

# L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 4 NOVEMBRE 1966: CARATTERIZZAZIONE DEI FENOMENI IDROLOGICI E DEI DANNI IN TOSCANA

Enrica CAPORALI, Ilaria DEFINA, Giorgio FEDERICI, Matteo ISOLA

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università degli Studi di Firenze

## SOMMARIO

Questa memoria si pone l'obiettivo di descrivere l'evento alluvionale del 4 Novembre 1966 in Toscana, con riferimento all'evento meteorologico e alla stima del danno economico subito dai diversi comuni toscani in seguito all'evento e con approfondimenti sul bacino idrografico del fiume Arno, rappresentato con quelle che erano le caratteristiche del bacino idrografico al momento dell'evento. In particolare, per il bacino idrografico del fiume Arno è stato costruito un Sistema Informativo Territoriale contenente mappe georeferenziate delle caratteristiche geografiche, meteo climatiche, idrologiche e geomorfologiche del bacino idrografico. Sono stati inoltre recuperati alcuni dati inediti di precipitazione del 4 Novembre e la carta di uso del suolo del 1962 in formato vettoriale. A partire dai dati contenuti nel sistema informativo geografico e idrologico, è stato sviluppato un modello idrologico e ricostruito l'idrogramma di piena alla sezione fluviale degli Uffizi.

## ABSTRACT

This paper aims to describe the flood event of November 4th 1966 in Tuscany, with reference to the meteorological event and to the estimate of the economic damage suffered by the various Tuscan districts after the flood. Georeferenced maps of geographical, meteorological, hydrological and geomorphological characteristics of the Arno river basin, at the time of the 1966 flood, were produced and organized in a Geographic Information System (GIS). Unpublished precipitation data on November 4th 1966 as well as the 1962 land use map, in vector format, have been also recorded in the GIS. Considering the geographic and hydraulic information system a, a hydrological model was developed to obtain the flood hydrograph at the hydrometric station of the Uffizi.

## 1. L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 4 NOVEMBRE 1966

L'alluvione del 4 Novembre 1966 ha segnato la storia della difesa del suolo in Italia, influenzando la pubblica opinione in merito alla percezione del rischio idraulico. L'evento in questione ha infatti interessato non solo la regione Toscana, ma in generale tutta la penisola italiana. Il mese di ottobre del 1966, infatti, ha registrato piogge rilevanti in ogni parte d'Italia, con numerosi nubifragi anche di carattere eccezionale. Le elevate precipitazioni hanno dato luogo a piene eccezionali in numerosi corsi d'acqua veneti (i livelli al

colmo hanno superato ogni valore massimo precedentemente registrato), toscani (nell'alto Arno le portate sono state in alcuni casi anche oltre il doppio di quelle massime in precedenza conosciute), e nei corsi d'acqua emiliani, oltre che in vari affluenti appenninici del fiume Po (anche se solamente nel Panaro si sono superati i dati massimi registrati fino ad allora) (Commissione De Marchi, 1970). In seguito all'evento, che rappresenta anche un punto di svolta nella gestione del rischio idraulico nel bacino idrografico del Fiume Arno, sono stati potenziati i sistemi di monitoraggio e di allerta e sono stati effettuati studi dettagliati sulle condizioni di rischio idraulico nel

territorio.

L'eccezionalità dell'evento va ricercata nella straordinarietà delle concause che lo generarono (Commissione De Marchi, 1970). La prima causa, il 2 Novembre, fu lo sviluppo nel nord Atlantico di un grande vortice anticiclonico, che si spostò velocemente sull'Irlanda carico di aria artica; contemporaneamente sul Golfo di Guascogna in Francia si formò un altro piccolo vortice che sospinse aria calda verso l'Italia (Figura 1a). Tra il 3 ed il 4 Novembre il vortice sulla Gran Bretagna, carico di aria fredda, andò ad impattare con l'aria calda proveniente dal nord Africa (Figura 1b). Proprio sulla penisola italiana l'aria fredda, in quota, si sovrappose all'aria calda al suolo, con una differenza di temperatura al limite dell'eccezionalità (Caporali et al., 2005).

La disposizione orografica e geografica dell'Appennino Tosco-Emiliano può essere considerata un'altra delle concause che favorì il permanere dell'aria calda e umida proveniente da sud sulla Toscana e costretta poi a superarla solo salendo di quota, quindi raffreddandosi velocemente, e scaricando notevoli quantità di pioggia al suolo (Figura 2).

