



**Citation:** C. Berti, M. Grava (2020). La Carta idrografica d'Italia come fonte per la storia degli opifici idraulici alla fine dell'Ottocento. Il caso toscano. *Bollettino della Società Geografica Italiana* serie 14, 3(2): 87-96. doi: 10.36253/bsgi-1302

**Copyright:** © 2020 C. Berti, M. Grava. This is an open access, peer-reviewed article published by Firenze University Press (<http://www.fupress.com/bsgi>) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Data Availability Statement:** All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

**Competing Interests:** The Author(s) declare(s) no conflict of interest.

**For Italian evaluation purposes:** Camillo Berti takes responsibility for sections 1, 2, 3, 5, 7 and Massimiliano Grava for sections 4 and 6.

## La Carta idrografica d'Italia come fonte per la storia degli opifici idraulici alla fine dell'Ottocento. Il caso toscano

### The Hydrographic Map of Italy as a source for the history of water-powered factories in the late 19<sup>th</sup> century. The case of Tuscany

CAMILLO BERTI<sup>1</sup>, MASSIMILIANO GRAVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo, Università degli Studi di Firenze, Italia*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa, Italia*

E-mail: [camillo.berti@unifi.it](mailto:camillo.berti@unifi.it), [massimiliano.grava@unipi.it](mailto:massimiliano.grava@unipi.it)

**Abstract.** In all pre-industrial societies, water power has been the main form of energy used to drive grain and oil mills, ironworks, fulling mills, paper factories and other types of craft and manufacturing activities. The “Carta idrografica del Regno d'Italia”, published in the last decade of the 19th century, is the first representation at topographic scale of the hydrographic network and it is homogeneous at national level and includes the location of all the water-powered factories existing in Italy in the late 19th century. The graphical representation of the structures is supported by technical data such as type, nature of the diversion, flow rates, months of use, as well as by monographic studies on the hydrological characteristics and productive capacity of Italian watercourses. Using the methodologies of historical GIS, the paper aims to analyse the distribution of water-powered factories, existing at the end of the 19th century both in Tuscany as a whole and in two provinces (Pisa and Arezzo) chosen as case studies.

**Keywords:** thematic map, mills, historical geography, historical GIS.

**Riassunto.** In tutte le società preindustriali, quella derivante dall'acqua è stata la principale forma di energia utilizzata per azionare mulini, ferriere, gualchiere, cartiere, frantoi e altri tipi di attività artigianali e manifatturiere. La *Carta idrografica del Regno d'Italia*, pubblicata nell'ultimo decennio del XIX secolo, costituisce la prima descrizione sistematica a scala topografica della rete idrografica italiana, omogenea a livello nazionale, comprensiva della localizzazione degli opifici “andanti ad acqua” esistenti alla fine dell'Ottocento. La rappresentazione puntuale delle strutture è integrata da dati tecnici quali tipologia, natura della derivazione, portate, mesi di utilizzo, oltre che da studi monografici sulle caratteristiche idrauliche e sulle potenzialità produttive dei corsi d'acqua italiani. Utilizzando le metodologie proprie degli *historical GIS*, il contributo si propone – a partire dall'acquisizione ed elaborazione in formato digitale delle informazioni cartografiche e dei dati tecnici ad essi associati – di analizzare la distribuzione degli opifici idraulici, esistenti all'epoca della redazione della carta sia in Toscana che in due province (Pisa e Arezzo) scelte come casi di studio.

**Parole chiave:** carta tematica, mulini, geografia storica, historical GIS.

---

## 1. Introduzione

L'acqua ha costituito per secoli, insieme al vento, la principale fonte di energia impiegata per azionare macchine funzionali a diverse tipologie di attività: in primo luogo, la trasformazione dei prodotti agricoli, come cereali, castagne e olive, ma anche altre attività artigianali e manifatturiere, quali ferriere, gualchiere e lanifici, polveriere. In questo contesto, come è lecito aspettarsi, la stragrande maggioranza degli opifici era costituita da mulini e frantoi, ma le altre strutture, sebbene numericamente limitate, rivestono una notevole importanza nella storia della produzione nel contesto locale.

Lo studio dei mulini e degli altri opifici idraulici si è costituito progressivamente come oggetto di ricerca potendo beneficiare del contributo di discipline diverse con un ampio ventaglio di approcci metodologici e tematici. Gli storici, a partire dagli studi di Marc Bloch relativi all'apparizione e alla diffusione delle strutture moltipliche, si sono, ad esempio, concentrati sul ruolo di queste fondamentali attività economiche nel corso del Medioevo; gli storici della scienza sulle caratteristiche costruttive e sui progressi tecnici; i geografi, a partire da Max Sorre (1954), hanno preso in considerazione il legame esistente tra queste strutture e la disponibilità di acque correnti e ne hanno analizzato la distribuzione spaziale, osservando la localizzazione in successione di molti opifici lungo alcuni corsi d'acqua e studiando le relazioni con lo sviluppo di attività proto-industriali nel corso del XIX secolo. In questo contesto, l'approccio geostorico ha consentito di arricchire il panorama storiografico con l'indagine di temi come il ruolo svolto dai mulini nei processi di territorializzazione e proponendo una metodologia di ricerca basata sull'analisi integrata delle fonti cartografiche e della documentazione archivistica. Inoltre, il riconoscimento, in quanto beni culturali territoriali, del valore patrimoniale dei mulini e delle altre strutture della produzione ha favorito la predisposizione di molte iniziative di censimento finalizzate alla tutela e valorizzazione.

Per tali obiettivi, la creazione di un geodatabase, ottenuto con le metodologie e le tecniche proprie degli *historical GIS* tramite l'acquisizione in formato digitale delle informazioni (opportunamente validate) riportate nelle cartografie storiche e nella documentazione ad esse correlata, può costituire il punto di partenza per ricerche successive. Le applicazioni sono molteplici, sia – nel contesto degli *heritage studies* – per il censimento puntuale

delle strutture esistenti oggi, in vista di azioni volte al recupero conservativo degli edifici o per la definizione di strategie volte alla loro valorizzazione, sia – con approccio geostorico – finalizzate ad analisi sulla distribuzione spaziale, sulle tipologie produttive, oltre che sulle loro variazioni grazie al confronto diacronico tra diverse basi di dati. In particolare, basandosi su alcuni casi di studio specifici e grazie alle potenzialità dei sistemi informativi geografici, è possibile identificare aree significative per l'elevata densità o per la specializzazione funzionale, che potranno essere oggetto di futuri approfondimenti.

