

Renato Morbidelli, Carla Saltalippi, Marco Cifrodelli, Alessia Flammini
Corrado Corradini, Luca Brocca, Marco Stelluti

ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE IN UMBRIA

con la collaborazione di

Angelo Viterbo, Piero Nelli, Nicola Berni
Loredana Natazzi, Tommaso Moramarco, Silvia Barbeta
Cristiano Corradini, Francesco Ramacci, Tommaso Picciafuoco

Morlacchi Editore *U.P.*

Realizzato da

Renato Morbidelli¹
Carla Saltalippi¹
Marco Cifrodelli¹
Alessia Flammini¹
Corrado Corradini¹
Luca Brocca²
Marco Stelluti³

Con la collaborazione di

Angelo Viterbo³
Piero Nelli³
Nicola Berni³
Loredana Natazzi³
Tommaso Moramarco²
Silvia Barbetta²
Cristiano Corradini²
Francesco Ramacci³
Tommaso Picciafuoco¹

¹ Università degli Studi di Perugia – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA

² Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

³ Regione Umbria



Regione Umbria

Contributo alla pubblicazione di

Fondazione Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia



FONDAZIONE
Ordine Ingegneri Perugia

Progetto grafico: Jessica Cardaioli

ISBN / EAN: 978-88-6074-805-8

copyright © 2016 by Morlacchi Editore, Perugia. Tutti i diritti riservati. È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la copia fotostatica, non autorizzata. redazione@morlacchilibri.com – www.morlacchilibri.com. Finito di stampare nel mese di ottobre 2016 da Digital Print-Service, Segrate (Milano).

INDICE

<i>Presentazioni</i>	9
1. PREMESSE	15
1.1. Obiettivi	15
1.2. Contenuti	16
2. PRECIPITAZIONE	16
2.1. Processo fisico	16
2.2. Misura	18
3. METODI DI ANALISI	19
3.1. Definizioni	19
3.2. Stazioni pluviometriche analizzate	20
3.3. Elaborazione dati	24
4. RISULTATI	28
4.1. Stazione di ABETO	31
4.2. Stazione di ALLERONA	35
4.3. Stazione di AMELIA	40
4.4. Stazione di ANCAIANO	46
4.5. Stazione di ARMENZANO	49
4.6. Stazione di ARNONE	52
4.7. Stazione di ASSISI	57
4.8. Stazione di ATTIGLIANO	63
4.9. Stazione di AVIGLIANO UMBRO	68
4.10. Stazione di AZZANO	71
4.11. Stazione di BASTARDO	76
4.12. Stazione di BASTIA UMBRA	81
4.13. Stazione di BEVAGNA	88
4.14. Stazione di BRANCA	93
4.15. Stazione di CALVI DELL'UMBRIA	96
4.16. Stazione di CAMPOGRANDE	100
4.17. Stazione di CANNARA	103

4.18. Stazione di CARESTELLO	109
4.19. Stazione di CASACASTALDA	112
4.20. Stazione di CASANUOVA	117
4.21. Stazione di CASCIA	120
4.22. Stazione di CASIGLIANO	124
4.23. Stazione di CASSA MOLINO DI BAGNI	129
4.24. Stazione di CASTAGNACUPA	132
4.25. Stazione di CASTELLUCCIO DI NORCIA	135
4.26. Stazione di CASTIGLIONE DEL LAGO	140
4.27. Stazione di CERBARA	146
4.28. Stazione di CITTÀ DI CASTELLO	151
4.29. Stazione di COLLEPEPE	157
4.30. Stazione di COMPIGNANO	160
4.31. Stazione di COMPRESSO	166
4.32. Stazione di CORCIANO	169
4.33. Stazione di FERENTILLO	173
4.34. Stazione di FICULLE	176
4.35. Stazione di FOLIGNO	181
4.36. Stazione di FORCA CANAPINE	187
4.37. Stazione di FORSIVO	190
4.38. Stazione di GUALDO TADINO	195
4.39. Stazione di GUBBIO	202
4.40. Stazione di ISOLA POLVESE	209
4.41. Stazione di LA BOLSELLA	213
4.42. Stazione di LA BRUNA	216
4.43. Stazione di LA CIMA	219
4.44. Stazione di LAGO DI CORBARA	224
4.45. Stazione di LISCIANO NICCONE	228
4.46. Stazione di MASSA MARTANA	232
4.47. Stazione di MELEZZOLE	236
4.48. Stazione di MOIANO	239
4.49. Stazione di MONTE CUCCO	242
4.50. Stazione di MONTE DEL LAGO	247
4.51. Stazione di MONTEDOGLIO	254
4.52. Stazione di MONTELEONE DI SPOLETO	257
4.53. Stazione di MONTELOVESCO	261
4.54. Stazione di MONTEMARTANO	267
4.55. Stazione di NARNI SCALO	270
4.56. Stazione di NOCERA UMBRA	277
4.57. Stazione di NORCIA	284
4.58. Stazione di ORVIETO	289