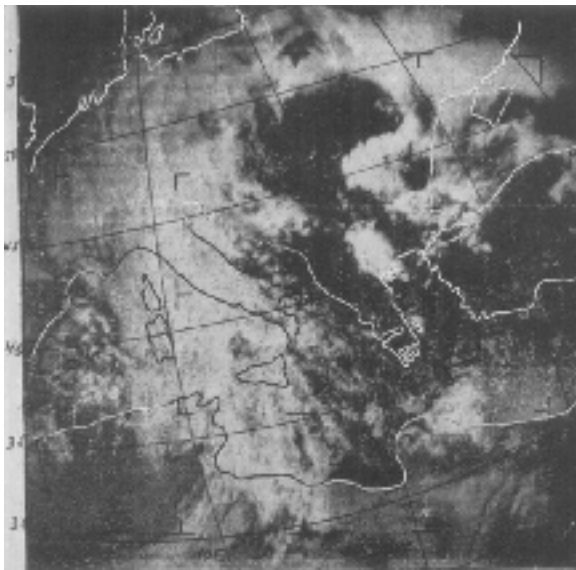


Figura 2. Immagine satellite ESSA 4 Novembre 1966, ore 08.30 (CNR 1968)

Vale la pena sottolineare che le anomalie erano già iniziate nel mese di Ottobre: furono infatti registrate temperature eccezionalmente sopra la media che provocarono una maggiore evaporazione delle acque e un'insolita piovosità nell'ultima decade. Ciò rese i suoli saturi e il reticolo idrografico con scarsa capacità di invaso (Commissione De Marchi, 1970).

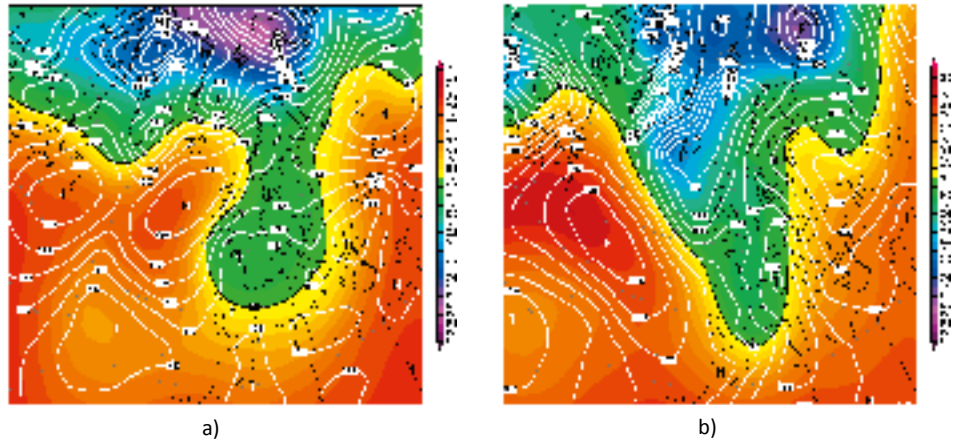


Figura 1. Situazione barica sull'Europa e Atlantico. a) Carta isobara a 500 hPa, 2 Novembre 1966 ore 00 UT; b) Carta isobara a 500 hPa, 4 Novembre 1966 ore 00 UT (Fonte: <http://www.wetterzentrale.de/> ultimo accesso settembre 2016)

### 1.1 Le precipitazioni sulla regione Toscana tra il 3 e 4 Novembre 1966

Le precipitazioni atmosferiche hanno avuto inizio nelle prime ore del 3 Novembre, assumendo generale estensione e persistenza dopo le ore 11.00-12.00 dello stesso giorno.

Gli afflussi meteorici più elevati, interessarono due vaste zone: una con epicentro sulle Alpi orientali, l'altra sull'Appennino toscano-emiliano. Mentre le maggior concentrazioni di pioggia si manifestarono, in generale, nel tardo pomeriggio del 3 Novembre e nelle prime ore del 4 Novembre 1966.

La grande estensione territoriale coinvolta dall'evento è un altro aspetto fondamentale che vale la pena di considerare. Tutti i principali bacini della Regione Toscana sono stati interessati e quelli maggiormente colpiti comprendevano i bacini idrografici dell'alta valle dell'Arno, quelli montani di alcuni degli affluenti di sinistra, quali Greve, Pesa ed Elsa nonché il bacino dell'Ombone Grossetano e quelli di alcuni corsi d'acqua della Maremma, come Bruna e Pecora. La massima precipitazione giornaliera, riferita al 4 Novembre, si è registrata a Badia Agnano (AR), che ricade nel bacino idrografico dell'Arno, con 338,7 mm di pioggia giornaliera. I valori dei rapporti delle massime precipitazioni dei precedenti periodi di osservazione assumono, per la durata di un giorno, valori superiori al 200% in alcune località toscane (Figura 3.a) e del 250% riferito a due giorni consecutivi (Figura 3.b).

Inoltre in varie stazioni toscane la sola pioggia del 4 Novembre risulta maggiore di quella massima precedente relativa al periodo di cinque

giorni (Figura 4), così a Badia Agnano (338,7 mm contro 163 mm), così a Grosseto (291.8mm contro 150,1 mm).

