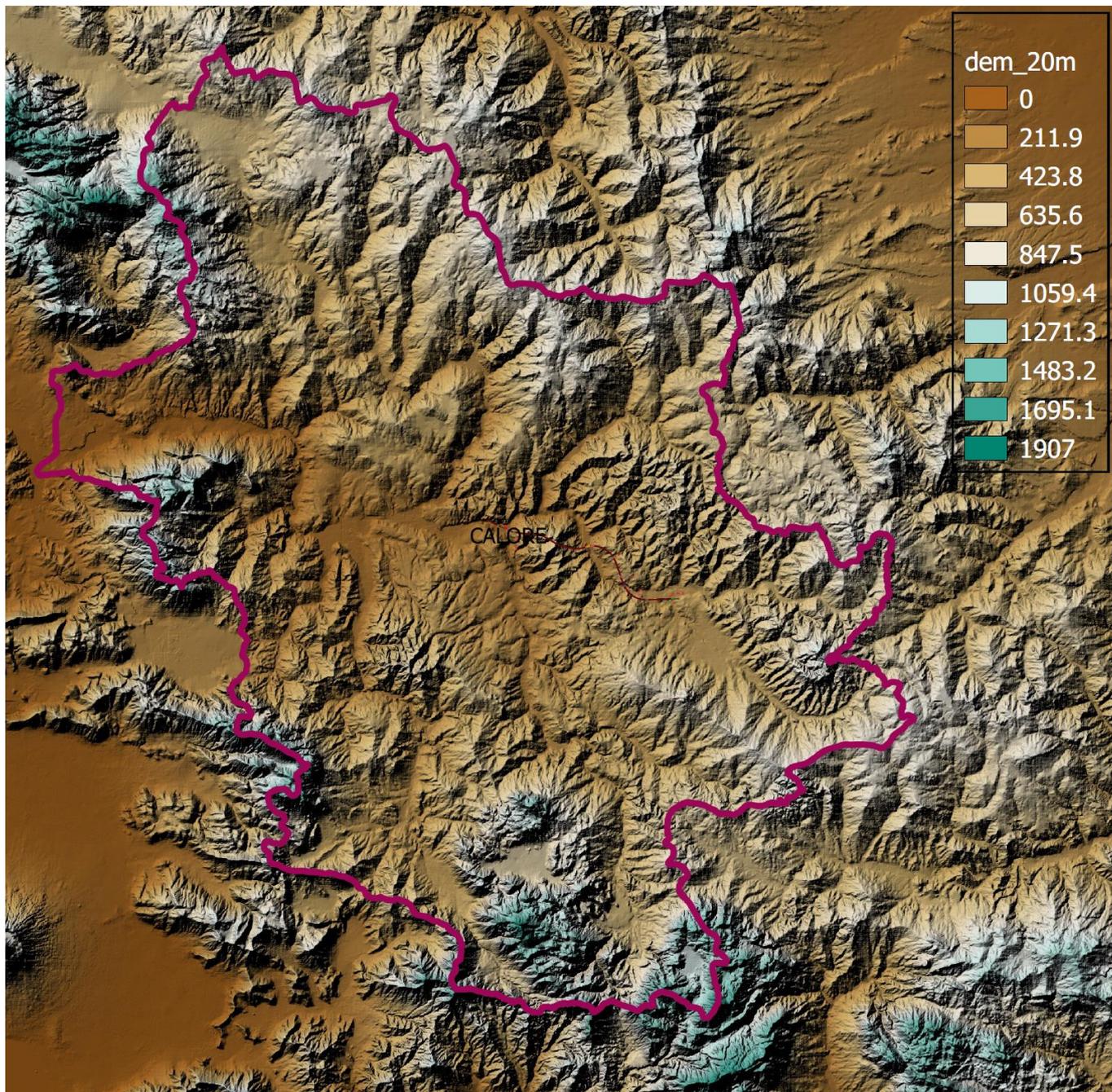


Figura 6-1. Modello digitale del terreno – risoluzione a 20m

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 31 di 92 |

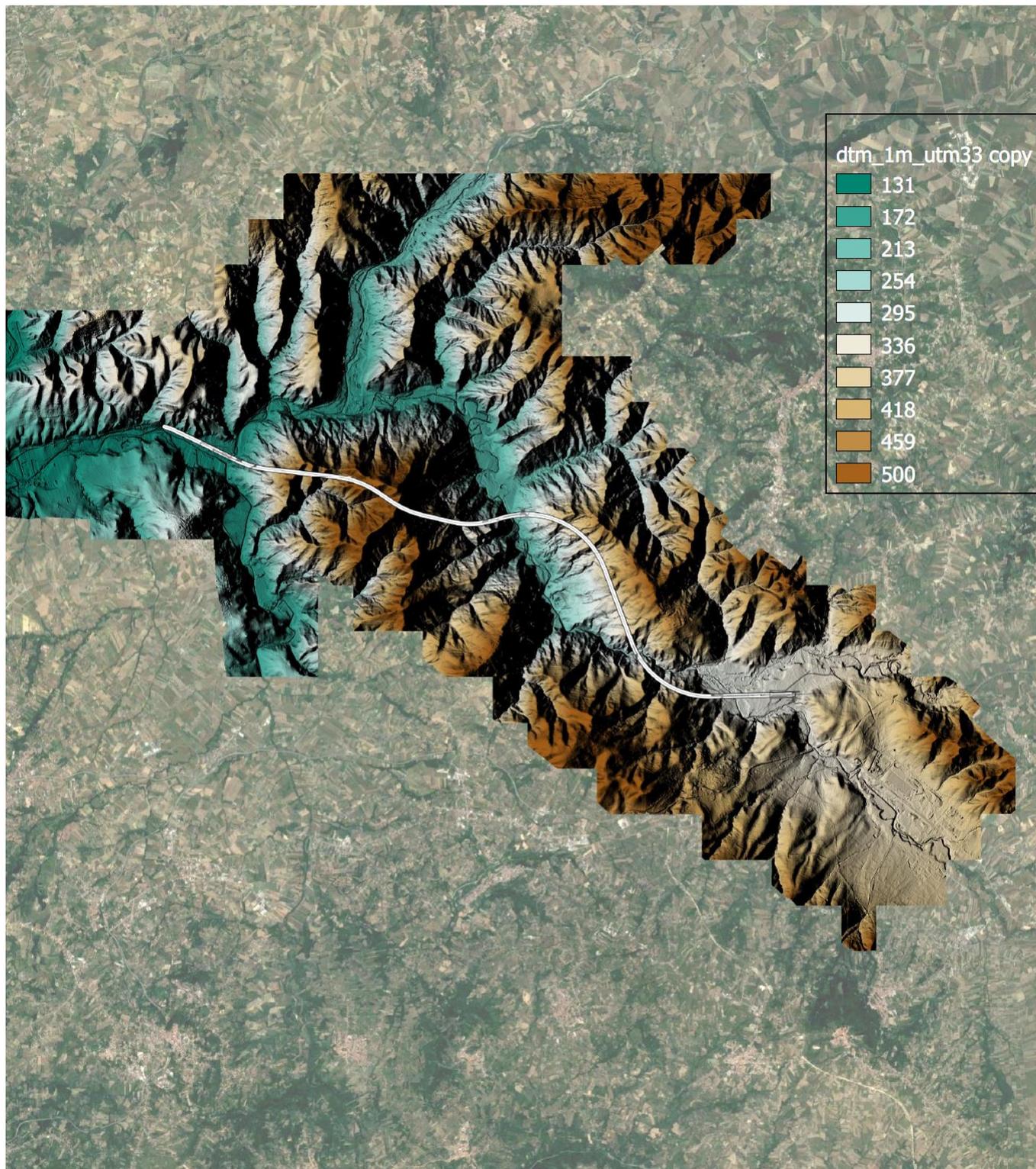


Figura 6-2. Modello digitale del terreno – risoluzione a 1m

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 32 di 92 |

6.1.1 DELIMITAZIONE SOTTOBACINI – ALGORITMO TAU-DEM

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 TAU-DEM

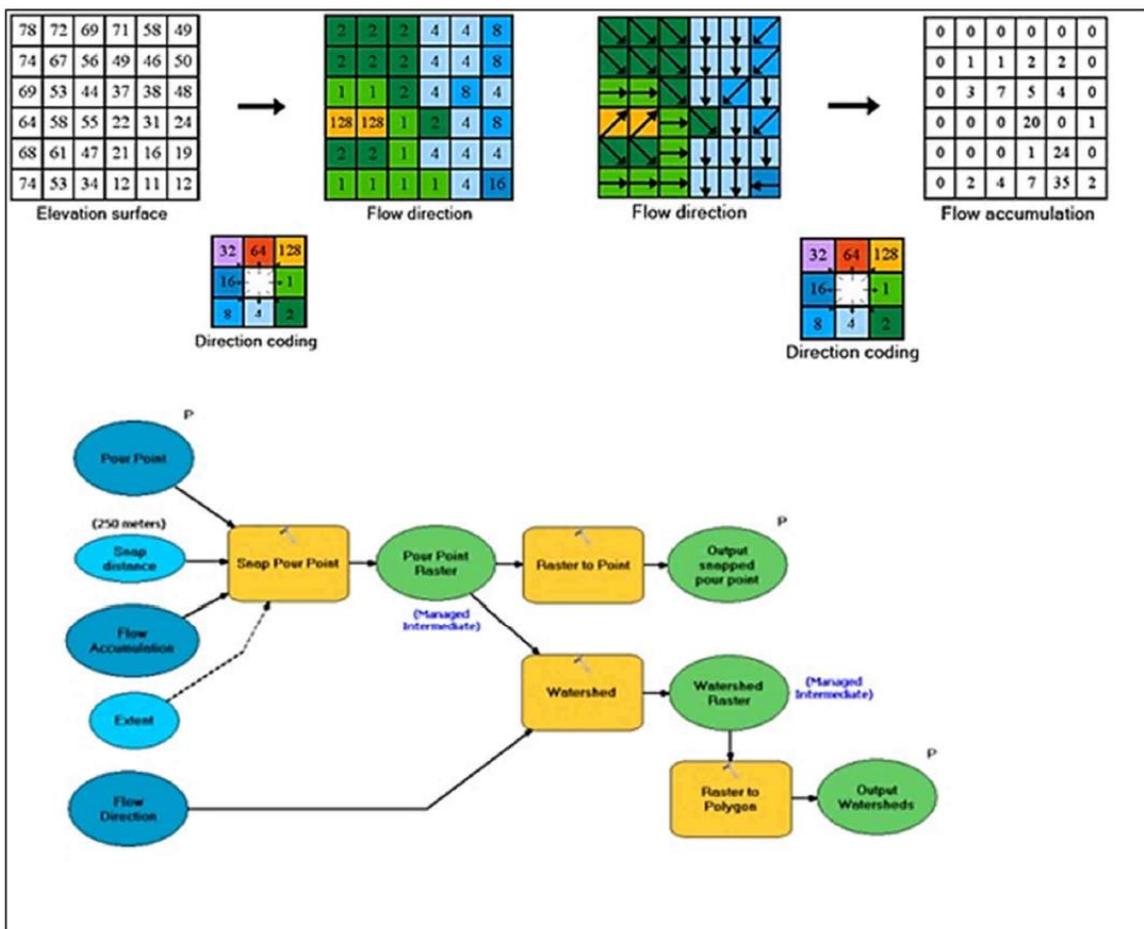


Figura 6-3. Schema algoritmo TAU-DEM

La procedura è stata implementata fissando come sezioni di chiusura i 4 viadotti in progetto. Sono state inserite ulteriori sezioni di chiusura in funzione dello studio idraulico del fiume Ufita. Questo ha permesso di definire le condizioni al contorno di monte dei modelli idraulici implementati. In riferimento ai modelli idraulici si rimanda alla relazione specifica.

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 33 di 92 |

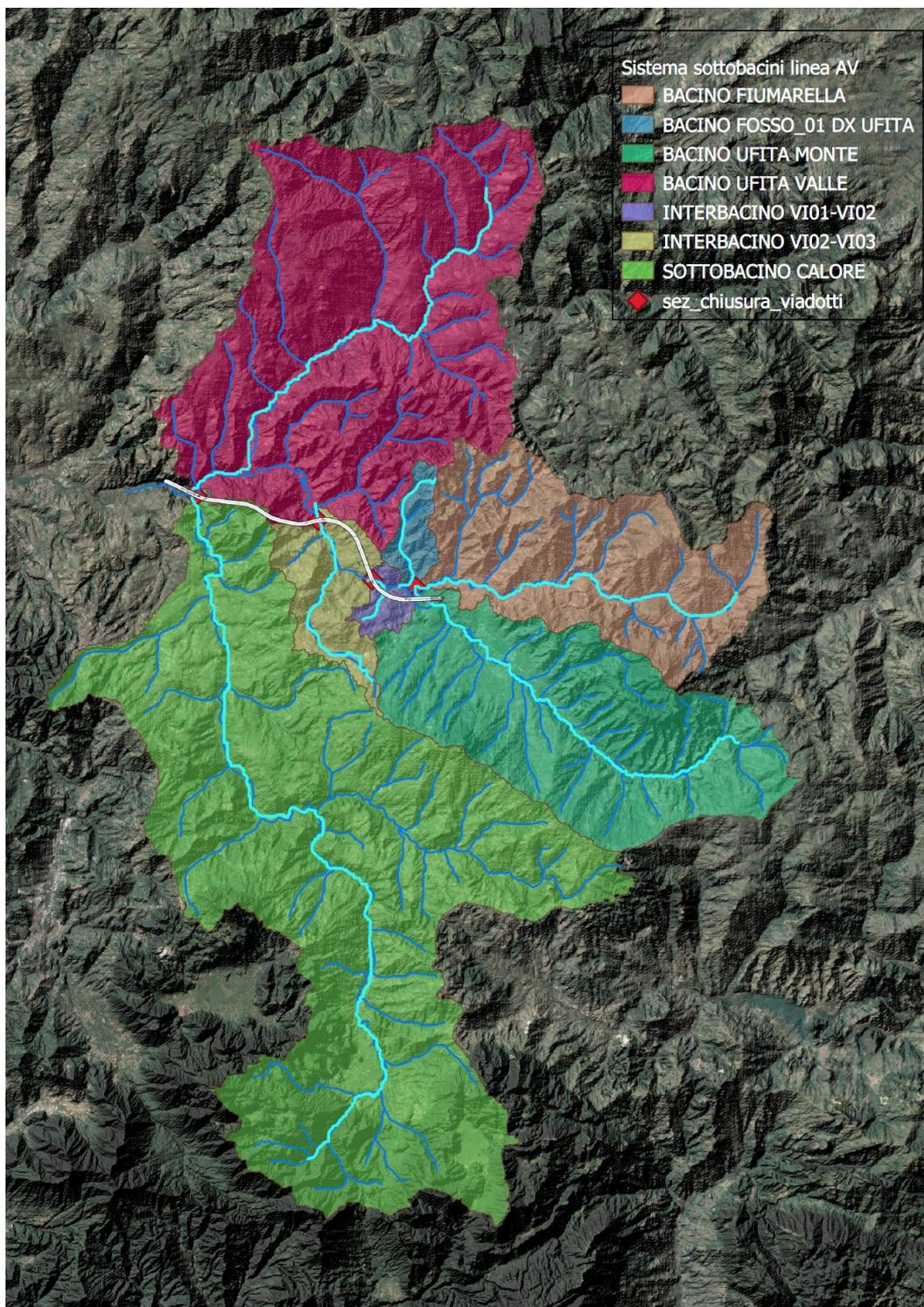


Figura 6-4. Sistema sottobacini principali

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 34 di 92 |

6.1.2 INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

I dati pedologici sono stati determinanti per valutare il deflusso superficiale. L'area oggetto di studio è caratterizzata dai seguenti sottosistemi pedologici, riassunti in tabella.

Tabella 4: sottosistemi pedologici

| Sigla | Descrizione |
|--|--|
| MAP 4.4 Rilievi montuosi calcarei con coperture piroclastiche | Complesso di suoli profondi, e moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, CSC alta, AWC bassa (91.0 mm), ben drenati, e suoli profondi, profondità utile alle radici tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, scheletro assente, reazione da moderatamente a fortemente alcalina con la profondità, da calcarei a scarsamente calcarei, CSC alta, AWC da bassa (58.0 mm) a alta (315.0 mm), ben drenati |
| MAP 4.7 Montagna calcarea denudata e con accumuli cineritici | Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, CSC da media ad alta, saturati, AWC da molto bassa (44.0 mm) a bassa (69.0 mm), Ksat moderatamente alta, ben drenati |
| PIM 5.3 Pianure e conche fluvio-lacustri terrazzate Interne ai rilievi calcarei | Complesso di suoli profondi, profondità utile alle radici da moderatamente elevata a molto elevata, reazione neutra, non calcarei, CSC da media ad alta con la profondità, saturati, AWC alta (217.5 mm), Ksat moderatamente alta a moderatamente alta, ben drenati, e suoli CSC media, saturati, AWC da bassa (82.3 mm) ad alta (289.3 mm), Ksat da moderatamente bassa ad alta, ben drenati |
| CAP 6.3 Collina marnoso arenacea della conca Avellinese, con coperture piroclastiche | Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, CSC alta, saturati, AWC alta (172.0 mm), Ksat moderatamente bassa, piuttosto mal drenati, e suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata dalla presenza di ristagni idrici, tessitura media, scheletro assente, reazione neutra, non calcarei, CSC alta, saturati, AWC alta (200.0 mm), Ksat moderatamente bassa, piuttosto mal drenati |
| CAP 6.4 Conca argillosa avellinese, con coperture piroclastiche | Complesso di suoli da poco profondi a profondi, profondità utile alle radici da moderatamente elevata a molto elevata, limitata dal substrato roccioso, tessitura da moderatamente grossolana a media con la profondità, scheletro da comune ad assente, reazione da debolmente alcalina a neutra, carbonati assenti, CSC da bassa a media, saturati, AWC alta (209.0 mm), Ksat alta, ben drenati, e suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata dal substrato roccioso, tessitura moderatamente fine, scheletro frequente, reazione debolmente alcalina, calcarei, CSC alta, saturati. AWC bassa (63.0 mm), Ksat moderatamente alta, ben drenati |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio  Soci   | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti   | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>35 di 92</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 35 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 35 di 92 | | | | | | | | |

| | |
|---|--|
| CAP 6.5 Collina argillosa e marnosa dell'Irpinia | Complesso di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti arricchiti in carbonati secondari, tessitura da moderatamente fine a fine, scheletro scarso, da calcarei a molto calcarei, debolmente alcalini, CSC alta, TSB alto, AWC bassa (67.0 mm), Ksat bassa, moderatamente ben drenati, e suoli profondi, profondità utile alle radici molto elevata, tessitura moderatamente fine, scheletro da scarso ad assente con la profondità, reazione neutra, non calcarei, CSC alta, TSB alto, drenaggio interno: ben drenati, permeabilità: moderatamente bassa, AWC alta (241.0 mm), Ksat moderatamente bassa, ben drenati |
| CAP 6.6 Collina arenacea dell'Irpinia | Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti vertici e di accumulo di carbonati secondari, tessitura moderatamente fine, scheletro assente, reazione moderatamente alcalina, calcarei, CSC alta, saturati, moderatamente ben drenati, Ksat bassa, AWC moderata (148.0 mm). |
| FFT 7.1 Fondovalle fluviali del Sele e dei corsi d'acqua minori | Complesso di suoli da poco a moderatamente profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro e sabbiosi, tessitura da media a moderatamente grossolana, scheletro da comune ad abbondante, reazione da neutra a debolmente alcalina, calcarei, CSC media, saturati, AWC molto bassa (39.0 mm), Ksat alta, talvolta eccessivamente drenati, e suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata dalla presenza di orizzonti ricchi in scheletro e sabbiosi, tessitura media, scheletro assente, abbondante in profondità, reazione moderatamente alcalina, calcarei, CSC alta, saturati, ben drenati, Ksat moderatamente alta, AWC alta (166.0 mm). |

Come si può notare dall'immagine seguente, i due sottosistemi pedologici prevalenti sono: CAP 6.5 che corrisponde alla Collina argillosa e marnosa dell'Irpinia e CAP 6.6 corrispondente a Collina arenacea dell'Irpinia.

