

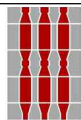


PRESIDENZA DEL
CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO
PROTEZIONE CIVILE



consip

Sisma del 24 agosto 2016. Accordi Quadro ex art.59, commi 6 e 7 D.Lgs. n.163/2006 e s.m.i. - Fornitura, trasporto e montaggio di Soluzioni Abitative in Emergenza(S.A.E.) e servizi connessi



**REGIONE UMBRIA - COMUNE DI NORCIA
AREA INDUSTRIALE 'A'- LOTTI 1 - 2**

PROGETTO ESECUTIVO DELLE OOUUPP RELATIVE ALLA FORNITURA, TRASPORTO E MONTAGGIO DI SOLUZIONI ABITATIVE D'EMERGENZA S.A.E. PER CONTO DELLA PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI_ DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE



**Impresa Proponente: ATI
Capogruppo Mandataria:**



CNS - Consorzio Nazionale
Servizi Società Cooperativa
Via della Cooperazione, 3
40129 - Bologna

Mandante:



COGECO 7 S.r.l.
Via Ostiense, 118
00154 - Roma

Progettazione:



Viale Regina Margherita, 37
00198 ROMA
www.euleroeng.com
info@euleroeng.com

Progettista e responsabile delle varie specializzazioni nonché responsabile coordinamento e integrazione tra le varie prestazioni specialistiche:

Ing. LEONARDO GATTI

Elaborato:

**RELAZIONE IDROLOGICA E DI
TRATTAMENTO DELLE ACQUE
REFLUE**

RT_OI_01

Scala:

-

Data:

dicembre 2016

Rev.:

00

DIRETTORE DEI LAVORI:

R.P. ACCORDO QUADRO :

Arch. ALESSANDRO FAMILIARI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Arch. FILIPPO BATTONI

DIRETTORE ESECUZIONE CONTRATTO

Geom. PAOLO MANCINELLI

Sommario

<i>1</i>	<i>Inquadramento dell'area in esame.....</i>	<i>2</i>
<i>2</i>	<i>Analisi Locale delle Precipitazioni Intense</i>	<i>7</i>
<i>3</i>	<i>Analisi Regionale Delle Precipitazioni Intense.....</i>	<i>11</i>
<i>4</i>	<i>Bibliografia:</i>	<i>15</i>

L'area oggetto della presente relazione si divide tra i comuni di Norcia (PG), Arquata del Tronto (AP), Accumoli (RI) ed Amatrice (RI). I quattro comuni appartengono all'area del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (Figura 1), ed il loro territorio afferisce ai bacini del Tevere (Nera) e del Tronto (Figura 2). L'area presenta un'altitudine media pari a 1185 m.s.l.m., con un massimo pari a 2458 m ed un minimo pari a 437 m. (Figura 3); tali dati sono stati ricavati da un modello digitale del terreno¹ (DEM), a maglia quadrata con risoluzione spaziale di 20 metri. L'analisi della copertura del suolo, basata sui dati del Corine Land Cover 2012², III livello, la cui classificazione è riportata in tab. 1, rivela una copertura in assoluta maggioranza dovuta a boschi di latifoglie (Figura 4). I complessi idrogeologici³ della zona si dividono tra complessi calcarei e flysch, con tracce di complessi sabbiosi e di rocce impermeabili (Figura 5). Nelle tabelle dalla 1 alla 4 sono riportati i dati di sintesi sulle caratteristiche dell'area. Tutte le rappresentazioni grafiche sono espresse nel sistema di riferimento WGS84-UTM-32N

Al fine di individuare le entità delle variabili idrologiche di progetto si sono seguiti due approcci.

- *Approccio locale*, basato sull'analisi statistiche delle serie pluviometriche.
- *Approccio regionale*, basato sul progetto VA.P.I.

Le cui procedure sono espone nei successivi paragrafi.

¹ <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/dem20/view>

² <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/corine-land-cover/corine-land-cover-2012/view>

³ <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/complessi-idrogeologici/view>