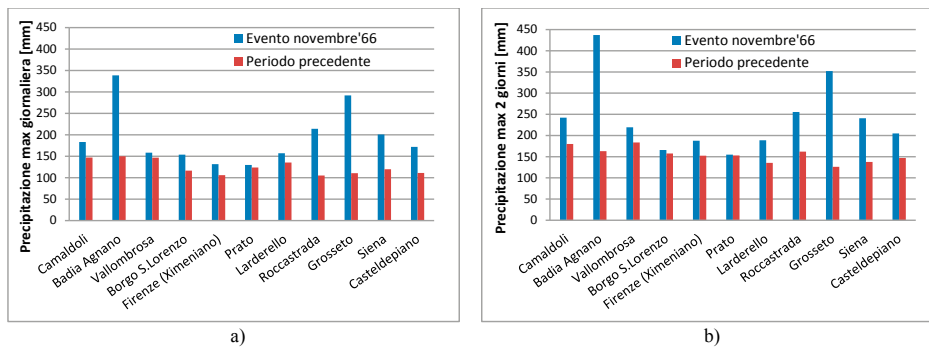


Figura 3. Confronto per alcune stazioni di osservazione tra: a) precipitazione di durata 1 giorno relativa all'evento alluvionale del Novembre '66 e a quella massima registrata nel periodo precedente fino al 1965; b) precipitazione di durata 2 giorni consecutivi relativa all'evento alluvionale del Novembre '66 e a quella massima registrata nel periodo precedente fino al 1965 (Fonte dati: Commissione De Marchi, 1970).

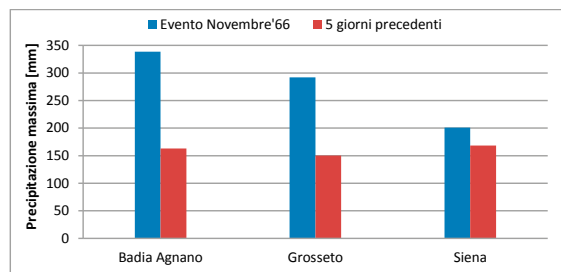


Figura 4. Confronto tra la precipitazione registrata nel giorno 4 Novembre 1966 e la precipitazione massima relativa ad un periodo di 5 giorni registrata fino al 1965 (Fonte dati: Commissione De Marchi, 1970).

### 1.2 Livelli idrometrici e portate nel bacino idrografico del fiume Arno

Nel bacino dell'Arno tutti i diversi affluenti hanno contribuito al raggiungimento delle portate di piena. Tra le piene più cospicue furono registrate quelle della Sieve, affluente destro del fiume Arno, di Elsa ed Era che sono invece affluenti di sinistra, nei quali durante l'evento numerose sono state le rotte arginali che si sono verificate con conseguenti esondazioni. La stessa situazione ha interessato anche altre aree del bacino e tra le più importanti si citano quella nella zona di Monteverchi, Incisa, Firenze, Signa, Empoli e Santa Croce. Proprio a causa di tali esondazioni e anche alla rottura degli argini provocata dall'Arma del Genio a Santa Croce sull'Arno (Isola, 2016), a valle di Firenze le portate dell'Arno si sono notevolmente attenuate, al punto che a San Giovanni alla Vena il colmo è risultato di 2290 m<sup>3</sup>/s, rispetto al massimo storico di 2270 m<sup>3</sup>/s registrato nel 1949. Ciò dimostra che, a

differenza di quanto accaduto negli altri casi, in questa sezione non è stato raggiunto il massimo storico.

Al contrario, nel tratto dell'Arno che va dalla sorgente a Firenze, sono state registrate portate particolarmente rilevanti nelle stazioni di Stia, Subbiano e Nave di Rosano, con portate stimate (Commissione De Marchi, 1970) pari rispettivamente a 312, 2250, 3540 m<sup>3</sup>/s che corrispondono al 236%, 258% e 171% dei valori massimi storici. Ancora oggi, per la maggior parte delle stazioni idrometriche che hanno dati registrati antecedenti al 1966, i massimi storici risultano essere i valori raggiunti nell'evento del 4 Novembre.

## 2. SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME ARNO NELL'EVENTO DEL 1966

Per rappresentare le caratteristiche idrologiche del bacino del fiume Arno al momento dell'alluvione del 1966 è stato utilizzato un Sistema Informativo Territoriale (SIT) contenente mappe georeferenziate delle caratteristiche geografiche, meteorologiche, idrologiche, geomorfologiche del bacino idrografico del Fiume Arno. Il sistema informativo costruito contiene anche alcuni dati inediti (Calovi, 2014), ovvero i dati di precipitazione oraria del 4 Novembre 1966, digitalizzati dalle strisce pluviometriche di registrazione, rese disponibili dal Servizio Idrologico Regionale Toscano (SIR), e la carta dell'uso del suolo del 1962. Il Sistema Informativo Territoriale sviluppato rappresenta una preziosa base informativa per la caratterizzazione idrologica dell'intero bacino idrografico del Fiume Arno e per la costruzione del modello idrologico dell'evento.

Le mappe georeferenziate prodotte possono essere organizzate in alcuni gruppi tematici come di seguito descritto.

### Inquadramento geografico e idrografia

Il bacino idrografico ricopre complessivamente un territorio di 8228 Km<sup>2</sup> che si estende tra la Toscana (circa il 98%) e la regione Umbria (il restante 2%). In figura 5a sono rappresentati i confini e la forma del bacino attraverso il DTM - Digital Terrain Model, dato raster a cui è associata la quota del bacino in metri sul livello del mare e di risoluzione 10 m. Nella stessa figura è evidenziata l'asta principale del fiume Arno ed il reticolo idrografico.