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 36 di 92 |

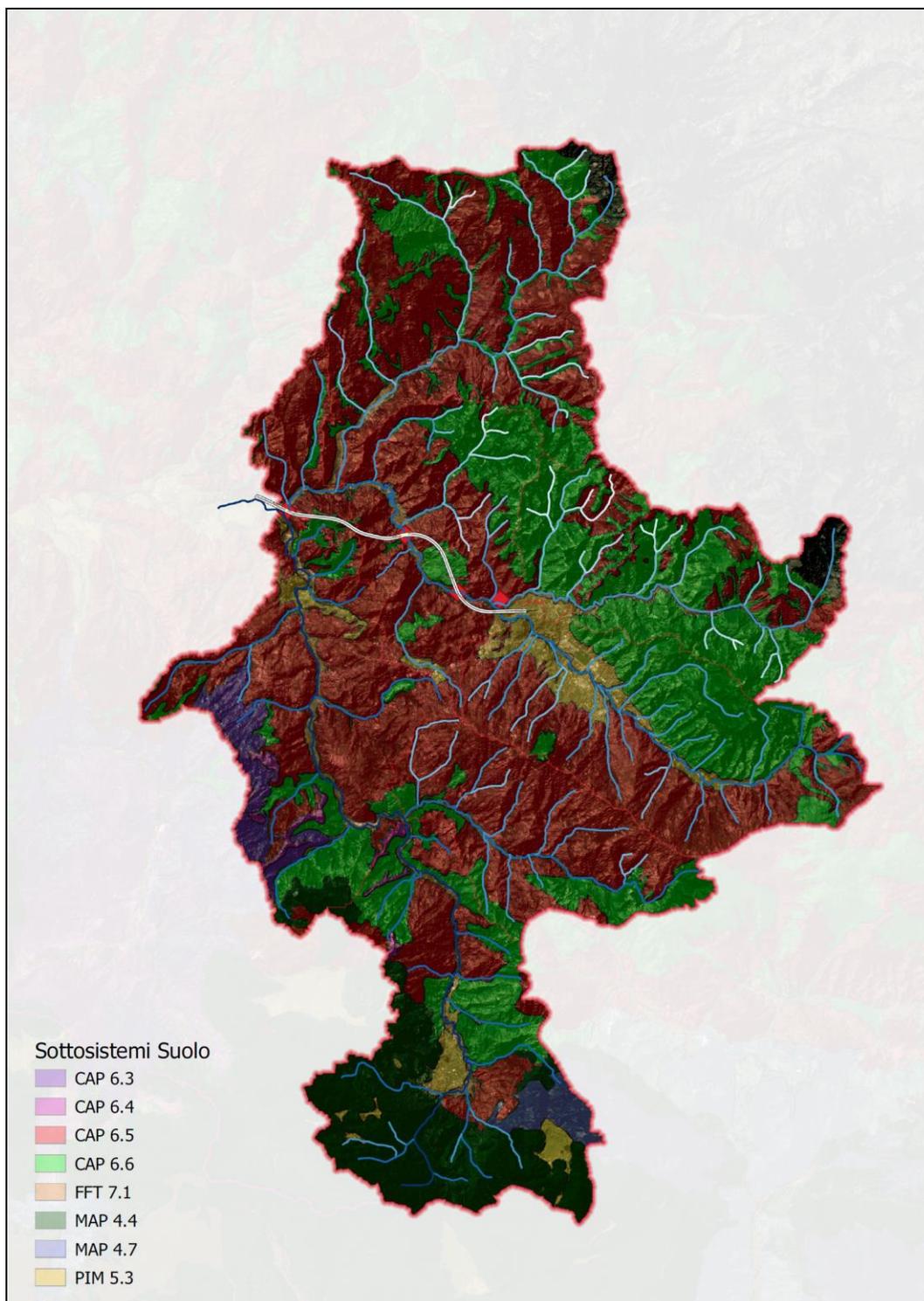


Figura 6-5. Sottosistemi pedologici

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 37 di 92 |

6.1.3 STIMA DELLA PERMEABILITA'

Sulla base delle caratteristiche del suolo si è potuto attribuire una classe di permeabilità ad ogni tipo di sottosistema pedologico. Le classi di permeabilità e le caratteristiche sono riassunte in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

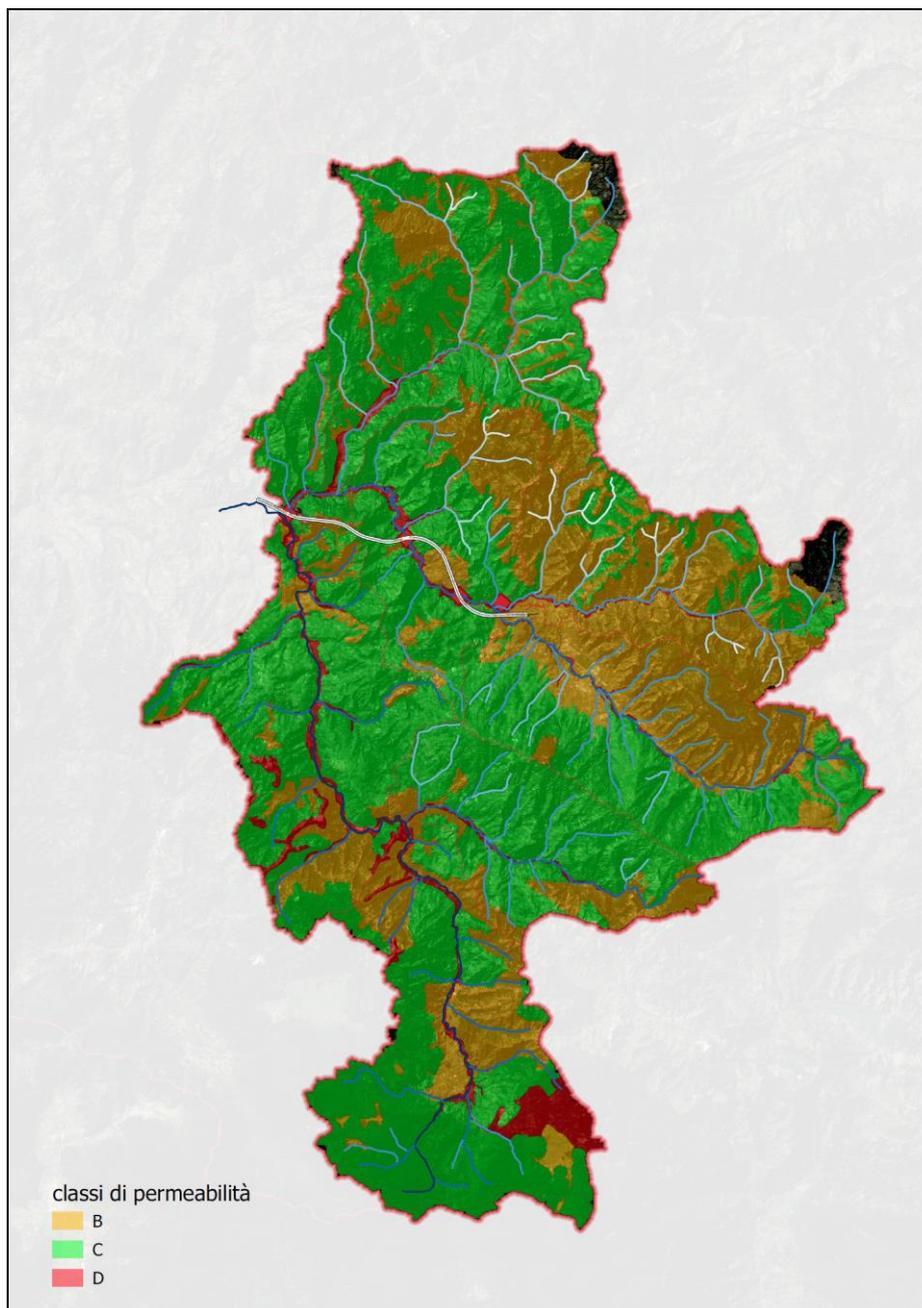


Figura 6-6. Classi di permeabilità

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: Consorzio  Soci   | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti   | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N LOTTO 01 E ZZ CODIFICA RG DOCUMENTO MD0000 001 REV. A FOGLIO 38 di 92 |

La classe di permeabilità prevalente è la C che corrisponde a suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta, suoli contenenti considerevoli quantità d'argilla e colloidali e con scarsa capacità di infiltrazione e saturazione. Seguita dal gruppo B corrispondente a suoli aventi moderata potenzialità di deflusso, in cui sono compresi la maggior parte dei suoli sabbiosi e con elevate capacità d'infiltrazione anche in condizioni di saturazione.

6.1.4 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 6-7. 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.

Tabella 5: uso del suolo – Bacino Fiumarella

| BACINO FIUMARELLA | | | |
|--------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Codice livello | Descrizione | Area (kmq) | % di copertura |
| 111 | Tessuto urbano continuo | 0,389 | 0,27 |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 2,878 | 1,97 |
| 211 | Seminativi in aree non irrigue | 65,768 | 44,97 |
| 223 | Oliveti | 11,382 | 7,78 |
| 231 | Prati stabili | 0,168 | 0,11 |
| 241 | Colture annuali associate a colture permanenti | 5,660 | 3,87 |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 21,586 | 14,76 |
| 243 | Aree prevalentemente occupate da colture agrarie | 12,195 | 8,34 |
| 311 | Boschi di latifoglie | 10,218 | 6,99 |
| 321 | Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota | 0,451 | 0,31 |
| 324 | Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione | 6,737 | 4,61 |

Tabella 6: uso del suolo – Bacino fosso 1 destra Ufita

| BACINO FOSSO_01 DX UFITA | | | |
|---------------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Codice livello | Descrizione | Area (kmq) | % di copertura |
| 111 | Tessuto urbano continuo | 0,035 | 0,27 |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 0,838 | 6,47 |
| 211 | Seminativi in aree non irrigue | 5,846 | 45,16 |
| 223 | Oliveti | 2,592 | 20,03 |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 2,302 | 17,78 |
| 243 | Aree prevalentemente occupate da colture agrarie | 0,899 | 6,94 |
| 311 | Boschi di latifoglie | 0,433 | 3,35 |

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 39 di 92 |

Tabella 7: uso del suolo – Bacino Ufita monte

| BACINO UFITA MONTE | | | |
|---------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Codice livello | Descrizione | Area (kmq) | % di copertura |
| 111 | Tessuto urbano continuo | 0,864 | 0,45 |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 3,668 | 1,93 |
| 121 | Aree industriali o commerciali | 2,876 | 1,51 |
| 211 | Seminativi in aree non irrigue | 92,396 | 48,65 |
| 222 | Frutteti e frutti minori | 0,836 | 0,44 |
| 223 | Oliveti | 3,402 | 1,79 |
| 231 | Prati stabili | 1,113 | 0,59 |
| 241 | Colture annuali associate a colture permanenti | 1,857 | 0,98 |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 34,241 | 18,03 |
| 243 | Aree prevalentemente occupate da colture agrarie | 19,252 | 10,14 |
| 311 | Boschi di latifoglie | 23,572 | 12,41 |
| 313 | Boschi misti | 0,861 | 0,45 |
| 321 | Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota | 0,363 | 0,19 |
| 324 | Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione | 4,611 | 2,43 |

Tabella 8: uso del suolo – Bacino Ufita valle

| BACINO UFITA VALLE | | | |
|---------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Codice livello | Descrizione | Area (kmq) | % di copertura |
| 111 | Tessuto urbano continuo | 0,352 | 0,11 |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 2,051 | 0,64 |
| 121 | Aree industriali o commerciali | 1,404 | 0,44 |
| 133 | Cantieri | 0,165 | 0,05 |
| 211 | Seminativi in aree non irrigue | 188,753 | 58,5 |
| 223 | Oliveti | 28,374 | 8,79 |
| 231 | Prati stabili | 6,203 | 1,92 |
| 241 | Colture annuali associate a colture permanenti | 3,400 | 1,05 |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 30,506 | 9,46 |
| 243 | Aree prevalentemente occupate da colture agrarie | 14,314 | 4,44 |
| 311 | Boschi di latifoglie | 25,985 | 8,05 |
| 312 | Boschi di conifere | 1,955 | 0,61 |
| 313 | Boschi misti | 1,206 | 0,37 |
| 321 | Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota | 0,254 | 0,08 |
| 323 | Aree a vegetazione sclerofila | 0,303 | 0,09 |
| 324 | Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione | 10,186 | 3,16 |

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 40 di 92 |

Tabella 9: uso del suolo – Interbacino VI01 – VI02

| INTERBACINO VI01-VI02 | | | |
|------------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Codice livello | Descrizione | Area (kmq) | % di copertura |
| 111 | Tessuto urbano continuo | 0,043 | 0,47 |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 0,329 | 3,57 |
| 211 | Seminativi in aree non irrigue | 3,747 | 40,65 |
| 223 | Oliveti | 0,218 | 2,37 |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 3,421 | 37,12 |
| 311 | Boschi di latifoglie | 1,459 | 15,83 |

Tabella 10: uso del suolo – Interbacino VI02 – VI03

| INTERBACINO VI02-VI03 | | | |
|------------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Codice livello | Descrizione | Area (kmq) | % di copertura |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 0,868 | 2,29 |
| 211 | Seminativi in aree non irrigue | 12,829 | 33,78 |
| 223 | Oliveti | 2,964 | 7,81 |
| 241 | Colture annuali associate a colture permanenti | 4,837 | 12,74 |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 12,019 | 31,65 |
| 243 | Aree prevalentemente occupate da colture agrarie | 0,615 | 1,62 |
| 311 | Boschi di latifoglie | 3,479 | 9,16 |
| 323 | Aree a vegetazione sclerofila | 0,363 | 0,96 |

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 41 di 92 |

Tabella 11: uso del suolo – Sottobacino Calore

| SOTTOBACINO CALORE | | | |
|---------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Codice livello | Descrizione | Area (kmq) | % di copertura |
| 111 | Tessuto urbano continuo | 1,900 | 0,36 |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 15,585 | 2,99 |
| 121 | Aree industriali o commerciali | 1,094 | 0,21 |
| 131 | Aree estrattive | 0,286 | 0,05 |
| 211 | Seminativi in aree non irrigue | 107,974 | 20,7 |
| 221 | Vigneti | 5,801 | 1,11 |
| 222 | Frutteti e frutti minori | 1,594 | 0,31 |
| 223 | Oliveti | 12,885 | 2,47 |
| 231 | Prati stabili | 1,590 | 0,3 |
| 241 | Colture annuali associate a colture permanenti | 21,757 | 4,17 |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 116,368 | 22,31 |
| 243 | Aree prevalentemente occupate da colture agrarie | 41,945 | 8,04 |
| 311 | Boschi di latifoglie | 157,531 | 30,21 |
| 312 | Boschi di conifere | 3,315 | 0,64 |
| 313 | Boschi misti | 2,414 | 0,46 |
| 321 | Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota | 4,759 | 0,91 |
| 323 | Aree a vegetazione sclerofila | 0,364 | 0,07 |
| 324 | Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione | 23,135 | 4,44 |
| 333 | Aree con vegetazione rada | 0,020 | 0,004 |
| 512 | Bacini d'acqua | 1,204 | 0,23 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">42 di 92</td> </tr> </table> | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 42 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 42 di 92 | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |

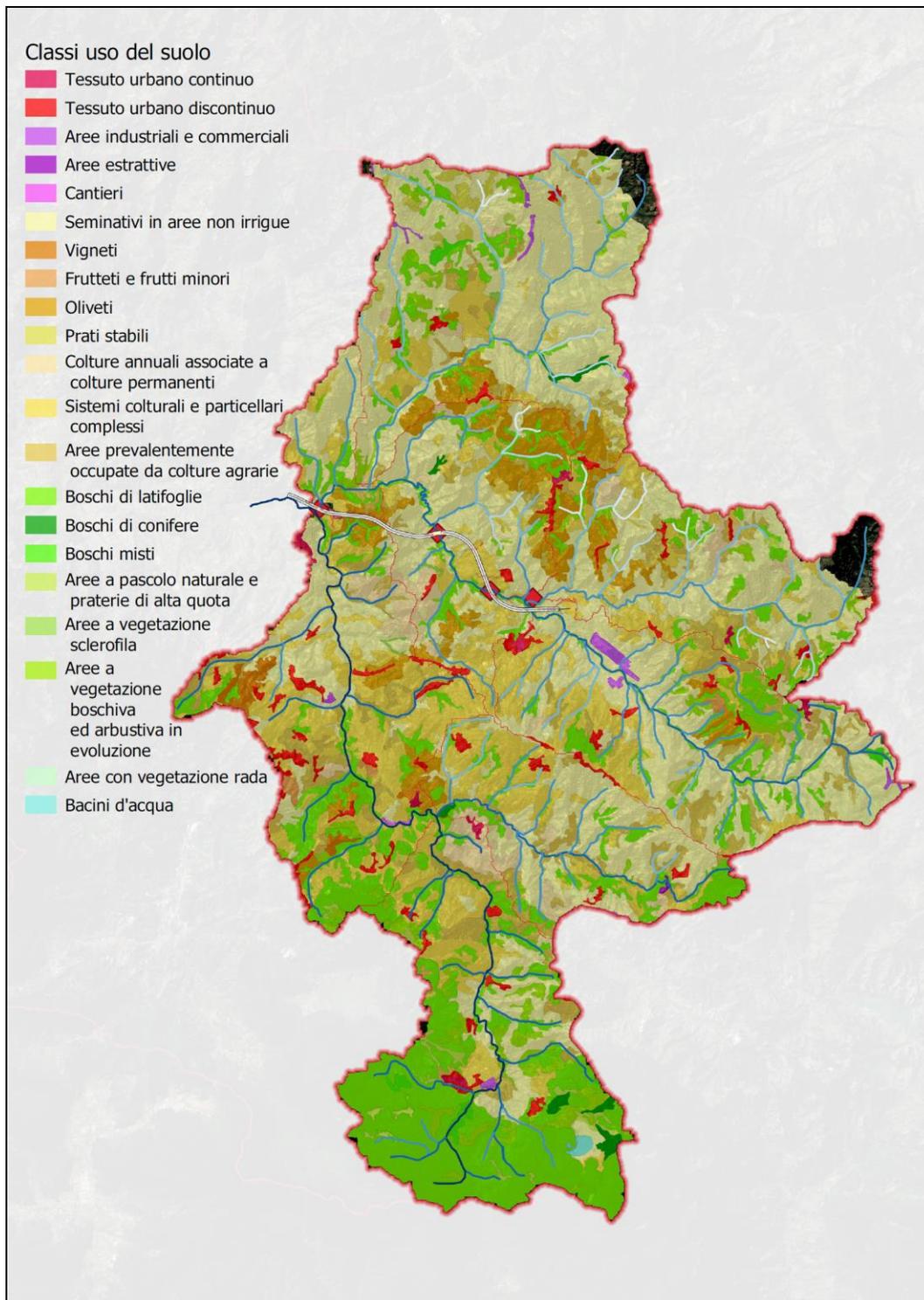


Figura 6-7. Inquadramento su carta dell'Uso del Suolo

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 43 di 92 |

6.1.5 STIMA DEI PARAMETRI MORFOLOGICI

La caratterizzazione geomorfologica di un bacino idrografico avviene attraverso il calcolo di parametri atti a descriverne 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, i valori di quota caratteristici, le pendenze dei versanti e i valori caratteristici del reticolo principale. I valori ottenuti sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 12: parametri morfologici sistema sottobacini principale

| BACINO | A [km ²] | L _{asta princ} [km] | H _{max} [m s.l.m.] | H _{min} [m s.l.m.] | H _{med} [m s.l.m.] | H ₀ [m s.l.m.] | i versanti [%] | i asta [%] |
|--------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|------------|
| BACINO FIUMARELLA | 146.2 | 24.7 | 1077.0 | 321.3 | 597.6 | 321.3 | 56.2 | 0.7 |
| BACINO FOSSO 01 DX UFITA | 12.9 | 8.6 | 725.0 | 321.2 | 474.2 | 321.2 | 53.0 | 2.5 |
| BACINO UFITA MONTE | 189.9 | 29.0 | 1077.4 | 321.3 | 593.0 | 321.3 | 49.0 | 0.5 |
| BACINO UFITA VALLE | 322.6 | 35.4 | 1042.4 | 150.8 | 527.7 | 150.8 | 55.0 | 0.6 |
| INTERBACINO VI01-VI02 | 9.2 | 3.8 | 568.0 | 274.0 | 403.8 | 274.0 | 42.2 | 3.2 |
| INTERBACINO VI02-VI03 | 38.0 | 15.3 | 726.6 | 187.8 | 403.2 | 187.8 | 49.9 | 1.3 |
| SOTTOBACINO CALORE | 521.5 | 57.0 | 1797.1 | 150.8 | 601.3 | 150.8 | 54.4 | 0.5 |

È 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.

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------|----------|------------|------|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 44 di 92 |

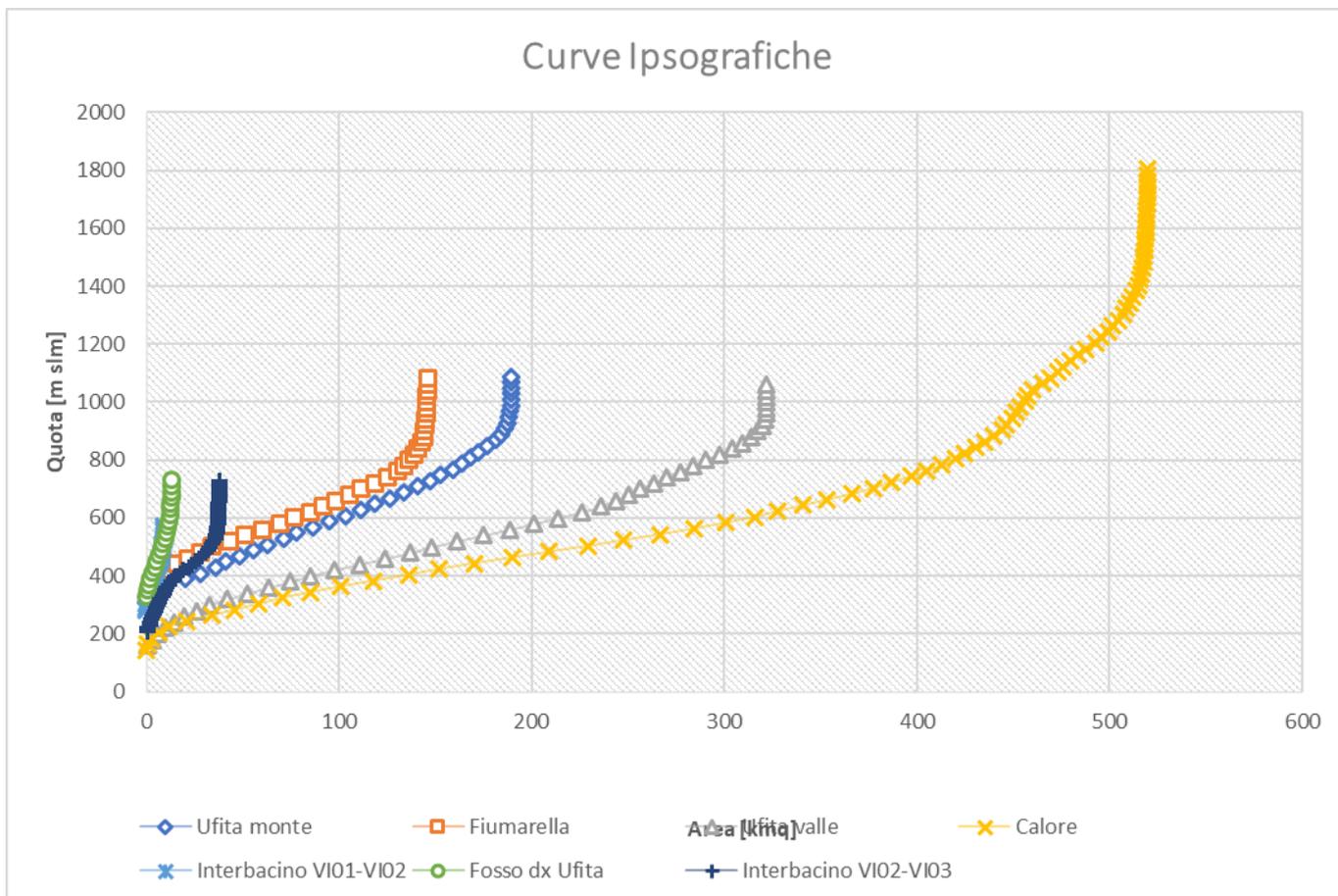


Figura 6-8 Curve ipsografiche sistema sottobacini principali

6.2 MODELLISTICA UTILIZZATA – CARATTERISTICHE GENERALI

E' 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 5, 15, 30, 100, 200 300 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. 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);

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">45 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 45 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 45 di 92 | | | | | | | | | | | | | |

- 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). Nei paragrafi successivi si fornisce la descrizione teorica dei metodi utilizzati per la schematizzazione di ognuna delle fasi di separazione della pioggia e formazione della piena. Sono forniti inoltre i valori dei parametri utilizzati.

6.2.1 STIMA DELLA PIOGGIA NETTA – METODO SCS - CN

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. Nel caso in esame è stato considerato un valore di $Ia = 0.1 \times S$ in quanto usando il valore di $0.2 \times S$ si sarebbero sottostimati i picchi di portata rispetto ai valori ottenuti in fase di progettazione definitiva.