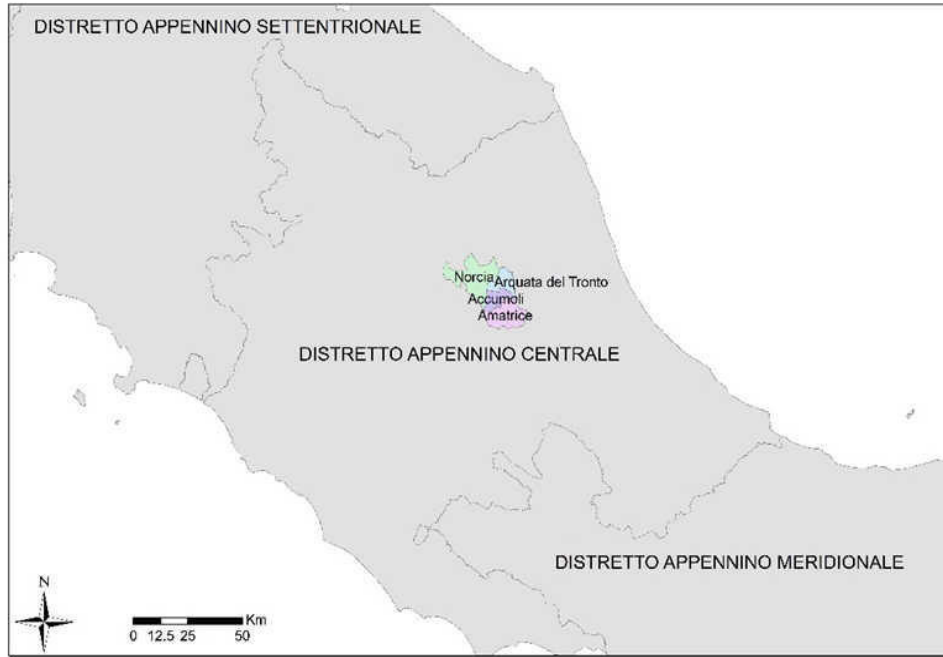


Figura 1 - Posizione dell'area di interesse rispetto i Distretti Idrografici

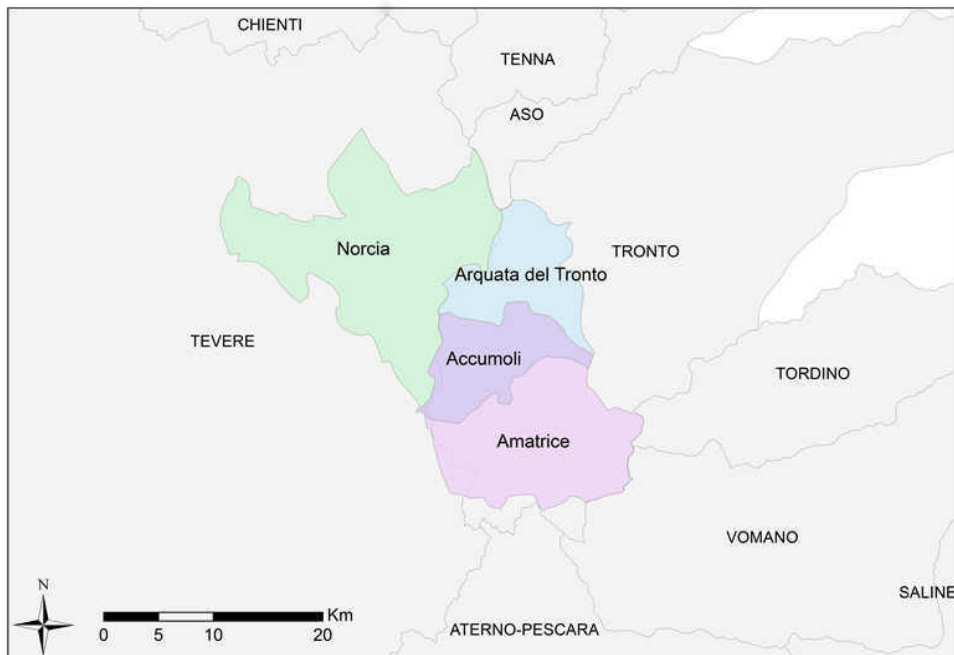


Figura 2- Posizione dell'area di interesse rispetto i bacini idrografici

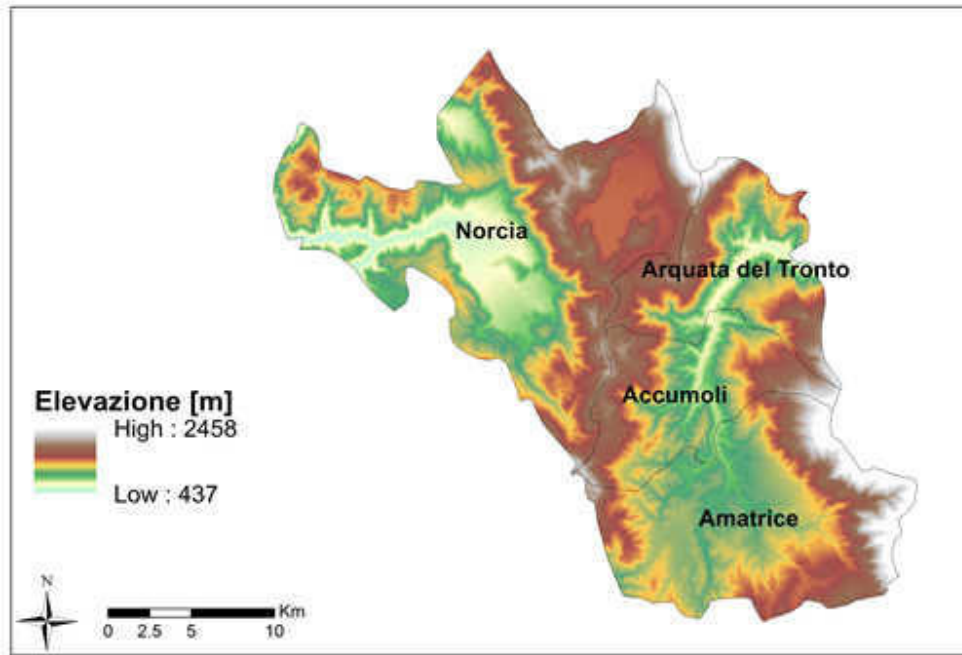


Figura 3 - Modello Digitale del Terreno dell'area in esame

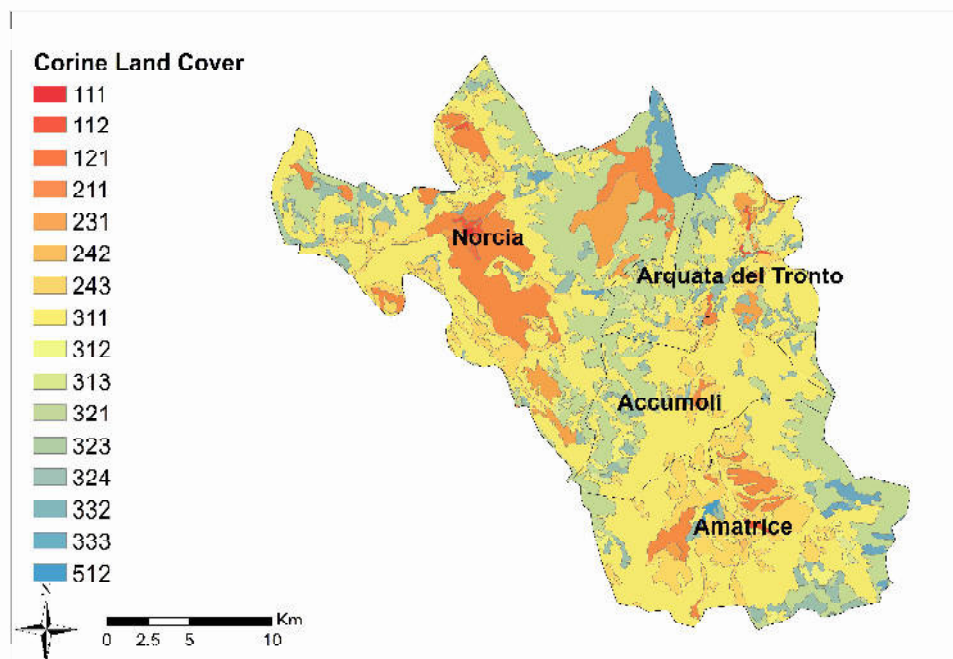


Figura 4 - Classi di copertura del suolo Corine Land Cover 2012

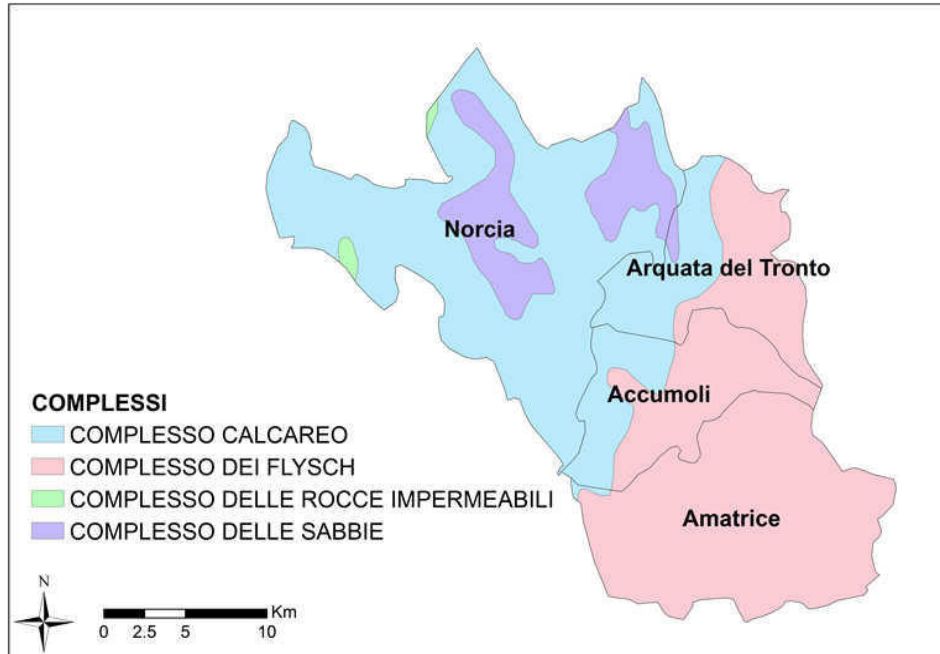


Figura 5 - Complessi Idrogeologici dell'area in esame

Tabella 1 – Caratteristiche altimetriche dell'area

Quote m.s.l.m.	
Quota massima	2458
Quota media	1185
Quota minima	437

Tabella 2 - Complessi Idrogeologici dell'area in esame espresso in percentuale

Complessi Idrogeologici	
Calcareo	54.9%
Flysch	43.7%
Rocce Impermeabili	0.3%
Sabbie	1.1%

Tabella 3- Classificazione Corine Land Cover 2012

SUPERFICI ARTIFICIALI

- 111 Zone residenziali a tessuto continuo;
- 112 Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado;
- 121 Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati

SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE

- 211 Seminativi in aree non irrigue
- 231 Prati stabili (foraggiere permanenti)