In Figura 5.b si riporta la mappa dei sottobacini principali del bacino dell'Arno. A partire dal DTM possono essere elaborati altri strati informativi come la carta delle pendenze, dell'esposizione dei versanti, e della direzione dei flussi.

### Geologia e uso del suolo

Il sistema informativo territoriale include altre mappe tematiche per la caratterizzazione del suolo sul territorio del bacino idrografico dell'Arno (Calovi, 2014), tra le quali la carta geologica (Figura 6), la mappa dei gruppi idrologici e la carta di uso del suolo degli anni '60 (Figura 7).

La carta geologica è stata reperita dall'autorità di bacino del fiume Arno. I dati provengono da una digitalizzazione dei fogli in scala 1:100.000 realizzati dal servizio Geologico Nazionale: la carta viene rappresentata classificando i poligoni che la compongono secondo il codice UNI.

La mappa dei gruppi idrologici è stata realizzata dal *Consorzio Lamma* nel 2010 a seguito della realizzazione delle unità di paesaggio e pedologiche del bacino del fiume Arno. La mappa risulta molto complessa a causa del dettaglio delle informazioni sulla pedologia e le unità di paesaggio, quindi i gruppi idrologici sono stati geometricamente rielaborati per poter essere meglio utilizzabili.

Essendo l'uso del suolo estremamente influente ai fini della modellazione idrologica e lo stesso soggetto a forti cambiamenti, in tempi relativamente brevi, ai fini dell'analisi dell'evento di piena del 1966 è stato ritenuto opportuno utilizzare le informazioni relative agli anni '60. In particolare, è stato possibile acquisire il foglio n.11 della Carta dell'uso del suolo d'Italia del 1962 (CNR, 1962) che digitalizzato, rappresenta uno strato informativo inedito. La Carta dell'uso del suolo d'Italia, suddivisa in 26 fogli, è stata pubblicata tra il 1959 e il 1968 dal Touring Club Italiano in scala 1:200000. Completa lo strato informativo dell'uso del suolo degli anni '60 la parte contenuta nel foglio n.9, già disponibile in forma digitale su ISPRA Sinanet - progetto MAIS.

### Grandezze idrologiche

Nel Sistema Informativo Territoriale sono contenute anche le mappe di localizzazione delle stazioni pluviometriche, termometriche e idrometriche (Figura 8) di misura delle intensità di pioggia, delle temperature e dei livelli idrometrici nelle diverse aree nel bacino idrografico del fiume Arno per l'e-

vento alluvionale del 4 Novembre 1966.

Oltre a quanto finora elencato, il sistema informativo include alcuni dati idrologici inediti. Dall'archivio del Servizio Idrologico Regionale sono stati recuperate le strisce di registrazione della precipitazione oraria del 4 Novembre 1966 (Figura 9), e digitalizzati dati di pioggia mai precedentemente pubblicati. In particolare, le strisce pluviometriche recuperate sono 12: queste sono state digitalizzate attraverso un plug-in dedicato, dal quale poi sono stati estratti i dati orari di pioggia. Delle 12 stazioni, nove sono all'interno del bacino idrografico del Fiume Arno e tre in bacini confinanti.

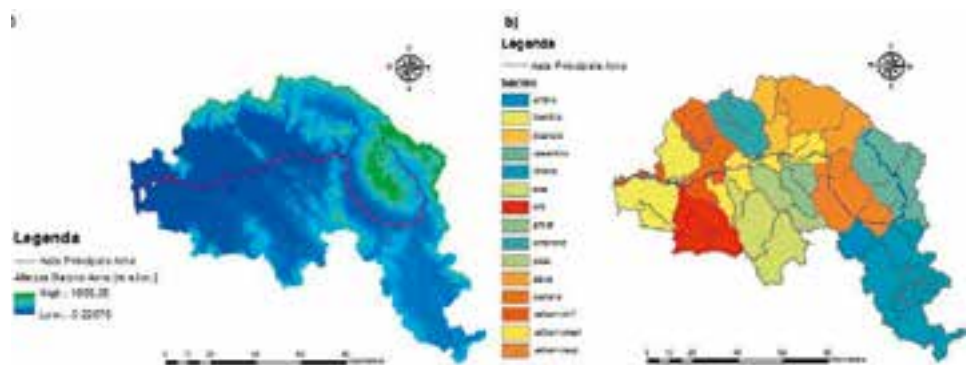


Figura 5. Inquadramento geografico del bacino idrografico del fiume Arno: a) Modello Digitale del Terreno e reticolo idrografico con evidenziazione dell'asta principale; b) Rappresentazione dei sottobacini idrografici principali. (Fonte dati: [www.adbarno.it/adb/](http://www.adbarno.it/adb/)).