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.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 46 di 92 |

Tabella 13: valori del Curve Number in funzione dell'Uso del Suolo e classi di permeabilità

| Categorie di uso del suolo | Macrocategoria associata | Classi di permeabilità | | | |
|---|--|------------------------|-----|-----|-----|
| | | A | B | C | D |
| Acquacolture | 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 | 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 | 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 |

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: Consorzio  Soci   | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti   | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N LOTTO 01 E ZZ CODIFICA RG DOCUMENTO MD0000 001 REV. A FOGLIO 47 di 92 |

| | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|
| Culture 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 |
| 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 |

| | |
|---|---|
| APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u>    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u>    | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF1N 01 E ZZ RG MD0000 001 A 48 di 92 |

| | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|
| 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 |

Tabella 14: classi di permeabilità

| CLASSI DI SUOLI PERMEABILITA' |
|---|
| <p>GRUPPO A - 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>GRUPPO 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>GRUPPO C - Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidi. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.</p> |
| <p>GRUPPO D - 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> |

| | | | | | | | |
|---|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 49 di 92 |

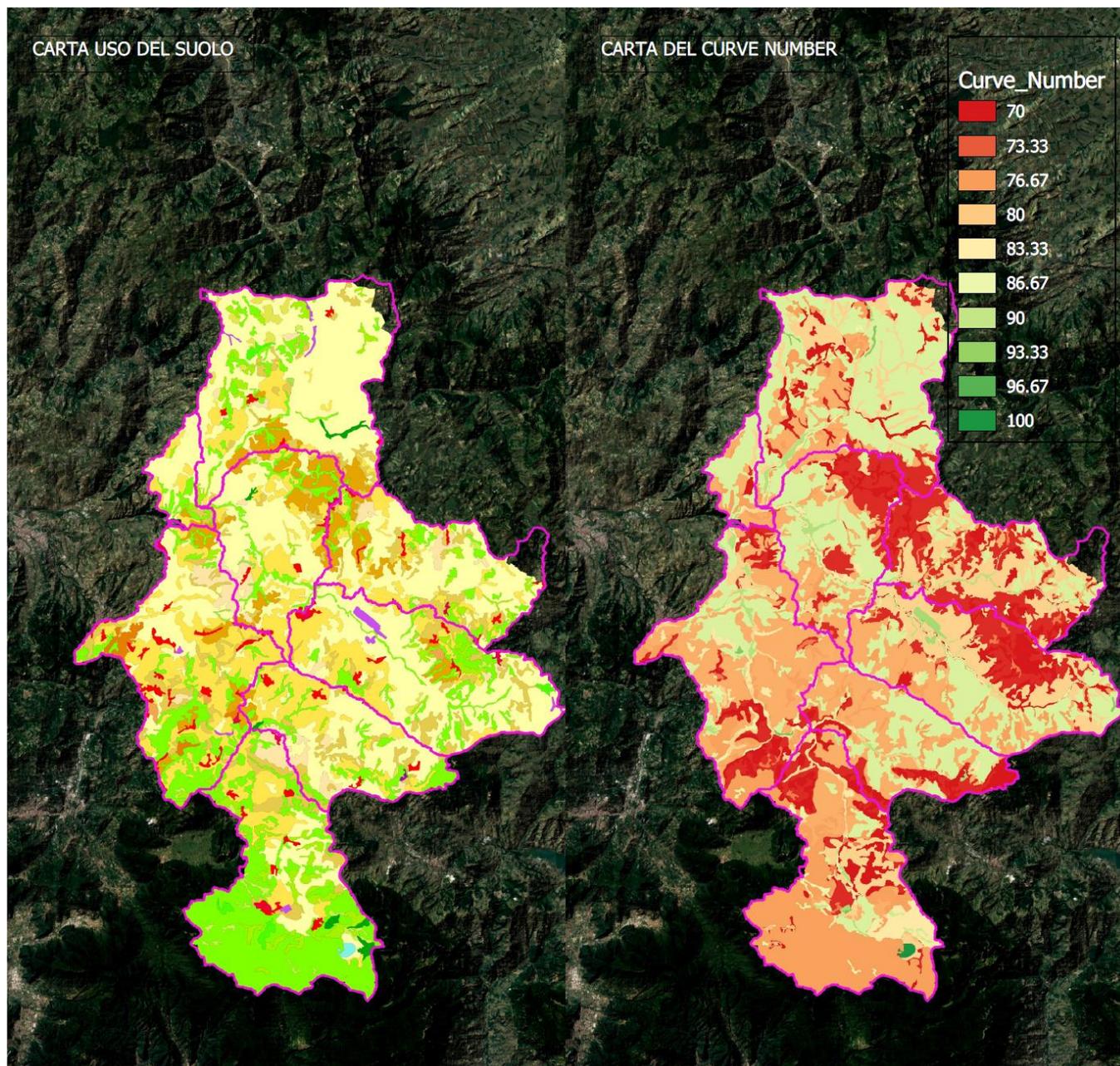


Figura 6-9 confronto carta uso del suolo – carta Curve Number

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 50 di 92 |

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.

Tabella 15: classi di umidità AMC

| 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 |

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

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

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

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.

6.2.2 FORMAZIONE DELL'ONDA DI 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

- T_r = tempo di ritardo (Lag Time)

che è ricavato dalla seguente espressione:

- $T_r = 0.6 T_c$

con

T_c = Tempo di corrivazione.

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

$T_c = t_{\text{sheet}} + t_{\text{shallow}} + t_{\text{channel}}$

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: Consorzio Soci  | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti  | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF1N 01 E ZZ RG MD0000 001 A 51 di 92 |

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.

6.2.3 MODELLO HEC-HMS

Ai fini della modellazione idrologica è stato implementato un unico modello per tutti i sottobacini analizzati. Questo tipo di approccio consente di valutare le dinamiche e l'interazione di tutto il sistema che interferisce con l'infrastruttura ottenendo in ogni singola sezione di chiusura gli idrogrammi di progetto per ciascun tempo di ritorno. Di seguito si riporta lo schema del modello.

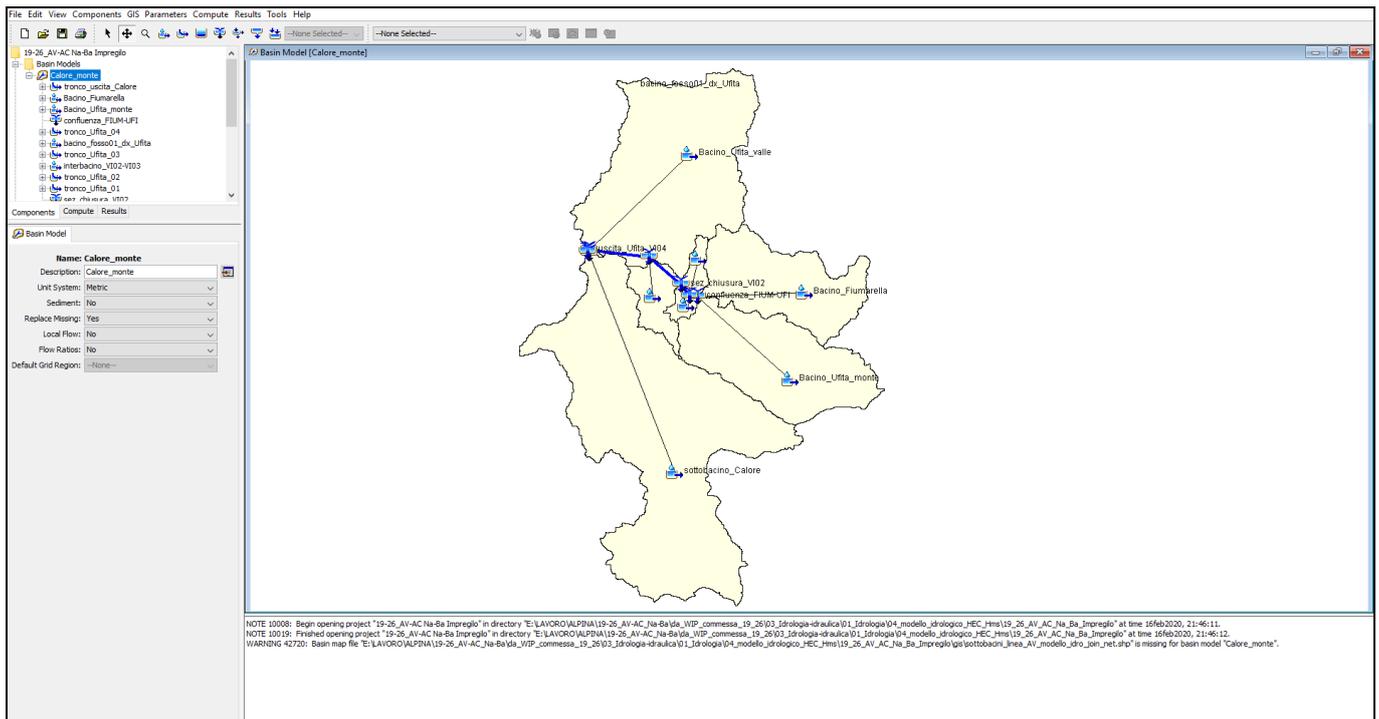


Figura 6-10 schema modello Hec-HMS

6.2.4 STIMA PARAMETRI MODELLO IDROLOGICO

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, mediante software GIS si è ottenuta una mappa raster del CN e si sono calcolati i

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: Consorzio  Soci   | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti   | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N LOTTO 01 E ZZ CODIFICA RG DOCUMENTO MD0000 001 REV. A FOGLIO 52 di 92 |

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.

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 interpreta 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. Di seguito vengono riportati i valori dei parametri stimati per ciascun sottobacino.

Tabella 16: parametri metodo SCS-CN

| Bacino | %IMP | CN I | CN II | CN III | S | la | Tlag [min] |
|--------------------------|------|-------|-------|--------|-------|------|------------|
| BACINO FIUMARELLA | 2.2 | 62.06 | 79 | 89.74 | 29.03 | 2.90 | 231.30 |
| BACINO FOSSO 01 DX UFITA | 6.7 | 60.65 | 78 | 89.18 | 30.81 | 3.08 | 99.08 |
| BACINO UFITA MONTE | 3.9 | 64.96 | 81 | 90.84 | 25.62 | 2.56 | 269.39 |
| BACINO UFITA VALLE | 1.2 | 66.45 | 82 | 91.38 | 23.98 | 2.40 | 289.70 |
| INTERBACINO VI01-VI02 | 4.0 | 64.96 | 81 | 90.84 | 25.62 | 2.56 | 60.44 |
| INTERBACINO VI02-VI03 | 2.3 | 60.65 | 78 | 89.18 | 30.81 | 3.08 | 145.94 |
| SOTTOBACINO CALORE | 3.8 | 60.65 | 78 | 89.18 | 30.81 | 3.08 | 374.97 |

Tabella 17: tempi di corrivazione

| S>10 kmq - Giandotti | | PRESCRIZIONI ITALFER | | | | | VALORI MEDI | |
|---|-----------|----------------------|-----------|---------|--------|---------|--------------------------|----------------------------|
| S<10 kmq - Pezzoli, Viparelli, Tournon, Pasini, Ventura | | | | | | | | |
| Bacino | Giandotti | Pezzoli | Viparelli | Tournon | Pasini | Ventura | t _c medio [h] | t _c medio [min] |
| BACINO FIUMARELLA | 6.42 | - | - | - | - | - | 6.42 | 385.50 |
| BACINO FOSSO 01 DX UFITA | 2.75 | - | - | - | - | - | 2.75 | 165.14 |
| BACINO UFITA MONTE | 7.48 | - | - | - | - | - | 7.48 | 448.98 |
| BACINO UFITA VALLE | 8.05 | - | - | - | - | - | 8.05 | 482.83 |
| INTERBACINO VI01-VI02 | - | 1.17 | 1.58 | 1.48 | 1.99 | 2.17 | 1.68 | 100.74 |
| INTERBACINO VI02-VI03 | 4.05 | - | - | - | - | - | 4.05 | 243.24 |
| SOTTOBACINO CALORE | 10.42 | - | - | - | - | - | 10.42 | 624.95 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 53 di 92 |

6.2.5 IETOGRAMMA DI PROGETTO

Dallo studio statistico delle serie storiche dei massimi di precipitazione di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore si sono stimate le curve di probabilità pluviometriche da cui si ricava, in funzione della durata dell'evento pluviometrico l'altezza di pioggia h di progetto. Dall'altezza di pioggia si definisce uno ietogramma di progetto che definisce l'intensità di pioggia nel tempo $i(t)$ espressa in mm/h. Nel presente studio è stato considerato come ietogramma di progetto quello di tipo Chicago caratterizzato dalla seguente relazione:

$$i(t) = na \left(\frac{rt_p - t}{r} \right)^{n-1} \quad t < rt_p \quad (\text{prima del picco})$$

$$i(t) = na \left(\frac{t - rt_p}{1 - r} \right)^{n-1} \quad t > rt_p \quad (\text{dopo il picco})$$

La scelta dello ietogramma Chicago per di massimizzare la sollecitazione pluviometriche del bacino in quanto concentra la massima intensità in un intervallo temporale breve e coerente con una pioggia di breve durata come quelle analizzate.

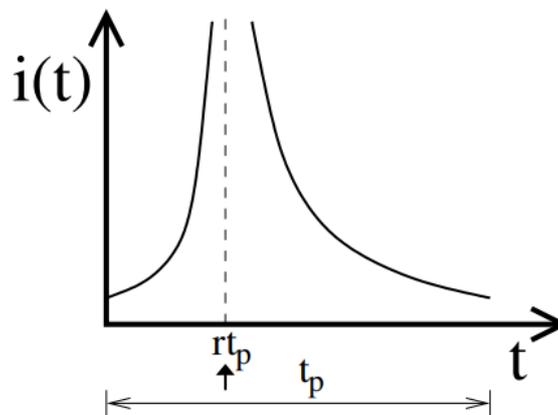


Figura 6-11 andamento ietogramma Chicago

Per la costruzione dello ietogramma Chicago si scelto di discretizzare, con un passo temporale di 15 min, l'equazione prima e dopo il picco di pioggia.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>54 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 54 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 54 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

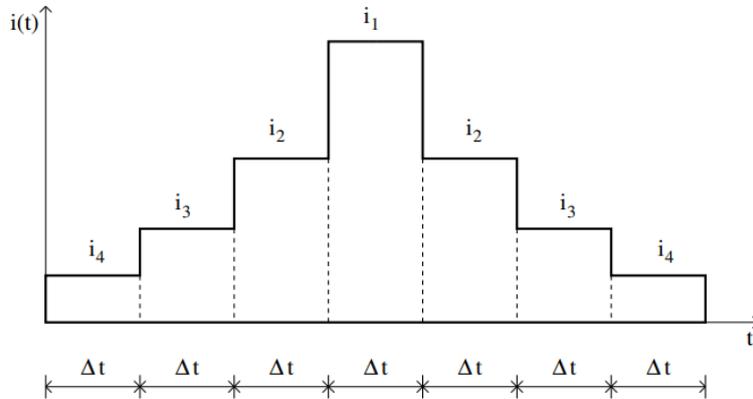


Figura 6-12 ietogramma Chicago discretizzato

Come tempo di pioggia è stato considerato il tempo di corrivazione caratteristico del sottobacino e una posizione del picco r in $0.5 t_p$. Le piogge di progetto sono state implementate nel modello HEC-HMS come modello meteorologico.

Di seguito si riportano le piogge di progetto per il bacino Ufita monte costruite a partire dallo ietogramma Chicago. Per le restanti piogge di progetto si rimanda agli allegati della presente relazione.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">55 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 55 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 55 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

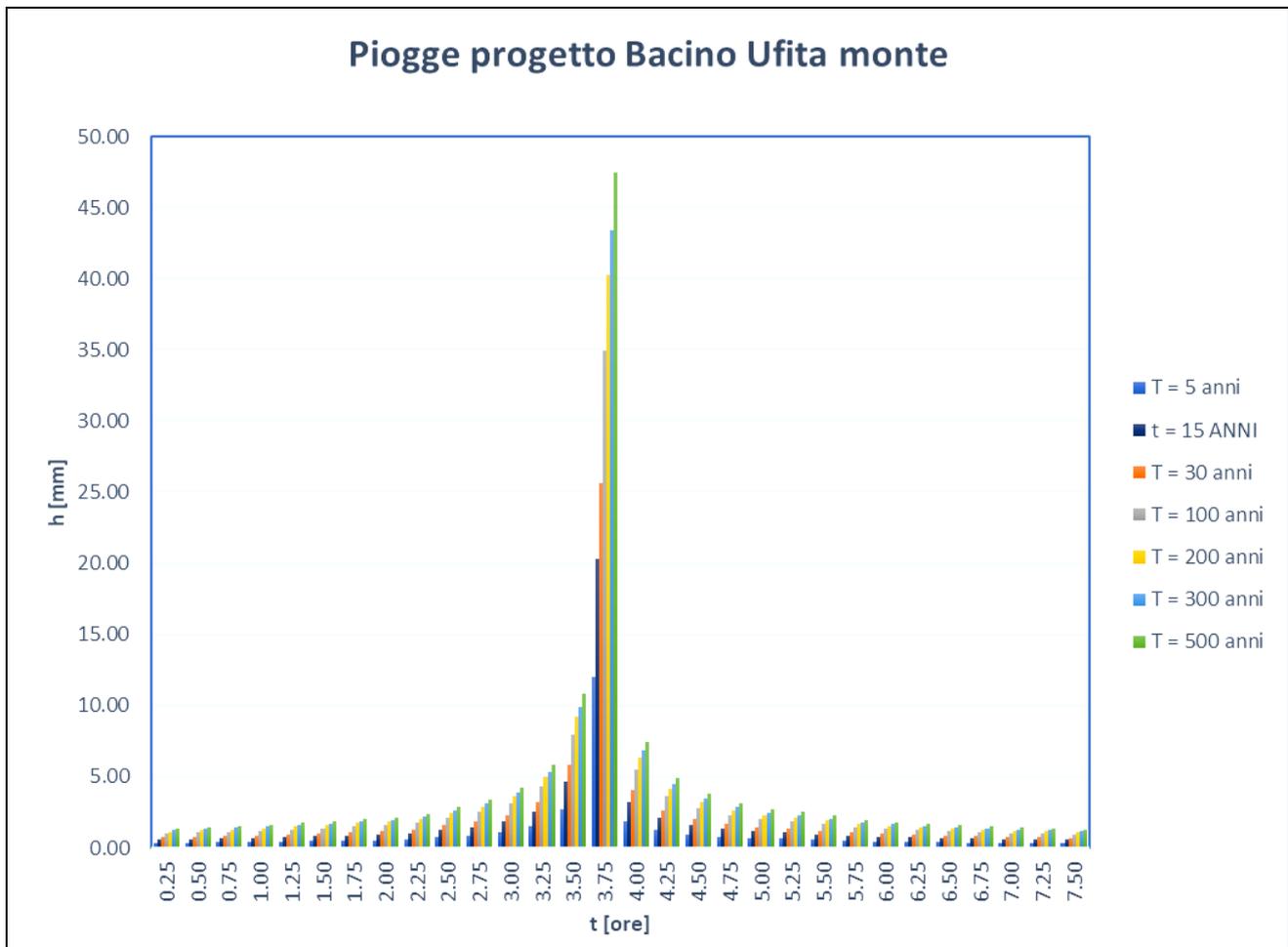


Figura 6-13 piogge di progetto per il bacino Ufita monte

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 56 di 92 |

6.2.6 RISULTATI MODELLO IDROLOGICO

Nel modello Hec-HMS è stata predisposta una simulazione per ciascun tempo di ritorno ottenendo per ciascun elemento i valori di pioggia netta e gli idrogrammi in uscita.

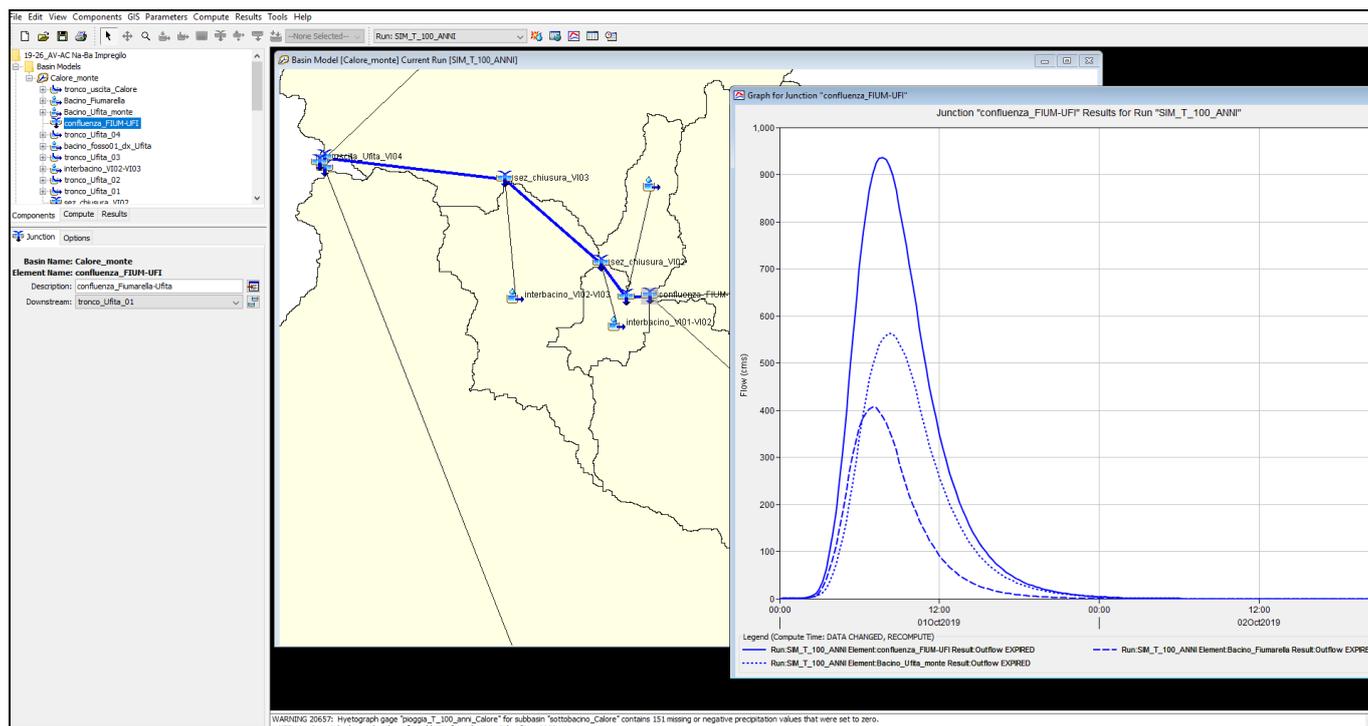


Figura 6-14 esempio di risultati in Hec-HMS in corrispondenza del viadotto VI01

Per gli idrogrammi di piena del sistema di sottobacini si rimanda agli allegati.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">57 di 92</td> </tr> </table> | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 57 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 57 di 92 | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |

7 STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO PORTATE DI PROGETTO BACINI MINORI

Per la determinazione delle portate dei corsi d'acqua minori, interferenti con la nuova linea ferroviaria, si sono determinate prima di tutto le superfici S (km²) dei bacini contribuenti il deflusso per le sezioni di chiusura che è necessario verificare.

