

Dott. Geol. UBALDO GUASTINI Via Marche, 76 - 58100 GROSSETO tel. 0564 / 453423
Cod. Fisc. GST BLD 50B11 G716E - Part. I.V.A. n° 01168170536
e-mail: uguastini@alice.it uguastini@gmail.com uguastini@arubapec.it



COMUNE DI CASTEL DEL PIANO
Provincia di Grosseto

**PIANO DI RECUPERO DELL'AREA DELL'EX STABILIMENTO PER L'ESTRAZIONE
DELL'ACIDO TANNICO IN VIA DEI MILLE A CASTEL DEL PIANO E CONTESTUALE
VARIANTE PUNTUALE DI INTEGRAZIONE AL REGOLAMENTO URBANISTICO**

INDAGINE GEOLOGICO TECNICA DI SUPPORTO



Il Tecnico Incaricato
(Dott. Geol. Ubaldo Guastini)



Grosseto, marzo 2014

SOMMARIO

PREMESSA	4
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
1. DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI VARIANTE	5
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	5
3. METODOLOGIA D'INDAGINE	6
4. ANALISI E APPROFONDIMENTI	6
4.1 Assetto morfologico	6
4.2 Situazione geologica e stratigrafica	7
4.3 Approfondimenti del quadro conoscitivo per la valutazione degli aspetti idrogeologici	8
4.4 Approfondimenti del quadro conoscitivo per la valutazione degli aspetti idraulici	9
5. VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO	10
5.1. Indagini sismiche di microtremore a stazione singola (H.V.S.R.): Cenni teorici sulla metodologia utilizzata	10
5.2 Strumentazione utilizzata	11
5.3 Acquisizione del segnale sismico	11
5.4 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M1	11
5.5 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M2	13
5.6 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M3	13
5.7 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M4	14
5.8 Conclusioni indagine sismica (HVSR)	15
6. VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ	15
6.1 Pericolosità geologica	16
6.2 Pericolosità idraulica	16
6.3 Pericolosità sismica locale	17
7. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ	17
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	19

ALLEGATI

- Tav. 1**
- quadro A** **Corografia:** Stralcio della Carta Topografica d'Italia F°129 Sez. IV dell'IGMI scala 1:25.000;
- “ **B** **Carta Tecnica Regionale:** scala 1:10.000;
- “ **C** **Inquadramento di dettaglio** scala 1:2.000;
- “ **D** **Carta geologica** scala 1:2.000;
- “ **E** **Carta geomorfologica** scala 1:2.000;
- “ **F** **Carta idrogeologica (permeabilità)** scala 1:2.000;
- “ **G** **Carta litotecnica e dei dati di base** scala 1:2.000;
- “ **H** **Carta della Vulnerabilità della falda (estratto P.R.G.)** scala 1:2.000;
- “ **I** **Carta della Tutela del Territorio (Estratto PAI)** scala 1:2.000;
- “ **L** **Carta della pericolosità geologica (estratto P.R.G.)** scala 1:2.000;
- “ **M** **Carta della pericolosità idraulica (estratto P.R.G.)** scala 1:2.000;
- Tav. 2**
- quadro N** **Carta della pericolosità geologica (DPGR 53/R),** scala 1:2.000;
- “ **O** **Carta della pericolosità idraulica (DPGR 53/R),** scala 1:2.000;
- “ **P** **Carta della microzonazione omogenee in prospettiva sismica (MOPS),** scala 1:2.000;
- “ **Q** **Carta della pericolosità sismica (DPGR 53/R),** 1:2.000;
- “ **R** **Carta della fattibilità,** scala 1:2.000.

○ **APPENDICE A Indagine sismica**

Stazione microtremore M1:

Allegati 1.1-1.2-1.3

Stazione microtremore M2:

Allegati 2.1-2.2-2.3

Stazione microtremore M3:

Allegati 3.1-3.2-3.3

Stazione microtremore M4:

Allegati 4.1-4.2-4.3

○ **APPENDICE B Studio idrologico-idraulico**

PIANO DI RECUPERO DELL'AREA DELL'EX STABILIMENTO PER L'ESTRAZIONE DELL'ACIDO TANNICO IN VIA DEI MILLE A CASTEL DEL PIANO E CONTESTUALE VARIANTE PUNTUALE DI INTEGRAZIONE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

INDAGINE GEOLOGICO TECNICA DI SUPPORTO

PREMESSA

L'indagine geologico – tecnica, di seguito esposta, è stata condotta su di un'area, sita in Via dei Mille n. 20 all'interno del centro abitato di Castel del Piano, in cui è previsto un piano di recupero e contestuale variante puntuale al *Regolamento Urbanistico* vigente, finalizzati alla riqualificazione dell'area che, attualmente, ospita alcuni edifici utilizzati a servizio di un'attività di betonaggio e trattamento inerti e che, storicamente, era stata destinata ad un impianto di trattamento per l'estrazione dell'acido tannico.

Lo studio è stato redatto in conformità a quanto previsto dal *D.P.G.R. n°53/R del 25/10/2011 "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche"*.

Quest'ultimo è articolato, dapprima, sulla raccolta della documentazione relativa al quadro conoscitivo esistente e proveniente, in particolare, dal Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.), dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto (P.T.C.), dal Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Ombrone (P.A.I.), e dal Piano Strutturale del Regolamento Urbanistico del Comune di Castel del Piano.

Successivamente, si è proceduto alle analisi ed agli approfondimenti necessari ad acquisire conoscenze più specifiche inerenti gli aspetti geologici, geomorfologici, idraulici e sismici dell'area di variante e di un intorno significativo.

Una particolare attenzione è stata posta sia nella valutazione del "rischio idraulico", facendo riferimento al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) di cui alla Deliberazione del Consiglio Regionale (D.C.R.) n°12/2005, che alla valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico. Sono stati eseguiti, infatti, studi di dettaglio riportati nel paragrafo 5 e nell'Appendice A per quanto riguarda gli aspetti sismici e nell'Appendice B per gli aspetti idraulici (cfr. Appendice A e B e § 5).

Partendo, quindi, dall'analisi degli aspetti tematici sopra richiamati, sono state formulate valutazioni di pericolosità del territorio e situazioni di "rischio" per gli interventi proposti.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'indagine è stata redatta in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa di seguito riassunta:

- ❑ Decreto del Presidente della Giunta Regionale n°53/R del 25/10/2011 *“Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche”*;
- ❑ D.M. 14/09/2005 *“Norme tecniche per le costruzioni”*;
- ❑ L.R. 03/01/2005 n°1 *“Norme per il governo del territorio”*;
- ❑ Delibera del Consiglio Provinciale del 07/04/1999 n° 30 (P.T.C. della Provincia di Grosseto);
- ❑ Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) - Deliberazione del Consiglio Regionale n°12 del 25/01/2000;
- ❑ Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Deliberazione del Consiglio Regionale n°12/2005.

1. DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI PIANO DI RECUPERO E CONTESTUALE VARIANTE AL R.U.

L'area oggetto di piano di recupero e contestuale variante al R.U. è ubicata nel centro dell'abitato di Castel del Piano, in Via dei Mille n. 20; detta area, con perimetro pseudo quadrangolare, si sviluppa su di una superficie completamente pianeggiante di circa 1,45 *ha* e ad una quota media di circa 615 m slm. Lungo tutto il tratto nord-occidentale l'area è delimitata dalla stessa *Via dei Mille* e da *Via Campo Grande* in direzione sud.

Sull'area sono presenti alcuni edifici di non recente realizzazione, attualmente utilizzati in parte a servizio di un'attività di betonaggio e trattamento inerti, che, data la localizzazione all'interno del centro abitato, crea significative criticità logistiche, funzionali ed ambientali.

Nella Carta Topografica d'Italia, realizzata dall'Istituto Geografico Militare (IGMI), l'area in oggetto è individuabile nel Foglio n° 129 Sezione IV; un ampio stralcio della suddetta cartografia è stato riportato nel quadro A di Tavola 1 (*cfr. Tav. 1 quadro A*). Nel quadro B della stessa Tavola 1, l'area è stata evidenziata su base cartografica C.T.R. (scala 1:10.000). Per una visione di maggior dettaglio, è stata riportata, nel quadro C della stessa Tavola 1, l'ubicazione dell'area su planimetria in scala 1:2.000 (*cfr. Tav. 1 quadro C*).

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La proposta progettuale di che trattasi ha come obiettivo principale quello di rifunzionalizzare il comparto edilizio presente realizzando un insediamento misto con destinazione commerciale, terziario direzionale e residenziale in ottemperanza a quanto dettato dal P.S. con recupero della ciminiera esistente, demolizione e ricostruzione dell'edificio ex Tannino.

Il Piano di Recupero e la contestuale Variante al R.U. prevedono i seguenti interventi:

- o Recupero e riconversione del patrimonio edilizio ed economico ivi presente; tale obiettivo è perseguibile superando l'originaria vocazione monofunzionale dell'area e costruendo un

modello coordinato ed innovativo di offerta commerciale e di commistione di funzioni, capace di rigenerare la centralità dell'abitato nell'organizzazione e nello sviluppo della città;

- o Rinnovo e riqualificazione dello spazio dei fabbricati e del tessuto sociale attuale, al fine di ridare vita ad un'area in forte degrado con una risistemazione funzionale e razionale dei fabbricati e dello loro funzioni, con nuovi spazi aggregativi;
- o Adeguamento dell'attuale sistema viario e della sosta per incentivare la mobilità alternativa e per completare e riorganizzare la viabilità limitrofa all'area di recupero, attraverso a selezione dei flussi di traffico lungo Via dei Mille e Via Campo Grande;
- o Potenziamento dei parcheggi pubblici e pertinenziali nell'area e favorire la realizzazione di una rete di percorsi pedonali e ciclabili connessi alla nuova sistemazione.

3. METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo scopo dell'indagine è quello di fornire valutazioni geologico-tecniche sulle condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche attribuendo le stesse a classi di fattibilità. Il lavoro è stato articolato nel modo seguente:

1. Raccolta dei dati esistenti per un intorno significativo all'area d'intervento e sintesi delle conoscenze. In particolare sono stati esaminati il Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.), il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto (P.T.C.), il Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Ombrone (P.A.I.), il Piano Strutturale ed il Regolamento Urbanistico del Comune di Castel del Piano.
2. Approfondimento ed analisi degli aspetti geologici, geomorfologici, e idraulici che hanno portato alla redazione delle relative carte tematiche in scala 1:2.000; a quest'ultime sono stati aggiunti i tematismi relativi agli aspetti litotecnici, cliviometrici, idrogeologici, del rischio idraulico e sismico.
3. Valutazione della pericolosità e della criticità con particolare riferimento, per l'area d'interesse, agli aspetti geomorfologici, idraulici e sismici. I criteri guida per l'individuazione delle "*classi di pericolosità*" sono riferiti, in particolar modo, alle forme ed ai processi morfoevolutivi in atto, ai fenomeni di rischio idraulico ed idrogeologico ed alle caratteristiche tecniche dei terreni nei primi metri di profondità dal piano di campagna.
4. Definizione delle condizioni di fattibilità della previsione urbanistica in funzione delle pericolosità riscontrate.

4. ANALISI E APPROFONDIMENTI

4.1 Assetto morfologico

L'area in esame è situata all'interno dell'abitato di Castel del Piano; tutto l'agglomerato urbano è ubicato lungo il versante nord occidentale della Montagnola (q. 1571 slm) e di Poggio Pinzi (q. 1.155 m slm) e si estende, in direzione circa W – E, lungo un versante delimitato dal fosso dei Cani nel lato settentrionale e nord - orientale e dal fosso della Ventrà e dal Torrente Ente nel lato occidentale e nord –occidentale. L'abitato si sviluppa da quota 635 m slm (zona centro storico) fino alla quota di 690 m

slm (zona Borgata Ciaccine), con un minimo nella zona Gallinaccio, all'ingresso occidentale del paese (q. 590 m slm).

In particolare, l'area di interesse è ubicata ad una quota di circa 615 m s.l.m. in un contesto morfologico pianeggiante, non interessato da fenomeni di dissesto geomorfologico potenziali o in atto con i quali possa interferire l'intervento stesso.

La situazione morfologica dell'area è stata riportata in dettaglio nella *Carta geomorfologica* di cui alla Tavola 1 (cfr. *Tav. 1 quadro E - Carta geomorfologica*). Come si può osservare, l'area in esame è contraddistinta da forti rimodellamenti antropici frutto delle passate attività artigianali/industriali; non a caso, infatti, si rileva la presenza di un esteso deposito antropico modellato a formare alcune scarpate di altezza limitata. In un inquadramento più generale, l'area in studio si colloca su una falda detritica in contatto con le formazioni trachitiche che costituiscono il substrato roccioso del centro urbano di Castel del Piano.

Nella *Tavola 1 quadro E*, sopra richiamata, sono state evidenziate le caratteristiche geomorfologiche peculiari del territorio riconducibili a:

- forme processi e depositi gravitativi di versante;
- forme processi e depositi per acque correnti superficiali;
- forme, processi e depositi antropici;
- Idrografia superficiale.

4.2 Situazione geologica e stratigrafica

Allo scopo di caratterizzare la situazione stratigrafica dei litotipi presenti, e, nello stesso tempo, di descrivere le caratteristiche litologiche più salienti, è stato eseguito un rilevamento geologico di dettaglio esteso ad un'area sufficientemente vasta. I risultati di tale rilevamento sono stati riportati nella carta geologica di cui alla Tavola 1 (cfr. *Tav. 1 quadro D - Carta geologica*).

Nell'ambito dell'area d'interesse la successione stratigrafica risulta, pertanto costituita da:

- ***Depositi antropici;***
- ***Detriti di falda;***
- ***Formazione di Quaranta (QRT).***

I ***depositi antropici***, sono localizzati in corrispondenza dell'area di interesse e sono il frutto delle passate attività industriali/artigianali susseguitesì nell'area a partire dalla sua edificazione.

I ***detriti di falda*** sono costituiti da falde di detrito, talus detritici, coni di detrito coalescenti, anche a grossi blocchi ubicati, prevalentemente, al piede delle pareti rocciose. Detta coltre detritica è il frutto dell'alterazione della formazione trachitica sottostante.

La ***Formazione di Quaranta (QRT)*** è composta da colate laviche clastogeniche e colate laviche a blocchi di composizione trachitica derivate dal collasso di un mega duomo endogeno. A Castel del Piano tale formazione risulta caratterizzata da porzioni alterate, più o meno fratturate, e da porzioni litoidi scarsamente alterate a struttura massiva.

Riassumendo, sotto l'aspetto geologico e litologico, i terreni d'imposta degli interventi futuri sono rappresentati da un' unità vulcanica, a composizione prevalentemente trachitica, caratterizzata da

porzioni alterate più o meno fratturate e da porzioni litoidi scarsamente alterate a struttura massiva. Al di sopra, è presente una coltre di alterazione dello stesso litotipo dello spessore di circa 2 – 3 m, composta da una matrice sabbiosa più o meno argillosa nella quale sono immersi frammenti litici e blocchi litoidi di dimensioni variabili.

Inoltre, considerando che l'intervento in questione si colloca in Zona sismica 3; l'intero progetto dovrà essere definito, in sede esecutiva, sulla base della normativa sismica recentemente emanata ed, in particolare, sia sotto l'aspetto geognostico, nel rispetto della normativa regionale (Regolamento 36/R del 2009), sia sotto l'aspetto geotecnico – costruttivo, nel rispetto delle NTC 2008.

Tuttavia, a prescindere dalle verifiche sismiche sopra ricordate, si è proceduto, in questa sede, alla valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico effettuando la micro zonizzazione sismica dell'area condotta secondo le specifiche tecniche di cui all'O.P.C.M. n° 3907/2010.

Per quanto descritto nel paragrafo precedente, si conferma la stabilità nei confronti delle forme di dissesto, anche se, a supporto dei singoli interventi esecutivi, risulta comunque necessario, predisporre, preventivamente, una campagna geognostica articolata su sondaggi meccanici e prove geotecniche e/o geomeccaniche finalizzate alla definizione del relativo modello geotecnico.

Detta indagine verrà completata da una campagna geoelettrica finalizzata a verificare sia lo sviluppo areale che verticale dei litotipi sopra richiamati anche allo scopo di evidenziare la presenza di materiali a grana fine caratterizzati da una diversa consistenza (ad es: farina fossile). In tal modo sarà possibile definire, con la dovuta affidabilità, la tipologia ed il dimensionamento delle fondazioni al fine di scongiurare criticità legate alle componenti del suolo.

4.3 Approfondimenti del quadro conoscitivo per la valutazione degli aspetti idrogeologici

Per la definizione degli elementi relativi alla valutazione degli aspetti idrogeologici (punto 2.1-B.6 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R), sono state utilizzate le precedenti indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. ed al R.U; in particolare, si riporta in Tav.1 quadro H l'estratto della carta della vulnerabilità che classifica l'area in classe 4 vulnerabilità elevata.

Il presente studio si è fatto carico di approfondire le condizioni idrogeologiche dell'area producendo una carta idrogeologica della permeabilità (*cf. Tav.1, quadro F*). L'assetto idrogeologico dell'area è legato alla presenza di rocce vulcaniche del Monte Amiata che, come è noto, sono caratterizzate da una bassa permeabilità primaria (per porosità) e da una permeabilità secondaria medio – alta (per fratturazione).

Ne consegue un elevato coefficiente d'infiltrazione delle acque, come testimoniano le sorgenti di trabocco presenti in corrispondenza del contatto tra gli affioramenti vulcanici ed il sottostante Complesso Alloctono caratterizzato da una bassa permeabilità (aquiclude).

In corrispondenza dell'area, non si hanno notizie puntuali circa la presenza di falde, ma dalla interpretazione della cartografia predisposta da Calamai et alii (1970), si ritiene verosimile ipotizzare la presenza di una falda freatica caratterizzata da un livello piezometrico localizzato ad una quota di circa 15 – 18 m dal piano di campagna, che defluisce in direzione circa E_W.

E' molto probabile che nei riguardi di tale falda l'intervento non rappresenti criticità in ragione del previsto collettamento delle acque scure e delle acque chiare nella fognatura comunale. La realizzazione di aree a verde, inoltre, potrà favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno mantenendo una sorta di alimentazione della falda sopra descritta.

Al momento della realizzazione della campagna geognostica, prevista in occasione dei singoli interventi esecutivi, sarà comunque possibile valutare la qualità delle acque di falda e controllare l'eventuale interferenza antropica che, tuttavia, dovrebbe risultare del tutto assente e/o di bassissima rilevanza. Inoltre, a seguito dell'acquisizione dell'autorizzazione dell'Ente delegato in materia idraulica, è stata prevista la realizzazione di pozzi che consentiranno i prelievi idrici necessari all'irrigazione del verde; il fabbisogno per uso umano verrà, invece, assicurato dalla rete acquedottistica comunale.

Elaborando i dati ottenuti è stato possibile, in conformità a quanto stabilito dal punto 3.4 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R, definire i condizionamenti e le prescrizioni tese a contenere i possibili rischi d'inquinamento. Detti condizionamenti e le prescrizioni di carattere idrogeologico sulla fattibilità degli interventi sono specificati nel paragrafo 7 del presente elaborato.

4.4 Approfondimenti del quadro conoscitivo per la valutazione degli aspetti idraulici

L'area in esame ricade nell'ambito del bacino imbrifero del fosso Munistaldo, tributario del fiume Ente e parte integrante del bacino del fiume Ombrone.

Per quanto riguarda la qualità delle acque, sebbene non siano disponibili dati analitici relativi ai principali indici utili alla definizione dello stato ecologico del corso d'acqua, così come previsto dal D. Lgs. 152/06, non si ritiene sussistano motivi di criticità particolarmente rilevanti sia per il collettamento del sistema fognario profondo all'impianto di depurazione, sia per l'alimentazione continua del fosso da parte della sorgente del Munistaldo, ubicata ad una quota di circa 660 m s.l.m. e caratterizzata da un'ottima qualità delle acque.

L'intervento in progetto prevede il collettamento delle acque superficiali nella fognatura comunale delle acque chiare e, quindi, l'interazione dello stesso intervento nei riguardi delle acque superficiali sarà praticamente nullo.

Per quanto concerne l'aspetto idrologico e idraulico del fosso, si è proceduto, nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente, allo studio di dettaglio finalizzato a verificare la presenza di aree soggette a rischio di esondazione in relazione ad eventi con tempi di ritorno (T_r) previsti dalla normativa vigente. Detta verifica ha evidenziato la sicurezza idraulica dell'area per eventi con tempi di ritorno di 20, 30 e 200 anni (*cfr. Appendice B Relazione idraulica*).

I risultati ottenuti, riportati nel dettaglio nella relazione idrologico - idraulica all'uopo predisposta e allegata alla presente in Appendice B, hanno consentito la definizione di una carta della Pericolosità idraulica che, integrata con quella relativa alla Pericolosità geologica e sismica ed agli interventi di progetto, ha permesso di definire la Carta di Fattibilità del progetto di che trattasi.

Durante la fase di studio dell'area e la predisposizione della relativa documentazione è stato possibile accertare che l'area in esame ricade, ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone (P.A.I.), in un generico "Dominio geomorfologico idraulico forestale" (*cfr. Tav. 1, quadro I*).

5. VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

5.1. Indagini sismiche di microtremore a stazione singola (H.V.S.R.): Cenni teorici sulla metodologia utilizzata

A supporto del presente studio geologico-tecnico è stata condotta un'indagine di sismica passiva (H.V.S.R.). La tecnica della registrazione del rumore di fondo o microtremore è basata sulla acquisizione di un segnale sismico relativo ad onde prodotte da eventi non noti, che, naturalmente o artificialmente, si verificano nell'ambiente circostante. Generalmente, gli eventi artificiali registrati (principalmente traffico veicolare e attività industriali) sono quelli che avvengono a breve distanza dal punto di registrazione, mentre le onde provenienti da distanze elevate (anche migliaia di chilometri) sono il frutto di eventi naturali (terremoti, onde del mare, tempeste, ecc).

Il rumore ambientale è costituito da varie tipologie di onde (cfr. fig. 1). Fra queste, le onde superficiali (Rayleigh e Love) ricoprono un ruolo fondamentale nella definizione del segnale di fondo. La registrazione di onde sismiche comporta l'acquisizione di segnali con frequenze molto variabili. Le onde generate ad elevate distanze saranno registrate su frequenze basse, mentre quelle prodotte a distanze ravvicinate saranno registrate su frequenze medio - alte. Ciò è legato alla dispersività nel sottosuolo delle onde sismiche. Onde con elevata frequenza e bassa lunghezza d'onda viaggeranno a minore distanza perché maggiormente attenuate dai mezzi attraversati.

Viceversa, onde con bassa frequenza ed elevata lunghezza d'onda percorrono tragitti elevati in virtù della loro minore attenuazione. Affinché si abbia una registrazione di segnale sismico significativa per lo studio delle caratteristiche fisico-meccaniche del sottosuolo, anche a profondità di alcune decine o addirittura centinaia di metri, è necessario eseguire misure con frequenze di registrazione comprese almeno tra 0,1 e 128 Hz, per un tempo di circa 20 minuti (1200 sec). Tale intervallo di tempo è necessario affinché sia possibile eseguire una interpretazione corretta del segnale registrato alle varie frequenze, in quanto si basa sull'analisi statistica del segnale stesso (registrazione di eventi stocastici).

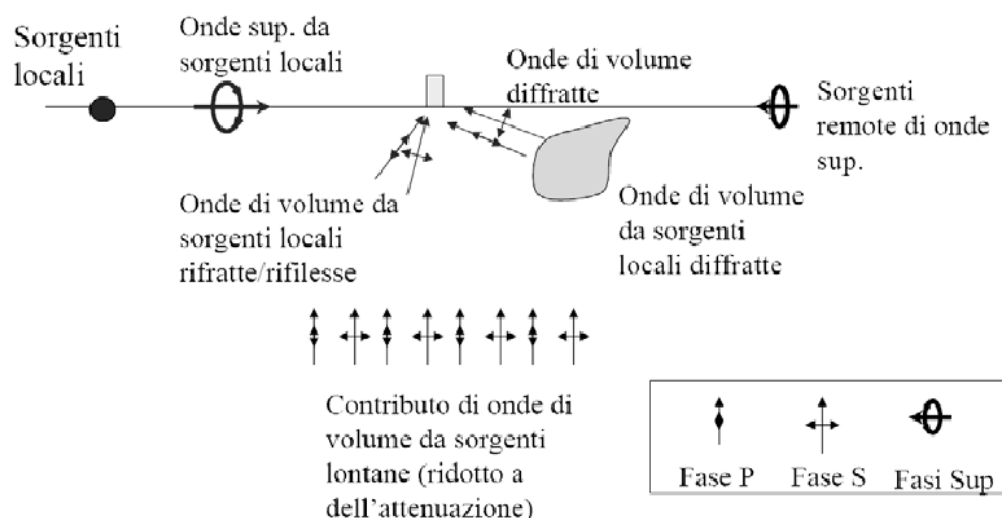


Fig.1 - Acquisizione di rumore sismico costituito da varie tipologie di onde.

La misura delle onde di viene eseguita attraverso l'utilizzo di un geofono triassiale. In questo caso, ciascuno dei tre sensori risente delle sollecitazioni indotte in tre direzioni diverse: due, orizzontali, vibrano in direzione N-S ed E-W, il terzo vibra rispetto al piano dello zenit (verticale UD).

Il segnale viene utilizzato per la costruzione dello spettro H/V (frequenza vs rapporto H/V) prodotto dall'analisi spettrale dei segnali registrati nelle due componenti orizzontali e nella terza componente verticale. Il confronto tra curva H/V e frequenza campionata ha lo scopo di evidenziare la potenziale presenza di picchi di risonanza ai quali può essere associata una frequenza di risonanza. Tali picchi possono evidenziare, se convalidati da una serie di verifiche sull'attendibilità della risonanza, l'esistenza nel sottosuolo di rifrattori sismici, quali potenziali produttori di amplificazione sismica in superficie.

Lo scopo della prova H.V.S.R. è, pertanto, quello di individuare una o più frequenze di risonanza da confrontare con la frequenza di vibrazione propria di un edificio, così da scongiurare il verificarsi del raddoppiamento della vibrazione dell'edificio in seguito al verificarsi di un evento sismico.

La frequenza di risonanza f_0 è legata alla profondità h di un rifrattore e alla velocità delle onde S dell'orizzonte superiore (attraversato dal raggio sismico incidente), dalla seguente espressione:

$$f_0 = V_s/4h$$

Sia la fase di misurazione che quella di interpretazione sono state effettuate tenendo conto delle linee guida SESAME, nonché delle indicazioni delineate dalla comunità scientifica nel corso di esperienze applicative della tecnica HVSR avute su vari siti di studio.

5.2 Strumentazione utilizzata

Per effettuare le misure dei microtrempi è stato utilizzato un velocimetro triassiale con frequenza 4,5 Hz, collegato ad un ricevitore con display a 24 bit (tromografo EchoTromo HVSR 3 della Ambrogeo).

5.3 Acquisizione del segnale sismico

Il velocimetro è stato posato sulla superficie del suolo in posizione orizzontale e reso solidale con il terreno per mezzo dei tre piedi conici presenti alla base dello strumento; successivamente, è stato collegato con il sismografo al fine di registrare il rumore sismico ambientale.

Ciascuna misura è stata eseguita per un intervallo di tempo pari a 25 minuti (1500 sec). Il segnale sismico è stato acquisito con una frequenza di campionamento di 155 Hz. Le tracce ottenute per le tre diverse direzioni sono state salvate in un file con estensione .saf.

5.4 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M1

Il file .saf prodotto dalla misura di campagna è stato importato all'interno del software winHVSR della EliaSoft. Il segnale è stato ricampionato a 128 Hz. Le tracce relative al segnale sismico, registrato nelle tre direzioni NS, EW e UD (cfr. Appendice A - Allegato 1.1), sono state visualizzate e sottoposte ad un processo manuale di rimozione dei transienti individuati (eventi temporanei). Quest'ultima ha prodotto un nuovo segnale sismico di durata inferiore (circa 23 min), sul quale è stata effettuata l'interpretazione secondo il metodo Nakamura.

L'analisi statistica del segnale è stato effettuata suddividendo la registrazione in finestre temporali di 20 secondi e applicando i seguenti parametri:

- tapering: 10%
- spectral smoothing (tringular window): 30%

Per quanto concerne la fase di lisciamento tramite smoothing, si è ritenuto più significativo utilizzare la massima percentuale applicabile dal software (30%) al fine di ottenere una curva più leggibile nelle alte frequenze. Ciò è stato effettuato a seguito di tentativi realizzati con smoothing impostato sia al 5% che al 30%, nell'ottica, comunque, di mantenere pressoché inalterate le caratteristiche generali della curva H/V originale.

Nell'Allegato 1.2 sono riportati i grafici relativi alla elaborazione della misura M1. Dall'osservazione della curva H/V risulta ben evidente il picco di ampiezza 4,6 presente alla frequenza di 9,1 Hz (cfr. Appendice A - Allegato 1.2).

La curva del rapporto spettrale H/V, ottenuta dalle fasi di trattamento sopra descritte, è risultata, in generale, coerente con le indicazioni SESAME (cfr. Appendice A - Allegato 1.3), sia per quanto concerne gli aspetti generali della curva H/V (es. parametro della deviazione standard), che per gli aspetti relativi alla individuazione del picco di risonanza.

Il picco di frequenza 9,1 Hz risulta significativo in quanto non solo sono rispettati buona parte dei criteri previsti dalle indicazioni SESAME, ma anche dalla persistenza del segnale che lo ha generato, sia dal punto di vista direzionale (persistenza direzionale ben evidente, cfr. Allegato 1.2), che dal punto di vista temporale (traccia del segnale sufficientemente osservabile per tutto il tempo di registrazione a circa 10 Hz (cfr. Appendice A - Allegato 1.2).

All'interno del diagramma risulta discriminabile un ulteriore picco ad alta frequenza (circa 30Hz), che non risulta significativo in quanto rappresentativo, probabilmente, di un rumore antropico ad alta frequenza maggiormente localizzato rispetto a quello che ha generato il picco alla frequenza di 9 Hz.

Considerando comunque la presenza, a pochi metri dal punto di registrazione, di una piccola cascata (fosso presente all'interno dell'area ex Tannino), non risulta chiaro se il picco sia in parte enfatizzato dal rumore generato da tale evento continuo nel tempo. Per contro è evidente la persistenza direzionale (nello spazio) del rumore acquisito.

Come già indicato nel report (cfr. Appendice A - Allegato 1.3), l'analisi di congruità della curva è stata effettuata per un intervallo di frequenza 0,5 - 20 Hz.

Il picco della curva H/V con frequenza 9,1 Hz, denota l'esistenza a qualche metro di profondità di un rifrattore caratterizzato da elevato contrasto di impedenza sismica. In particolare, si ipotizza che a circa 5-6 m di profondità si abbia il contatto tra la coltre superficiale (costituita probabilmente dalla sovrapposizione di depositi detritici di falda e con lo strato di alterazione del substrato roccioso) e il substrato roccioso.

Si presume, perciò, che all'interno dei depositi alteratici superficiali la V_s sia pari a 150-200 m/s e che successivamente subisca, all'interno della roccia magmatica, un aumento repentino, raggiungendo valori pari a 700-800 m/s. Il substrato roccioso presente in loco costituisce, probabilmente, un bedrock sismico.

5.5 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M2

Per l'acquisizione del segnale della stazione di microtremore M.2 è stato seguito il procedimento utilizzato per la stazione precedente M.1.

I grafici relativi alla elaborazione della misura M2 sono stati riportati nell'Allegato 2.2. Dall'osservazione della curva H/V risulta evidente la presenza di un intervallo di frequenza all'interno del quale si osserva della risonanza del segnale (tra circa 4 e 8 Hz). Il software ha individuato un picco significativo a 5,7 Hz di ampiezza 1,8. Tale picco non risulta significativo ai fini della valutazione dell'amplificazione sismica.

La curva del rapporto spettrale H/V, ottenuta dalle fasi di trattamento sopra descritte, è risultata, coerente con le indicazioni SESAME (cfr. Appendice A - Allegato 2.3).

Per quanto concerne, invece, gli aspetti relativi alla individuazione di un chiaro picco di risonanza, risultano soddisfatti soltanto in parte. Ciò conferma la bassa significatività del picco discriminato a circa 6 Hz.

Come già indicato nel report (cfr. Appendice A - Allegato 2.3), l'analisi di congruità della curva è stata effettuata per un intervallo di frequenza 0,5 - 20 Hz. I diagrammi relativi alla persistenza direzionale e temporale confermano la non significatività del picco.

Dal punto di vista azimutale, si osserva (cfr. Appendice A - Allegato 2.2) una distribuzione del segnale piuttosto concentrata all'interno di un certo intervallo, con forti valori di ampiezza.

Per quanto concerne, invece, la persistenza nel tempo, risulta mancante la traccia rappresentativa del segnale registrato.

Sia la curva H/V, che il diagramma relativo alla persistenza spaziale, si ritiene siano influenzati dall'esistenza della fonte di rumore generata dal passaggio nel sottosuolo del canale tombato. Non si esclude la possibile manifestazione di leggera deriva dello strumento nel corso della prova.