## 2. La Carta idrografica del Regno d'Italia

L'interesse della *Carta idrografica d'Italia*, che rappresenta un esempio della produzione tematica sulle risorse naturali realizzata dall'amministrazione centrale dello Stato nella seconda metà del XIX secolo, è dovuto al fatto che costituisce un censimento organico e completo degli opifici idraulici presenti in Italia. Si tratta nella stragrande maggioranza di mulini per la macinazione di cereali e castagne, ma anche di vere e proprie manifatture a carattere preindustriale.

Publicata dopo una lunga gestazione nel corso dell'ultimo decennio del XIX secolo ad opera della Direzione generale dell'Agricoltura del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, la *Carta idrografica del Regno d'Italia* si inserisce nel filone della produzione cartografica specialistica realizzata negli anni successivi all'unificazione italiana come strumento di conoscenza e gestione del territorio e delle risorse, promosso dall'amministrazione centrale (Ingold 2010), anche con l'obiettivo di "valutare quali aree privilegiare per lo sviluppo agricolo, attraverso nuovi sistemi di irrigazione" (Grano, Lazzari 2016, 7).

La carta vera e propria, che utilizza la base topografica dei fogli in scala 1:100.000 dell'Istituto Geografico Militare, è corredata da volumi regionali di *Relazioni*, contenenti i dati tecnici sugli opifici e sulle derivazioni che li alimentavano, e dalla serie delle *Memorie illustrative*, vere e proprie monografie sulle caratteristiche geologiche e idrologiche dei fiumi italiani e sulle prospettive di utilizzo delle acque come forza motrice.

In linea con la sua natura tematica, la carta contiene soltanto la rappresentazione dettagliata della rete idrografica (in azzurro) con l'indicazione puntuale della localizzazione degli opifici idraulici (in rosso), ciascuno contraddistinto da un numero identificativo, e dell'estensione delle aree irrigue (attuali o potenziali). È inoltre riportata la posizione degli "udometri" (pluviometri), con l'indicazione delle precipitazioni medie, e degli idro-

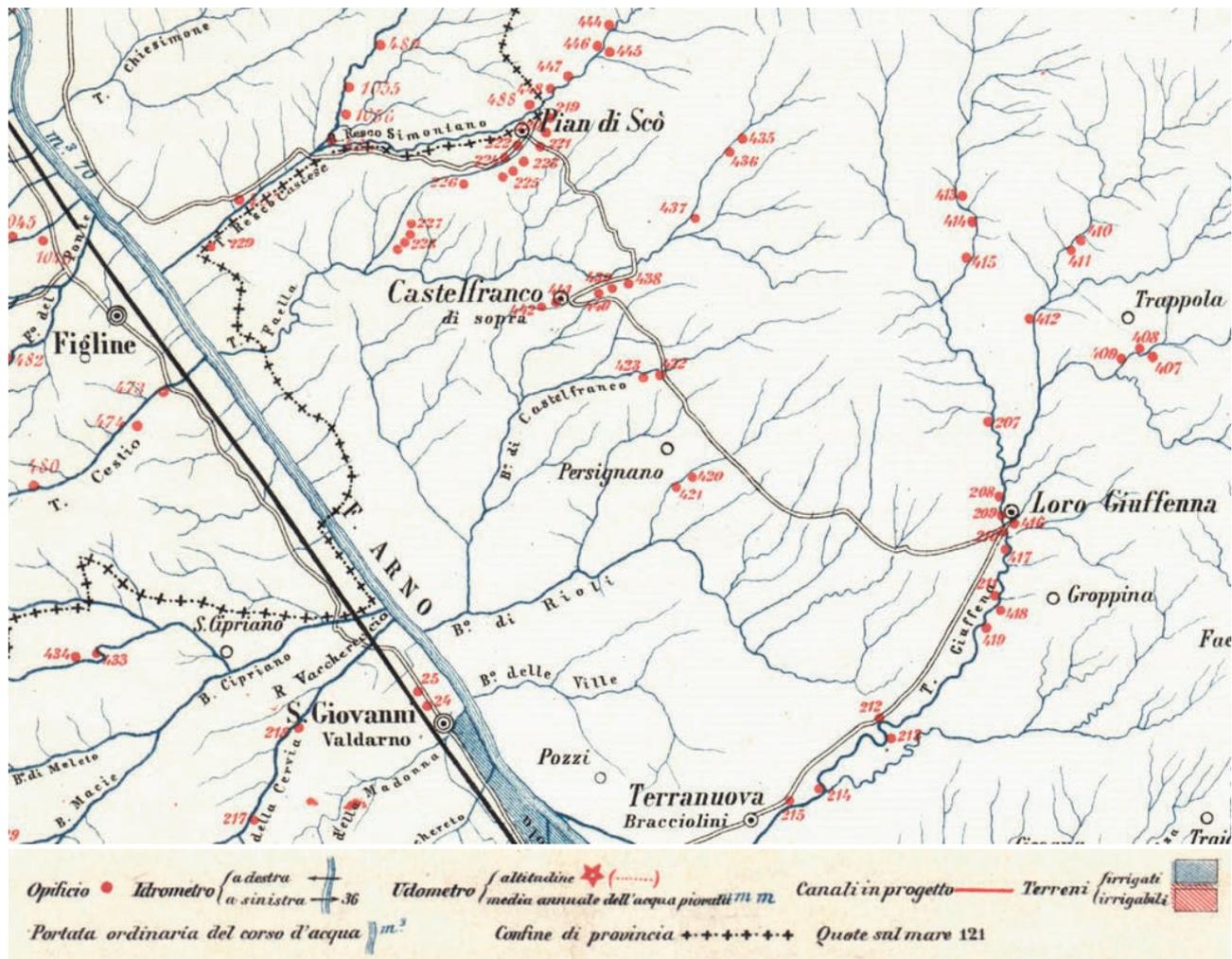


Figura 1. Uno stralcio della Carta idrografica, relativo al Valdarno aretino, con la legenda. Fonte: Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Carta idrografica del Regno d'Italia*, foglio 114, 1889 (Università degli Studi di Firenze, Biblioteca Umanistica, Sezione di Geografia).

metri. La leggibilità della carta è garantita dall'indicazione dei centri abitati e della viabilità principali (Grano, Lazzari 2016). La presenza di alcuni errori relativi alla posizione dei singoli opifici, per lo più dovuta alla piccola scala di rappresentazione<sup>1</sup>, e nelle informazioni ad essi correlate (Conti, 2006), non inficia il contenuto informativo di questo prodotto cartografico.