I bacini considerati sono stati identificati con il codice IN ed un numero e, per ciascuno di essi, è stata individuata la progressiva ferroviaria di progetto in corrispondenza del punto di attraversamento. Inoltre, sulla base del modello digitale del terreno con risoluzione 1m sono stati determinati i sottobacini mediante algoritmo TAU-DEM e le rispettive caratteristiche morfologiche qui di seguito indicate:

- S (km²) : bacino imbrifero con una superficie chiusa in corrispondenza della linea ferroviaria;
- L: Lunghezza dell'asta fluviale fino alla sezione di chiusura coincidente con l'intersezione con la linea ferroviaria di progetto;
- H med (m s.l.m.): quota media del bacino.
- H max (m s.l.m.): quota massima del bacino.
- H min (m s.l.m.): quota minima del bacino.
- i_{asta} (%): pendenza media asta fluviale.
- $i_{versanti}$ (%): pendenza media dei versanti del sottobacino.

| | | | | | |
|--|---|------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio HirpiniaAV Soci salini impregilo ASTALDI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL Mandanti NETENGINEERING Alpina | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N | LOTTO 01 E ZZ | CODIFICA RG | DOCUMENTO MD0000 001 | REV. A FOGLIO 58 di 92 |

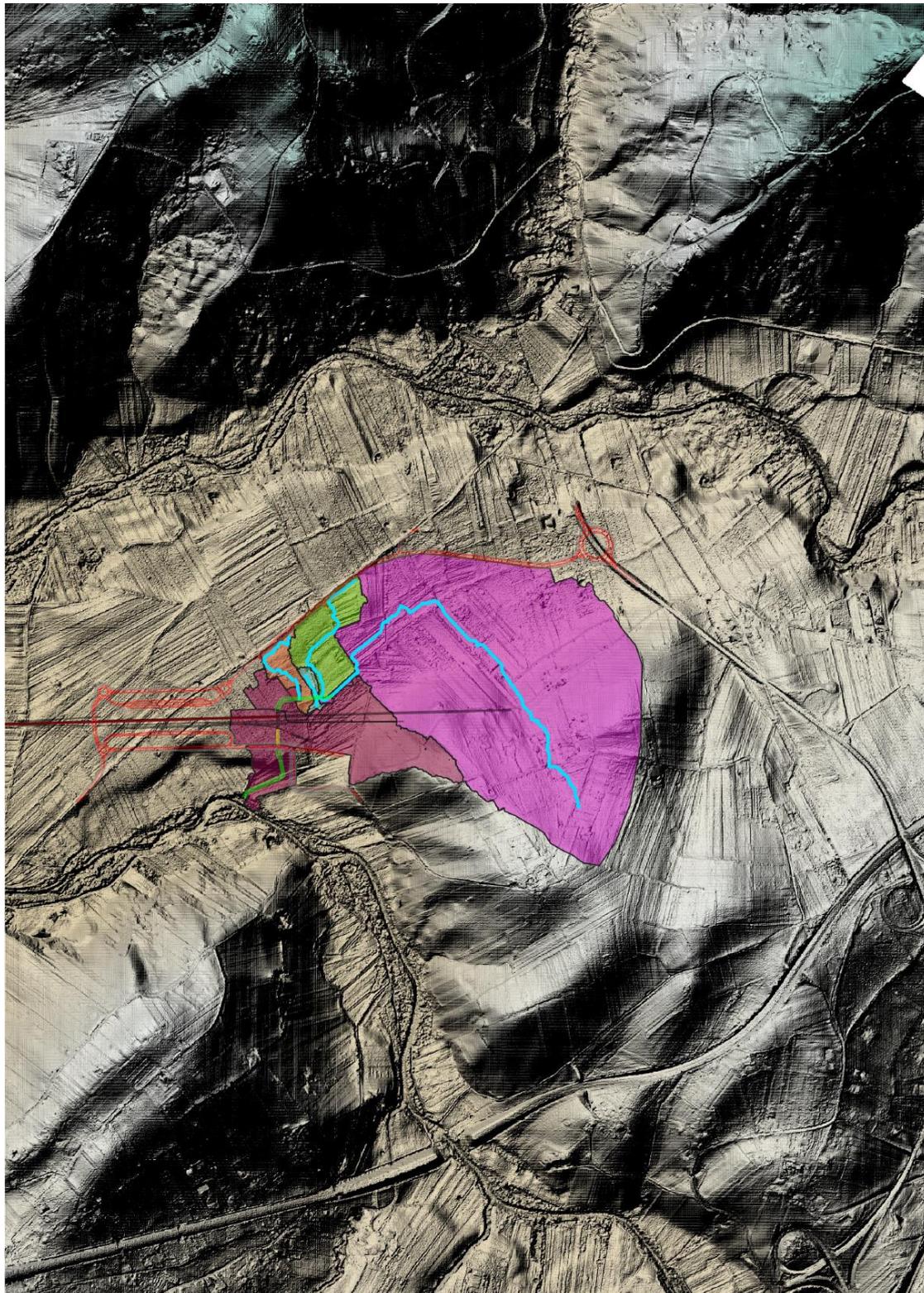


Figura 7-1 delimitazione sistema sottobacini IN01

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 59 di 92 |

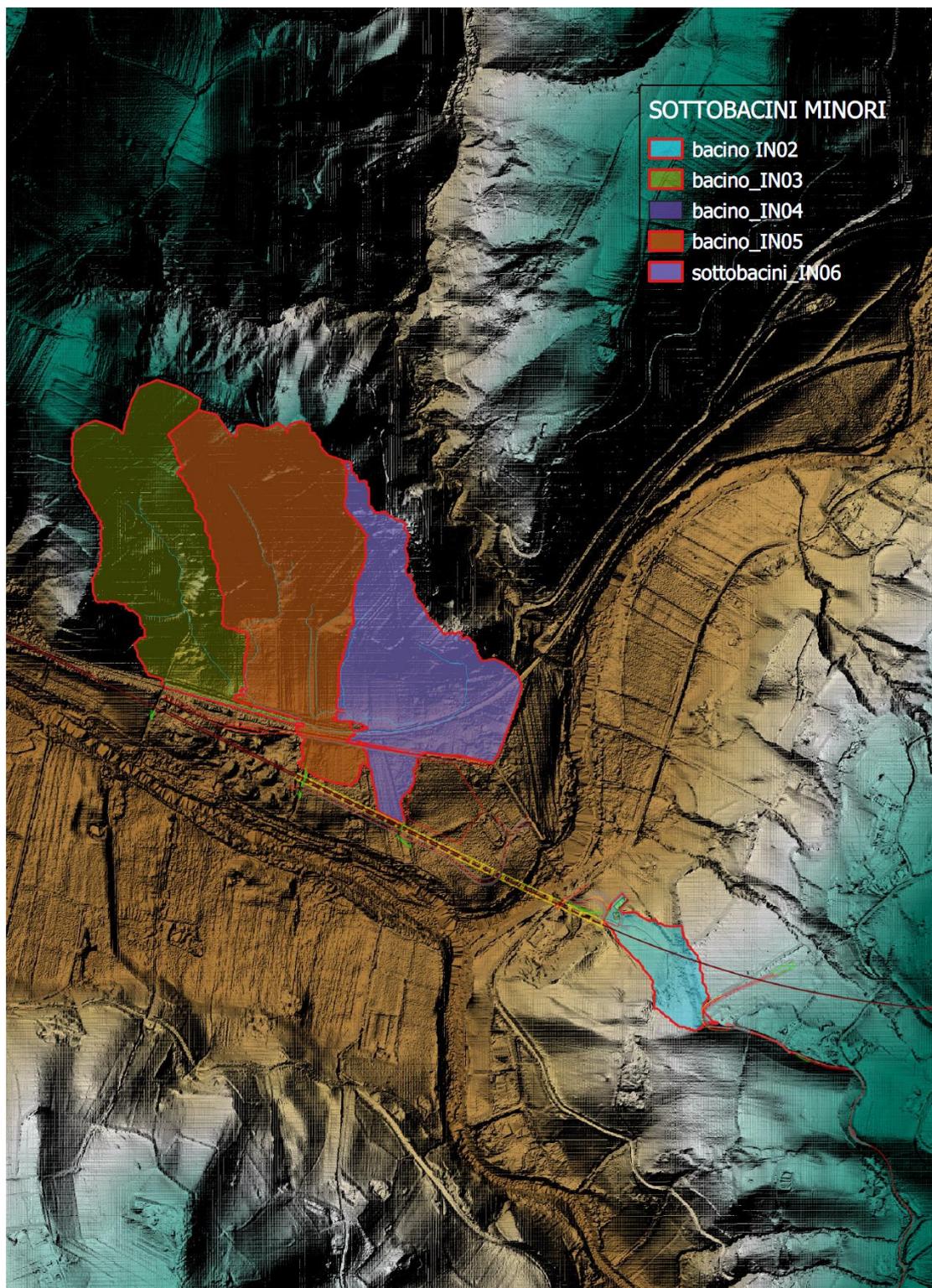


Figura 7-2 delimitazione sistema sottobacini IN02, IN03, IN04, IN05, IN06

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 60 di 92 |

Con queste grandezze è possibile determinare i tempi di corrivazione per $S < 10 \text{ km}^2$, come previsto dal manuale RFI, secondo le formule di:

Pezzoli

$$T_c = 0.055 \cdot \frac{L}{i^{0.5}}$$

Viparelli

$$T_c = \frac{L}{3.6 \cdot v_v}$$

Merlo-Tournon (tarato su bacini piemontesi di estensione molto piccola)

$$T_c = 0.396 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}} \cdot \left(\frac{S \cdot \sqrt{i}}{L^2 \cdot \sqrt{i_m}} \right)$$

Pasini

$$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i \cdot 100}}$$

Ventura

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

dove:

- T_c : è il tempo di corrivazione (ore),
- S : è l'area del bacino idrografico (km^2),
- L : è la lunghezza dell'asta principale estesa fino allo spartiacque (km),
- i : è la pendenza media dell'asta principale,
- i_m : è la pendenza media del bacino.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 61 di 92 |

Tabella 18: parametri morfologici bacini minori

| BACINO | A [kmq] | L [km] | Hmax [m slm] | H ₀ [mslm] | i _{asta} [m/m] | i _{versante} [m/m] |
|--------|---------|--------|--------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| IN 01 | 0.766 | 1.89 | 392.00 | 324.28 | 0.033 | 0.081 |
| IN 02 | 0.029 | 0.31 | 238.57 | 159.67 | 0.073 | 0.140 |
| IN 03 | 0.114 | 0.68 | 318.54 | 237.00 | 0.099 | 0.100 |
| IN 04 | 0.119 | 0.78 | 256.91 | 156.79 | 0.085 | 0.140 |
| IN 05 | 0.188 | 0.84 | 300.03 | 154.13 | 0.111 | 0.142 |
| IN 06 | 0.011 | 0.16 | 157.85 | 153.36 | 0.067 | 0.094 |

Tabella 19: tempi di corrivazione bacini minori

| BACINO | TEMPI DI CORRIVAZIONE [ore] | | | | | |
|--------|-----------------------------|-----------|---------|---------|--------|---------|
| | Pezzoli | Viparelli | Kirpich | Ventura | Pasini | Tournon |
| IN 01 | 0.057 | 1.260 | 0.048 | 0.061 | 0.067 | 0.056 |
| IN 02 | 0.006 | 0.209 | 0.010 | 0.008 | 0.008 | 0.010 |
| IN 03 | 0.012 | 0.454 | 0.020 | 0.014 | 0.015 | 0.021 |
| IN 04 | 0.015 | 0.520 | 0.020 | 0.015 | 0.017 | 0.016 |
| IN 05 | 0.014 | 0.557 | 0.021 | 0.017 | 0.017 | 0.024 |
| IN 06 | 0.003 | 0.109 | 0.007 | 0.005 | 0.005 | 0.009 |

Per il calcolo della portata di progetto si è fatto riferimento alla formula razionale definita come:

$$Q_t = \frac{C \cdot h_c \cdot A}{3.6 \cdot t_c}$$

Con:

- Q_t: portata in funzione del tempo di ritorno t;
- h_c/t_c: intensità di pioggia per una durata pari a tempo di corrivazione;
- A: area del bacino

Come prescritto dal manuale RFI, si è fatto riferimento ad un tempo di ritorno T=200 anni.

Si sono definiti quindi i parametri a ed n per i bacini minori mediante le mappe ottenute dalla spazializzazione dei parametri mediante il metodo del Kriging descritto nei paragrafi precedenti. Nelle seguenti tabelle si riportano i valori ottenuti per tutti i bacini minori IN.

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 62 di 92 |

Tabella 20: valori di pioggia e portata per T = 200 anni

| BACINO | PARAMETRI CPP T=200 anni | | | | h ₂₀₀ [mm] | C | Q ₂₀₀ [mc/s] |
|----------------------|--------------------------|------|-----------|------|--------------------------|------|----------------------------|
| | t < 1 ora | | t > 1 ora | | | | |
| | a | n | a' | n' | | | |
| IN 01 | 65.28 | 0.46 | 59.83 | 0.24 | 63.18 | 0.68 | 7.25 |
| IN 02 | 58.41 | 0.43 | 49.96 | 0.29 | 29.59 | 0.40 | 0.45 |
| IN 03 | 63.90 | 0.43 | 57.37 | 0.43 | 45.42 | 0.40 | 1.27 |
| IN 04 | 63.90 | 0.43 | 57.37 | 0.43 | 23.69 | 0.40 | 3.27 |
| IN 05 | 63.90 | 0.43 | 57.37 | 0.43 | 49.63 | 0.40 | 1.95 |
| interbacino IN 06 | 63.90 | 0.43 | 57.37 | 0.43 | 12.53 | 0.40 | 0.71 |
| IN04 + IN06 | 63.90 | 0.43 | 57.37 | 0.43 | - | - | 3.98 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci    | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">63 di 92</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 63 di 92 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 63 di 92 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8 BIBLIOGRAFIA

Calenda, G. e C. Cosentino, Analisi regionale delle piogge brevi dell'Italia Centrale, L'Acqua, n.1, 20-31, 1996.

Copertino, V.A. e M. Fiorentino (a cura di), Valutazione delle piene in Puglia, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente, Università della Basilicata e GNDCI-CNR, 1994.

Ente Nazionale Strade, Studio di Inserimento ambientale Autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria (Svincolo di S. Onofrio/Vibo Valentia - svincolo di Gioia Tauro), Aprile 1997.

Ermini R. e M. Fiorentino, I tempi di ritardo caratteristici dei bacini idrografici, in: Copertino, V.A. e M. Fiorentino (a cura di), Valutazione delle piene in Puglia, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente, Università della Basilicata e GNDCI-CNR, 121-143, 1994.

Hall, M.J. Urban Hydrology, Elsevier, London, 1984.

Modica, C. e G. Rossi, Analisi delle piogge intense di durata inferiore ad 1 ora in Sicilia,

Caloiero D., Mercuri T., Le alluvioni in Calabria dal 1921 al 1980, CNR, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica. Cosenza, 1980

Calomino e Veltri (a cura di) Orientamenti attuali di idrologia urbana, BIOS, Cosenza, 1988.

Copertino V.A. e Fiorentino M. (a cura di), Valutazione delle piene in Puglia, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Potenza, 2001.

Maione U., Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali, La Goliardica Pavese, 1977

Ministero LL.PP. Servizio Idrografico sezione di Catanzaro, Annali Idrologici, parte I., Roma, 1925-1984

Ministero LL.PP., Dati caratteristici dei corsi d'acqua Italiani. Pubblicazione n° 17. Roma, 1980

Penta A., F. Rossi, G. Silvagni, M. Veltri, P. Versace, Un modello stocastico per l'analisi delle massime piogge giornaliere in presenza di grandi nubifragi, Atti XVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Palermo, 1980.

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: Consorzio  Soci   | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti   | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N LOTTO 01 E ZZ CODIFICA RG DOCUMENTO MD0000 001 REV. A FOGLIO 64 di 92 |

9 ALLEGATI

9.1 VALORI CPP PER I BACINI MAGGIORI – DURATE >1 ORA

| Nome stazio | Zone_pluv | a5 | n5 | a30 | n30 | a100 | n100 | a200 | n200 | a300 | n300 | a500 | n500 |
|----------------------------|-----------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|------|--------|------|
| ALTAVILLA IRPINA | 1 | 23.13 | 0.3 | 50.05 | 0.3 | 68.1 | 0.3 | 78.57 | 0.3 | 84.68 | 0.3 | 92.54 | 0.3 |
| APICE UFITA | 3 | 16.32 | 0.3 | 35.31 | 0.3 | 48.03 | 0.3 | 55.42 | 0.3 | 59.74 | 0.3 | 65.28 | 0.3 |
| ARIANO IRPINO | 5 | 17.96 | 0.24 | 38.87 | 0.24 | 52.88 | 0.24 | 61.02 | 0.24 | 65.76 | 0.24 | 71.86 | 0.24 |
| ARIANO IRPINO METEO | 5 | 17.56 | 0.23 | 38 | 0.23 | 51.7 | 0.23 | 59.65 | 0.23 | 64.29 | 0.23 | 70.26 | 0.23 |
| BAGNOLI IRPINO | 3 | 17.93 | 0.34 | 38.81 | 0.34 | 52.8 | 0.34 | 60.92 | 0.34 | 65.66 | 0.34 | 71.75 | 0.34 |
| BENEVENTO METEO | 3 | 16.62 | 0.3 | 35.96 | 0.3 | 48.92 | 0.3 | 56.45 | 0.3 | 60.84 | 0.3 | 66.48 | 0.3 |
| CAPOSELE | 3 | 17.24 | 0.32 | 37.3 | 0.32 | 50.75 | 0.32 | 58.56 | 0.32 | 63.11 | 0.32 | 68.97 | 0.32 |
| CASSANO IRPINO | 2 | 27.51 | 0.4 | 59.55 | 0.4 | 81.01 | 0.4 | 93.47 | 0.4 | 100.74 | 0.4 | 110.09 | 0.4 |
| CASTELFRANCO IN MISCANO | 5 | 17.56 | 0.23 | 38 | 0.23 | 51.7 | 0.23 | 59.65 | 0.23 | 64.29 | 0.23 | 70.26 | 0.23 |
| CONZA DELLA CAMPANIA METEO | 3 | 18.54 | 0.35 | 40.12 | 0.35 | 54.58 | 0.35 | 62.98 | 0.35 | 67.88 | 0.35 | 74.18 | 0.35 |
| LUOGOSANO | 3 | 17.93 | 0.34 | 38.81 | 0.34 | 52.8 | 0.34 | 60.92 | 0.34 | 65.66 | 0.34 | 71.75 | 0.34 |
| MELITO IRPINO | 5 | 16.86 | 0.22 | 36.5 | 0.22 | 49.65 | 0.22 | 57.29 | 0.22 | 61.74 | 0.22 | 67.47 | 0.22 |
| MONTELLA | 2 | 27.51 | 0.4 | 59.55 | 0.4 | 81.01 | 0.4 | 93.47 | 0.4 | 100.74 | 0.4 | 110.09 | 0.4 |
| MONTELLA METEO | 2 | 27.51 | 0.4 | 59.55 | 0.4 | 81.01 | 0.4 | 93.47 | 0.4 | 100.74 | 0.4 | 110.09 | 0.4 |
| MONTEMARANO | 3 | 17.93 | 0.34 | 38.81 | 0.34 | 52.8 | 0.34 | 60.92 | 0.34 | 65.66 | 0.34 | 71.75 | 0.34 |
| PADULI | 3 | 16.96 | 0.31 | 36.71 | 0.31 | 49.95 | 0.31 | 57.63 | 0.31 | 62.11 | 0.31 | 67.88 | 0.31 |
| PAGO VEIANO | 3 | 17.53 | 0.33 | 37.93 | 0.33 | 51.6 | 0.33 | 59.54 | 0.33 | 64.17 | 0.33 | 70.12 | 0.33 |
| PONTE VALENTINO | 3 | 16.3 | 0.3 | 35.27 | 0.3 | 47.98 | 0.3 | 55.37 | 0.3 | 59.67 | 0.3 | 65.21 | 0.3 |
| ROCCHETTA | 3 | 17.93 | 0.34 | 38.81 | 0.34 | 52.8 | 0.34 | 60.92 | 0.34 | 65.66 | 0.34 | 71.75 | 0.34 |
| SERINO | 1 | 23.07 | 0.3 | 49.93 | 0.3 | 67.93 | 0.3 | 78.38 | 0.3 | 84.48 | 0.3 | 92.32 | 0.3 |
| APICE | 3 | 17.93 | 0.34 | 38.81 | 0.34 | 52.79 | 0.34 | 60.91 | 0.34 | 65.65 | 0.34 | 71.74 | 0.34 |
| FRIGENTO | 3 | 17.9 | 0.33 | 38.74 | 0.33 | 52.7 | 0.33 | 60.81 | 0.33 | 65.54 | 0.33 | 71.62 | 0.33 |
| GROTTAMINARDA | 5 | 17.94 | 0.24 | 38.82 | 0.24 | 52.81 | 0.24 | 60.94 | 0.24 | 65.68 | 0.24 | 71.77 | 0.24 |
| FLUMERI | 5 | 17.96 | 0.24 | 38.88 | 0.24 | 52.89 | 0.24 | 61.03 | 0.24 | 65.77 | 0.24 | 71.88 | 0.24 |
| MONTECALVO IRPINO | 5 | 17.56 | 0.23 | 38 | 0.23 | 51.7 | 0.23 | 59.65 | 0.23 | 64.29 | 0.23 | 70.26 | 0.23 |

| | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 65 di 92 | |

9.2 VALORI CPP PER I BACINI MAGGIORI – DURATE <1 ORA

| STAZIONE | Zone_pluv | a5 | n5 | a30 | n30 | a100 | n100 | a200 | n200 | a300 | n300 | a500 | n500 |
|----------------------------|-----------|-------|------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| ALTAVILLA IRPINA | 1 | 37.56 | 0.57 | 52.17 | 0.57 | 61.59 | 0.57 | 66.99 | 0.57 | 70.14 | 0.57 | 74.1 | 0.57 |
| APICE UFITA | 3 | 30.05 | 0.45 | 40.12 | 0.39 | 46.57 | 0.37 | 50.26 | 0.36 | 52.41 | 0.35 | 55.12 | 0.34 |
| ARIANO IRPINO | 5 | 43.34 | 0.56 | 62.75 | 0.56 | 75.29 | 0.56 | 82.46 | 0.56 | 86.65 | 0.56 | 91.92 | 0.56 |
| ARIANO IRPINO METEO | 5 | 41.32 | 0.53 | 62.43 | 0.58 | 76.12 | 0.6 | 83.96 | 0.61 | 88.55 | 0.62 | 94.32 | 0.62 |
| BAGNOLI IRPINO | 3 | 41.16 | 0.63 | 58.43 | 0.63 | 69.57 | 0.63 | 75.95 | 0.63 | 79.67 | 0.63 | 84.36 | 0.63 |
| BENEVENTO METEO | 3 | 36.51 | 0.45 | 46.43 | 0.42 | 52.85 | 0.41 | 56.52 | 0.41 | 58.67 | 0.4 | 61.37 | 0.4 |
| CAPOSELE | 3 | 44.83 | 0.53 | 61.64 | 0.52 | 72.49 | 0.52 | 78.69 | 0.52 | 82.32 | 0.52 | 86.88 | 0.52 |
| CASSANO IRPINO | 2 | 52.94 | 0.68 | 79.54 | 0.75 | 96.81 | 0.77 | 106.72 | 0.78 | 112.51 | 0.79 | 119.8 | 0.8 |
| CASTELFRANCO IN MISCANO | 5 | 54.15 | 0.69 | 85.54 | 0.69 | 105.8 | 0.69 | 117.4 | 0.69 | 124.17 | 0.69 | 132.69 | 0.69 |
| CONZA DELLA CAMPANIA METEO | 3 | 51.99 | 0.62 | 77.64 | 0.62 | 94.19 | 0.62 | 103.65 | 0.62 | 109.19 | 0.62 | 116.15 | 0.62 |
| LUOGOSANO | 3 | 21.71 | 0.45 | 31.74 | 0.5 | 38.17 | 0.51 | 41.83 | 0.52 | 43.97 | 0.53 | 46.66 | 0.53 |
| MELITO IRPINO | 5 | 33 | 0.45 | 46.2 | 0.45 | 54.72 | 0.45 | 59.6 | 0.45 | 62.45 | 0.45 | 66.03 | 0.45 |
| MONTELLA | 2 | 46.32 | 0.57 | 64.2 | 0.57 | 75.74 | 0.57 | 82.34 | 0.57 | 86.19 | 0.57 | 91.05 | 0.57 |
| MONTELLA METEO | 2 | 47.21 | 0.63 | 63.5 | 0.66 | 74.04 | 0.68 | 80.08 | 0.68 | 83.6 | 0.69 | 88.04 | 0.69 |
| MONTEMARANO | 3 | 48.44 | 0.53 | 69.82 | 0.53 | 83.61 | 0.53 | 91.5 | 0.53 | 96.11 | 0.53 | 101.91 | 0.53 |
| PADULI | 3 | 34.51 | 0.49 | 48.04 | 0.49 | 56.78 | 0.49 | 61.77 | 0.49 | 64.69 | 0.49 | 68.37 | 0.49 |
| PAGO VEIANO | 3 | 51.97 | 0.71 | 76.89 | 0.77 | 93.06 | 0.79 | 102.33 | 0.8 | 107.75 | 0.81 | 114.58 | 0.81 |
| PONTE VALENTINO | 3 | 35.47 | 0.49 | 52.6 | 0.49 | 63.65 | 0.49 | 69.98 | 0.49 | 73.67 | 0.49 | 78.32 | 0.49 |
| ROCCHETTA | 3 | 56.07 | 0.64 | 90.08 | 0.66 | 112.04 | 0.67 | 124.6 | 0.67 | 131.94 | 0.67 | 141.18 | 0.68 |
| SERINO | 1 | 40.96 | 0.55 | 52.58 | 0.55 | 60.07 | 0.55 | 64.36 | 0.55 | 66.87 | 0.55 | 70.02 | 0.55 |
| APICE | 3 | 29.61 | 0.48 | 41.48 | 0.46 | 53.73 | 0.43 | 62 | 0.43 | 66.82 | 0.43 | 73.02 | 0.43 |
| FRIGENTO | 3 | 18.22 | 0.43 | 39.43 | 0.43 | 53.64 | 0.43 | 61.9 | 0.43 | 66.71 | 0.43 | 72.9 | 0.43 |
| GROTTAMINARDA | 5 | 18.26 | 0.43 | 39.51 | 0.43 | 53.75 | 0.43 | 62.02 | 0.43 | 66.85 | 0.43 | 73.05 | 0.43 |
| FLUMERI | 5 | 18.28 | 0.43 | 39.57 | 0.43 | 53.83 | 0.43 | 62.11 | 0.43 | 66.95 | 0.43 | 73.16 | 0.43 |
| MONTECALVO IRPINO | 5 | 17.87 | 0.43 | 38.68 | 0.43 | 52.62 | 0.43 | 60.71 | 0.43 | 65.44 | 0.43 | 71.51 | 0.43 |

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 66 di 92 |

9.3 VALORI CPP PER I BACINI MAGGIORI – DURATE <1 ORA – IDRAULICA DI PIATTAFORMA

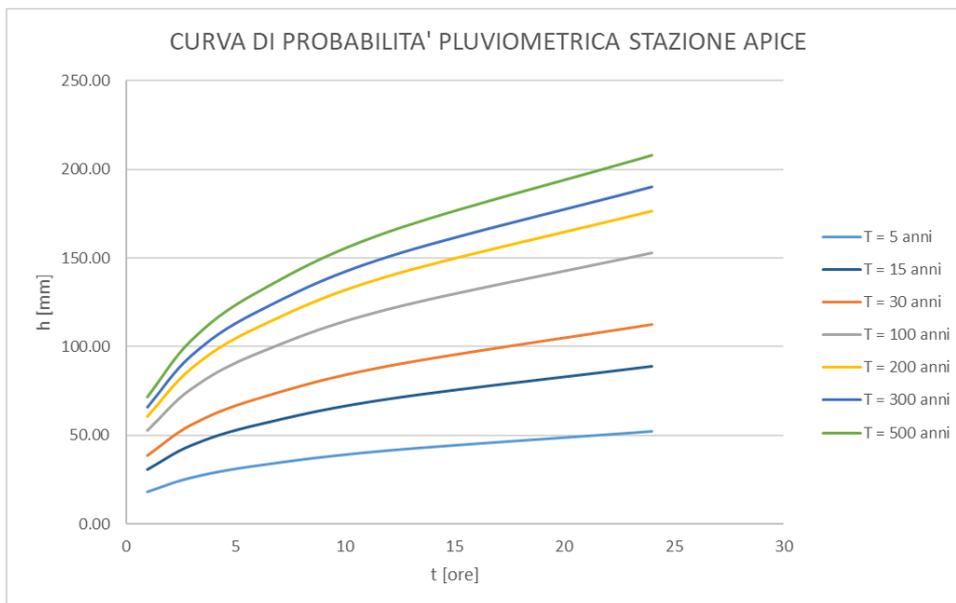
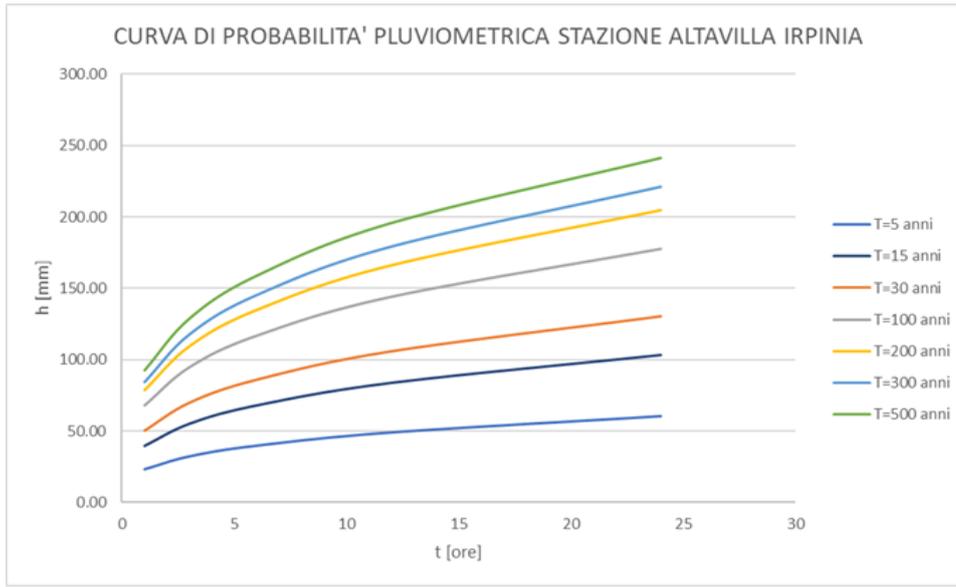
| WBS | TR | a | n |
|------------|-----------|----------|----------|
| RI01 | 100 | 57.9 | 0.46 |
| FV01 | 100 | 57.7 | 0.46 |
| RI02 | 100 | 57.8 | 0.46 |
| VI01 | 100 | 57.6 | 0.46 |
| RI03 | 100 | 57.6 | 0.46 |
| TR02 | 100 | 57.6 | 0.46 |
| GA01 | 100 | - | - |
| GN01 | 100 | - | - |
| GA02 | 100 | - | - |
| TR03 | 100 | 61.7 | 0.48 |
| VI02 | 100 | 62.3 | 0.48 |
| GA03 | 100 | - | - |
| GN02 | 100 | - | - |
| GA04 | 100 | - | - |
| TR04 | 100 | 74.9 | 0.53 |
| VI03 | 100 | 75.9 | 0.54 |
| RI04 | 100 | 76.1 | 0.54 |
| GA05 | 100 | - | - |
| GN03 | 100 | - | - |
| GA06 | 100 | - | - |
| TR05 | 100 | 58.3 | 0.43 |
| VI04 | 100 | 58 | 0.43 |
| RI05 | 100 | 57.3 | 0.44 |
| FV02 | 100 | 57.3 | 0.44 |
| RI06 | 100 | 57.3 | 0.44 |
| NV01 | 25 | 45 | 0.49 |
| RI50 | 25 | 44.4 | 0.49 |
| NV02 | 25 | 45 | 0.49 |
| NV03 | 25 | 44.9 | 0.49 |
| RI51 | 25 | 44.9 | 0.49 |
| NV04 | 25 | 45.8 | 0.49 |
| RI52 | 25 | 45.8 | 0.49 |

| | | | | | | |
|--|---|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio  Soci   | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti   | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF1N | LOTTO 01 E ZZ | CODIFICA RG | DOCUMENTO MD0000 001 | REV. A | FOGLIO 67 di 92 |

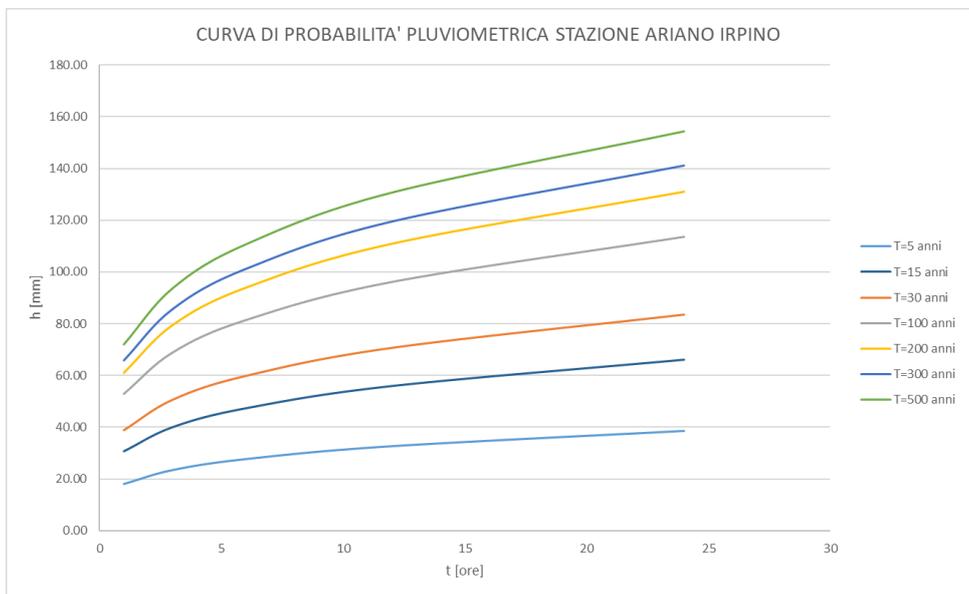
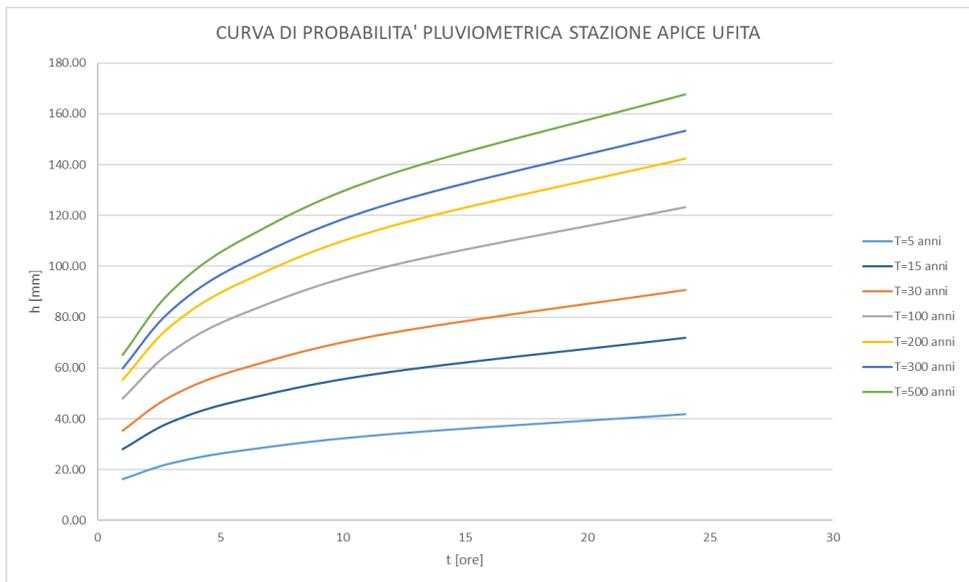
| | | | |
|-------------|----|------|------|
| NV05 | 25 | 47.5 | 0.49 |
| RI53 | 25 | 47.5 | 0.49 |
| NV07 | 25 | 49.9 | 0.5 |
| RI54 | 25 | 49.9 | 0.5 |
| NV08 | 25 | 52.4 | 0.5 |
| RI55 | 25 | 52.4 | 0.5 |
| NV09 | 25 | 54.2 | 0.51 |
| RI56 | 25 | 54.2 | 0.51 |
| NV11 | 25 | 55 | 0.51 |
| RI57 | 25 | 55 | 0.51 |
| NV12 | 25 | 56.1 | 0.51 |
| RI58 | 25 | 56.1 | 0.51 |
| NV13 | 25 | 55.1 | 0.51 |
| RI59 | 25 | 55.1 | 0.51 |
| NV14 | 25 | 49.4 | 0.5 |
| RI60 | 25 | 49.4 | 0.5 |
| NV15 | 25 | 48.5 | 0.5 |
| RI61 | 25 | 48.5 | 0.5 |
| NV16 | 25 | 58.4 | 0.5 |

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 68 di 92 |

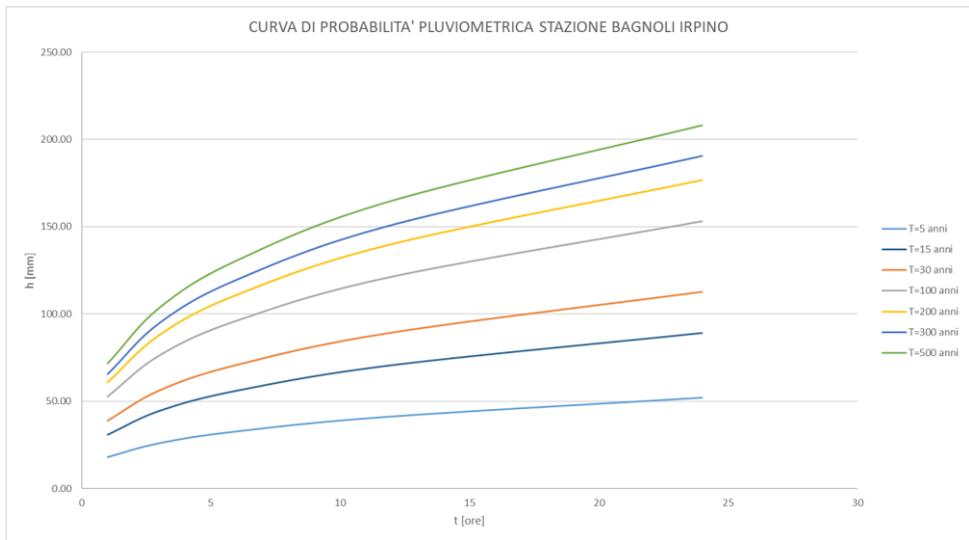
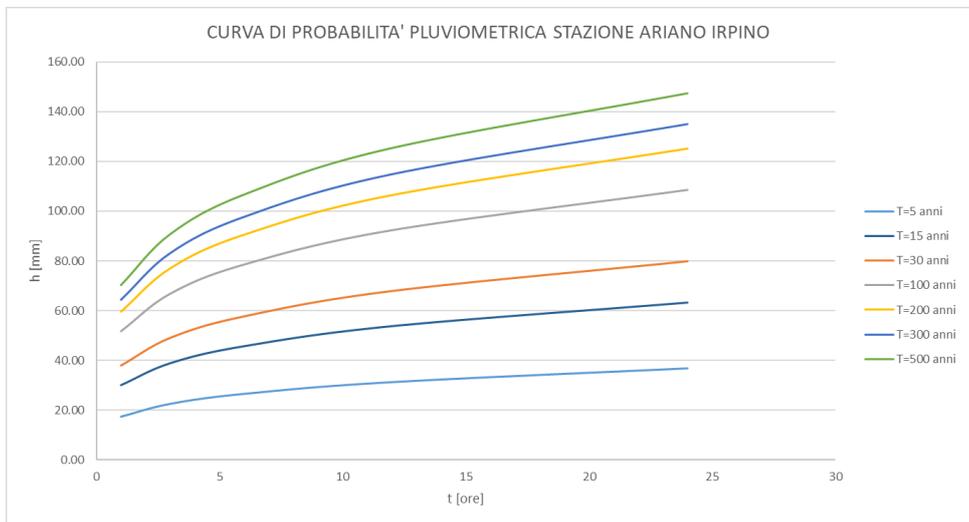
9.4 CURVE CPP PER DURATE MAGGIORI DI 1 ORA



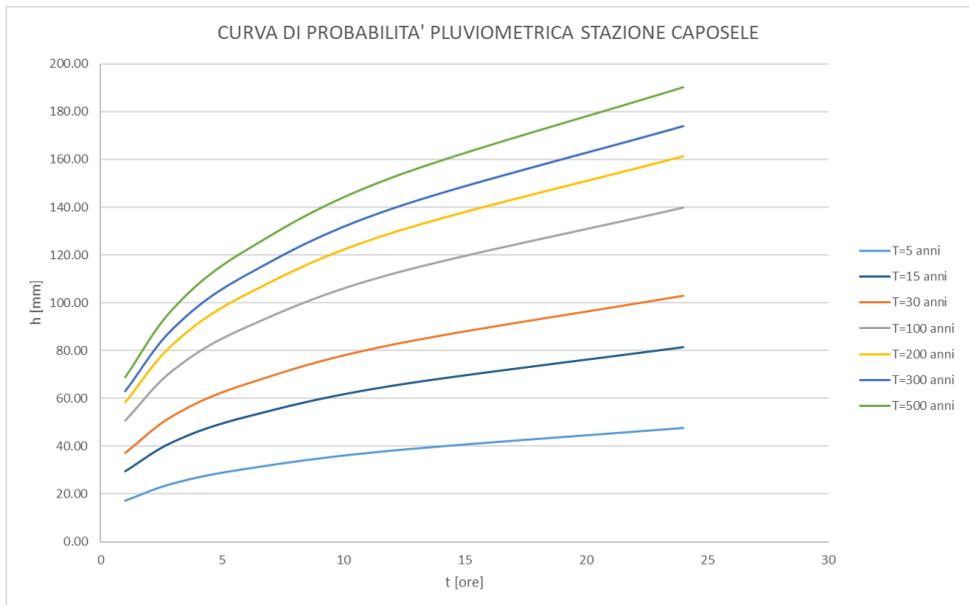
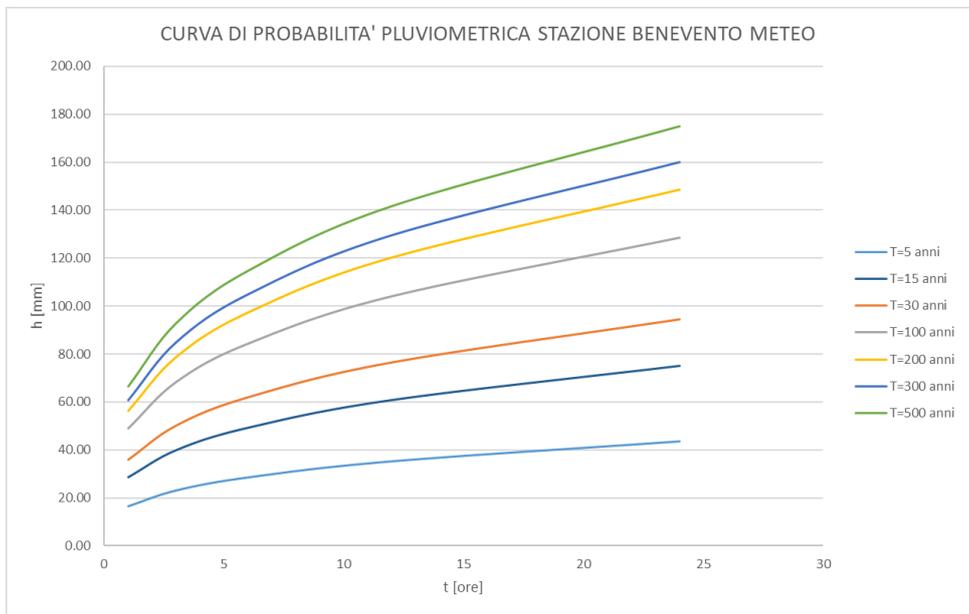
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 69 di 92 |