5.6 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M3

Anche in questo caso sono stati utilizzati gli schemi usati per l'acquisizione del segnale nelle stazioni di microtremori precedenti M.1 ed M.2.

I grafici relativi alla elaborazione della misura M3 sono stati riportati nell'Allegato 3.2. Dall'osservazione della curva H/V risulta evidente l'assenza di picchi o intervalli di frequenza significativi ai fini dell'amplificazione sismica del sottosuolo.

Tuttavia, è individuabile un picco a circa 17 Hz di ampiezza circa 1,7. Tale picco non risulta significativo ai fini della valutazione dell'amplificazione sismica. Può essere, comunque, considerato ai fini della modellazione sismo-stratigrafica del terreno. La presenza di una debole risonanza in alta frequenza, potrebbe essere associabile alla presenza a circa 5-6 m di profondità di un contatto geologico tra la coltre superficiale (costituita nei primi 2 m circa da depositi antropici e nei restanti 3-4 m circa da depositi di falda detritica) e il substrato litoide di origine vulcanica.

La superficie di discontinuità, esistente tra depositi superficiali e substrato roccioso, rappresenta un limite con basso contrasto di impedenza sismica. Si ritiene che i depositi superficiali, costituiti principalmente da pezzame lapideo grossolano immerso in una matrice sabbiosa (depositi da

mediamente addensati ad addensati), presentino velocità dell'ordine di 350-450 m/s. Come già indicato per le altre stazioni menzionate, il substrato roccioso presenta, probabilmente già nei primi metri, velocità prossime ai 700-800 m/s.

La curva del rapporto spettrale H/V, ottenuta dalle fasi di trattamento sopra descritte, è risultata, coerente con le indicazioni SESAME (cfr. Appendice A - Allegato 3.3). Dal punto di vista azimutale, si osserva (cfr. Appendice A - Allegato 3.2) una distribuzione del segnale piuttosto concentrata all'interno di un certo intervallo, con forti valori di ampiezza.

Per quanto concerne, invece, la persistenza nel tempo, risulta mancante la traccia rappresentativa del segnale registrato. Il software ha individuato un picco non significativo alla frequenza di circa 1 Hz. I parametri SESAME relativi alla individuazione di un chiaro picco di risonanza (cfr. Appendice A - Allegato 3.3), a conferma dell'assenza di risonanze oggettive in sito, risultano non soddisfatti. L'analisi di congruità della curva è stata effettuata per un intervallo di frequenza 0,5 - 20 Hz (cfr. Appendice A - Allegato 3.3).

5.7 Elaborazione dei dati acquisiti – stazione di microtremore M4

Seguendo il metodo di acquisizione del segnale delle stazioni precedenti (m.1, M.2 ed M.3), si è proceduto alla registrazione riguardante la stazione di microtremore M.4 I grafici relativi alla elaborazione della misura M4 sono stati riportati nell'Allegato 4.2. Dall'osservazione della curva H/V è riscontrabile, come individuato anche dal software, un picco alla frequenza di 16,7 Hz. L'intervallo di incertezza associato a tale picco, comunque risulta piuttosto elevato ($\pm 5,3$). Tuttavia già nella stazione M3 si è potuto discriminare un picco di bassa ampiezza a circa 17 Hz (cfr. Appendice A - Allegato 4.2).

Nel caso della stazione M4 il picco di risonanza presenta una ampiezza pari a 2,2. Perciò, anche nell'ipotesi per cui esista realmente suscettibilità all'amplificazione sismica per onde sismiche con frequenza pari a 17 Hz, questa risulta bassa.

Come per la stazione M3, la presenza di una debole risonanza in alta frequenza, potrebbe essere associabile alla presenza a circa 5-6 m di profondità di un contatto geologico tra la coltre superficiale (costituita nei primi 2 m circa da depositi antropici e nei restanti 3-4 m circa da depositi di falda detritica) e il substrato litoide di origine vulcanica.

La superficie di discontinuità esistente tra depositi superficiali e substrato roccioso, rappresenta un limite con basso contrasto di impedenza sismica. Si ritiene che i depositi superficiali presentino velocità dell'ordine di 350-450 m/s, mentre la velocità associabile al substrato è dell'ordine di 700-800 m/s già a pochi metri di profondità.

La curva del rapporto spettrale H/V, ottenuta dalle fasi di trattamento sopra descritte, è risultata, coerente con le indicazioni SESAME (cfr. Appendice A - Allegato 4.3). Dal punto di vista azimutale, si osserva (cfr. Appendice A - Allegato 4.2) una distribuzione del segnale non uniforme concentrata comunque in corrispondenza della frequenza di circa 17 Hz.

Non si esclude, comunque, che il debole picco individuato a circa 17 Hz (anche nel caso della stazione M3) sia riconducibile a ripetuti fenomeni di rumore antropico e non alla reale esistenza di un basso contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Per quanto concerne, invece, la persistenza temporale del segnale registrato, si individua una certa continuità nella traccia presenta in corrispondenza del valore di 17 Hz. I parametri relativi alle indicazioni SESAME sulla individuazione di un chiaro picco di risonanza (cfr. Appendice A Allegato 4.3), risultano solo in parte soddisfatti. L'analisi di congruità della curva è stata effettuata per un intervallo di frequenza 0,5 - 20 Hz (cfr. Appendice A Allegato 3.3).

5.8 Conclusioni indagine sismica (HVSR)

L'indagine di sismica passiva realizzata in corrispondenza dell'area ex Tannino ha evidenziato la potenziale esistenza, su buona parte dell'area investigata, di bassa suscettibilità all'amplificazione sismica. Tale suscettibilità potrebbe essere legata alla presenza nel sottosuolo del limite stratigrafico tra il substrato lapideo di origine vulcanica e la copertura detritica di origine sia naturale che antropica. Infatti, dalle misure effettuate sulle stazioni M2, M3 ed M4, si registrano condizioni di assenza di risonanza (cfr. stazione M2) oppure picchi di bassa ampiezza in alta frequenza (circa 17 Hz, cfr. stazioni M3 e M4), rappresentativi di una bassa propensione all'amplificazione sismica del sito.

Soltanto nella stazione M1 è discriminabile un chiaro picco di risonanza con ampiezza elevata, alla frequenza di 9,1 Hz. Perciò, sulla base di tale risultanza, considerando che in corrispondenza della stazione M1 sono presenti depositi di falda detritica poco addensati (almeno superficialmente), è facile supporre che in profondità il limite geologico tra substrato e copertura generi (in presenza di sisma) un elevato contrasto di impedenza sismica. A tale contrasto può essere associato un grado elevato di amplificazione sismica del sito (stazione M1).

Non è certo che il substrato lapideo costituisca ovunque bedrock sismico. In generale, è da verificare, su tutte le stazioni di misurazione, l'enfaticizzazione di alcune fonti localizzate di rumore sull'ampiezza dei picchi individuati.

Comunque, sulla scorta delle risultanze ottenute, si evince che solamente la stazione M1 ha evidenziato condizioni significative di criticità nei confronti della suscettibilità all'amplificazione sismica del sottosuolo. Di tale evidenza deve essere tenuto conto nella redazione sia della carta delle M.O.P.S., sia nella elaborazione della carta della pericolosità sismica locale. Si ritiene che, al fine di confermare o meno l'esistenza del contrasto di impedenza sismica elevato in M1, sia necessario realizzare indagini geognostiche tali da restituire la profondità del contatto tra bedrock e copertura, nonché la consistenza dei materiali detritici superficiali.

6. VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ

La carta della pericolosità rappresenta, certamente, uno dei documenti di supporto indispensabili alla pianificazione urbanistica; detta carta scaturisce dalla valutazione di specifici fenomeni che determinano condizioni di pericolosità e di criticità nell'ambito delle aree omogenee definite, puntualmente, mediante le analisi e gli approfondimenti da cui sono scaturiti i tematismi geomorfologici, litologici, idrogeologici, delle acclività e del rischio idraulico.

Tuttavia, prima di procedere alla definizione delle pericolosità (geologica, idraulica e sismica), si è proceduto, in occasione della fase di raccolta della documentazione relativa al quadro conoscitivo esistente e della sintesi delle conoscenze, a prendere visione delle classi di pericolosità geologica e idraulica, assegnate all'area da studi eseguiti in precedenza. Nella documentazione di supporto al P.S.

del Comune di Castel del Piano, l'area oggetto di piano di recupero e contestuale variante al RU è inserita in parte in *Pericolosità geologica bassa - Classe II* ed in parte in *Pericolosità geologica media - Classe III*, per quanto riguarda i fattori idraulici l'area ricade in *Pericolosità idraulica irrilevante - Classe I*. Gli stralci delle suddette cartografie, redatte ai sensi della Del. C.R. 94/85, sono stati riportati nei quadri L e M di Tavola 1.

Attraverso la sintesi degli elaborati di base descritti in precedenza con particolare riferimento alla Carta Geomorfologica, alla Carta litotecnica, idrogeologica ed alla Carta della Pericolosità (redatta ai sensi della Del. C.R. 94/85) sono state elaborate le carte di pericolosità geologica, idraulica e sismica per l'area direttamente interessata dalla variante al R.U. (ai sensi del DPGR 25/10/2011 n. 53/R), compreso un congruo intorno, scelto in relazione alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed alle destinazioni d'uso previste. Le cartografie suddette, sono state riportate in Tav. 2, quadri N, O e Q.

6.1 Pericolosità geologica

Sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti e tenendo in considerazione le specifiche riportate nell'Allegato A punto 2.1 - C.1 del DPGR 25/10/2011 n. 53/R, sono stati individuate le seguenti classi di pericolosità geologica:

- **Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.
- **Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

6.2 Pericolosità idraulica

In relazione al quadro conoscitivo esistente specificato in premessa, con particolare riferimento alla valutazione degli aspetti idraulici (punto 2.1-B.4-C.2 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R), e tenendo considerazione i risultati dello studio idrologico-idraulico condotto nell'area e allegato alla presente relazione (cfr. Appendice B), si è proceduto all'individuazione della seguente area a pericolosità idraulica:

Nel quadro O di Tavola 2 è stata individuata la classe di **PERICOLOSITÀ IDRAULICA BASSA (I.1)** (cfr. Tav. 2 quadro O - Carta della Pericolosità idraulica).

Per chiarire il significato pratico di tale *attribuzione* si riporta, di seguito, una descrizione della classe di appartenenza e dei relativi criteri di assegnazione:

PERICOLOSITÀ IDRAULICA BASSA (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

6.3 Pericolosità sismica locale

Come già ampiamente trattato nel paragrafo 5 nell'area è stata condotta un'indagine di sismica passiva (H.V.S.R.) secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'ODPCM n.3907/2010.

Tale indagine ha evidenziato gli elementi prioritari per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico rappresentati cartograficamente nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (cfr. Tav. 2, quadro P).

Sulla base della suddetta Carta è stato possibile valutare le condizioni di pericolosità sismica individuando le seguenti classi di pericolosità sismica (Allegato A, punto 2.1 C.5 del DPGR 25/10/2011 n. 53/R):

- **Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che, pertanto, potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica attesa tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.
- **Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che, pertanto, potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone instabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

Tale processo ha consentito di evidenziare le situazioni di criticità sulle quali porre attenzione, al fine di effettuare una corretta pianificazione in funzione delle destinazioni d'uso previste e porre eventuali condizioni o prescrizioni per la fattibilità.

7. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

In relazione al quadro conoscitivo, agli approfondimenti eseguiti ed alle valutazioni di pericolosità precedentemente descritte, sono state individuate le condizioni di fattibilità e, conseguentemente, è stata redatta la carta della fattibilità e le specifiche condizioni di fattibilità relative al presente piano di recupero e contestuale Variante al Regolamento Urbanistico, tenendo in considerazione le previsioni urbanistiche ed infrastrutturali delle aree (per dettagli consultare gli elaborati cartografici della variante con le destinazioni urbanistiche e le relative norme).

In particolare, sono state individuate le seguenti categorie di fattibilità:

- **Fattibilità senza particolari limitazioni (F1)**: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- **Fattibilità con normali vincoli (F2)**: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- **Fattibilità condizionata (F3)**: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- **Fattibilità limitata (F4)**: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che sono stati individuati e definiti in sede di redazione del regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Nella carta di fattibilità (*cf. Tav.2, quadro R*), si sono distinte le varie classi sopra definite per i seguenti criteri di fattibilità:

- **Fattibilità in relazione agli aspetti geologici** (secondo quanto indicato nell' allegato 1-punto 3.2.1 delle Direttive -Allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R);
- **Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici** (secondo quanto indicato nell' allegato 1-punto 3.2.2 delle Direttive -Allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R);
- **Fattibilità in relazione agli aspetti sismici** (secondo quanto indicato nell' allegato 1-punto 3.5 delle Direttive -Allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R).

Per ulteriori dettagli sulla metodologia adottata per i diversi criteri di fattibilità differenziati in relazione alle diverse problematiche suddette (geologica, idrogeologica, idraulica e sismica) si rimanda a quanto specificato per esteso nell'allegato 1-punto 3 delle Direttive -Allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R.

Nello specifico i condizionamenti individuati sono i seguenti:

Sono richieste indagini di dettaglio sulla vulnerabilità della falda ed una valutazione delle interferenze qualitative e quantitative degli interventi previsti; la realizzazione di piani interrati e/o di piani seminterrati è subordinata alla verifica della non interferenza dei piani fondali con la superficie freatica. Per gli edifici già esistenti è consentito l'ampliamento dei piani interrati e seminterrati fino alla superficie massima occupata dall'edificio attualmente esistente e senza ulteriori approfondimenti dei piani fondali.

Inoltre, allo scopo di evitare interferenze con le falde sottostanti, sono da privilegiare tipologie edilizie che non richiedano la realizzazione di fondazioni su micropali; tuttavia, in caso di necessità, l' iniezione dovrà eseguita mediante ripetute a bassa pressione e la stessa miscela deve prevedere la presenza di una apprezzabile componente sabbiosa. Nella realizzazione delle fognature sarà necessario prevedere accorgimenti tali da scongiurare la dispersione dei reflui nel terreno, realizzando

manufatti a elevato livello di sicurezza ed ispezionabili. E', comunque, consentito l'uso di pali ad infissione e di pali in calcestruzzo gettati in opera.

Il ricorso ai micropali deve essere comunque supportato da uno studio geotecnico che, valutando la conformazione geologica dell'area e la permeabilità del tratto di iniezione, individui la profondità massima a cui devono giungere i micropali e, soprattutto, la miscela da utilizzare per non rappresentare un veicolo di inquinamento della falda freatica.

Per quanto riguarda il *rischio geologico - sismico* la destinazione prevista presenta livelli di rischio medio; sono richieste, in sede di progetto esecutivo, indagini di dettaglio sulla stabilità dell'area complessiva ed una accurata caratterizzazione dei materiali costituenti i depositi lacustri e fluvio - lacustri eventualmente presenti nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti.

Per l'approvazione degli interventi esecutivi, si ritiene necessario eseguire specifiche indagini geognostiche; in particolare, sono da prevedere sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio ed indagini geofisiche, volte alla definizione degli spessori e delle caratteristiche dei materiali costituenti i depositi lacustri e fluvio - lacustri presenti nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'indagine geologico - tecnica, descritta nella presente relazione, è stata eseguita sulla base delle disposizioni contenute nel Decreto del Presidente della Giunta Regionale n°26/R del 27/04/007 *"Regolamento di attuazione della Legge Regionale 03/01/2005 n°1 in materia di Indagini geologico-tecniche"* e nella L.R. 03/01/2005 n°1 *"Norme per il governo del territorio"*.

Attraverso tale indagine è stato possibile procedere alla caratterizzazione dell'area oggetto di variante sulla base delle condizioni di Pericolosità geologica (G.2), idraulica (I.1) e sismica (S.3 e S.2) all'uopo definite.

Soprattutto in relazione alle condizioni idrogeologiche e alla presenza di una Pericolosità sismica (S.3) sono state riconosciute per l'Area oggetto di variante le seguenti classi di fattibilità (*cfr. Tav. 2 quadro R - Carta della Fattibilità*) ed, a tale scopo, è stato individuato un approfondimento delle indagini geognostiche e geotecniche da eseguire in sede di approvazione degli interventi esecutivi e riportate nello specifico nel paragrafo precedente (§ par. 7).

Per le ragioni sopra esposte si esprime parere favorevole alla realizzazione della variante proposta.

Grosseto, 20 marzo 2014

Il Tecnico Incaricato
(Dott. Geol. Ubaldo Guastini)

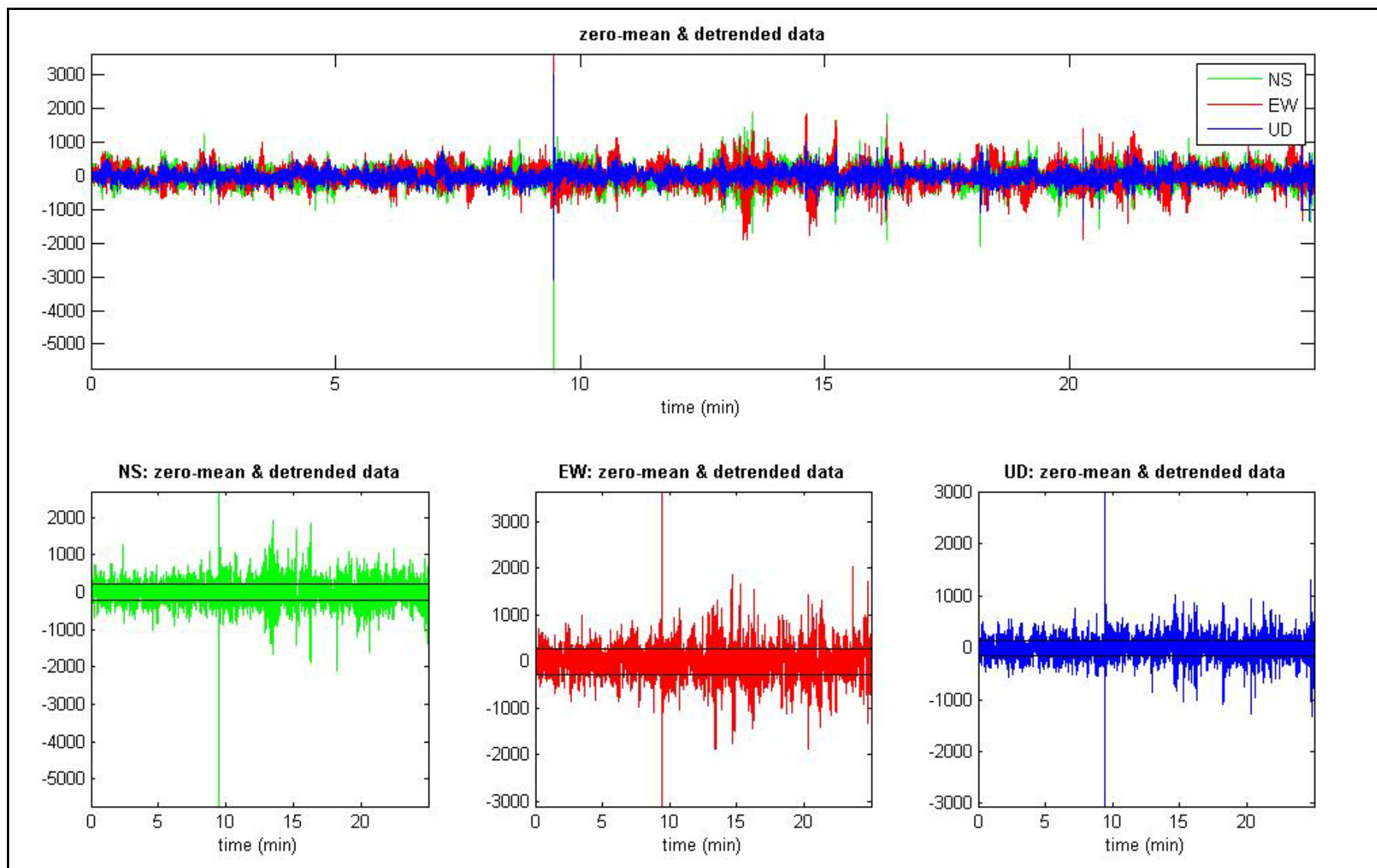


Appendice A

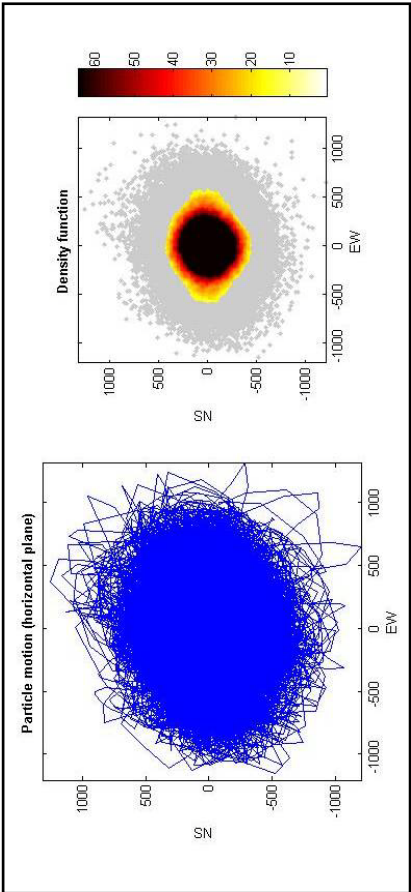
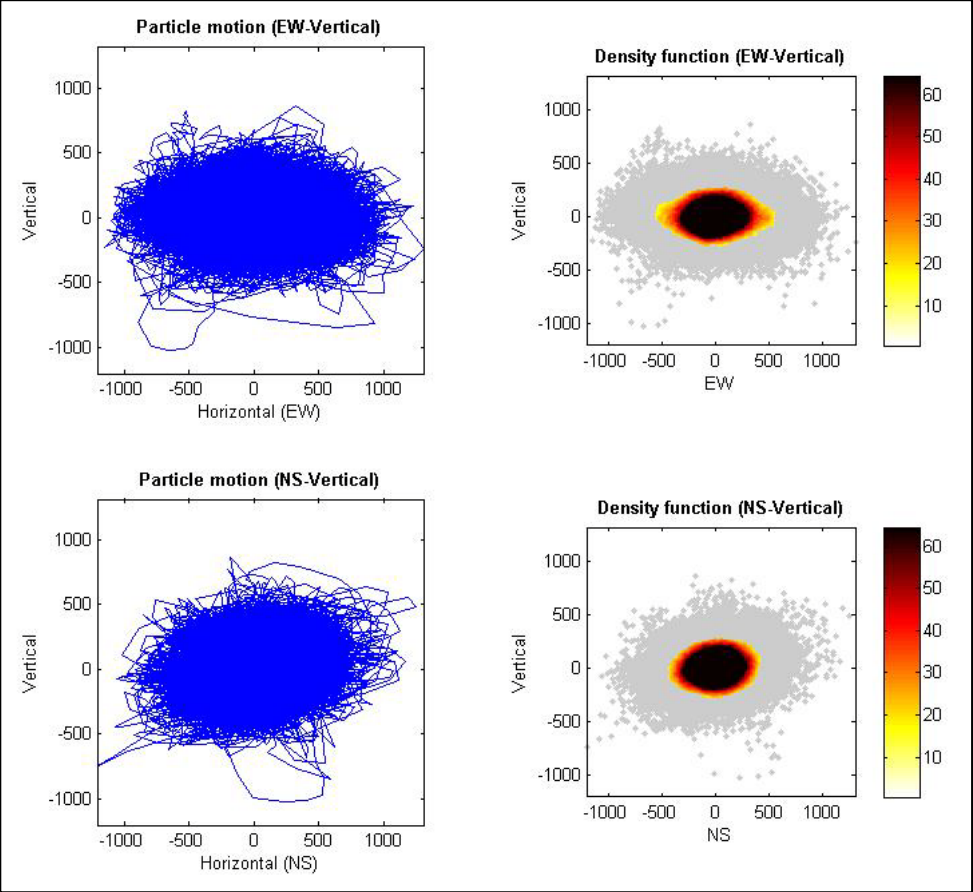
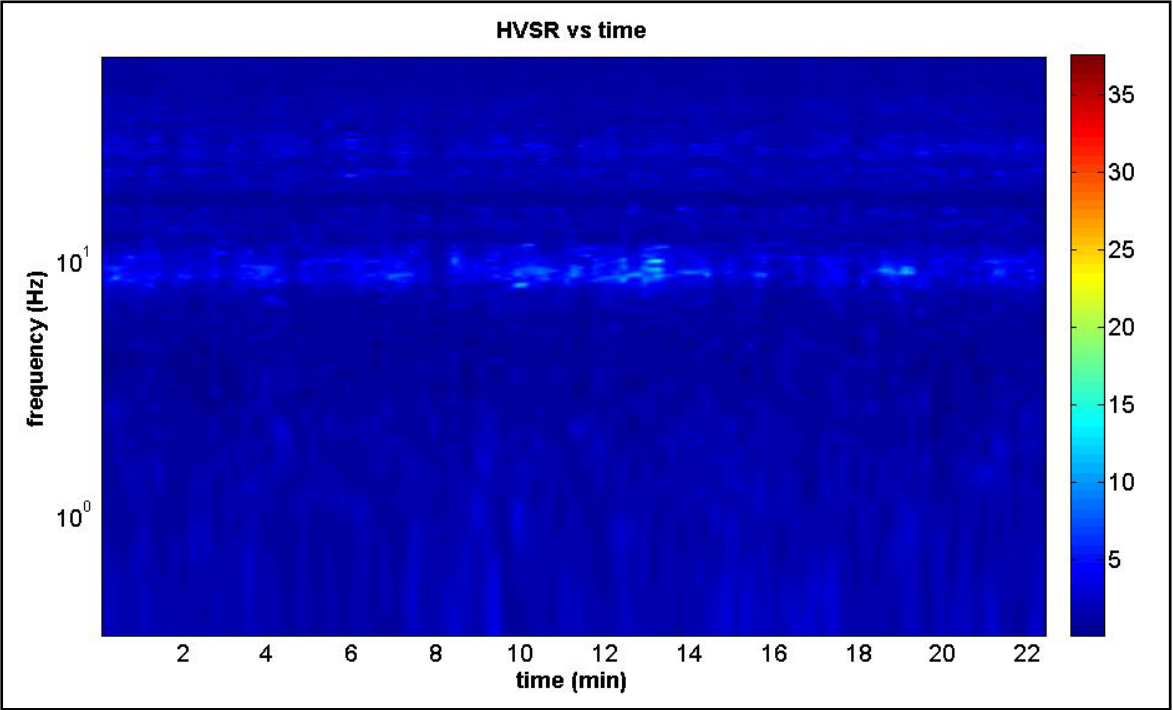
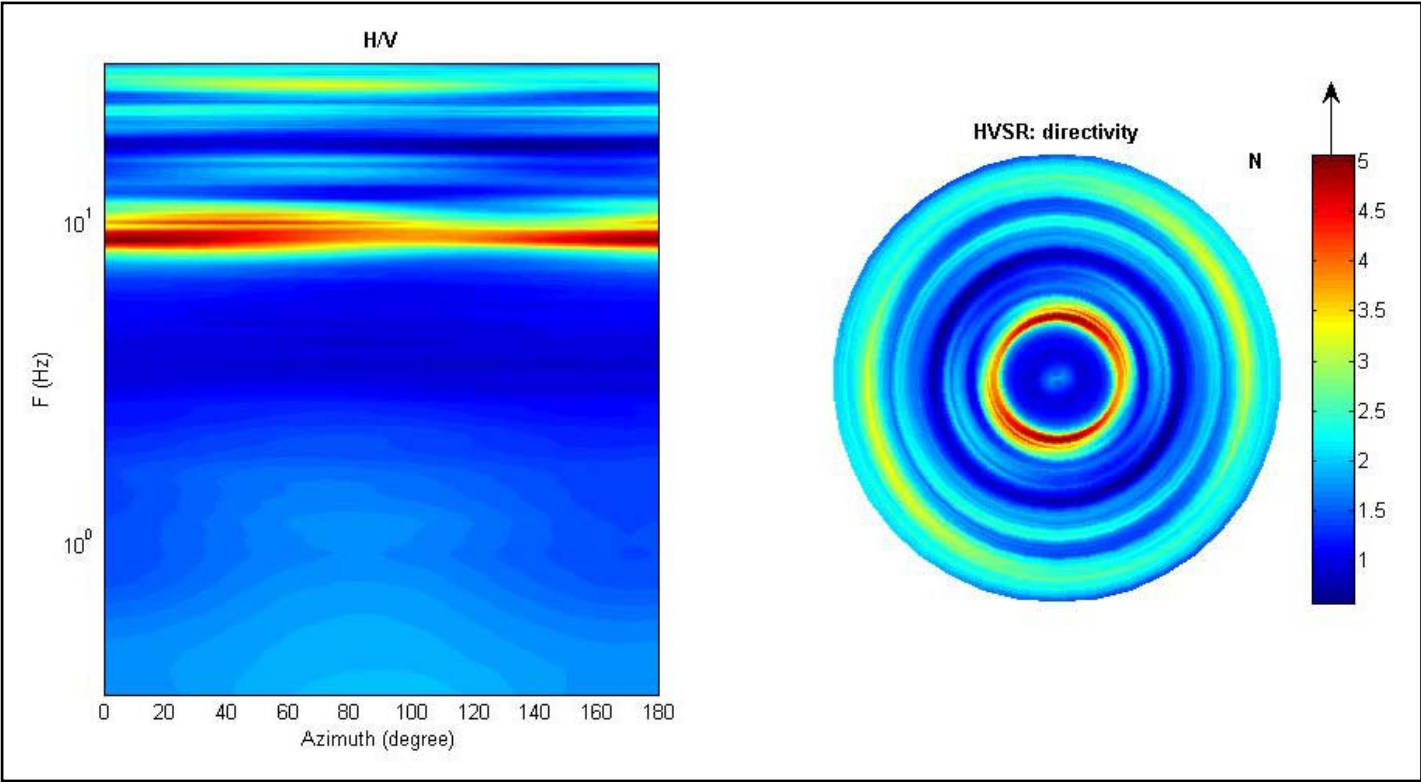
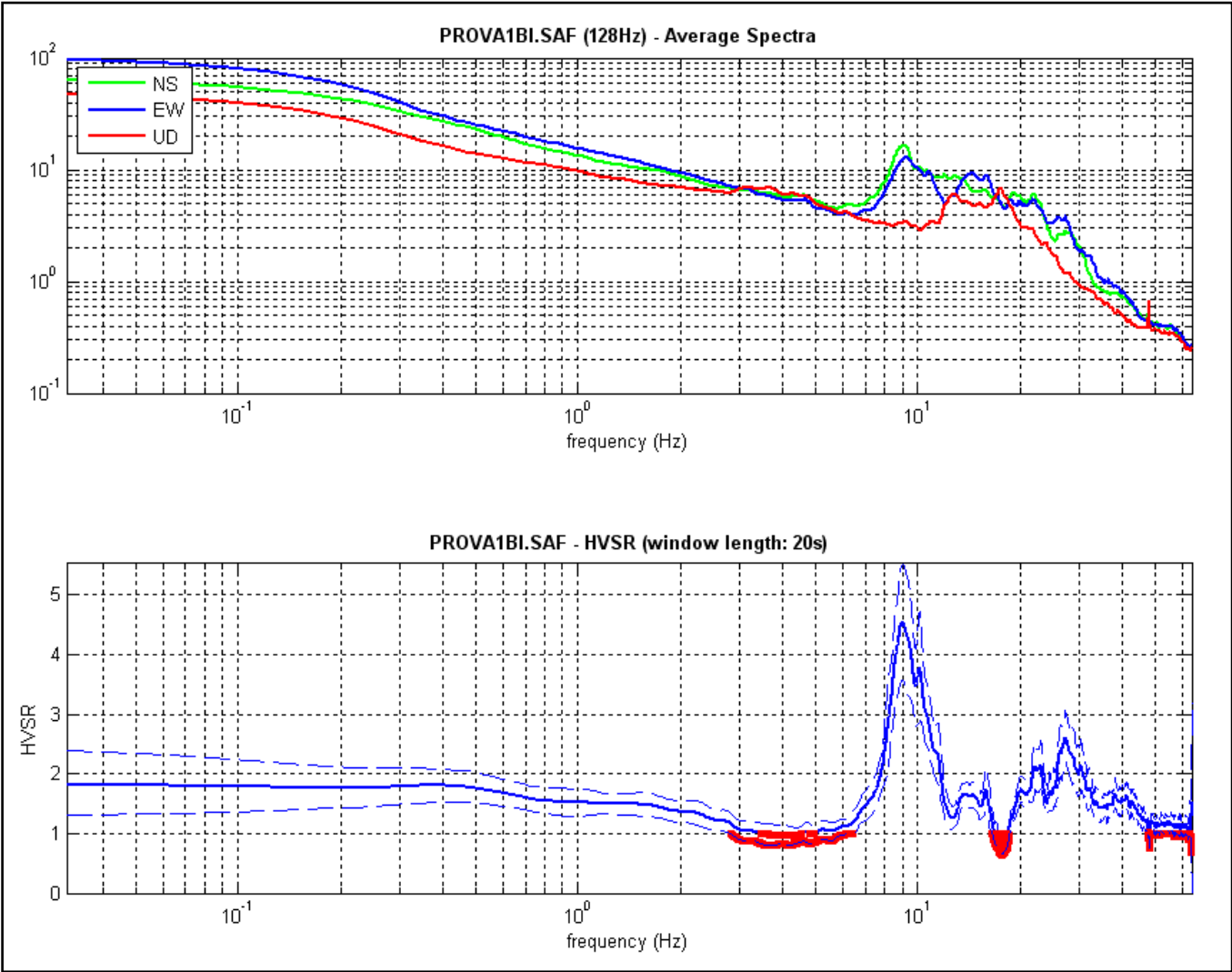
INDAGINI SISMICHE DI MICROTREMORE A STAZIONE SINGOLA (H.V.S.R.)

