

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale



POLITECNICO
MILANO 1863

Corso di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria Ambientale e delle Infrastrutture

**Georeferenziazione, analisi e gestione di
dati da documenti d'archivio: tecnologie GIS
e geoservizi per la cartografia storica**

Relatore: **Dott.ssa Daniela Carrion**
Tutor: **Prof.ssa Federica Migliaccio**
Coordinatore: **Prof. Alberto Guadagnini**

Tesi di Dottorato di:
Ing. Guido Minini

Anno Accademico 2015/2016 – XXVIII Ciclo

ABSTRACT

Il presente lavoro di tesi si prefigge l'intento di analizzare in dettaglio tutte le fasi di progettazione che hanno portato alla implementazione di un geoservizio a supporto della ricerca storica, confrontando le soluzioni sperimentate o ipotizzate e giustificando le scelte progettuali effettuate. La ricerca ha avuto origine nell'ambito di un Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale (PRIN), volto all'applicazione di tecnologie e strumenti GIS a dati provenienti da fonti storiche medievali.

Le fonti storiche prese in considerazione sono dei registri di tipo fiscale, risalenti al XV Secolo, e fanno riferimento ai territori dell'Italia Meridionale che a quell'epoca costituivano il Regno di Napoli. Essi forniscono interessanti informazioni sulle dinamiche sociali ed economiche che si svilupparono in quel periodo storico.

L'archiviazione dei dati ricavati dalle fonti è stata realizzata sulla base della struttura dei database relazionali, che costituiscono il modello più utilizzato in ambito informatico per gestire efficacemente sistemi complessi di dati. La progettazione dello schema relazionale è avvenuta in stretta collaborazione con il gruppo di ricerca di storici medievalisti con i quali il progetto di ricerca è venuto alla luce, poiché essi rappresentano gli utenti finali che utilizzeranno il geoservizio, e devono perciò dare indicazioni sulle caratteristiche e sulle funzionalità richieste al servizio.

Lo stesso tipo di supporto da parte dei medievalisti è richiesto anche per la georeferenziazione dei toponimi elencati nelle fonti storiche. Le geometrie puntuali risultanti da questa attività sono gestite a livello di database dal DBMS PostgreSQL, affiancato dall'estensione spaziale PostGIS, che in seguito consentono la pubblicazione su Web dei dati spaziali all'interno di un geoservizio.

La soluzione Web sperimentata nell'ambito di questo progetto di tesi è costituita da un geoportale, realizzato con la piattaforma GeoNode, che consente di esplorare ed interrogare spazialmente i dati storici grazie ai

servizi di mappa, e di consultare i metadati grazie ai servizi di catalogo. Essa è stata confrontata con un prototipo di WebGIS, realizzato qualche anno prima per un altro lavoro di tesi di dottorato e progettato per ospitare gli stessi dati storici, e con altre possibili soluzioni di pubblicazione del geoservizio, al fine di rilevare le criticità, emerse in confronto agli obiettivi richiesti, e le modalità con cui esse possono essere affrontate e risolte.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro che presento costituisce l'epilogo di un lungo percorso svolto all'interno del Dipartimento di Ingegneria e Civile ed Ambientale del Politecnico di Milano, concluso da pochi mesi per affrontare una nuova esperienza lavorativa. Desidero ringraziare tutti coloro i quali mi hanno accompagnato in questa esperienza, che come tutte ha avuto i suoi alti e i suoi bassi, ma che sicuramente lascerà un'impronta significativa sulle mie attività professionali future. In particolare è doveroso ringraziare le persone con cui ho collaborato più strettamente per realizzare questo progetto: la Prof.ssa Federica Migliaccio e la Dott.ssa Daniela Carrion, le quali sono state davvero preziose nello spronarmi in quest'ultimo periodo, in cui gli impegni di lavoro si sono sovrapposti a quelli del dottorato. Ringrazio tutti gli altri professori, i ricercatori, i dottorandi e i collaboratori che lavorano o hanno lavorato nella sezione Geodesia e Geomatica e che ho incrociato durante la mia esperienza in dipartimento, perché grazie a loro ho potuto imparare molte cose di cui farò tesoro in futuro.

Collaborare con studiosi di discipline umanistiche è sicuramente un'attività insolita per un ingegnere ambientale, ma proprio per questo motivo molto stimolante ed arricchente del bagaglio esperienziale e culturale. Per questo ringrazio i professori ed i ricercatori medievisti con cui ho collaborato, in particolare il Prof. Francesco Somaini e l'unità di ricerca dell'Università del Salento. Desidero ringraziare anche il prof. Marek Stoń ed il prof. Bogumił Szady che, occupandosi di tematiche comuni, hanno sempre manifestato vivo interesse nei confronti del mio lavoro.

L'ultimo pensiero, quello più importante, lo rivolgo ai miei familiari, che mi hanno sempre supportato con affetto, anche nei momenti più difficili, e che hanno sempre sostenuto le mie scelte: grazie a voi, per tutto!

INDICE

ABSTRACT.....	3
RINGRAZIAMENTI.....	5
INDICE	6
INDICE DELLE FIGURE.....	8
INDICE DELLE TABELLE.....	10
1. INTRODUZIONE.....	11
1.1. Inquadramento del progetto.....	12
1.2. Stato dell'arte.....	14
1.3. Sommario	15
2. INTEGRAZIONE DI FONTI D'ARCHIVIO NEL DATABASE STORICO	16
2.1. Le fonti storiche medievali	16
2.1.1. Il <i>Liber Focorum Regni Neapolis</i>	17
2.1.2. I <i>Quaterni Declaracionum</i>	19
2.1.3. Il <i>Quaternus Decimarum</i>	22
2.2. La strutturazione del database storico.....	24
2.2.1. Prima fase: struttura dati <i>file-based</i>	24
2.2.2. Seconda fase: strutturazione del database	26
2.3. La georeferenziazione dei toponimi	35
2.3.1. Georeferenziazione manuale.....	35
2.3.2. Georeferenziazione automatica	37
2.4. Il popolamento del database.....	38
3. PUBBLICAZIONE DEL DATABASE ED INTEGRAZIONE DEI METADATI	42
3.1. Il WebGIS "Geografie dell'Italia Medievale"	43
3.2. Il geoportale per la ricerca storica.....	46
3.2.1. Infrastrutture Dati Territoriali e Geoservizi.....	46

3.2.2.	La piattaforma GeoNode	49
3.2.3.	Architettura software del geoportale	50
3.2.4.	Contenuti del geoportale e pagina Home	51
3.2.5.	Gestione dei <i>layer</i> e dei metadati.....	53
3.2.6.	Gestione delle mappe e dei documenti.....	58
3.2.7.	Gestione di utenti e gruppi.....	61
3.3.	Confronto tra differenti geoservizi.....	63
4.	ELABORAZIONI IN AMBIENTE GIS.....	67
4.1.	Aggregazione di dati con caratteristiche comuni	67
4.2.	Poligoni di Thiessen	70
5.	CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI.....	74
	BIBLIOGRAFIA.....	77
	SITOGRAFIA.....	81
	APPENDICE.....	82

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: una carta appartenente al <i>Liber Focorum Regni Neapolis</i> (Immagine fornita da Francesca De Pinto).....	19
Figura 2: una carta appartenente ad un <i>Quaternus Declaracionum</i> (immagine fornita da Simona Pizzuto).	21
Figura 3: una carta appartenente al <i>Quaternus Decimarum</i> (Immagine fornita da Simona Pizzuto).....	23
Figura 4: il modello concettuale del database storico relativo ai <i>Quaterni Declaracionum</i>	29
Figura 5: il modello Entità-Relazioni del database storico.....	32
Figura 6: lo schema DDL dell'entità Ufficio nel linguaggio SQL.....	34
Figura 7: toponimi elencati nel <i>Liber Focorum</i> suddivisi per circoscrizione provinciale. Sono evidenti errori di posizionamento.	38
Figura 8: <i>script</i> SQL per il popolamento del database.	39
Figura 9: Script SQL per creare le geometrie, sfruttando le funzionalità di PostGIS.....	39
Figura 10: Creazione di una vista, risultante dall'operazione di <i>join</i> tra due entità associate.....	41
Figura 11: la modalità "WebGIS" dell'applicazione web "Geografie dell'Italia medievale".....	44
Figura 12: la modalità "Mostra tabella" dell'applicazione web "Geografie dell'Italia medievale".	45
Figura 13: l'architettura <i>client-server</i> su cui si basa il WebGIS.....	46
Figura 14: i comandi da eseguire nella <i>shell</i> di Xubuntu per installare la piattaforma GeoNode.	49
Figura 15: l'architettura software di GeoNode.....	51
Figura 16: la pagina d'accesso ai contenuti del geoportale "Geografie medievali".....	52
Figura 17: la pagina "Layers" relativa agli strati informativi contenuti nel geoportale.....	53
Figura 18: pagina di gestione dello strato informativo.	54

Figura 19: personalizzazione dello stile con cui vengono rappresentati i simboli in legenda.	55
Figura 20: il file XML dei metadati relativi ad un <i>layer</i> in formato ISO19115...57	57
Figura 21: la pagina "Mappe" mostra le mappe create nel geoportale.....	58
Figura 22: pagina di gestione della mappa.	59
Figura 23: la mappa relativa alla fonte storica <i>Quaterni Declaracionum</i>	60
Figura 24: la pagina "Documenti" elenca i dati non spaziali inseriti nel geoportale.....	61
Figura 25: la pagina di gestione degli utenti.	62
Figura 26: la pagina di gestione dei gruppi di utenti.....	62
Figura 27: introiti risultanti dalla riscossione della <i>Decima</i> aggregati per ciascuna diocesi.	68
Figura 28: introiti risultanti dalla riscossione del <i>Focatico</i> negli anni 1447 e 1449, aggregati per ciascuna circoscrizione provinciale.	69
Figura 29: nuclei familiari censiti negli anni 1447 e 1443, aggregati per ciascuna circoscrizione provinciale.....	70
Figura 30: partizionamento del piano in Poligoni di Thiessen.	71
Figura 31: i centri elencati nel <i>Liber Focorum</i> suddivisi per circoscrizione provinciale.	72
Figura 32: le circoscrizioni provinciali ottenute con il metodo dei Poligoni di Thiessen.	73

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: descrizione delle entità inserite nel database, ricavate dai Quaterni Declaracionum.	28
Tabella 2: descrizione delle nuove entità inserite nel database in seguito all'integrazione del <i>Quaternus Decimarum</i>	30
Tabella 3: grado di affidabilità della georeferenziazione.	36
Tabella 4: statistiche relative al grado di affidabilità dei toponimi citati nei <i>Quaterni Declaracionum</i>	36
Tabella 5: Confronto delle tre soluzioni analizzate per la pubblicazione di dati spazialmente riferiti.....	65

1. INTRODUZIONE

Il processo che ha portato all'evoluzione della cartografia numerica tradizionale verso i moderni GIS (*Geographic Information Systems*) interessa gli ultimi 30 anni della storia di questa disciplina scientifica, ed è radicalmente legato allo straordinario sviluppo che le tecnologie informatiche hanno avuto in questo stesso periodo, tecnologie che hanno influenzato tutti i settori scientifici, ma anche e soprattutto gli stili di vita e le abitudini quotidiane di ognuno di noi.

Nel corso della loro evoluzione, i GIS si sono rivelati uno strumento di supporto utile allo studio di un numero sempre maggiore di settori, da quelli più tradizionalmente legati al mondo della cartografia, quali sono la pianificazione e la gestione del territorio, la pianificazione dello sviluppo urbanistico, il supporto ad operazioni di emergenza, gli ambiti strategico-militari, a discipline che all'apparenza sembrerebbero meno interessate agli aspetti cartografici, ma che in realtà da essi possono trarre una grande quantità di informazioni: ci si riferisce qui alle discipline umanistiche in generale e a quelle storiche e storico-geografiche in particolare.

L'applicazione dei GIS agli studi storici è nota comunemente con il nome *Historical GIS*, essendo nata ed essendosi sviluppata principalmente nel mondo anglosassone a partire dagli anni '90. Questo filone di ricerca ha prodotto un largo numero di applicazioni cartografiche, alcune delle quali sono citate come esempio nel **paragrafo 1.2**, dedicato allo stato dell'arte. In Italia lo sviluppo di questa particolare disciplina è avvenuto in tempi più recenti, e il progetto di ricerca a cui fa riferimento la presente tesi di dottorato costituisce uno dei primi esempi di applicazione dei GIS a dati storici di tipo fiscale di epoca medievale in ambito Nazionale. L'aspetto più innovativo riguarda il fatto che sia stata applicata una struttura di database relazionale ad informazioni storiche risalenti al periodo medievale, consentendo di visualizzare e rappresentare i dati in un moderno servizio di mappa pubblicato sulla rete Internet. Relativamente al progetto è stato scritto un articolo pubblicato su una rivista internazionale (Carrion, Migliaccio,

Minini, Zambrano, 2016) e sono state fatte presentazioni a numerose conferenze nazionali e internazionali, a cui si riferiscono, tra le altre, le pubblicazioni (Carrion, Migliaccio, Minini, Zambrano, 2014), (Minini, 2015) e (Carrion, Migliaccio, Minini, Zambrano, 2015)

1.1. Inquadramento del progetto

Il progetto di ricerca “Geografia e linguaggi politici alla fine del Medioevo” è nato nel 2006, finanziato dal Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca sotto forma di PRIN (Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale): esso interessa vari gruppi di ricerca afferenti a diversi Atenei italiani, ed è fortemente caratterizzato dalla sua natura interdisciplinare: da un lato coinvolge studiosi di Storia Medievale, appartenenti all’Università di Napoli Federico II (capofila del progetto), all’Università del Salento, all’Università di Bari e all’Università di Bologna; dall’altro lato gli aspetti tecnologici e scientifici dei GIS vengono trattati dal gruppo di ricerca di Geomatica del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICA) del Politecnico di Milano.

Questa prima collaborazione tra i diversi gruppi di ricerca porta alla digitalizzazione dei dati contenuti in alcuni registri tributari di età medievale, denominati *Quaterni Declaracionum*, redatti nel 1460 dal *Magister Rationarum* Francesco de Agello e relativi al territorio governato a quell’epoca dal Principe di Taranto. Il risultato di questa fase di ricerca è rappresentato da una struttura dati *file-based*: si tratta in sostanza di un foglio elettronico in cui l’informazione storica è tradotta all’interno di una struttura tabellare unitaria e scomposta in una serie di attributi, ossia i campi che costituiscono la tabella. La componente geografica è qui rappresentata dalle coordinate di punti con cui ciascun toponimo individuato all’interno della fonte viene materializzato a seguito di un processo di georeferenziazione manuale.

Il progetto di ricerca è stato rifinanziato nel 2009 grazie ad un nuovo bando PRIN, con il titolo “Organizzazione del territorio, occupazione del suolo e percezione dello spazio nel Mezzogiorno medievale (secoli XIII – XV). Sistemi informativi per una nuova cartografia storica”. Viene qui compiuto un passo

avanti nella gestione dei dati, geospaziali e non, rispetto alla struttura tabellare, che presenta dei limiti impliciti legati alla ridondanza ed alla possibilità di incoerenza dei dati in essa contenuti (Zambrano, 2013). Si passa infatti alla strutturazione di un database relazionale, che gestisce l'informazione suddividendola in diverse entità messe in relazione tra loro secondo il ben noto diagramma entità-relazioni. Il database è gestito da un DBMS (DataBase Management System) al quale è possibile accedere ed interfacciarsi tramite software GIS, ad esempio visualizzando la distribuzione spaziale dei dati georiferiti o interrogando le tabelle degli attributi popolate con i dati storici.

Un altro obiettivo che viene richiesto di raggiungere riguarda la pubblicazione su Internet del GIS storico: nel contesto del progetto di tesi di dottorato dell'ing. Cynthia Zambrano è stato realizzato un prototipo di WebGIS, popolato con i dati estratti dai *Quaterni Declaracionum* e basato su tecnologie Open Source.

Il presente progetto di tesi, inquadrato nella ricerca finora descritta, ha inizialmente ripreso il prototipo con l'obiettivo di migliorarne le funzionalità e di confrontarlo con altri tipi di tecnologie e di architetture GIS, ha contribuito all'integrazione all'interno del database di nuove fonti storiche e, in seguito, ha condotto alla realizzazione di un prototipo di geoportale, realizzato con GeoNode, una piattaforma web per lo sviluppo di GIS e l'implementazione di SDI (*Spatial Data Infrastructures* – Infrastrutture di dati territoriali). Il geoportale, nel contesto delle SDI, rappresenta il punto d'accesso alle risorse geospaziali distribuite; costituisce un'evoluzione rispetto ai WebGIS tradizionali, che si occupavano principalmente della visualizzazione e della ricerca del dato spaziale. A questi tipi di servizi si aggiungono i cosiddetti servizi di catalogo: essi forniscono gli strumenti per classificare, registrare, ricercare, gestire ed accedere alle risorse disponibili relative ai dati spaziali di interesse: queste risorse sono identificate con il termine "metadati" (Open Geospatial Consortium, 2004).

1.2. Stato dell'arte

A livello internazionale, l'applicazione di tecnologie GIS all'ambito storico è ampiamente diffusa e consolidata. Sono molte le pubblicazioni che possono essere citate: (Gregory, 2002), (Gregory, Bennet, Gilham, Southall, 2002), (Henderson e Berman, 2003), (Berman, 2005), (Gregory e Healey, 2007) e (Schlichting, 2008) costituiscono i riferimenti principali per questo tipo di ricerca. Il lavoro di Gregory vuol essere una guida di riferimento per gli studiosi di storia che si avvicinano agli strumenti GIS, e ne affronta quindi le tematiche da un punto di vista dell'utilità di questi strumenti per le finalità storiche. Berman invece si interroga su una delle problematiche emerse anche all'interno del progetto di ricerca, legata alla rappresentazione spaziale dei confini storici, soprattutto in situazioni in cui le dinamiche geopolitiche erano molto mutevoli, e le fonti storiche fornivano visioni del territorio contrastanti.

Possono altresì essere elencati vari esempi di atlanti storici nazionali, si vedano a riguardo (Pawson, 1997) e (Black, 2003). In alcuni casi i dati sono strutturati all'interno di database relazionali e la componente spaziale è gestita da ambienti GIS (Ardisson e Rinaudo, 2005). In molti casi essi sono relativi a dati di tipo censuario, ma raramente si riferiscono ad epoche antecedenti al XVI secolo: (Boonstra, Collenteur e van Elderen, 1995), (De Moor e Wiedemann, 2001), (Fitch e Ruggles, 2003).

La possibilità di condividere dati georeferenziati su Internet è fondamentale per migliorare la cooperazione tra studiosi e gruppi di ricerca differenti (Tait, 2004).

Un interessante esempio di pubblicazione di dati storici su Internet è il *China Historical GIS* [1], realizzato dall'Università di Harvard e dall'Università di Fudan: esso è un database geografico focalizzato sulle tecnologie GIS relative alla gestione temporale delle informazioni.

Il progetto Web C.A.R.T.E. (Brovelli, Minghini, Giori e Beretta, 2012) si è sviluppato con l'intento di rendere accessibile il patrimonio di mappe storiche conservate presso l'Archivio di Stato di Como (circa 15000 mappe catastali dell'Italia settentrionale). Si basa su geoservizi di catalogazione e di

visualizzazione (peculiare è la possibilità di confronto tra mappe su framework diversi) e utilizza tecnologie FOSS (*Free and Open Source Software*).

Un altro esempio di pubblicazione Web è costituito dal “database E 179” [2], il quale contiene informazioni relative a leggi e tassazioni ecclesiastiche ed è incluso nell’Archivio Nazionale del Regno Unito; in questo caso l’informazione geografica non viene però esplicitata all’interno di una mappa.

La pubblicazione di dati geografici sul Web implica inoltre una particolare attenzione all’interoperabilità. Si vedano a riguardo (Maguire e Longley, 2005) e (Johnson et al., 2011).

1.3. Sommario

La presente tesi si sviluppa in tre sezioni:

- **Capitolo 2 – Integrazione di fonti d’archivio nel database storico:** vengono descritte le fonti storiche medievali inserite nel database, il processo di elaborazione dei dati storici (dall’informazione tabellare al database storico relazionale), le procedure di georeferenziazione dei toponimi citati nelle fonti ed il popolamento del database.
- **Capitolo 3 – Pubblicazione del database ed integrazione dei metadati:** il prototipo di geoportale realizzato è comparato con altre soluzioni, sperimentate sullo stesso database, analizzando punti di forza e criticità emerse.
- **Capitolo 4 – Elaborazioni in ambiente GIS:** viene illustrata una serie di esempi di elaborazioni ottenute a partire dai dati storici, sfruttando gli strumenti GIS a disposizione, richieste dagli storici medievisti come supporto ai loro studi.

2. INTEGRAZIONE DI FONTI D'ARCHIVIO NEL DATABASE STORICO

Il progetto di ricerca da cui nasce questa tesi è caratterizzato da un forte approccio multidisciplinare: questo aspetto è ancor più rimarcato dal fatto che le discipline coinvolte, geomatica e storia medievale, potrebbero quasi essere considerate agli antipodi per quanto riguarda la natura degli argomenti trattati e le modalità con cui essi vengono studiati. È quindi fondamentale, soprattutto nelle fasi preliminari del progetto, che ci sia un reciproco scambio di conoscenze e competenze tra i diversi gruppi di ricerca coinvolti, al fine di “parlare la stessa lingua”, nei limiti del possibile: gli studiosi di storia sono, in questo caso, gli utenti finali del database storico e del GIS, e devono perciò dare indicazioni sulle specifiche del sistema informativo, ossia su ciò che si vorrebbe che esso consentisse di fare.