4.59. Stazione di ORVIETO SCALO	296
4.60. Stazione di PASSIGNANO SUL TRASIMENO	301
4.61. Stazione di PERUGIA	307
4.62. Stazione di PERUGIA SANTA GIULIANA	314
4.63. Stazione di PERUGIA SEDE	319
4.64. Stazione di PETRELLE	324
4.65. Stazione di PETRIGNANO DEL LAGO	331
4.66. Stazione di PIANELLO	336
4.67. Stazione di PIEDILUCO	341
4.68. Stazione di PIERANTONIO	345
4.69. Stazione di PIEVE DI SADDI	348
4.70. Stazione di PISTRINO	351
4.71. Stazione di PONTE FELCINO	354
4.72. Stazione di PONTE NUOVO DI TORGIANO	359
4.73. Stazione di PONTE SANTA MARIA	365
4.74. Stazione di PONTICELLI	370
4.75. Stazione di PORNELLO	375
4.76. Stazione di PRODO	378
4.77. Stazione di RIPALVELLA	383
4.78. Stazione di SAN BENEDETTO VECCHIO	388
4.79. Stazione di SAN BIAGIO DELLA VALLE	393
4.80. Stazione di SAN GEMINI	398
4.81. Stazione di SAN SAVINO	404
4.82. Stazione di SAN SILVESTRO	410
4.83. Stazione di SELLANO	415
4.84. Stazione di SPOLETO	419
4.85. Stazione di TERNI	426
4.86. Stazione di TODI	433
4.87. Stazione di TORRE DELL'OLMO	440
4.88. Stazione di TRESA	443
4.89. Stazione di TRESTINA	446
4.90. Stazione di UMBERTIDE	449
4.91. Stazione di VALLO DI NERA	455
4.92. Stazione di VERGHERETO	460
4.93. Stazione di VILLASTRADA	463

Presentazioni

“La scienza è fatta di dati, come una casa di pietre.
Ma un ammasso di dati non è scienza più di quanto un mucchio di pietre sia casa.”
Henri Poincarè, *La scienza e l'ipotesi*

Le conoscenze nel campo della idrologia si basano sullo studio e l'analisi di quanti più dati sono messi a disposizione degli addetti alla ricerca e dagli strumenti di divulgazione. L'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia e la sua Fondazione hanno accolto con entusiasmo questa pubblicazione che colma - con rigore scientifico - una lacuna che risale al 1996. A distanza di trenta anni dall'ormai introvabile “*Quaderno 7*” della Collana Idrologia della Regione Umbria, le stazioni pluviometriche si sono accresciute e le informazioni disponibili sono notevolmente aumentate. Non solo, l'elaborazione dei dati oggi si avvale di strumenti di archiviazione, di elaborazione e di confronto molto più potenti e versatili.