STAZIONE MICROTREMORE M1

Allegato 1.1 - Segnale del rumore sismico registrato



Allegato 1.2 - Curva H/V, spettri componenti NS - EW - UD, immagini della persistenza temporale e direzionale del segnale .



Allegato 1.3 - Report di elaborazione e criteri SESAME

Dataset: PROVA1BI.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 22.7

Tapering (%): 10

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 9.1 (± 1.1)

Peak HVSr value: 4.6 (± 1.0)

Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: 9.1 > 0.5 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 24481 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 8.0Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 11.6Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: 4.6 > 2 (OK)

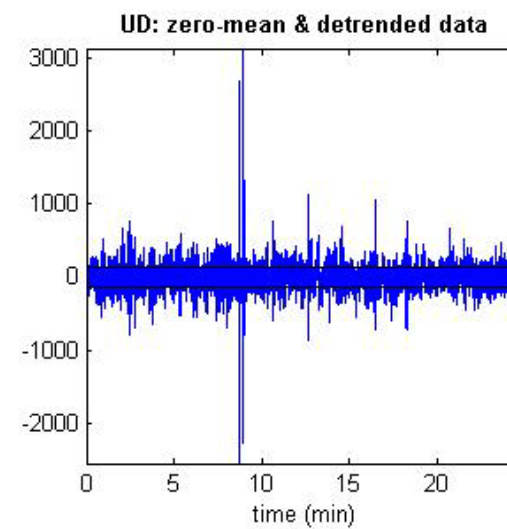
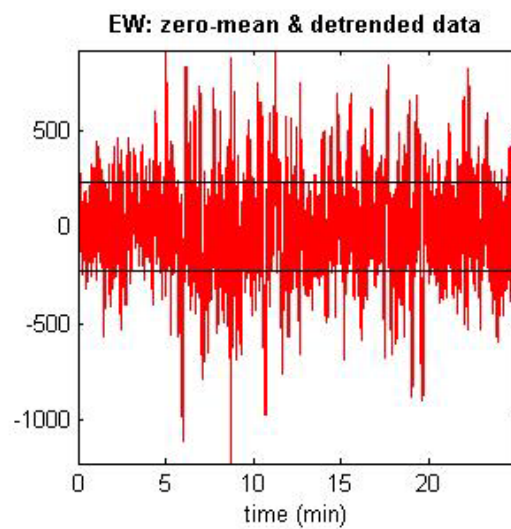
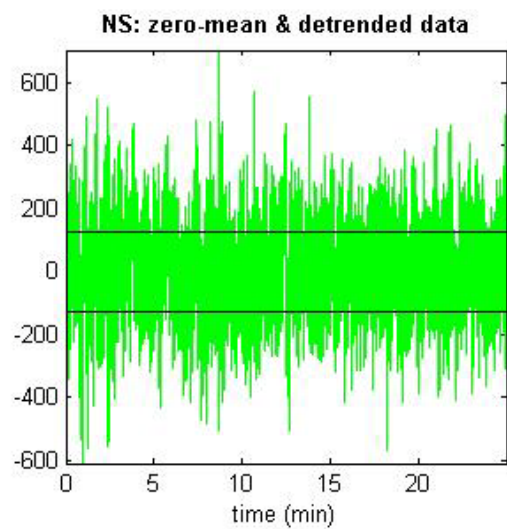
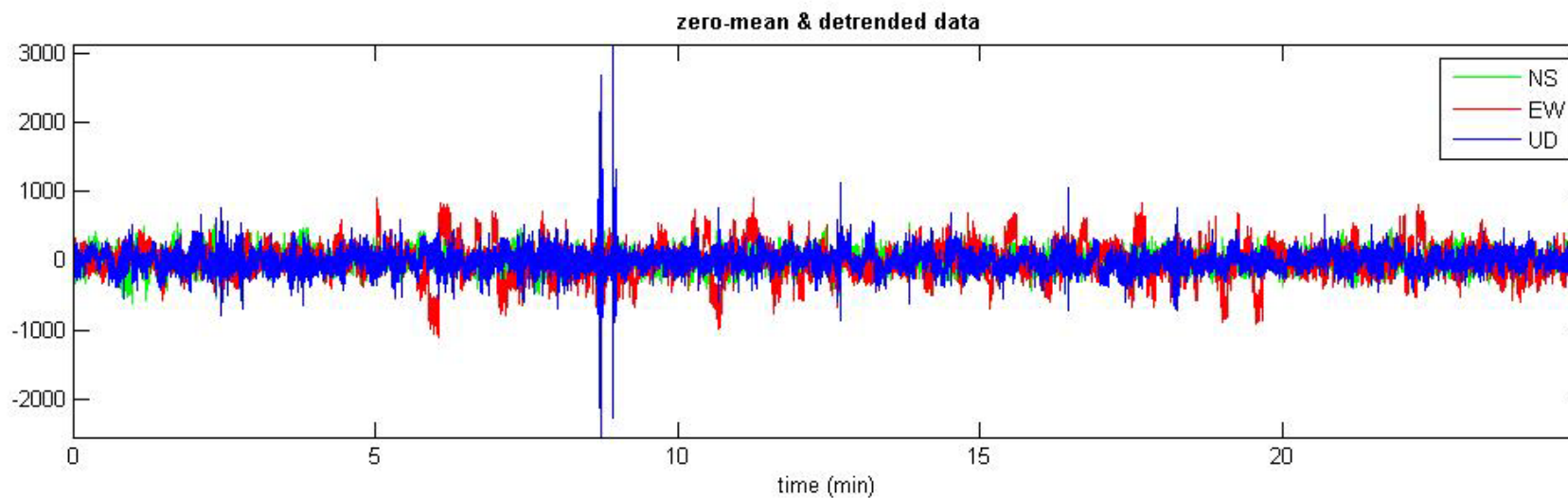
#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 1.117 > 0.453 (NO)

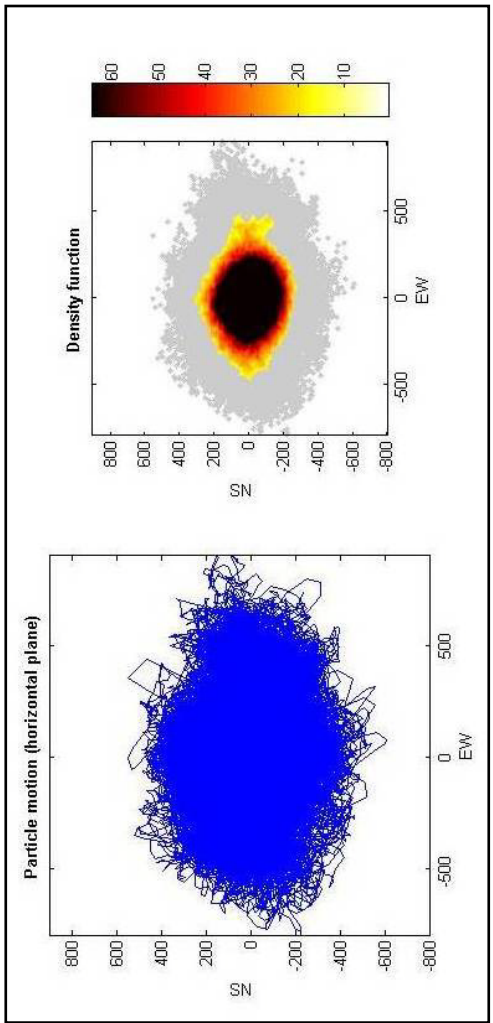
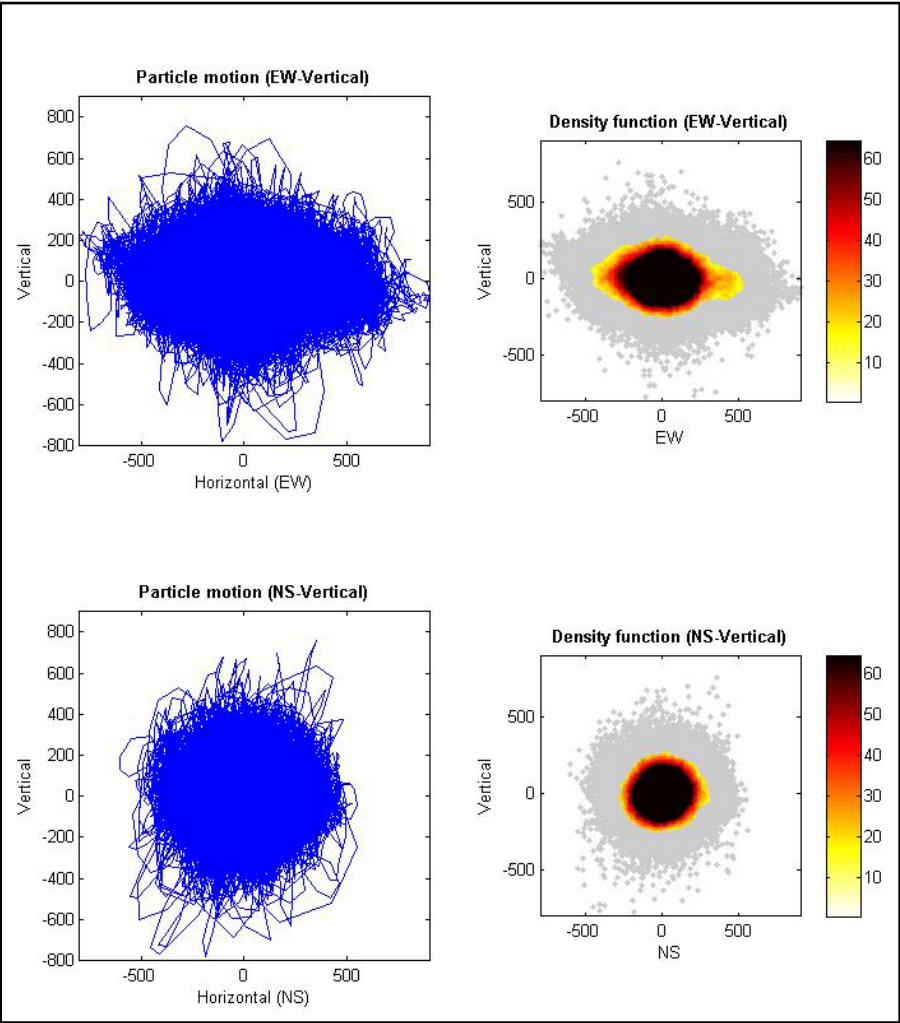
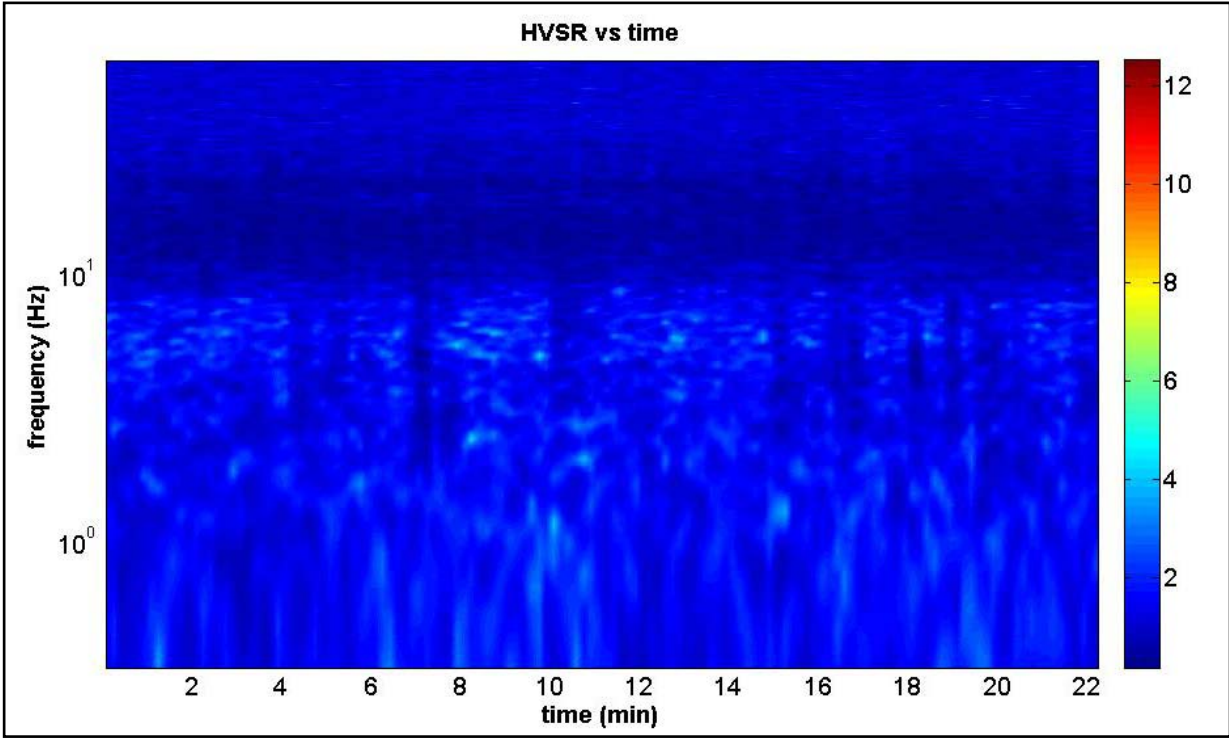
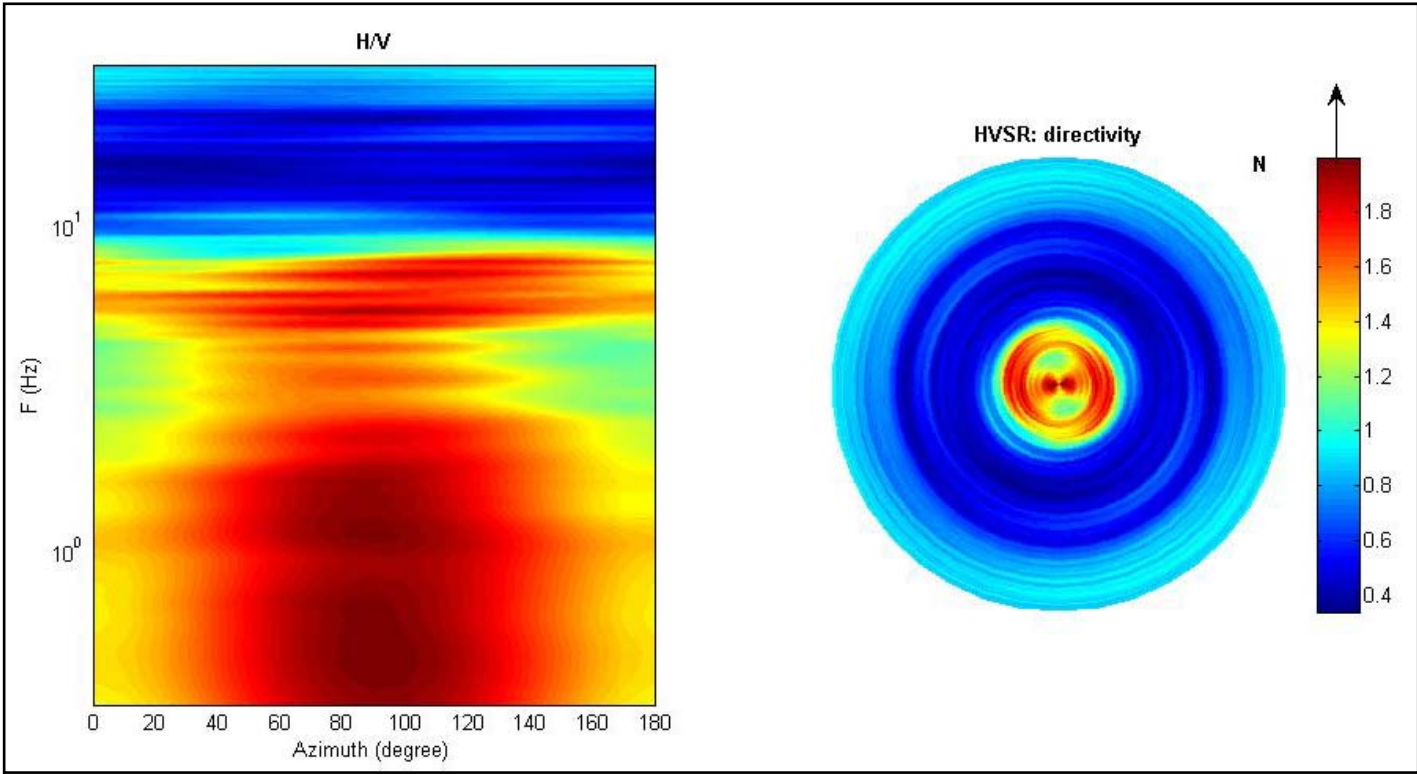
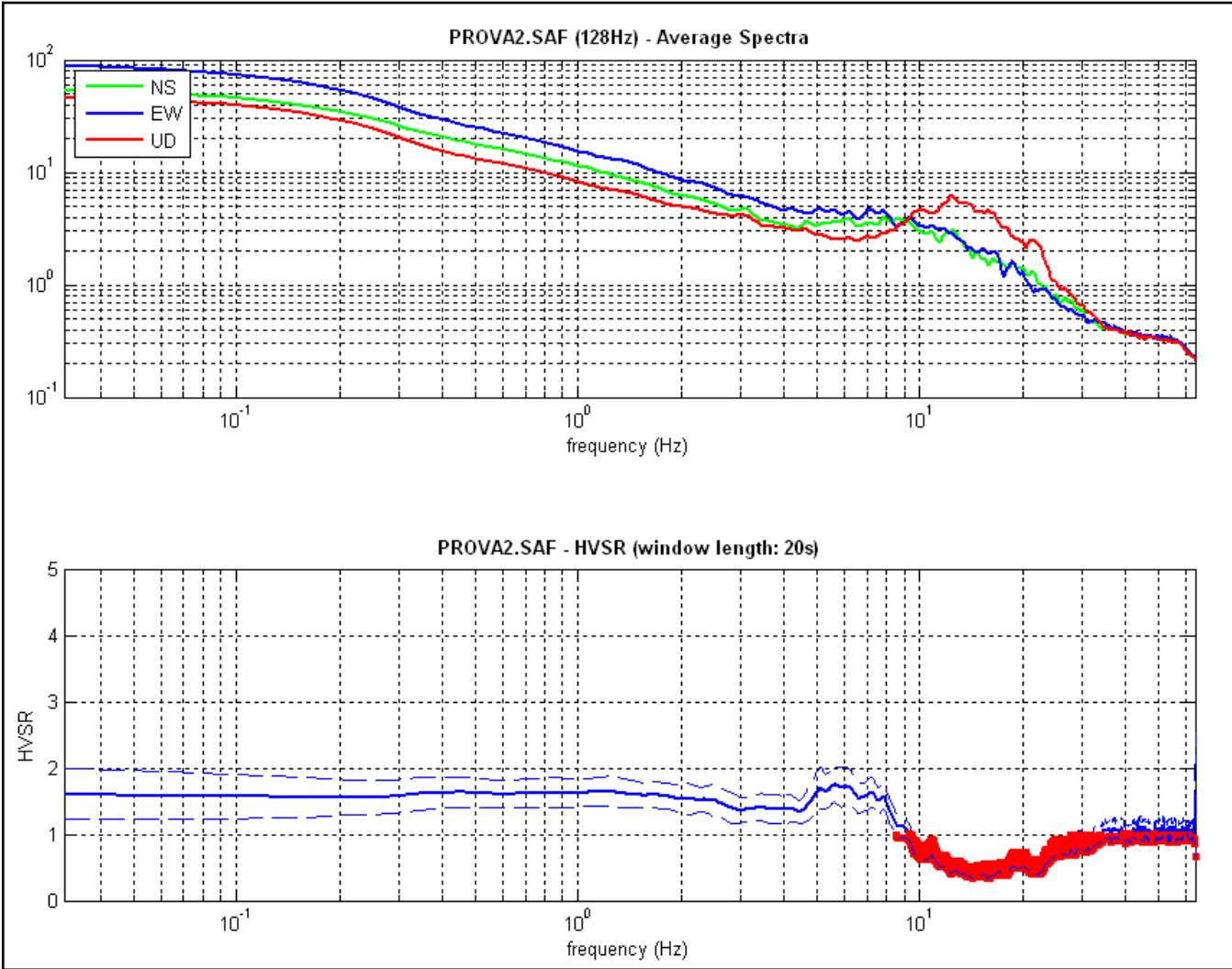
#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.975 < 1.58 (OK)

STAZIONE MICROTREMORE M2

Allegato 2.1 - Segnale del rumore sismico registrato



Allegato 2.2 - Curva H/V, spettri componenti NS - EW - UD, immagini della persistenza temporale e direzionale del segnale



Allegato 2.3 - Report di elaborazione e criteri SESAME

Dataset: PROVA2.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 22.6

Tapering (%): 10

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.7 (± 2.4)

Peak HVSR value: 1.8 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: $5.7 > 0.5$ (OK)

#2. [$n_c > 200$]: $15250 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 9.6Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $1.8 < 2$ (NO)

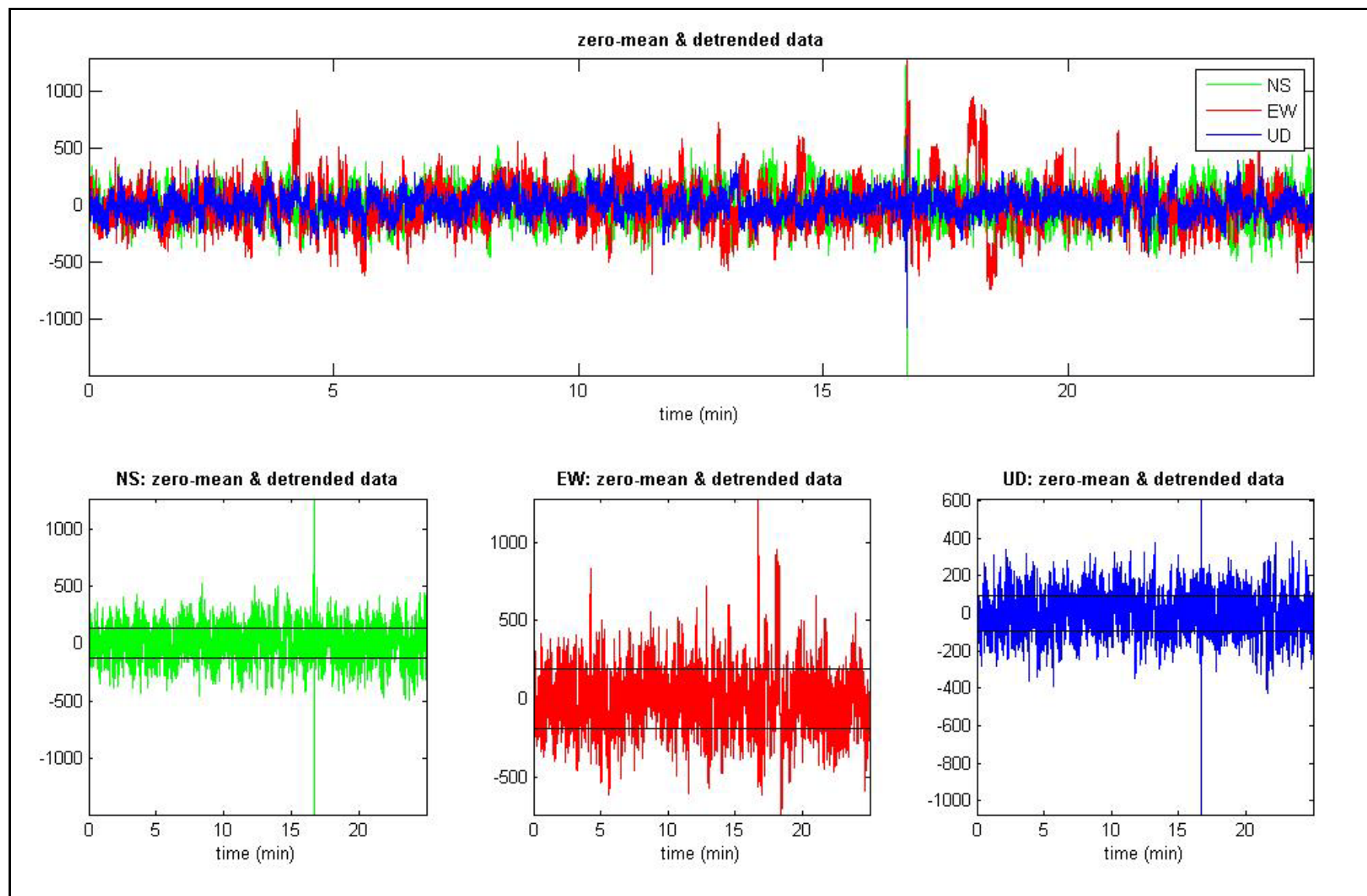
#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $2.441 > 0.285$ (NO)

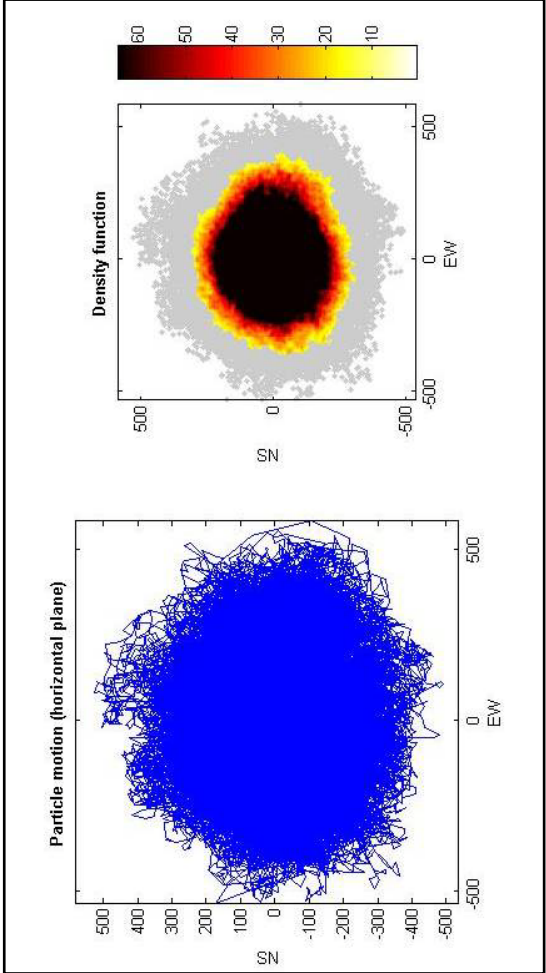
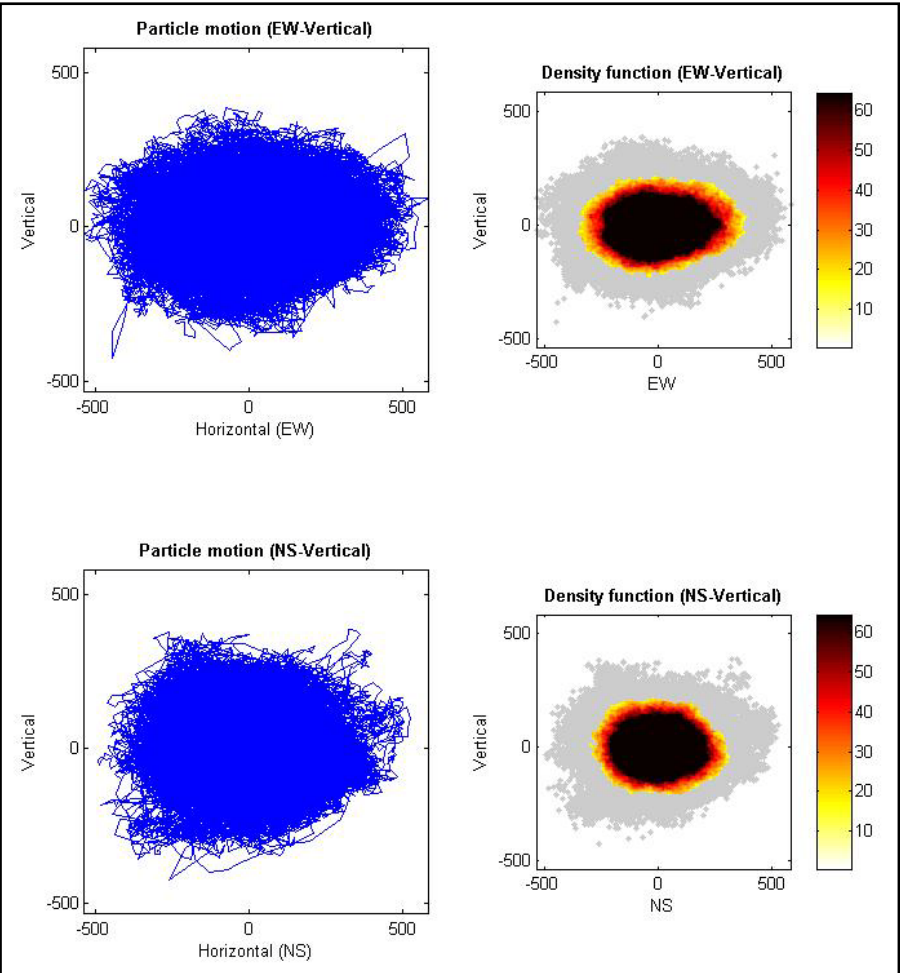
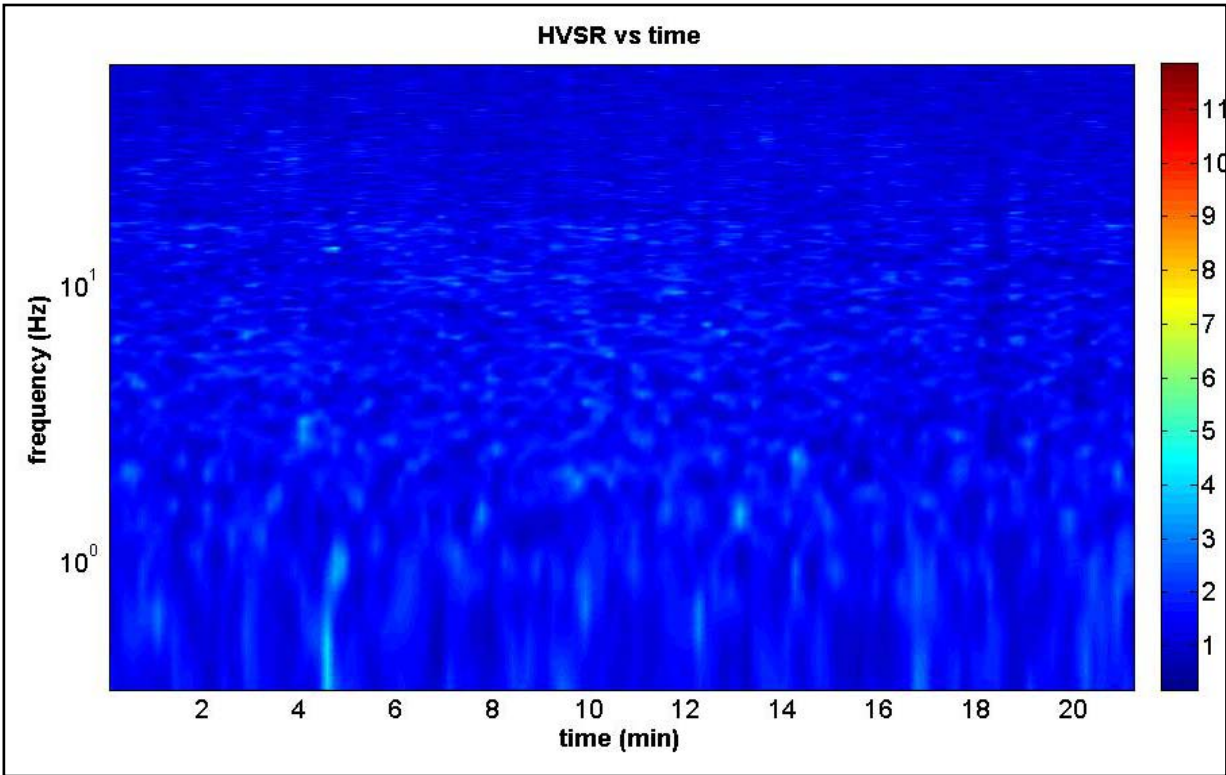
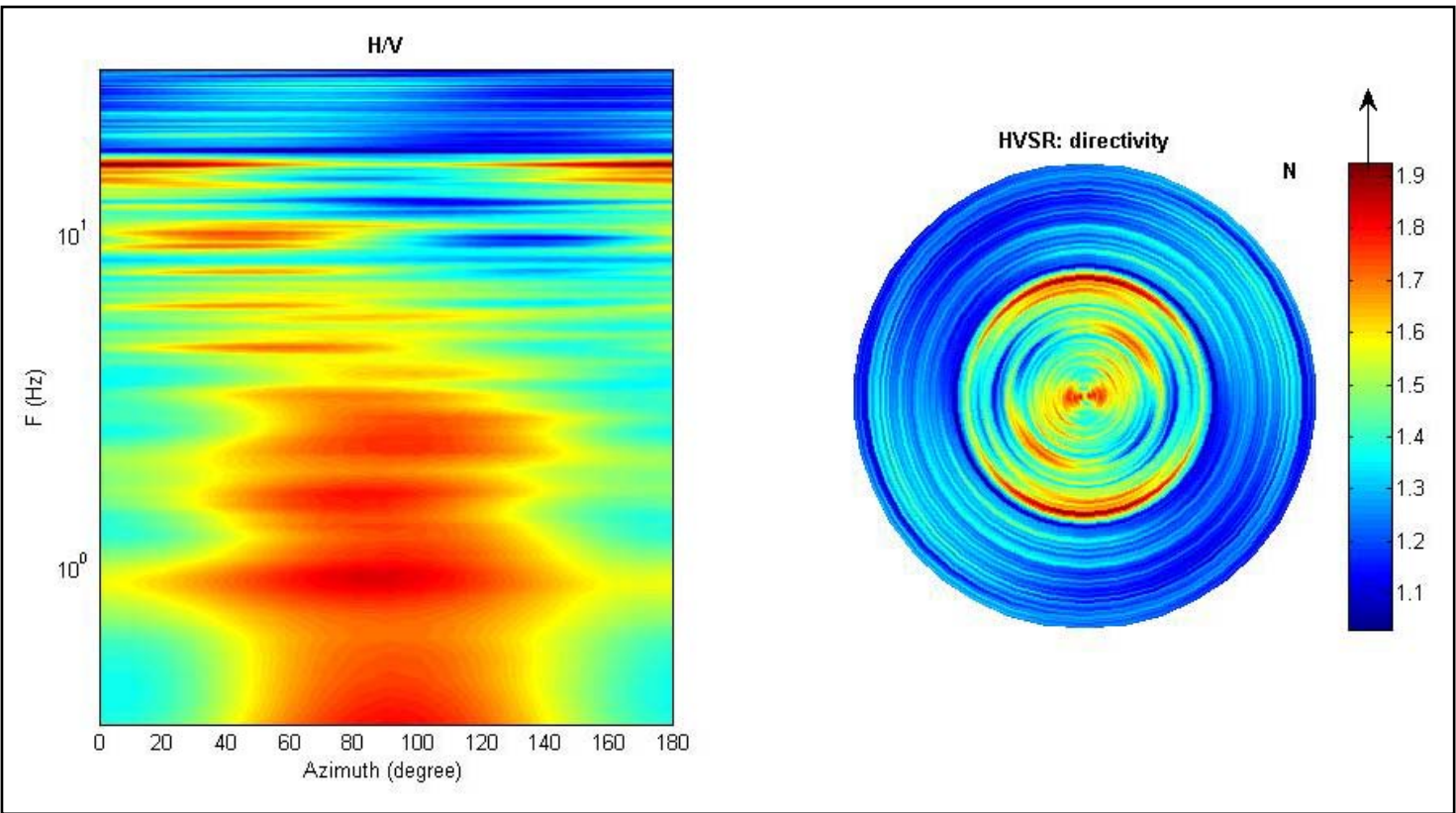
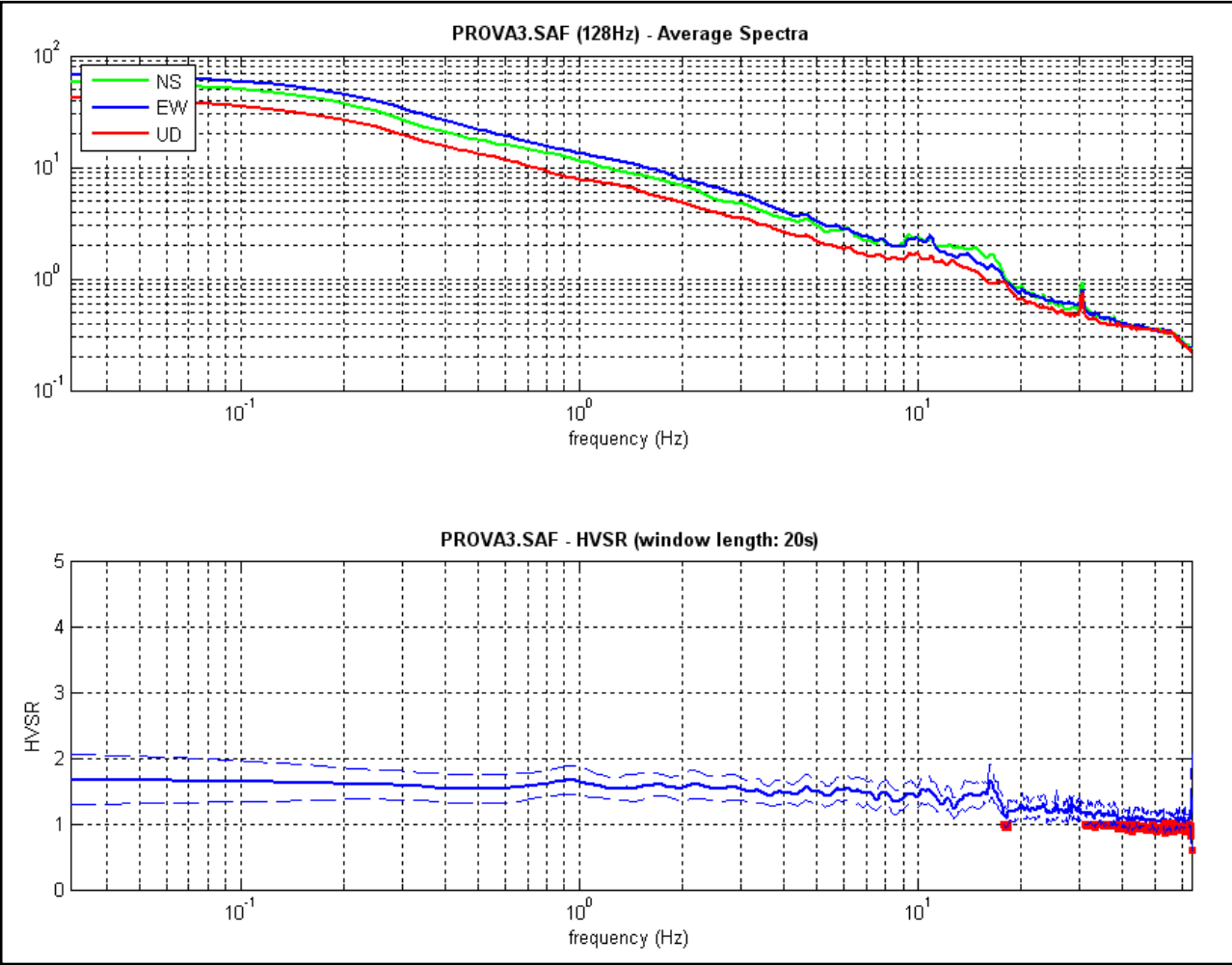
#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.272 < 1.58$ (OK)