Nel presente capitolo vengono quindi analizzate le modalità con cui le fonti storiche medievali sono state integrate all'interno del database storico, al fine di adattarsi il più possibile alle esigenze dei medievisti. Nel **Paragrafo 2.1** sono elencate le fonti storiche medievali inserite finora nel database, contestualizzandole all'interno del periodo storico cui fanno riferimento, e le informazioni che da esse possono essere ricavate. Nel **Paragrafo 2.2** vengono invece approfondite le modalità con cui i dati estratti dalle fonti sono stati strutturati, per poter essere ospitati all'interno del database storico. Nel **Paragrafo 2.3** si descrive com'è stata attuata la georeferenziazione dei toponimi citati nelle fonti e nel **Paragrafo 2.4** si descrivono le procedure utilizzate per popolare il database, realizzate sotto forma di *script* in linguaggio SQL.

2.1. Le fonti storiche medievali

Le fonti storiche medievali analizzate e inserite all'interno del database storico sono tre: il *Liber Focorum Regni Neapolis*, i *Quaterni Declaracionum* e il

Quaternus Decimarum. Le caratteristiche che accomunano queste tre fonti sono il periodo storico, l'area geografica a cui si riferiscono, il contenuto e le informazioni che da esse si possono ricavare. Ciò ha consentito di poterle includere in un unico database storico, strutturato inizialmente per ospitare i dati ottenuti dai *Quaterni Declaracionum*, ed in seguito modificato per adattarsi anche ai dati contenuti nelle altre due fonti.

Il contesto storico-geografico di riferimento è l'Italia meridionale della seconda metà del XV secolo, epoca in cui il Regno di Napoli era dominato dalla casa di Aragona. Le tre fonti sono registri di tipo fiscale, prodotti da differenti attori politico-istituzionali (*Quaterni Declaracionum* e *Liber Focorum*) o ecclesiastici (*Quaternus Decimarum*); al di là delle informazioni di tipo fiscale, esse consentono anche di fare luce sulla rete degli insediamenti, sulla demografia, e sulle geografie politiche e amministrative dei diversi contesti di riferimento.

2.1.1. Il *Liber Focorum Regni Neapolis*

Il *Liber Focorum Regni Neapolis* (Da Molin, 1979) è uno strumento fiscale degli inizi dell'età aragonese, iniziata nel 1442 a seguito della conquista del Regno di Napoli da parte di Alfonso V d'Aragona. Il manoscritto originale, conservato presso la Biblioteca Berio di Genova, reca però una datazione postuma (XVII sec.), sicuramente errata. Come indicato nel seguito, gli studiosi hanno datato il documento come risalente al XV secolo.

Il documento è costituito da un lungo elenco di centri del Regno, organizzati in circoscrizioni provinciali, collocati nell'ambito dei complessi feudali o demaniali di appartenenza.

Ad ogni centro dell'elenco corrispondono, di solito, la numerazione di fuochi, cioè dei nuclei familiari soggetti alla contribuzione, e il conseguente ammontare dell'imposizione fiscale, espressa con diverse unità monetarie (ducati, tari e grani, oppure once, tari e grani, a seconda della circoscrizione di appartenenza), ma talvolta sono riportati anche dati sui fuochi e gli importi fiscali riferibili a una rilevazione precedente. La fonte, che non reca alcuna

indicazione cronologica a cui riferire tanto le numerazioni dei fuochi quanto le imposizioni fiscali, si limita a suggerire con un *est* (talvolta *stat*) i dati coevi alla redazione del documento e con un *erat* quelli relativi a un periodo antecedente. Secondo lo storico Fausto Cozzetto (Cozzetto, 1986), è possibile collocare la stesura del documento tra il 1449 e il 1456, facendo risalire la più antica tassazione al 1447 e la più recente al 1449, quest'ultima calcolata, però, sui dati demografici del 1443.

Il *Liber Focorum* fornisce anche altre informazioni di grande interesse oltre a quelle fiscali. I dati sui numeri dei fuochi censiti forniscono un'utile base di ragionamento per la ricostruzione della demografia; i dati sulla dipendenza feudale o demaniale delle singole località consentono di ricostruire la geografia politica ed amministrativa del Regno all'inizio dell'età aragonese.

Al corpo principale del documento seguono, inoltre, due elenchi secondari che costituiscono una sorta di appendice: uno riporta le diocesi e le arcidiocesi del Regno, l'altro è costituito da una lista di terre che il redattore del documento definisce sconosciute, disabitate o poco abitate, con i relativi dati fiscali (ma non quelli demografici), organizzati per province (ma non per distretti feudali o demaniali).

1436

F *deulina civitatum et Terrarum pincia vite LABORIS et*
mirat Molefy et p de mamalia. N. 1436. Erat dnc. C. lxxxij. et dnc. 1437. Erat dnc. 147. et dnc. 148. Erat dnc. 149. Erat dnc. 150.

†	G aiera	f	m	c	lxxvij	erat dnc. 147. et dnc. 148. Erat dnc. 149. Erat dnc. 150.
	T raeetum	f		c	xlj	erat dnc. 147. et dnc. 148.
	Castello forte	f		c	lxv	
	Fractay	f		c	xxi	erat dnc. 10. et dnc. 11.
	Spignum	f		c	lxx	erat dnc. 9. et dnc. 10.
	Castellu nouum	f			lviii	erat dnc. 13. et dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
†	Capua cum Casalibz et feadu or.	f	m	c	lxxxv	erat dnc. 147. et dnc. 148. Erat dnc. 149. Erat dnc. 150.
†	Auersa (I.M. = nicole dnc. x.)	f	m	c	xxvi	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
†	Purbeolum	f		c	xxxvij	erat dnc. 30. et dnc. 31. Erat dnc. 32. Erat dnc. 33. Erat dnc. 34. Erat dnc. 35. Erat dnc. 36. Erat dnc. 37. Erat dnc. 38. Erat dnc. 39. Erat dnc. 40.
†	Yschia et pocida	f				erat dnc. 40. Erat dnc. 41. Erat dnc. 42. Erat dnc. 43. Erat dnc. 44. Erat dnc. 45. Erat dnc. 46. Erat dnc. 47. Erat dnc. 48. Erat dnc. 49. Erat dnc. 50.
†	I.M. Yserna	f		c	vij	erat dnc. 40. Erat dnc. 41. Erat dnc. 42. Erat dnc. 43. Erat dnc. 44. Erat dnc. 45. Erat dnc. 46. Erat dnc. 47. Erat dnc. 48. Erat dnc. 49. Erat dnc. 50.
†	I.M. Suma	f		c	ij	erat dnc. 20. et dnc. 21. Erat dnc. 22. Erat dnc. 23. Erat dnc. 24. Erat dnc. 25. Erat dnc. 26. Erat dnc. 27. Erat dnc. 28. Erat dnc. 29. Erat dnc. 30.
†	Capacia	f		c	xxvi	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
	Suyo	f			lxxxv	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
	Ca ur	f	m	c	xlviij	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
	Ca ur	f	m	c	lxvj	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
	<i>Terre Ducis Suesse</i>					
†	Suesse	f	m	c	xlviij	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
†	Teanum	f	m	c	xxviij	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
	Castnum maris d vulturno	f		c	i	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
†	Calenum	f	m	c	lxxxij	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
I.M.	Roccha montis dragonis	f	m	c	xxviij	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
	Turris francolisij	f		c	lxxxviij	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
I.M.	Avuanum	f		c	xxxi	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.
	Latina	f			lviiij	erat dnc. 10. et dnc. 11. Erat dnc. 12. Erat dnc. 13. Erat dnc. 14. Erat dnc. 15. Erat dnc. 16. Erat dnc. 17. Erat dnc. 18. Erat dnc. 19. Erat dnc. 20.

Figura 1: una carta appartenente al *Liber Focorum Regni Neapolis* (Immagine fornita da Francesca De Pinto).

2.1.2. I *Quaterni Declaracionum*

I registri denominati come *Quaterni Declaracionum* sono quaderni contabili compilati dai funzionari dell'amministrazione centrale del principato di Taranto, databili agli anni 1446-1463. Il principe dell'epoca, Giovanni Antonio Orsini del Balzo, ottenne dal re di Napoli la concessione dei proventi delle imposte dirette, a quel tempo riscosse nella forma di focatico, e di una serie di

imposte indirette che tassavano la produzione di beni di consumo, i commerci e il transito delle merci nei porti e nei centri del grande feudo pugliese.

I due *Quaterni* inclusi nel database sono attualmente conservati nel fondo Diversi della Sommaria dell'Archivio di Stato di Napoli (A.S.N. Diversi della Sommaria. Il numerazione, reg. 248). Si veda (Pizzuto, 2009).

In questi documenti il tempo è espresso secondo il sistema indizionale: un'indizione era un particolare computo temporale che si riferiva a cicli quindicennali, per cui gli anni erano numerati da 1 a 15 per ogni ciclo.

I due *Quaterni* considerati, contenuti in un unico volume formato da 465 carte, furono compilati dal *magister rationarum* Francesco de Agello nel settimo e nell'ottavo anno indizionale, dal 1458 al 1460. Il primo *Quaternus* presenta una struttura omogenea e coerente, poiché tutti i funzionari, nonostante operassero in aree differenti del principato, riferivano delle loro attività direttamente al *magister rationarum*, che era una sorta di revisore contabile al servizio del Principe. La prima parte del secondo *Quaternus* presenta una struttura simile a quella del primo, contiene dati relativi all'ottava indizione; nella seconda parte la struttura del documento cambia: esso viene diviso in sezioni, ciascuna delle quali si riferisce ad una specifica funzione amministrativa svolta nei diversi anni indizionali.

I registri prodotti dai funzionari erano divisi in due sezioni: *introitus* ed *exitus*: nella prima parte venivano annotate le entrate suddivise per tipologia e ordinate cronologicamente in base alla data di incasso, nella seconda venivano registrate le uscite per le spese ordinarie o straordinarie. Alla fine del mandato ogni funzionario era convocato dai maestri razionali. Essi, dopo aver controllato ed esaminato la correttezza delle scritture amministrative prodotte dagli ufficiali, ne annotavano sinteticamente i bilanci annuali nei *Quaterni Declaracionum*.

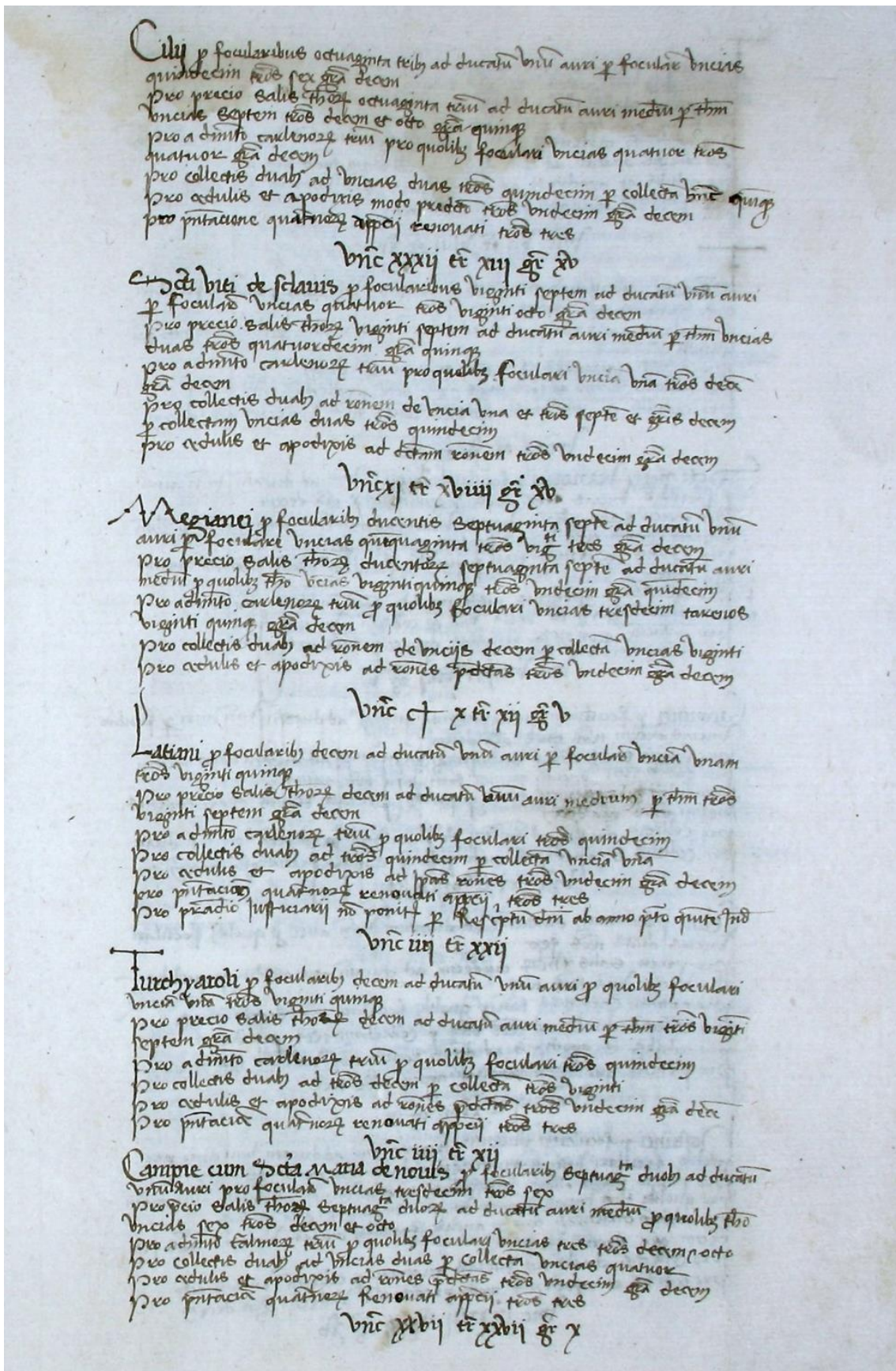


Figura 2: una carta appartenente ad un *Quaternus Declaracionum* (immagine fornita da Simona Pizzuto).

2.1.3. Il *Quaternus Decimarum*

Il *Quaternus Decimarum*, conservato nel fondo *Diversi della Sommaria* presso l'Archivio di Stato di Napoli, è un registro contabile che riporta i proventi derivanti dall'esazione della decima papale nel regno di Napoli nel 1478 (Massaro, 2011), (Mangia, 2013).

Il pontefice Sisto IV aveva imposto una decima sui redditi dei benefici ecclesiastici appartenenti agli ordini secolari e regolari, affidandone la riscossione al collettore apostolico Paolo Vassallo, in quegli stessi anni vescovo di Aversa.

Il registro risulta particolarmente interessante, poiché permette di ricostruire la rete beneficiale dell'Italia meridionale alla fine del Quattrocento. L'impostazione dell'elenco di Paolo Vassallo segue una logica spaziale, ricalcando in modo fedele i distretti ecclesiastici, e cronologica perché segue l'itinerario del collettore, che inizia la raccolta il 25 agosto 1478 dalla diocesi di Capua e la conclude il 1° ottobre 1479 nella diocesi di Larino, in Capitanata.

In ogni diocesi doveva essere disponibile una lista dei benefici ecclesiastici, riportante l'entità effettiva delle loro rendite, compilata da chierici locali; la decima riscossa dal collettore corrispondeva semplicemente a un decimo della rendita annua registrata per ogni beneficio in tale lista. Di ogni beneficio è indicata quasi sempre la tipologia (chiesa, ospedale, monastero, convento, altare, confraternita, ecc.), il luogo (città, terra o casale), l'intitolazione, il nome del detentore o di colui che effettua materialmente il versamento, e per ultimo la quota di decima versata.

De da doto mudi de Curovly de tunc rory <i>Sanctus</i> <i>Sanctus</i> rory ano <i>Sanctus</i> 60	51	87
De da doto mudi de mudi de tunc rory <i>Sanctus</i> pho rory ano ————— 60	51	80
De da doto quigo de mudi de tunc y de Cap y alla rory rory de tunc rory rory rory rory dny <i>Sanctus</i> <i>Sanctus</i> 60	51	82
De da doto bardi dromo de quida quida de tunc rory <i>Sanctus</i> <i>Sanctus</i> rory ano <i>Sanctus</i> 60	51	87
De da doto Capudo de la mudi de tunc p mudi de tunc de la mudi mudi de tunc Capudo p mudi de la mudi rory de tunc rory rory rory rory 60	51	80
De gli <i>Sanctus</i> de foro de doto <i>Sanctus</i> de tunc mudi de la mudi de tunc rory y. rory rory rory rory de la for rory rory rory rory <i>Sanctus</i> 60	51	87
De da doto mudi de rory de tunc p mudi rory rory rory rory rory rory de tunc rory rory rory rory rory 60	51	87
De da doto mudi de rory de tunc p mudi rory rory rory rory rory rory de tunc rory rory rory rory rory rory 60	51	87
De da doto mudi de rory de tunc p mudi rory rory rory rory rory rory de tunc rory rory rory rory rory rory 60	51	87
De gli <i>Sanctus</i> de foro de doto <i>Sanctus</i> de tunc mudi de la mudi de tunc rory y. rory rory rory rory de la for rory rory rory rory <i>Sanctus</i> 60	51	87

Figura 3: una carta appartenente al *Quaternus Decimarum* (Immagine fornita da Simona Pizzuto).

2.2. La strutturazione del database storico

Il processo che ha portato all'integrazione delle fonti d'archivio nel database storico si sviluppa in due fasi distinte. Nella prima la fonte viene studiata dagli storici medievisti e le informazioni in essa contenute trasferite all'interno di un foglio elettronico, secondo uno schema di attributi concordato con il gruppo di geomatica. In seguito l'informazione tabellare viene tradotta in un database relazionale, che consente di archiviare i dati in modo più efficiente e, interfacciandosi con una piattaforma GIS, di rappresentare l'informazione spaziale su una mappa.

2.2.1. Prima fase: struttura dati *file-based*

Le informazioni relative alle fonti storiche considerate non erano state inizialmente incluse all'interno di un database: la prima fase del progetto prevedeva infatti che i dati ricavati dai *Quaterni Declaracionum*, in seguito ad un lavoro interpretativo da parte degli storici, venissero collocati all'interno di un foglio di calcolo, andando a costituire un'unica struttura tabellare. Gli attributi individuati, a seguito dello studio della fonte, sono i seguenti:

- toponimo del centro preso in considerazione, così come è riportato dalla fonte
- numero di fuochi soggetto al pagamento dell'imposta diretta
- distretto erariale
- località sede di tesoreria generale
- località sede di capitaneato
- località sede di castellania
- località sede di dogana
- località sede di fondaco
- nome dell'erario generale
- nome dell'erario locale
- nome del tesoriere generale
- nome del tesoriere locale
- nome del capitano
- nome del castellano

- importo versato da ciascun centro per il pagamento dell'imposta diretta
- importo versato da ciascun centro per il pagamento del focatico
- importo versato da ciascun centro per il pagamento delle collette
- quantitativo di tomoli di sale acquistato
- importo versato per il mantenimento delle condotte militari del re
- importo versato da ciascun centro per il diritto di platea
- importo versato da ciascun centro per il diritto di affida
- importo versato da ciascun centro per la bagliva

Come è evidente, una tabella di questo tipo comporta una serie di svantaggi, primo fra tutti la difficoltà a consultare le informazioni in maniera efficiente, in quanto il numero di campi da visualizzare è sicuramente troppo elevato. Anche dal punto di vista dell'archiviazione dei dati questo tipo di approccio non è sicuramente ottimale, poiché si verifica spesso la necessità di duplicare i record, dove invece all'interno di un database la stessa situazione si risolverebbe con una relazione uno a molti, o molti a molti, tra le diverse entità.

I nuclei abitati contenuti all'interno della fonte vengono rappresentati in mappa con geometrie di tipo puntuale, materializzando un ipotetico centroide del poligono che ne dovrebbe rappresentare l'estensione spaziale. Si è deciso di optare per questo approccio semplificativo in quanto risulta molto difficile dalle fonti definire con precisione i confini geografici di ogni località, così come non si hanno a disposizione carte storiche, coeve al periodo storico cui le fonti si riferiscono, che offrano una precisione paragonabile a quella delle carte attuali, o comunque di carte più recenti.

L'utilizzo di geometrie poligonali potrebbe essere comunque ipotizzato negli sviluppi futuri del progetto, grazie all'utilizzo di strumenti GIS di processamento dei dati: in particolare una sperimentazione è già stata fatta per la ricostruzione delle circoscrizioni provinciali storiche citate nel *Liber Focorum*, costruendo le geometrie con il metodo dei poligoni di Thiessen (si veda a tal proposito il **paragrafo 4.2**).

2.2.2. Seconda fase: strutturazione del database

Con il procedere del progetto si è deciso di superare i limiti della struttura dati tabellare, in primis la ridondanza dei dati e la possibilità di incoerenza, e di strutturare i dati in un database di dati storici, utilizzando il “modello relazionale” (Codd, 1970), che consente di organizzare i dati in insiemi di record a struttura fissa.

La base di dati risultante viene gestita dai cosiddetti DBMS (Database Management System). Un DBMS è un sistema software in grado di gestire collezioni di dati, assicurandone l’affidabilità e la privacy.

Un database può essere condiviso da più applicazioni e consultato da utenti diversi. In questo modo si riduce la ridondanza dei dati, poiché si evitano ripetizioni e conseguentemente si riduce la possibilità di inconsistenze, ossia disallineamenti tra i dati accessibili ai diversi utenti.