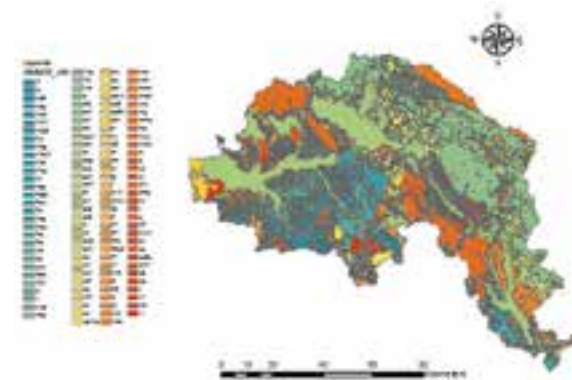


Figura 6. Carta geologica, la legenda riporta la sigla del codice UNI per la geologia (Fonte dati: [www.adbarno.it/adb/](http://www.adbarno.it/adb/)).

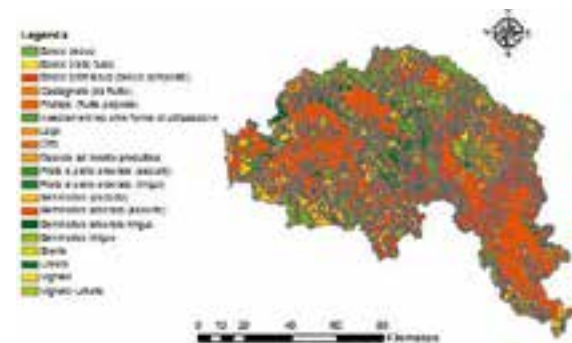


Figura 7. Carta di uso del suolo degli anni '60 digitalizzata per il bacino del fiume Arno (CNR, 1962).

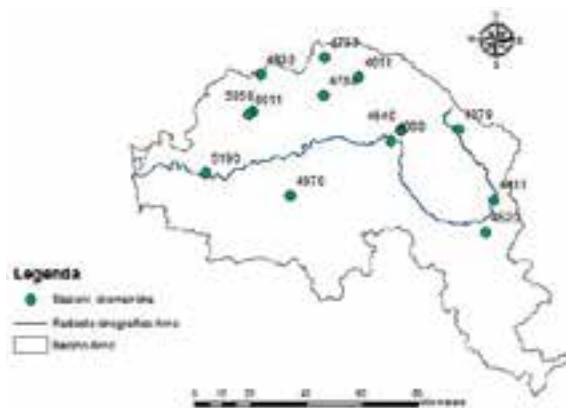


Figura 8. Stazioni idrometriche sul bacino idrografico del fiume Arno. (Fonte dati: [www.adbarno.it/adb/](http://www.adbarno.it/adb/))

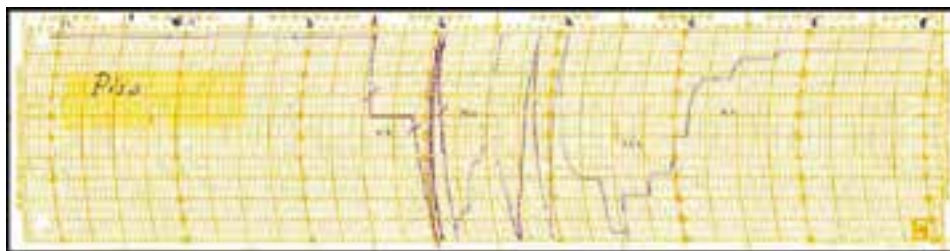


Figura 9. Scansione di una delle 12 strisce pluviometriche digitalizzate e relativa a dati di precipitazione oraria del 4 Novembre 1966. (Fonte dati: Archivio SIR-Toscana)

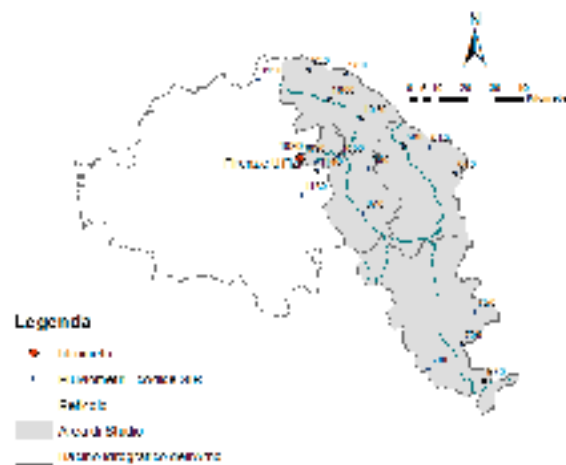


Figura 10. Bacino idrografico del fiume Arno e delimitazione dell'area di studio con localizzazione dei pluviometri.

Tabella 1. Valori del Curve Number (CN) per suolo semisaturo e saturo, Initial Abstraction ( $I_a$ ) e Tempo di Ritardo (Lag Time), per ciascun sottobacino considerato (Figura 11a).