I volumi delle *Relazioni*, come è noto anche da altri studi (Grano, Lazzari 2016), organizzati per regione, “riportano informazioni dettagliate sugli opifici presenti in ciascuna provincia: oltre alla denominazione, alla

tipologia produttiva e al corso d'acqua che li alimentava, sono indicati dati tecnici sulla lunghezza e la natura della derivazione, sul dislivello della caduta, sulle portate e sulla durata di utilizzo in mesi, insieme ad eventuali osservazioni” (Azzari et al. 2018; si veda anche Grano, Lazzari 2016).

Complessivamente, come scrive Rombai (1990), la *Carta idrografica* “rappresenta, oltre che un esempio apprezzabile di tematismo naturalistico, pure il primo censimento organico e sistematico nazionale, a base cartografica, degli «opifici andanti ad acqua»”. Dunque, la carta – unitamente alla documentazione ad essa correlata – costituisce senz'altro una fonte preziosa per l'indagine geografico-storica relativa agli opifici idraulici di cui, con i dovuti accorgimenti, è possibile anche l'analisi in ambiente GIS.

<sup>1</sup> Talvolta la localizzazione è imprecisa o è indicata la sponda sbagliata oppure non è corretta la successione delle diverse strutture lungo il corso d'acqua; inoltre, quando si ha una particolare concentrazione degli opifici, non sono rappresentati tutti i punti corrispondenti e la numerazione identificativa è riportata in maniera sintetica.

### 3. Aspetti metodologici

Con l'obiettivo di costruire un database geografico che potesse essere utilizzato per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati tramite operazioni di analisi spaziale, la prima fase del lavoro di ricerca è consistita nell'acquisizione delle informazioni riportate nei documenti cartografici e nelle tabelle contenute nelle *Relazioni*. La metodologia adottata ha tenuto conto, oltre che delle imprecisioni cui si è già accennato, anche delle caratteristiche tecniche della *Carta idrografica*, che utilizza – come si è detto – un rapporto di scala poco adatto ad una individuazione esatta degli opifici (soprattutto nelle zone in cui essi erano presenti con più alta densità) ed è basata sul sistema di riferimento adottato dall'Istituto Geografico Militare per la prima edizione della *Carta d'Italia* che utilizza l'ellissoide di Bessel e la proiezione di Sanson-Flamsteed (Surace 1998).

Dopo aver valutato diverse opzioni, per la georeferenziazione delle immagini ottenute mediante scansione dei fogli cartografici<sup>2</sup>, si è adottato il metodo dei “punti noti” che, attraverso la deformazione controllata (*rubber sheeting*) della carta originale, ha consentito di limitare gli scarti nella localizzazione dei corsi d'acqua e degli opifici (Conti 2006).

La successiva digitalizzazione del tematismo puntuale relativo agli impianti ad energia idraulica ha richiesto comunque l'intervento dell'operatore per risolvere caso per caso eventuali problemi legati, ad esempio, alla posizione non corretta di alcuni punti, alla sovrapposizione con altri elementi grafici o all'inesatta numerazione. È stato così ottenuto un layer vettoriale in cui ad ogni opificio è assegnato un codice univoco composto dal numero del foglio IGM e dal numero identificativo riportato nella cartografia<sup>3</sup> (Conti, 2006).

In una fase successiva, la banca dati è stata consolidata sia dal punto di vista geometrico, attraverso una verifica della localizzazione degli opifici in base al confronto con altre cartografie (carta topografica in scala 1:25.000 e cartografia catastale ottocentesca [Berti, Grava 2020]), sia sul piano dei contenuti (creazione identificativo su base provinciale, integrazione di dati mancanti, verifica della numerazione e posizione degli opifici, correzione di errori) attraverso un'analisi comparativa con i dati riportati nelle *Relazioni*.

<sup>2</sup> La documentazione consultata (e riprodotta) è conservata nella cartoteca storica della Sezione di Geografia della Biblioteca Umanistica dell'Università degli Studi di Firenze.

<sup>3</sup> Questa scelta è sembrata la migliore durante la fase di acquisizione dei dati, anche se la numerazione degli opifici nella carta è univoca e progressiva nell'ambito di ciascuna provincia.

### 4. Gli opifici idraulici della Toscana

Sulla base dei dati acquisiti è stato possibile ottenere una carta della distribuzione degli opifici idraulici della Toscana, attraverso l'analisi della quale è possibile avanzare alcune considerazioni d'insieme: dei 4.887 punti individuabili sulle carte<sup>4</sup>, oltre 3.000 sono situati nella parte settentrionale della regione e, in particolare, nelle province di Massa Carrara, Lucca, Pistoia, Prato e Firenze. Questa distribuzione è dovuta verosimilmente a diversi fattori, tra i quali assume un peso rilevante la maggiore disponibilità di acque correnti, che a sua volta è da mettere in relazione con la morfologia del territorio (rilievi appenninici e apuani) e con gli aspetti pluviometrici. Queste aree sono erano inoltre caratterizzate dalla presenza di zone ad elevata concentrazione di strutture produttive, legate per lo più a specifici “poli di specializzazione”, dove “la vocazione manifatturiera dell'economia locale, determinata dalla disponibilità di particolari risorse naturali, dall'iniziativa di investitori privati o da precise scelte amministrative anche lontane nel tempo” (Conti 2008) ha portato alla localizzazione di molti opifici in aree ristrette o in serie lungo singoli corsi d'acqua. Vale la pena di ricordare, a questo proposito, la valle del Pescia, dove si trovavano più di 200 opifici, in gran parte cartiere; l'area del Monte Serra, sede di un gran numero di mulini da cereale e da olio (Grava et al. 2015; Grava 2012b); l'Alta Versilia che ospitava più di 500 impianti,

**Tabella 1.** Distribuzione degli opifici idraulici nelle province toscane sulla base della *Carta idrografica*. Fonte: elaborazione degli autori su dati Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Carta idrografica del Regno d'Italia, 1889-1893*.