- 242 Sistemi colturali e particellari complessi
- 243 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti

TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI

- 311 Boschi di latifoglie
- 312 Boschi di conifere
- 313 Boschi misti di conifere e latifoglie
- 321 Aree a pascolo naturale e praterie
- 323 Aree a vegetazione sclerofilla
- 324 Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
- 332 Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
- 333 Aree con vegetazione rada

CORPI IDRICI

- 512 Bacini d'acqua

Tabella 4- Percentuali utilizzo del suolo in base alla classificazione Corine Land Cover

CLC	%	CLC	%
111	0.01%	312	0.21%
112	0.05%	313	0.13%
121	0.02%	321	4.53%
211	1.43%	323	0.03%
231	0.46%	324	1.08%
242	0.01%	332	0.09%
243	1.60%	333	0.57%
311	89.77%	512	0.01%

Al fine di stimare la pioggia di progetto sono state ricavate le curve di possibilità pluviometrica dall'analisi dei dati pluviometrici reperiti. Le curve di possibilità pluviometrica (c.p.p.) sono state stimate a partire dai dati delle massime altezza di precipitazione per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore per i seguenti pluviometri⁴:

Comune	Codice sensore	Longitudine	Latitudine	Quota [m]	Codice stazione	Anni Oss.
Amatrice	2186	13°17'	42°37'	955	2300	18
Arquata del Tronto	2202	13°17'	42°46'	720	2320	44
Capodacqua	2188	13°14'	42°44'	817	2310	53

Per ogni stazione pluviometrica sono state calcolate le relazioni altezza-durata ed intensità durata, rappresentate con una relazione a tre parametri.

In questo studio è stata utilizzata la legge a tre parametri del tipo:

$$i_{\delta,1} = \frac{a_i}{(b_i+t)^{m_i}} + i_a$$

Dove:

- i_a è l'intensità media del periodo di osservazione; nel caso dello studio delle precipitazioni intense è trascurabile;
- a_i e b_i sono coefficienti positivi;
- m_i è un esponente compreso tra 0 e 1;

Tramite il metodo dei minimi quadrati è stato individuato il valore dei parametri presenti nell'equazione della curva di possibilità pluviometrica. Le curve sono state regolarizzate imponendo il parallelismo e l'unicità per ogni relazione intensità-durata. È stato imposto il passaggio delle curve interpolando per il rapporto tra l'altezza di 5' e l'altezza oraria, determinato al pluviografo di Roma Macao e pari a 0.278. Questo valore è risultato essere molto simile a quello fornito dalla curva inviluppo delle massime piogge osservate nel mondo pari a 0.29.