Area	CN (AMCII)	CN (AMCIII)	S[mm]	$I_a$ [mm]	Tempo di corrvazione [min]	Lag time [min]
Ambra	83	92	22,2	4,4	463	278
Casentino	85	93	19,1	3,8	680	408
Chiana	88	94	14,8	2,9	814	488
Sieve	87	94	16,2	3,2	550	330
Valdarno medio	89	95	13,4	2,7	288	173
Valdarno superiore	86	94	17,6	3,5	432	259

### 3. MODELLO IDROLOGICO DELL'EVENTO DEL 4 NOVEMBRE 1966.

A partire dal sistema informativo realizzato è stato sviluppato un modello idrologico tramite l'utilizzo del software HEC-HMS con l'obiettivo di ottenere una stima preliminare dell'idrogramma di piena in corrispondenza della stazione idrometrica degli Uffizi, considerata nella modellazione come sezione di chiusura del bacino (Figura 10).

Ai fini della modellazione, l'area del bacino sottesa alla sezione di chiusura considerata è stata ulteriormente suddivisa nei sottobacini di: Ambra, Casentino, Sieve, Valdarno Medio e Valdarno Superiore (Figura 11a). Nella modellazione è stata considerata la presenza degli invasi di Levane e La Penna con i rispettivi idrogrammi in uscita durante l'evento e il volume di inondazione della piana di Laterina, secondo quanto riportato dalla relazione dei periti nell'ambito della consulenza svolta per la Procura della Repubblica di Firenze (Cocchi et al., 1967). Facendo riferimento alla carta di uso del suolo relativa agli anni '60, ovvero per la caratterizzazione dell'idrologia del suolo, sono stati stimati i valori del Curve Number - CN (SCS, 1972), considerando in un primo momento la condizione di suolo semisaturo (AMCII).

Utilizzando le formule disponibili nella letteratura specialistica è stato possibile ricavare il parametro CNIII rappresentativo dello stato di saturazione AMCIII al fine di riprodurre una carta del CN della condizione di permeabilità del suolo nell'anno dell'evento (Figura 11b). Per ciascun sottobacino sono stati poi calcolati i valori medi dei parametri idrologici del suolo e i tempi di corrvazione (Tabella 1). Ovvero, sulla base dei valori di CN stimati è stata calcolata la massima ritenzione potenziale (S) e la ritenzione iniziale (Initial abstraction  $I_a$ ). Per il calcolo del tempo di corrvazione è stata utilizzata la formula di Giandotti (1934) al fine poi di ricavare il tempo di ritardo (Lag Time).

I dati di pioggia sono stati inseriti considerando i valori registrati dai pluviometri durante l'evento, a cui sono stati aggiunti i dati "inediti" digitalizzati dalle strisce pluviometriche. L'interpolazione spaziale del dato puntuale di pioggia è stata poi operata secondo il metodo dei poligoni di Thiessen.

Da un'analisi preliminare dei dati di pioggia è stata riscontrata la non affidabilità della stazione di Pollino (codice SIR 625) poiché le registrazioni risultavano discontinue e coprivano un breve arco temporale. I dati di precipitazione non sono stati

perciò utilizzati nella modellazione nonostante fossero gli unici disponibili per un'estensione territoriale rilevante nella zona del Casentino.

### 3.1 Risultati della modellazione

La modellazione è stata effettuata considerando un arco temporale di 48 ore, dalle 12:00 del 3 Novembre alle 12:00 del 5 Novembre 1966 (Figura 12). Il modello è stato calibrato sull'idrogramma delle portate dell'evento ricostruito alla stazione idrometrica di Nave di Rosano (Autorità di bacino del fiume Arno, 1996).

Per valutare l'efficienza della calibrazione è stato utilizzato l'indice di Nash and Sutcliffe che risulta pari a 0,958, mostrando una buona approssimazione del modellazione (Figura 12).

Infine è stato valutato l'idrogramma in corrispondenza della sezione fluviale degli Uffizi, con un picco di piena stimata di circa 4500 m<sup>3</sup>/s (Figura 13).

## 4. STIMA DEI DANNI DOVUTI ALL'EVENTO DEL 04/11/1966 IN TOSCANA.

Sulla base di valutazioni prevalentemente effettuate nei mesi successivi all'evento, con un approccio di tipo empirico, è stata fatta una stima del danno economico subito dai comuni toscani in seguito all'evento alluvionale del 04/11/1966. Per la realizzazione di questo quadro sono stati utilizzati i dati ricavati dal Progetto AVI (GNDCI, 1998), da documentazioni sul tema (Botta, 1977; Catenacci, 1992), da altre fonti ufficiali della Regione Toscana (AA.VV., 1967) e di alcuni Comuni (Comune di Castelfranco di Sotto, 1967). Lo studio ha prodotto una carta della regione Toscana (Figura 14) in cui vengono evidenziati i danni monetari con valuta dell'epoca per quei comuni considerati vulnerati ai sensi dei decreti D.P.R del 09/11/1966 e del D.P.R del 15/11/1966. Nella carta, in tratteggio, vengono segnalati i comuni considerati danneggiati per i decreti sopra citati, ma di cui non si ha notizia della quantificazione economica del danneggiamento. Il quadro di danno evidenzia la drammaticità dell'evento con una perdita massima nel solo Comune di Firenze di 150 miliardi di lire, quasi due miliardi di euro attuali considerando l'adeguamento ISTAT. Dalla carta si evidenzia come gravi siano stati i danni che si sono verificati in tutta la Toscana. Ingenti perdite economiche si sono avute anche nel grossetano (quasi 60 miliardi di lire dell'epoca), causate dall'esondazione del fiume Ombrone.