I DBMS sono dotati di funzionalità di salvataggio e ripristino che ne garantiscono l’affidabilità, cioè la capacità, in caso di malfunzionamenti, di conservare intatto il contenuto della banca dati. È possibile inoltre attivare meccanismi di autorizzazione per consentire ad utenti o gruppi di utenti di svolgere solo determinate azioni sui dati e garantirne la privacy.

Se il database è stato strutturato in base a scelte progettuali mirate, il DBMS è in grado di gestirne il contenuto in maniera efficiente, ovvero di svolgere operazioni sui dati in tempi accettabili per gli utenti, ed efficace, rendendo produttive le attività degli utenti.

Tutte le fasi di progettazione del database sono state affrontate insieme agli storici medievisti, al fine di comprendere il significato delle informazioni contenute nelle fonti, le relazioni che intercorrono tra esse e ciò che gli storici volevano che venisse evidenziato nel modello.

Ne è nato un primo prototipo di modello E-R (entità-relazione) del database, realizzato per i *Quaterni Declaracionum*. Il modello E-R è un modello per la rappresentazione concettuale dei dati ad un alto livello di astrazione, formalizzato dal prof. Peter Chen (Chen, 1976). Viene spesso utilizzato nella prima fase della progettazione di una base di dati in cui è necessario tradurre le informazioni risultanti dall’analisi di un determinato dominio in uno schema concettuale.

I principali costrutti di un modello E-R sono entità, relazioni (o associazioni) e attributi:

- **Entità:** per definizione un'entità è un fenomeno del mondo reale, che ha una sua identità complessiva e non può essere suddiviso in parti ad esso uguali. L'insieme delle diverse entità rappresenta tutti i fenomeni che devono essere descritti nella base di dati. Un'occorrenza di un'entità è un oggetto o istanza della classe che l'entità rappresenta. In uno schema, ogni entità ha un nome che la identifica univocamente, e viene rappresentata graficamente tramite un rettangolo con il nome dell'entità al suo interno.
- **Relazioni:** rappresentano un legame concettuale tra due o più entità, di cui interessa tenere memoria. Di norma vengono rappresentate graficamente da losanghe contenenti il nome della relazione, collegate da linee alle entità coinvolte. La relazione tra entità è caratterizzata dalla cardinalità, la quale indica quante volte un'occorrenza di una di queste entità può essere legata ad occorrenze delle altre entità coinvolte nell'associazione, indicando il minimo e il massimo delle occorrenze.
- **Attributi:** sono le informazioni elementari che caratterizzano le singole entità (o le relazioni); l'insieme degli attributi appartenenti a un'entità o ad una relazione consente perciò di descriverne le proprietà; ogni attributo ha un *range* di possibili valori, dato dal *data type* caratteristico dell'attributo (integer, real, char) e da eventuali vincoli imposti in fase di progettazione del database. La scelta degli attributi riflette il livello di dettaglio con il quale vogliamo rappresentare le informazioni sulle entità e sulle relazioni. Per ciascuna classe entità o relazione si definisce una chiave primaria, cioè un insieme minimale di attributi che identifica univocamente un'istanza di entità o relazione. L'attributo può essere rappresentato con un'ellisse al cui interno viene specificato il nome dell'attributo.

In **Figura 4** è rappresentato il modello concettuale del database storico riguardante i *Quaterni Declaracionum*. Sono presenti 9 entità, di cui 4 spaziali (in rosso) e 5 non spaziali (in giallo). La **Tabella 1** seguente ne dà una descrizione:

ENTITÀ	DESCRIZIONE	INFORMAZIONE SPAZIALE
LUOGO	Toponimo storico, così come riportato nella fonte	Sì
LUOGO ATTUALE	Toponimo attuale corrispondente al villaggio medievale citato nel documento storico	Sì
UNITÀ FISCALE	Centro da cui un luogo dipendeva dal punto di vista fiscale	Sì
UFFICIO	Ufficio amministrativo che riceveva le imposte	Sì
DISTRETTO ERARIALE	Accorpamento di unità fiscali	NO
FONTE	Documento storico da cui sono ricavate le informazioni	NO
IMPOSTE	Informazioni riguardanti la tipologia e l'ammontare delle imposte	NO
UFFICIALE	Nome dell'ufficiale trovato nel documento, in base alla funzione che esercitava	NO
PERSONAGGIO STORICO	Personaggio storico la cui esistenza è confermata	NO

Tabella 1: descrizione delle entità inserite nel database, ricavate dai Quaterni Declaracionum.

Dall'osservazione del modello risulta evidente la centralità dell'entità che rappresenta la fonte storica: per gli studiosi di storia sapere da quale fonte sono state ricavate le informazioni è di fondamentale importanza, perciò si è deciso di mettere in relazione l'entità fonte con tutte le entità che contengono informazioni ad essa correlate: luogo storico, unità fiscale, distretto erariale, ufficiale, imposte.

Il *Quaternus Decimarum* invece si differenzia sostanzialmente dalle altre fonti, poiché le tassazioni si riferiscono qui a benefici ecclesiastici. Data la natura così differente delle informazioni si è reso necessario aggiungere nuove entità al database (**Tabella 2**).

ENTITÀ	DESCRIZIONE	INFORMAZIONE SPAZIALE
DECIMA	Imposta consistente nella decima parte della rendita di un beneficio	NO
BENEFICIO	Bene ecclesiastico sulla cui rendita veniva riscossa la decima	NO
ENTE ECCLESIASTICO	Ente titolare del beneficio	NO
DIOCESI	Diocesi di riferimento dell'ente ecclesiastico	NO

Tabella 2: descrizione delle nuove entità inserite nel database in seguito all'integrazione del *Quaternus Decimarum*.

Per la decima si è resa necessaria la creazione di un'entità distinta dalle altre imposte, poiché spesso i benefici ecclesiastici venivano tassati insieme, con la stessa decima: in questi casi si fa riferimento ad un'unità di decima. L'entità "Decima" è stata quindi messa in relazione con "Imposta" attraverso una relazione uno a molti. La stessa cardinalità sussiste tra "Beneficio" e "Imposta", tra "Ente Ecclesiastico" e "Beneficio" e tra "Diocesi" ed "Ente Ecclesiastico". All'interno della fonte *Quaternus Decimarum* sono citati anche i titolari dei benefici; la relazione che sussiste tra "Personaggio" e "Beneficio" è di tipo molti a molti, poiché un personaggio poteva essere titolare di più benefici, ma un beneficio poteva anche essere intitolato a più personaggi.

Infine l'entità "Ufficiale" inserita nella prima versione del modello è stata eliminata, poiché, al di là della fonte *Quaterni Declaracionum*, essa non aveva rilevanza per le altre due fonti. Le sue caratteristiche sono state inglobate all'interno dell'entità "Personaggio" grazie alla strutturazione di attributi specifici: la mansione svolta dal personaggio storico (sia che si trattasse di un

ufficiale che di colui che pagava la tassa) è individuabile nel campo “qualifica”, l’eventuale titolo nobiliare (o ecclesiastico) nel campo “titolo”. Conseguentemente anche le relazioni tra le ex entità “Ufficiale” e “Personaggio” e le altre entità del database sono state riassociate con la nuova entità, modificando, ove occorresse, le cardinalità. Inoltre, laddove sussistevano cardinalità uno a molti tra le singole istanze di “Personaggio” e di “Ufficiale” (un personaggio storico poteva aver avuto qualifiche diverse in periodi diversi) si è resa necessaria una duplicazione dei record nella nuova entità “Personaggio”.

La **Figura 5** mostra il modello entità-relazioni relativo all’inserimento di queste nuove fonti, completo di tutti gli attributi. La rappresentazione di entità, relazioni e attributi è leggermente diversa rispetto a quella rappresentata nella Figura 4, ma equivalente nella sostanza. Le entità georeferenziate sono caratterizzate dall’intestazione evidenziata in rosso, quelle non georeferenziate sono evidenziate in giallo e le “tabelle ponte”, rappresentazione delle relazioni molti a molti, in grigio. Le entità e gli attributi implementati sono stati descritti all’interno di un dizionario dei dati. La compilazione del dizionario è di fondamentale importanza, in quanto esso risulta uno strumento necessario per comprendere le caratteristiche delle fonti e dei dati relativi. In **Appendice** a questo testo è possibile consultare il dizionario dei dati relativo ai *Quaterni Declaracionum*.

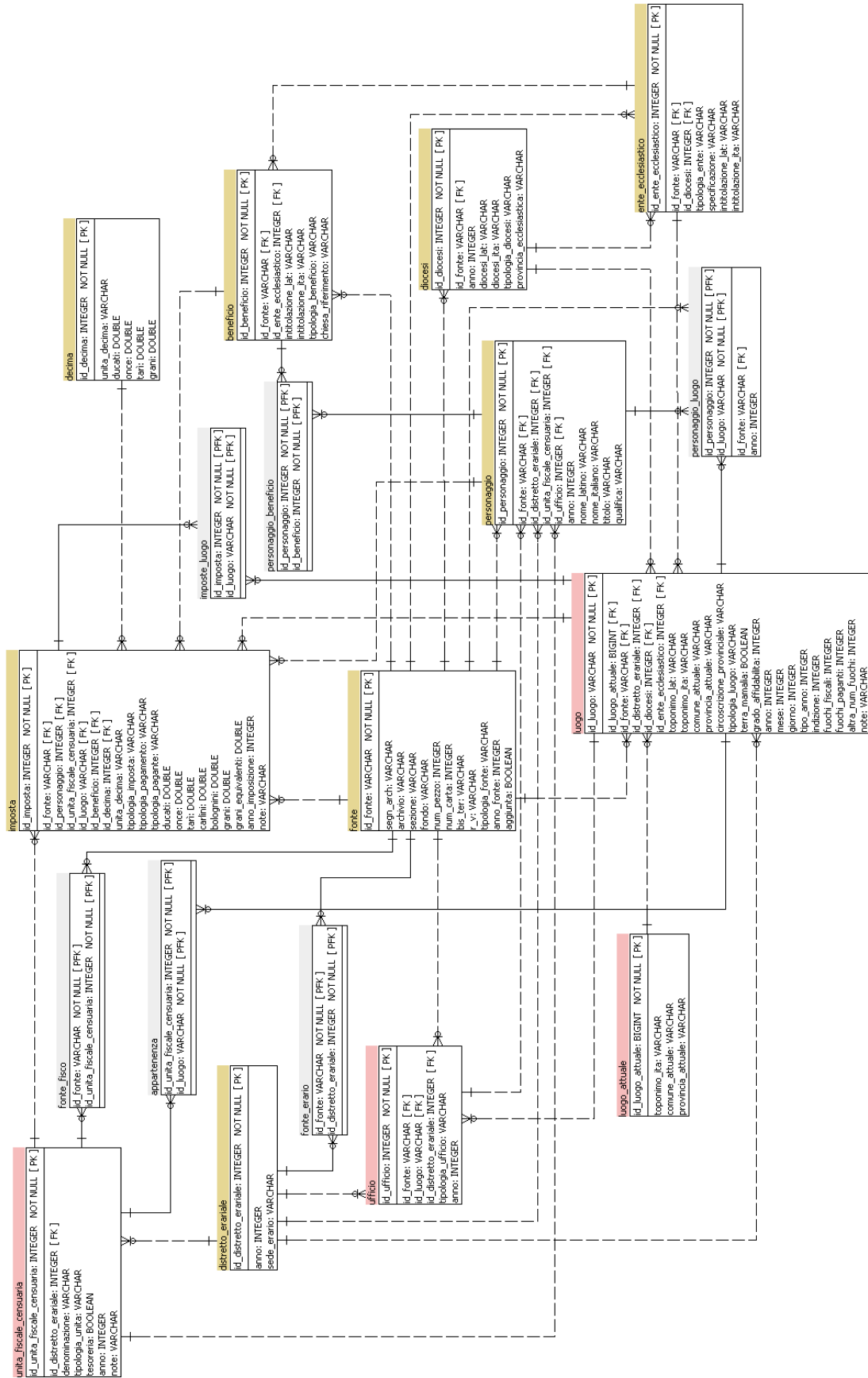


Figura 5: il modello Entità-Relazioni del database storico.

Il modello è stato realizzato con il software freeware SQL Power Architect – Community Edition, che, oltre alla semplice funzionalità di disegno, consente di effettuare un’operazione di *forward engineering*, ossia di esportare il modello con sintassi DDL (Data Description Language) e di generare lo *Schema* del database. I DBMS supportati in questo processo sono diversi: Oracle, MySQL, Microsoft Server SQL e altri ancora; la scelta è ricaduta in questo caso sul DBMS Open Source PostgreSQL [3].

Di seguito, in **Figura 6**, viene riportato uno stralcio del DDL generato con SQL Power Architect, relativo alla creazione della tabella “Ufficio”, della sua chiave primaria (*primary key*) e delle chiavi esterne (*foreign key*) ereditate.

La chiave primaria è costituita da uno o più attributi identificativi, contenenti un codice univoco per ciascun record appartenente all’entità. La chiave primaria serve anche per mettere in relazione le diverse entità. Nel caso di relazione con cardinalità uno a molti (1,n) la chiave primaria dell’entità padre viene ereditata dall’entità figlio come chiave esterna. Nel caso invece di relazione con cardinalità molti a molti (m,n) è necessario costruire una cosiddetta “tabella ponte”, la quale esplicita la cardinalità ereditando le chiavi primarie delle due entità coinvolte nella relazione. Una “tabella ponte” non è un’entità, pur avendone la stessa struttura; la sua chiave primaria è costituita dalla coppia di chiavi esterne delle entità associate.

```
CREATE TABLE public.ufficio (  
  
    id_ufficio INTEGER NOT NULL,  
  
    id_luogo VARCHAR(12) NOT NULL,  
  
    id_fonte VARCHAR(20) ,  
  
    id_distretto_erariale INTEGER,  
  
    anno INTEGER,  
  
    tipologia_ufficio VARCHAR(45) ,  
  
    est_x DOUBLE PRECISION,  
  
    nord_y DOUBLE PRECISION,
```

```
        CONSTRAINT ufficio_pk PRIMARY KEY (id_ufficio)
) WITH OIDS;

ALTER TABLE public.ufficio ADD CONSTRAINT luogo_ufficio_fk
FOREIGN KEY (id_luogo)
REFERENCES public.luogo (id_luogo)
ON DELETE NO ACTION
ON UPDATE NO ACTION
NOT DEFERRABLE;

ALTER TABLE public.ufficio ADD CONSTRAINT fonte_ufficio_fk
FOREIGN KEY (id_fonte)
REFERENCES public.fonte (id_fonte)
ON DELETE NO ACTION
ON UPDATE NO ACTION
NOT DEFERRABLE;

ALTER TABLE public.ufficio ADD CONSTRAINT
distretto_erariale_ufficio_fk
FOREIGN KEY (id_distretto_erariale)
REFERENCES public.distretto_erariale (id_distretto_erariale)
ON DELETE NO ACTION
ON UPDATE NO ACTION
NOT DEFERRABLE;
```

Figura 6: lo schema DDL dell'entità Ufficio nel linguaggio SQL.

Le motivazioni che hanno portato a questa scelta sono molteplici: in primo luogo PostgreSQL è un prodotto molto solido e collaudato, utilizzato in moltissimi ambiti e da svariate piattaforme web (Yahoo!, Instagram, TripAdvisor, OpenStreetMap, per citare i più noti) [4]. Inoltre grazie all'estensione PostGIS [5] è possibile gestire la componente spaziale presente nelle entità georeferenziate, e visualizzare le relative geometrie all'interno di un software GIS, come QGIS Desktop o ArcGIS for Desktop. La piattaforma PostgreSQL + PostGIS consente di realizzare uno *Spatial DBMS*, ossia un DBMS in grado di supportare lo speciale datatype GEOMETRY.

Infine, dopo valutazioni di fattibilità economica del progetto, basate sulla capacità di sviluppare e mantenere il sistema per un lungo periodo di tempo e con risorse economiche limitate, si è deciso di optare per l'utilizzo di software Open Source e gratuiti come scelta preferenziale, e il pacchetto PostgreSQL – PostGIS risponde pienamente a queste caratteristiche.

2.3. La georeferenziazione dei toponimi

Come già accennato, si è deciso di rappresentare i toponimi con delle geometrie puntuali, seguendo un approccio prudentiale derivante dall'incertezza nella definizione dell'estensione geografica dei territori.

I *Quaterni Declaracionum* sono stati finora l'unica fonte interessata da una georeferenziazione manuale dei toponimi, mentre *Liber Focorum* e *Quaternus Decimarum* sono stati georeferenzati in maniera automatica con il servizio Web BatchGeo.

2.3.1. Georeferenziazione manuale

Ogni centro citato nei *Quaterni Declaracionum* è stato georeferenzato, attraverso l'attribuzione di coordinate piane, ed è stato assegnato un coefficiente numerico chiamato "grado di affidabilità" che varia da 1 a 5 all'aumentare del livello di precisione della georeferenziazione (Carrion et al., 2008). La **Tabella 3** ne dà una descrizione, mentre la **Tabella 4** ne indica i dati

statistici, relativamente ai toponimi elencati nei *Quaterni*: ben l'87 % di essi è stato identificato con un grado di affidabilità pari a 3.

L'attività di georeferenziazione manuale e di attribuzione dell'indice di affidabilità è stata svolta dal gruppo di ricerca di storici medievalisti, grazie ad approfonditi studi realizzati sulla fonte e sulle dinamiche territoriali dell'epoca.

GRADO DI AFFIDABILITÀ	PRECISIONE	DESCRIZIONE
1	Scarsa	Toponimi con scarsissime notizie
2	Bassa	Toponimi incerti
3	Media	Città
4	Alta	Piccoli agglomerati abitativi
5	Elevata	Edifici isolati

Tabella 3: grado di affidabilità della georeferenziazione.

GRADO DI AFFIDABILITÀ	# TOPONIMI QUATERNI DECLARACIONUM	PERCENTUALE
Dato mancante	3	1.5 %
1	1	0.5 %
2	0	0.0 %
3	174	87.0 %
4	16	8.0 %
5	6	3.0 %
TOTALE	200	100.0 %

Tabella 4: statistiche relative al grado di affidabilità dei toponimi citati nei *Quaterni Declaracionum*.

2.3.2. Georeferenziazione automatica

La georeferenziazione manuale consente di ottenere una buona precisione nella localizzazione della maggior parte dei toponimi. Tuttavia non è ancora stato possibile effettuare questa attività per il *Liber Focorum* e per il *Quaternus Decimarum*. Pertanto per queste fonti si è deciso di eseguire un processo di georeferenziazione automatica con l'ausilio del servizio Web BatchGeo [6], un servizio di geolocalizzazione gratuito che riceve in input degli elenchi di toponimi e ne restituisce la posizione su mappa, qualora trovi una corrispondenza rispetto alla sua base di dati. A differenza della versione Pro, la versione gratuita consente di caricare solo 250 record per volta, perciò l'elaborazione di grandi moli di dati risulta lenta e macchinosa. Tuttavia per processare i 1809 toponimi del *Liber Focorum* e i 225 del *Quaternus Decimarum* i tempi richiesti sono accettabili.

Il principale svantaggio della georeferenziazione automatica risiede nella rilevante percentuale di mancata o errata localizzazione dei toponimi che possono verificarsi: prendendo ad esempio il *Liber Focorum*, su 1809 toponimi ne sono stati geolocalizzati 1620 (89.5 %), poiché il servizio non ha riconosciuto i rimanenti 189. Una prima analisi dei toponimi geolocalizzati ha permesso di individuare 81 posizionamenti sicuramente errati, poiché posizionati al di fuori dei confini del Regno di Napoli a causa di omonimie.

Osservando la **Figura 7** seguente, si evidenziano ulteriori errori di posizionamento. I toponimi sono infatti rappresentati in base alla circoscrizione provinciale storica di appartenenza, circoscrizioni che ricalcano in parte le province attuali: risalta subito all'occhio che molti toponimi non sono posizionati dove ce li si aspetterebbe, cioè all'interno della "macchia di colore" corrispondente.

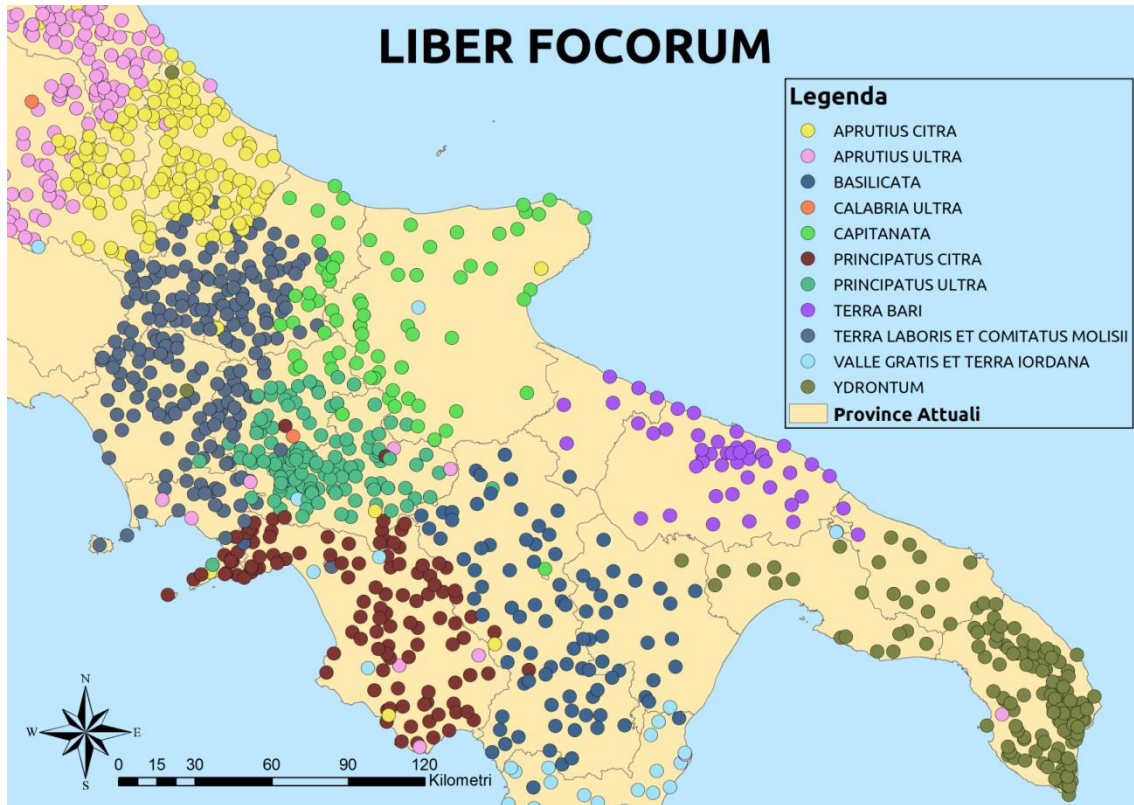


Figura 7: toponimi elencati nel *Liber Focorum* suddivisi per circoscrizione provinciale. Sono evidenti errori di posizionamento.