Provincia	Opifici	Superficie	Opifici/kmq
Arezzo	545	3.233,08	0,17
Firenze	472	3.513,69	0,13
Grosseto	234	4.503,12	0,05
Livorno	108	1.213,71	0,09
Lucca	1.450	1.773,22	0,82
Massa-Carrara	654	1.154,68	0,57
Pisa	463	2.444,72	0,19
Pistoia	435	964,12	0,45
Prato	102	365,72	0,28
Siena	424	3.820,98	0,11
Toscana	4.887	22.987,04	0,21

<sup>4</sup> Come si è detto, il numero dei punti risultanti dalle carte si discosta dal totale degli opifici elencati nel volume delle *Relazioni*, considerata sia la presenza di strutture prive di identificativo, sia l'assenza di alcuni punti indicati nelle tabelle descrittive.



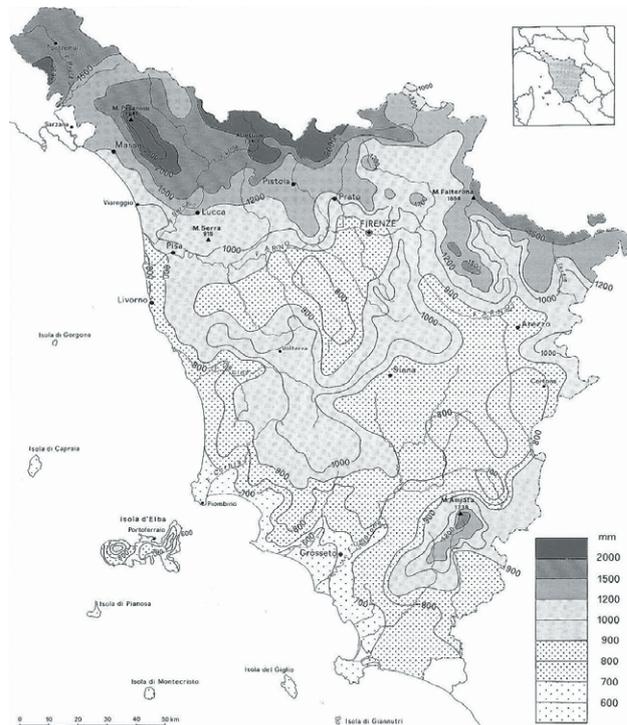
**Figura 2.** Distribuzione degli opifici in Toscana alla fine del XIX secolo. Fonte: elaborazione degli autori su dati Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Carta idrografica* del Regno d'Italia, 1889-1893, con sfondo su dati Regione Toscana (CC-BY).

per lo più dedicati alla lavorazione del marmo; alcune valli del Pistoiese e della Versilia, dedite alla produzione siderurgica (Azzari 1990); la Lucchesia, con le sue moltissime filande (Conti 2006; Rombai 1990).

Complessivamente, il maggior numero di opifici era comunque destinato alle attività di trasformazione dei prodotti agricoli, in prevalenza mulini per la macinazione dei cereali e delle castagne nelle aree montane e per la frangitura delle olive. Distribuiti in maniera piuttosto omogenea su tutto il territorio regionale, queste strutture erano a servizio delle città e dei centri minori, ma anche delle campagne che, soprattutto nella Toscana centro-settentrionale e orientale, erano densamente popolate e organizzate sul sistema mezzadrile (Rombai 1990).

### 5. Le strutture dell'Aretno: analisi spaziale e tipologica

Come effettuato per altre province toscane (Conti 2006), grazie all'associazione dei dati tecnici contenuti nelle tabelle delle *Relazioni* con la localizzazione puntuale delle strutture desunta dalle carte, è stato possibile avanzare una prima analisi della distribuzione degli



**Figura 3.** Distribuzione delle precipitazioni in Toscana (medie annue, 1956-1985). Fonte: Rapetti, Vittorini 2012, 52.

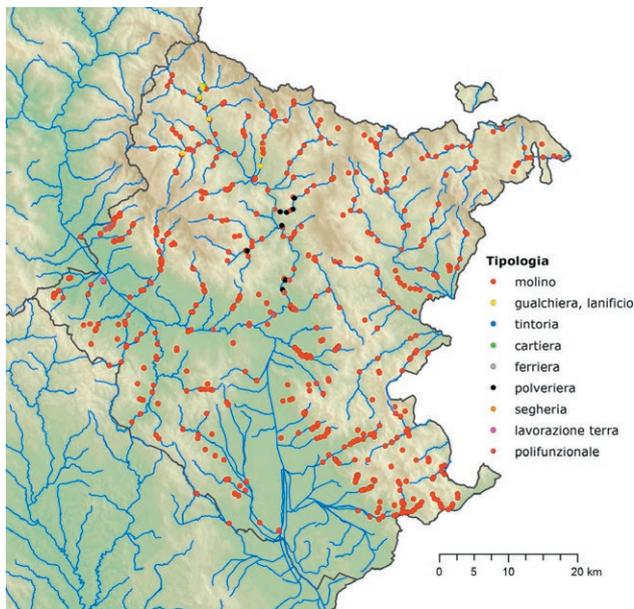
opifici in due province della regione (Arezzo, Pisa) scelte come casi di studio.