STAZIONE MICROTREMORE M3

Allegato 3.1 - Segnale del rumore sismico registrato



Allegato 3.2 - Curva H/V, spettri componenti NS - EW - UD, immagini della persistenza temporale e direzionale del segnale



Allegato 3.3 - Report di elaborazione e criteri SESAME

Dataset: PROVA3.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 21.6

Tapering (%): 10

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.0 (± 5.5)

Peak HVSr value: 1.7 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. $[f_0 > 10/Lw]: 1.0 > 0.5$ (OK)

#2. $[nc > 200]: 2481 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]:$ (NO)

#2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]:$ (NO)

#3. $[A_0 > 2]: 1.7 < 2$ (NO)

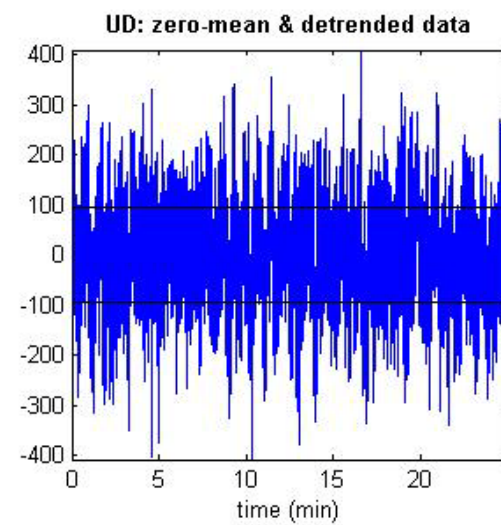
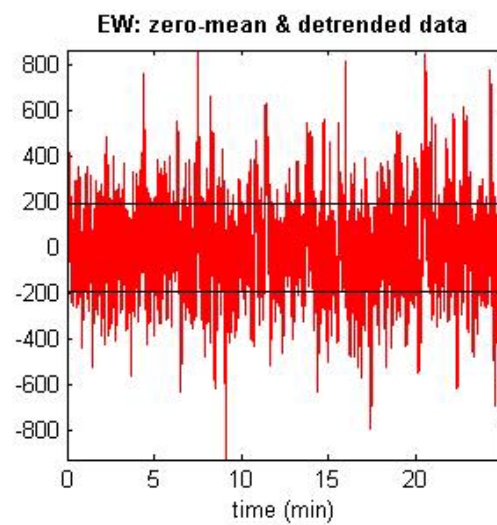
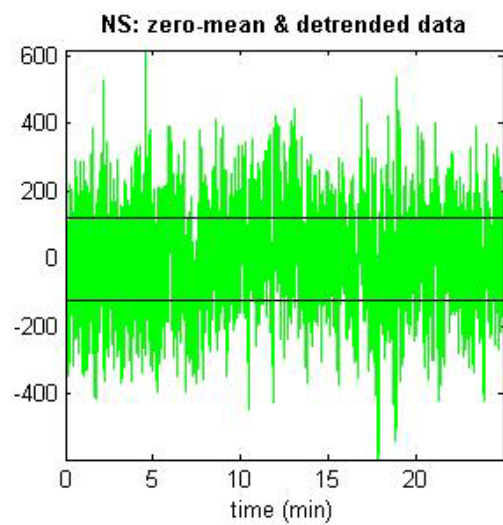
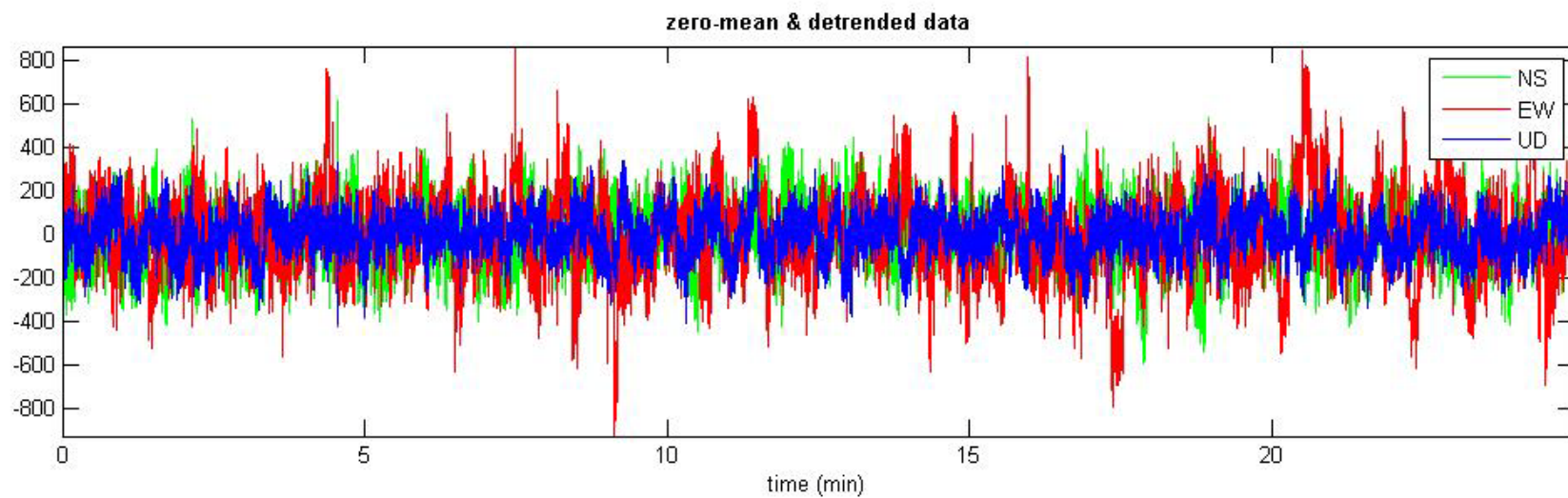
#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]:$ (NO)

#5. $[\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)]: 5.529 > 0.145$ (NO)

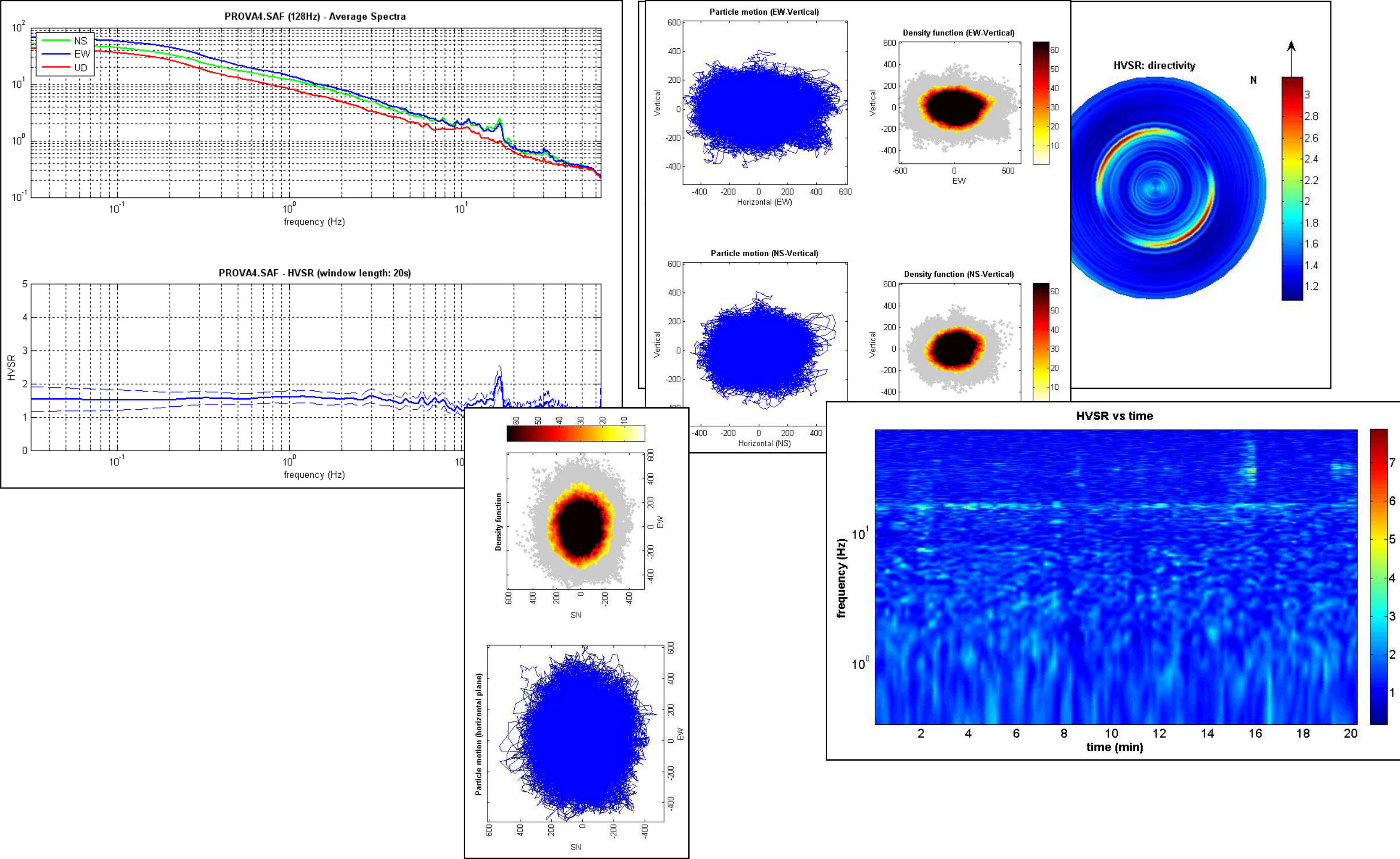
#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]: 0.218 < 2$ (OK)

STAZIONE MICROTREMORE M4

Allegato 4.1 - Segnale del rumore sismico registrato



Allegato 4.2 - Curva H/V, spettri componenti NS - EW - UD, immagini della persistenza temporale e direzionale del segnale



Allegato 4.3 - Report di elaborazione e criteri SESAME

Dataset: PROVA4.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.5

Tapering (%): 10

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 16.7 (± 5.3)

Peak HVSR value: 2.2 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $16.7 > 0.5$ (OK)

#2. [$n_c > 200$]: $40661 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)

#2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: (NO)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.2 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: $5.276 > 0.833$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.303 < 1.58$ (OK)

Appendice B

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO

COMUNE DI CASTEL DEL PIANO
(Provincia di Grosseto)



STUDIO IDRAULICO A SUPPORTO DELLA VARIANTE PUNTUALE DI
INTEGRAZIONE AL REGOLAMENTO URBANISTICO DELL'AREA DELL'EX
STABILIMENTO PER L'ESTRAZIONE DELL'ACIDO TANNICO IN DEI MILLE A
CASTEL DEL PIANO

RELAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA

Grosseto, 29 marzo 2014

Il tecnico
(Ing. Luca Moretti)



INDICE

0.PREMESSA	3
1 .MODELLO IDROLOGICO.....	3
1.1 Pluviometria.....	3
1.1.1. Pluviometria di progetto.....	4
1.1.2 Calcolo degli idrogrammi di piena con metodi di corrivazione	5
1.1.4 Portate massime	10
2.MODELLI IDRAULICI	10
2.1 Ipotesi di calcolo	10
3.CONCLUSIONI	14

Allegati:

- Determinazione della curva di possibilità pluviometrica sui pluviometri di
1.a Castel del Piano
- Modello digitale del terreno
- Carta del reticolo idrografico
- Carta litologica del bacino idrografico
- Carta dell'uso del suolo
- Tabelle per la determinazione del "Curve Number"
- Determinazione degli idrogrammi di piena con i dati idrologici – letogramma costante:
 - Idrogramma di Nash
 - Idrogramma di Corrivazione
 - Idrogramma dell'invaso
- Tabelle delle portate e dei volumi massimi

O. PREMESSA

La presente relazione riporta uno studio idrologico e idraulico per la valutazione del rischio idraulico dovuto al fosso Munistaldo che attraversa l'abitato di Castel del Piano ed in particolare anche l'area dell'ex stabilimento per l'estrazione dell'acido tannico in Via dei Mille a Castel del Piano.

Nei paragrafi successivi si descrivono le ipotesi della valutazione idrologico e delle verifiche idrauliche condotte in ciascuna situazione.

Le valutazioni sono finalizzate ad individuare le aree con pericolosità idrauliche con vari tempi di ritorno, in particolare 20, 30 e 200 anni.

Questo permette di individuare rispettivamente le aree di inedificabilità (area interessata dalle esondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni), di pericolosità idraulica elevata (area interessata dalle esondazioni con tempi di ritorno inferiori a 30 anni) e di pericolosità molto elevata (area interessata dalle esondazioni con tempi di ritorno inferiori a 200 anni).

I. MODELLO IDROLOGICO

I.1 Pluviometria

La pluviometria è stata individuata attraverso i dati rilevati dal pluviometro di Castel del Piano che costituisce quello con una serie di dati sufficiente da garantire una corretta estrapolazione delle curve di possibilità pluviometrica anche per situazioni estreme; inoltre la posizione di questo pluviometro è compatibile da un punto di vista meteorologico con le aree da studiare e l'unico competente con il metodo di Thiessen.

Per i diversi bacini vengono considerate le curve di possibilità pluviometrica per eventi sopra l'ora distinguendo quindi gli studi sulla base dei diversi tempi di corrvazione.

Le curve di possibilità pluviometriche vengono determinate nelle seguenti ipotesi:

- fattori di ragguaglio mensili unitari per tutti i mesi dell'anno;
- trattamento statistico dei valori delle piogge massime con i metodi di Gumbel, normale e lognormale, con la determinazione delle piogge massime a 10', 15', 20', 30' e 1 ora, ai diversi tempi di ritorno;
- individuazione dei coefficienti a e n delle curve di possibilità pluviometrica con il metodo degli involuipi per ciascun pluviometro;
- nessuna riduzione dei valori delle piogge per la dimensione del bacino, considerato che le superfici sono ridotte e quindi sono sensibili ad eventi concentrati;
- se il bacino ha più di uno dei suddetti pluviometri interessati il ragguaglio degli stessi viene fatto con il metodo di Thiessen.

Negli allegati vengono riportati le tabelle relative ai dati sopra indicati e la loro elaborazione con i criteri ricordati. Dalle tabelle allegare e ora ricordate si estraggono i seguenti valori dei coefficienti a e n delle curve di possibilità pluviometriche del bacino per i vari tempi di ritorno:

DISTRIBUZIONE DI GUMBEL				
Tempo di ritorno (anni)	Pluviometro Castel del Piano			
	Minimi quadrati		Involuppo	
	a	n	a	n
5	32.97	0.49	32.47	0.36
10	39.02	0.52	37.99	0.36
20	44.84	0.53	43.27	0.35
30	48.19	0.54	46.31	0.35
100	58.05	0.56	55.25	0.34
200	63.70	0.57	60.35	0.34
500	71.16	0.58	67.10	0.34

Tabella 1.a – Curve di possibilità pluviometrica Castel del Piano- Distribuzione di Gumbel

DISTRIBUZIONE NORMALE				
Tempo di ritorno (anni)	Pluviometro Castel del Piano			
	Minimi quadrati		Involuppo	
	a	n	a	n
5	34.24	0.50	33.63	0.36
10	38.79	0.51	37.77	0.36
20	42.55	0.53	41.20	0.35
30	44.51	0.53	42.97	0.35
100	49.63	0.55	47.62	0.35
200	52.23	0.55	49.97	0.34
500	55.37	0.56	52.82	0.34

Tabella 1.b – Curve di possibilità pluviometrica Castel del Piano - Distribuzione Normale

DISTRIBUZIONE LOGNORMALE				
Tempo di ritorno (anni)	Pluviometro Castel del Piano			
	Minimi quadrati		Involuppo	
	a	n	a	n
5	33.29	0.48	33.28	0.38
10	39.79	0.51	39.54	0.38
20	46.10	0.53	45.58	0.38
30	49.77	0.54	49.09	0.38
100	60.76	0.57	59.54	0.38
200	67.23	0.59	65.65	0.37
500	75.99	0.61	73.91	0.37

Tabella 1.c – Curve di possibilità pluviometrica Castel del Piano- Distribuzione Lognormale

1.1.1. Pluviometria di progetto

Per quanto riguarda la definizione della pioggia di progetto, nella pratica ingegneristica vengono adottati ietogrammi cosiddetti "sintetici", tali cioè da non rappresentare il reale andamento dell'evento pluviometrico, ma in grado di introdurre nelle procedure di trasformazione afflussi-deflussi una variabilità temporale della pioggia che dia luogo a risultati che si possano ritenere cautelativi. La legge di distribuzione che si introduce rappresenta, in tal modo, quello che si definisce "ietogramma di progetto". Nella letteratura tecnica esistono diverse metodologie per la definizione del suddetto "ietogramma di progetto", mentre in molti paesi la scelta del tipo di ietogramma è fissata da apposite

normative, cosa del tutto assente nel nostro paese.

Nel caso in esame, tra le varie procedure disponibili si è utilizzata quella basata su uno ietogramma costante per l'intera durata dell'evento. Questo pluviogramma, qualunque sia la sua durata, schematizza un evento di uguale intensità per la sua durata, con intensità pari a quella risultante dalle curve di possibilità pluviometrica sopra determinate.

1.1.2 Calcolo degli idrogrammi di piena con metodi di corrivazione

Per la determinazione degli idrogrammi di piena in corrispondenza della sezione di chiusura di tutti i bacini esaminati si è utilizzato un modello matematico di trasformazione afflussi-deflussi basato sull'impiego dell'idrogramma sintetico del SoilConservation Service;

Nel caso specifico è stato adottato, per simulare le perdite di bacino, il metodo SCS - CURVE NUMBER, che è basato sulle curve di precipitazione e perdita cumulate ed in cui in funzione del tipo di suolo, del suo uso e del grado di imbibizione dello stesso, viene calcolo istante per istante il quantitativo di pioggia che va a produrre il deflusso.

Tale metodo è molto diffuso, soprattutto grazie alla notevole mole di dati reperibili in letteratura per la sua applicazione, esso permette di calcolare l'altezza di pioggia persa fino ad un dato istante attraverso la valutazione dell'altezza di pioggia massima immagazzinabile nel suolo a saturazione (S), il cui valore viene determinato attraverso un parametro detto CN (Runoff Curve Number) il quale è funzione della natura del terreno, del tipo di copertura vegetale dello stesso e del corrispondente grado di imbibizione.

La classificazione dei suoli secondo la natura del terreno da un punto di vista idrogeologico è riportata nella seguente *Tabella 2*. Una volta definito il tipo di suolo si determina il valore del CN corrispondente al tipo di copertura (vegetale e non) attraverso l'uso della *Tabella 3*. I valori riportati nella *Tabella 3* sono relativi a condizioni medie di umidità del terreno antecedenti l'evento, definite attraverso il valore della precipitazione totale nei cinque giorni precedenti l'evento stesso (AntecedentMoistureCondition classe II - che in sigla viene indicata come AMC II).

GRUPPO	DESCRIZIONE
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Tabella 2 - Classificazione litologica dei suoli secondo SCS

	A	B	C	D
Terreno coltivato				
Senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestali				
Terreno sottile sottobosco povero senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, parchi				
Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali con impermeabilità media:				
65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade				
Pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Tabella 3 - Parametri CN relativi a AMC II per le quattro classi litologiche e per vari tipi di uso del suolo

Classe AMC	Stagione di riposo (mm)	Stagione di crescita (mm)
I	< 12.7	< 35.5
II	12.7 -- 28.0	35.5 -- 53.3
III	>28.0	> 53.3

Tabella 4. - Condizioni di umidità antecedenti individuate in base alla pioggia totale nei 5 giorni precedenti

Classe AMC			Classe AMC		
I	II	III	I	II	III
100	100	100	40	60	78
87	95	98	35	55	74
78	90	96	31	50	70
70	85	94	22	40	60
63	80	91	15	30	50
57	75	88	9	20	37
51	70	85	4	10	22
45	65	82	0	0	0

Tabella 5 – Conversione dei valori AMC II ai corrispondenti valori AMC I e AMC III

L'individuazione della classe AMC viene effettuata con i valori riportati in Tabella 4, mentre la Tabella 5 rappresenta la tabella di conversione dal valore del CN valido per AMC II (valore determinato attraverso la Tabella 2) ai valori corrispondenti per AMC I o AMC III.

Per la valutazione dell'uso del suolo si è fatto riferimento alla cartografia informatizzata

regionale, anche i dati della litologia del bacino sono stati ricavati dalla cartografia informatizzata regionale.

La conversione dei codici del Corine Land Cover all'uso del suolo viene realizzata secondo la seguente tabella:

Corine semplificato	Codice Corine	
11	11	Aree residenziali con impermeabilità media 38%
111	111	Aree residenziali con impermeabilità media 38%
112	112	Aree residenziali con impermeabilità media 30%
12	12	Aree residenziali con impermeabilità media 65%
121	121	Aree residenziali con impermeabilità media 65%
122	122	Aree residenziali con impermeabilità media 65%
123	123	Aree residenziali con impermeabilità media 65%
124	124	Spazi aperti Condizioni normali con copertura erbosa intorno al 50%
13	13	Distretti commerciali
131	131	Distretti commerciali
132	132	Distretti commerciali
133	133	Distretti commerciali
14	14	Spazi aperti Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa
141	141	Spazi aperti Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa
142	142	Spazi aperti Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa
21	21	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
211	211	Terreno coltivato con trattamenti di conservazione
211	2111	Terreno coltivato con trattamenti di conservazione
211	2112	Terreno coltivato con trattamenti di conservazione
212	212	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
213	213	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
22	22	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
221	221	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
221	2211	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
221	2212	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
222	222	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
222	2221	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
222	2222	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
222	2224	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
223	223	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
223	2231	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
223	2232	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
23	23	Spazi aperti Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa
231	231	Spazi aperti Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa
24	24	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
241	241	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
242	242	Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione
243	243	Terreno coltivato con trattamenti di conservazione
244	244	Spazi aperti Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa
31	31	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
311	311	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
311	3111	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
311	3112	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
311	3113	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
312	312	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
313	313	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
32	32	Terreno da pascolo in buone condizioni
321	321	Terreno da pascolo in buone condizioni
322	322	Terreno da pascolo in buone condizioni
323	323	Terreno da pascolo in buone condizioni
324	324	Terreno da pascolo in buone condizioni
33	33	Terreno da pascolo in buone condizioni
331	331	Terreno da pascolo in buone condizioni
332	332	Terreno da pascolo in buone condizioni
333	333	Terreno da pascolo in buone condizioni
334	334	Terreno da pascolo in buone condizioni
335	335	Terreno da pascolo in buone condizioni
41	41	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
411	411	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
412	412	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
42	42	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
421	421	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
422	422	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
423	423	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
51	51	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
511	511	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
512	512	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
52	52	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
521	521	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
522	522	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni
523	523	Terreni boscosi o forestali sottobosco e copertura buoni

In base alla geologia ed all'uso del suolo come sopra descritti è stato assunto il valore del parametro CN per i diversi bacini studiati nel dettaglio:

Corso d'acqua	Sezione	AMC I	AMC II	AMC III
Munitaldo	di progetto	53	72	86

Dai valori del parametro CN, per la determinazione della pioggia netta è stata utilizzata l'espressione:

$$P_n = \frac{(P_g - I_a)^2}{P_g - I_a + S}$$

dove :

P_n pioggia netta in mm;

P_g pioggia grezza in mm;

I_a perdita iniziale in mm;

S altezza di pioggia massima immagazzinabile nel suolo in condizioni di saturazione (capacità di ritenzione potenziale) in mm.

Il valore di S da introdurre viene determinato in funzione del parametro CN secondo l'espressione seguente:

$$S = 25.4 \cdot \left(\left(\frac{1000}{CN} \right) - 10 \right)$$

La perdita iniziale I_a è quella che si manifesta prima dell'inizio dei deflussi superficiali. Nella letteratura tecnica è riconosciuta l'esistenza di una correlazione positiva fra la perdita iniziale I_a e la capacità di ritenzione potenziale S tramite la seguente espressione:

$$I_a = \beta \cdot S$$

dove β è un coefficiente adimensionale assunto nel caso specifico pari a 0.2.

Sulla base delle perdite sopra indicate in funzione del tempo si sono determinati i pluviogrammi depurati sia cumulati che istantanei.

Con diversi metodi di trasformazione afflussi-deflussi sono stati individuati gli idrogrammi. I metodi e le relative formule utilizzate sono stati i seguenti:

- *metodo di Nash:*

la formula utilizzata per la determinazione dell'idrogramma sulla base del diagramma della pioggia depurata come sopra determinato è stata la seguente:

$$Q(m \cdot \Delta t) = \frac{S}{k \cdot \Gamma(n)} \cdot \sum_{i=1}^m e^{-\frac{i \cdot \Delta t}{k}} \cdot \left(\frac{1 \cdot \Delta t}{k} \right)^{n-1} \cdot J_{m-i+1} \cdot \Delta t$$

dove i simboli hanno il seguente significato:

S superficie del bacino;

$n = 3$ coefficiente caratteristico del bacino;

$k = 3.12$ coefficiente caratteristico del bacino;

J valore istantaneo della pioggia;

- *metodo di corrivazione:*

la formula utilizzata per la determinazione dell'idrogramma sulla base del diagramma della pioggia depurata come sopra determinato è stata la seguente, nell'ipotesi di linearità della curva arre-tempi che rappresenta in ordinata le aree s del bacino comprese tra le sezione

di chiusura e la linea isocorriva relativa al tempo t :

$$Q(m \cdot \Delta t) = \frac{S}{T_c} \cdot \sum_{i=1}^m J_{m-i+1} \cdot I \cdot \Delta t$$

dove i simboli hanno il seguente significato:

T_c tempo di corrivazione del bacino;

- metodo dell'invaso lineare:

la formula utilizzata per la determinazione dell'idrogramma sulla base del diagramma della pioggia depurata come sopra determinato è stata la seguente:

$$Q(m \cdot \Delta t) = \frac{S}{k} \cdot \sum_{i=1}^m e^{-\frac{I \cdot \Delta t}{k}} \cdot J_{m-i+1} \cdot I \cdot \Delta t$$

dove i simboli hanno il seguente significato:

$k = 0.7 \cdot T_c$ coefficiente caratteristico del bacino che rappresenta il rapporto tra il volume invasato e la portata in uscita (W/Q).