La georeferenziazione automatica non può essere quindi che uno strumento di supporto da utilizzare come base di partenza per la successiva georeferenziazione manuale. Anche i toponimi posizionati all'apparenza correttamente andranno comunque controllati uno ad uno.

2.4. Il popolamento del database

L'inserimento delle informazioni nel database, che in gergo tecnico viene indicato con il termine popolamento, ha richiesto un radicale intervento preliminare di ristrutturazione dei dati tabellari, realizzata con Microsoft Excel, per creare le tabelle con cui popolare le entità.

Esse sono state successivamente esportate nel formato CSV (*comma-separated value*) per poi essere importate all'interno della struttura del database. Sempre in riferimento all'entità Ufficio, il codice SQL utilizzato per popolarla con i dati estratti dalle fonti è riportato in **Figura 8**.

```
COPY ufficio
FROM 'C:\\ufficio.csv'
WITH
    DELIMITER AS ';'
    NULL AS '<Null>';
```

Figura 8: *script SQL per il popolamento del database.*

Le geometrie puntuali con cui devono essere rappresentati in mappa i record delle entità georeferenziate vengono generate mediante l'uso delle funzioni di PostGIS. I campi "est_x" e "nord_y", in cui sono elencate le coordinate est e nord di ciascun toponimo, servono come input per creare il nuovo campo "geom" contenente la geometria puntuale ed espresso con lo speciale *datatype* PostGIS "geometry". Il sistema di riferimento con cui le coordinate puntuali sono rappresentate è WGS84, UTM fuso 33; il codice SRID 32633 (*Spatial Reference System Identifier*), identificativo del sistema di riferimento è quello indicato dall'EPSG (*European Petroleum Survey Group*). La funzione PostGIS che genera la geometria si chiama *AddGeometryColumn*. Si veda la **Figura 9:**

```
SELECT AddGeometryColumn (
    'ufficio', 'geom', 32633, 'POINT', 2);
UPDATE ufficio
SET geom = ST_Setsrid(
    ST_Makepoint(est_x, nord_y),
    32633);
```

Figura 9: *Script SQL per creare le geometrie, sfruttando le funzionalità di PostGIS.*

Effettuando delle *query*, cioè delle interrogazioni sui dati presenti nelle tabelle, è possibile costruire delle viste. Nel database storico sono state create alcune viste sfruttando le relazioni tra le entità, utilizzando il costrutto JOIN del linguaggio SQL; le viste possono essere rappresentate come tabelle all'interno del database.

Lo *script* SQL mostrato in **Figura 10** fa riferimento alla vista creata con un operazione di *join* tra le entità Distretto Erariale e Ufficio. La sintassi con cui la *query* è stata creata è tipica del linguaggio SQL e basata sui comandi SELECT e FROM.

```
CREATE VIEW ufficio_distretto_erariale (  
    id_ufficio,  
    tipologia_ufficio,  
    anno,  
    id_distretto_erariale,  
    sede_erario  
)  
WITH OIDS AS  
SELECT  
    ufficio.id_ufficio,  
    ufficio.tipologia_ufficio,  
    ufficio.anno,  
    distretto_erariale.id_distretto_erariale,  
    distretto_erariale.sede_erario  
FROM  
    distretto_erariale FULL JOIN ufficio  
ON  
    distretto_erariale.id_distretto_erariale = ufficio.  
    id_distretto_erariale  
ORDER BY ufficio.id_ufficio, distretto_erariale.id_distretto_erariale;
```

Figura 10: Creazione di una vista, risultante dall'operazione di *join* tra due entità associate.

3. PUBBLICAZIONE DEL DATABASE ED INTEGRAZIONE DEI METADATI

Uno dei principali ambiti su cui si è concentrata la ricerca all'interno del progetto ha riguardato la pubblicazione su Web del database spaziale storico. La condivisione dei dati tra gruppi di ricerca differenti era infatti uno degli obiettivi fondamentali del progetto.

I principali requisiti richiesti al sistema possono essere riassunti come segue:

- utilizzo di software Open Source, considerando il budget limitato a disposizione;
- accesso a tutte le tabelle del database, incluse quelle che non contengono dati georeferenziati;
- accesso alle relazioni tra le entità;
- possibilità di visualizzare i risultati delle *query* effettuate in tabella sulle mappe e viceversa;
- facilità di utilizzo;
- semplicità (per ridurre le risorse necessarie sia per lo sviluppo del sistema che per la sua manutenzione).

Nel corso degli anni sono state sperimentate diverse soluzioni, legate anche alle tecnologie a disposizione in quel momento: è stato inizialmente realizzato un prototipo di WebGIS, costruito interamente con software FOSS, inserito all'interno del sito www.geografiemedievali.polimi.it; in una seconda fase, coincidente con le attività svolte nel corso del presente dottorato di ricerca, si è deciso di realizzare un prototipo di geoportale, utilizzando la piattaforma Web Open Source GeoNode e focalizzandosi in particolare sulla problematica dell'integrazione dei metadati.

Nel **Paragrafo 3.1** sono descritte in sintesi le caratteristiche del WebGIS; nel **Paragrafo 3.2** si analizzano in maniera più approfondita le peculiarità del geoportale, mentre nel **Paragrafo 3.3** viene fatto un confronto tra le due soluzioni, affiancandole ad altre possibili soluzioni non sperimentate.

3.1. Il WebGIS “Geografie dell’Italia Medievale”

La prima soluzione individuata per la pubblicazione dei dati storici è un WebGIS implementato con tecnologia OpenSource (Zambrano, 2013 e Carrion, Migliaccio, Minini e Zambrano, 2014). I requisiti richiesti al servizio erano i seguenti:

- visualizzazione dei dati georiferiti, localizzati su una mappa di base;
- individuazione della posizione e del significato degli oggetti visualizzati, grazie alla rappresentazione in legenda;
- funzionalità di “accensione/spegnimento” dei vari strati informativi spaziali;
- interrogazione della mappa e degli strati informativi presenti nel database storico;
- ricerca di informazioni d’interesse tramite appositi riquadri.

Il WebGIS è stato strutturato in due schede, che consentono di consultare i dati con modalità differenti: la modalità “WebGIS” (**Figura 11**) e la modalità “Mostra tabella” (**Figura 12**).

Con la modalità “WebGIS” è possibile visualizzare la rappresentazione cartografica degli oggetti contenuti nelle entità georeferenziate del database storico relative ai *Quaterni Declaracionum* (“Luogo”, “Luogo attuale”, “Ufficio” e “Unità fiscale”), navigare la mappa grazie alle funzionalità di *zoom* e *pan*, effettuare analisi spaziali semplici attraverso strumenti di misura, effettuare ricerche di luoghi tramite *geocoding*.

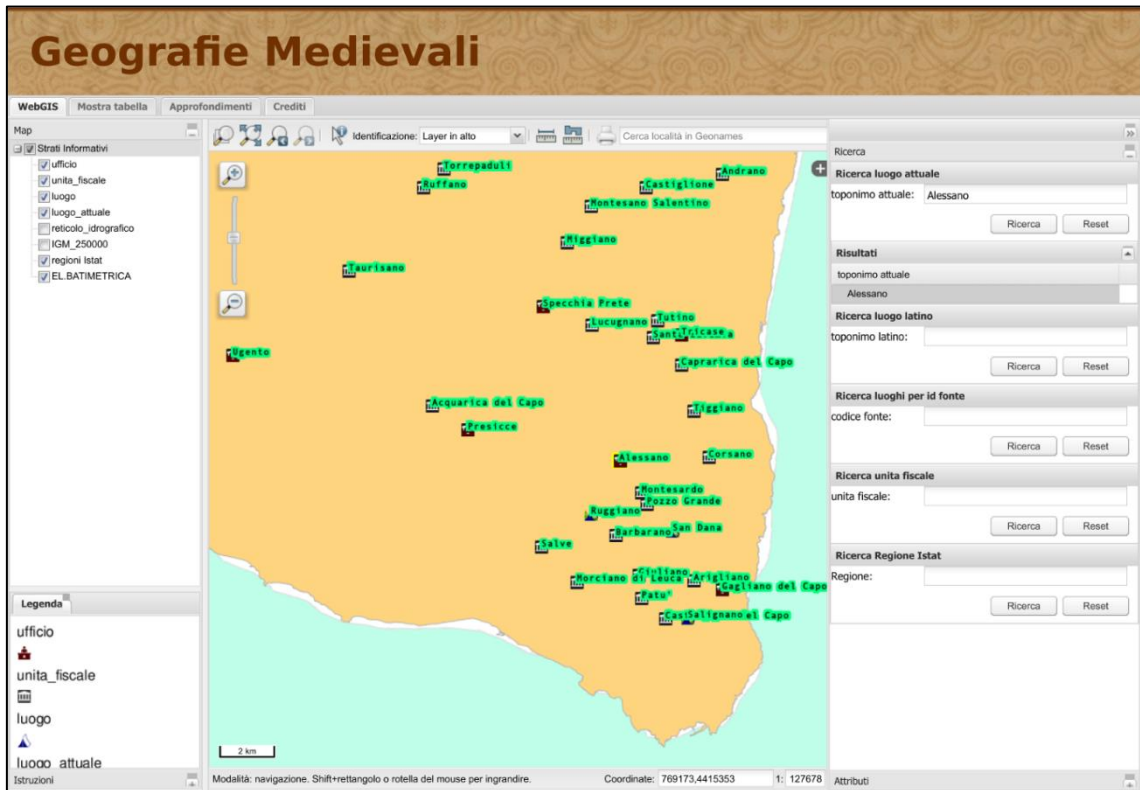


Figura 11: la modalità “WebGIS” dell’applicazione web “Geografie dell’Italia medievale”.

Nella scheda “Mostra tabella” sono contenute tutte le informazioni relative al database storico, georiferite e non, sotto forma tabellare. Oltre alle tabelle che contengono i dati con cui sono state popolate le singole entità, sono state create anche delle viste, partendo da entità tra loro relazionate, grazie ad operazioni di *join*. In questo modo è possibile effettuare sia interrogazioni semplici che interrogazioni complesse sui dati.

Geografie Medievali

WebGIS | Mostra tabella | Approfondimenti | Crediti

Tabelle e Viste

Ricerca Avanzata records: 277

id unita fiscale	toponimo ita	anno	tesoreria
2171458	Stigliano	1458	false
1011458	Acaya	1458	false
1011459	Acaya	1459	false
1021458	Acquarica del Capo	1458	false
1021459	Acquarica del Capo	1459	false
1031458	Acquarica di Lecce	1458	false
1031459	Acquarica di Lecce	1459	false
1041458	Alessano	1458	false
1041459	Alessano	1459	false
1051458	Alliste	1458	false
1051459	Alliste	1459	false
1061458	Andrano	1458	false
1061459	Andrano	1459	false
1071458	Arigliano	1458	false
1071459	Arigliano	1459	false
1081458	Arnesano	1458	false
1081459	Arnesano	1459	false
1091458	Avetrana	1458	false
1091459	Avetrana	1459	false
1101458	Bagnolo del Salento	1458	false
1101459	Bagnolo del Salento	1459	false
1111458	Barbarano	1458	false
1111459	Barbarano	1459	false
1121458	Borgagne	1458	false
1121459	Borgagne	1459	false
1131458	Botrugno	1458	false
1131459	Botrugno	1459	false
1141458	Brindisi	1458	false
1151458	Campi Salentina e Novoli	1458	false
1151459	Campi Salentina e Novoli	1459	false
1161458	Cannole	1458	false
1161459	Cannole	1459	false
1171458	Caprarica del Capo	1458	false
1171459	Caprarica del Capo	1459	false

Figura 12: la modalità “Mostra tabella” dell’applicazione web “Geografie dell’Italia medievale”.

A livello di architettura software, il WebGIS presenta la tipica struttura *client-server*. Facendo riferimento alla **Figura 13**, si osserva che il DBMS PostgreSQL-PostGIS, la componente GIS di gestione dei dati spaziali (QGIS Server) e il modulo di pubblicazione dei dati (Apache) sono allocati tutti all’interno di un server, che scambia le informazioni con il client attraverso Internet. Nello specifico, la componente server è rappresentata da una *Virtual Machine* Linux installata su un server Windows del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano.

Il lato client è stato implementato con la tecnologia HTML5, costituito dai linguaggi HTML, CSS e JavaScript. Questo “pacchetto” rappresenta la tecnologia più diffusa per la creazione di pagine Web: la componente HTML si occupa del contenuto delle pagine, la componente CSS dello stile con cui vengono presentate, la componente JavaScript del loro comportamento, ovvero dell’interazione degli utenti col sito Web. L’interfaccia grafica si basa su QGIS Web Client, un applicativo basato sulla libreria JavaScript GeoExt, che

unisce le funzionalità grafiche di ExtJS e le funzionalità di web mapping di OpenLayers.

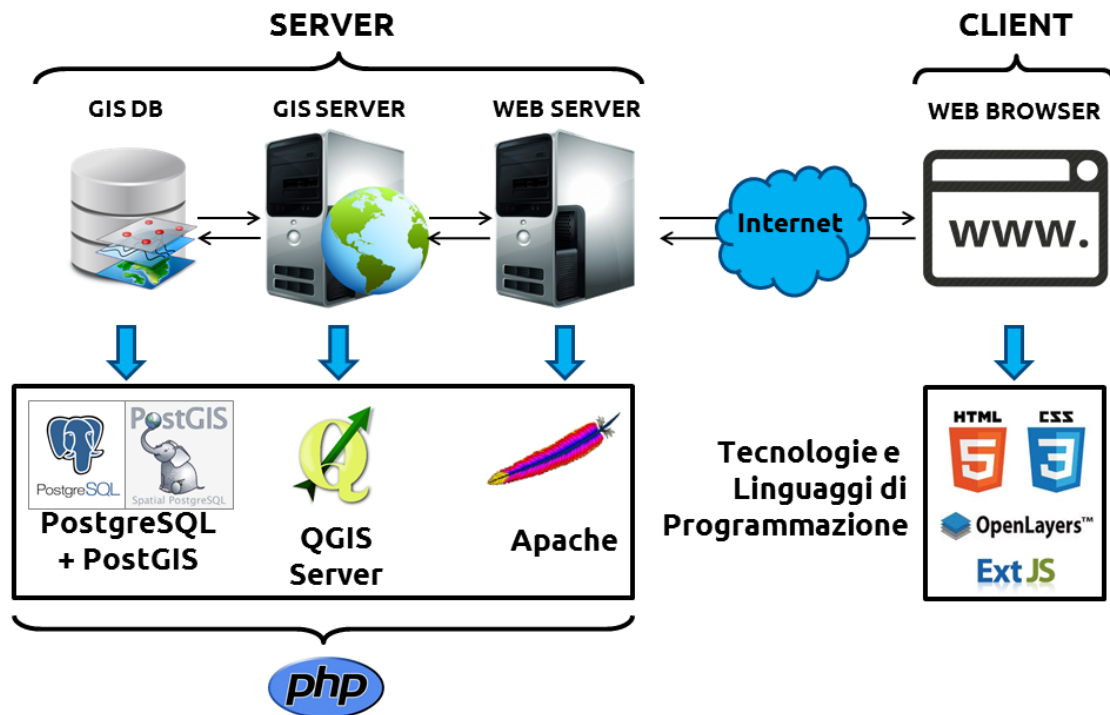


Figura 13: l'architettura *client-server* su cui si basa il WebGIS.

3.2. Il geoportale per la ricerca storica

Il prototipo di geoportale è stato realizzato con GeoNode [7], che rappresenta una delle piattaforme Web più diffuse per la realizzazione di geoportali, che possono diventare parte integrante di Infrastrutture Dati Territoriali (SDI – Spatial Data Infrastructures).

3.2.1. Infrastrutture Dati Territoriali e Geoservizi

Il termine *Spatial Data Infrastructure* è stato coniato nel 1993 dallo U.S. National Research Council. Una SDI consiste nell'insieme di tecnologie, metodi, politiche ed accordi istituzionali tesi a facilitare la creazione, lo scambio e l'utilizzo dei dati geospaziali e delle relative fonti d'informazione, attraverso una comunità che condivide le informazioni. Consente di gestire i

dati spaziali e i relativi attributi, i metadati e gli strumenti di ricerca, di visualizzazione e di interrogazione dei dati.

Nella concezione originale, una SDI è uno strumento che dovrebbe essere applicato dai vari enti amministrativi (Comuni, Province, Regioni, Stati) a supporto della gestione del territorio, alle diverse scale territoriali, e come servizio fornito ai cittadini. Nella pratica risulta però un'infrastruttura adatta anche ad applicazioni come quella qui descritta, in cui l'obiettivo è fornire un supporto per utenti specifici (gli storici medievisti) adatto a soddisfare le specifiche esigenze per cui è stato progettato (la ricerca storica su fonti d'archivio).

Esistono diversi tipi di standard dedicati alla pubblicazione di geoservizi sul Web, definiti dall'Open Geospatial Consortium (OGC), un'organizzazione internazionale nata con lo scopo di dettare le linee guida riguardanti gli standard aperti per la condivisione dei dati geospaziali. Riguardo alla pubblicazione dei dati archiviati nel database storico, i servizi Web considerati per questo progetto sono due: WMS (*Web Map Service*) e WFS (*Web Feature Service*).

Il protocollo WMS è tra i due quello più semplice, nel senso che consente all'utente un minor numero di operazioni sui dati spaziali. Lo strato informativo pubblicato come servizio WMS è restituito come mappa georeferenziata sotto forma di immagine raster (ad esempio nel formato JPEG o PNG). Un *layer* in formato WMS può essere integrato all'interno di un WebGIS o di un geoportale e da qui visualizzato all'interno di un Web Browser, ma può essere caricato anche in un progetto creato con un software GIS desktop, ad esempio con ArcGIS for Desktop o con QGIS Desktop. Lo standard WMS si adatta molto bene alla pubblicazione di *BaseMap*, ossia di mappe da utilizzare come sfondo cartografico, quali ortofoto, immagini satellitari e carte tecniche digitalizzate.

Le funzionalità di base dello standard WMS sono mostrate nel file XML associato al servizio, attraverso 3 richieste (*request*):

- **GetCapabilities:** fornisce una descrizione dei dati pubblicati e dei parametri relativi alle richieste fatte al servizio. Riguarda quindi la gestione dei metadati associati ai dati geografici.
- **GetMap:** si occupa della visualizzazione dei dati richiesti, cioè della creazione della mappa.
- **GetFeatureInfo:** fornisce informazioni sul contenuto della mappa e sugli attributi degli strati informativi.

Le prime due operazioni sono obbligatorie, la terza è opzionale e riguarda la capacità di interrogazione del servizio (i servizi di questo tipo sono indicati come *queryable WMS*).

Il protocollo WFS è più potente rispetto al WMS, poiché non si occupa solo di dare una restituzione grafica del dato, ma ne fornisce anche le caratteristiche geometriche originali. I servizi WFS si occupano quindi della gestione dei dati in formato vettoriale, le cui geometrie possono essere descritte da punti, linee, poligoni o solidi.

Le funzionalità di base dello standard WFS sono anch'esse incluse in un file XML e sono:

- **GetCapabilities:** analogamente al WMS, fornisce una descrizione dei dati pubblicati e dei parametri relativi alla richieste fatte al servizio.
- **DescribeFeatureType:** fornisce la descrizione delle *feature*, cioè della geometria degli strati informativi.
- **GetFeature:** restituisce le caratteristiche geometriche dei dati e rende possibile effettuare operazioni di interrogazione spaziale e non spaziale dei dati.
- **Transaction:** consente la manipolazione dei dati con operazioni di creazione, aggiornamento ed eliminazione delle geometrie e degli attributi ad esse associate.
- **LockFeature:** consente di bloccare le richieste su una o più istanze durante una *Transaction*.

I servizi WFS che supportano solo le prime tre funzionalità sono definiti come *read-only*, cioè usufruibili in modalità di sola lettura. Se permettono operazioni di *Transaction* vengono chiamati *Transactional* e identificati con l'acronimo

WFS-T. Se infine supportano anche il *LockFeature* vengono definiti WFS “completi”.