Dal punto di vista geografico, la provincia di Arezzo è articolata in quattro vallate, tre delle quali (Casentino, Valdarno superiore, Valdichiana) sono naturalmente collegate alla piana dove si trova il capoluogo, mentre la quarta (Valtiberina) ne è separata da una dorsale, che attraversa tutto il territorio provinciale da nord a sud (Alpe di Catenaia, Alpe di Poti, Alta Sant'Egidio). Tutta l'area settentrionale è interessata dai rilievi appenninici che raggiungono la massima elevazione nel monte Falterona (1.654 m), mentre il massiccio del Pratomagno, separa il Casentino dal Valdarno. L'area occidentale della provincia è interessata dalla dorsale alto-collinare dei Monti del Chianti e dai rilievi che separano la Valdichiana dalla Valdambra.

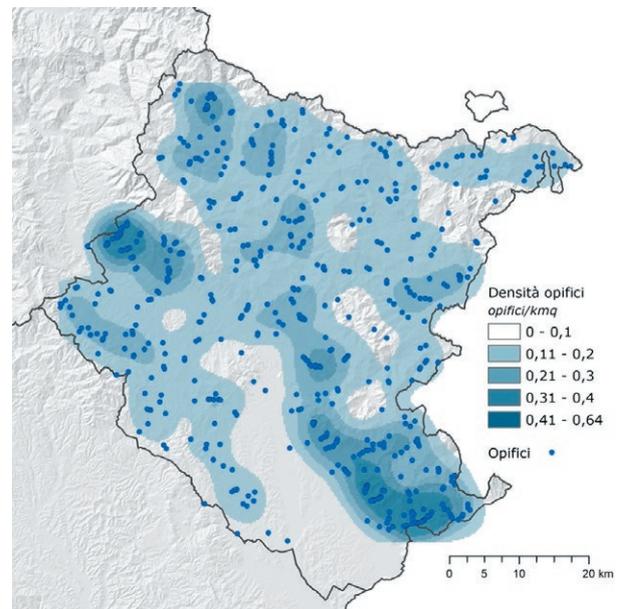
Due delle quattro vallate, che hanno i caratteri dei bacini intermontani plio-pleistocenici, sono solcate dal corso dell'Arno (Casentino e Valdarno superiore), a cui afferiscono i corsi d'acqua che scendono dai rilievi circostanti; l'attuale assetto idraulico della Valdichiana è il risultato di una secolare opera di bonifica, nell'ambito della quale i deflussi idrici sono stati indirizzati nel Canale Maestro della Chiana (che nasce dal lago di Chiusi e sfocia nell'Arno nei pressi di Arezzo); infine, la

**Tabella 2.** Distribuzione degli opifici idraulici nell'Aretino sulla base della *Carta idrografica*. Fonte: elaborazione degli autori su dati Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Carta idrografica del Regno d'Italia*, 1889-1893.

Tipologia	Arezzo	Casentino	Valdarno	Valdichiana	Valtiberina	Provincia Arezzo
molino	62	116	100	118	84	480
lanificio, gualchiera		9	1			10
tintoria		1				1
cartiera		1				1
ferriera		1				1
polveriera	1	8				9
segheria		1				1
macinazione terra			1			1
polifunzionale	4	2	13		5	24
non classificato			12	5		17
Totale	67	139	127	123	89	545



**Figura 4.** Distribuzione degli opifici nella provincia di Arezzo alla fine del XIX secolo. Fonte: elaborazione degli autori su dati Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Carta idrografica del Regno d'Italia*, 1889-1893, con sfondo su dati Regione Toscana (CC-BY).



**Figura 5.** Densità degli opifici idraulici nella provincia di Arezzo, ottenuta tramite funzioni di *kernel density estimation* in ambiente GIS. Fonte: elaborazione degli autori sulla base della *Carta idrografica del Regno d'Italia*, 1889-1893, con sfondo su dati Regione Toscana (CC-BY).

Valtiberina è solcata dall'alto corso del Tevere ed è oggi interessata dalla presenza del grande lago artificiale di Montedoglio.

Dal punto di vista tipologico, rispetto al totale di 545 impianti<sup>5</sup>, afferenti ai bacini idrografici dell'Arno e

<sup>5</sup> Lo scarto relativo al numero di opifici riportati sulle carte (545) e quelli elencati nel volume delle *Relazioni* (565) ammonta a 20 unità, pari al 3,5%.

del Tevere e, in misura minore, a quelli del Marecchia, del Foglia e del Metauro (nei comuni transappenninici di Badia Tedalda e Sestino), si tratta, nella stragrande maggioranza dei casi (480 opifici), di strutture molitorie destinate alla lavorazione dei cereali o – nelle aree montane del Casentino e dalla Valtiberina – delle castagne. È tuttavia possibile individuare, anche nell'Aretino, alcuni “distretti” manifatturieri specializzati, come nel Casen-

tino, dove sono registrati complessivamente 25 opifici destinati alla lavorazione della lana (gualchiere e lanifici) e della carta, concentrati nelle valli dello Staggia presso Stia, del Solano e dell'Archiano presso Soci (Bibbiena), e alla produzione di polvere da sparo, per lo più dislocate nella valle del torrente Rassina, presso Chitignano, oltre che lungo l'Arno a Subbiano.

Guardando alla distribuzione spaziale complessiva, si nota una ripartizione relativamente omogenea tra gli ambiti subprovinciali corrispondenti alle quattro valli principali e al comune capoluogo. Anche l'analisi a scala comunale non rivela particolari aree di concentrazione, mentre la stima della densità effettuata in ambiente GIS tramite algoritmi di tipo *kernel* evidenzia alcune aggregazioni significative, mascherate dal ritaglio amministrativo: ad esempio, nel versante orientale della Valdichiana, con picchi rilevanti nel Cortonese, e in alcune valli del Pratomagno valdarnese (Resco, Faela e Ciuffenna). Degna di nota, inoltre, è la quasi totale assenza di strutture nell'area centrale della Valdichiana, spiegabile verosimilmente, oltre che con la ridotta portata dei corsi d'acqua, con le modeste pendenze e con il lungo impaludamento, che ha reso quest'area poco favorevole all'insediamento stabile. A questo proposito, a differenza di quanto è stato evidenziato da Fornasin (2015) per il Friuli, anche il confronto con la densità di popolazione non mostra, ad una prima analisi, correlazioni significative.

## 6. La situazione nella provincia di Pisa

Il secondo caso di studio che si è scelto di approfondire è relativo alla distribuzione degli opifici idraulici nell'ambito dei confini attuali della provincia di Pisa<sup>6</sup>.