In questo campo, con orgoglio per la nostra categoria professionale, gli Ingegneri sono in prima linea, deputati ad affrontare e risolvere gli aspetti pratici nei quali lo studio idraulico è preminente, a tutela e difesa della collettività. Non si tratta solo di grandi infrastrutture, ma anche di reti fognarie, messe a dura prova da eventi meteorici di intensità e durata non prevedibile.

La pubblicazione, curata da Colleghi universitari e non, e che ringraziamo per la dedizione all'obiettivo di fornire uno strumento utile, rigoroso ed agile al contempo, è uno dei tanti esempi in cui tutta l'Ingegneria si mette al servizio della comunità.

*Il Presidente dell'Ordine
degli Ingegneri della Provincia di Perugia
Roberto Baliani*

*Il Presidente della Fondazione
Ordine Ingegneri della Provincia di Perugia
Paolo Anderlini*

Questo studio relativo all'analisi delle precipitazioni intense in Umbria rappresenta una tappa fondamentale per il percorso che si è attivato già da tempo nella nostra Regione su comuni obiettivi legati allo sviluppo della conoscenza idrologica del territorio, a cui partecipano insieme l'Università degli Studi di Perugia, il CNR-IRPI, l'Ordine degli Ingegneri di Perugia e la Regione Umbria.

Con questo nuovo lavoro non solo si aggiornano le due precedenti pubblicazioni della Regione Umbria risalenti al 1990-1996 e pubblicate nei *Quaderni Regione dell'Umbria n. 2 e n. 7 - Collana Idrologia* che hanno riguardato l'analisi, l'elaborazione e la determinazione delle precipitazioni di massima intensità e di breve durata dei bacini regionali, ma si compie un passo determinante per il mondo della ricerca, dei professionisti e delle istituzioni per riuscire ad affrontare, anche alla luce dei cambiamenti climatici in corso, le problematiche sia delle piene dei corsi d'acqua dei bacini umbri, anche di ridotte dimensioni, che delle progettazioni di opere idrauliche e di interventi di mitigazione del rischio idraulico, di reti di drenaggio urbano e di bonifica.

Si ritiene doveroso mettere in risalto la complessità del lavoro svolto da parte degli autori, non solo per quanto riguarda la parte legata alla raccolta ed elaborazione dei dati pluviometrici, ma soprattutto per l'analisi critica e la valutazione dei singoli dati prima del loro processamento. Infatti il periodo di osservazione preso in esame ha riguardato un arco temporale molto ampio e in cui hanno operato soggetti diversi, durante il quale le stazioni pluviometriche sono profondamente cambiate in funzione dell'evolversi delle tecnologie, partendo dalle prime misure registrate su carta millimetrata fino a quelle rilevate da sistemi informatici.

Questa importante attività di raccolta e di analisi dei dati di precipitazione fino adesso non era mai stata svolta e ha permesso finalmente di avere un database di riferimento validato e su cui si sono potute svolgere elaborazioni più corrette.

La Regione Umbria si impegna a far diventare questo lavoro uno strumento tecnico-amministrativo di riferimento per quanto riguarda l'esame degli studi e delle progettazioni di settore, in modo da dare ai singoli professionisti il punto di partenza su cui basare le loro valutazioni idrologiche.

Auspichiamo che si riesca a sviluppare in breve tempo, con lo stesso gruppo di lavoro, anche la regionalizzazione delle piogge in modo da rendere tale strumento di più facile applicazione.

Il Dirigente del Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico
Angelo Viterbo

L'Università degli Studi di Perugia ha stabilito da molti anni un proficuo rapporto di collaborazione con gli Enti e le Società che nel territorio nazionale operano nel campo del controllo, gestione e distribuzione delle acque. Nel quadro delle ben note difficoltà che in Italia l'Università e la Ricerca Scientifica affrontano nel reperire risorse e nel proseguire la loro funzione volta all'innovazione scientifico-tecnologica, la sola constatazione che una sinergia tra ricercatori e contesto territoriale-amministrativo non solo è possibile, ma che essa è ricca e produttiva, è motivo di soddisfazione e infonde una sana dose di ottimismo per il futuro.