3.2.2. La piattaforma GeoNode

GeoNode è un sistema multipiattaforma, può essere installato su diversi sistemi operativi (Windows, Linux, Mac OS X). Nel caso specifico si è deciso di installarlo su una *Virtual Machine* Linux (Xubuntu 14.04.4 LTS), al fine di lavorare interamente con tecnologia Open Source e di partire da una macchina “pulita”, cioè senza altre configurazioni precedenti, causate dall’installazione di altri software, che possono generare situazioni di conflitto o di non funzionamento.

L’installazione è una procedura molto semplice, a differenza di quelle di altre piattaforme analoghe, che risultano molto più complesse ed adatte ad utenti esperti: sono necessari solo poche istruzioni da riga di comando per ottenere un sistema funzionante (**Figura 14**).

```
sudo add-apt-repository ppa:geonode/stable  
  
sudo apt-get update  
  
sudo apt-get install geonode  
  
sudo geonode-updateip 131.175.29.87  
  
geonode createsuperuser
```

Figura 14: i comandi da eseguire nella *shell* di Xubuntu per installare la piattaforma GeoNode.

Al fine di consentire la pubblicazione del geoportale su Web, è stato assegnato un indirizzo IP statico alla macchina virtuale.

Il pacchetto GeoNode include l’installazione del DBMS spaziale costituito da PostgreSQL + PostGIS e del server GIS GeoServer [8]. I dati spaziali caricati attraverso l’interfaccia di GeoNode sono archiviati come vettori PostGIS

all'interno di un database PostgreSQL. GeoServer si occupa invece della condivisione delle informazioni spaziali archiviate nel DBMS: questi dati sono quindi pubblicati come servizi Web secondo le specifiche tecniche dell'OGC.

3.2.3. Architettura software del geoportale

La piattaforma GeoNode presenta un'architettura *client-server* abbastanza simile a quella realizzata per il WebGIS. Come visto in precedenza, la componente *server* è costituita da PostgreSQL e da PostGIS per quanto riguarda l'archiviazione dei dati e la gestione della componente spaziale, e da GeoServer per quanto concerne la pubblicazione e condivisione dell'informazione spaziale secondo gli standard dell'*Open Geospatial Consortium*.

L'interfaccia grafica di GeoNode è gestita lato client dalla piattaforma Django, un *Web Framework* Open Source scritto in Python. Infine la visualizzazione delle mappe e dei *layer* è affidata all'applicativo web GeoExplorer, basato sulle librerie JavaScript GeoExt, analogamente a QGIS Web Client, che a loro volta rappresentano l'unione di OpenLayers e di ExtJS. OpenLayers si occupa di gestire il caricamento, la visualizzazione e la renderizzazione delle mappe sul Web Browser, mentre ExtJS è un *framework* JavaScript, molto utilizzato nell'ambito della costruzione di pagine Web, che si occupa della presentazione grafica dei contenuti.

L'architettura completa, riportata nella documentazione ufficiale di GeoNode è rappresentata in **Figura 15**.

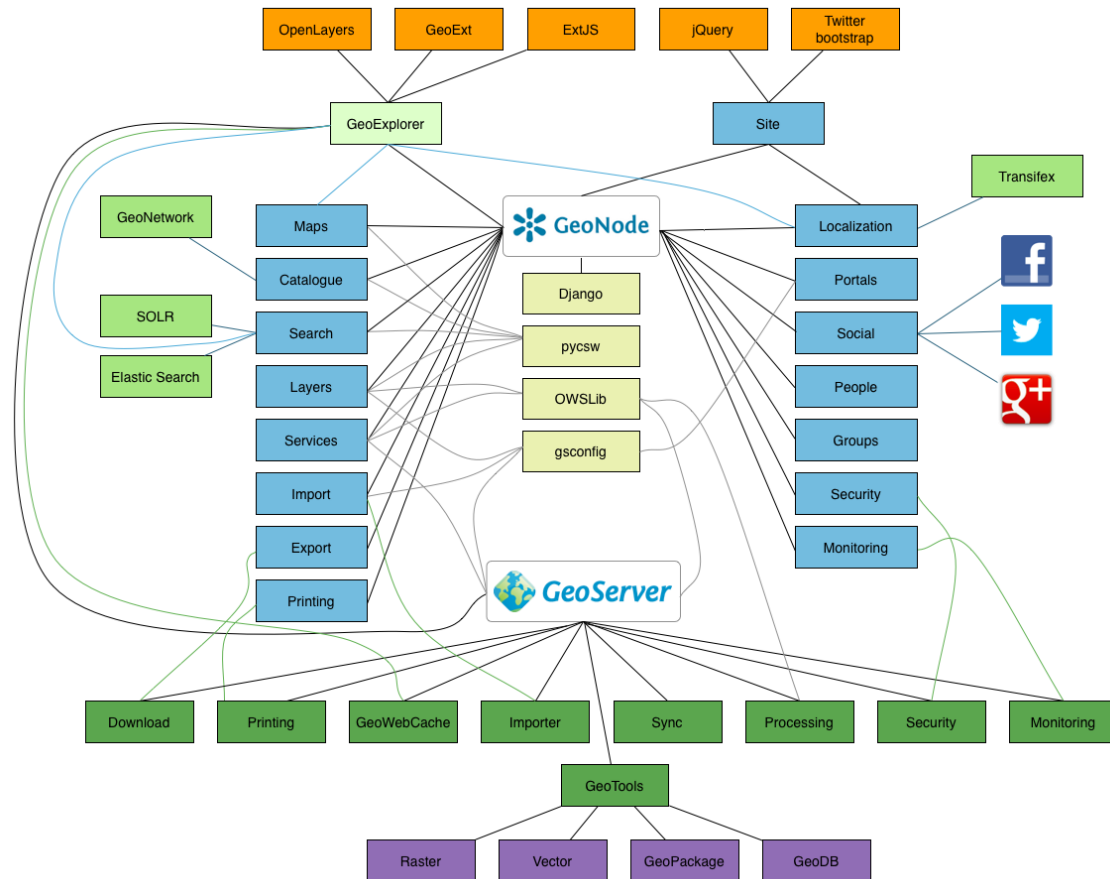


Figura 15: l'architettura software di GeoNode.

3.2.4. Contenuti del geoportale e pagina Home

Il geoportale realizzato con GeoNode è composto da una serie di pagine Web dinamiche, che ne illustrano le caratteristiche e i contenuti. Esse sono:

- Home
- Mappe
- Documenti
- Utenti
- Gruppi

La pagina "Home" (**Figura 16**) rappresenta il punto di accesso al geoportale ed ai suoi contenuti: innanzitutto è presente una breve descrizione del sito; il titolo "Geografie Medievali" è rimasto inalterato rispetto a quello del prototipo di WebGIS.

I contenuti del geoportale (*layer*, mappe e utenti) sono elencati in estrema sintesi nella parte inferiore della pagina, e i bottoni sottostanti consentono di aggiungere nuovi *layer*, di creare mappe o di visualizzare le informazioni relative agli utenti iscritti al geoportale. Di default l'interfaccia GeoNode consente solamente il caricamento di dati vettoriali in formato ESRI shapefile e di dati raster in formato GeoTIFF. Sfruttando l'interazione con GeoServer è però possibile connettersi ad un DBMS PostgreSQL già esistente e caricare direttamente in GeoNode i vettori PostGIS presenti nel database. Questa operazione è stata realizzata per connettersi al database storico senza dover convertire prima i vettori in formato shapefile. I dati vettoriali sono pubblicati da GeoServer secondo gli standard WMS, per la visualizzazione su Web, e WFS-T per consentire di effettuare modifiche geometriche o testuali.

GeoNode Layers Mappe Documenti Utenti Gruppi Search

Geografie Medievali

"Geografie Medievali" è una prima sperimentazione in Italia di un WebGIS di cartografia storica (o Historical WebGIS), finalizzato a restituire la pluralità delle geografie italiane con particolare riferimento ai secoli finali del Medio Evo e agli inizi dell'età moderna (XIII-XVI sec.)

Se hai domande sul software o sul servizio, iscriviti alla nostra [mailing list](#).

Hai bisogno di aiuto? [Iniziare](#)

4 Layers

Visualizza e scarica i dati geografici ricavati dalle fonti storiche medievali.

[Add layers »](#)

1 Mappa

Visualizza e naviga le mappe relative alle fonti storiche medievali e scarica gli strati informativi.

[Creare mappe »](#)

5 Utenti

Gli utenti registrati al sito possono caricare facilmente i dati geospaziali in diversi formati.

[Visualizza gli utenti »](#)

Fornito da: [GeoNode](#) *Versione 2.4* | [Sviluppatori](#) | [A proposito](#) Italiano ▾

Figura 16: la pagina d'accesso ai contenuti del geoportale "Geografie medievali".

3.2.5. Gestione dei *layer* e dei metadati

La pagina “Layers” (**Figura 17**) contiene l’elenco delle anteprime degli strati informativi caricati nel geoportale. L’immagine riferita al *layer* consente di visualizzare l’anteprima, sovrapposta ad una *basemap* di *default* (MapQuest Open); il testo è invece un estratto della descrizione del *layer* inserita in fase di compilazione dei metadati.

The screenshot shows the GeoNode interface for the 'Layers' section. The top navigation bar includes 'Layers', 'Mappe', 'Documenti', 'Utenti', and 'Gruppi'. The main heading is 'Esplora Layer' with a 'Carica Layer' button. On the left, there are filters for 'TESTO', 'TIPO' (set to 'Vector'), 'CATEGORIE', 'PAROLE CHIAVE', 'OWNERS', 'DATA', 'REGIONI', and 'ESTENSIONE'. The main content area displays a list of layers with a total count of 4. The visible layers are:

- Ufficio (QD)**: Rappresenta gli uffici esattoriali citati all'interno della fonte storica "Quaterni Declaracionum", registro di ingressi e uscite del Principato di Taranto riferito agli anni 1446-1463. Attributi: - Anno: indicazione dell'anno solare a cui fa riferimento la fonte; nel caso di anno indizionale si...
- Luogo (QD)**: No abstract provided.
- Unità Fiscale (QD)**: No abstract provided.

Figura 17: la pagina “Layers” relativa agli strati informativi contenuti nel geoportale.

Selezionando uno dei *layer* elencati, si entra nella pagina di gestione del *layer* (**Figura 18**).

The screenshot shows the GeoNode web interface. At the top, there's a navigation bar with 'Layers', 'Maps', 'Documents', 'People', and 'Groups' menus, a search bar, and a 'guido' logo. The main content area is titled 'Ufficio (QD)'. Below the title is a map of the Taranto region in Italy, with numerous red 'X' symbols indicating office locations. To the right of the map are several buttons: 'Download Layer', 'Edit Layer', and 'Download Metadata'. Below these is a 'Legend' section showing a red 'X' symbol. Further down, there's a 'Maps using this layer' section with a link to 'Quaterni Declaracionum'. At the bottom right, there's a 'Create a map using this layer' section with a 'Create a Map' button. Below the map, there's an 'Info' section with the following details:

Title Ufficio (QD)
Abstract Rappresenta gli uffici esattoriali citati all'interno della fonte storica "Quaterni Declaracionum", registro di ingressi e uscite del Principato di Taranto riferito agli anni 1446-1463.

Figura 18: pagina di gestione dello strato informativo.

Da qui l'amministratore del geoportale ha la possibilità di intervenire su varie caratteristiche legate al *layer*:

- Configurazione degli stili: si definiscono le modalità con cui lo strato informativo è rappresentato in mappa (simbologia, colori, dimensioni). Lo stile associato ad un *layer* è contenuto all'interno di un file SLD (*Styled Layer Descriptor*), archiviato e gestito in GeoServer. SLD è un linguaggio di *markup* basato sullo schema di XML (*eXtensible Markup Language*), i cui parametri di configurazione sono contenuti all'interno di speciali *tag*. Di seguito (**Figura 19**) si riporta un estratto del file SLD associato all'entità Ufficio, nel quale si descrivono forma, colore di riempimento e del contorno e dimensione del simbolo.

```
<sld:Mark>
  <sld:WellKnownName>x</sld:WellKnownName>
  <sld:Fill>
    <sld:CssParameter name="fill">#ff0000</sld:CssParameter>
  </sld:Fill>
  <sld:Stroke>
    <sld:CssParameter name="stroke">#808080</sld:CssParameter>
  </sld:Stroke>
</sld:Mark>
<sld:Size>16</sld:Size>
```

Figura 19: personalizzazione dello stile con cui vengono rappresentati i simboli in legenda.

- Creazione e modifica dei dati: una volta caricati nel geoportale, i dati di tipo vettoriale possono essere modificati, con operazioni di aggiunta, eliminazione o aggiornamento delle geometrie e delle informazioni testuali presenti nelle tabelle degli attributi ad essi associati, sfruttando lo standard WFS-T che consente l'*editing* sui dati. Queste operazioni possono essere effettuate direttamente sui *layer* visualizzati sulla mappa Web.
- Download dei dati: i *layer* possono essere scaricati in locale in diversi formati. Quelli di maggior interesse per i dati di tipo vettoriale inseriti nel geoportale sono: shapefile (come cartella compressa in formato ZIP), GML, KML e GeoJSON. Inoltre è possibile scaricare i soli attributi in formato tabellare (XLSX o CSV) o le immagini non georeferenziate delle geometrie (formati PNG, JPEG o PDF).
- Creazione e modifica dei metadati: i metadati rappresentano le informazioni che descrivono lo strato informativo, sia dal punto di vista geometrico che dei contenuti. Nello specifico i campi di maggior interesse riguardanti i contenuti sono il titolo, l'*abstract* (descrizione sintetica dei contenuti), gli attributi, le *keyword* (parole chiave), la categoria di riferimento dei dati, la regione di interesse (contesto spaziale), il periodo

(contesto temporale), la lingua, eventuali restrizioni d'uso o licenze. Relativamente alla geometria è indicato il tipo di rappresentazione spaziale (vettoriale, raster, viste tridimensionali, ecc.). I metadati associati a ciascun *layer* sono visualizzati in fondo alla pagina, sotto l'anteprima di mappa.

- Download dei metadati: è possibile effettuare il download dei metadati secondo diversi *schema* in formato XML, corrispondenti ad altrettanti standard internazionali: ISO (*International Organization for Standardization*), FGDC (*Federal Geographic Data Committee*), ebRIM (*electronic business Registry Information Model*), Dublin Core, DIF (*Directory Interchange Format*) e Atom. In **Figura 20** viene mostrata una porzione del file XML dei metadati del *layer* "Ufficio" in formato ISO19115, che insieme a ISO19139 rappresenta lo standard ufficiale per questo tipo di informazioni. Si noti la tipica struttura gerarchica del linguaggio XML, in cui gli elementi e i sottoelementi sono racchiusi all'interno di *tag* ed indentati. Le informazioni contenute nei *tag* sono di tipo testuale, per cui XML è un linguaggio adatto sia per essere interpretato da una macchina che per essere consultato da un utente. Nella figura è visibile il *tag* relativo all'*abstract* di descrizione dell'entità.
- Assegnazione di permessi: l'amministratore del geoportale può decidere con che modalità gli utenti o gruppi di utenti possono avere accesso alle informazioni. I permessi riguardano sia la possibilità di consentire ad altri di svolgere le operazioni viste in precedenza (configurazione degli stili, download ed *editing* dei dati e dei metadati), sia che essi possano a loro volta assegnare permessi ad altri utenti.

```

- <gmd:abstract>
- <gco:CharacterString>
  Rappresenta gli uffici esattoriali citati all'interno della fonte storica "Quaterni Declaracionum", registro di ingressi e uscite del Principato di
  Taranto riferito agli anni 1446-1463. Attributi: - Anno: indicazione dell'anno solare a cui fa riferimento la fonte; nel caso di anno
  indizionale si indica l'anno solare su cui si estende maggiormente l'anno indizionale - Tipologia_ufficio: tipologia di ufficio - Est_x:
  coordinata cartografica metrica Est UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame - Nord_y:
  coordinata cartografica metrica Nord UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame
  <gco:CharacterString>
</gmd:abstract>
<gmd:purpose gco:nilReason="missing"> </gmd:purpose>
- <gmd:status>
  <gmd:MD_ProgressCode codeSpace="ISOTC211/19115" codeList="http://www.isotc211.org/2005/resources/Codelist
  /gmxCodelists.xml#MD_ProgressCode" codeListValue="completed">completed</gmd:MD_ProgressCode>
</gmd:status>
- <gmd:resourceMaintenance>
- <gmd:MD_MaintenanceInformation>
- <gmd:maintenanceAndUpdateFrequency>
  <gmd:MD_MaintenanceFrequencyCode codeSpace="ISOTC211/19115" codeList="http://www.isotc211.org/2005/resources/Codelist
  /gmxCodelists.xml#MD_MaintenanceFrequencyCode"
  codeListValue="asNeeded">asNeeded</gmd:MD_MaintenanceFrequencyCode>
</gmd:maintenanceAndUpdateFrequency>
</gmd:MD_MaintenanceInformation>
</gmd:resourceMaintenance>
- <gmd:graphicOverview>
- <gmd:MD_BrowseGraphic>
- <gmd:fileName>
- <gco:CharacterString>
  http://127.0.0.1/uploaded/thumbs/layer-85d603d2-e137-11e5-853e-080027ebb928-thumb.png
</gco:CharacterString>

```

Figura 20: il file XML dei metadati relativi ad un *layer* in formato ISO19115.

3.2.6. Gestione delle mappe e dei documenti

La **Figura 21** mostra la pagina “Mappe” che, analogamente alla pagina “Layers”, mostra l’anteprima delle mappe create nel geoportale e un *abstract* del contenuto di ognuna.

The screenshot shows the GeoNode interface for the 'Mappe' section. At the top, there is a navigation bar with 'Layers', 'Mappe', 'Documenti', 'Utenti', and 'Gruppi' menus, a search bar, and a user profile for 'guido'. The main heading is 'Esplora mappe' with a 'Crea una nuova mappa' button. On the left, there are filter options: 'Cart' (Add resources through the "Add to cart" buttons, Set Permissions), 'Filters' (TESTO, CATEGORIE, PAROLE CHIAVE, OWNERS, DATA, REGIONI, ESTENSIONE), and a 'Pulisci' button. The main content area shows 'Total: 1' map. The map thumbnail is titled 'SOCIETY Quaterni Declaracionum' and includes the description: 'Fonte storica medievale. Registra incassi (introitus) e spese (exitus) del Principato di Taranto negli anni dal 1446 al 1463.' Metadata includes the user 'guido', date '3 Mar 2016', views '6', and '0' likes/shares. A 'View Map' link is present. At the bottom, there is a footer with 'Fornito da: GeoNode Versione 2.4 | Sviluppatori | A proposito' and a language dropdown set to 'Italiano'.

Figura 21: la pagina “Mappe” mostra le mappe create nel geoportale.

Selezionando la mappa desiderata si accede alla schermata di gestione, del tutto simile a quella relativa ai *layer* (**Figura 22**): è possibile visualizzare la mappa, modificarla, compilare i metadati associati alla mappa ed assegnare i permessi agli utenti ed ai gruppi. Il download prevede lo scaricamento di tutti i *layer* visualizzabili in mappa attraverso un unico file ZIP contenente i dati in formato shapefile.

GeoNode Layers Maps Documents People Groups Search

Quaterni Declaracionum

Download Map

Edit Map

View Map

Map Layers
This map uses the following layers:
MB.IGM100000.33
Luogo (QD)
Luogo Attuale (QD)
Ufficio (QD)
Unità Fiscale (QD)

Documents related to this map
List of documents related to this map:
ERD Quaterni Declaracionum
Quaterni Declaracionum

Permissions
Specify which users can view or modify this map
Change Permissions of this Map

Info Share Ratings Comments

Title Quaterni Declaracionum
Abstract Fonte storica medievale. Registra incassi (introitus) e spese (exitus) del Principato di Taranto negli anni dal 1446 al 1463.
Publication Date March 3, 2016, 8:52 a.m.
Category Society

Figura 22: pagina di gestione della mappa.

La mappa “*Quaterni Declaracionum*” (**Figura 23**) contiene le entità georeferenziate relative all’omonima fonte medievale (“Luogo”, “Luogo attuale”, “Ufficio”, “Unità fiscale”).

La mappa di base utilizzata come sfondo è la cartografia dell’IGM (Istituto Geografico Militare) in scala 1:250.000, digitalizzata e in seguito pubblicata come servizio WMS sul Geoportale Nazionale Italiano [9]. Per consentirne la visualizzazione è richiesta una personalizzazione del file “local_settings.py”, che consente di accedere a servizi Web esterni che altrimenti verrebbero bloccati. In fondo al codice va aggiunta la riga:

```
PROXY_ALLOWED_HOSTS = ['wms.pcn.minambiente.it']
```

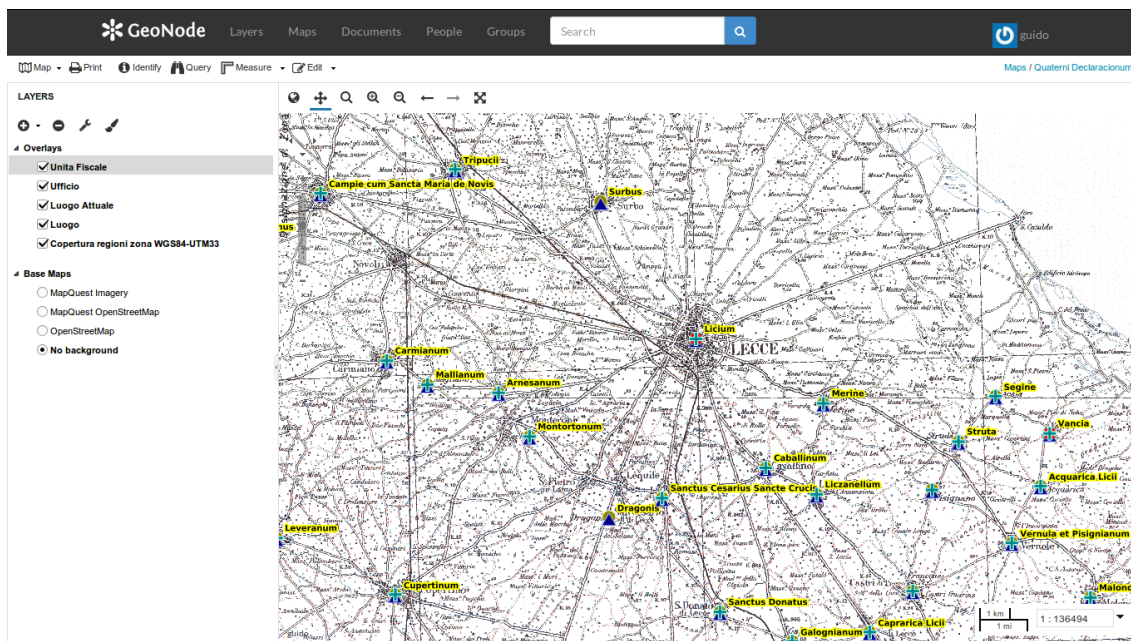


Figura 23: la mappa relativa alla fonte storica *Quaterni Declaracionum*.