⁴ I dati pluviometrici sono stati reperiti dagli annali disponibili sul sito del *Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile* della Regione Marche. <http://www.protezionecivile.marche.it/>

A ciascuna relazione intensità-durata compete una frequenza cumulata o frequenza di non superamento F_s , che viene calcolata per mezzo di stimatori di frequenza, che hanno formule tipo:

$$P[x \geq x_i] \cong F_s(x_i) = \frac{i - b}{n + 1 - 2b}$$

con n , numerosità del campione e i ordine dei valori x_i , ordinati in senso decrescente, per b sono possibili diversi valori (0: Weibull, 3/8: Blom, 0.5: Hazen; 1/3: Tukey; 0.44: Gringorten).

Le relazioni altezza-durata ed intensità durata diventano quindi relazioni altezza-durata-frequenza (ADF) e intensità-durata-frequenza (IDF), caratterizzate da una frequenza di non superamento costante.

Queste relazioni sono state interpretate in termini probabilistici assumendo una probabilità cumulata costante su ciascuna curva. Sono state prese in considerazione le leggi di probabilità di Gumbel e di Frechet. Indicando con m la media campionaria e con s lo scarto quadratico medio campionario, le distribuzioni hanno le seguenti espressioni:

a) dist. asintotica del massimo valore di I tipo (o di Gumbel)

la funzione di densità di probabilità è:

$$p(x) = \alpha \cdot \exp[-e^{-\alpha(x-\varepsilon)} - \alpha(x-\varepsilon)]$$

la funzione di probabilità cumulata, o funzione di ripartizione, è:

$$P(x) = \exp[-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}]$$

i parametri da determinare sono, quindi, α e ε ; con il metodo dei momenti basta porre :

$$\alpha = \frac{1.2825}{s}$$

$$\varepsilon = m - 0.45006s$$

b) dist. asintotica del massimo valore di II tipo (o di Frechet a due parametri)

la funzione di densità di probabilità è:

$$p(x) = \frac{\alpha}{\varepsilon} \left(\frac{x}{\varepsilon}\right)^{-\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\varepsilon}\right)^{-\alpha}}$$

la funzione di probabilità cumulata, o funzione di ripartizione, è:

$$P(x) = e^{-\left(\frac{x}{\varepsilon}\right)^{-\alpha}}$$

i parametri da determinare sono, quindi, α e ε con il metodo dei momenti basta porre:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S[\ln(X)]}$$

$$\varepsilon = \exp(m[\ln(X)] - 0.45006 s[\ln(X)])$$

Una volta determinato il tempo di ritorno T_r , si calcola il valore della probabilità di non superamento $P(x)$ corrispondente tramite la seguente relazione:

$$P[x \leq x_T] = P(x) = 1 - \frac{I}{T_R}$$

Per trovare il valore corrispondente basta invertire la $P(x)$:

$$x_T = P^{-1} \left[1 - \frac{I}{T_R} \right]$$

L'intensità di precipitazione è stata calcolata per un **tempo critico di 10 minuti**, per i tempi di ritorno di 10 e 20 anni. Nelle Tabella 5 e Tabella 6 si riportano le intensità di precipitazione (approssimate) ottenute.

Tabella 5 - Risultati analisi pluviometrica locale per un tempo di ritorno di 10anni

Tr 10 anni - durata critica 10 minuti						
Comune	b	m	a Gumble	a Frechet	i _{cr} Gumble, [mm/h]	i _{cr} Frechet, [mm/h]
Amatrice	0.10	0.67	23.7	24.1	58	59
Arquata del Tronto	0.06	0.60	27.5	27.6	67	68
Capodacqua	0.07	0.62	26.8	26.8	66	65

Tabella 6- Risultati analisi pluviometrica locale per un tempo di ritorno di 20anni

Tr 20 anni - durata critica 10 minuti						
Comune	b	m	a Gumble	a Frechet	i_{cr} Gumble, [mm/h]	i_{cr} Frechet, [mm/h]
Amatrice	0.10	0.67	26.5	28.4	65	70
Arquata del Tronto	0.06	0.60	30.9	32.5	76	80
Capodacqua	0.07	0.62	30.0	31.3	73	77

ANALISI REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

La regionalizzazione delle piogge intense è stata svolta su un'ampia fascia dell'Italia Centrale, comprendente tra l'altro, tutti i bacini dell'Ex Compartimento di Roma del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, ossia il bacino del Tevere e i bacini minori con foce lungo il litorale del Lazio (Calenda e al. 1994; Calenda e Cosentino, 1996).