Alcuni colleghi del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale hanno raggiunto notevoli risultati nell'ambito delle problematiche connesse con la difesa e la gestione del territorio, in particolare nella rappresentazione dei processi di infiltrazione, della formazione e della propagazione delle piene negli alvei naturali soprattutto in relazione al preannuncio delle stesse in tempo reale. Nella complessa attività di modellazione, simulazione, interpretazione e validazione degli approcci teorici e/o sperimentali un ruolo centrale è costituito dal *dato*, inteso come informazione di carattere numerico, testuale o grafico, in grado di stimolare studi e ricerche.

Sfogliando questo volume si evince che esiste la volontà degli Autori di non confinare le dinamiche dello sviluppo scientifico ad una ristretta cerchia di esperti, ma di comunicarne l'importanza e l'attualità all'intera comunità civile verso la quale gli scienziati hanno obblighi diretti e dalla quale devono trarre linee di indirizzo prioritarie. Nel volume è riportata infatti una rassegna di dati pluviometrici provenienti da fonti diverse, relativi a 93 stazioni gestite dalla Regione Umbria, che sono stati collezionati ed analizzati, con occhio attento e critico, perché costituiscano un punto di partenza fisso e particolarmente aggiornato. I contenuti sintetici e di facile consultazione, il corredo di immagini concernenti la localizzazione e la strumentazione e, laddove possibile, di analisi statistiche dei dati rendono questo testo di grande utilità per chiunque voglia affrontare lo studio dei temi dell'idrologia, della climatologia, degli aspetti naturalistici e vegetazionali, dell'ecologia e della biodiversità o impiegare i risultati per scopi tecnico-progettuali.

Il testo inoltre potrà inoltre rappresentare un importante strumento atto a coadiuvare la didattica, nel settore della idrologia e delle costruzioni idrauliche, attività alla quale i colleghi, a cui va la mia profonda stima, hanno da sempre dedicato grandissima attenzione ottenendo ottimi risultati e apprezzamento da parte degli allievi.

*Il Presidente del Consiglio di Corso di Laurea in Ingegneria Civile
dell'Università degli Studi di Perugia
Vittorio Gusella*

Alla luce degli eventi alluvionali che hanno interessato il bacino del Fiume Tevere nell'ultimo decennio, ed in particolare quello del novembre 2012 che ha colpito l'abitato di Orvieto Scalo, è fondamentale fare una riflessione sulle procedure che vengono generalmente adottate per valutare la frequenza, ovvero il tempo di ritorno, delle precipitazioni intense che caratterizzano tali fenomeni. Tale valutazione, se non accurata, può inficiare la bontà di qualsiasi metodologia indirizzata alla mitigazione del rischio idraulico, come quelle che sono adottate per la realizzazione dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e dove la pericolosità idraulica è basata sulla regionalizzazione delle piogge. Dall'analisi dei dati pluviometrici di alcuni eventi storici occorsi nel bacino dell'Alto e Medio Tevere, è facilmente riscontrabile come, per una stessa area di interesse, la frequenza che si può assegnare alle precipitazioni di uno stesso evento può cambiare in funzione della procedura di regionalizzazione adottata, con una stima del tempo di ritorno che può variare da 50 anni a oltre 500 anni. L'elevata incertezza delle curve di frequenza delle precipitazioni, che potrebbero essere non idonee a rappresentare gli estremi, da un punto di vista operativo e professionale porterebbe a misure di mitigazione non adeguate ed in particolare ad un sotto/sovra dimensionamento di quelle opere idrauliche finalizzate alla protezione dai fenomeni alluvionali.