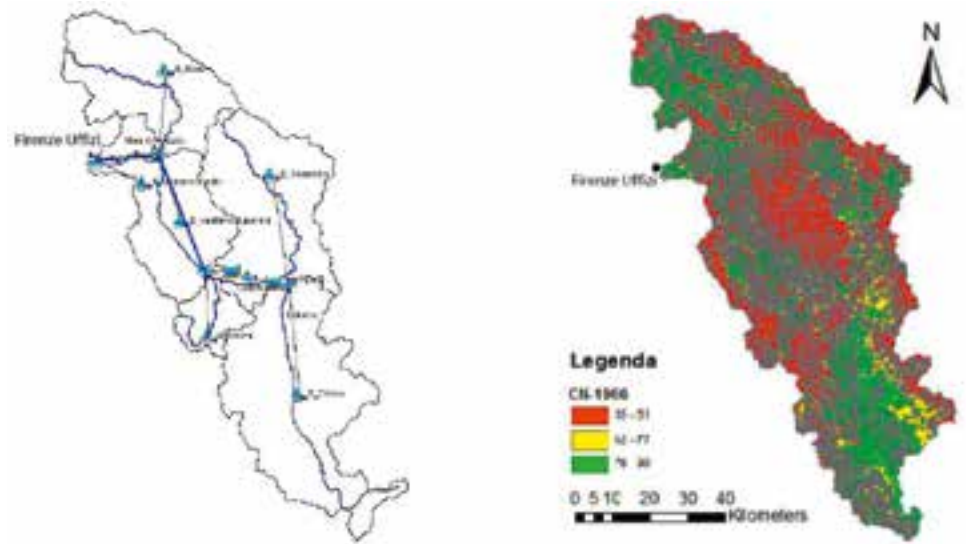


Figura 11. Strati informativi della modellazione idrologica: a) Struttura del bacino idrografico in HEC-HMS; b) Valori CN stimati utilizzando le informazioni dell'uso del suolo degli anni 1960 (CNR, 1962).

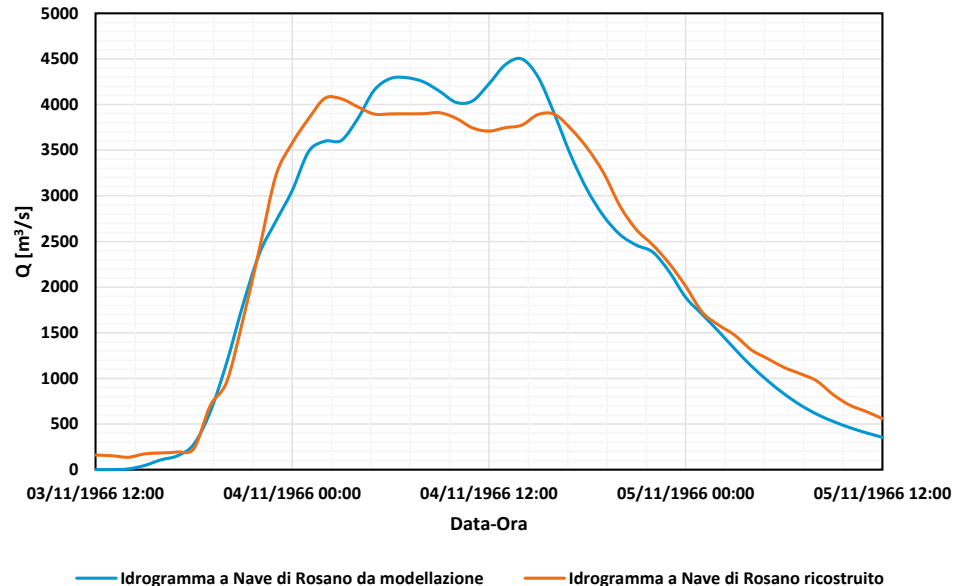


Figura 12. Confronto tra l'idrogramma alla stazione Nave di Rosano risultato della modellazione e l'idrogramma ricostruito su dati indiretti di livello e la scala di deflusso.

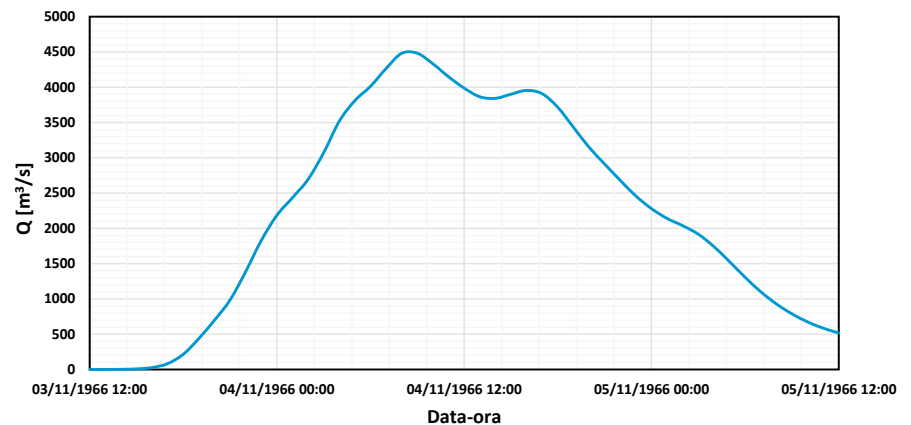


Figura 13. Idrogramma risultato dalla modellazione, ottenuto in corrispondenza della sezione fluviale degli Uffizi