I valori e i diagrammi delle portate alla sezione di chiusura dei bacini considerati vengono riportati negli allegati alla presente relazione.

Nel caso dei bacini minori si individuano le portate massime con il metodo classico di Giandotti, individuando il tempo caratteristico di ogni bacino, e successivamente nelle seguenti forme:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{med}}} \quad \text{tempo di corrivazione del bacino idrografico;}$$

dove:

S superficie del bacino idrografico in chilometri quadrati;

L lunghezza dell'asta del corso d'acqua in chilometri;

H_{med} altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura in metri.

Una valutazione sommario delle portate viene effettuata con le seguenti due formule, mentre quella definitiva si determina con gli idrogrammi come precedentemente individuati:

$$Q = \frac{277 \cdot 0.48 \cdot h(t_c) \cdot S}{0.80 \cdot t_c} \quad \text{portata massima secondo Prof. Peruginelli}$$

$$Q = 166 \cdot \frac{h(t_c) \cdot S}{0.80 \cdot t_c} \quad \text{portata massima secondo Prof. Da Deppo}$$

dove:

277 coefficiente di ragguaglio delle unità di misure

0.48 coefficiente di deflusso

166 coefficiente funzione dell'estensione del bacino idrografico;

$h(t_c)$ altezza di pioggia massima per il tempo di corrivazione del bacino idrografico;

S superficie del bacino idrografico;

t_c tempo di corrivazione del bacino idrografico.

1.1.4 Portate massime

Sulla base dei calcoli idrologici illustrati nei precedenti paragrafi si ottengono le portate massime che vengono utilizzate per le verifiche idrauliche delle sezioni.

Affinché si abbia una ragionevole certezza sui valori delle portate massime da utilizzare si sono considerate diverse ipotesi nella valutazione degli idrogrammi, quindi mantenendo uno idrogramma costante si sono considerati incroci di diversi metodi per la formazione della piena (metodi di Nash, metodo di corrivazione e metodo dell'invaso lineare) con diversi metodi per l'elaborazione statistica al fine di determinare le curve di possibilità pluviometrica (distribuzione di Gumbel, distribuzione Normale e distribuzione Lognormale).

Per tutti queste possibilità si sono determinate le portate di picco che vengono riassunte nelle Tabelle evidenziate nella descrizione delle verifiche idrauliche.

Nella tabella allegata si riportano le portate massime determinate come precedentemente descritto:

Tipo di funzione di distribuzione di probabilità	Metodo di individuazione dell'idrogramma	PORTATE MASSIME - FOSSO MUNISTALDO						
		(m³/s)						
		Tempo di ritorno						
		2 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
Gumbel	Nash	1.03	1.43	1.85	2.10	2.86	3.32	3.95
	Corrivazione	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26
	Invaso lineare	1.04	1.43	1.83	2.07	2.81	3.24	3.83
Normale	Nash	1.11	1.41	1.68	1.82	2.20	2.40	2.65
	Corrivazione	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82
	Invaso lineare	1.12	1.41	1.67	1.81	2.18	2.37	2.60
Lognormale	Nash	1.08	1.54	2.02	2.31	3.22	3.78	4.56
	Corrivazione	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95
	Invaso lineare	1.09	1.54	2.00	2.28	3.15	3.67	4.40
Valore max		1.14	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95

2. MODELLI IDRAULICI

Per le verifiche sono descritte sono stati eseguiti dei rilievi di sezioni lungo il tratto dei corsi d'acqua interessati. Questi rilievi hanno permesso di predisporre dei modelli monodimensionali (con il programma HEC-RAS rel. 4.1.0) che, a seconda delle esigenze, hanno permesso di eseguire delle verifiche a moto permanente o a moto vario.

2.1 Ipotesi di calcolo

Allo scopo di valutare in maniera adeguata la pericolosità derivante dal fosso Frassinai per l'area oggetto dell'intervento si realizza un modello monodimensionale a moto permanente.

Modelli del fosso Munistaldo

Per il fosso Frassinai viene realizzato un modello nel tratto adiacente all'area oggetto di intervento; questo modello numerico monodimensionale è realizzato con il programma HEC-

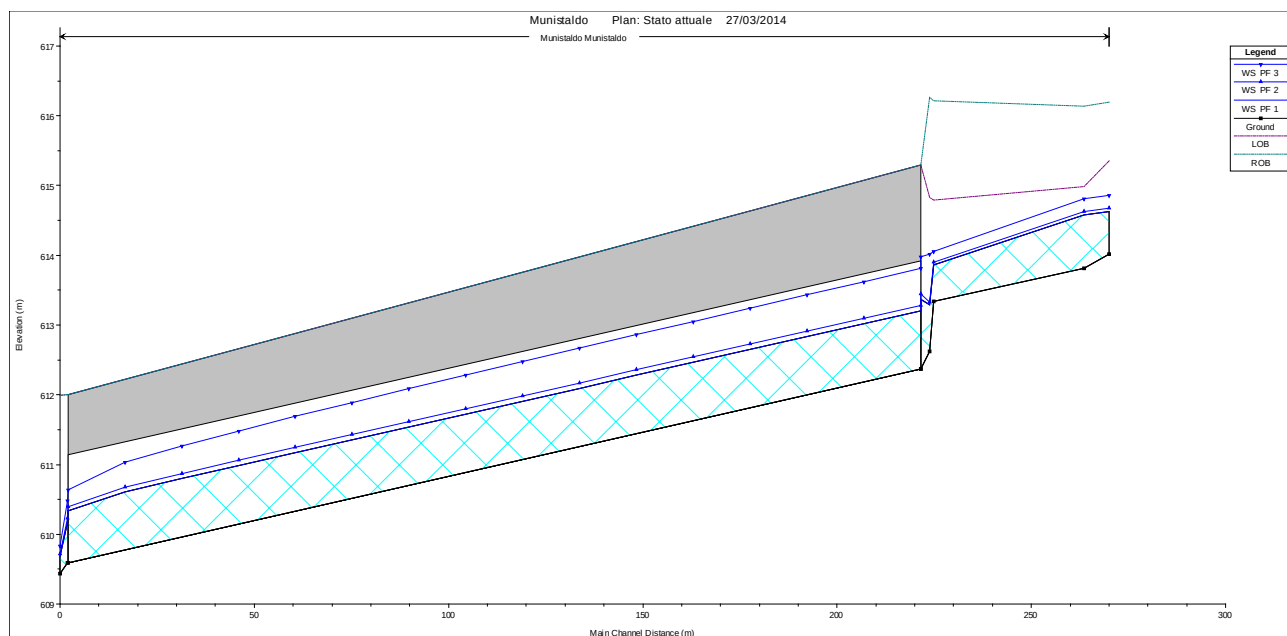
RAS rel. 4.1.0.

Il modello numerico è stato predisposto sulla base delle sezioni di rilievo effettuate allo scopo.

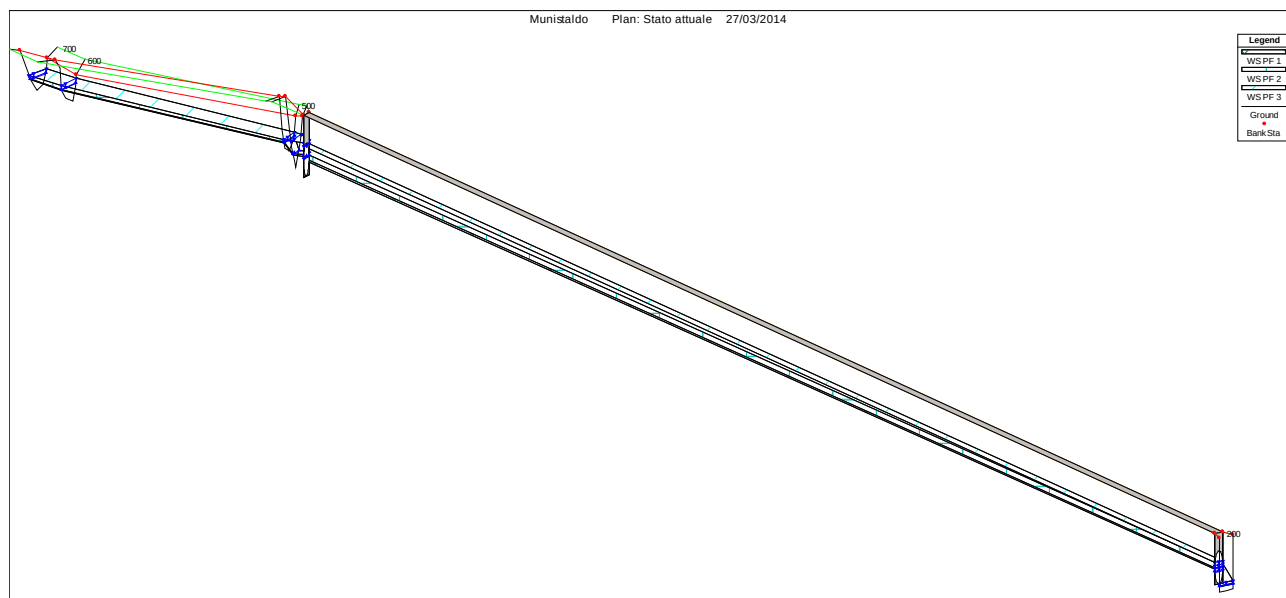
Questo modello viene sollecitato dalle massime portate come precedentemente valutati.



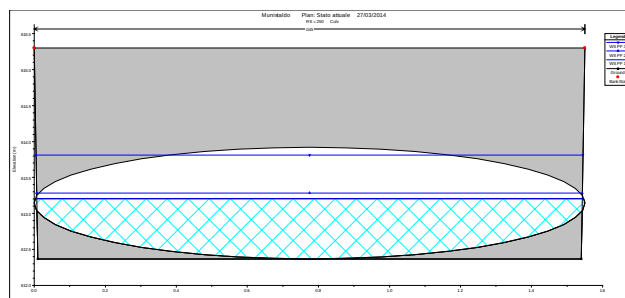
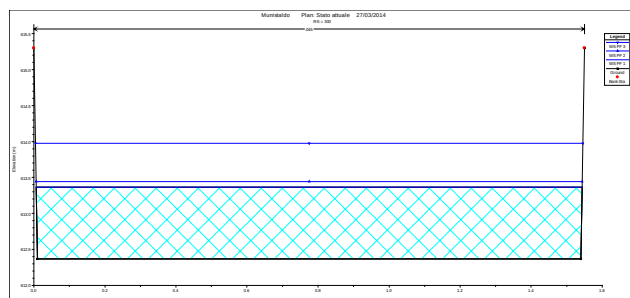
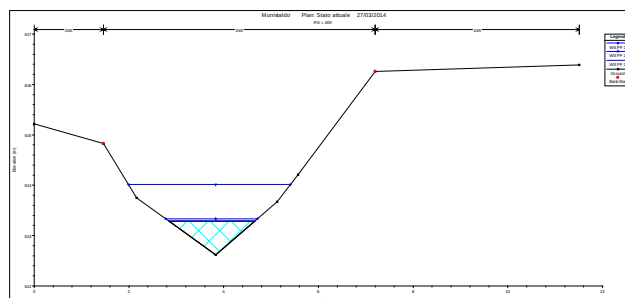
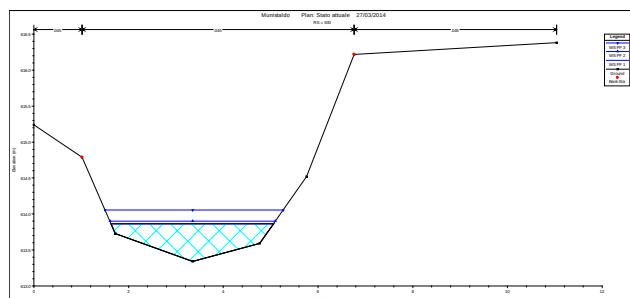
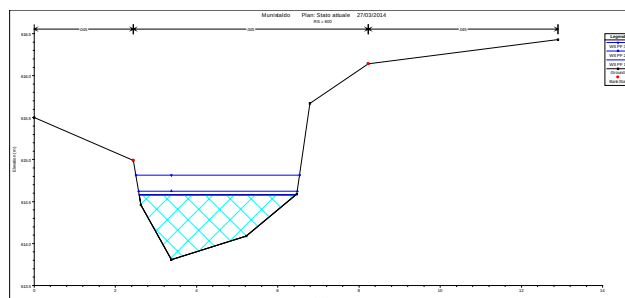
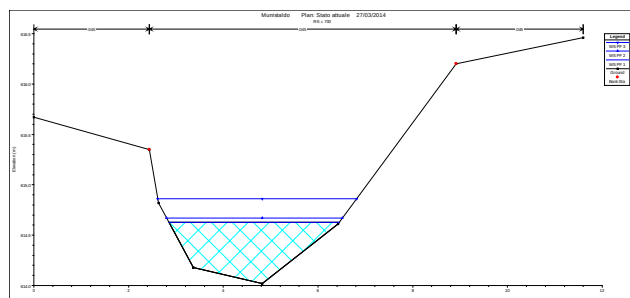
Planimetria del modello del tratto studiato del fosso Munistaldo

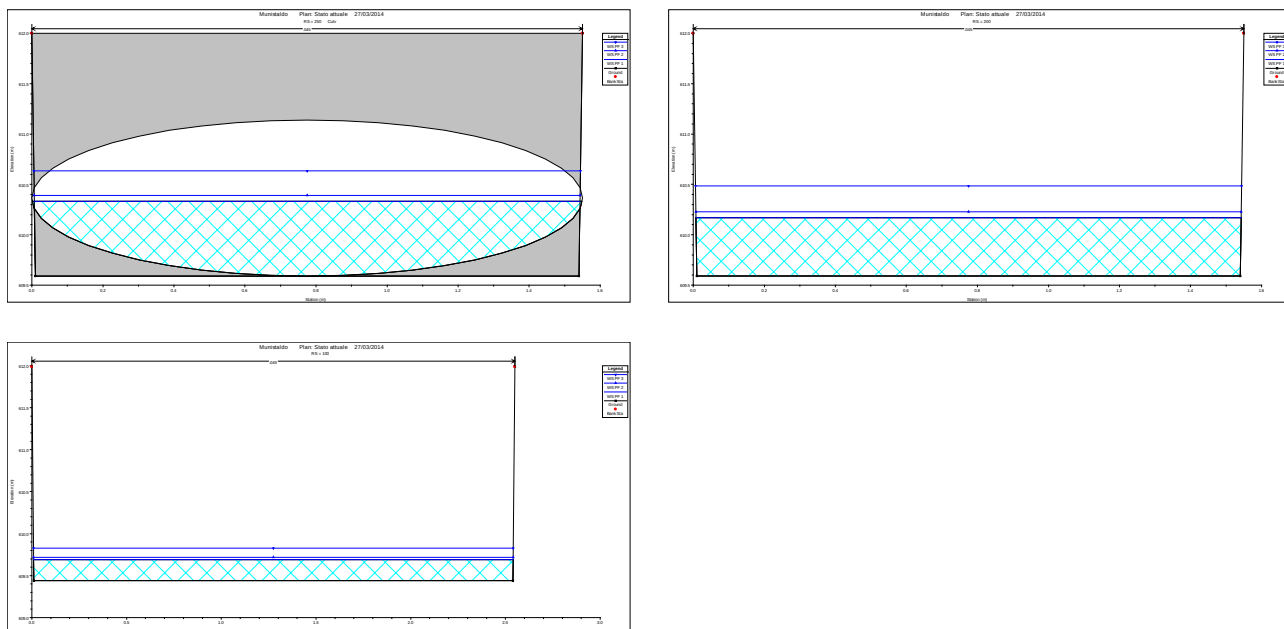


Profilo dei massimi livelli nel tratto studiato del fosso Munistaldo



Assonometria del modello nel tratto studiato del fosso Munitaldo





Sezioni del tratto studiato del fosso Munistaldo

I valori massime delle portate sono sintetizzati nelle seguenti tabelle:

Tipo di funzione di distribuzione di probabilità	Metodo di individuazione dell'idrogramma	PORTATE MASSIME - FOSSO MUNISTALDO						
		(m ³ /s)						
		Tempo di ritorno						
		2 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
Gumbel	Nash	1.03	1.43	1.85	2.10	2.86	3.32	3.95
	Corrivazione	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26
	Invaso lineare	1.04	1.43	1.83	2.07	2.81	3.24	3.83
Normale	Nash	1.11	1.41	1.68	1.82	2.20	2.40	2.65
	Corrivazione	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82
	Invaso lineare	1.12	1.41	1.67	1.81	2.18	2.37	2.60
Lognormale	Nash	1.08	1.54	2.02	2.31	3.22	3.78	4.56
	Corrivazione	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95
	Invaso lineare	1.09	1.54	2.00	2.28	3.15	3.67	4.40
Valore max		1.14	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95

Le portate introdotte, con tempo di ritorno pari a 20, 30 e 200 anni, risultano quelle determinate con le curve di possibilità pluviometrica determinata con il metodo lognormale e l'idrogramma costruito con il metodo di corrivazione.

Come condizioni al contorno, sia a valle che a monte, è stata introdotta la pendenza nel tratto del canale, quindi a monte la pendenza del 1.5074% ed a valle quella del 1.2227%. La scabrezza considerata nelle sezioni è pari a 0.045 s/m^{1/3} secondo Manning, mentre nella condotta in acciaio corrugato è stato utilizzata una scabrezza pari a 0.030 s/m^{1/3}. Questo valori sono effettivamente estremamente cautelativi.

I risultati dei modelli idraulici sopra descritti sono riassunti nella presente tabella:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Munistaldo	700	PF 1	2.13	614.02	614.63	614.75	0.018964	1.54	1.38	3.60	0.79
Munistaldo	700	PF 2	2.45	614.02	614.67	614.80	0.018474	1.59	1.54	3.71	0.79
Munistaldo	700	PF 3	4.08	614.02	614.86	615.02	0.016350	1.77	2.30	4.20	0.77
Munistaldo	600	PF 1	2.13	613.81	614.58	614.65	0.009119	1.19	1.80	3.86	0.55
Munistaldo	600	PF 2	2.45	613.81	614.62	614.70	0.009244	1.25	1.97	3.91	0.56
Munistaldo	600	PF 3	4.08	613.81	614.81	614.93	0.009698	1.50	2.72	4.03	0.58
Munistaldo	500	PF 1	2.13	613.34	613.87	614.04	0.032133	1.84	1.16	3.43	1.01
Munistaldo	500	PF 2	2.45	613.34	613.90	614.09	0.031613	1.92	1.28	3.49	1.01
Munistaldo	500	PF 3	4.08	613.34	614.06	614.31	0.029683	2.21	1.84	3.76	1.01
Munistaldo	400	PF 1	2.13	612.62	613.29	613.92	0.146216	3.53	0.60	1.81	1.95
Munistaldo	400	PF 2	2.45	612.62	613.33	613.98	0.135742	3.56	0.69	1.93	1.90
Munistaldo	400	PF 3	4.08	612.62	614.02	614.14	0.010287	1.57	2.59	3.43	0.58
Munistaldo	300	PF 1	2.13	612.37	613.36	613.46	0.012066	1.40	1.52	1.54	0.45
Munistaldo	300	PF 2	2.45	612.37	613.44	613.56	0.013054	1.49	1.65	1.54	0.46
Munistaldo	300	PF 3	4.08	612.37	613.98	614.12	0.013240	1.65	2.47	1.54	0.42
Munistaldo	250		Culvert								
Munistaldo	200	PF 1	2.13	609.59	610.17	610.46	0.050918	2.40	0.89	1.53	1.01
Munistaldo	200	PF 2	2.45	609.59	610.23	610.55	0.052108	2.51	0.98	1.54	1.00
Munistaldo	200	PF 3	4.08	609.59	610.49	610.94	0.058016	2.97	1.37	1.54	1.00
Munistaldo	100	PF 1	2.13	609.44	609.69	610.26	0.181277	3.34	0.64	2.53	2.13
Munistaldo	100	PF 2	2.45	609.44	609.72	610.34	0.179493	3.50	0.70	2.53	2.13
Munistaldo	100	PF 3	4.08	609.44	609.83	610.71	0.175510	4.15	0.98	2.53	2.12

3. CONCLUSIONI

Dallo studio condotto secondo quanto descritto in precedenza si ottiene che non vi è pericolosità idraulica dell'area oggetto dell'intervento, infatti le sezioni del fosso Munistaldo nella zona risultano sufficienti a smaltire le portate massime valutate per i diversi tempi di ritorno.

ALLEGATO N. 1 : DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA'
CLIMATICADEI PLUVIOMETRI DI:
I .aCastel del Piano

DATI DI PIOGGIA - PLUVIOMETRO DI CASTEL DEL PIANO

Dati ragguagliati e valori per la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche

Castel del Piano

Anno	10 minuti	Mese	15 minuti	Mese	20 minuti	Mese	30 minuti	Mese	1 ore	Mese
1919	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1920	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1921	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1922	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1923	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1924	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1925	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1926	0.00	n.d.	15.50	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	51.50	1
1927	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1928	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	22.30	1	23.40	1
1929	14.00	1	0.00	n.d.	12.50	1	0.00	n.d.	18.80	1
1930	12.50	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	29.20	1	32.00	1
1931	7.40	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	10.00	1
1932	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1933	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	16.00	1	25.20	1
1934	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	30.00	1	34.80	1
1935	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	21.90	1	32.10	1
1936	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	18.00	1	30.00	1
1937	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	38.00	1
1938	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	11.00	1	14.00	1
1939	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1940	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	17.60	1	19.60	1
1941	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	11.00	1	15.00	1
1942	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	38.00	1
1943	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	39.00	1
1944	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	15.40	1
1945	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	13.40	1
1946	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	28.00	1
1947	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	28.00	1
1948	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	40.00	1
1949	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	43.60	1
1950	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	29.00	1
1951	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	18.80	1	32.60	1
1952	0.00	n.d.	19.00	1	0.00	n.d.	22.00	1	26.00	1
1953	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1954	12.60	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	23.20	1
1955	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	20.00	1	20.80	1
1956	11.00	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	15.00	1
1957	0.00	n.d.	0.00	n.d.	13.00	1	0.00	n.d.	13.60	1
1958	0.00	n.d.	0.00	n.d.	30.00	1	0.00	n.d.	37.00	1
1959	0.00	n.d.	0.00	n.d.	26.00	1	0.00	n.d.	36.00	1
1960	0.00	n.d.	0.00	n.d.	26.00	1	0.00	n.d.	23.60	1
1961	0.00	n.d.	23.00	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	40.00	1
1962	12.00	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	39.00	1
1963	0.00	n.d.	0.00	n.d.	20.00	1	0.00	n.d.	25.40	1
1964	0.00	n.d.	0.00	n.d.	30.00	1	0.00	n.d.	48.00	1
1965	0.00	n.d.	0.00	n.d.	22.00	1	0.00	n.d.	31.40	1
1966	13.00	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	30.00	1	40.00	1
1967	0.00	n.d.	0.00	n.d.	24.00	1	0.00	n.d.	37.10	1
1968	0.00	n.d.	0.00	n.d.	22.00	1	0.00	n.d.	24.00	1
1969	0.00	n.d.	0.00	n.d.	24.00	1	0.00	n.d.	32.00	1
1970	13.00	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	21.00	1
1971	0.00	n.d.	0.00	n.d.	12.40	1	0.00	n.d.	25.00	1
1972	0.00	n.d.	19.20	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	22.60	1
1973	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	11.80	1	26.00	1
1974	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	9.00	1	10.00	1
1975	0.00	n.d.	0.00	n.d.	16.20	1	0.00	n.d.	24.20	1
1976	0.00	n.d.	13.40	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	20.40	1
1977	11.60	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	19.20	1
1978	0.00	n.d.	10.40	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	21.40	1
1979	0.00	n.d.	0.00	n.d.	12.40	1	0.00	n.d.	22.80	1
1980	11.80	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	31.20	1
1981	14.60	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	23.60	1
1982	0.00	n.d.	17.60	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	26.00	1
1983	8.80	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	11.00	1
1984	10.80	1	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	22.00	1
1985	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	8.60	1	9.00	1
1986	12.20	1	13.80	1	15.40	1	18.60	1	35.80	1
1987	10.00	1	10.20	1	10.80	1	12.60	1	18.00	1
1988	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1989	10.10	1	11.00	1	12.50	1	15.70	1	26.00	1
1990	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
1991	11.80	1	0.00	n.d.	14.40	1	16.80	1	24.20	1
1992	6.20	1	0.00	n.d.	10.60	1	13.80	1	18.80	1
1993	8.40	1	0.00	n.d.	14.60	1	17.00	1	28.60	1
1994	12.00	1	0.00	n.d.	15.80	1	19.80	1	25.00	1
1995	8.60	1	0.00	n.d.	9.20	1	10.00	1	14.80	1
1996	9.20	1	0.00	n.d.	11.00	1	12.80	1	18.40	1
1997	10.80	1	0.00	n.d.	11.80	1	13.40	1	26.00	1
1998	4.00	1	0.00	n.d.	6.80	1	8.40	1	12.80	1
1999	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
2000	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
2001	0.00	n.d.	11.80	1	0.00	n.d.	15.40	1	18.20	1
2002	0.00	n.d.	10.80	1	0.00	n.d.	13.00	1	17.40	1
2003	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	30.60	1
2004	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	28.80	1
2005	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	13.80	1
2006	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	32.60	1
2007	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	15.40	1
2008	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	28.40	1
2009	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	12.80	1
2010	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	31.60	1	40.20	1
2011	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	18.00	1	23.00	1
2012	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.	17.60	1	21.60	1
Media	10.68	Numero	14.64	Numero	16.94	Numero	17.24	Numero	25.70	Numero
Scarto	2.51	24	4.21	12	6.71	25	6.32	32	9.42	79

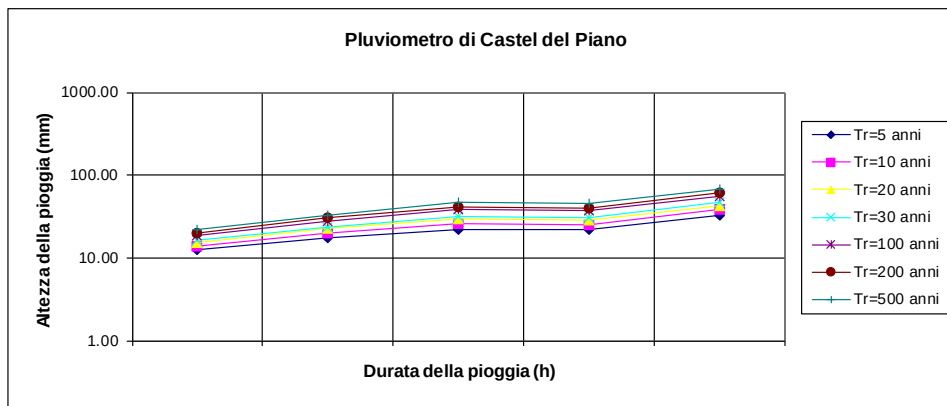
Curve di possibilità pluviometriche (DISTRIBUZIONE DI GUMBEL)

Castel del Piano

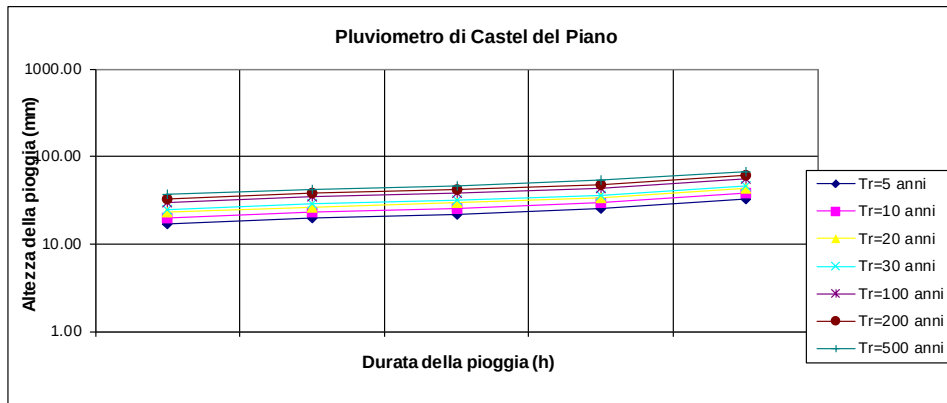
Tempo di ritorno T (anni)	Altezza h 10 minuti (mm)	Altezza h 15 minuti (mm)	Altezza h 20 minuti (mm)	Altezza h 30 minuti (mm)	Altezza h 1 ore (mm)
5	12.49	17.67	21.76	21.79	32.47
10	13.96	20.13	25.68	25.48	37.99
20	15.37	22.50	29.45	29.03	43.27
30	16.18	23.86	31.61	31.07	46.31
100	18.55	27.85	37.97	37.06	55.25
200	19.92	30.13	41.61	40.49	60.35
500	21.71	33.15	46.41	45.01	67.10

Coefficienti curva possibilità pluviometrica			
Minimi quadrati		Inviluppo	
a	n	a	n
32.97	0.49	32.47	0.36
39.02	0.52	37.99	0.36
44.84	0.53	43.27	0.35
48.19	0.54	46.31	0.35
58.05	0.56	55.25	0.34
63.70	0.57	60.35	0.34
71.16	0.58	67.10	0.34

Diagrammi delle curve di possibilità pluviometriche (senza interpolazione)



Diagrammi delle curve di possibilità pluviometriche (interpolate)



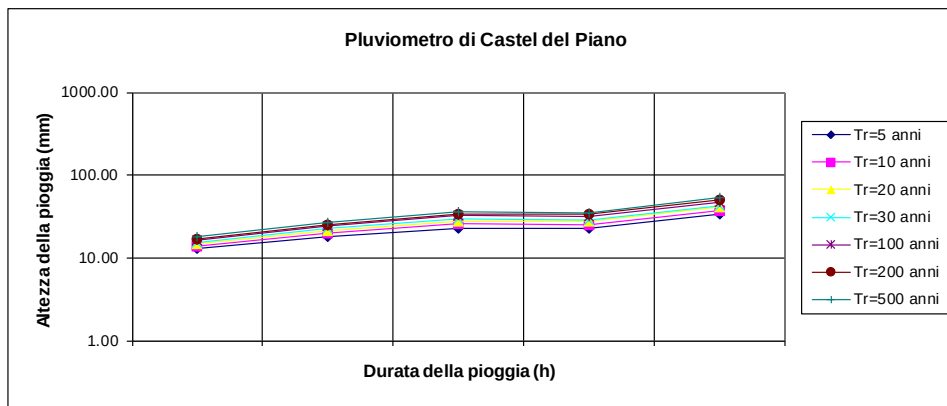
Curve di possibilità pluviometriche (DISTRIBUZIONE NORMALE)

Castel del Piano

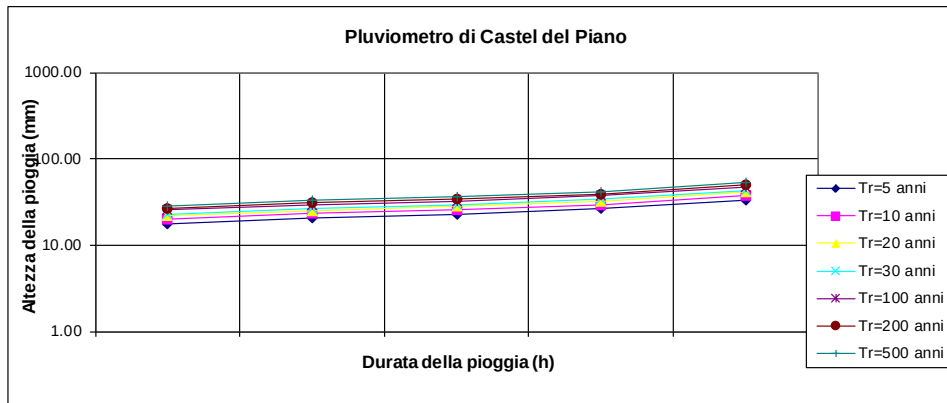
Tempo di ritorno T (anni)	Altezza h 10 minuti (mm)	Altezza h 15 minuti (mm)	Altezza h 20 minuti (mm)	Altezza h 30 minuti (mm)	Altezza h 1 ore (mm)
5	12.80	18.19	22.58	22.56	33.63
10	13.90	20.04	25.53	25.34	37.77
20	14.81	21.57	27.97	27.64	41.20
30	15.28	22.36	29.23	28.83	42.97
100	16.52	24.44	32.54	31.95	47.62
200	17.14	25.49	34.21	33.52	49.97
500	17.91	26.77	36.25	35.43	52.82