Su tale base, è fondamentale che si promuovano da parte dei Decisori per la difesa del territorio iniziative per la revisione delle curve di frequenza delle precipitazioni, anche alla luce di serie idrologiche più estese e arricchite di eventi pluviometrici di maggiore intensità. In tale contesto, la Regione Umbria, con il suo ufficio "Servizio Rischio Idraulico e Risorse Idriche", ha recepito tale problematica promuovendo un Tavolo Tecnico dove ricerca e pubblica amministrazione hanno operato sinergicamente per il controllo, analisi ed elaborazione delle serie pluviometriche storiche registrate dalla rete di monitoraggio regionale. Il risultato è la pubblicazione di questo Volume sulle precipitazioni intense in Umbria, che apre positivamente la strada a quella necessaria revisione delle procedure di regionalizzazione delle piogge per il bacino del Fiume Tevere, con grande beneficio per la difesa del territorio regionale dai fenomeni alluvionali.

*Coordiantore Gruppo di Idrologia – Perugia
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
Tommaso Moramarco*

Analisi delle precipitazioni intense in Umbria

1. PREMESSE

L'analisi delle precipitazioni intense è di fondamentale importanza per numerosi aspetti pratici quali, ad esempio, la progettazione di alcune di opere idrauliche, la gestione delle risorse idriche, la previsione delle piene fluviali.

Per quanto riguarda la regione Umbria, le ultime analisi dei dati di pioggia intensa condotte per scopi pratici su vasta scala sono state pubblicate nel 1996 in "Determinazione delle precipitazioni di massima intensità e di breve durata per la regione Umbria" a cura di G. Mancinelli. In questo volume, diffusamente conosciuto come "Quaderno 7", si trovano i risultati ottenuti dall'elaborazione di dati pluviometrici relativi a 29 stazioni (di cui 16 interne al territorio regionale), per eventi di durata comprensiva tra 1 e 24 ore, potendo contare su periodi di osservazione compresi tra 8 e 39 anni. Tali risultati sono stati un utilissimo riferimento nell'ultimo ventennio ma, considerando che per la gran parte delle stazioni pluviometriche umbre, divenute ormai oltre 90, sono attualmente disponibili ulteriori 23 anni di osservazioni, è evidente la necessità di un profondo aggiornamento dell'elaborazione dei dati, che inglobi anche più recenti conoscenze di natura tecnica e scientifica.

1.1. Obiettivi

Gli obiettivi del presente volume sono principalmente i seguenti:

- 1) la determinazione degli spessori di pioggia massimi annuali per le durate comprese tra 5 minuti e 48 ore relativamente a quasi tutte le stazioni pluviometriche attualmente esistenti e/o anche solo esistite in passato in Umbria, utilizzando la globalità dei dati pluviometrici disponibili al 31 dicembre 2015;
- 2) la stima delle relazioni tra altezza di pioggia di assegnata durata e la corrispondente frequenza di accadimento, comunemente denominate curve di probabilità pluviometrica o linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ottenute attraverso lo studio statistico degli spessori di pioggia massimi annuali, laddove la numerosità di questi ultimi lo rende possibile.

1.2. Contenuti

Nei successivi capitoli di questo volume vengono prima descritti il processo fisico che è alla base della formazione della pioggia e gli usuali metodi utilizzati per la sua misura alla scala puntuale (Capitolo 2). Poi, nel Capitolo 3, dopo alcune necessarie definizioni, vengono elencate le stazioni pluviometriche che sono state considerate e il dettaglio relativo alle varie analisi condotte. Seguono infine nel Capitolo 4, per tutte le stazioni pluviometriche, le schede di dettaglio contenenti gli specifici risultati ottenuti unitamente ad informazioni sulla localizzazione e ad immagini delle stazioni.

2. PRECIPITAZIONE

2.1. Processo fisico

Con il termine precipitazione si intende il processo che determina il trasferimento dell'acqua dall'atmosfera alla superficie terrestre. Le principali forme di precipitazione sono costituite da: pioggia, neve, grandine, rugiada e brina; le prime due sono quelle di maggiore interesse pratico e ingegneristico, e tra queste la pioggia ha maggiore rilevanza alle basse e medie latitudini. Ad essa viene fatto sostanziale riferimento in questa trattazione; tuttavia, talvolta saranno ricordate anche alcune delle principali caratteristiche della neve in quanto neve e pioggia sono forme di precipitazione che spesso si manifestano simultaneamente a quote diverse durante lo stesso evento.