Il territorio è stato quindi suddiviso in tre regioni omogenee, che si potrebbero definire: *regione tirrenica* (regione A, con 154 stazioni), *regione appenninica* (regione B, con 353 stazioni) e *regione adriatica* (regione C, con 120 stazioni).

I valori regionali dei parametri Λ_* e Θ_* sono riportati nella Tabella 7.

Tabella 7 - Parametri del primo livello di regionalizzazione

Regione	Λ_*	Θ_*
A	0,174	3,490
B	0,762	1,241
C	0,795	2,402

Secondo livello di regionalizzazione:

Al secondo livello di regionalizzazione sono state considerate le stesse tre regioni individuate al primo livello. L'ipotesi che ciascuna fosse omogenea anche rispetto al coefficiente di variazione è risultata accettabile.

I valori regionali dei parametri Λ_1 e β sono riportati nella Tabella 8.

Tabella 8 - Parametri al secondo livello di regionalizzazione

Regione = zona	A	B	C
Λ_1	29,314	22,017	27,806
β	4,480	4,359	5,301

Terzo livello di regionalizzazione:

Al terzo livello di regionalizzazione si è ipotizzato che la media dell'altezza giornaliera μ_{hd} dipenda linearmente dalla sola quota z della stazione:

$$\mu_{hd} = CZ + d$$

Sono state individuate 78 sottozone in cui i parametri della regressione e il coefficiente di correlazione assumono i valori indicati nelle Tabella 10 e Tabella 11.

Nella Figura 6 sono riportate le sottozone omogenee individuate dalla regionalizzazione delle piogge per l'area considerata. L'area in esame ricade, per la quasi totalità, nella zona B, di cui viene considerata la sottozona B12.

Nella Tabella 9 vengono riportate le caratteristiche delle curve di possibilità pluviometrica della sottozona B12, considerando un quota pari a quella media del bacino, 1185m.

Tabella 9 - Parametri c.p.p. sottozona B12 – quota 1185m, intensità in mm/h

Sottozona B12											
$a_i(T_r)$	$P(i)$	$T_r(i)$	i_0	i_1	i_2	i_3	i_5	i_{10}	i_{15}	i_{30}	i_{60}
58.95	0.90	10	270.1	245.1	225.0	208.6	183.0	142.9	119.2	82.9	54.9
66.68	0.95	20	305.6	277.2	254.5	235.9	207.0	161.7	134.8	93.8	62.1
71.15	0.97	30	326.1	295.8	271.6	251.7	220.9	172.5	143.9	100.0	66.2

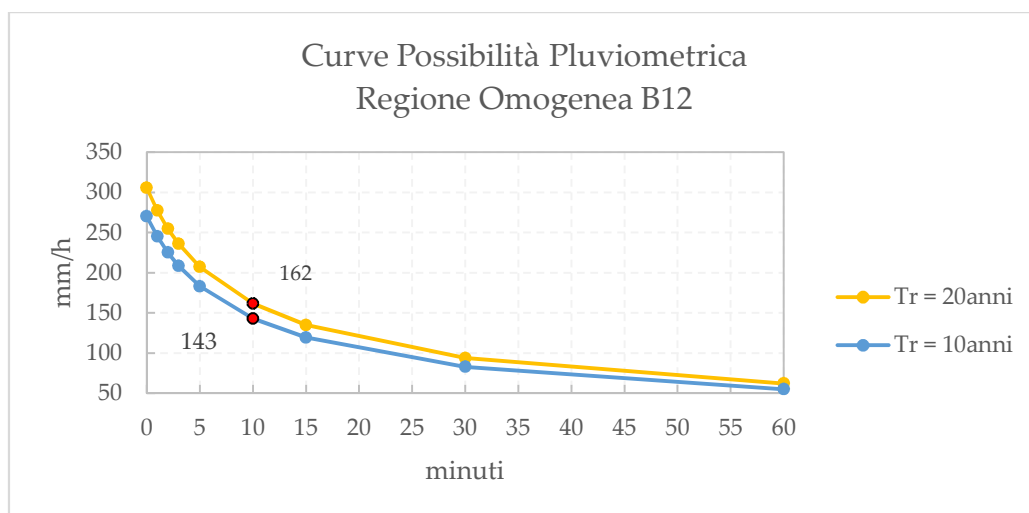


Figura 6 - Curve di possibilità pluviometrica sottozona B12, per un tempo di ritorno di 10 e 20 anni.