Coefficienti curva possibilità pluviometrica			
Minimi quadrati		Inviluppo	
a	n	a	n
34.24	0.50	33.63	0.36
38.79	0.51	37.77	0.36
42.55	0.53	41.20	0.35
44.51	0.53	42.97	0.35
49.63	0.55	47.62	0.35
52.23	0.55	49.97	0.34
55.37	0.56	52.82	0.34

Diagrammi delle curve di possibilità pluviometriche (senza interpolazione)



Diagrammi delle curve di possibilità pluviometriche (interpolate)



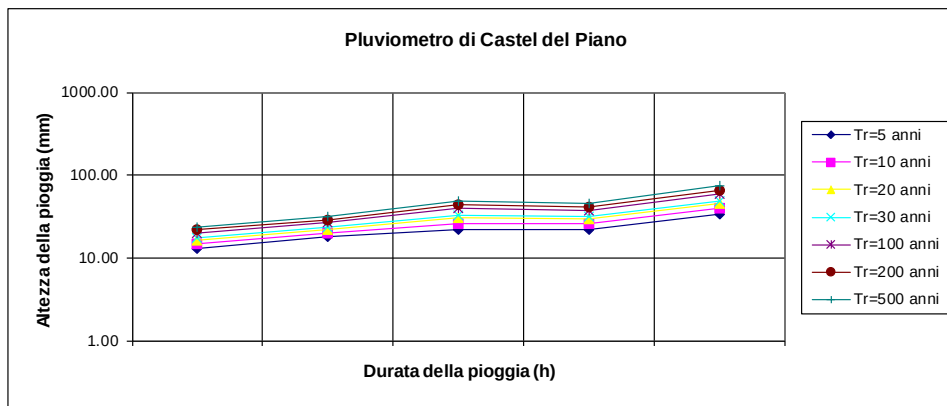
Curve di possibilità pluviometriche (DISTRIBUZIONE LOGNORMALE)

Castel del Piano

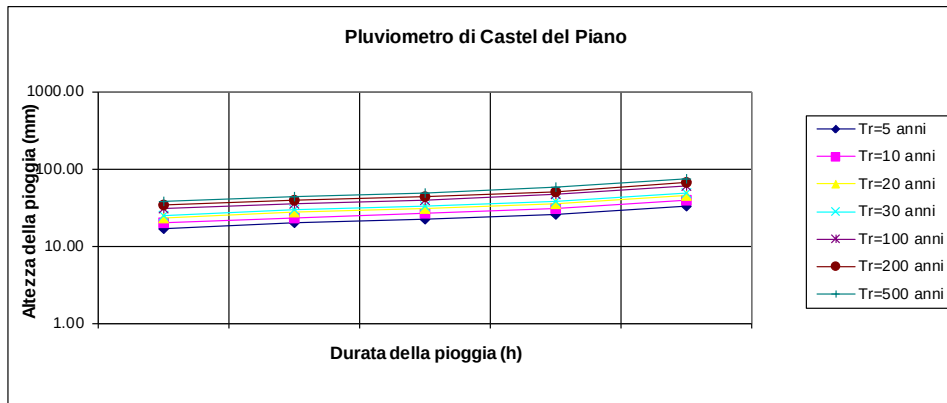
Tempo di ritorno T (anni)	Altezza h 10 minuti (mm)	Altezza h 15 minuti (mm)	Altezza h 20 minuti (mm)	Altezza h 30 minuti (mm)	Altezza h 1 ore (mm)
5	13.16	17.84	21.92	21.94	33.28
10	14.94	20.15	26.09	25.72	39.54
20	16.59	22.29	30.11	29.33	45.58
30	17.52	23.49	32.45	31.40	49.09
100	20.19	26.93	39.42	37.52	59.54
200	21.70	28.86	43.50	41.06	65.65
500	23.67	31.38	49.02	45.80	73.91

Coefficienti curva possibilità pluviometrica			
Minimi quadrati		Inviluppo	
a	n	a	n
33.29	0.48	33.28	0.38
39.79	0.51	39.54	0.38
46.10	0.53	45.58	0.38
49.77	0.54	49.09	0.38
60.76	0.57	59.54	0.38
67.23	0.59	65.65	0.37
75.99	0.61	73.91	0.37

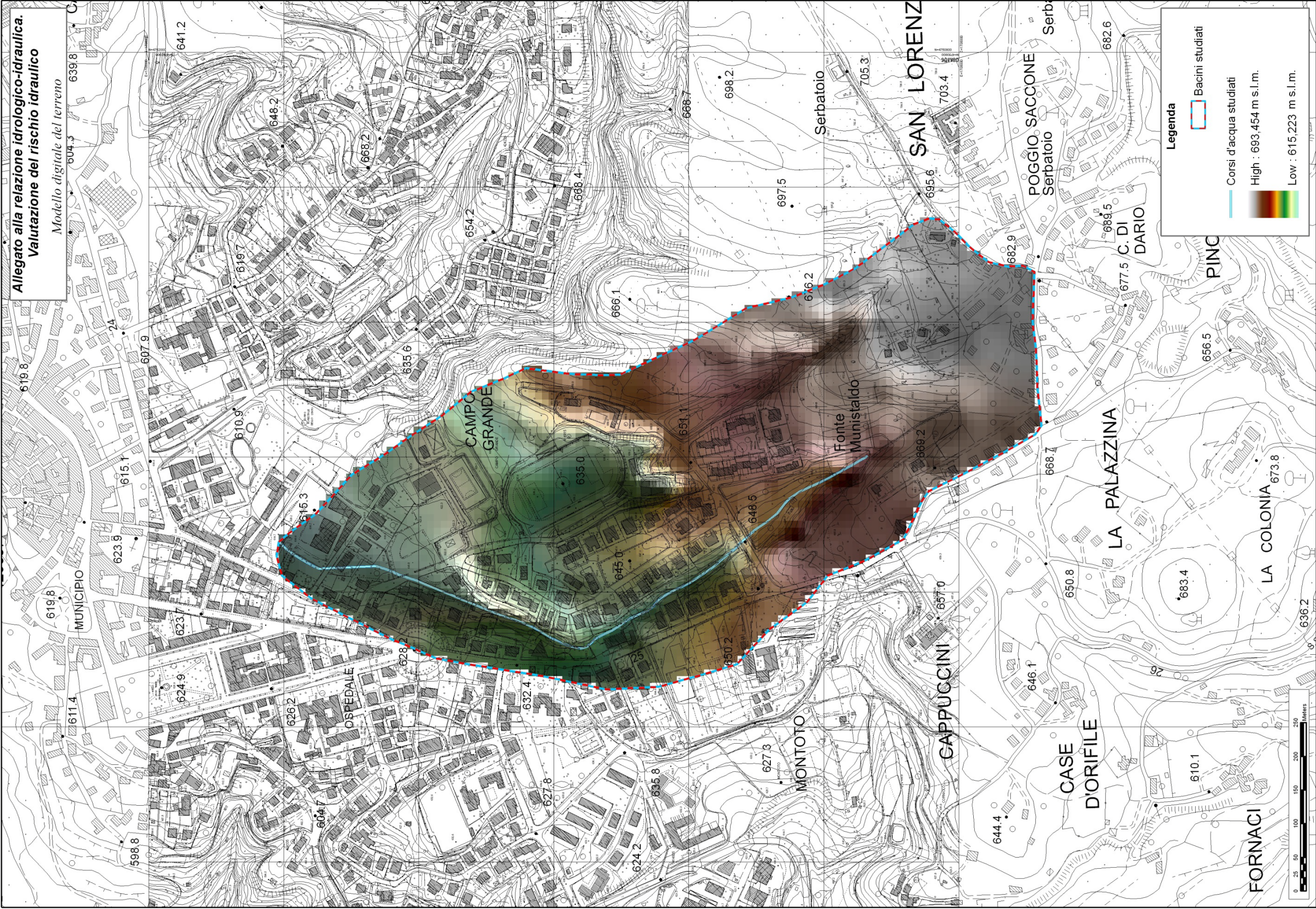
Diagrammi delle curve di possibilità pluviometriche (senza interpolazione)



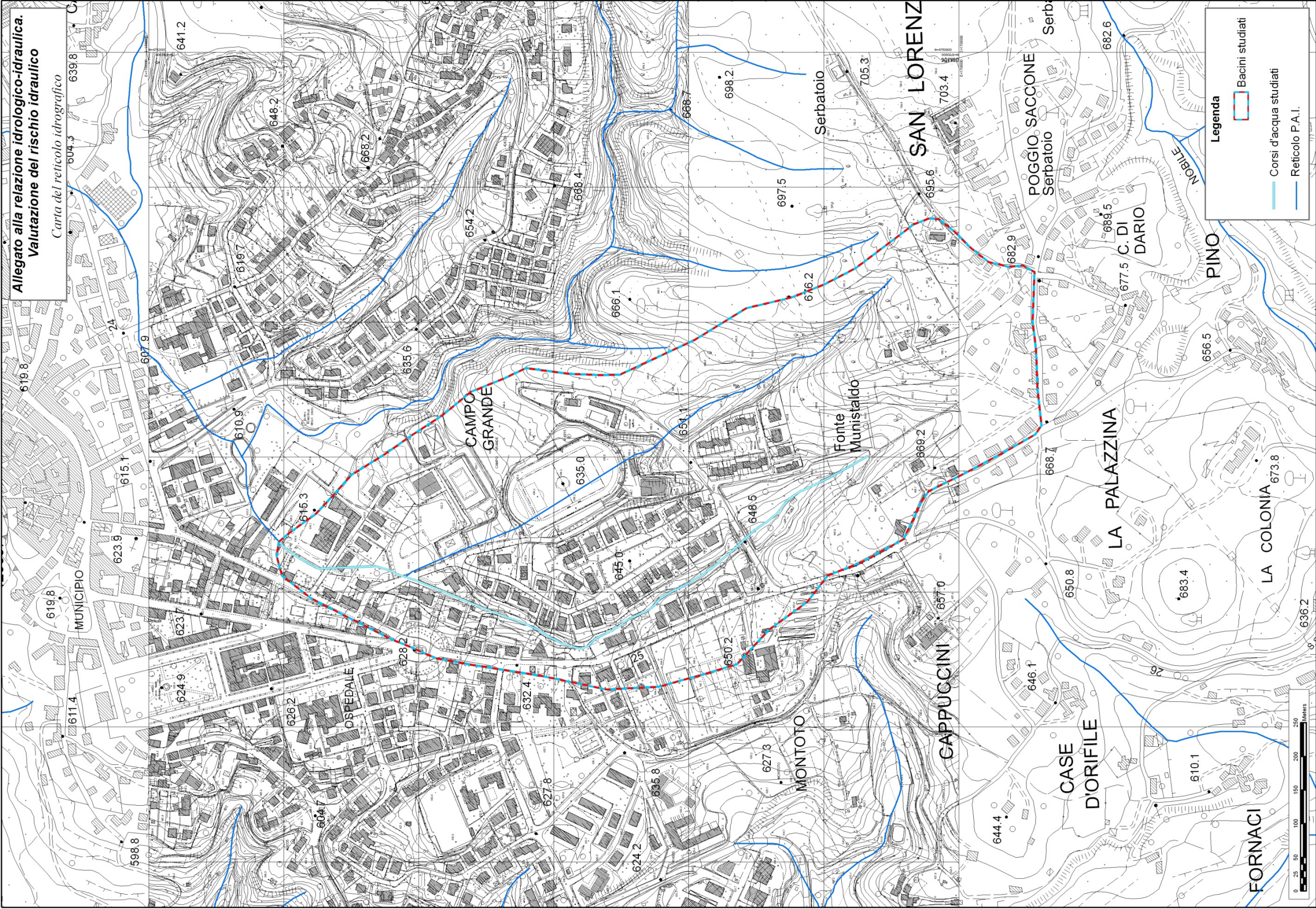
Diagrammi delle curve di possibilità pluviometriche (interpolate)



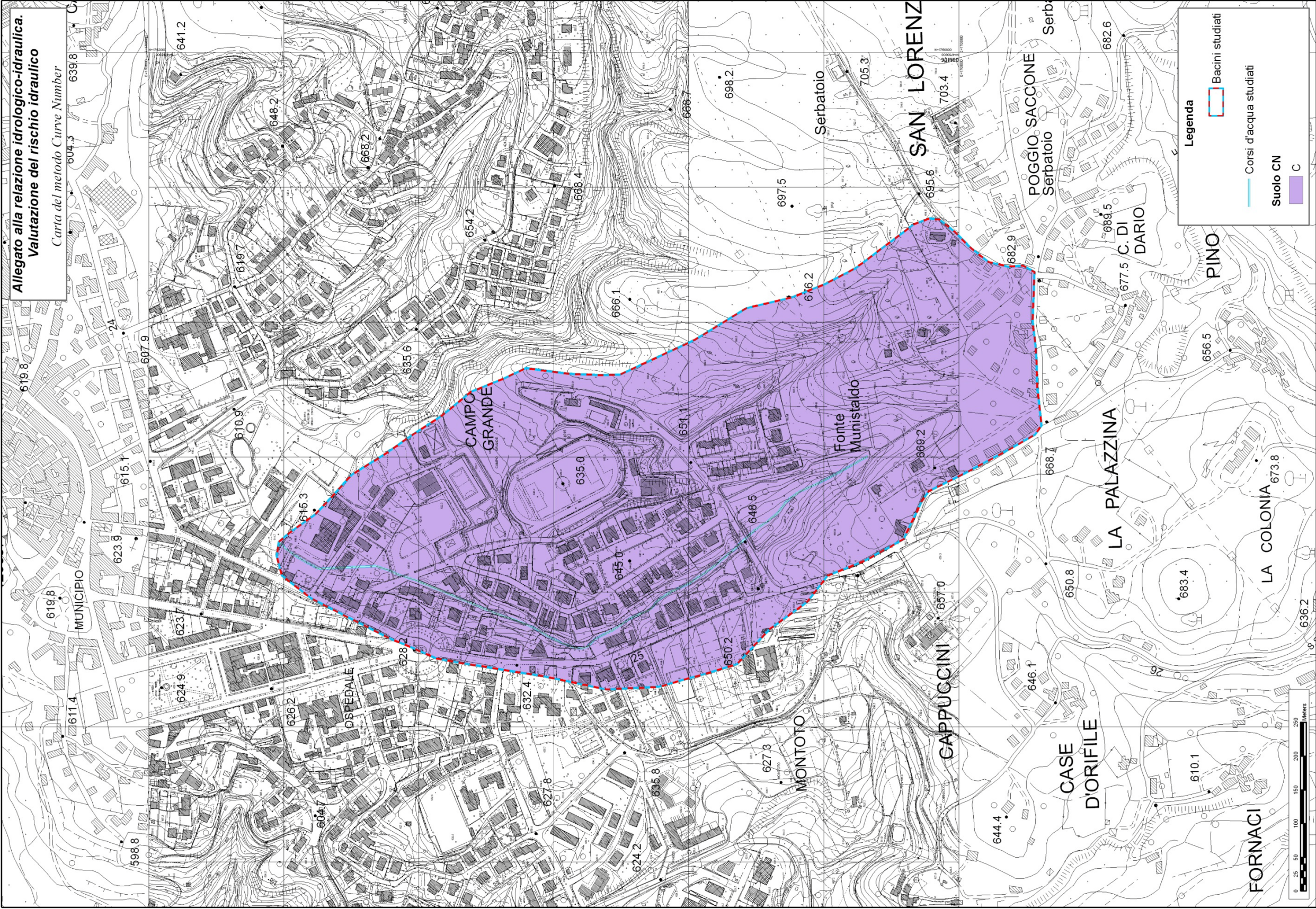
ALLEGATO N. 2: MODELLO DIGITALE DEL TERRENO



ALLEGATO N. 3: CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO



ALLEGATO N. 4: CARTA LITOLOGICA DEL BACINO IDROGRAFICO



ALLEGATO N. 5: CARTA DELL'USO DEL SUOLO



ALLEGATO N. 6: TABELLE PER LA DETERMINAZIONE DEL "CURVE NUMBER"

433815**Valore definitivo del CN**

<i>CN I</i>	53
<i>CN II</i>	72
<i>CN III</i>	86

DISTRIBUZIONE USO DEL SUOLO				
Codice	Descrizione codice	Superficie	Sup. totale	Sup. %
TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE			265919	
111	Tessuto urbano continuo	0		0.00%
112	Tessuto urbano discontinuo	265919		61.30%
1121	Pertinenza abitativa, edificato sparso	0		0.00%
121	Aree industriali o commerciali	0		0.00%
122	Reti stradali e ferrovie e spazi accessori	0		0.00%
1221	Strade in aree boscate	0		0.00%
123	Aree portuali	0		0.00%
124	Aeroporti	0		0.00%
131	Aree estrattive	0		0.00%
132	Discariche	0		0.00%
133	Cantieri	0		0.00%
141	Aree verdi urbane	0		0.00%
142	Aree sportive e ricreative	0		0.00%
TERRITORI AGRICOLI			1628	
210	Seminativi irrigui e non irrigui	0		0.00%
211	Seminativi in aree non irrigue	0		0.00%
2111	Vivai e colture protette	0		0.00%
2112	Semitavi in aree non irrigue	0		0.00%
212	Seminativi in aree irrigue	0		0.00%
213	Risaie	0		0.00%
221	Vigneti	0		0.00%
2211	Colt. Perm. miste con prev. di vigneti	0		0.00%
2212	Vigneti	0		0.00%
222	Frutteti e frutti minori	0		0.00%
2221	Colt. Perm. Miste leggera prevalenza di frutteti	0		0.00%
2222	Frutteti che ricadono in aree irrigue	0		0.00%
2224	Altri frutteti	0		0.00%
223	Oliveti	0		0.00%
2231	Colt. Perm. miste con prev. di oliveti	0		0.00%
2232	Altri oliveti	0		0.00%
231	Prati stabili	0		0.00%
241	Colt. annuali associate a colt. permanenti	0		0.00%
242	Sistemi colturali e particellari complessi	0		0.00%
243	Aree prev. occupate da colt. agrarie spazi nat.	1628		0.38%
TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI			166268	
311	Boschi di latifoglie	166255		38.32%
3111	Culture arboree di specie a rapido accresc.	0		0.00%
3112	Castagni da frutto	0		0.00%
3113	Altri boschi di latifoglie	0		0.00%
312	Boschi di conifere	13		0.00%
313	Boschi misti	0		0.00%
321	Aree a pascolo nat. e praterie d'alta quota	0		0.00%
322	Brughiere e cespuglieti	0		0.00%
323	Aree a vegetazione sclerofilla	0		0.00%
324	Aree a veget. boschiva e arbustiva in evol.	0		0.00%
331	Spiagge, dune, sabbia e ciottolati dei grei	0		0.00%
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	0		0.00%
333	Aree con vegetazione rada	0		0.00%
334	Aree percorse da incendio	0		0.00%
ZONE UMIDE			0	
411	Paludi interne	0		0.00%
412	Torbiere	0		0.00%
421	Paludi salmastre	0		0.00%
422	Saline attive o in via di abbandono	0		0.00%
423	Zone intertidali	0		0.00%
CORPI IDRICI			0	
511	Corsi d'acqua, canali e idrovori	0		0.00%
512	Bacini d'acqua	0		0.00%
521	Lagune	0		0.00%
522	Estuari	0		0.00%
523	Mari	0		0.00%
			433815	100.00%

DISTRIBUZIONE LITOLOGIA			
Codice	Descrizione del codice	Superficie	Sup. %
QRT	Formazione di Quaranta	433815	100.00%
bn2	Deposito alluvionali terrazzati	0	0.00%
		433815	100.00%

ALLEGATO N. 7: DETERMINAZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA CON I DATI
IDROLOGICI – IETOGRAMMA COSTANTE

A.a Distribuzione di Gumbel
A.b Distribuzione Normale
A.c Distribuzione Lognormale

a Metodo di Gumbel

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE CON I DATI IDROLOGICI
IETOGRAMMA COSTANTE E DISTRIBUZIONE DI GUMBEL

Dati geometrici e di uso dei bacini alla chiusura delle varie sezioni

Sezione	S (km ²)	L (km)	H _{med} (m)	H _{max} (bac) (m)	H _{max} (asta) (m)	H _{min} (m)	Dq (m)	imed	CN
Ingresso	0.43	1.00	649	693	657	615	42.17	0.042	86

Determinazione del tempo di corrivazione (espresso in ore)

Sezione	Ventura	Giandotti	Kirpich	Viparelli	Pezzoli	Toumon	Puglisi	SCELTO
Ingresso	0.41	0.88	0.24	0.19	0.27	0.27	1.40	0.88

Metodo di: Giandotti

Idrogrammi di piena:

Caratteristiche del bacino:

n= 3

T_p= 0.5T_c= 0.44 ore

k= T_p/(n-1)=0.5*T_c/(n-1)= 0.22 ore

Sezione a cui si chiude il bacino:

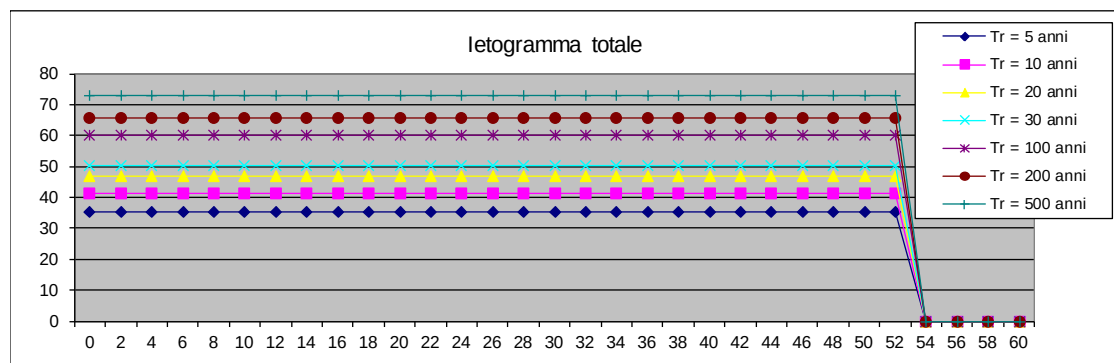
Tempo di corrivazione:

0.88 ore

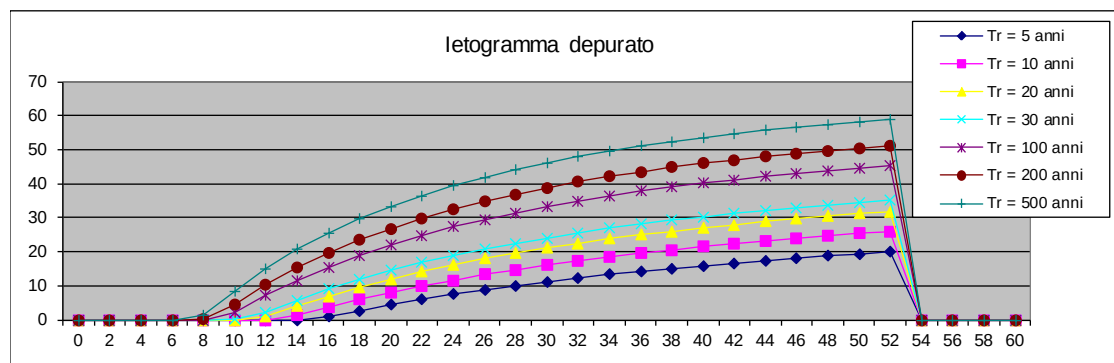
Valutazione dei colmi di piena

Portate per i vari tempi di ritorno								
Metodo di Giandotti (Da Deppo-Datei / Peruginelli)								
T _r =	2	10	20	30	100	200	500	[anni]
Q _e =	3.16	3.70	4.22	4.52	5.39	5.89	6.56	[m ³ /s]
Q _c =	2.53	2.96	3.38	3.62	4.32	4.72	5.25	[m ³ /s]
Metodo di Nash								
T _r =	2	10	20	30	100	200	500	[anni]
Q _e =	1.14	1.61	2.10	2.39	3.31	3.86	4.61	[m ³ /s]

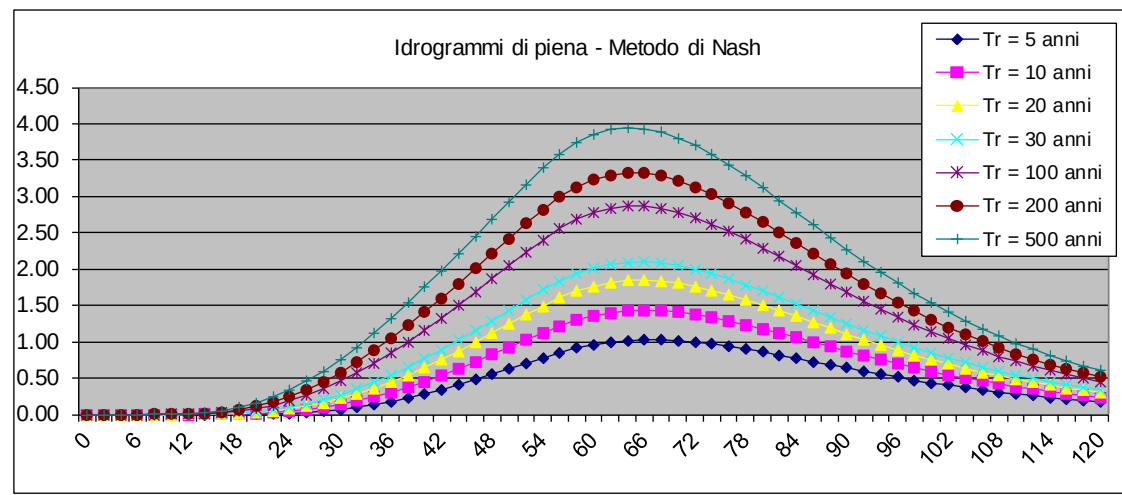
Pioggia oraria [i(t)] - letogramma costante							
Tempo (primi)	Altezza di pioggia totale per i vari tempi di ritorno [mm/h* ² m]						
	5 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
0	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
2	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
4	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
6	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
8	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
10	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
12	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
14	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
16	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
18	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
20	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
22	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
24	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
26	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
28	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
30	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
32	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
34	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
36	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
38	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
40	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
42	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
44	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
46	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
48	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
50	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
52	35.12	41.12	46.88	50.19	59.92	65.48	72.82
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volume	30.44	35.64	40.63	43.50	51.93	56.75	63.11



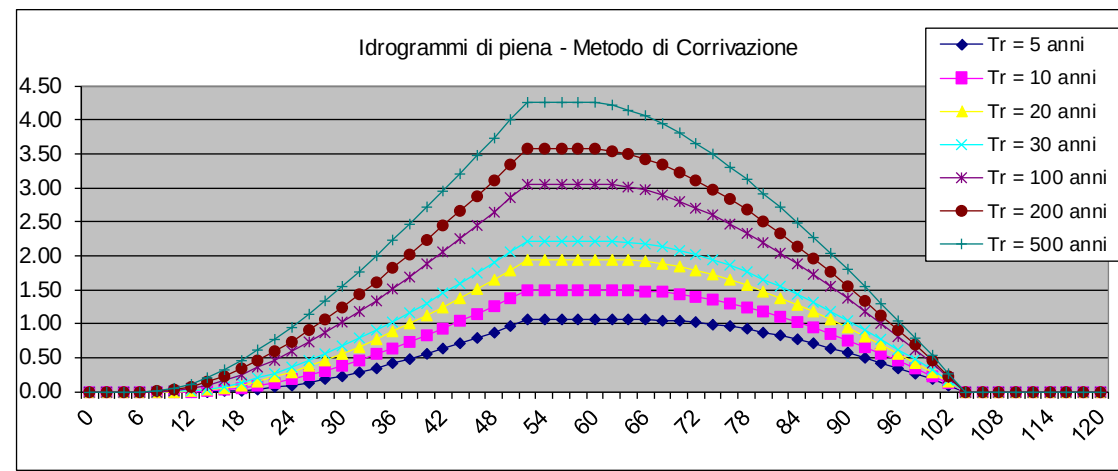
Pioggia depurata istantanea [l(t)]							
Tempo (primi)	Altezza di pioggia totale per i vari tempi di ritorno [mm/h*m ²]						
	5 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	1.45
10	0.00	0.00	0.00	0.01	2.05	4.61	8.47
12	0.00	0.00	0.86	2.17	7.13	10.37	15.03
14	0.00	1.23	3.99	5.76	11.61	15.34	20.63
16	0.85	3.72	6.93	8.96	15.54	19.67	25.46
18	2.68	5.97	9.58	11.82	19.01	23.47	29.64
20	4.38	8.03	11.97	14.40	22.09	26.81	33.30
22	5.95	9.92	14.14	16.73	24.84	29.76	36.51
24	7.40	11.64	16.12	18.83	27.29	32.39	39.34
26	8.74	13.23	17.92	20.75	29.50	34.74	41.86
28	9.99	14.69	19.56	22.49	31.49	36.85	44.10
30	11.15	16.05	21.07	24.08	33.29	38.75	46.10
32	12.23	17.30	22.46	25.54	34.93	40.47	47.91
34	13.24	18.45	23.74	26.88	36.42	42.02	49.53
36	14.19	19.53	24.92	28.12	37.78	43.44	51.01
38	15.08	20.53	26.02	29.26	39.02	44.73	52.34
40	15.91	21.46	27.03	30.31	40.17	45.91	53.56
42	16.69	22.34	27.97	31.29	41.22	46.99	54.67
44	17.42	23.15	28.85	32.19	42.19	47.99	55.69
46	18.11	23.91	29.66	33.03	43.08	48.90	56.63
48	18.76	24.63	30.43	33.82	43.91	49.75	57.49
50	19.38	25.30	31.14	34.55	44.68	50.53	58.28
52	19.96	25.93	31.81	35.23	45.40	51.26	59.02
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volume	7.74	10.90	14.21	16.21	22.42	26.16	31.27



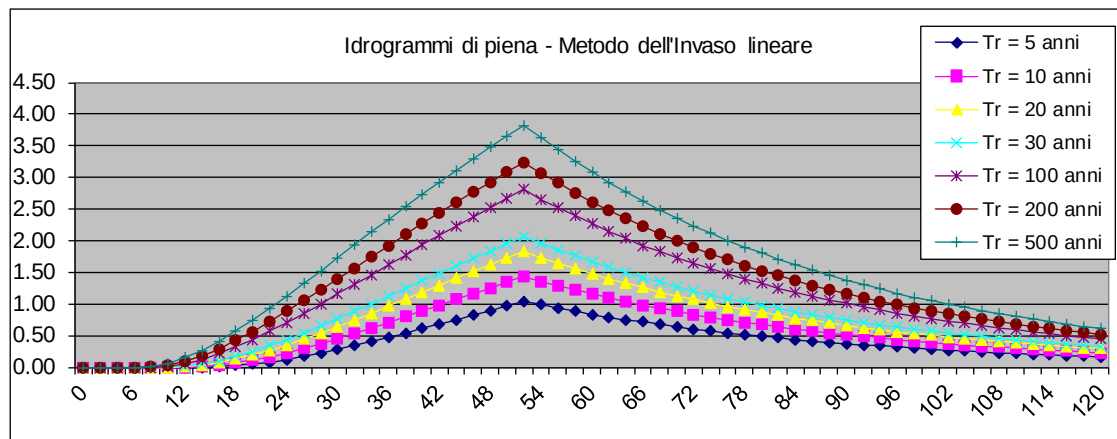
Idrogramma di piena metodo di Nash									
Tempo (primi)	S * u(t) [m ³ /h]	Dt [h]	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ³ /s]						
			2	10	20	50	100	200	500
0	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00533	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.01834	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.03550	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.05427	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.07293	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.09031	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
14	0.10572	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03
16	0.11875	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05
18	0.12925	0	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.10
20	0.13723	0	0.00	0.01	0.03	0.04	0.08	0.11	0.16
22	0.14281	0	0.01	0.02	0.05	0.06	0.13	0.17	0.24
24	0.14616	0	0.02	0.04	0.07	0.10	0.19	0.25	0.34
26	0.14752	0	0.03	0.07	0.11	0.15	0.26	0.34	0.46
28	0.14714	0	0.05	0.10	0.16	0.20	0.35	0.45	0.60
30	0.14526	0	0.07	0.14	0.22	0.27	0.46	0.58	0.76
32	0.14214	0	0.10	0.19	0.29	0.35	0.58	0.72	0.93
34	0.13799	0	0.14	0.24	0.36	0.44	0.71	0.88	1.12
36	0.13305	0	0.18	0.31	0.45	0.54	0.85	1.04	1.32
38	0.12749	0	0.23	0.38	0.54	0.65	1.00	1.22	1.53
40	0.12149	0	0.28	0.45	0.65	0.77	1.16	1.41	1.75
42	0.11519	0	0.34	0.54	0.76	0.89	1.33	1.60	1.98
44	0.10872	0	0.41	0.63	0.87	1.02	1.50	1.80	2.22
46	0.10219	0	0.48	0.72	0.99	1.15	1.68	2.00	2.45
48	0.09570	0	0.55	0.82	1.11	1.29	1.86	2.21	2.69
50	0.08930	0	0.63	0.92	1.24	1.43	2.05	2.42	2.93
52	0.08306	0	0.70	1.03	1.37	1.58	2.23	2.62	3.17
54	0.07704	0	0.78	1.13	1.49	1.71	2.40	2.82	3.39
56	0.07125	0	0.85	1.22	1.60	1.84	2.56	2.99	3.59
58	0.06573	0	0.91	1.30	1.70	1.94	2.68	3.13	3.74
60	0.06049	0	0.96	1.36	1.77	2.01	2.78	3.23	3.85
62	0.05555	0	1.00	1.40	1.81	2.06	2.84	3.30	3.92
64	0.05091	0	1.02	1.42	1.84	2.09	2.86	3.32	3.95
66	0.04656	0	1.03	1.43	1.85	2.10	2.86	3.32	3.93
68	0.04250	0	1.03	1.42	1.83	2.08	2.83	3.28	3.88
70	0.03874	0	1.01	1.41	1.81	2.05	2.78	3.22	3.81
72	0.03524	0	1.00	1.37	1.76	2.00	2.71	3.13	3.70
74	0.03202	0	0.97	1.34	1.71	1.94	2.62	3.03	3.58
76	0.02904	0	0.94	1.29	1.65	1.86	2.52	2.91	3.43
78	0.02631	0	0.90	1.24	1.58	1.78	2.41	2.78	3.28
80	0.02380	0	0.86	1.18	1.51	1.70	2.29	2.64	3.12
82	0.02151	0	0.82	1.12	1.43	1.61	2.17	2.50	2.95
84	0.01941	0	0.77	1.06	1.35	1.52	2.05	2.36	2.78
86	0.01750	0	0.73	1.00	1.27	1.43	1.92	2.22	2.61
88	0.01575	0	0.68	0.93	1.19	1.34	1.80	2.07	2.44
90	0.01417	0	0.64	0.87	1.11	1.25	1.68	1.93	2.27
92	0.01274	0	0.60	0.81	1.03	1.16	1.56	1.80	2.11
94	0.01143	0	0.55	0.75	0.96	1.08	1.45	1.67	1.96
96	0.01026	0	0.51	0.70	0.89	1.00	1.34	1.54	1.81
98	0.00919	0	0.47	0.64	0.82	0.92	1.24	1.42	1.67
100	0.00823	0	0.44	0.59	0.75	0.85	1.14	1.31	1.54
102	0.00736	0	0.40	0.55	0.69	0.78	1.05	1.20	1.41
104	0.00658	0	0.37	0.50	0.64	0.72	0.96	1.10	1.29
106	0.00588	0	0.34	0.46	0.58	0.65	0.88	1.01	1.18
108	0.00525	0	0.31	0.42	0.53	0.60	0.80	0.92	1.08
110	0.00469	0	0.28	0.38	0.48	0.55	0.73	0.84	0.98
112	0.00418	0	0.26	0.35	0.44	0.50	0.66	0.76	0.89
114	0.00372	0	0.23	0.32	0.40	0.45	0.60	0.69	0.81
116	0.00331	0	0.21	0.29	0.36	0.41	0.55	0.63	0.74
118	0.00295	0	0.19	0.26	0.33	0.37	0.50	0.57	0.67
120	0.00262	0	0.17	0.24	0.30	0.34	0.45	0.51	0.60
Volumi			16773.10	23634.30	30801.59	35140.35	48615.16	56729.91	67794.86
Portate di picco [m ³ /s]			1.03	1.43	1.85	2.10	2.86	3.32	3.95