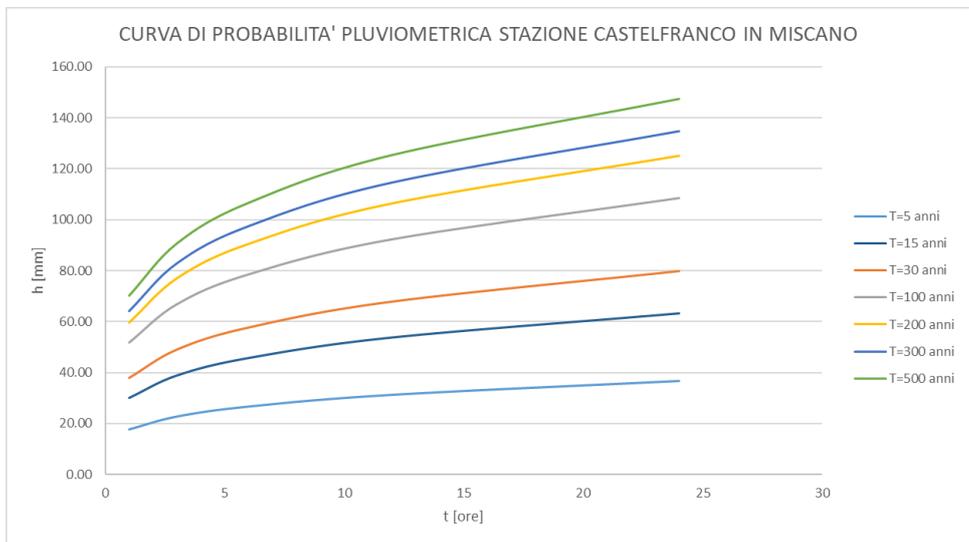
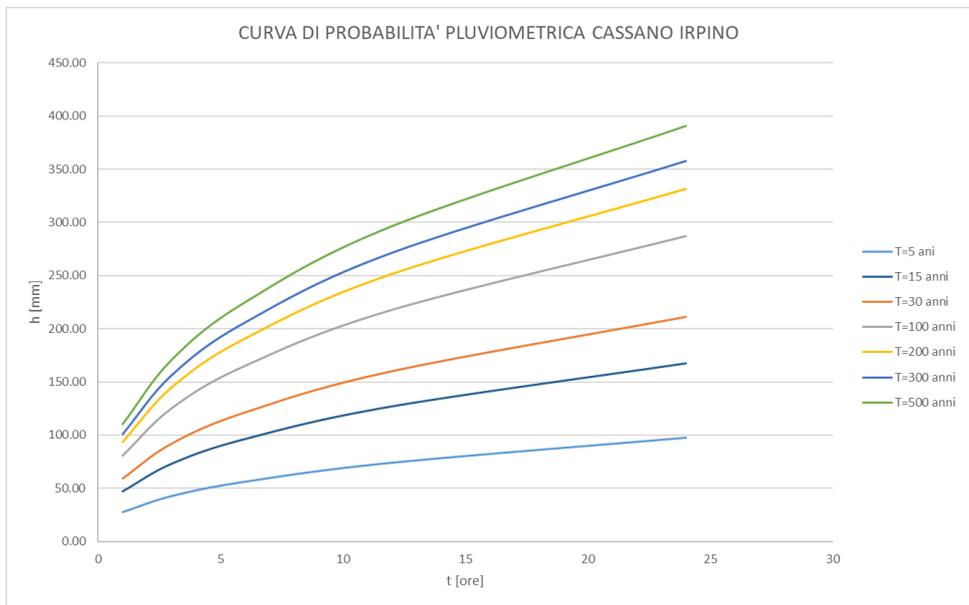
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 70 di 92 |



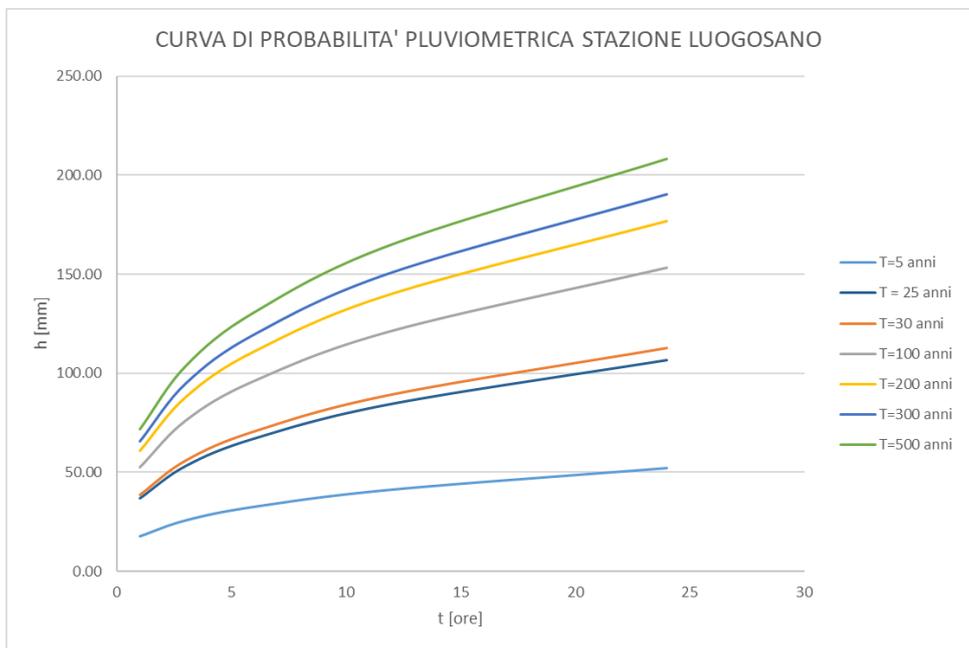
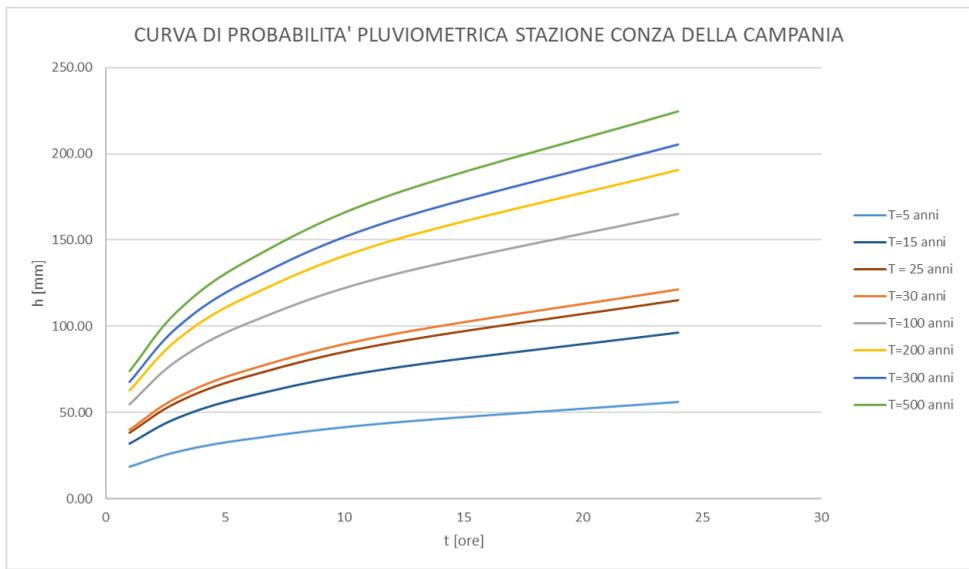
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 71 di 92 |



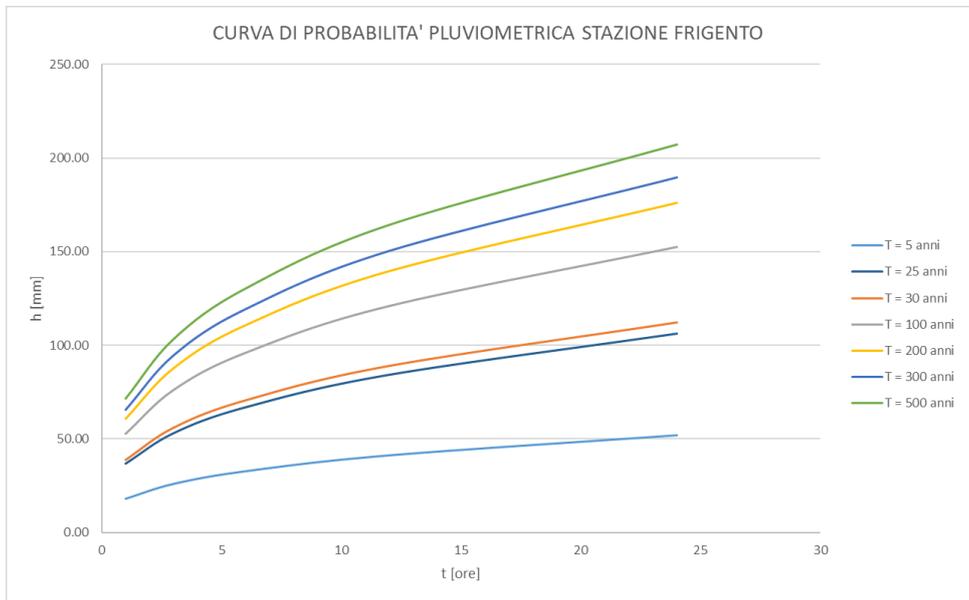
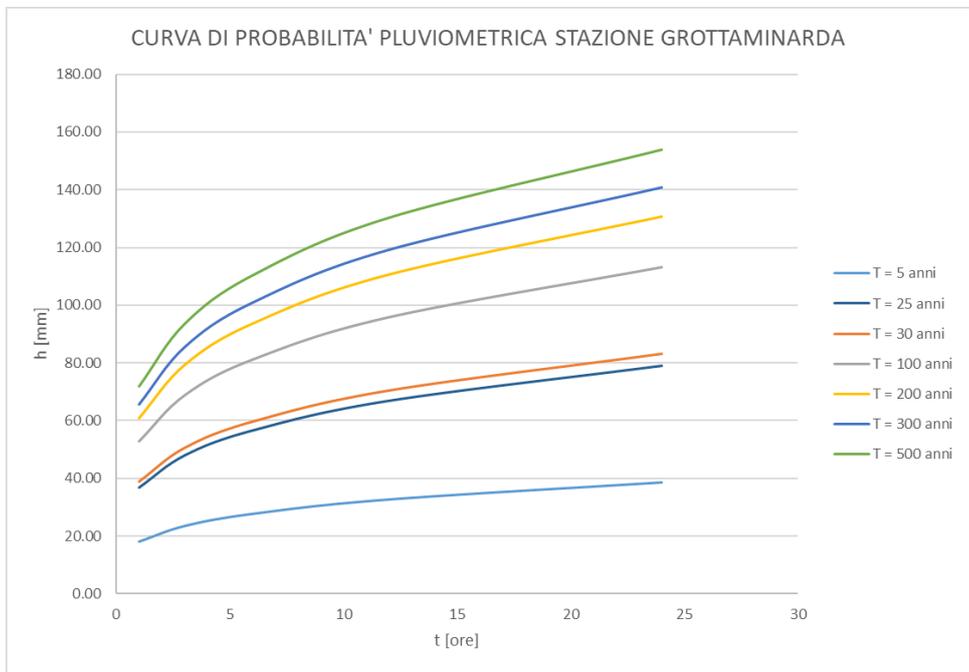
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 72 di 92 |



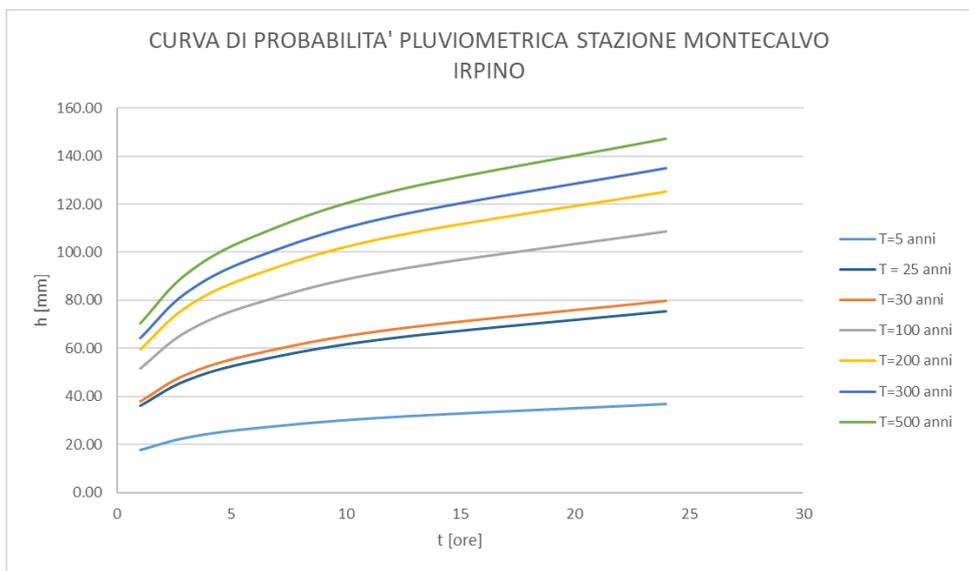
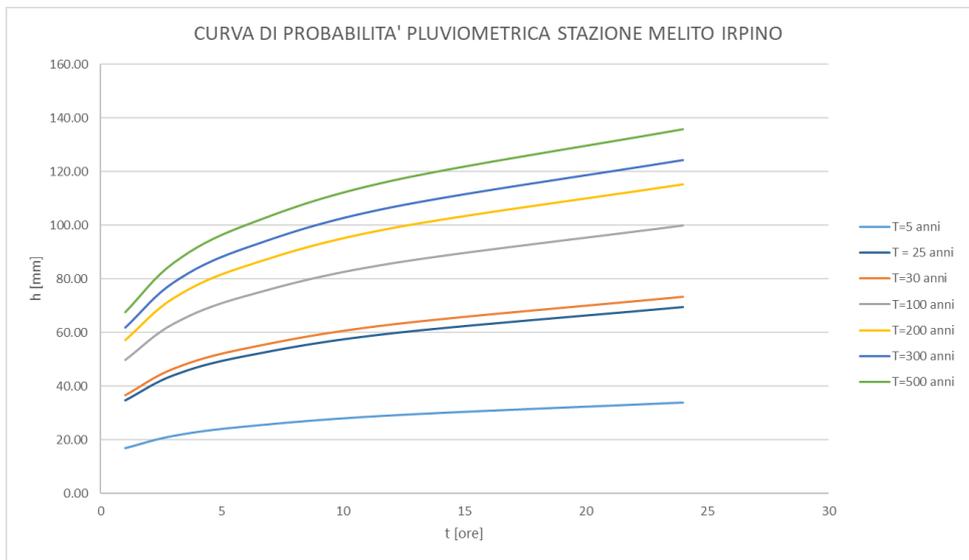
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 73 di 92 |



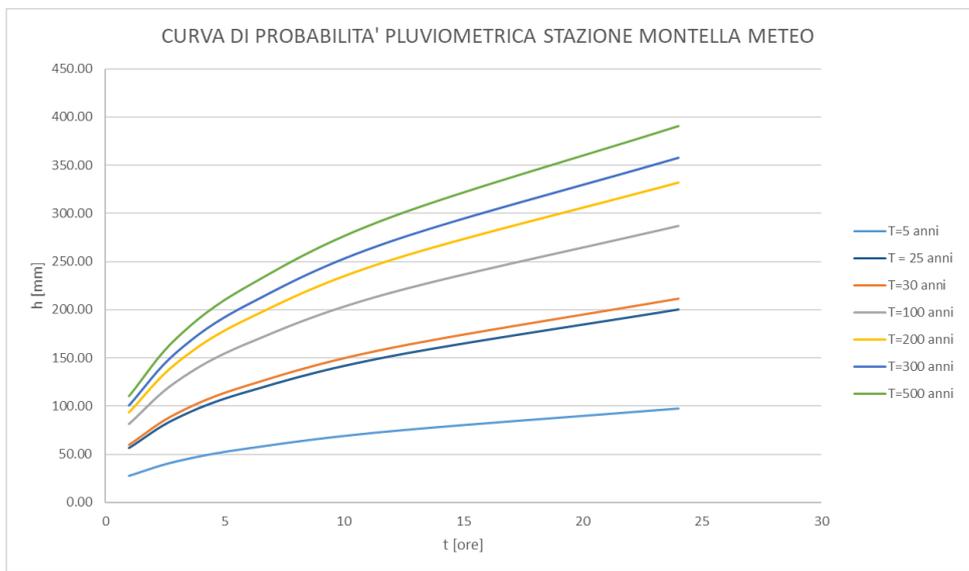
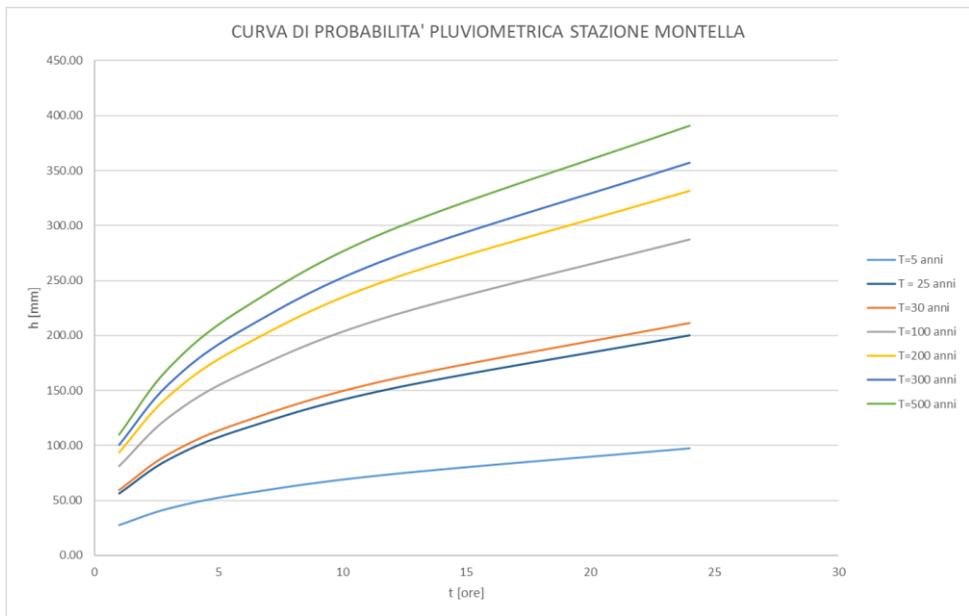
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 74 di 92 |



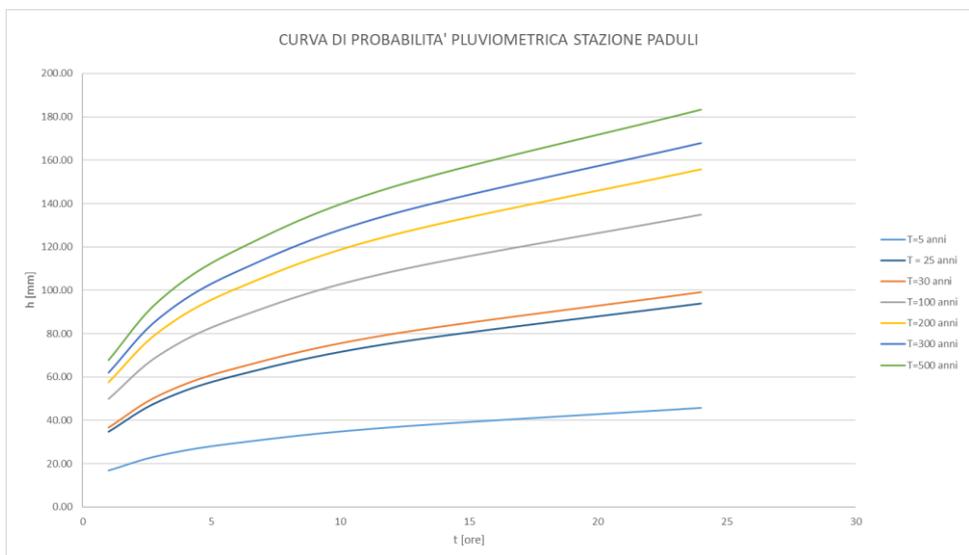
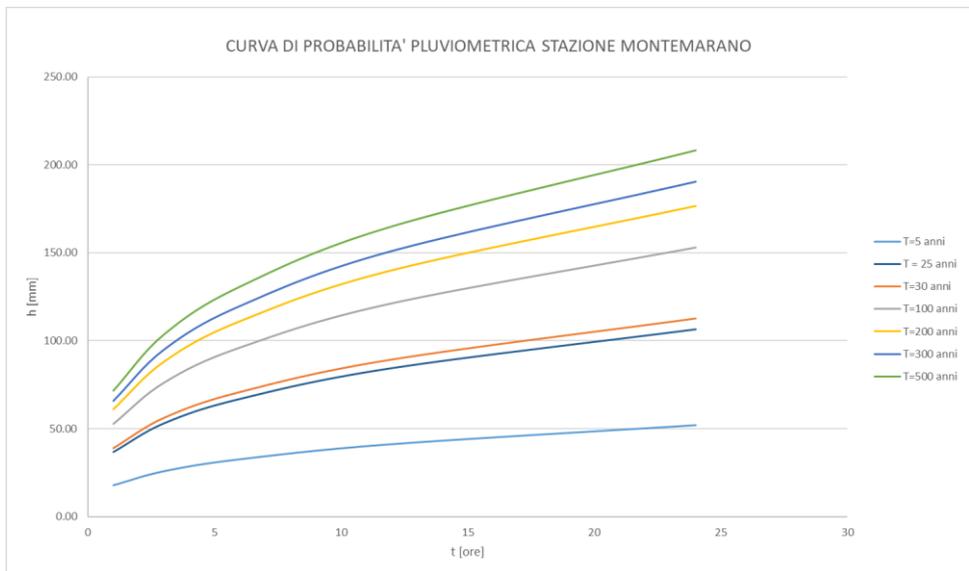
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 75 di 92 |



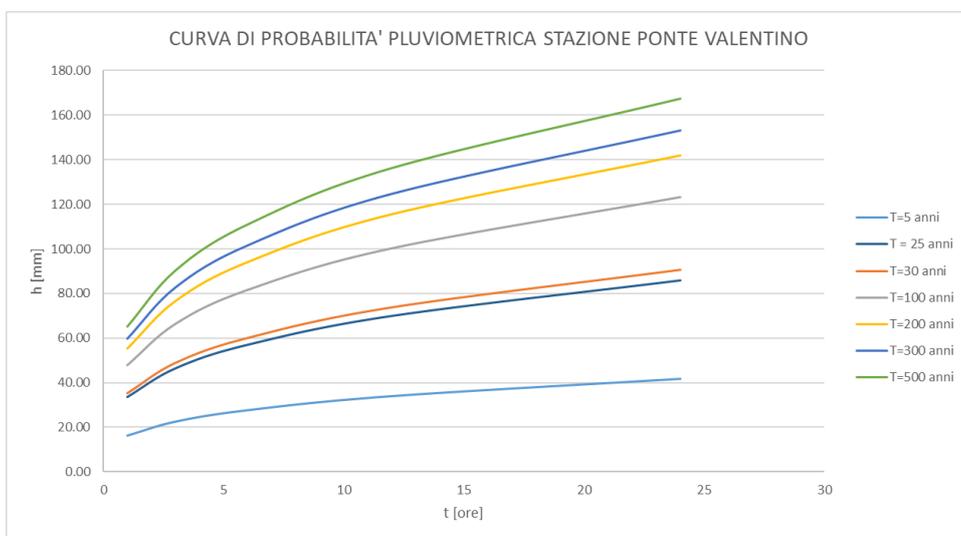
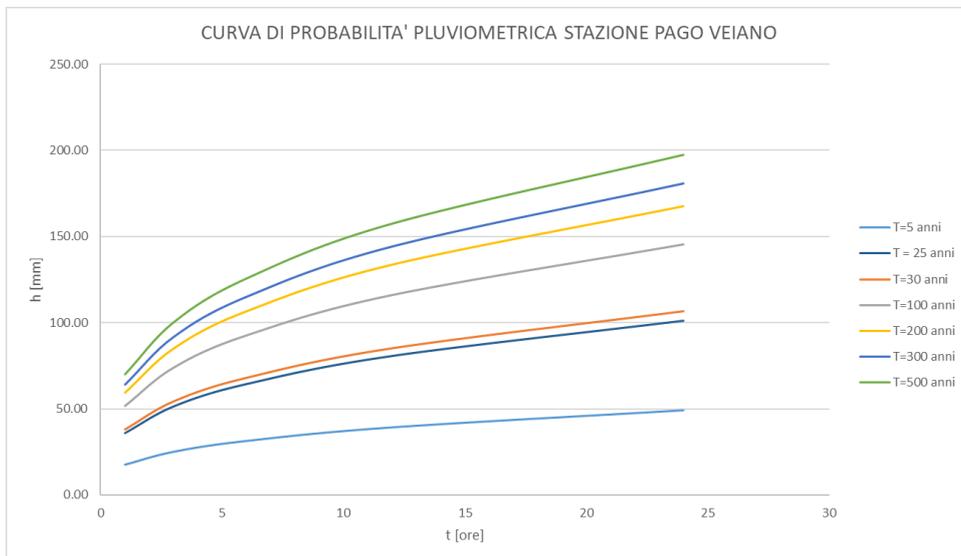
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 76 di 92 |