La pioggia è costituita da un insieme di gocce d'acqua formatesi all'origine per condensazione del vapore d'acqua su parte degli aerosol sospesi nell'atmosfera, di dimensioni tipiche nell'intervallo 0,01-0,1 μm , chiamati nuclei di condensazione.

Se i raggi delle gocce, approssimate come di forma sferica, rimangono limitati (fino a 20 μm), si forma una nube non precipitante, mentre se i raggi diventano sufficientemente grandi ($>0,1$ mm) si ha sviluppo di pioggia.

Qualora i processi di condensazione e coalescenza avvengano in un'atmosfera con temperatura di circa 20°C e pressione di circa 1000 mbar, le velocità di caduta di gocce caratterizzate da raggi di 10 μm ed 1 mm sono rispettivamente pari a circa 1 cm/s e 6 m/s. Tali velocità sono denominate "terminali di caduta", acquistate dalle gocce dopo una prima fase di moto accelerato per effetto

della forza di gravità. Successivamente, acquistando velocità, le gocce subiscono sempre maggiore resistenza dell'aria e raggiungono una velocità limite determinata dall'equilibrio fra gravità e resistenza dell'aria. La velocità limite tipica per la neve, usualmente dell'ordine di 1 m/s, è molto più bassa di quella della pioggia.

Le piogge sono generalmente classificate come leggere, moderate e forti in relazione agli spessori caduti nell'unità di tempo; dal punto di vista microfisico queste tre tipologie di piogge sono caratterizzate da un numero sempre più rilevante di gocce di grandi dimensioni passando dalle piogge leggere a quelle forti.

Affinché abbia inizio il processo di condensazione del vapore d'acqua su microscopiche particelle sospese in atmosfera con iniziale formazione di nubi ed eventualmente di precipitazione al suolo, è necessaria la presenza di un moto atmosferico verticale. I moti verticali di aria umida possono essere prodotti da sistemi frontali, da un'orografia pronunciata, da fenomeni di convergenza dell'aria, da convezione.

Nei sistemi frontali due masse d'aria di origine difforme a causa del diverso riscaldamento/raffreddamento radiativo, come pure del diverso grado di umidificazione, vengono in contatto e producono una ristretta zona di separazione detta fronte, che segna un marcato cambiamento di vento, temperatura, umidità e pressione. Più precisamente, i gradienti orizzontali di tali quantità sono molto più piccoli entro ciascuna delle due masse d'aria di quanto non siano nella zona di separazione, che viene usualmente rappresentata come una superficie inclinata con l'aria calda posizionata sopra quella fredda. Le due masse d'aria si spostano simultaneamente con una velocità d'insieme detta velocità del fronte, mentre esistono all'interno di ciascuna massa d'aria velocità relative delle particelle rispetto al moto della superficie frontale. I fronti si dividono in caldi, freddi e combinati. Nei fronti caldi la superficie frontale ha un'inclinazione rispetto al suolo normalmente nell'intervallo $1/100 \div 1/300$ e si estende orizzontalmente per centinaia di Km. Invece, nei fronti freddi ha un'inclinazione tipicamente fra $1/50$ e $1/150$, mantenendo tuttavia le dimensioni orizzontali dello stesso ordine di grandezza. In entrambe le tipologie di fronti la durata delle precipitazioni su una fissata area è usualmente di alcune ore e le aree simultaneamente interessate dai fenomeni sono dell'ordine delle migliaia di Km².

Per effetto di un'orografia particolarmente pronunciata, sotto favorevoli condizioni di velocità del vento e di stabilità dell'aria, si ha frequentemente un moto di risalita (e successivamente di discesa) della massa d'aria umida che può portare alla condizione di sovrasaturazione. Alla confluenza delle valli o in centri di bassa pressione al suolo si ha convergenza dell'aria e sviluppo di moti verticali.