Dal punto di vista geografico, il territorio della provincia è interessato, nella zona settentrionale, dall'ultimo tratto della valle dell'Arno, la quale si allarga, in prossimità del litorale, in un'ampia pianura, dove si trova la città di Pisa e che continua verso nord nella pianura costiera versiliese. All'estremità settentrionale, al confine con la provincia di Lucca, si trova il Monte Pisano (919 m), di natura calcarea, estrema propaggine meridionale della dorsale apuana. La zona centrale è caratterizzata da un'ampia fascia di morbide colline di origine pliocenica, mentre la porzione più meridionale è costituita dalle Colline Metallifere.

Dal punto di vista idrografico, ad eccezione della zona in prossimità della costa al confine con la provincia di Lucca interessata dall'ultimo tratto del fiume Serchio, tutta l'area centro-settentrionale è attraversata dal bacino dell'Arno, il cui corso è stato canalizzato partire dall'età moderna e riceve da destra gli emissari dei bacini di Fucecchio di Bientina, mentre da sinistra raccoglie una serie di corsi d'acqua, tra i quali il principale è il fiume Era. La zona centro-meridionale è occupata dal bacino del fiume Cecina con i suoi affluenti, mentre l'estrema propaggine meridionale afferisce all'alto bacino del torrente Cornia, che sfocia nel Tirreno nei pressi di Piombino.

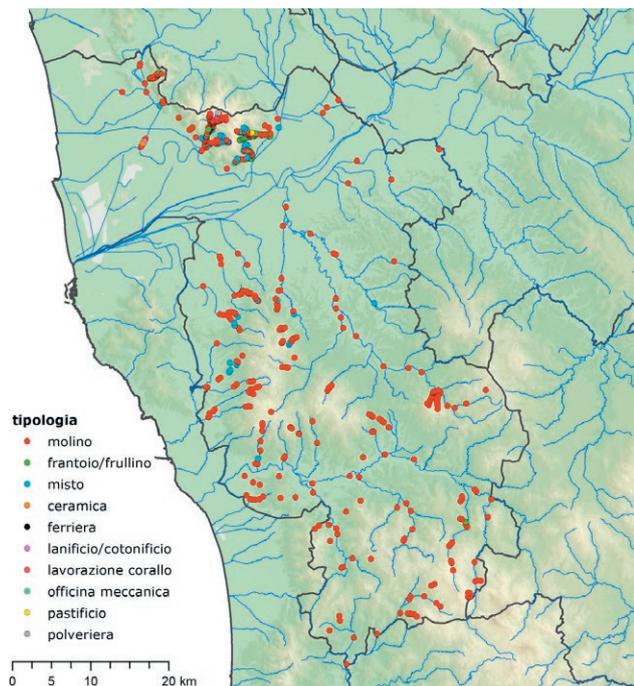
Come per la provincia di Arezzo, sulla base dei dati acquisiti dalla *Carta idrografica* e dalle *Relazioni* è stato possibile ottenere una fotografia della struttura produttiva della provincia di Pisa alla fine dell'Ottocento. Complessivamente sono attestati 497 opifici<sup>7</sup>, che rappresentano circa un decimo di quelli censiti nei confini dell'attuale Toscana; la densità (0,20 opifici/kmq) era all'incirca pari alla media regionale (0,21), ma risultava decisamente inferiore a quella che caratterizzava le province di Lucca, Massa-Carrara, Pistoia, Prato, dove la maggiore disponibilità di acque aveva dato vita a poli ad elevata concentrazione di strutture produttive, in alcuni casi con specifiche specializzazioni funzionali (Conti, 2008).

Dal punto di vista tipologico, si trattava per la maggior parte dei casi di mulini per la macinazione dei cereali e delle castagne (369) e di stabilimenti per lavorazione dell'olio (32), suddivisi tra frantoi e "frullini" per l'estrazione di olio dalla sansa, oltre a opifici dove si svolgevano entrambe le attività (54). Tra i restanti 15 opifici, vi erano alcune fabbriche per produzione della ceramica, alcuni stabilimenti tessili (cotonifici e lanifici), oltre a una polveriera, un paio di officine meccaniche e una fabbrica per lavorazione del corallo.

Riguardo alla distribuzione spaziale, il dato più interessante è rappresentato dalla notevole concentrazione nella zona dei Monti Pisani (San Giuliano Terme, Calci, Buti, Vicopisano), dove si trovavano ben 241 opifici, quasi la metà di quelli presenti nell'intera provincia, e, in particolare nel comune di Calci, che da solo contava 121 stabilimenti. L'insieme delle valli che scendono dal Monte Serra formavano un vero e proprio distretto industriale specializzato sia nella macinazione dei cereali coltivati in tutta la pianura pisano-livornese, sia per la produzione di olio per la quale si utilizzavano le olive provenien-

<sup>6</sup> Nel corso del XIX secolo, la provincia di Pisa comprendeva anche gran parte dell'attuale provincia di Livorno, ampliata nel 1925, mentre i comuni di San Miniato, Castelfranco di Sotto, Santa Croce sull'Arno e Santa Maria a Monte appartenevano alla provincia di Firenze.

<sup>7</sup> Mentre dalle *Relazioni* sono elencati 497 opifici, il numero dei punti risultanti dalle carte è pari a 463. Questa differenza è verosimilmente imputabile sia alla presenza di strutture prive di identificativo, sia all'assenza – anche per motivi grafici – di alcuni punti riportati nelle tabelle descrittive.