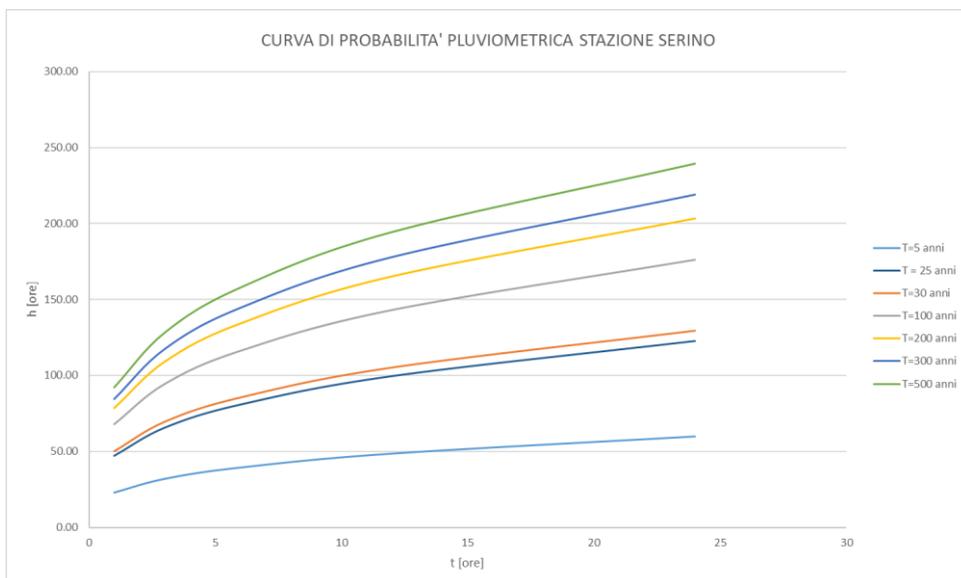
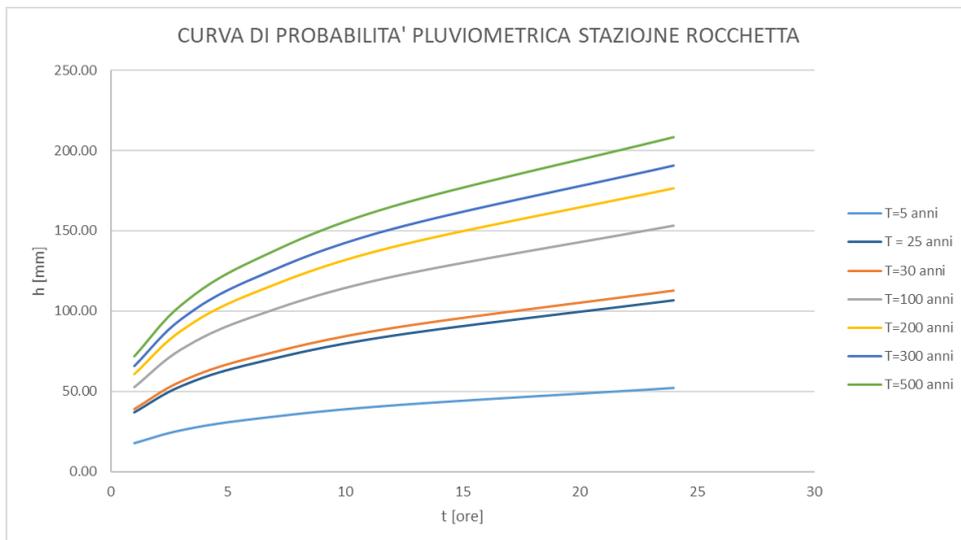
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 77 di 92 |



| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 78 di 92 |

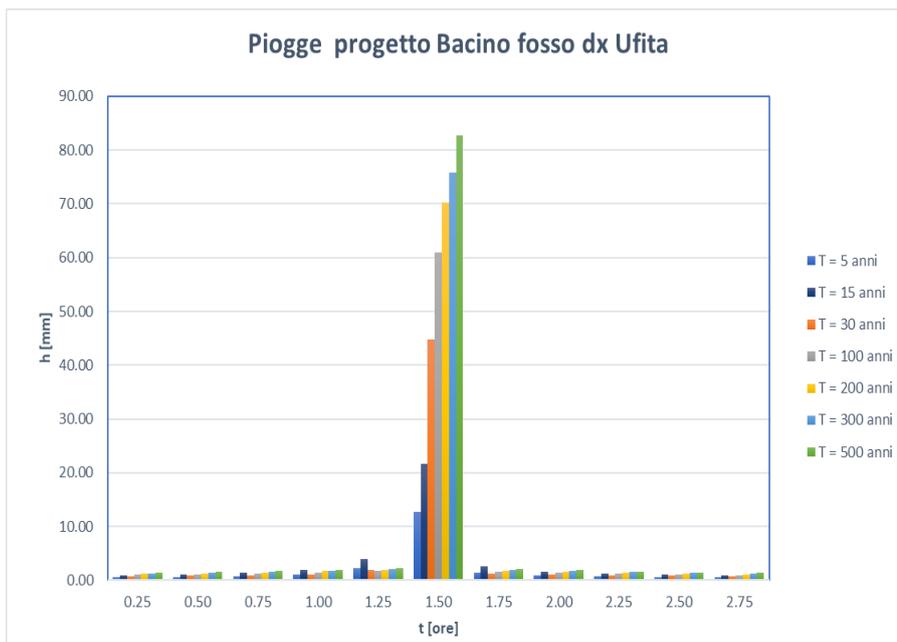
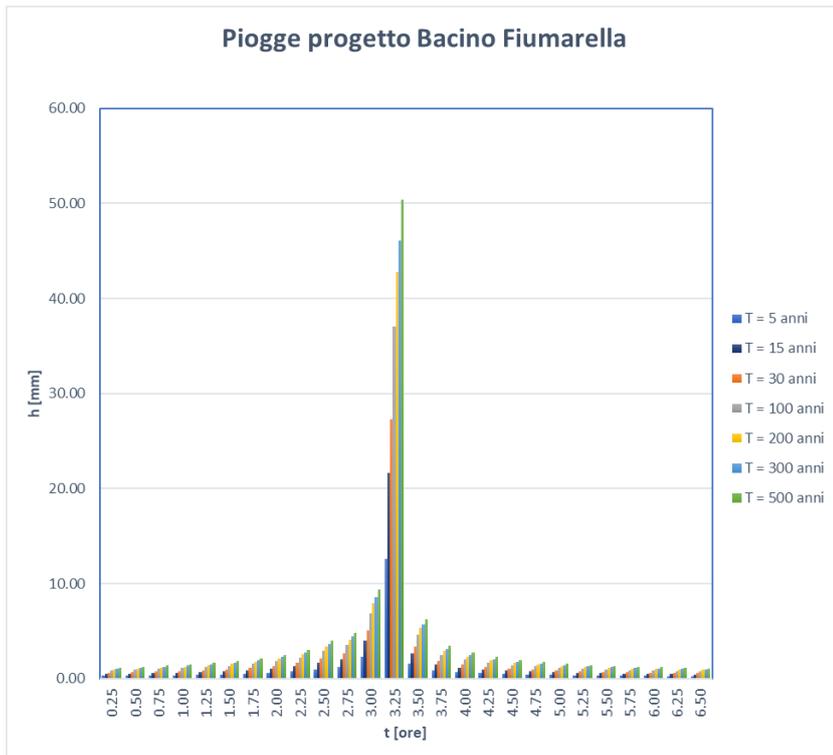


| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 79 di 92 |



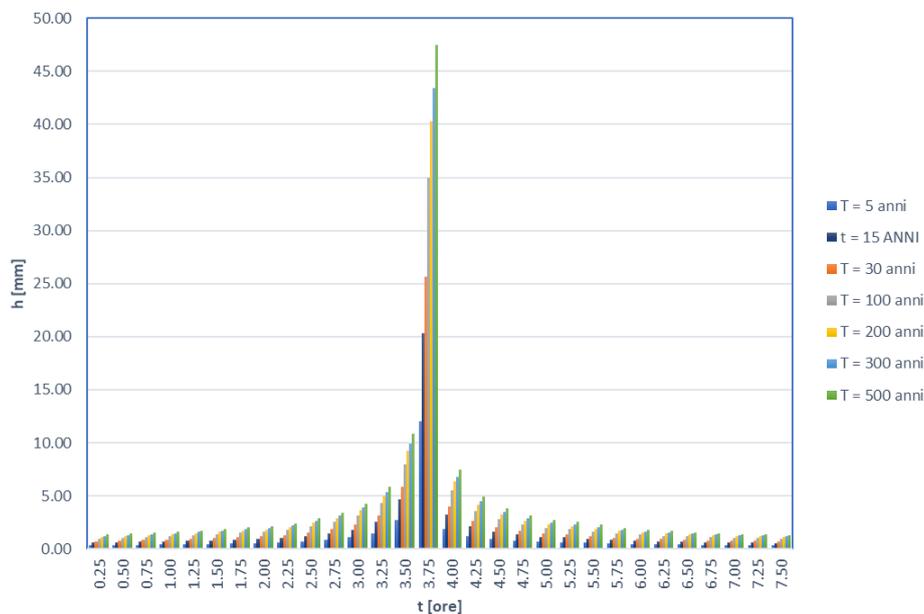
| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 80 di 92 |

9.5 PIOGGE DI PROGETTO – PLUVIOGRAMMI

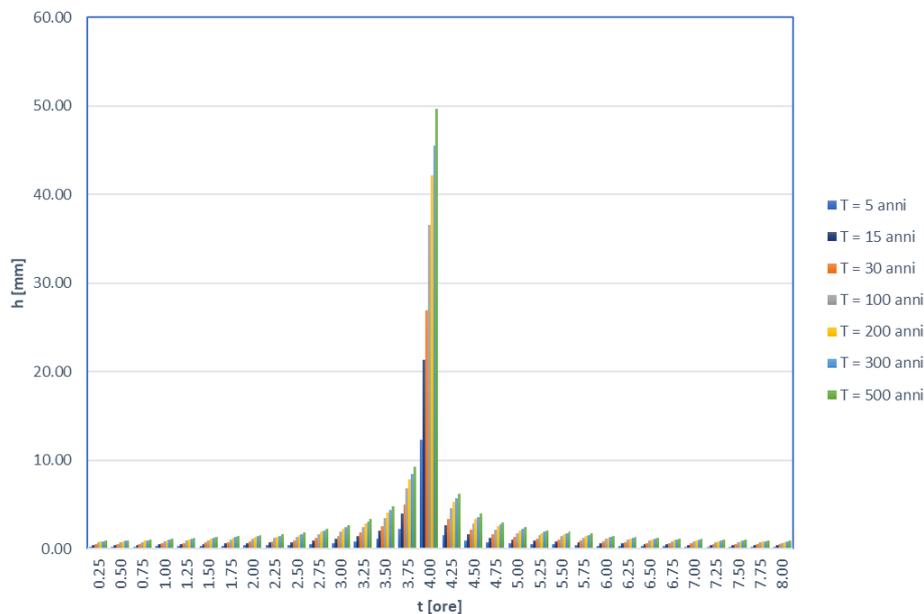


| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 81 di 92 |

Pioggie progetto Bacino Ufita monte

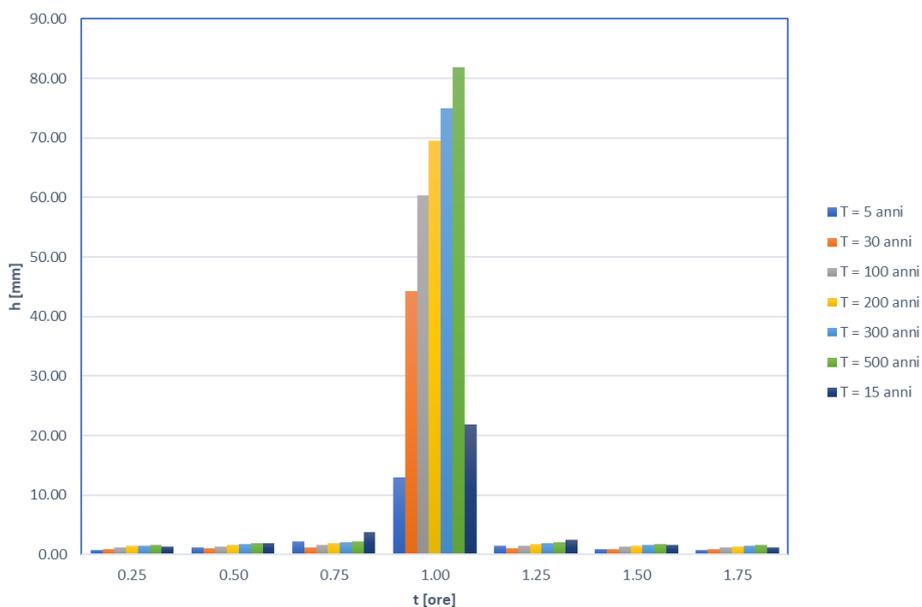


Pioggie progetto Bacino Ufita valle

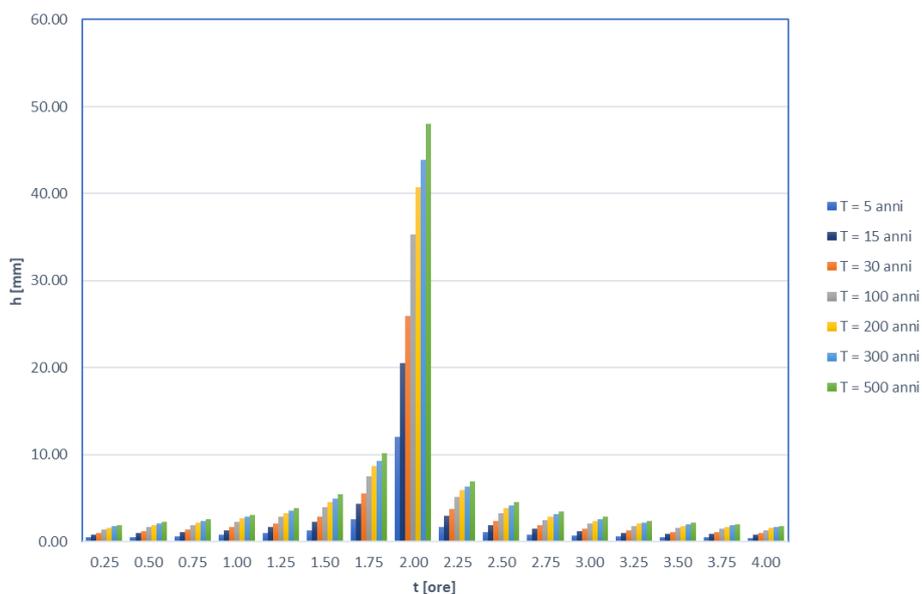


| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 82 di 92 |

Piogge progetto Interbacino VI01-VI02

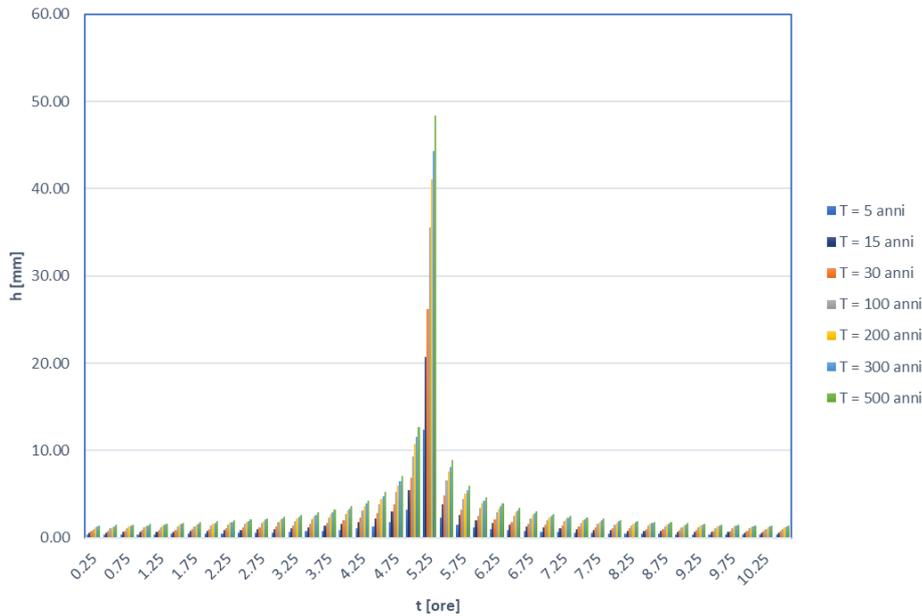


Piogge progetto Interbacino VI02-VI03



| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 83 di 92 |

Piogge progetto Sottobacino Calore



| | | | | | | |
|---|--|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consortio HIRPINIA AV | Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario ROCKSOIL S.P. A | Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 84 di 92 |

9.6 VALORI MASSIMI DI PORTATA BACINI MAGGIORI

| RUN_SIM_T_5 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Hydrologic Element | Drainage Area (KM2) | Peak Discharge (M3/S) | Time of Peak | Volume (MM) |
| Bacino_Fiumarella | 146.24 | 82 | 01ott2019. 07:15 | 11.82 |
| bacino_fosso01_dx_Ufita | 12.94 | 11.3 | 01ott2019. 03:00 | 8.08 |
| Bacino_Ufita_monte | 189.91 | 129.5 | 01ott2019. 08:30 | 16.89 |
| Bacino_Ufita_valle | 322.64 | 173.1 | 01ott2019. 09:00 | 13.98 |
| confluenza_FIUM-UF1 | 336.15 | 204.6 | 01ott2019. 08:00 | 14.68 |
| confluenza_FOSSO-INTER_01-02 | 349.09 | 204.6 | 01ott2019. 08:00 | 14.44 |
| interbacino_VI01-VI02 | 9.22 | 11.2 | 01ott2019. 01:45 | 7.16 |
| interbacino_VI02-VI03 | 37.98 | 27.4 | 01ott2019. 04:30 | 9.88 |
| sez_chiusura_VI02 | 358.31 | 204.4 | 01ott2019. 08:15 | 14.25 |
| sez_chiusura_VI03 | 396.29 | 208 | 01ott2019. 08:30 | 13.83 |
| sottobacino_Calore | 521.52 | 352.8 | 01ott2019. 12:00 | 23.4 |
| tronco_Ufita_01 | 336.15 | 204.4 | 01ott2019. 08:00 | 14.68 |
| tronco_Ufita_02 | 349.09 | 204.4 | 01ott2019. 08:15 | 14.44 |
| tronco_Ufita_03 | 358.31 | 204.5 | 01ott2019. 08:30 | 14.25 |
| tronco_Ufita_04 | 396.29 | 208 | 01ott2019. 09:00 | 13.85 |
| tronco_uscita_Calore | 521.52 | 352.8 | 01ott2019. 12:00 | 23.4 |
| tronco_uscita_Ufita | 718.93 | 381 | 01ott2019. 09:00 | 13.91 |
| uscita_Calore_monte | 521.52 | 352.8 | 01ott2019. 12:00 | 23.4 |
| uscita_sistema | 1240.45 | 657.3 | 01ott2019. 10:15 | 17.9 |
| uscita_Ufita_VI04 | 718.93 | 381.1 | 01ott2019. 09:00 | 13.91 |

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 85 di 92 |

| RUN_SIM_T_30 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Hydrologic Element | Drainage Area (KM2) | Peak Discharge (M3/S) | Time of Peak | Volume (MM) |
| Bacino_Fiumarella | 146.24 | 268.4 | 01ott2019. 07:00 | 38.4 |
| bacino_fosso01_dx_Ufita | 12.94 | 48.7 | 01ott2019. 02:45 | 33.77 |
| Bacino_Ufita_monte | 189.91 | 381 | 01ott2019. 08:15 | 49.44 |
| Bacino_Ufita_valle | 322.64 | 538.9 | 01ott2019. 09:00 | 43.33 |
| confluenza_FIUM-UFI | 336.15 | 626.9 | 01ott2019. 07:45 | 44.64 |
| confluenza_FOSSO-INTER_01-02 | 349.09 | 627.4 | 01ott2019. 07:45 | 44.23 |
| interbacino_VI01-VI02 | 9.22 | 50.9 | 01ott2019. 01:45 | 31.11 |
| interbacino_VI02-VI03 | 37.98 | 92.9 | 01ott2019. 04:15 | 33.2 |
| sez_chiusura_VI02 | 358.31 | 626.9 | 01ott2019. 08:00 | 43.9 |
| sez_chiusura_VI03 | 396.29 | 640.6 | 01ott2019. 08:00 | 42.88 |
| sottobacino_Calore | 521.52 | 998 | 01ott2019. 11:45 | 66.11 |
| tronco_Ufita_01 | 336.15 | 626.6 | 01ott2019. 07:45 | 44.64 |
| tronco_Ufita_02 | 349.09 | 626.9 | 01ott2019. 08:00 | 44.23 |
| tronco_Ufita_03 | 358.31 | 627.2 | 01ott2019. 08:15 | 43.9 |
| tronco_Ufita_04 | 396.29 | 641.3 | 01ott2019. 08:30 | 42.9 |
| tronco_uscita_Calore | 521.52 | 997.8 | 01ott2019. 11:45 | 66.11 |
| tronco_uscita_Ufita | 718.93 | 1176.7 | 01ott2019. 08:45 | 43.09 |
| uscita_Calore_monte | 521.52 | 998 | 01ott2019. 11:45 | 66.11 |
| uscita_sistema | 1240.45 | 1931.5 | 01ott2019. 09:45 | 52.77 |
| uscita_Ufita_VI04 | 718.93 | 1176.9 | 01ott2019. 08:45 | 43.09 |