Idrogramma di piena metodo di corrivazione			Linearità della curva area tempi					u(t)= 1/Tc		
Idrogramma di piena										
Tempo (primi)	S * u(t) [m ³ /s]	Dt (secondi)	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ³ /s]							
			2	10	20	50	100	200	500	
0	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
10	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.05
12	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.07	0.11	0.11
14	0.13631	0	0.00	0.01	0.02	0.04	0.09	0.14	0.21	0.21
16	0.13631	0	0.00	0.02	0.05	0.08	0.17	0.23	0.32	0.32
18	0.13631	0	0.02	0.05	0.10	0.13	0.25	0.33	0.46	0.46
20	0.13631	0	0.04	0.09	0.15	0.20	0.35	0.46	0.61	0.61
22	0.13631	0	0.06	0.13	0.22	0.27	0.46	0.59	0.77	0.77
24	0.13631	0	0.10	0.18	0.29	0.36	0.59	0.74	0.95	0.95
26	0.13631	0	0.14	0.24	0.37	0.45	0.72	0.90	1.14	1.14
28	0.13631	0	0.18	0.31	0.46	0.55	0.87	1.06	1.34	1.34
30	0.13631	0	0.23	0.38	0.56	0.66	1.02	1.24	1.55	1.55
32	0.13631	0	0.29	0.46	0.66	0.78	1.18	1.42	1.77	1.77
34	0.13631	0	0.35	0.55	0.76	0.90	1.34	1.61	2.00	2.00
36	0.13631	0	0.41	0.64	0.88	1.03	1.51	1.81	2.23	2.23
38	0.13631	0	0.48	0.73	1.00	1.16	1.69	2.02	2.47	2.47
40	0.13631	0	0.55	0.83	1.12	1.30	1.87	2.22	2.71	2.71
42	0.13631	0	0.63	0.93	1.25	1.44	2.06	2.44	2.96	2.96
44	0.13631	0	0.71	1.03	1.38	1.59	2.25	2.66	3.21	3.21
46	0.13631	0	0.79	1.14	1.51	1.74	2.45	2.88	3.47	3.47
48	0.13631	0	0.88	1.25	1.65	1.89	2.65	3.10	3.73	3.73
50	0.13631	0	0.96	1.37	1.79	2.05	2.85	3.33	3.99	3.99
52	0.13631	0	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26	4.26
54	0.00000	0	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26	4.26
56	0.00000	0	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26	4.26
58	0.00000	0	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26	4.26
60	0.00000	0	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26	4.26
62	0.00000	0	1.05	1.49	1.94	2.21	3.05	3.54	4.22	4.22
64	0.00000	0	1.05	1.49	1.93	2.20	3.01	3.50	4.15	4.15
66	0.00000	0	1.05	1.48	1.91	2.17	2.96	3.43	4.05	4.05
68	0.00000	0	1.05	1.46	1.88	2.13	2.89	3.34	3.94	3.94
70	0.00000	0	1.04	1.44	1.84	2.08	2.80	3.23	3.80	3.80
72	0.00000	0	1.02	1.40	1.78	2.01	2.70	3.11	3.65	3.65
74	0.00000	0	0.99	1.35	1.72	1.94	2.59	2.97	3.49	3.49
76	0.00000	0	0.96	1.30	1.65	1.85	2.47	2.83	3.31	3.31
78	0.00000	0	0.92	1.24	1.57	1.76	2.33	2.67	3.12	3.12
80	0.00000	0	0.87	1.17	1.48	1.66	2.19	2.50	2.92	2.92
82	0.00000	0	0.82	1.10	1.38	1.55	2.04	2.33	2.71	2.71
84	0.00000	0	0.77	1.02	1.28	1.43	1.88	2.14	2.49	2.49
86	0.00000	0	0.71	0.94	1.17	1.31	1.71	1.95	2.27	2.27
88	0.00000	0	0.64	0.85	1.06	1.18	1.54	1.75	2.03	2.03
90	0.00000	0	0.57	0.76	0.94	1.05	1.37	1.55	1.80	1.80
92	0.00000	0	0.50	0.66	0.82	0.91	1.18	1.34	1.55	1.55
94	0.00000	0	0.43	0.56	0.69	0.77	1.00	1.13	1.30	1.30
96	0.00000	0	0.35	0.45	0.56	0.62	0.80	0.91	1.05	1.05
98	0.00000	0	0.26	0.34	0.42	0.47	0.61	0.69	0.79	0.79
100	0.00000	0	0.18	0.23	0.29	0.32	0.41	0.46	0.53	0.53
102	0.00000	0	0.09	0.12	0.14	0.16	0.21	0.23	0.27	0.27
104	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
106	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
108	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
112	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
114	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
116	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
118	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumi			16450.33	23179.05	30207.86	34462.75	47676.96	55634.70	66485.47	
Portate di picco [m ³ /s]			1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26	



Idrogramma di piena metodo dell'Invaso lineare			Caratteristiche del bacino						k= 0.7*Tc	
Idrogramma di piena										
Tempo (primi)	S * u(t) [m ³ /s]	Dt (secondi)	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ³ /s]							
			2	10	20	50	100	200	500	
0	0.19472	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.18451	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	0.17484	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	0.16567	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	0.15698	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
10	0.14875	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.06	
12	0.14095	0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.09	0.15	
14	0.13356	0	0.00	0.01	0.03	0.05	0.12	0.18	0.27	
16	0.12655	0	0.01	0.03	0.07	0.10	0.21	0.29	0.41	
18	0.11992	0	0.02	0.07	0.13	0.17	0.32	0.42	0.57	
20	0.11363	0	0.05	0.11	0.19	0.25	0.44	0.56	0.75	
22	0.10767	0	0.08	0.17	0.27	0.34	0.57	0.72	0.93	
24	0.10203	0	0.12	0.23	0.35	0.44	0.71	0.88	1.13	
26	0.09668	0	0.17	0.30	0.45	0.54	0.85	1.05	1.32	
28	0.09161	0	0.22	0.37	0.54	0.65	1.00	1.22	1.53	
30	0.08680	0	0.28	0.45	0.64	0.76	1.15	1.39	1.73	
32	0.08225	0	0.34	0.54	0.75	0.88	1.31	1.57	1.93	
34	0.07794	0	0.40	0.62	0.86	1.00	1.46	1.75	2.14	
36	0.07385	0	0.47	0.71	0.96	1.12	1.62	1.92	2.34	
38	0.06998	0	0.54	0.80	1.07	1.24	1.77	2.10	2.54	
40	0.06631	0	0.61	0.89	1.18	1.36	1.93	2.27	2.73	
42	0.06283	0	0.68	0.98	1.29	1.48	2.08	2.44	2.93	
44	0.05954	0	0.75	1.07	1.40	1.60	2.23	2.61	3.12	
46	0.05641	0	0.82	1.16	1.51	1.72	2.38	2.77	3.30	
48	0.05346	0	0.89	1.25	1.62	1.84	2.52	2.93	3.48	
50	0.05065	0	0.97	1.34	1.73	1.96	2.67	3.09	3.66	
52	0.04800	0	1.04	1.43	1.83	2.07	2.81	3.24	3.83	
54	0.04548	0	0.98	1.36	1.74	1.96	2.66	3.07	3.63	
56	0.04309	0	0.93	1.28	1.64	1.86	2.52	2.91	3.44	
58	0.04084	0	0.88	1.22	1.56	1.76	2.39	2.76	3.26	
60	0.03869	0	0.84	1.15	1.48	1.67	2.26	2.61	3.09	
62	0.03666	0	0.79	1.09	1.40	1.58	2.14	2.48	2.92	
64	0.03474	0	0.75	1.04	1.33	1.50	2.03	2.35	2.77	
66	0.03292	0	0.71	0.98	1.26	1.42	1.92	2.22	2.63	
68	0.03119	0	0.67	0.93	1.19	1.35	1.82	2.11	2.49	
70	0.02956	0	0.64	0.88	1.13	1.28	1.73	2.00	2.36	
72	0.02801	0	0.61	0.83	1.07	1.21	1.64	1.89	2.23	
74	0.02654	0	0.57	0.79	1.01	1.15	1.55	1.79	2.12	
76	0.02515	0	0.54	0.75	0.96	1.09	1.47	1.70	2.01	
78	0.02383	0	0.52	0.71	0.91	1.03	1.39	1.61	1.90	
80	0.02258	0	0.49	0.67	0.86	0.97	1.32	1.52	1.80	
82	0.02140	0	0.46	0.64	0.82	0.92	1.25	1.44	1.71	
84	0.02027	0	0.44	0.60	0.77	0.87	1.18	1.37	1.62	
86	0.01921	0	0.42	0.57	0.73	0.83	1.12	1.30	1.53	
88	0.01820	0	0.39	0.54	0.69	0.79	1.06	1.23	1.45	
90	0.01725	0	0.37	0.51	0.66	0.74	1.01	1.16	1.38	
92	0.01634	0	0.35	0.49	0.62	0.71	0.96	1.10	1.30	
94	0.01549	0	0.34	0.46	0.59	0.67	0.91	1.05	1.24	
96	0.01467	0	0.32	0.44	0.56	0.63	0.86	0.99	1.17	
98	0.01391	0	0.30	0.41	0.53	0.60	0.81	0.94	1.11	
100	0.01318	0	0.29	0.39	0.50	0.57	0.77	0.89	1.05	
102	0.01249	0	0.27	0.37	0.48	0.54	0.73	0.84	1.00	
104	0.01183	0	0.26	0.35	0.45	0.51	0.69	0.80	0.94	
106	0.01121	0	0.24	0.33	0.43	0.48	0.66	0.76	0.89	
108	0.01062	0	0.23	0.32	0.41	0.46	0.62	0.72	0.85	
110	0.01007	0	0.22	0.30	0.38	0.43	0.59	0.68	0.80	
112	0.00954	0	0.21	0.28	0.36	0.41	0.56	0.64	0.76	
114	0.00904	0	0.20	0.27	0.34	0.39	0.53	0.61	0.72	
116	0.00856	0	0.19	0.26	0.33	0.37	0.50	0.58	0.68	
118	0.00811	0	0.18	0.24	0.31	0.35	0.47	0.55	0.65	
120	0.00769	0	0.17	0.23	0.29	0.33	0.45	0.52	0.61	
Volumi			16123.65	22725.41	29623.18	33799.37	46771.37	54584.54	65239.44	
Portate di picco [m ³ /s]			1.04	1.43	1.83	2.07	2.81	3.24	3.83	



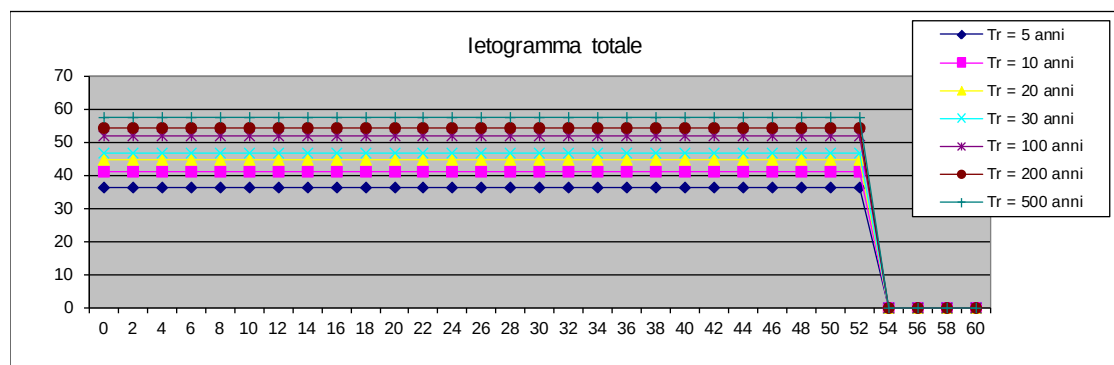
b Metodo normale

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE CON I DATI IDROLOGICI
IETOGRAMMA COSTANTE E DISTRIBUZIONE NORMALE

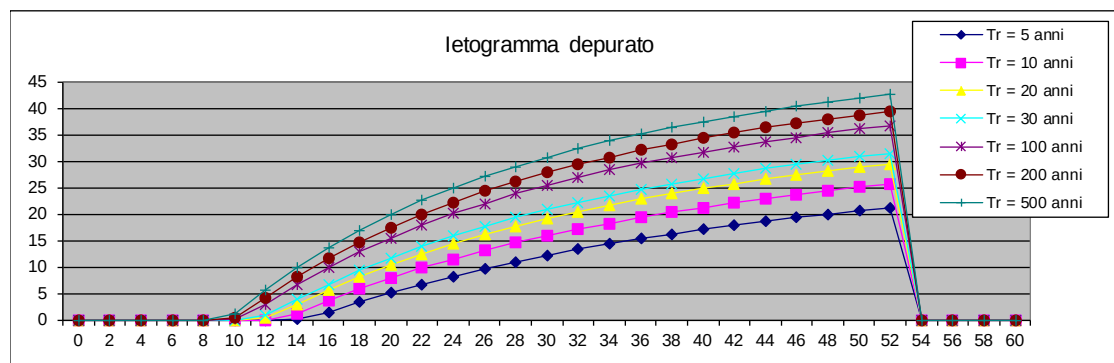
Valutazione dei colmi di piena

Portate per i vari tempi di ritorno								
Metodo di Giandotti (Da Deppo-Datei / Peruginelli)								
T _r =	2	10	20	50	100	200	500	[anni]
Q _c =	3.27	3.68	4.02	4.19	4.65	4.88	5.16	[m³/s]
Q _c =	2.62	2.95	3.22	3.36	3.72	3.91	4.13	[m³/s]
Metodo di Nash								
T _r =	2	10	20	50	100	200	500	[anni]
Q _c =	1.24	1.59	1.90	2.07	2.52	2.76	3.05	[m³/s]

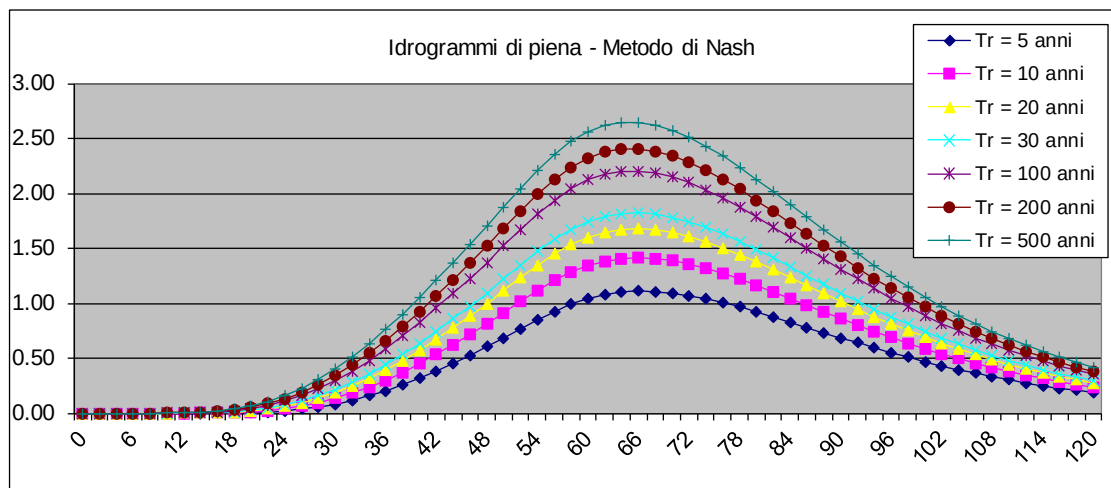
Pioggia oraria [i(t)] - Ietogramma costante							
Tempo (primi)	Altezza di pioggia totale per i vari tempi di ritorno [mm/h*m ²]						
	5 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
0	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
2	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
4	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
6	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
8	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
10	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
12	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
14	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
16	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
18	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
20	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
22	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
24	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
26	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
28	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
30	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
32	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
34	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
36	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
38	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
40	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
42	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
44	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
46	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
48	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
50	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
52	36.38	40.89	44.62	46.55	51.61	54.17	57.28
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volume	31.53	35.44	38.67	40.34	44.73	46.95	49.64



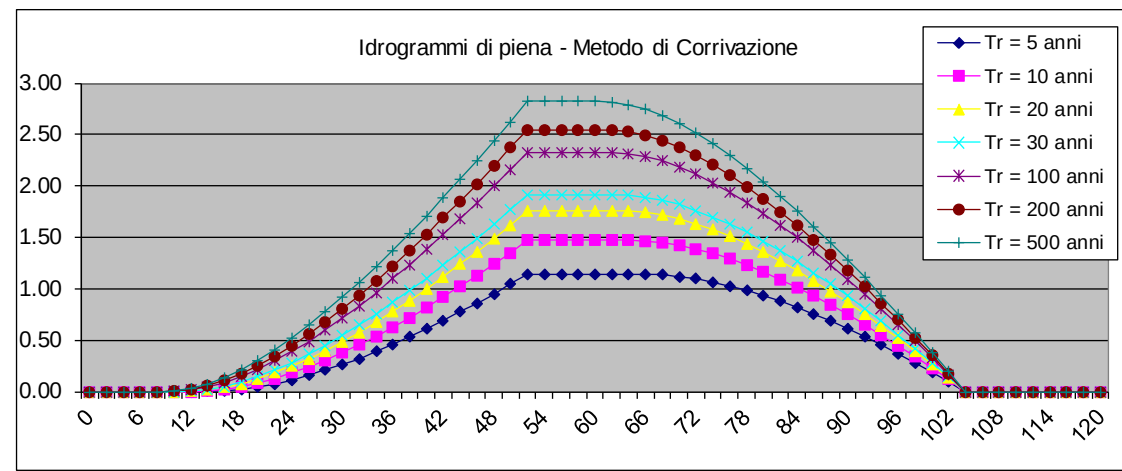
Pioggia depurata istantanea [l(t)]							
Tempo (primi)	Altezza di pioggia totale per i vari tempi di ritorno [mm/h*m ²]						
	5 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.41	1.15
12	0.00	0.00	0.31	0.77	2.83	4.08	5.69
14	0.03	1.14	2.86	3.82	6.55	8.04	9.93
16	1.40	3.60	5.62	6.74	9.86	11.54	13.67
18	3.33	5.84	8.12	9.36	12.82	14.67	16.98
20	5.10	7.88	10.38	11.74	15.48	17.46	19.93
22	6.74	9.76	12.44	13.89	17.87	19.96	22.57
24	8.25	11.47	14.32	15.85	20.03	22.22	24.93
26	9.64	13.05	16.04	17.64	21.99	24.26	27.07
28	10.94	14.51	17.62	19.28	23.77	26.11	29.00
30	12.14	15.85	19.07	20.78	25.40	27.79	30.75
32	13.26	17.09	20.40	22.16	26.89	29.33	32.34
34	14.30	18.25	21.64	23.43	28.25	30.74	33.79
36	15.28	19.32	22.78	24.61	29.51	32.03	35.12
38	16.19	20.32	23.84	25.70	30.66	33.21	36.34
40	17.05	21.25	24.82	26.71	31.73	34.31	37.46
42	17.85	22.11	25.74	27.64	32.72	35.32	38.50
44	18.60	22.93	26.59	28.52	33.64	36.25	39.45
46	19.31	23.69	27.39	29.33	34.49	37.12	40.34
48	19.97	24.40	28.13	30.09	35.28	37.93	41.16
50	20.60	25.07	28.83	30.80	36.02	38.68	41.92
52	21.19	25.70	29.49	31.47	36.71	39.38	42.63
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volume	8.37	10.77	12.88	14.01	17.09	18.69	20.69



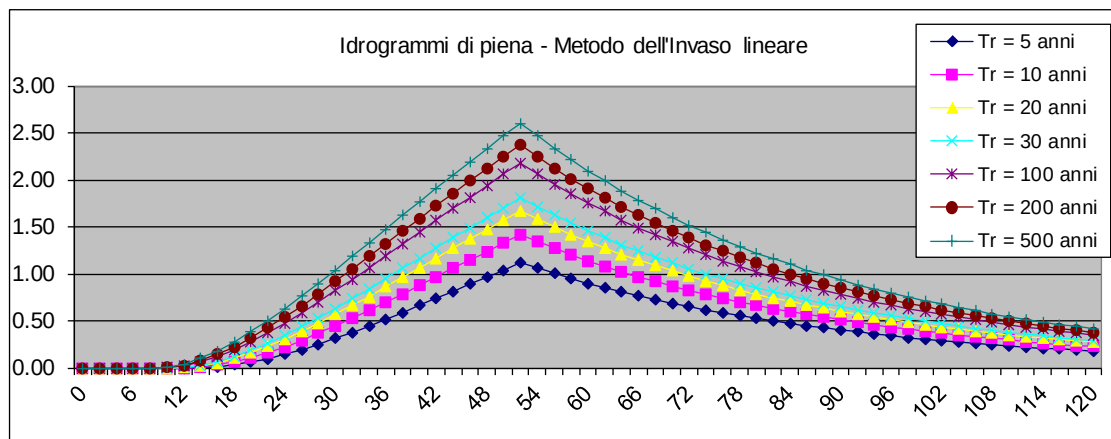
Idrogramma di piena metodo di Nash									
Tempo (primi)	S * u(t) [m ³ /h]	Dt [h]	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ³ /s]						
			2	10	20	50	100	200	500
0	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00533	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.01834	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.03550	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.05427	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.07293	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.09031	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.10572	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
16	0.11875	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
18	0.12925	0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
20	0.13723	0	0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07
22	0.14281	0	0.01	0.02	0.04	0.04	0.07	0.09	0.11
24	0.14616	0	0.02	0.04	0.06	0.07	0.11	0.13	0.16
26	0.14752	0	0.04	0.06	0.09	0.11	0.16	0.19	0.23
28	0.14714	0	0.06	0.10	0.13	0.16	0.22	0.26	0.31
30	0.14526	0	0.08	0.14	0.19	0.21	0.30	0.34	0.40
32	0.14214	0	0.12	0.18	0.24	0.28	0.38	0.44	0.51
34	0.13799	0	0.16	0.24	0.31	0.36	0.48	0.54	0.63
36	0.13305	0	0.20	0.30	0.39	0.44	0.58	0.66	0.76
38	0.12749	0	0.26	0.37	0.48	0.53	0.70	0.79	0.90
40	0.12149	0	0.32	0.45	0.57	0.64	0.82	0.92	1.05
42	0.11519	0	0.38	0.53	0.67	0.74	0.95	1.06	1.20
44	0.10872	0	0.45	0.62	0.77	0.86	1.09	1.21	1.37
46	0.10219	0	0.52	0.71	0.88	0.97	1.23	1.36	1.53
48	0.09570	0	0.60	0.81	0.99	1.10	1.37	1.52	1.70
50	0.08930	0	0.68	0.91	1.11	1.22	1.52	1.68	1.87
52	0.08306	0	0.77	1.01	1.23	1.35	1.67	1.84	2.05
54	0.07704	0	0.85	1.11	1.35	1.47	1.81	1.99	2.21
56	0.07125	0	0.93	1.21	1.45	1.58	1.94	2.12	2.36
58	0.06573	0	0.99	1.28	1.54	1.67	2.04	2.24	2.48
60	0.06049	0	1.04	1.34	1.60	1.74	2.12	2.32	2.56
62	0.05555	0	1.08	1.38	1.65	1.79	2.17	2.37	2.62
64	0.05091	0	1.10	1.41	1.67	1.82	2.20	2.40	2.65
66	0.04656	0	1.11	1.41	1.68	1.82	2.20	2.40	2.65
68	0.04250	0	1.11	1.41	1.67	1.81	2.19	2.38	2.62
70	0.03874	0	1.09	1.39	1.65	1.78	2.15	2.34	2.58
72	0.03524	0	1.07	1.36	1.61	1.74	2.10	2.28	2.51
74	0.03202	0	1.04	1.32	1.56	1.69	2.03	2.21	2.43
76	0.02904	0	1.01	1.27	1.51	1.63	1.96	2.13	2.34
78	0.02631	0	0.97	1.22	1.44	1.56	1.87	2.04	2.24
80	0.02380	0	0.92	1.17	1.38	1.49	1.78	1.94	2.13
82	0.02151	0	0.88	1.11	1.30	1.41	1.69	1.84	2.02
84	0.01941	0	0.83	1.05	1.23	1.33	1.60	1.73	1.90
86	0.01750	0	0.78	0.98	1.16	1.25	1.50	1.63	1.79
88	0.01575	0	0.73	0.92	1.09	1.17	1.41	1.53	1.67
90	0.01417	0	0.69	0.86	1.01	1.10	1.31	1.42	1.56
92	0.01274	0	0.64	0.80	0.94	1.02	1.22	1.32	1.45
94	0.01143	0	0.59	0.75	0.88	0.95	1.13	1.23	1.35
96	0.01026	0	0.55	0.69	0.81	0.88	1.05	1.14	1.25
98	0.00919	0	0.51	0.64	0.75	0.81	0.97	1.05	1.15
100	0.00823	0	0.47	0.59	0.69	0.74	0.89	0.97	1.06
102	0.00736	0	0.43	0.54	0.63	0.68	0.82	0.89	0.97
104	0.00658	0	0.40	0.50	0.58	0.63	0.75	0.81	0.89
106	0.00588	0	0.36	0.45	0.53	0.57	0.69	0.74	0.82
108	0.00525	0	0.33	0.41	0.49	0.52	0.63	0.68	0.74
110	0.00469	0	0.30	0.38	0.44	0.48	0.57	0.62	0.68
112	0.00418	0	0.28	0.34	0.40	0.44	0.52	0.56	0.62
114	0.00372	0	0.25	0.31	0.37	0.40	0.47	0.51	0.56
116	0.00331	0	0.23	0.28	0.33	0.36	0.43	0.47	0.51
118	0.00295	0	0.21	0.26	0.30	0.33	0.39	0.42	0.46
120	0.00262	0	0.19	0.23	0.27	0.30	0.35	0.38	0.42
Volumi			18151.58	23358.73	27928.23	30376.75	37045.50	40532.06	44859.90
Portate di picco [m ³ /s]			1.11	1.41	1.68	1.82	2.20	2.40	2.65



Idrogramma di piena metodo di corrivazione			Linearità della curva area tempi						u(t)= 1/Tc	
Idrogramma di piena										
Tempo (primi)	S * u(t) [m ³ /s]	Dt (secondi)	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ³ /s]							
			2	10	20	50	100	200	500	
0	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
12	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	
14	0.13631	0	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	
16	0.13631	0	0.01	0.02	0.04	0.05	0.09	0.11	0.14	
18	0.13631	0	0.02	0.05	0.08	0.09	0.15	0.18	0.22	
20	0.13631	0	0.04	0.08	0.12	0.15	0.22	0.26	0.31	
22	0.13631	0	0.08	0.13	0.18	0.21	0.30	0.35	0.41	
24	0.13631	0	0.11	0.18	0.25	0.28	0.39	0.45	0.52	
26	0.13631	0	0.16	0.24	0.32	0.36	0.49	0.56	0.64	
28	0.13631	0	0.21	0.31	0.40	0.45	0.60	0.68	0.78	
30	0.13631	0	0.26	0.38	0.49	0.54	0.71	0.80	0.92	
32	0.13631	0	0.32	0.46	0.58	0.65	0.83	0.94	1.06	
34	0.13631	0	0.39	0.54	0.68	0.75	0.96	1.07	1.22	
36	0.13631	0	0.46	0.63	0.78	0.86	1.10	1.22	1.38	
38	0.13631	0	0.53	0.72	0.89	0.98	1.24	1.37	1.54	
40	0.13631	0	0.61	0.81	1.00	1.10	1.38	1.53	1.71	
42	0.13631	0	0.69	0.92	1.12	1.23	1.53	1.69	1.89	
44	0.13631	0	0.77	1.02	1.24	1.36	1.68	1.85	2.07	
46	0.13631	0	0.86	1.13	1.36	1.49	1.84	2.02	2.25	
48	0.13631	0	0.95	1.24	1.49	1.63	2.00	2.19	2.44	
50	0.13631	0	1.04	1.35	1.62	1.77	2.16	2.37	2.63	
52	0.13631	0	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82	
54	0.00000	0	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82	
56	0.00000	0	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82	
58	0.00000	0	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82	
60	0.00000	0	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82	
62	0.00000	0	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.81	
64	0.00000	0	1.14	1.47	1.75	1.91	2.32	2.53	2.79	
66	0.00000	0	1.14	1.46	1.74	1.89	2.29	2.49	2.74	
68	0.00000	0	1.13	1.45	1.72	1.86	2.24	2.44	2.68	
70	0.00000	0	1.12	1.42	1.68	1.82	2.18	2.37	2.60	
72	0.00000	0	1.10	1.38	1.63	1.76	2.11	2.29	2.51	
74	0.00000	0	1.07	1.34	1.58	1.70	2.03	2.20	2.41	
76	0.00000	0	1.03	1.29	1.51	1.63	1.94	2.10	2.30	
78	0.00000	0	0.98	1.23	1.44	1.55	1.84	1.99	2.18	
80	0.00000	0	0.93	1.16	1.36	1.46	1.73	1.87	2.04	
82	0.00000	0	0.88	1.09	1.27	1.37	1.62	1.75	1.90	
84	0.00000	0	0.82	1.01	1.18	1.26	1.49	1.61	1.76	
86	0.00000	0	0.75	0.93	1.08	1.16	1.37	1.47	1.60	
88	0.00000	0	0.68	0.84	0.98	1.05	1.23	1.33	1.44	
90	0.00000	0	0.61	0.75	0.87	0.93	1.09	1.18	1.28	
92	0.00000	0	0.53	0.65	0.76	0.81	0.95	1.02	1.11	
94	0.00000	0	0.45	0.55	0.64	0.68	0.80	0.86	0.93	
96	0.00000	0	0.37	0.45	0.52	0.55	0.65	0.70	0.75	
98	0.00000	0	0.28	0.34	0.39	0.42	0.49	0.53	0.57	
100	0.00000	0	0.19	0.23	0.26	0.28	0.33	0.35	0.38	
102	0.00000	0	0.10	0.12	0.13	0.14	0.17	0.18	0.19	
104	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
106	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
108	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
110	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
112	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
114	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
116	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
118	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
120	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Volumi			17802.20	22908.81	27390.02	29791.23	36331.07	39750.21	43994.34	
Portate di picco [m ³ /s]			1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82	