Viene considerata un intensità di progetto pari a 162 mm/h, corrispondente all'intensità della sottozona B12, per un tempo di ritorno di 20 anni.

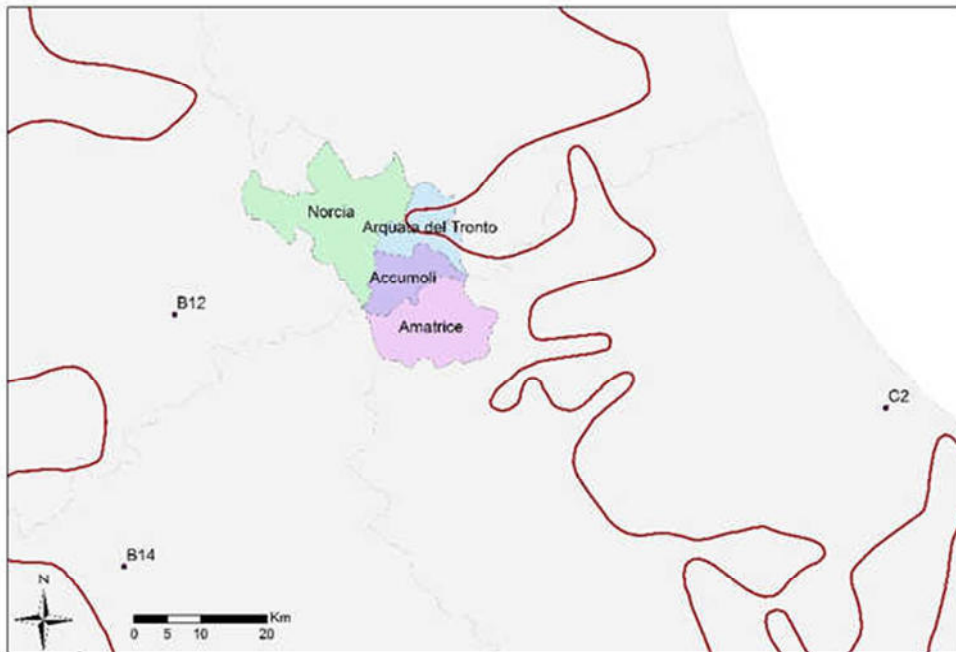
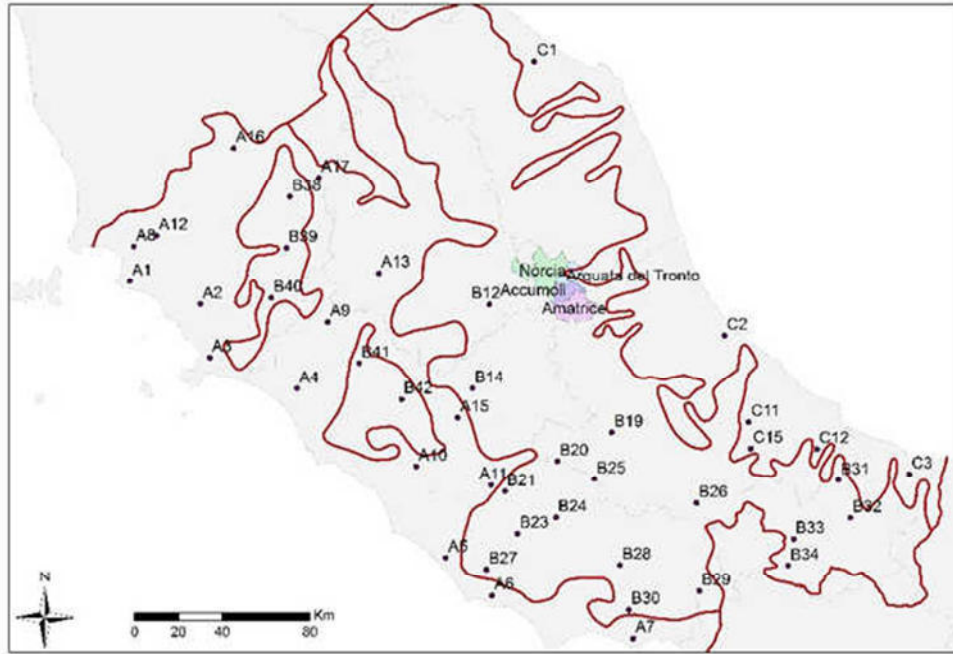


Figura 7 – Inquadramento dell'area considerata nell'ambito delle zone omogenee del progetto VAPI