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 86 di 92 |

| RUN_SIM_T_100 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Hydrologic Element | Drainage Area (KM2) | Peak Discharge (M3/S) | Time of Peak | Volume (MM) |
| Bacino_Fiumarella | 146.24 | 406.7 | 01ott2019. 07:00 | 58.1 |
| bacino_fosso01_dx_Ufita | 12.94 | 72.4 | 01ott2019. 02:45 | 49.95 |
| Bacino_Ufita_monte | 189.91 | 563.5 | 01ott2019. 08:15 | 73.13 |
| Bacino_Ufita_valle | 322.64 | 801.3 | 01ott2019. 08:45 | 64.46 |
| confluenza_FIUM-UFI | 336.15 | 936.4 | 01ott2019. 07:45 | 66.59 |
| confluenza_FOSSO-INTER_01-02 | 349.09 | 937.4 | 01ott2019. 07:45 | 65.98 |
| interbacino_VI01-VI02 | 9.22 | 77.4 | 01ott2019. 01:45 | 47.22 |
| interbacino_VI02-VI03 | 37.98 | 142.8 | 01ott2019. 04:15 | 50.92 |
| sez_chiusura_VI02 | 358.31 | 937 | 01ott2019. 08:00 | 65.49 |
| sez_chiusura_VI03 | 396.29 | 959.2 | 01ott2019. 08:00 | 64.1 |
| sottobacino_Calore | 521.52 | 1466.6 | 01ott2019. 11:45 | 97.27 |
| tronco_Ufita_01 | 336.15 | 936.2 | 01ott2019. 07:45 | 66.59 |
| tronco_Ufita_02 | 349.09 | 937 | 01ott2019. 08:00 | 65.98 |
| tronco_Ufita_03 | 358.31 | 936.6 | 01ott2019. 08:15 | 65.5 |
| tronco_Ufita_04 | 396.29 | 958.9 | 01ott2019. 08:15 | 64.13 |
| tronco_uscita_Calore | 521.52 | 1466.4 | 01ott2019. 11:45 | 97.27 |
| tronco_uscita_Ufita | 718.93 | 1752.5 | 01ott2019. 08:45 | 64.28 |
| uscita_Calore_monte | 521.52 | 1466.6 | 01ott2019. 11:45 | 97.27 |
| uscita_sistema | 1240.45 | 2858.2 | 01ott2019. 09:45 | 78.15 |
| uscita_Ufita_VI04 | 718.93 | 1752.5 | 01ott2019. 08:45 | 64.28 |

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 87 di 92 |

| RUN_SIM_T_200 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Hydrologic Element | Drainage Area (KM2) | Peak Discharge (M3/S) | Time of Peak | Volume (MM) |
| Bacino_Fiumarella | 146.24 | 489.3 | 01ott2019. 07:00 | 69.87 |
| bacino_fosso01_dx_Ufita | 12.94 | 87.5 | 01ott2019. 02:45 | 60.29 |
| Bacino_Ufita_monte | 189.91 | 671.4 | 01ott2019. 08:15 | 87.15 |
| Bacino_Ufita_valle | 322.64 | 957.2 | 01ott2019. 08:45 | 77.01 |
| confluenza_FIUM-UFI | 336.15 | 1119.9 | 01ott2019. 07:45 | 79.64 |
| confluenza_FOSSO-INTER_01-02 | 349.09 | 1121.3 | 01ott2019. 07:45 | 78.92 |
| interbacino_VI01-VI02 | 9.22 | 93.2 | 01ott2019. 01:45 | 56.86 |
| interbacino_VI02-VI03 | 37.98 | 172.7 | 01ott2019. 04:15 | 61.52 |
| sez_chiusura_VI02 | 358.31 | 1121 | 01ott2019. 08:00 | 78.35 |
| sez_chiusura_VI03 | 396.29 | 1148.3 | 01ott2019. 08:00 | 76.75 |
| sottobacino_Calore | 521.52 | 1741.4 | 01ott2019. 11:45 | 115.59 |
| tronco_Ufita_01 | 336.15 | 1119.8 | 01ott2019. 07:45 | 79.64 |
| tronco_Ufita_02 | 349.09 | 1121 | 01ott2019. 08:00 | 78.92 |
| tronco_Ufita_03 | 358.31 | 1120.3 | 01ott2019. 08:00 | 78.36 |
| tronco_Ufita_04 | 396.29 | 1148.6 | 01ott2019. 08:15 | 76.77 |
| tronco_uscita_Calore | 521.52 | 1741.2 | 01ott2019. 11:45 | 115.59 |
| tronco_uscita_Ufita | 718.93 | 2094.1 | 01ott2019. 08:30 | 76.88 |
| uscita_Calore_monte | 521.52 | 1741.4 | 01ott2019. 11:45 | 115.59 |
| uscita_sistema | 1240.45 | 3404.6 | 01ott2019. 09:45 | 93.15 |
| uscita_Ufita_VI04 | 718.93 | 2094.8 | 01ott2019. 08:30 | 76.88 |

| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV | <u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P. A | <u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 88 di 92 |

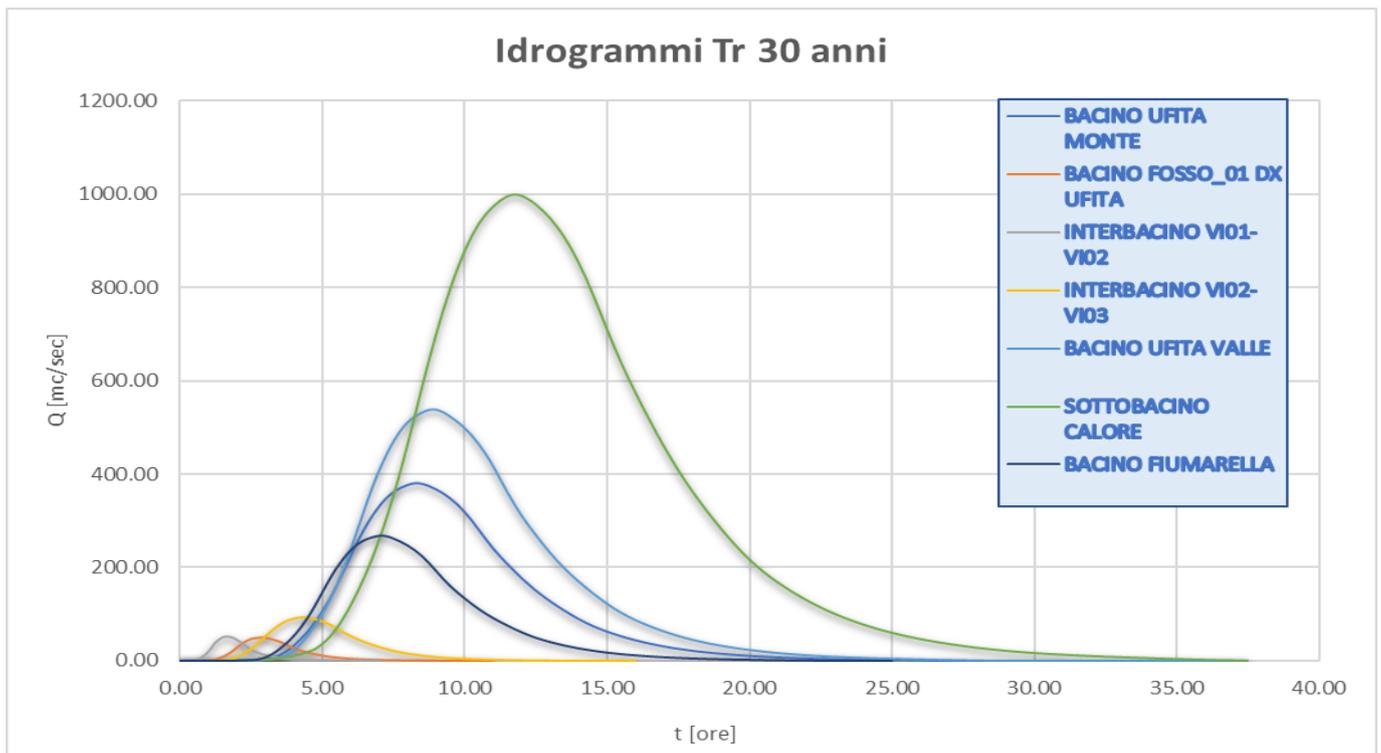
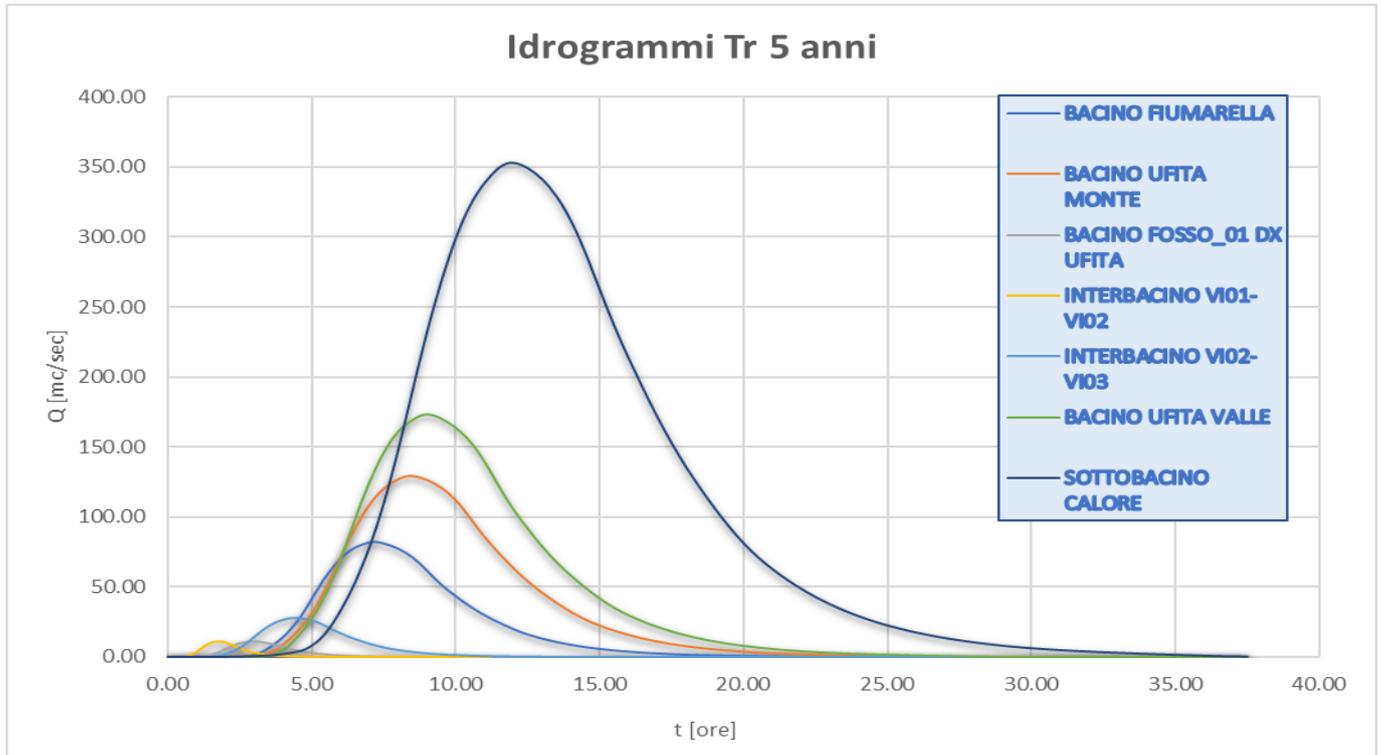
| RUN_SIM_T_300 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Hydrologic Element | Drainage Area (KM2) | Peak Discharge (M3/S) | Time of Peak | Volume (MM) |
| Bacino_Fiumarella | 146.24 | 537.7 | 01ott2019. 07:00 | 76.79 |
| bacino_fosso01_dx_Ufita | 12.94 | 96.4 | 01ott2019. 02:45 | 66.39 |
| Bacino_Ufita_monte | 189.91 | 734.6 | 01ott2019. 08:15 | 95.39 |
| Bacino_Ufita_valle | 322.64 | 1049 | 01ott2019. 08:45 | 84.39 |
| confluenza_FIUM-UFI | 336.15 | 1227.6 | 01ott2019. 07:45 | 87.3 |
| confluenza_FOSSO-INTER_01-02 | 349.09 | 1229.2 | 01ott2019. 07:45 | 86.52 |
| interbacino_VI01-VI02 | 9.22 | 102.5 | 01ott2019. 01:45 | 62.53 |
| interbacino_VI02-VI03 | 37.98 | 190.4 | 01ott2019. 04:15 | 67.81 |
| sez_chiusura_VI02 | 358.31 | 1229 | 01ott2019. 08:00 | 85.9 |
| sez_chiusura_VI03 | 396.29 | 1259.3 | 01ott2019. 08:00 | 84.18 |
| sottobacino_Calore | 521.52 | 1903.8 | 01ott2019. 11:45 | 126.45 |
| tronco_Ufita_01 | 336.15 | 1227.6 | 01ott2019. 07:45 | 87.3 |
| tronco_Ufita_02 | 349.09 | 1229 | 01ott2019. 08:00 | 86.52 |
| tronco_Ufita_03 | 358.31 | 1228.6 | 01ott2019. 08:00 | 85.91 |
| tronco_Ufita_04 | 396.29 | 1259.8 | 01ott2019. 08:15 | 84.2 |
| tronco_uscita_Calore | 521.52 | 1903.6 | 01ott2019. 11:45 | 126.45 |
| tronco_uscita_Ufita | 718.93 | 2295.5 | 01ott2019. 08:30 | 84.29 |
| uscita_Calore_monte | 521.52 | 1903.8 | 01ott2019. 11:45 | 126.45 |
| uscita_sistema | 1240.45 | 3726.2 | 01ott2019. 09:45 | 102.01 |
| uscita_Ufita_VI04 | 718.93 | 2296.2 | 01ott2019. 08:30 | 84.29 |

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 89 di 92 |

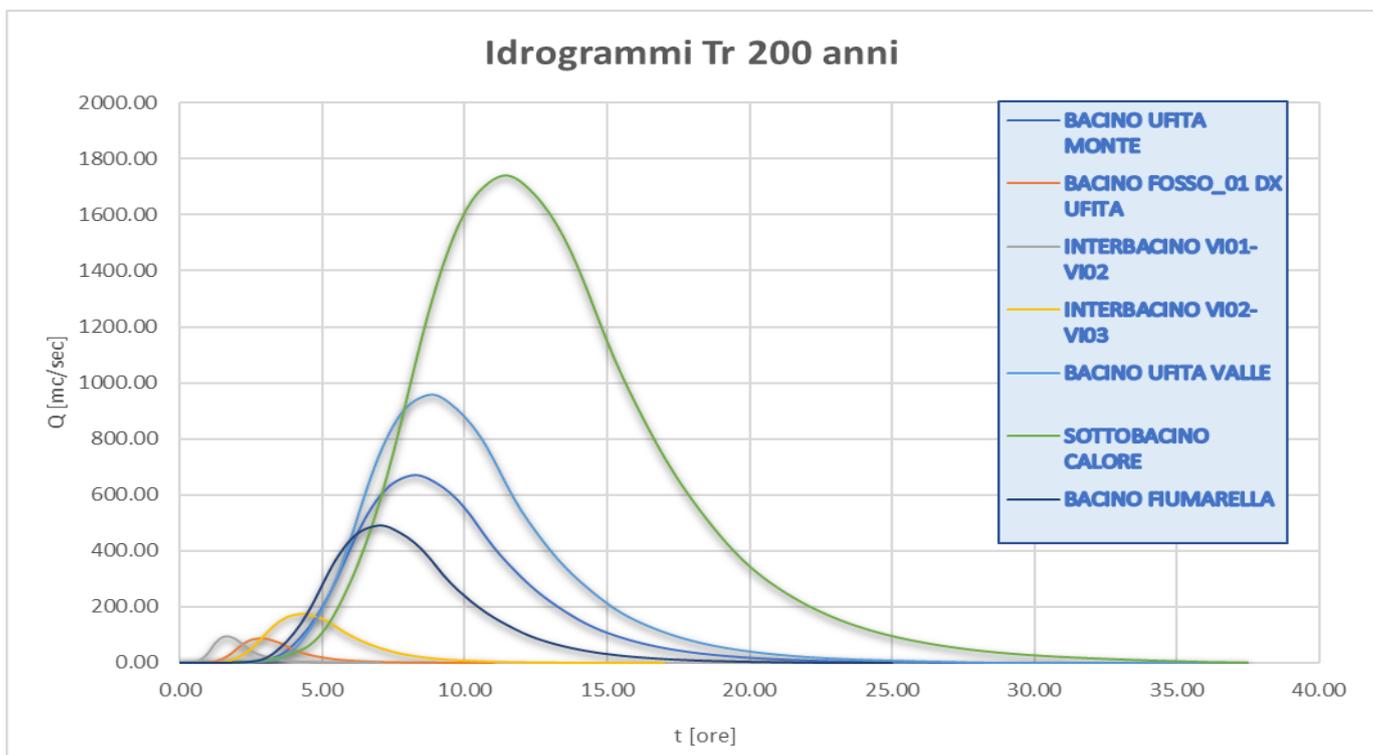
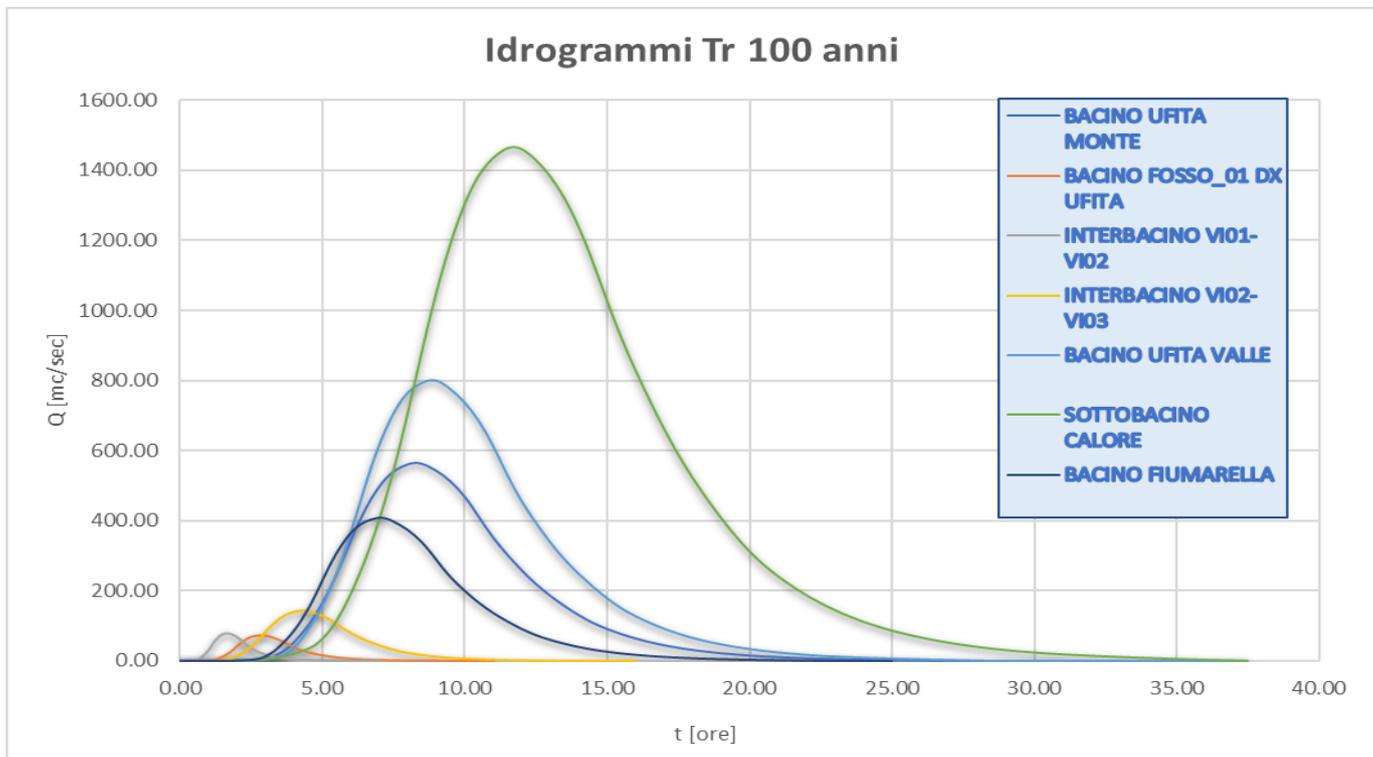
| RUN_SIM_T_500 | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Hydrologic Element | Drainage Area (KM2) | Peak Discharge (M3/S) | Time of Peak | Volume (MM) |
| Bacino_Fiumarella | 146.24 | 600.9 | 01ott2019. 07:00 | 85.82 |
| bacino_fosso01_dx_Ufita | 12.94 | 107.9 | 01ott2019. 02:45 | 74.27 |
| Bacino_Ufita_monte | 189.91 | 816.1 | 01ott2019. 08:15 | 106.02 |
| Bacino_Ufita_valle | 322.64 | 1166.6 | 01ott2019. 08:45 | 93.89 |
| confluenza_FIUM-UFI | 336.15 | 1367.4 | 01ott2019. 07:30 | 97.23 |
| confluenza_FOSSO-INTER_01-02 | 349.09 | 1369 | 01ott2019. 07:45 | 96.38 |
| interbacino_VI01-VI02 | 9.22 | 114.6 | 01ott2019. 01:45 | 69.9 |
| interbacino_VI02-VI03 | 37.98 | 213.2 | 01ott2019. 04:15 | 75.92 |
| sez_chiusura_VI02 | 358.31 | 1368.8 | 01ott2019. 08:00 | 95.7 |
| sez_chiusura_VI03 | 396.29 | 1403.1 | 01ott2019. 08:00 | 93.81 |
| sottobacino_Calore | 521.52 | 2111 | 01ott2019. 11:45 | 140.32 |
| tronco_Ufita_01 | 336.15 | 1367.1 | 01ott2019. 07:45 | 97.23 |
| tronco_Ufita_02 | 349.09 | 1368.8 | 01ott2019. 08:00 | 96.38 |
| tronco_Ufita_03 | 358.31 | 1368.8 | 01ott2019. 08:00 | 95.71 |
| tronco_Ufita_04 | 396.29 | 1403.8 | 01ott2019. 08:15 | 93.85 |
| tronco_uscita_Calore | 521.52 | 2110.8 | 01ott2019. 11:45 | 140.32 |
| tronco_uscita_Ufita | 718.93 | 2555 | 01ott2019. 08:30 | 93.87 |
| uscita_Calore_monte | 521.52 | 2111 | 01ott2019. 11:45 | 140.32 |
| uscita_sistema | 1240.45 | 4139.3 | 01ott2019. 09:45 | 113.4 |
| uscita_Ufita_VI04 | 718.93 | 2555.6 | 01ott2019. 08:30 | 93.87 |

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 90 di 92 |

9.7 IDROGRAMMI DI PIENA BACINI MAGGIORI



| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 91 di 92 |



| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P. A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P. A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ RI | DOCUMENTO ID0001 000 | REV. B | FOGLIO 92 di 92 |