La pagina “Documenti” (Figura 24) mostra tutti i file che possono essere aggiunti alla piattaforma che non hanno caratteristiche spaziali: è consentito caricare svariati tipi formati di file, tra cui immagini, documenti di testo, fogli elettronici, presentazioni e cartelle compresse.

Nel geoportale “Geografie Medievali” sono state caricate le informazioni tabellari relative a tutte le entità, georeferenziate e non georeferenziate, contenute nel database storico. Per poter essere caricate sono state convertite nel formato XSLX di Microsoft Excel, pertanto non mostrano le relazioni con cui sono tra loro associate all’interno del database.

The screenshot shows the GeoNode interface for the 'Documents' section. At the top, there is a navigation bar with 'Layers', 'Mappe', 'Documenti', 'Utenti', and 'Gruppi' tabs, a search bar, and a user profile for 'guido'. Below the navigation, the page title is 'Esplora Documenti' with a 'Carica Documenti' button. A 'Cart' section on the left provides instructions on adding resources and setting permissions. A 'Filters' section on the left includes a 'TESTO' filter, a search box, and a 'DOCUMENT TYPE' filter with options for 'Text' (15 items) and 'Image' (1 item). Below the filters are several category buttons: 'CATEGORIE', 'PAROLE CHIAVE', 'OWNERS', 'DATA', 'REGIONI', and 'ESTENSIONE'. The main content area shows a list of documents with a total of 16 items. The first document is an ERD diagram titled 'ERD Quaterni Declaracionum' by 'guido', dated 4 Mar 2016, with 1 view and 0 likes. The second document is a spreadsheet titled 'Quaterni Declaracionum' by 'guido', dated 4 Mar 2016, with 1 view and 0 likes. The third document is a spreadsheet titled 'Unità Fiscale (QD)' by 'guido', dated 4 Mar 2016, with 0 views and 0 likes.

Figura 24: la pagina “Documenti” elenca i dati non spaziali inseriti nel geoportale.

3.2.7. Gestione di utenti e gruppi

Come già sottolineato, il geoportale permette la gestione degli utenti e di gruppi di utenti con caratteristiche comuni. Essi sono creati e vengono elencati nelle rispettive pagine “Utenti” e “Gruppi”, visibili in **Figura 25** e in **Figura 26**.

A titolo di esempio, nel geoportale “Geografie Medievali” sono stati inseriti alcuni profili utente, che sono stati successivamente raggruppati in base all’università di provenienza: Università del Salento per il gruppo di ricerca degli storici medievalisti e Politecnico di Milano per il gruppo di geomática, afferente al dipartimento DICA.

La creazione di gruppi consente di assegnare con facilità i permessi relativi alla consultazione e alla modifica dei dati, soprattutto quando il numero di utenti iscritti al servizio diventa ragguardevole.

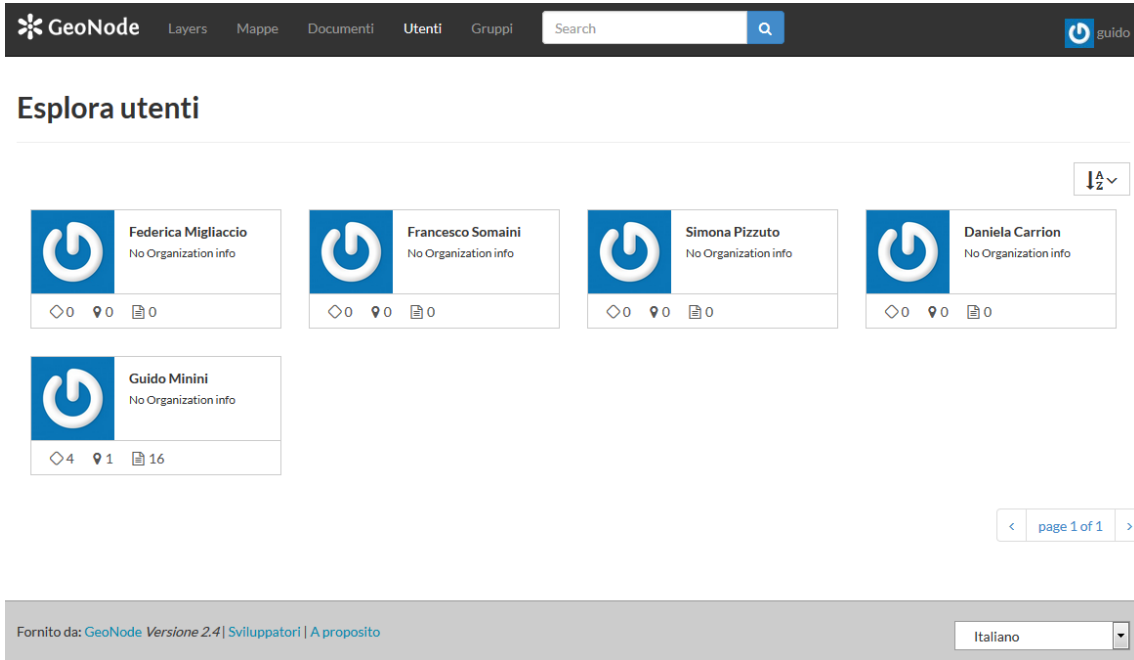


Figura 25: la pagina di gestione degli utenti.

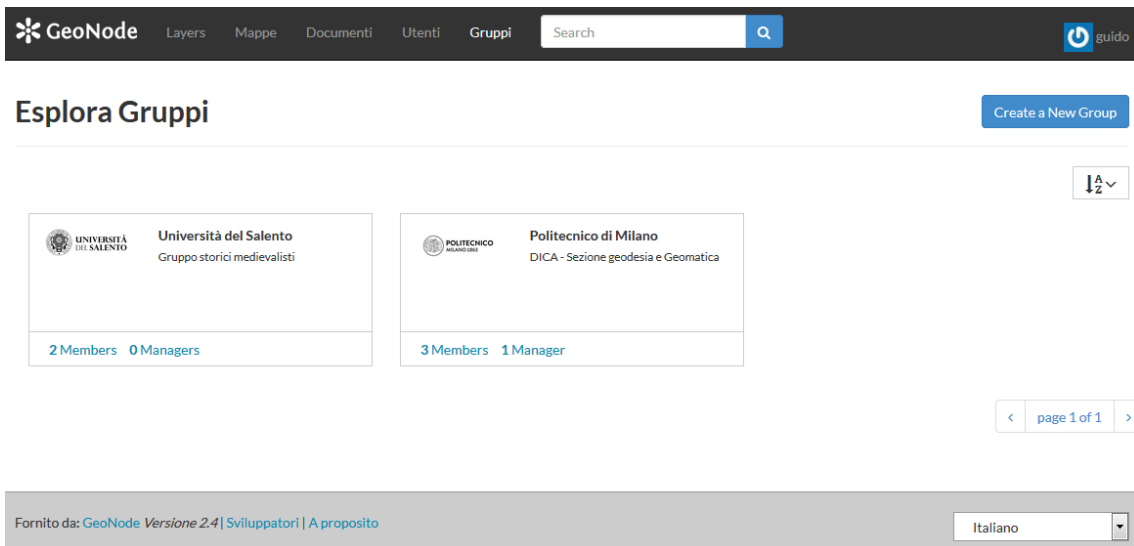


Figura 26: la pagina di gestione dei gruppi di utenti.

3.3. Confronto tra differenti geoservizi

Confrontando le due soluzioni prese in esame per la pubblicazione dei dati storici, si può genericamente affermare che un WebGIS rappresenta uno dei possibili servizi disponibili attraverso un geoportale, quello adibito alla gestione dei dati spaziali ed alla rappresentazione cartografica su Web di essi. Un geoportale è una piattaforma molto più articolata, che oltre a mostrare i dati spaziali fornisce maggiori possibilità di interazione con essi, quali lo scaricamento in locale delle informazioni, geometriche e non geometriche, e la consultazione di cataloghi dei metadati.

Nello specifico i due prototipi di WebGIS e di geoportale realizzati per pubblicare le "Geografie Medievali" sono stati realizzati con approcci abbastanza differenti, anche in base alle tecnologie GIS Open Source disponibili all'epoca della realizzazione di ognuno.

Il WebGIS è stato caratterizzato da una forte "customizzazione" delle sue caratteristiche, cioè da interventi di personalizzazione a livello di codice, focalizzati sia sulla visualizzazione della mappa, ma anche e soprattutto sulla consultazione delle tabelle degli attributi associate alle entità e sull'interrogazione dei dati. Il geoportale invece si è appoggiato ad una piattaforma che fornisce più strumenti allo sviluppatore, semplificando la fase implementativa grazie alle interfacce grafiche disponibili. Queste caratteristiche hanno un impatto diretto su uno dei requisiti elencati ad inizio capitolo, cioè la semplicità di sviluppo e di manutenzione del sistema: gestire un geoservizio già standardizzato ed ampiamente documentato risulta ovviamente più semplice che gestirne uno molto più personalizzato, soprattutto quando si rendono necessari interventi di modifica a livello di strutturazione del database o aggiunte di nuove funzionalità.

La semplicità di utilizzo è invece un requisito soddisfatto da entrambi i sistemi: uno storico medievista non deve essere necessariamente un esperto di GIS per poter consultare i dati storici e le mappe di suo interesse.

Continuando ad analizzare i requisiti, il prototipo di geoportale non presenta la parte di consultazione del database a livello tabellare online: le tabelle degli attributi infatti sono presenti solo in formato di fogli elettronici, scaricabili

singolarmente, pertanto l'interrogazione può avvenire solo in locale e non su Web. Per ottenere anche questa funzionalità sarebbe necessario un intervento di ristrutturazione del codice, analogamente a quanto fatto per il WebGIS.

La possibilità di visualizzare i risultati delle *query* effettuate sui dati tabellari in mappa e, viceversa, di evidenziare in tabella i record corrispondenti alle geometrie selezionate, non è stata implementata nei due geoservizi: nel WebGIS infatti la pagina "Mostra Tabella" non è connessa con il visualizzatore delle mappe, mentre, come già detto, nel geoportale le tabelle degli attributi non sono consultabili su Web. In entrambi i casi il requisito richiesto sarebbe ottenibile solo attraverso un'implementazione *ad hoc* delle funzionalità, agendo sul codice del geoservizio.

Un'altra criticità, evidenziata da entrambi i sistemi, riguarda la gestione delle relazioni implementate nel database: esse non risultano accessibili direttamente in nessuno dei due casi. Nel prototipo di WebGIS si è ovviato creando alcune viste a partire da operazioni di *join* sulle tabelle; analogamente, nel prototipo di geoportale i fogli elettronici corrispondenti alle viste possono essere scaricati in formato XSLX accedendo alla pagina "Documenti".

Alla luce di quanto scritto sopra, è utile esaminare altre possibili soluzioni, da considerare in alternativa o ad integrazione rispetto a quelle già esplorate. Quella più percorribile potrebbe essere l'integrazione delle funzionalità del geoportale con quelle di un software GIS desktop: il database PostgreSQL-PostGIS può essere pubblicato su un server, al quale il software desktop si può connettere, permettendo la visualizzazione in locale degli strati informativi e delle informazioni tabellari delle entità spaziali e non spaziali presenti nel database. Con questa architettura GIS, i dati risultano interrogabili in maniera più complessa in locale; il risultato delle *query* sulle tabelle può essere visualizzato in mappa, e viceversa. Comunque, anche in questo caso, le relazioni implementate nel database non risultano direttamente accessibili all'interno del GIS desktop, ma devono essere ricostruite con operazioni di *join*, che possono essere effettuate a posteriori in locale oppure direttamente all'interno del database come viste.

Il software desktop GIS più indicato per questa soluzione è QGIS Desktop, che attualmente rappresenta l'alternativa Open Source più diffusa e più completa a sistemi GIS proprietari. Una sperimentazione di questa architettura è stata già realizzata.

La seguente **Tabella 5** riassume le caratteristiche delle tre soluzioni appena approfondite, con riferimento al soddisfacimento dei requisiti richiesti al geoservizio.

	Prototipo WebGIS	Prototipo Geoportale	Geoportale + Desktop GIS
Software Open Source	Sì	Sì	Sì
Semplicità di mantenimento	No	Sì	Sì
Semplicità di utilizzo	Sì	Sì	Sì
Gestione dei metadati	No	Sì	Sì
Accesso alle tabelle del database	Sì	Sì (in locale)	Sì (in locale)
Visualizzazione sulla mappa dei risultati delle <i>query</i> sui dati tabellari e viceversa	No (Implementabile)	No (Implementabile)	Sì (in locale)
Accesso alle relazioni del database	Viste (su Web)	Viste (in locale)	Viste (in locale)

Tabella 5: Confronto delle tre soluzioni analizzate per la pubblicazione di dati spazialmente riferiti.

Tra i servizi Web standardizzati dall'OGC, esiste anche un protocollo specifico per la gestione delle relazioni tra informazioni tabellari e dati georeferenziati: il *Table Joining Service*, identificato con l'acronimo TJS. La sua applicazione consentirebbe di gestire le problematiche legate all'accesso alle relazioni del

database storico, tuttavia TJS è uno standard attualmente ancora poco diffuso (Grothe e Brentjens, 2013) e non supportato ufficialmente da GeoServer o da altri *map server*, pertanto il suo utilizzo non è stato al momento preso in considerazione.

Per completare la panoramica delle possibili soluzioni alternative a quelle sperimentate, è possibile citare anche le applicazioni GIS proprietarie, che offrono molti più strumenti pronti all'uso rispetto ad un sistema Open Source, ma al prezzo di costi delle licenze non trascurabili. La *software house* sicuramente più importante al mondo nell'ambito dei GIS è l'azienda statunitense ESRI, che mette a disposizione una vastissima gamma di software sia nel contesto dei desktop GIS che in quello dei server GIS. Per quanto riguarda la pubblicazione dei dati ESRI mette a disposizione il software ArcGIS for Server, che consente di condividere i dati geografici sia attraverso i formati dell'OGC sia con formati proprietari. Questi dati possono poi essere visualizzati ed interrogati all'interno di mappe Web create con ArcGIS Online o con Web AppBuilder. Quest'ultimo in particolare è un applicativo molto potente, poiché mette a disposizione un gran numero di *widget*, cioè di strumenti utili a visualizzare la mappa ed interrogare i dati geografici: è possibile scegliere tra diverse mappe di base fornite da ESRI, visualizzare ed interrogare le tabelle degli attributi, cambiare l'ordine di visualizzazione dei *layer*, aggiungere servizi di *routing* (calcolo dei percorsi più veloci) ed attivare molti altri servizi.

Una soluzione a pagamento è sicuramente vantaggiosa per tutti questi aspetti, ma difficilmente applicabile ad un progetto con risorse economiche limitate qual è quello delle "geografie medievali".

4. ELABORAZIONI IN AMBIENTE GIS

La connessione tra il database di dati storici archiviato nel DBMS PostgreSQL-PostGIS e QGIS Desktop permette di sfruttare gli strumenti GIS disponibili all'interno del software desktop per produrre, a partire dai dati archiviati, elaborazioni e mappe che forniscono agli storici utili prospettive per lo studio del territorio e delle fonti alle diverse epoche.

4.1. Aggregazione di dati con caratteristiche comuni

Una delle elaborazioni più utili per effettuare analisi spaziali implica l'aggregazione dei dati tabellari sulla base di caratteristiche comuni. I layout rappresentati nelle figure successive ne sono un esempio.

La **Figura 27** si riferisce ai dati del *Quaternus Decimarum*, relativi all'imposizione fiscale del 1478, che prevedeva la tassazione dei benefici ecclesiastici nel dominio del Regno di Napoli. Gli importi relativi alla *Decima* da pagare per ciascun beneficio sono stati aggregati in base alla diocesi a cui la tassa veniva pagata. Ne risulta una rappresentazione degli introiti ricevuti da ciascuna diocesi. Al fine di comparare i dati registrati, si è creata un'unità di misura aggregata, il *grano equivalente*, essendo il *grano* la moneta di minor valore tra quelle circolanti all'epoca. La formula con cui si ricavano i *grani equivalenti* è la seguente:

$$\text{Grani Equivalenti} = \text{Grani} + \text{Tarì} \times 20 + \text{Ducati} \times 100 + \text{Once} \times 600$$

Osservando la mappa, si nota che le diocesi che hanno ricevuto il maggior incasso da questa tassazione sono le Diocesi di Acherenza, Capua, Lecce, Lucera e Trani.

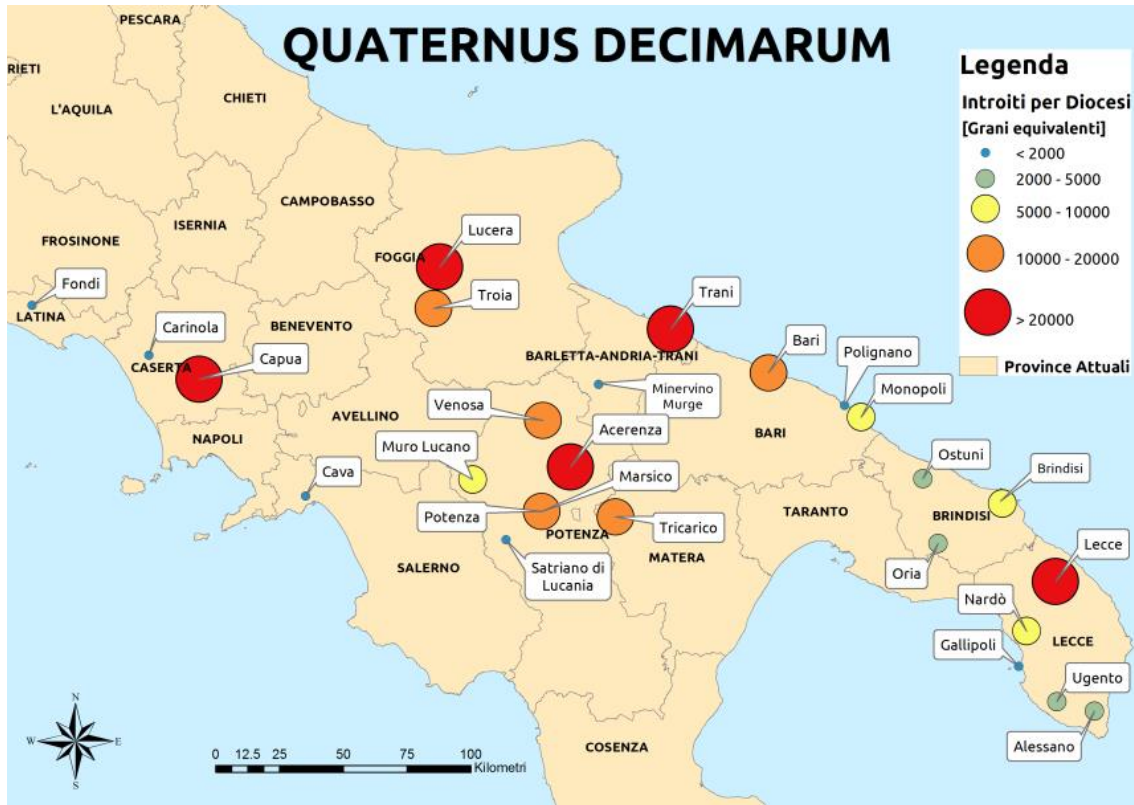


Figura 27: introiti risultanti dalla riscossione della *Decima* aggregati per ciascuna diocesi.

Lo stesso tipo di analisi è stata effettuata anche per i dati fiscali elencati nel *Liber Focorum Regni Neapolis*. L'imposta in questo caso è il *Focatico*, calcolato in base ai nuclei familiari (*fuochi*) soggetti alla contribuzione in ogni centro. In questo caso l'imposizione riguarda due anni differenti, il 1447 e il 1449. Secondo gli studi storici la prima è stata calcolata in base ad un censimento dei fuochi dello stesso anno (1447), la seconda invece è stata ricalcolata in base ad un censimento precedente, risalente al 1443.

I *layout* presenti nelle prossime figure mostrano aggregazioni analoghe a quella realizzata per il *Quaternus Decimarum*, ma in questo caso non ci si riferisce alle diocesi, ma alle circoscrizioni provinciali storiche. La **Figura 28** mostra gli introiti per ciascuna circoscrizione provinciale, relativi alle imposizioni del 1447 e del 1449. La **Figura 29** mostra i fuochi censiti per ogni circoscrizione nel 1447 e nel 1443.