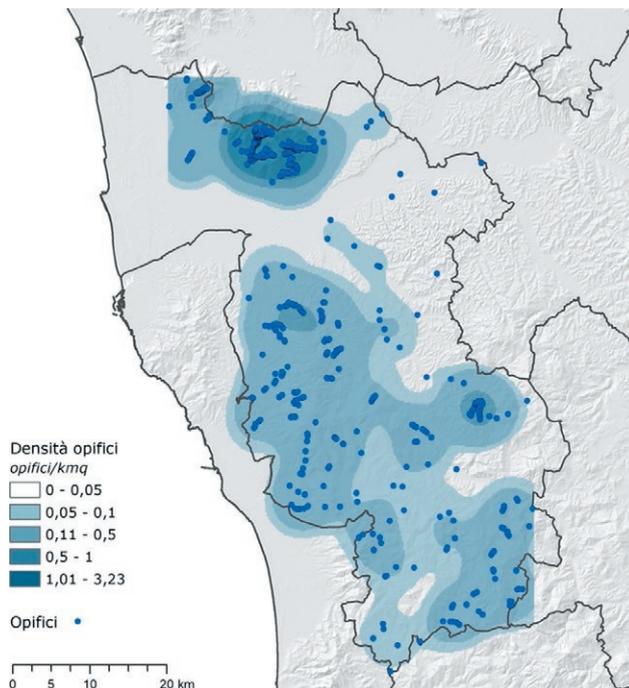
**Figura 6.** Distribuzione degli opifici nella provincia di Pisa alla fine del XIX secolo. Fonte: elaborazione degli autori su dati Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Carta idrografica del Regno d'Italia*, 1889-1893, con sfondo su dati Regione Toscana (CC-BY).

ti delle pendici degli stessi Monti Pisani (Grava 2012a,b; Manetti 1985, pp. 45-54). Lungo i due rami del torrente Zambra di Calci e di Montemagno, il Rio Magno a Buti, il Rio Grande presso Vicopisano, come anche lungo il Rio dei Mulini presso Molina di Quosa a nord-est di San Giuliano Terme, gli opifici erano situati, in fitta successione, lungo le due sponde ed erano alimentati da gore parallele al corso dei torrenti, in modo da sfruttare al massimo la forza idraulica prodotta dalla gravità.

Nel comune di Pisa, gli opifici esistenti si trovavano tutti lungo il canale di Ripafratta detto anche canale Demaniale o canale Macinante<sup>8</sup> e si trattava, per lo più, di stabilimenti di natura pre-industriale: produzione di ceramica, lanifici e officine meccaniche.

In tutta la zona centrale e meridionale della provincia di Pisa, caratterizzata dalla presenza di vaste estensioni cerealicole (Valdera, Colline Pisane, Val di Cecina), la quasi totalità degli opifici era rappresentata da mulini per la produzione di farine. Dal punto di vista spaziale non si notano zone con particolari concentrazioni,

<sup>8</sup> Il Canale di Ripafratta, scavato a partire dal X secolo e modificato nel Cinquecento sotto il granduca Cosimo I, collega il Serchio con l'Arno, toccando l'abitato di San Giuliano e lambendo le mura orientali della città di Pisa, dove si trovavano gli opifici industriali e i mulini.



**Figura 7.** Densità degli opifici idraulici nella provincia di Pisa, ottenuta tramite funzioni di *kernel density estimation* in ambiente GIS. Fonte: elaborazione degli autori sulla base della *Carta idrografica del Regno d'Italia*, 1889-1893, con sfondo su dati Regione Toscana (CC-BY).

fatta eccezione per alcune aree circoscritte: nei pressi di Volterra, dove i mulini si trovano tutti lungo due torrenti tributari dell'Era immediatamente a nord della città; nell'alta Val di Cecina, nei pressi di Pomarance e Castelnuovo.

Complessivamente, la minore diffusione degli opifici in queste aree è verosimilmente da mettere anche in relazione alla minore densità demografica che le caratterizzava, evidenziato da Fornasin (2015) per il Friuli.

## 7. Conclusioni

Come è stato più volte notato (Rombai 1990; Melelli, Fatichenti 2013), la *Carta idrografica* rappresenta una fonte di grande importanza per la ricostruzione del sistema produttivo italiano alla fine dell'Ottocento basato sull'energia idraulica, proprio nel momento della sua massima diffusione e alla vigilia del suo declino. Proprio negli stessi anni, infatti, cominciarono a diffondersi opifici, sia destinati alla trasformazione dei prodotti agricoli che ad altre attività manifatturiere, dapprima alimentati a vapore, poi progressivamente sostituiti dall'elettricità.

Particolarmente interessanti appaiono le possibilità di effettuare confronti con altre rilevazioni precedenti

(in primo luogo, i catasti ottocenteschi) o successive con l'obiettivo di ricostruire, anche dal punto di vista spaziale, l'evoluzione del sistema produttivo toscano; a questo riguardo, appare significativo valutare se le trasformazioni intercorse siano effettivamente imputabili a processi evolutivi dovuti ai diversi assetti socio-demografici ed economici, oltre che alle innovazioni tecnologiche, o piuttosto alle differenze legate alle caratteristiche tecniche delle fonti. In questo contesto, la disponibilità di una banca dati geografica relativa agli "Opifici manifatturieri della Toscana del XIX secolo"<sup>9</sup>, derivata dalla georeferenziazione dei dati presenti nelle mappe dei catasti partecellari ottocenteschi e nei registri associati (Grava et al. 2015; Berti, Grava 2020), consente di effettuare analisi comparative in modo sistematico. Pur non rientrando nei limiti di questo lavoro, si può notare che la consistenza numerica complessiva mostra nel corso dell'Ottocento una tendenza all'aumento, anche se altri studi, sia a scala regionale (Melelli, Fatichenti 2013), che locale (Berti 2016), indicano invece per alcune aree una lieve diminuzione, imputabile, oltre che alla diversa metodologia di rilevazione, agli effetti dell'introduzione, negli anni successivi all'Unità, della "tassa sul macinato" e delle prime innovazioni tecnologiche, che portarono all'introduzione, dapprima, di macchine alimentate a vapore e, successivamente, dall'elettricità. Anche se non è possibile effettuare generalizzazioni, è verosimile che – come avvenne a Calci (Manetti 1985) – dopo un periodo di crescita nei decenni centrali del XIX secolo, a partire dal 1870 si sia registrato un progressivo declino del sistema produttivo basato sullo sfruttamento dell'energia idraulica.