Idrogramma di piena metodo dell'Invaso lineare			Caratteristiche del bacino						k= 0.7*Tc	
Idrogramma di piena										
Tempo (primi)	S * u(t) [m ^ 3/s]	Dt (secondi)	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ^ 3/s]							
			2	10	20	50	100	200	500	
0	0.19472	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.18451	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	0.17484	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	0.16567	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	0.15698	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	0.14875	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
12	0.14095	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	
14	0.13356	0	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.08	0.10	
16	0.12655	0	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	
18	0.11992	0	0.03	0.06	0.10	0.12	0.19	0.23	0.27	
20	0.11363	0	0.06	0.11	0.16	0.19	0.27	0.32	0.38	
22	0.10767	0	0.10	0.16	0.23	0.26	0.37	0.43	0.50	
24	0.10203	0	0.14	0.22	0.30	0.35	0.47	0.54	0.63	
26	0.09668	0	0.19	0.29	0.39	0.44	0.58	0.66	0.76	
28	0.09161	0	0.25	0.37	0.47	0.53	0.70	0.79	0.90	
30	0.08680	0	0.31	0.45	0.57	0.63	0.82	0.92	1.04	
32	0.08225	0	0.38	0.53	0.66	0.74	0.94	1.05	1.19	
34	0.07794	0	0.45	0.61	0.76	0.84	1.07	1.18	1.33	
36	0.07385	0	0.52	0.70	0.86	0.95	1.19	1.32	1.48	
38	0.06998	0	0.59	0.79	0.96	1.06	1.32	1.45	1.62	
40	0.06631	0	0.66	0.88	1.06	1.17	1.44	1.59	1.77	
42	0.06283	0	0.74	0.97	1.17	1.27	1.57	1.72	1.91	
44	0.05954	0	0.81	1.06	1.27	1.38	1.69	1.86	2.06	
46	0.05641	0	0.89	1.15	1.37	1.49	1.82	1.99	2.20	
48	0.05346	0	0.97	1.24	1.47	1.60	1.94	2.12	2.33	
50	0.05065	0	1.04	1.33	1.57	1.70	2.06	2.24	2.47	
52	0.04800	0	1.12	1.41	1.67	1.81	2.18	2.37	2.60	
54	0.04548	0	1.06	1.34	1.58	1.71	2.06	2.24	2.47	
56	0.04309	0	1.00	1.27	1.50	1.62	1.95	2.13	2.34	
58	0.04084	0	0.95	1.20	1.42	1.54	1.85	2.01	2.21	
60	0.03869	0	0.90	1.14	1.35	1.46	1.75	1.91	2.10	
62	0.03666	0	0.85	1.08	1.28	1.38	1.66	1.81	1.99	
64	0.03474	0	0.81	1.02	1.21	1.31	1.58	1.71	1.88	
66	0.03292	0	0.77	0.97	1.15	1.24	1.49	1.62	1.78	
68	0.03119	0	0.73	0.92	1.09	1.17	1.41	1.54	1.69	
70	0.02956	0	0.69	0.87	1.03	1.11	1.34	1.46	1.60	
72	0.02801	0	0.65	0.83	0.98	1.05	1.27	1.38	1.52	
74	0.02654	0	0.62	0.78	0.92	1.00	1.20	1.31	1.44	
76	0.02515	0	0.59	0.74	0.88	0.95	1.14	1.24	1.36	
78	0.02383	0	0.56	0.70	0.83	0.90	1.08	1.18	1.29	
80	0.02258	0	0.53	0.67	0.79	0.85	1.02	1.11	1.22	
82	0.02140	0	0.50	0.63	0.75	0.81	0.97	1.06	1.16	
84	0.02027	0	0.47	0.60	0.71	0.76	0.92	1.00	1.10	
86	0.01921	0	0.45	0.57	0.67	0.72	0.87	0.95	1.04	
88	0.01820	0	0.42	0.54	0.63	0.69	0.83	0.90	0.99	
90	0.01725	0	0.40	0.51	0.60	0.65	0.78	0.85	0.94	
92	0.01634	0	0.38	0.48	0.57	0.62	0.74	0.81	0.89	
94	0.01549	0	0.36	0.46	0.54	0.58	0.70	0.76	0.84	
96	0.01467	0	0.34	0.43	0.51	0.55	0.67	0.72	0.80	
98	0.01391	0	0.32	0.41	0.48	0.52	0.63	0.69	0.75	
100	0.01318	0	0.31	0.39	0.46	0.50	0.60	0.65	0.71	
102	0.01249	0	0.29	0.37	0.43	0.47	0.57	0.62	0.68	
104	0.01183	0	0.28	0.35	0.41	0.45	0.54	0.58	0.64	
106	0.01121	0	0.26	0.33	0.39	0.42	0.51	0.55	0.61	
108	0.01062	0	0.25	0.31	0.37	0.40	0.48	0.52	0.58	
110	0.01007	0	0.23	0.30	0.35	0.38	0.46	0.50	0.55	
112	0.00954	0	0.22	0.28	0.33	0.36	0.43	0.47	0.52	
114	0.00904	0	0.21	0.27	0.31	0.34	0.41	0.45	0.49	
116	0.00856	0	0.20	0.25	0.30	0.32	0.39	0.42	0.46	
118	0.00811	0	0.19	0.24	0.28	0.31	0.37	0.40	0.44	
120	0.00769	0	0.18	0.23	0.27	0.29	0.35	0.38	0.42	
Volumi			17449.87	22460.23	26857.72	29214.29	35633.25	38989.54	43155.95	
Portate di picco [m 3/s]			1.12	1.41	1.67	1.81	2.18	2.37	2.60	



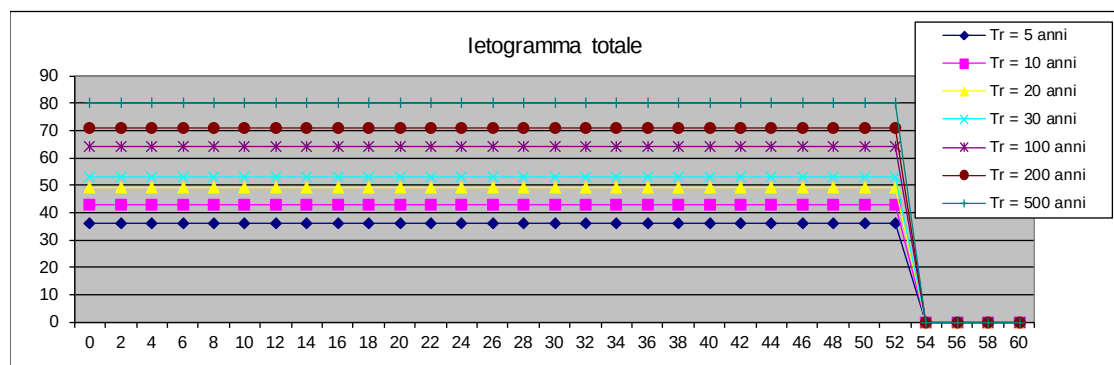
c Metodo lognormale

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE CON I DATI IDROLOGICI
IETOGRAMMA COSTANTE E DISTRIBUZIONE DI LOGNORMALE

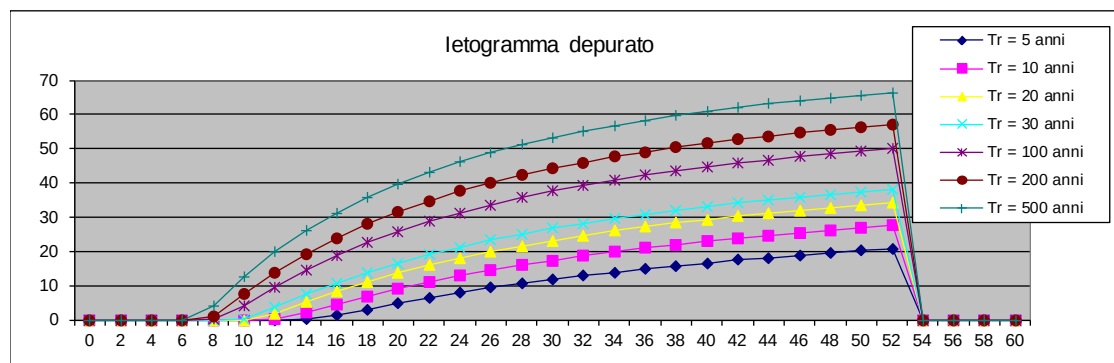
Valutazione dei colmi di piena

Portate per i vari tempi di ritorno								
Metodo di Giandotti (Da Deppo-Datei / Peruginelli)								
T _r =	5	10	20	50	100	200	500	[anni]
Q _c =	3.23	3.84	4.43	4.77	5.79	6.38	7.19	[m³/s]
Q _c =	2.59	3.08	3.55	3.82	4.64	5.11	5.76	[m³/s]
Metodo di Nash								
T _r =	5	10	20	50	100	200	500	[anni]
Q _c =	1.20	1.74	2.30	2.65	3.74	4.42	5.36	[m³/s]

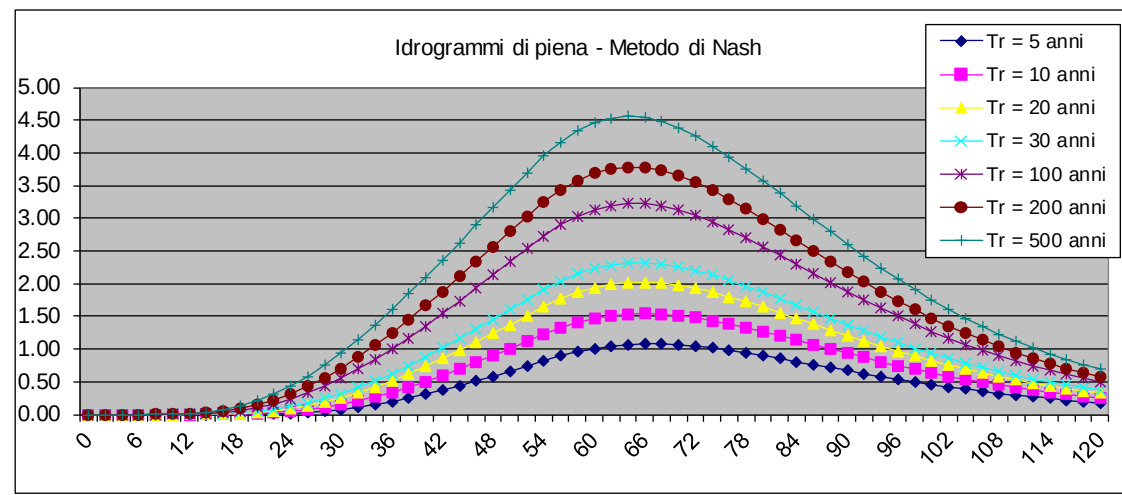
Pioggia oraria [i(t)] - Ietogramma costante								
Tempo (primi)	Altezza di pioggia totale per i vari tempi di ritorno [mm/h·m ²]							
	5 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni	
0	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
2	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
4	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
6	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
8	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
10	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
12	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
14	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
16	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
18	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
20	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
22	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
24	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
26	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
28	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
30	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
32	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
34	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
36	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
38	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
40	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
42	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
44	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
46	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
48	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
50	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
52	35.92	42.68	49.22	53.01	64.30	70.91	79.84	
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Volume	31.13	36.99	42.66	45.94	55.73	61.46	69.20	



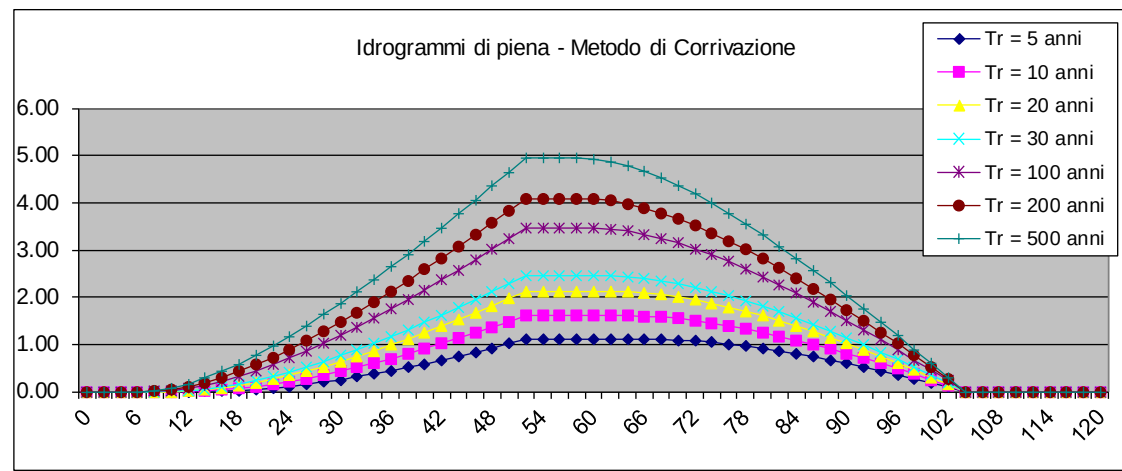
Pioggia depurata istantanea [l(t)]							
Tempo (primi)	Altezza di pioggia totale per i vari tempi di ritorno [mm/h ² m ²]						
	5 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.99	3.87
10	0.00	0.00	0.00	0.23	4.04	7.43	12.54
12	0.00	0.05	1.73	3.51	9.66	13.78	19.84
14	0.01	1.94	5.23	7.36	14.53	19.22	26.02
16	1.19	4.55	8.35	10.77	18.78	23.92	31.29
18	3.09	6.91	11.15	13.82	22.51	28.01	35.82
20	4.84	9.06	13.68	16.55	25.79	31.58	39.74
22	6.44	11.03	15.96	19.00	28.71	34.73	43.17
24	7.93	12.82	18.03	21.22	31.30	37.51	46.17
26	9.31	14.47	19.91	23.22	33.62	39.99	48.82
28	10.59	15.98	21.62	25.04	35.71	42.20	51.16
30	11.78	17.38	23.19	26.70	37.59	44.18	53.26
32	12.88	18.67	24.63	28.21	39.29	45.96	55.13
34	13.92	19.86	25.96	29.60	40.83	47.57	56.81
36	14.88	20.97	27.17	30.88	42.23	49.03	58.32
38	15.78	22.00	28.30	32.05	43.52	50.36	59.69
40	16.63	22.95	29.34	33.13	44.69	51.57	60.93
42	17.42	23.85	30.31	34.13	45.77	52.67	62.06
44	18.17	24.68	31.21	35.06	46.76	53.69	63.10
46	18.87	25.46	32.04	35.92	47.67	54.62	64.04
48	19.53	26.19	32.82	36.72	48.51	55.47	64.91
50	20.15	26.87	33.54	37.47	49.29	56.27	65.71
52	20.74	27.51	34.22	38.16	50.02	57.00	66.44
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volume	8.14	11.77	15.61	17.96	25.36	29.92	36.29



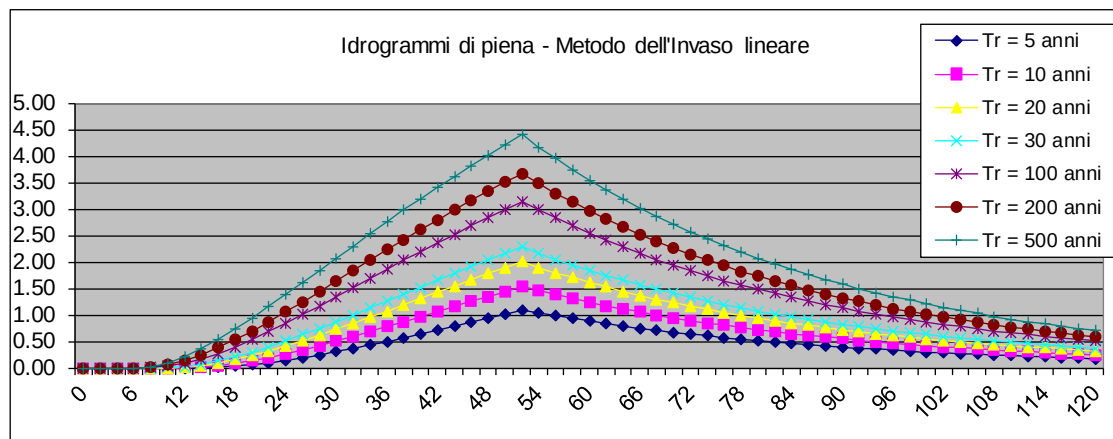
Idrogramma di piena metodo di Nash									
Tempo (primi)	S* u(t) [m ³ /h]	Dt [h]	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ³ /s]						
			2	10	20	50	100	200	500
0	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00533	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.01834	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.03550	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.05427	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.07293	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.09031	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
14	0.10572	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04
16	0.11875	0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.08
18	0.12925	0	0.00	0.01	0.02	0.02	0.06	0.09	0.13
20	0.13723	0	0.00	0.01	0.03	0.05	0.10	0.15	0.21
22	0.14281	0	0.01	0.03	0.06	0.08	0.16	0.22	0.31
24	0.14616	0	0.02	0.05	0.09	0.12	0.23	0.31	0.44
26	0.14752	0	0.03	0.08	0.14	0.18	0.32	0.43	0.58
28	0.14714	0	0.05	0.11	0.19	0.24	0.43	0.56	0.75
30	0.14526	0	0.08	0.16	0.26	0.32	0.55	0.71	0.94
32	0.14214	0	0.11	0.21	0.33	0.41	0.69	0.87	1.14
34	0.13799	0	0.15	0.27	0.42	0.51	0.84	1.05	1.37
36	0.13305	0	0.20	0.34	0.51	0.63	1.00	1.25	1.60
38	0.12749	0	0.25	0.42	0.62	0.75	1.17	1.45	1.85
40	0.12149	0	0.30	0.50	0.73	0.88	1.35	1.66	2.10
42	0.11519	0	0.37	0.59	0.85	1.01	1.54	1.88	2.36
44	0.10872	0	0.43	0.69	0.98	1.15	1.74	2.11	2.63
46	0.10219	0	0.51	0.79	1.11	1.30	1.93	2.33	2.90
48	0.09570	0	0.58	0.90	1.24	1.45	2.14	2.56	3.17
50	0.08930	0	0.66	1.01	1.38	1.60	2.34	2.79	3.44
52	0.08306	0	0.75	1.12	1.51	1.76	2.54	3.02	3.70
54	0.07704	0	0.83	1.22	1.65	1.91	2.73	3.24	3.95
56	0.07125	0	0.90	1.32	1.77	2.04	2.90	3.43	4.17
58	0.06573	0	0.96	1.40	1.86	2.15	3.04	3.58	4.34
60	0.06049	0	1.01	1.46	1.94	2.23	3.14	3.69	4.46
62	0.05555	0	1.05	1.51	1.99	2.28	3.20	3.76	4.53
64	0.05091	0	1.07	1.53	2.02	2.31	3.22	3.78	4.56
66	0.04656	0	1.08	1.54	2.02	2.31	3.22	3.77	4.53
68	0.04250	0	1.08	1.53	2.01	2.29	3.18	3.73	4.47
70	0.03874	0	1.06	1.51	1.97	2.25	3.12	3.65	4.38
72	0.03524	0	1.04	1.48	1.93	2.20	3.04	3.55	4.26
74	0.03202	0	1.02	1.44	1.87	2.13	2.94	3.43	4.11
76	0.02904	0	0.98	1.38	1.80	2.05	2.83	3.30	3.94
78	0.02631	0	0.94	1.33	1.72	1.96	2.70	3.15	3.76
80	0.02380	0	0.90	1.27	1.64	1.87	2.57	2.99	3.58
82	0.02151	0	0.86	1.20	1.56	1.77	2.43	2.83	3.38
84	0.01941	0	0.81	1.13	1.47	1.67	2.29	2.67	3.19
86	0.01750	0	0.76	1.07	1.38	1.57	2.15	2.51	2.99
88	0.01575	0	0.71	1.00	1.29	1.47	2.02	2.34	2.79
90	0.01417	0	0.67	0.94	1.21	1.37	1.88	2.18	2.60
92	0.01274	0	0.62	0.87	1.13	1.28	1.75	2.03	2.42
94	0.01143	0	0.58	0.81	1.04	1.19	1.62	1.88	2.24
96	0.01026	0	0.54	0.75	0.97	1.10	1.50	1.74	2.07
98	0.00919	0	0.50	0.69	0.89	1.01	1.38	1.60	1.91
100	0.00823	0	0.46	0.64	0.82	0.93	1.27	1.48	1.76
102	0.00736	0	0.42	0.59	0.75	0.86	1.17	1.36	1.61
104	0.00658	0	0.39	0.54	0.69	0.78	1.07	1.24	1.48
106	0.00588	0	0.35	0.49	0.63	0.72	0.98	1.14	1.35
108	0.00525	0	0.32	0.45	0.58	0.66	0.89	1.04	1.23
110	0.00469	0	0.29	0.41	0.53	0.60	0.81	0.94	1.12
112	0.00418	0	0.27	0.37	0.48	0.54	0.74	0.86	1.02
114	0.00372	0	0.24	0.34	0.44	0.49	0.67	0.78	0.93
116	0.00331	0	0.22	0.31	0.40	0.45	0.61	0.71	0.84
118	0.00295	0	0.20	0.28	0.36	0.41	0.55	0.64	0.76
120	0.00262	0	0.18	0.25	0.32	0.37	0.50	0.58	0.69
Volumi			17644.23	25525.41	33851.93	38937.62	54990.87	64883.77	78695.15
Portate di picco [m ³ /s]			1.08	1.54	2.02	2.31	3.22	3.78	4.56



Idrogramma di piena metodo di corrivazione			Linearità della curva area tempi						u(t)= 1/Tc	
Idrogramma di piena										
Tempo (primi)	S * u(t) [m ³ /s]	Dt (secondi)	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m ³ /s]							
			2	10	20	50	100	200	500	
0	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
10	0.13631	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.07	
12	0.13631	0	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.10	0.16	
14	0.13631	0	0.00	0.01	0.03	0.05	0.13	0.19	0.28	
16	0.13631	0	0.01	0.03	0.07	0.10	0.21	0.30	0.43	
18	0.13631	0	0.02	0.06	0.12	0.16	0.32	0.42	0.59	
20	0.13631	0	0.04	0.10	0.18	0.24	0.43	0.57	0.77	
22	0.13631	0	0.07	0.15	0.25	0.32	0.56	0.73	0.96	
24	0.13631	0	0.11	0.21	0.34	0.42	0.71	0.90	1.17	
26	0.13631	0	0.15	0.28	0.43	0.53	0.86	1.08	1.40	
28	0.13631	0	0.20	0.35	0.53	0.64	1.02	1.27	1.63	
30	0.13631	0	0.25	0.43	0.63	0.76	1.19	1.47	1.87	
32	0.13631	0	0.31	0.51	0.74	0.89	1.37	1.68	2.12	
34	0.13631	0	0.37	0.60	0.86	1.02	1.56	1.89	2.38	
36	0.13631	0	0.44	0.70	0.98	1.16	1.75	2.12	2.64	
38	0.13631	0	0.51	0.80	1.11	1.31	1.95	2.35	2.92	
40	0.13631	0	0.59	0.90	1.25	1.46	2.15	2.58	3.19	
42	0.13631	0	0.67	1.01	1.38	1.61	2.36	2.82	3.47	
44	0.13631	0	0.75	1.12	1.53	1.77	2.57	3.06	3.76	
46	0.13631	0	0.83	1.24	1.67	1.94	2.79	3.31	4.05	
48	0.13631	0	0.92	1.36	1.82	2.10	3.01	3.56	4.35	
50	0.13631	0	1.02	1.48	1.97	2.27	3.23	3.82	4.65	
52	0.13631	0	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95	
54	0.00000	0	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95	
56	0.00000	0	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95	
58	0.00000	0	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95	
60	0.00000	0	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.07	4.93	
62	0.00000	0	1.11	1.60	2.13	2.45	3.44	4.04	4.87	
64	0.00000	0	1.11	1.60	2.12	2.43	3.39	3.98	4.78	
66	0.00000	0	1.11	1.60	2.10	2.40	3.33	3.89	4.66	
68	0.00000	0	1.10	1.58	2.06	2.35	3.24	3.78	4.52	
70	0.00000	0	1.09	1.54	2.01	2.29	3.14	3.65	4.36	
72	0.00000	0	1.07	1.50	1.95	2.21	3.02	3.51	4.18	
74	0.00000	0	1.04	1.45	1.87	2.12	2.89	3.35	3.98	
76	0.00000	0	1.00	1.39	1.79	2.03	2.75	3.18	3.77	
78	0.00000	0	0.96	1.33	1.70	1.92	2.60	3.00	3.55	
80	0.00000	0	0.91	1.26	1.60	1.81	2.44	2.81	3.32	
82	0.00000	0	0.86	1.18	1.50	1.69	2.27	2.61	3.08	
84	0.00000	0	0.80	1.09	1.39	1.56	2.09	2.40	2.83	
86	0.00000	0	0.74	1.00	1.27	1.42	1.90	2.18	2.57	
88	0.00000	0	0.67	0.91	1.14	1.28	1.71	1.96	2.30	
90	0.00000	0	0.60	0.81	1.02	1.14	1.51	1.73	2.03	
92	0.00000	0	0.52	0.70	0.88	0.99	1.31	1.50	1.75	
94	0.00000	0	0.44	0.59	0.74	0.83	1.10	1.26	1.47	
96	0.00000	0	0.36	0.48	0.60	0.67	0.89	1.01	1.19	
98	0.00000	0	0.27	0.37	0.46	0.51	0.67	0.77	0.90	
100	0.00000	0	0.19	0.25	0.31	0.34	0.45	0.51	0.60	
102	0.00000	0	0.09	0.12	0.16	0.17	0.23	0.26	0.30	
104	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
106	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
108	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
110	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
112	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
114	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
116	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
118	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
120	0.00000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Volumi			17304.65	25033.63	33199.24	38186.60	53929.31	63630.74	77174.71	
Portate di picco [m ³ /s]			1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95	



Idrogramma di piena metodo dell'Invaso lineare			Caratteristiche del bacino						k= 0.7*Tc	
Idrogramma di piena										
Tempo (primi)	S * u(t) [m³/s]	Dt (secondi)	Valore portata in funzione del tempo per ogni tempo di ritorno [m³/s]							
			2	10	20	50	100	200	500	
0	0.19472	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.18451	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	0.17484	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	0.16567	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	0.15698	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	
10	0.14875	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.10	
12	0.14095	0	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	0.13	0.22	
14	0.13356	0	0.00	0.01	0.04	0.07	0.17	0.24	0.37	
16	0.12655	0	0.01	0.04	0.09	0.13	0.27	0.38	0.54	
18	0.11992	0	0.03	0.08	0.16	0.21	0.40	0.53	0.73	
20	0.11363	0	0.05	0.13	0.23	0.30	0.54	0.70	0.94	
22	0.10767	0	0.09	0.19	0.32	0.40	0.69	0.87	1.15	
24	0.10203	0	0.14	0.26	0.41	0.51	0.84	1.06	1.38	
26	0.09668	0	0.19	0.34	0.51	0.63	1.00	1.25	1.60	
28	0.09161	0	0.24	0.42	0.62	0.75	1.17	1.44	1.84	
30	0.08680	0	0.30	0.50	0.73	0.87	1.34	1.64	2.07	
32	0.08225	0	0.36	0.59	0.84	1.00	1.51	1.84	2.30	
34	0.07794	0	0.43	0.68	0.96	1.13	1.68	2.03	2.53	
36	0.07385	0	0.50	0.78	1.07	1.26	1.86	2.23	2.75	
38	0.06998	0	0.57	0.87	1.19	1.39	2.03	2.42	2.98	
40	0.06631	0	0.64	0.97	1.31	1.52	2.19	2.61	3.19	
42	0.06283	0	0.72	1.06	1.43	1.65	2.36	2.80	3.41	
44	0.05954	0	0.79	1.16	1.54	1.78	2.52	2.98	3.62	
46	0.05641	0	0.86	1.25	1.66	1.91	2.69	3.16	3.82	
48	0.05346	0	0.94	1.35	1.78	2.03	2.84	3.34	4.02	
50	0.05065	0	1.01	1.44	1.89	2.16	3.00	3.51	4.21	
52	0.04800	0	1.09	1.54	2.00	2.28	3.15	3.67	4.40	
54	0.04548	0	1.03	1.46	1.90	2.16	2.98	3.48	4.17	
56	0.04309	0	0.98	1.38	1.80	2.05	2.83	3.30	3.95	
58	0.04084	0	0.93	1.31	1.70	1.94	2.68	3.13	3.74	
60	0.03869	0	0.88	1.24	1.61	1.84	2.54	2.96	3.55	
62	0.03666	0	0.83	1.17	1.53	1.74	2.40	2.81	3.36	
64	0.03474	0	0.79	1.11	1.45	1.65	2.28	2.66	3.19	
66	0.03292	0	0.75	1.05	1.37	1.56	2.16	2.52	3.02	
68	0.03119	0	0.71	1.00	1.30	1.48	2.05	2.39	2.86	
70	0.02956	0	0.67	0.95	1.23	1.40	1.94	2.26	2.71	
72	0.02801	0	0.64	0.90	1.17	1.33	1.84	2.14	2.57	
74	0.02654	0	0.60	0.85	1.11	1.26	1.74	2.03	2.43	
76	0.02515	0	0.57	0.81	1.05	1.19	1.65	1.93	2.31	
78	0.02383	0	0.54	0.76	0.99	1.13	1.56	1.82	2.19	
80	0.02258	0	0.51	0.72	0.94	1.07	1.48	1.73	2.07	
82	0.02140	0	0.49	0.69	0.89	1.02	1.40	1.64	1.96	
84	0.02027	0	0.46	0.65	0.84	0.96	1.33	1.55	1.86	
86	0.01921	0	0.44	0.62	0.80	0.91	1.26	1.47	1.76	
88	0.01820	0	0.41	0.58	0.76	0.86	1.19	1.39	1.67	
90	0.01725	0	0.39	0.55	0.72	0.82	1.13	1.32	1.58	
92	0.01634	0	0.37	0.52	0.68	0.78	1.07	1.25	1.50	
94	0.01549	0	0.35	0.50	0.65	0.74	1.02	1.19	1.42	
96	0.01467	0	0.33	0.47	0.61	0.70	0.96	1.12	1.35	
98	0.01391	0	0.32	0.45	0.58	0.66	0.91	1.06	1.28	
100	0.01318	0	0.30	0.42	0.55	0.63	0.86	1.01	1.21	
102	0.01249	0	0.28	0.40	0.52	0.59	0.82	0.96	1.14	
104	0.01183	0	0.27	0.38	0.49	0.56	0.78	0.91	1.08	
106	0.01121	0	0.25	0.36	0.47	0.53	0.74	0.86	1.03	
108	0.01062	0	0.24	0.34	0.44	0.50	0.70	0.81	0.97	
110	0.01007	0	0.23	0.32	0.42	0.48	0.66	0.77	0.92	
112	0.00954	0	0.22	0.31	0.40	0.45	0.63	0.73	0.87	
114	0.00904	0	0.20	0.29	0.38	0.43	0.59	0.69	0.83	
116	0.00856	0	0.19	0.27	0.36	0.41	0.56	0.66	0.79	
118	0.00811	0	0.18	0.26	0.34	0.39	0.53	0.62	0.74	
120	0.00769	0	0.17	0.25	0.32	0.37	0.50	0.59	0.71	
Volumi			16961.75	24545.28	32559.19	37454.65	52910.07	62436.12	75736.88	
Portate di picco [m³/s]			1.09	1.54	2.00	2.28	3.15	3.67	4.40	



ALLEGATO N. 8: TABELLE DELLE PORTATE E DEI VOLUMI MASSIMI

Tipo di funzione di distribuzione di probabilità	Metodo di individuazione dell'idrogramma	PORTATE MASSIME - FOSSO MUNISTALDO						
		(m ³ /s)						
		Tempo di ritorno						
		2 anni	10 anni	20 anni	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
Gumbel	Nash	1.03	1.43	1.85	2.10	2.86	3.32	3.95
	Corrivazione	1.05	1.49	1.94	2.21	3.06	3.57	4.26
	Invaso lineare	1.04	1.43	1.83	2.07	2.81	3.24	3.83
Normale	Nash	1.11	1.41	1.68	1.82	2.20	2.40	2.65
	Corrivazione	1.14	1.47	1.76	1.91	2.33	2.55	2.82
	Invaso lineare	1.12	1.41	1.67	1.81	2.18	2.37	2.60
Lognormale	Nash	1.08	1.54	2.02	2.31	3.22	3.78	4.56
	Corrivazione	1.11	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95
	Invaso lineare	1.09	1.54	2.00	2.28	3.15	3.67	4.40
	Valore max	1.14	1.60	2.13	2.45	3.46	4.08	4.95