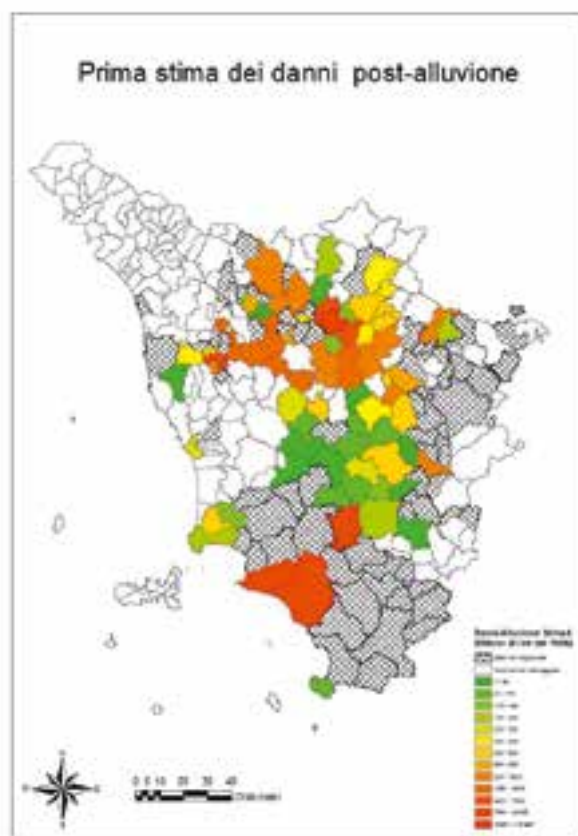


Figura 14. Carta in cui vengono evidenziati i danni economici dei comuni alluvionati nel 04/11/1966.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano la Dott.ssa Tiziana Pileggi e l'Ing. Giuseppe Rossi per il loro prezioso contributo nella costruzione del Sistema Informativo Territoriale e per i numerosi suggerimenti. Un ulteriore ringraziamento va all'Ing. Fiammetta Calovi per aver reso disponibili i dati inediti.

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV. *Traversando l'alluvione in Toscana*. La Regione: rivista dell'Unione regionale delle provincie toscane, Firenze, 1967.

Autorità di bacino del fiume Arno, *Piano di bacino del fiume Arno, Rischio Idraulico: Sintesi del progetto di piano stralcio*, Quaderno 5, 1996.

Botta, G. *Difesa del suolo e volontà politica. Inondazioni fluviali e frane in Italia: 1946-1976. Collana Geografia Umana*, 1977.

Calovi F. *L'alluvione del 4 Novembre 1966: Sistema Informativo Territoriale del bacino idrografico del fiume Arno*. Tesi di Laurea, CL Magistrale in Ingegneria per la Tutela dell'Ambiente e del Territorio, Università di Firenze, 2014.

Caporali E., Rinaldi M. and Casagli N. *The Arno River Floods. Giornale di Geologia Applicata*, Vol. 1, 177:192. DOI: 10.1474/GGA. 2005-01.0-18.0018. ISSN: 1825-6635, 2005.

Catenacci, V. *Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, volume 47, 1992.

CNR-Consiglio Nazionale delle Ricerche, Touring Club Italiano. *Carta dell'uso del suolo d'Italia. Toscana, Umbria, Lazio*. Touring Club Italiano, 1962.

CNR-Consiglio Nazionale delle Ricerche, *Prima documentazione generale della situazione meteorologica relativa alla grande alluvione del 1966*, Quaderno 43, 1968.

Cocchi, G., Giani, A., Hautmann, G. *Relazione peritale. Procura della Repubblica*. Procura della Repubblica di Firenze. Proc. Pen 3500/66 R.P.G.M., 1967

Commissione De Marchi. *L'evento alluvionale del Novembre 1966*. Commissione Interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e della difesa del suolo (art. 14 L. 27/7/1967 n.632). Ministero dei lavori pubblici e Ministero dell'agricoltura e delle foreste, 1970.

Comune di Castelfranco di Sotto. *4 Novembre 1966 il Comune di Castelfranco di Sotto. Il bilancio dei danni*, 1967.

GNDCI-Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). *Progetto Aree Vulnerate Italiane (AVI), Archivio delle piene*, 1998.

Isola, M. *Il Fiume Arno. Storia sconosciuta della mitigazione delle piene*. Libro edito da Consiglio Regionale della Regione Toscana, Firenze, 2016.

SCS - Soil Conservation Service, *SCS National Engineering Handbook*, Section 4. Hydrology, Soil Conservation Service. US Department of Agriculture, Washington, DC, 1972.