In generale, oltre all'interesse della *Carta idrografica* come documento per la storia della cartografia italiana in epoca post-unitaria, la sistematicità del censimento, effettuato con criteri omogenei a livello nazionale, ne rafforza il valore per la storia del sistema produttivo e ne rende auspicabile un'acquisizione digitale completa. La predisposizione di un geodatabase può assumere anche il valore di strumento conoscitivo in vista di azioni di valorizzazione degli antichi opifici, in quanto beni culturali diffusi e testimonianze dell'archeologia industriale del nostro Paese, che costituiscono un elemento importante della memoria storica e dell'identità territoriale, anche in relazione a progetti di promozione turistica e di sviluppo sostenibile e consapevole.

<sup>9</sup> La realizzazione della banca dati è stata promossa da Regione Toscana con il supporto tecnico-scientifico del Centro interuniversitario per lo studio del territorio nell'ambito delle attività di valorizzazione del patrimonio cartografico e catastale storico regionale. In particolare, l'implementazione di questo archivio è derivata dalla precedente acquisizione e georeferenziazione delle mappe catastali ottocentesche, nell'ambito del progetto "Catasti Storici Regionali" (Ca.Sto.Re) (Sassoli 2013).

Infine, l'acquisizione sistematica di tutti i dati tecnici riportati nelle *Relazioni* (ad esempio, caratteristiche delle derivazioni, portate e mesi di esercizio) potrebbe consentire di effettuare delle valutazioni sull'effettiva capacità produttiva degli opifici idraulici, evidenziandone anche la dipendenza da fattori geografici e climatici.

### Riferimenti bibliografici

- Azzari, M. (a cura di). (1990). *Le ferriere preindustriali delle Apuane. Siderurgia e organizzazione del territorio nella Versilia interna*. All'insegna del Giglio, Firenze.
- Azzari, M., Berti, C., Conti, P. (2018). Gli opifici idraulici della Toscana alla fine dell'Ottocento. Geografia storica e analisi spaziale. *Atti della 22<sup>a</sup> Conferenza ASITA* (Bolzano, 27-29 novembre 2018). Milano, ASITA, 59-66.
- Berti, C. (2016). Fonti cartografiche storiche per il censimento dei beni culturali. Gli opifici idraulici dell'alto Casentino. *Atti della 20<sup>a</sup> Conferenza ASITA* (Cagliari, 8-10 novembre 2016). Milano, ASITA, 49-56.
- Conti, P. (2006). La Carta Idrografica d'Italia (1891). Per un censimento degli antichi opifici andanti ad acqua della Toscana. In Azzari, M., Favretto, A. (a cura di), *Acqua, risorsa e bene culturale. Sistemi informativi geografici per il monitoraggio, la gestione e la tutela delle acque*, atti del V workshop "GIS per i beni ambientali e culturali" (Firenze, 15 ottobre 2006). Firenze, Firenze University Press, 1-10.
- Conti, P. (2008). Gli opifici ad acqua. In Grillotti, M.G. (a cura di). *Atlante tematico delle Acque Italiane*. Brigati, Genova, 407-408.
- Fornasin, A. (2015). I mulini ad acqua del Friuli alla fine dell'Ottocento. Aspetti demografici e territoriali. *Rivista Geografica Italiana*, 122 (3), 339-356.
- Grano, M.C., Lazzari, M. (2016). Fonti cartografiche per l'analisi del paesaggio fluviale e dei mulini ad acqua in Basilicata: criticità e vantaggi della Carta Idrografica del Regno d'Italia. *Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia*, 157, 4-18.
- Grava, M. (2012a). From the Archives to Web 2.0: The Use of GIS and WebGIS Applications in Industrial Archeology. *IA. The Journal of the Society for Industrial Archeology*, 38 (2), 5-18. <http://www.jstor.org/stable/24712340>
- Grava, M. (2012b). Gli opifici di Calci all'impianto del 'Leopoldino': il GIS applicato all'archeologia industriale. *Storia e futuro*, 30. <http://storiaefuturo.eu/gli-opifici-dicalci-allimpianto-del-leopoldino-il-gis-applicato-allarcheologia-industriale>

Grava, M., Berti, C. (2020). L'uso dei GIS in geografia storica: il caso studio delle manifatture toscane in epoca preunitaria. *Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia*, 168, 4-18.

Grava, M., De Silva, M., Gesualdi, M., Lucchesi, F., Martinelli, A., Torti, C. (2015). Dalla cartografia storica alla cartografia 2.0 nella Toscana preunitaria: toponomastica idrografica e attività manifatturiere. *Atti della 19<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA* (Lecco, 29 settembre-1 ottobre 2015). Milano, ASITA, 422-428.

Ingold, A. (2010). Cartografare le acque come risorse 'naturali' nell'Ottocento. La Carta idrografica d'Italia e gli ingegneri delle miniere. *Contemporanea. Rivista di storia dell'800 e del '900*, 13 (1), 3-26.

Manetti, R. (1985). *Acqua passata non macina più: i mulini idraulici calcesani*. Pacini, Pisa.

Melelli, A., Fatichenti, F. (2013). *L'Umbria dei mulini ad acqua*. Regione dell'Umbria-Quattroemme, Perugia.

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio (1889-1893). *Carta idrografica del Regno d'Italia*, scala 1:100.000. Roma, tip. Bertero.

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Direzione generale dell'agricoltura (1893). *Carta idrografica d'Italia. Relazioni. Toscana*. Roma, tip. Bertero.

Rapetti, F., Vittorini, S. (2012). Note illustrative della carta climatica della Toscana. *Atti della Società toscana di Scienze naturali, Memorie, Serie A*, 117-119, 41-74.

Rombai, L. (1990). Per una geografia storica degli "opifici andanti ad acqua" della Toscana pre-industriale e paleo-industriale. In Azzari, M. (a cura di). *Le ferriere preindustriali delle Apuane. Siderurgia e organizzazione del territorio nella Versilia interna*. Firenze, All'insegna del Giglio, 5-14.

Sassoli, U. (2013). I Catasti storici della Toscana e il progetto CASTORE. *Rassegna degli Archivi di Stato*, VII, 113-119.

Sorre, M. (1954). *Les fondements de la géographie humaine*. Paris, Armand Colin (2<sup>e</sup> édition),

Surace, L. (1998). La georeferenziazione delle informazioni territoriali. *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini*, 57, 181-234.