Si osserva immediatamente che il censimento del 1447 è parziale, non interessa tutto il Regno di Napoli ma solo alcune circoscrizioni, al contrario di

quello del 1443, di conseguenza l'imposizione del 1447 si basa su dati non completi. Un'altra caratteristica che viene evidenziata bene consultando le mappe è la corrispondenza diretta tra la numerosità dei fuochi e l'entità della tassazione, che si può rilevare in molti casi, ma con alcune eccezioni: osservando i *layout* relativi alla tassazione del '49 ed al censimento del '43, si nota che Terra di Bari e Calabria Ultra hanno ricevuto introiti simili, nell'ordine di grandezza dei 200000 - 400000 grani equivalenti, ma la seconda è molto più popolosa della prima.

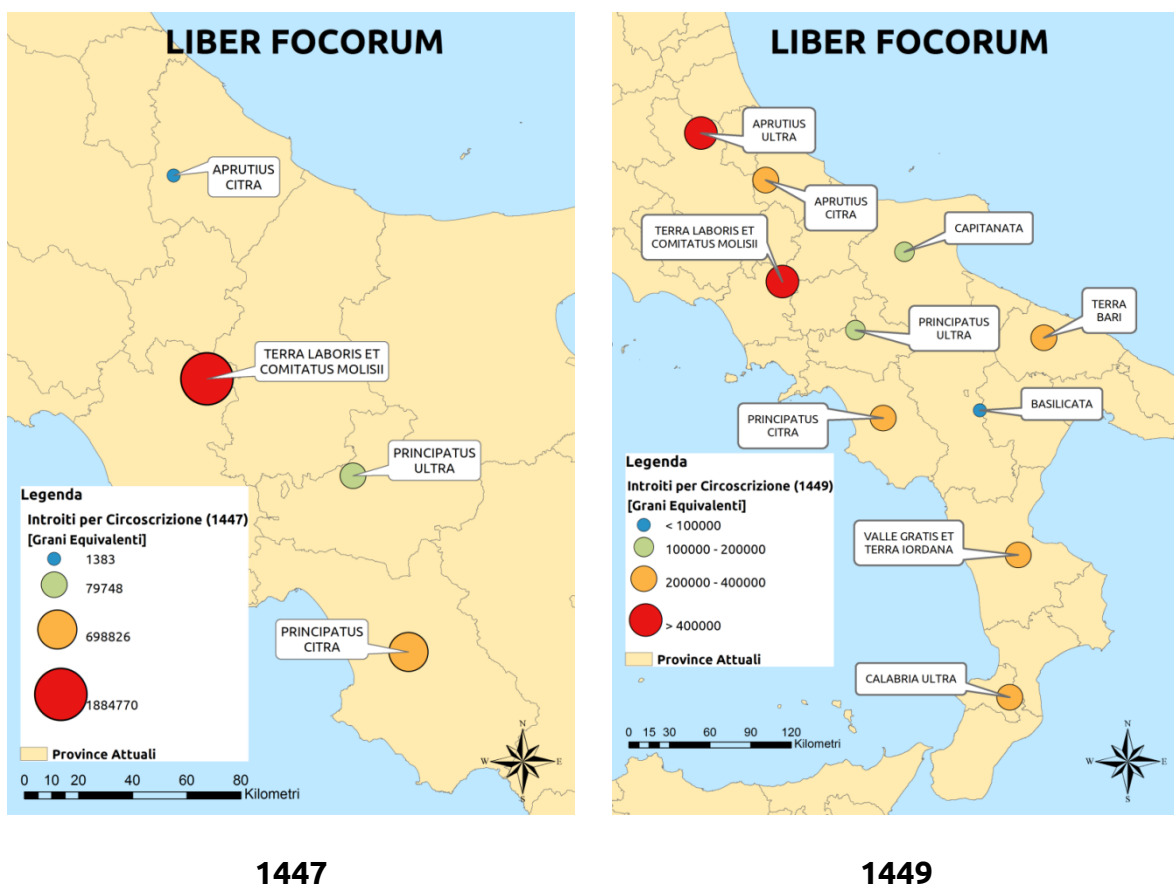
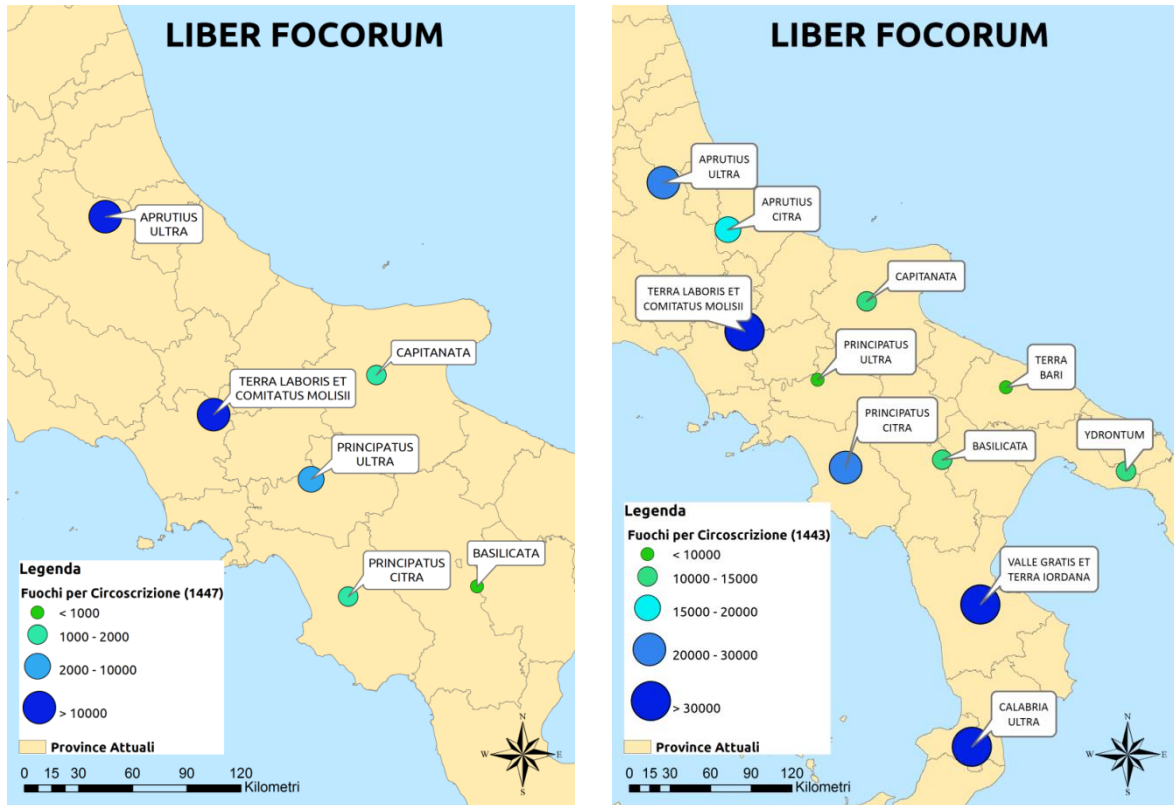


Figura 28: introiti risultanti dalla riscossione del *Focatico* negli anni 1447 e 1449, aggregati per ciascuna circoscrizione provinciale.



1447

1443

Figura 29: nuclei familiari censiti negli anni 1447 e 1443, aggregati per ciascuna circoscrizione provinciale.

4.2. Poligoni di Thiessen

L'estensione delle circoscrizioni provinciali storiche citate nel *Liber Focorum Regni Neapolis* può essere stimata, a partire dai centri georeferenziati appartenenti a ciascuna circoscrizione, con il metodo dei Poligoni di Thiessen. Le geometrie poligonali che si ottengono risultano da un partizionamento del piano in regioni, noto come Diagramma di Voronoi o Tassellazione di Dirichlet, determinato dalle distanze rispetto ad un insieme finito di punti in uno specifico sottoinsieme del piano. Per definizione ogni elemento appartenente ad un poligono è più vicino al punto interno al poligono rispetto a qualsiasi altro punto del piano. La **Figura 30** rappresenta un esempio di partizionamento del piano in Poligoni di Thiessen e gli elementi puntuali da cui i poligoni sono stati ottenuti.

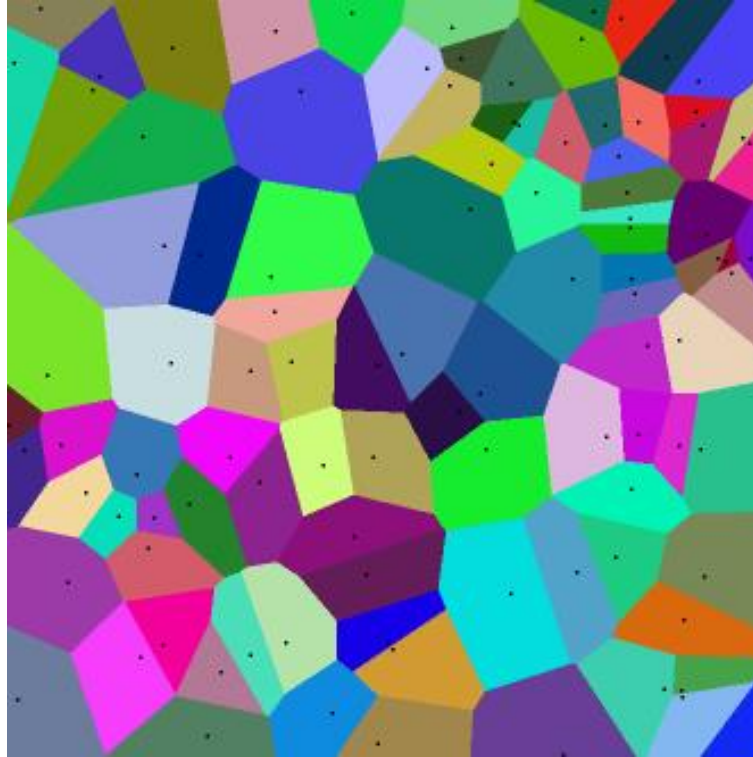


Figura 30: partizionamento del piano in Poligoni di Thiessen.

I centri elencati nel *Liber Focorum* e visibili nella **Figura 31** sono stati campiti con colori diversi in base alla circoscrizione provinciale di appartenenza. Le geometrie puntuali che rappresentano i centri costituiscono i dati di *input* per la costruzione dei poligoni, che vengono rappresentati nella mappa in **Figura 32**, dopo essere stati interessati da un'operazione di fusione delle geometrie (*dissolve*).

Naturalmente il metodo dei Poligoni di Thiessen non tiene conto della presenza di eventuali elementi quali fiumi, laghi, montagne, che potrebbero coincidere con i confini naturali delle circoscrizioni. Esso può rappresentare ad ogni modo uno strumento efficace per mettere in evidenza la distribuzione spaziale dei toponimi georeferenziati. In particolare possono far emergere errori di georeferenziazione, oppure la presenza di toponimi che appartengono ad una determinata circoscrizione, ma si trovano geograficamente inclusi all'interno di un'altra.

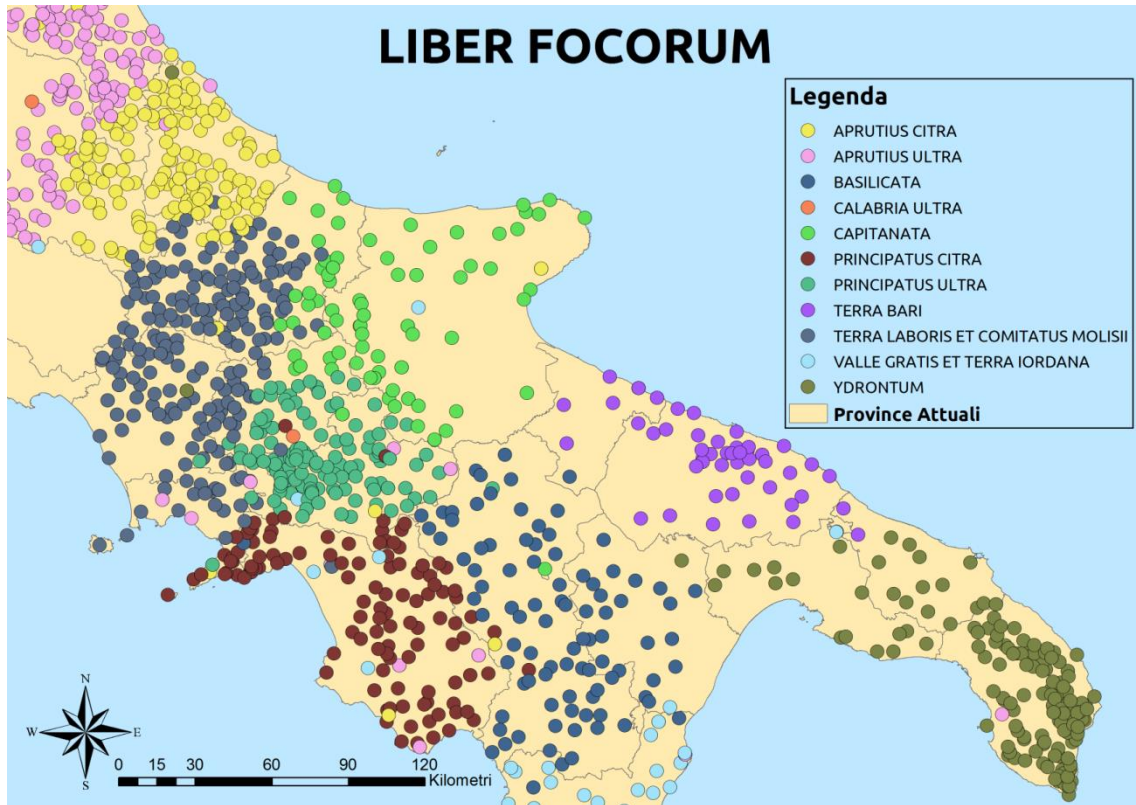


Figura 31: i centri elencati nel *Liber Focorum* suddivisi per circoscrizione provinciale.

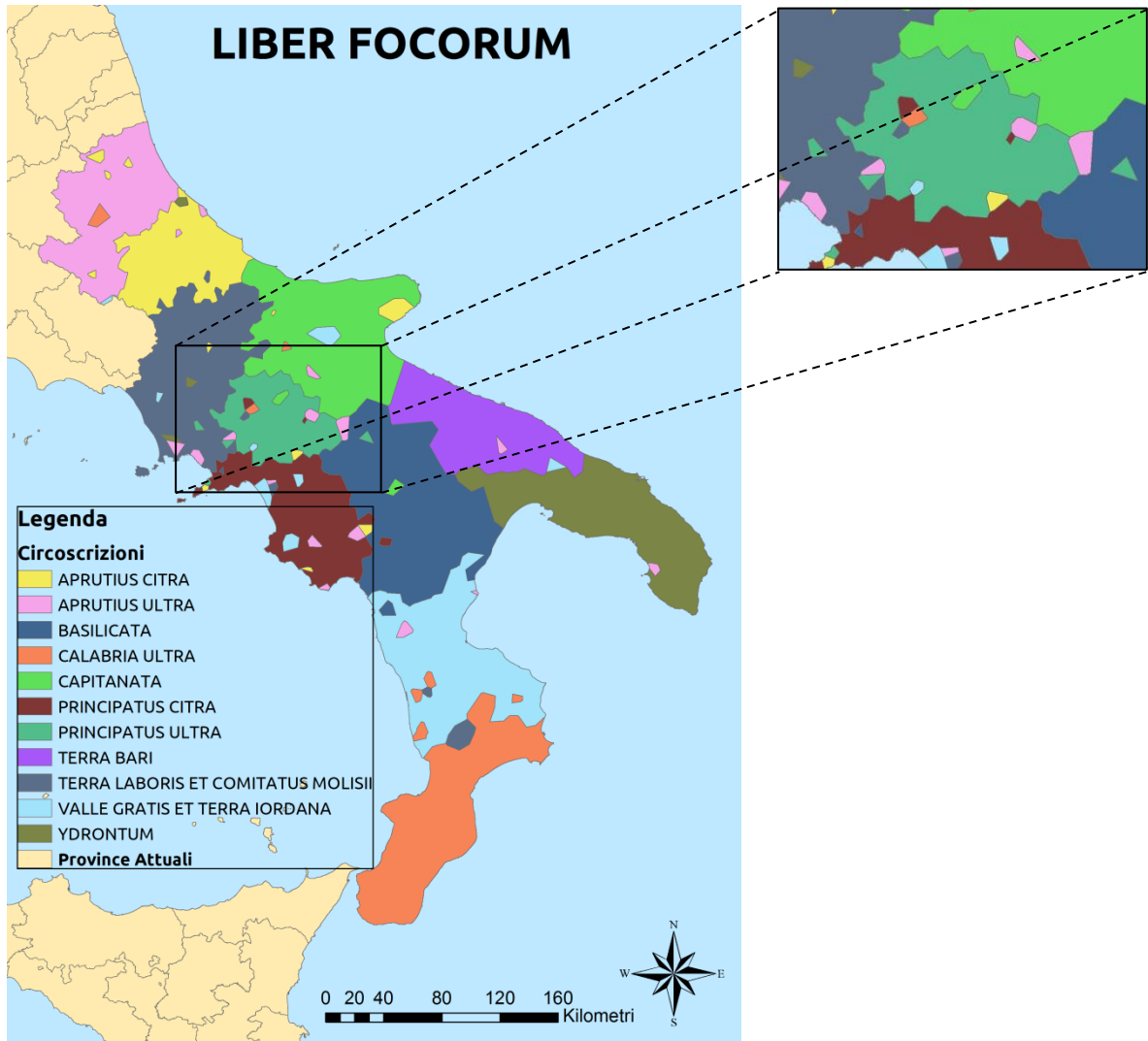


Figura 32: le circoscrizioni provinciali ottenute con il metodo dei Poligoni di Thiessen.

5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il presente lavoro di tesi ha riguardato l'analisi delle problematiche e delle possibili soluzioni che hanno portato alla realizzazione di uno strumento GIS a supporto della ricerca storica e all'implementazione di un geoservizio. Questo lavoro si inserisce nel contesto di un Progetto di Ricerca più ampio caratterizzato da un marcato approccio multidisciplinare, che vede coinvolti gruppi di ricerca di storici medievisti e di esperti di geomatica.

I documenti storici che costituiscono le fonti dei dati memorizzati nel database storico e pubblicati nel geoservizio sono dei registri fiscali di epoca tardo medievale, relativi a vari tipi di tassazioni avvenute nel Regno di Napoli nel periodo di dominazione aragonese (XV Secolo). Al fine di garantire un accesso ai dati che fosse efficiente ed efficace dal punto di vista della consultazione, e di avere una struttura dati solida e basata su tecnologie consolidate e diffuse, si è deciso di progettare un database relazionale, archiviato e gestito all'interno di un *DataBase Management System* Open Source. La scelta progettuale è ricaduta sul DBMS PostgreSQL, il quale ha la peculiarità di poter gestire la componente geometrica dei dati, attraverso la sua estensione PostGIS, e di interfacciarsi in questo modo con piattaforme di tipo GIS.

In particolare, uno dei risultati principali di questo progetto ha riguardato la condivisione su Web dei dati storici e degli strumenti GIS, in modo da renderli fruibili da parte di più gruppi di ricerca e da permetterne la consultazione da un punto di vista spaziale. Il presente lavoro ha portato alla realizzazione di un geoportale per la ricerca storica, cioè di un punto d'accesso a risorse di tipo geospaziale e alla consultazione dei metadati, che descrivono il contenuto informativo delle entità in cui l'informazione è suddivisa (servizi di catalogo).

Il geoservizio che dev'essere realizzato deve rispettare i seguenti requisiti:

- utilizzo di software Open Source;
- accesso a tutte le tabelle del database;
- accesso alle relazioni tra le entità;

- possibilità di visualizzare i risultati delle *query* effettuate in tabella sulle mappe e viceversa;
- facilità di utilizzo;
- semplicità di sviluppo e di manutenzione.

Per rispondere al meglio alle caratteristiche richieste sono state fatte diverse analisi delle tecnologie a disposizione e la scelta è ricaduta su GeoNode, una piattaforma Web Open Source caratterizzata dalla facilità di utilizzo e di gestione. GeoNode si appoggia a GeoServer per la pubblicazione dei dati geospaziali, che sono gestiti da un DBMS PostgreSQL-PostGIS integrato in GeoServer. La visualizzazione delle mappe è affidata a GeoExplorer, un *viewer* basato sulle librerie JavaScript GeoExt. L'interfaccia grafica è gestita dal *Web Framework* Django, basato sul linguaggio Python. Il geoportale è formato da diverse pagine Web che forniscono sia servizi di mappa, cioè di visualizzazione ed interrogazione dei dati geografici, sia servizi di catalogo, che contemplano la possibilità di consultare i metadati. La piattaforma permette inoltre di gestire varie tipologie di documenti, che possono fornire informazioni supplementari correlate con i dati geografici, quali immagini, file di testo, fogli elettronici. A seconda dei permessi concessi dall'amministratore del sistema ad utenti specifici o a gruppi di utenti, è possibile scaricare in locale (in vari formati) i dati geografici, i metadati e i documenti contenuti nel geoportale.