Tabella 10 - Terzo livello di regionalizzazione: parametri della regressione della media sulla quota

sottozona	N	c (mm/m)	d (mm)	ρ	sottozona	N	c (mm/m)	d (mm)	ρ
A1	10	0,01892	55,64	0,886	B19	6	0,01418	36,02	0,836
A2	8	0,02785	59,22	0,953	B20	5	0,01098	57,23	0,449
A3	9	0,02738	64,43	0,919	B21	6	0,15691	16,83	0,913
A4	13	0,03390	67,67	0,833	B22	7	0,01890	76,65	0,795
A5	7	0,03031	60,09	0,620	B23	5	0,04972	60,54	0,887
A6	8	0,13518	66,15	0,901	B24	7	0,07960	30,38	0,903
A7	7	0,03582	67,72	0,830	B25	10	0,02089	64,28	0,676
A8	16	0,01680	62,79	0,843	B26	9	0,13532	-48,29	0,894
A9	7	0,02671	61,61	0,741	B27	5	0,05786	67,35	0,954
A10	5	0,06301	67,83	0,968	B28	12	0,03599	63,48	0,792
A11	3	0,07624	41,70	0,996	B29	5	0,03152	87,30	0,565
A12	6	0,01510	72,77	0,920	B30	4	0,05066	68,93	0,999
A13	9	0,02714	50,42	0,624	B31	11	0,00116	60,07	0,060
A14	4	0,02517	62,33	0,783	B32	7	0,04004	27,64	0,971
A15	4	0,03647	68,78	0,834	B33	6	0,01264	54,93	0,634
A16	4	0,02592	52,00	0,889	B34	4	0,25615	-85,09	0,955
A17	7	0,10165	15,14	0,860	B35	5	0,07432	15,64	0,740
A18	11	0,02208	58,80	0,685	B36	7	0,05270	40,46	0,667
A19	5	0,03408	41,11	0,980	B37	2	0,03513	33,42	1,000
A20	7	0,03637	49,62	0,956	B38	10	0,01874	40,79	0,637
A21	4	0,02854	43,38	0,926	B39	4	0,04514	38,13	0,969
B1	13	0,03028	43,52	0,895	B40	8	0,04250	58,21	0,921
B2	5	0,02250	42,59	0,830	B41	4	0,08894	34,37	0,835
B3	11	0,03478	49,18	0,859	B42	9	0,02237	71,20	0,567
B4	10	0,02747	62,61	0,724	C1	19	0,00482	57,46	0,392
B5	13	0,03136	53,96	0,904	C2	34	0,02822	64,04	0,915
B6	6	0,03764	44,54	0,933	C3	8	0,05900	42,12	0,952
B7	9	0,01863	49,36	0,756	C4	5	0,06381	49,63	0,984
B8	4	0,02219	50,91	0,844	C5	6	0,01574	61,16	0,809

Tabella 11 (continuo precedente) - Terzo livello di regionalizzazione: parametri della regressione della media sulla quota

sottozona	N	c (mm/m)	d (mm)	ρ	sottozona	N	c (mm/m)	d (mm)	ρ
B9	16	0,04546	46,32	0,953	C6	5	0,01374	58,39	0,825
B10	9	0,04145	37,12	0,893	C7	5	0,00985	62,40	0,831
B11	44	0,02300	35,60	0,849	C8	7	0,07690	50,19	0,917
B12	13	0,04292	45,49	0,901	C9	6	0,02767	51,23	0,886
B13	2	0,01793	20,47	1,000	C10	7	0,11377	38,98	0,937
B14	13	0,05343	55,04	0,921	C11	5	0,02573	57,44	0,887
B15	6	0,00153	69,69	0,135	C12	4	0,02395	44,17	0,976
B16	12	0,02565	22,88	0,912	C13	3	0,04634	-5,21	0,898
B17	5	0,00722	64,41	0,798	C14	4	0,03330	32,01	0,763
B18	3	0,00128	62,43	0,391	C15	4	0,00655	57,57	0,776

BIBLIOGRAFIA:

- Calenda G., F. Campolo, C. Cosentino e R. Guercio (1994). *Valutazione delle piene nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara. GNDCI: La valutazione delle piene in Italia*. CNR, Roma.
- Calenda G.e C. Cosentino (1996). *Analisi regionale delle piogge brevi dell'Italia Centrale con una relazione intensità-durata-frequenza a tre parametri. L'Acqua*, 1 (1): 20-30.
- *Sistemi di Fognatura-Manuale di Progettazione, cap.6 PIOGGE INTENSE, autori vari, Centro Studi Deflussi Urbani -HOEPLI, 1997.*