Per rendere più completa la fruizione del database da parte degli utenti, permettendo la consultazione sia dei *layer* correlati alle entità spaziali che delle tabelle degli attributi relative alle entità non spaziali, e la loro interrogazione tramite *query* complesse, si è pensato di integrare le funzionalità del geoportale con quelle che sono rese disponibili da un software GIS desktop, come l'applicativo Open Source QGIS Desktop, che consente di accedere in locale ad un DBMS archiviato in remoto su un server.

La soluzione "mista" geoportale Web più software GIS desktop che è stata proposta è sicuramente molto efficace, e garantisce l'accesso a molte funzionalità, tuttavia presenta anche alcuni svantaggi. In primo luogo l'utilizzo di un GIS desktop non è immediato, soprattutto per utenti non esperti, e richiede pertanto un "addestramento" degli utenti del servizio. In secondo luogo, un accesso in locale al database spaziale non soddisfa pienamente le

caratteristiche di condivisione delle informazioni. Sarebbe quindi auspicabile implementare tutte le caratteristiche richieste al geoservizio all'interno del geoportale.

Una soluzione di questo tipo potrebbe essere basata sullo standard *Table Joining Service* (TJS) definito dall'*Open Geospatial Consortium* fornendo un servizio di accesso completo alle informazioni tabellari e permettendo di implementare le relazioni che sussistono tra le entità. Peraltro questo standard risulta attualmente poco diffuso e non supportato dalle tecnologie offerte in questo momento.

Un altro possibile sviluppo del progetto è l'implementazione *ad hoc* di alcune funzionalità aggiuntive, per la gestione delle tabelle e delle relazioni, sulla piattaforma GeoNode attualmente realizzata. Ciò implica però un lavoro di personalizzazione del sistema, a livello di implementazione informatica. Volendo seguire questo approccio, è perciò auspicabile una collaborazione con esperti di informatica, che possono intervenire efficacemente sul codice del servizio.

Va infine ricordato che il database storico realizzato non è un sistema statico, la cui struttura deve rimanere inalterata, ma può essere modificato per ospitare dati provenienti da altre fonti storiche. Se la struttura dei dati risulta compatibile con quella dei dati con cui sono già state popolate le entità, la loro integrazione risulta immediata. In caso di strutture dati articolate in modo diverso, potrebbe essere necessaria una parziale ristrutturazione del modello concettuale del database e delle sue componenti (entità, relazioni ed attributi).

BIBLIOGRAFIA

Ardisson P. e Rinaudo F. (2005). A GIS for the management of historical and archaeological data. In Proceeding of the CIPA 2005 XX International Symposium. Torino.

Berman L. M. (2005). Boundaries or networks in Historical GIS: Concepts of measuring space and administrative geography in Chinese History. Historical Geography, vol. 33, Special issue: Emerging trends in Historical GIS. Baton Rouge.

Black J. (2003). Mapping the past: Historical atlases. Orbis, 47, 277-293.

Boonstra O. Collenteur G. e van Elderen B., eds (1995). Structures and contingencies in computerized historical research. In Proceedings of the IX International Conference of the Association for History and Computing. Nijmegen, 1994 (Hilversum, 1995).

Brovelli M. A., Minghini M., Giori G. e Beretta M. (2012). Web Geoservices and ancient cadastral maps: The Web C.A.R.T.E. project. Transactions in GIS 16, 125-142.

Carrion D., Cengarle F., Somaini F. (2008). Un approccio alla georeferenziazione di una carta antica. Atti della 12a Conferenza nazionale ASITA, L'Aquila, 21 - 24 Ottobre 2008, 655-660.

Carrion D., Migliaccio F., Minini G. e Zambrano C. (2014). Sharing historical geodata through a WebGIS. A Web application for History researchers. Conference of Informatics and Management Sciences. 24-28 Marzo 2014, 331-334.

Carrion D., Migliaccio F., Minini G. e Zambrano C. (2015). Open Web Services: new tools for Medievalist Historians to manage and share their research work. Geomatics Workbooks, Volume 12 – FOSS4G Europe, Como 15-17 Luglio 2015, 55-66.

Carrion D., Migliaccio F., Minini G. e Zambrano C. (2016). From historical documents to GIS: A spatial database for medieval fiscal data in Southern Italy. *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History* 49:1, 1-10.

Chen P. P.-S. (1976). The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*. Volume 1, Issue 1, 9-36.

Codd E. F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Communications of the ACM*, Volume 13, Number 6, 377-387.

Cozzetto F. (1986). *Mezzogiorno e demografia nel XV secolo*. Rubbettino Editore, collana «Biblioteca di storia e cultura Meridionale».

Da Molin G. (1979) *La popolazione del Regno di Napoli a metà del Quattrocento. Studio di un focolario aragonese*. Bari. Adriatica.

De Moor M. e Wiedemann T. (2001). Reconstructing territorial units and hierarchies: a belgian example. *History & Computing* 13, 71-97.

Fitch C. A. e Ruggles S. (2003). Building the National Historical Geographic Information System. *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History* 36, 41-51.

Gregory I. N. (2002). *A Place in History: A guide to using GIS in historical research*. Oxbow. Oxford.

Gregory I. N., Bennet C., Gilham V. L. e Southall H. R. (2002). The Great Britain Historical GIS: From maps to changing human geography. *The Cartographic Journal*.

Gregory I. e Healey R. (2007). Historical GIS: Structuring, mapping and analysing geographies of the past. *Progress in Human Geography* 31, 638-653.

Grothe M. e Brentjens T. (2013). *Joining tabular and geographic data – Merits and possibilities of the Table Joining Service*. Report GeoNovum v. 1.1.

Henderson M. e Berman L. M. (2003). *Methods for spacetime analysis: Examples from the China Historical GIS*. ESRI Users' Conference. 7-11 luglio 2003, San Diego.

Johnson G., Gaylord A., Franco J., Cody R., Brady J., Manley W., Dover M., Garcia-Lavigne D., Score R. e Tweedie, C. (2011). Development of the Arctic Research Mapping Application (ARMAP): Interoperability challenges and solutions. *Computers & Geosciences* 37, 1735-1742.

Maguire D. e Longley P. (2005). The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures. *Computers, Environment and Urban Systems* 29, 3-14.

Mangia M. A. (2013). La diocesi di Benevento nel Quaternus decimarum del 1478: un contributo alla realizzazione di un GIS di cartografia storica sul Mezzogiorno bassomedievale. Tesi di laurea specialistica, Università del Salento.

Massaro C. (2011). Fiscalità pontificia e regno di Napoli nel secondo Quattrocento. Due registri di decime di Sisto IV. In *Scritti di storia medievale offerti a Maria Consiglia De Matteis in occasione del suo settantesimo compleanno*. Spoleto. CISAM.

Minini G. (2015). From medieval data to Geo-resources on the Web: an innovative way of mapping History. *Proceedings of GISTAM 2015 Doctoral Consortium, 1st International Conference on Geographical Information System Theory, Applications and Management, Barcellona, 28-30 April 2015*, 7-11.

Open Geospatial Consortium Inc. (2004). *Geospatial Portal Reference Architecture: A Community Guide to Implementing Standards-Based Geospatial Portals*.

Pawson E. (1997). The New Zealand Historical atlas. *Journal of Historical Geography* 23, 496-499.

Pizzuto S. (2009). Il Quaternus declaracionum di Francesco de Agello (1450-1461). Un contributo allo studio della geografia politica del Principato di Taranto in età orsiniana. In *I domini del principe di Taranto in età orsiniana (1399-1463)*. Somaini F. e Vetere B. eds, Congedo Editore, 61-76.

Schlichting K. (2008). Historical GIS: New ways of doing history. *Historical Methods* 41, 191-196.

Tait M. (2005). Implementing geoportals: Applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban Systems* 29, 33-47.

Zambrano C., 2013. Progettazione e realizzazione del sistema informativo territoriale "Geografie dell'Italia Medievale (XIII – XV sec.)". Tesi di Dottorato, Politecnico di Milano.

SITOGRAFIA

Ultimo accesso alle pagine Web: 5 luglio 2016

[1] China Historical GIS

<http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>

[2] E179 Database – The National Archives

<http://www.nationalarchives.gov.uk/e179/>

[3] Documentazione di PostgreSQL

<https://www.postgresql.org/docs/>

[4] PostgreSQL prominent users – Wikipedia

https://en.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL#Prominent_users

[5] Documentazione di PostGIS

<http://postgis.net/documentation/>

[6] BatchGeo

<https://it.batchgeo.com/>

[7] Documentazione di GeoNode

<http://docs.geonode.org/en/master/>

[8] Documentazione di GeoServer

<http://docs.geoserver.org/>

[9] Geoportale Nazionale

<http://www.pcn.minambiente.it/GN/>

APPENDICE

Dizionario dei dati dei *Quaterni Declaracionum*

FORNTE

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_fonte	Codice identificativo della fonte esaminata	Codice alfanumerico
segn_arch	Segnatura archivistica della fonte esaminata	Codice alfanumerico, rappresentato da una sigla composta da: archivio, fondo, num_pezzo, num_carta, r_v Esempio: ASN, DS II, 248, 112v ASN = Archivio di Stato di Napoli, DS II = Diversi Sommaria II, 248 = Registro 248, 112 = carta 112, v = verso
archivio	Indicazione del nome dell'archivio in cui si trova il documento esaminato	Stringa alfabetica Es. Archivio di Stato di Napoli
sezione	Indicazione dell'eventuale sezione in cui si trova il documento esaminato	Stringa alfabetica Es. Sezione di Archivio di Stato di Assisi
fondo	Indicazione del fondo a cui appartiene il documento esaminato	Stringa alfabetica Es. Diversi Sommaria II numerazione
num_pezzo	Numero del documento	Numero intero che si riferisce al documento esaminato
num_carta	Numero della carta o del fascicolo appartenente alla fonte in esame	Numero intero
bis_ter	Indicazione aggiuntiva su num_carta	Codice alfabetico: bis, ter, quater, ...
r_v	Indicazione del lato della carta definita da num_carta	Codice alfabetico: r = recto

		v = verso rv = recto e verso
tipo_fonte	Tipologia della fonte esaminata	Stringa alfabetica corrispondente alla fonte esaminata

DISTRETTO ERARIALE

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_distretto_erariale	Codice indicante il Distretto Erariale di appartenenza del luogo	Codice numerico a 5 cifre: la prima cifra è compresa fra 1 e 4: 1: Da Taranto a Lecce (sede dell'erario del distretto: MESAGNE); 2: Da Lecce a Leuca (sede dell'erario del distretto: LECCE); 3: Distretto di Soletto (sede dell'erario del distretto: SOLETO); 4: Distretto di Bari (sede dell'erario del distretto: BARI). Le successive 4 cifre riguardano l'anno in cui il distretto erariale è citato nella fonte.
anno	Indicazione dell'anno solare a cui fa riferimento la fonte. Nota: nel caso di anno indizionale si indica l'anno solare su cui si estende maggiormente l'anno indizionale	Numero intero di quattro cifre
sede_erario	Sede dell'erario del distretto	Distretto = 1 – Sede = Mesagne Distretto = 2 – Sede = Lecce Distretto = 3 – Sede = Soletto Distretto = 4 – Sede = Bari

LUOGO ATTUALE

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_luogo_attuale	Codice identificativo del luogo attuale corrispondente al toponimo italiano	Codice numerico
toponimo_ita	Nome attuale del toponimo ove si localizza il luogo medievale	Stringa alfabetica
est_x	Coordinata cartografica metrica Est UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
nord_y	Coordinata cartografica metrica Nord UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
grado_affidabilita	Grado di affidabilità che si presume sia possibile associare alla georeferenziazione del toponimo, definito da un coefficiente numerico in una scala ordinale di valori	<p>Coefficiente numerico in una scala ordinale di valori da 1 a 5:</p> <p>1: Toponimi con scarsissime notizie: <u>scarso</u> grado di precisione;</p> <p>2: Toponimi incerti: <u>basso</u> grado di precisione;</p> <p>3: Città: <u>medio</u> grado di precisione;</p> <p>4: Piccoli agglomerati abitativi: <u>alto</u> grado di precisione;</p> <p>5: Edifici isolati: <u>elevato</u> grado di precisione;</p>

LUOGO

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_luogo	Codice identificativo del luogo corrispondente al toponimo latino	Codice alfanumerico
id_luogo_attuale	Codice identificativo del luogo attuale corrispondente al toponimo italiano	Codice numerico
id_fonte	Codice identificativo della fonte esaminata	Codice alfanumerico
segn_arch	Segnatura archivistica della fonte esaminata	Codice alfanumerico, rappresentato da una sigla composta da: archivio, fondo, num_pezzo, num_carta, r_v Esempio: ASN, DS II, 248, 112v ASN = Archivio di Stato di Napoli, DS II = Diversi Sommaria II, 248 = Registro 248, 112 = carta 112, v = verso
id_distretto_erariale	Codice indicante il Distretto Erariale di appartenenza del luogo	Codice numerico a 5 cifre: la prima cifra è compresa fra 1 e 4: 1: Da Taranto a Lecce (sede dell'erario del distretto: MESAGNE); 2: Da Lecce a Leuca (sede dell'erario del distretto: LECCE); 3: Distretto di Soletto (sede dell'erario del distretto: SOLETO); 4: Distretto di Bari (sede dell'erario del distretto: BARI). Le successive 4 cifre riguardano l'anno in cui il distretto erariale è citato nella fonte.
toponimo_lat	Nome latino del toponimo, riportato nella forma grafica con cui viene indicato nel documento in esame	Stringa alfabetica
toponimo_ita	Nome attuale del toponimo ove si localizza il luogo medievale	Stringa alfabetica

comune_attuale	Nome del Comune a cui appartiene il toponimo (nei casi in cui si tratti di siti a continuità di vita, tale nome viene a coincidere con il nome del toponimo italiano)	Stringa alfabetica
provincia	Sigla provinciale della Provincia di appartenenza del Comune	Due lettere maiuscole
est_x	Coordinata cartografica metrica Est UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
nord_y	Coordinata cartografica metrica Nord UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
grado_affidabilita	Grado di affidabilità che si presume sia possibile associare alla georeferenziazione del toponimo, definito da un coefficiente numerico in una scala ordinale di valori	Coefficiente numerico in una scala ordinale di valori da 1 a 5: 1: Toponimi con scarsissime notizie: <u>scarso</u> grado di precisione; 2: Toponimi incerti: <u>basso</u> grado di precisione; 3: Città: <u>medio</u> grado di precisione; 4: Piccoli agglomerati abitativi: <u>alto</u> grado di precisione; 5: Edifici isolati: <u>elevato</u> grado di precisione;
anno	Indicazione dell'anno solare a cui fa riferimento la fonte. Nota: nel caso di anno indizionale si indica l'anno solare su cui si estende maggiormente l'anno indizionale	Numero intero di quattro cifre
mese	Indicazione del mese a cui fa riferimento la fonte	Numero di due cifre
giorno	Indicazione del giorno a cui fa riferimento la fonte	Numero di due cifre
tipo_anno	Tipologia del computo annuale	Codice numerico di una cifra: 0 = Anno Solare (1 Gen. – 31 Dic.);

		1 = Anno Indizionale (1 Set. – 31 Ago. dell'anno solare successivo).
indizione	Numero di Indizione: definisce l'anno specifico all'interno del periodo indizionale di durata quindicennale	Numero intero compreso tra 1 e 15.
fuochi_fiscali	Numero dei fuochi fiscali, ovvero numero dei fuochi imponibili censiti. Nota: ai fuochi censiti attraverso le numerazioni venivano sottratti i fuochi esenti (nobili ed ecclesiastici). Ciascuna comunità poteva ottenere dal principe di essere tassata per un minor numero di fuochi	Valore numerico intero
fuochi_paganti	Numero dei fuochi che effettivamente versavano al principe l'imposta diretta	Valore numerico intero

UNITÀ FISCALE

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_unita_fiscale	Codice identificativo del centro di appartenenza fiscale Nota: per quanto riguarda il centro fiscale, un luogo può fare riferimento: al luogo stesso che è anche centro fiscale, a un altro luogo che è centro fiscale, a più insediamenti che sono centri fiscali (fra cui può esserci il luogo stesso)	Codice numerico
id_distretto_erariale	Codice indicante il Distretto Erariale di appartenenza del luogo	Codice numerico a 5 cifre: la prima cifra è compresa fra 1 e 4: 1: Da Taranto a Lecce (sede dell'erario del distretto:

		MESAGNE); 2: Da Lecce a Leuca (sede dell'erario del distretto: LECCE); 3: Distretto di Soleto (sede dell'erario del distretto: SOLETO); 4: Distretto di Bari (sede dell'erario del distretto: BARI). Le successive 4 cifre riguardano l'anno in cui il distretto erariale è citato nella fonte.
toponimo_ita	Nome attuale del toponimo ove si localizza l'unità fiscale.	Stringa alfabetica
est_x	Coordinata cartografica metrica Est UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
nord_y	Coordinata cartografica metrica Nord UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
anno	Indicazione dell'anno a cui fa riferimento la fonte	Numero di quattro cifre
tesoreria	Sede di tesoreria	Booleano (0 / 1)

UFFICIO

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_ufficio	Codice identificativo di un ufficio per il quale si sono trovate informazioni in una certa fonte	Codice numerico
id_luogo	Codice identificativo del luogo corrispondente al toponimo latino	Codice alfanumerico
id_fonte	Codice identificativo della fonte esaminata	Codice alfanumerico
id_distretto_erariale	Codice indicante il Distretto Erariale di appartenenza del luogo	Codice numerico a 5 cifre: la prima cifra è compresa fra 1 e 4: 1: Da Taranto a Lecce (sede

		<p>dell'erario del distretto: MESAGNE);</p> <p>2: Da Lecce a Leuca (sede dell'erario del distretto: LECCE);</p> <p>3: Distretto di Soleto (sede dell'erario del distretto: SOLETO);</p> <p>4: Distretto di Bari (sede dell'erario del distretto: BARI).</p> <p>Le successive 4 cifre riguardano l'anno in cui il distretto erariale è citato nella fonte.</p>
anno	<p>Indicazione dell'anno solare a cui fa riferimento la fonte.</p> <p>Nota: nel caso di anno indizionale si indica l'anno solare su cui si estende maggiormente l'anno indizionale</p>	Numero intero di quattro cifre
est_x	Coordinata cartografica metrica Est UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
nord_y	Coordinata cartografica metrica Nord UTM WGS84 (fuso 33) per la georeferenziazione degli insediamenti presi in esame	Valore numerico espresso in metri
tipologia_ufficio	Indicazione della tipologia di ufficio tributario	Stringa alfabetica

PERSONAGGIO

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_personaggio	Codice identificativo di un personaggio per il quale si sono trovate informazioni in una certa fonte	Codice numerico
nome_funz_lat	Nome latino dell'ufficiale	Stringa alfabetica
nome_funz_ita	Traduzione italiana del nome latino dell'ufficiale	Stringa alfabetica

UFFICIALE

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_ufficiale	Codice identificativo di un ufficiale per il quale si sono trovate informazioni in una certa fonte	Codice numerico
id_personaggio	Codice identificativo di un personaggio per il quale si sono trovate informazioni in una certa fonte	Codice numerico
id_fonte	Codice identificativo della fonte esaminata	Codice alfanumerico
id_distretto_erariale	Codice indicante il Distretto Erariale di appartenenza del luogo	Codice numerico a 5 cifre: la prima cifra è compresa fra 1 e 4: 1: Da Taranto a Lecce (sede dell'erario del distretto: MESAGNE); 2: Da Lecce a Leuca (sede dell'erario del distretto: LECCE); 3: Distretto di Soleto (sede dell'erario del distretto: SOLETO); 4: Distretto di Bari (sede dell'erario del distretto: BARI). Le successive 4 cifre riguardano l'anno in cui il distretto erariale è citato nella fonte.
id_unita_fiscale	Codice identificativo del centro fiscale a cui sono pagate le imposte	Codice numerico
id_ufficio	Codice identificativo di un ufficio per il quale si sono trovate informazioni in una certa fonte	Codice numerico
anno	Indicazione dell'anno solare a cui fa riferimento la fonte. Nota: nel caso di anno indizionale si indica l'anno solare su cui si estende maggiormente l'anno indizionale	Numero intero di quattro cifre
nome_funz_lat	Nome latino dell'ufficiale	Stringa alfabetica

nome_funz_ita	Traduzione italiana del nome latino dell'ufficiale	Stringa alfabetica
nome_da_fonte	Nome dell'ufficiale come è stato rinvenuto nella fonte	Stringa alfabetica
tipologia_ufficiale	Ruolo dell'ufficiale	Stringa alfabetica
soci	Assenza/presenza di soci, rilevabile dal suffisso "et socii" o "et sociis" in nome_da_fonte	Booleano (0 / 1)
num_doganieri	Numero dei doganieri operanti nel centro nell'anno di riferimento della fonte	Valore numerico intero

IMPOSTE

Attributo	Definizione	Valore, formato, unità di misura
id_imposte	Codice identificativo delle imposte versate da un luogo a un determinato centro fiscale in un determinato anno, secondo la fonte a cui si fa riferimento	Codice numerico
id_fonte	Codice identificativo della fonte esaminata	Codice alfanumerico
id_unita_fiscale	Codice identificativo del centro fiscale a cui sono pagate le imposte	Codice numerico
tipologia_imposta	Tipologia di imposta versata	Stringa alfabetica
once	Moneta equivalente a 600 grani	Valore numerico decimale
ducati	Moneta equivalente a 100 grani	Valore numerico decimale
tari	Moneta equivalente a 20 grani	Valore numerico decimale
grani	Moneta di riferimento	Valore numerico decimale
grani_equivalenti	Unità di misura aggregata: Grani Equivalenti = Grani + Tari x 20 + Ducati x 100 + Once x 600	Valore numerico decimale