

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II**



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Dottorato di ricerca in Ingegneria dei Sistemi Civili

XXXII ciclo

Dottoranda

Rosa Morosini

Titolo della Ricerca

**Sistema urbano e sostenibilità ambientale: uno strumento GIS
per ottimizzare l'uso del suolo**

Coordinatore di dottorato:

prof. ing. Andrea Papola

Tutor:

prof. arch. Carmela Gargiulo

Correlatore:

Ph.D. ing. Floriana Zucaro

A mia madre e mia sorella, sostegno
continuo durante questo lavoro di tesi
e a mio padre, che sarebbe stato
orgoglioso del mio percorso

INDICE

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1	SVILUPPO URBANO E CONSUMO DI SUOLO	12
	1.1 La questione del consumo di suolo nello scenario europeo	13
	1.2 la questione del consumo di suolo nello scenario italiano...	16
	1.3 Best Practice per limitare il consumo di suolo.....	19
	1.3.1 <i>Interventi di limitazione del consumo di suolo</i>	20
	1.3.2 <i>Interventi di mitigazione del consumo di suolo</i>	22
	1.3.3 <i>Interventi di compensazione del consumo di suolo</i>	23
	1.4 Indirizzi regionali per contenere il consumo di suolo.....	25
CAPITOLO 2	IL CONSUMO DI SUOLO NEI PIANI DI ADATTAMENTO A SCALA COMUNALE IN EUROPA	37
	2.1 Adattamento climatico e consumo di suolo in alcuni piani europei.....	38
	2.1.1 <i>Belgrado</i>	42
	2.1.2 <i>Berlino</i>	44
	2.1.3 <i>Helsinki</i>	44
	2.1.4 <i>Londra</i>	45
	2.1.5 <i>Parigi</i>	46
	2.2 Piani di adattamento italiani.....	47
	2.2.1 <i>Ancona</i>	48
	2.2.2 <i>Bologna</i>	49
	2.2.3 <i>Padova</i>	50
	2.3 Risultati della lettura comparativa dei piani di adattamento europei.....	51
CAPITOLO 3	METODOLOGIA DI RICERCA	59
	3.1 Le fasi di messa appunto dello strumento di supporto alle amministrazioni: la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo	60
	3.1.1 <i>Definizione delle classi di pregio del suolo naturale e del suolo costruito per caratteristiche fisiche</i>	64
	3.1.2 <i>Definizione del ventaglio di intervento sulla base del pregio</i> ...	69
	3.2 Definizione del set di variabili per la compatibilità funzionale	70
	3.2.1 <i>Definizione del set di variabili per la compatibilità funzionale del suolo naturale</i>	72
	3.2.1.1 <i>Definizione del parametro "permeabilità"</i>	72

	3.2.1.2	<i>Definizione del parametro "redditività".....</i>	73
	3.2.1.3	<i>Definizione del parametro "indice di impermeabilizzazione"</i>	75
	3.2.2	<i>Definizione del set di variabili per la compatibilità funzionale del suolo costruito</i>	76
	3.2.2.1	<i>Definizione del parametro "densità del costruito".....</i>	76
	3.2.2.2	<i>Definizione del parametro "servizi alla residenza".....</i>	76
	3.2.2.3	<i>Definizione del parametro "servizi al trasporto pubblico"...</i>	77
	3.2.2.4	<i>Definizione del parametro "rete primaria".....</i>	77
	3.2.2.5	<i>Definizione del parametro "indice di impermeabilizzazione"</i>	77
	3.3	Definizione delle classi di compatibilità funzionale	78
	3.3.1	<i>Definizione degli usi compatibili per il suolo naturale</i>	79
	3.3.2	<i>Definizione degli usi compatibili per il suolo costruito</i>	83
CAPITOLO 4	APPLICAZIONE DELLA MAPPA DELL'OTTIMIZZAZIONE DELL'USO DEL SUOLO AL COMUNE DI NAPOLI		87
	4.1	Individuazione delle aree soggette ai rischi naturali	88
	4.2	Individuazione delle classi di pregio del suolo naturale e del suolo costruito	89
	4.3	La classificazione delle aree per trasformabilità fisica del suolo naturale e del suolo costruito	94
	4.4	Definizione degli usi compatibili per il quartiere Arenella ...	99
	4.4.1	<i>Individuazione degli usi compatibili per il suolo naturale.....</i>	101
	4.4.1.1	<i>Riclassificazione degli usi compatibili del suolo naturale in ragione dell'indice di impermeabilizzazione</i>	102
	4.4.2	<i>Individuazione degli usi compatibili per il suolo costruito.....</i>	108
	4.4.2.1	<i>Riclassificazione degli usi compatibili del suolo costruito in ragione dell'indice di impermeabilizzazione</i>	109
	4.5	Modellazione tridimensionale del quartiere Arenella.....	113
CAPITOLO 5	CONCLUSIONI		118
ALLEGATI	ELABORATI GRAFICI.....		125

INTRODUZIONE

Inquadramento scientifico

Il depauperamento della risorsa suolo è divenuto una questione ormai centrale per molte discipline scientifiche in ragione delle numerose conseguenze ambientali, economiche, urbanistiche e sociali che spesso sono studiate in relazione al fenomeno dello sprawl ovvero di diffusione urbana (Bencardino, 2015).

La molteplicità delle cause che determinano l'intenso utilizzo di questa risorsa naturale, comporta molte difficoltà nel governo delle trasformazioni urbane, difficoltà che pianificatori, tecnici e decisori pubblici sono chiamati ad affrontare.

Le criticità sono legate principalmente all'esigenza di soddisfare una domanda, ovvero i bisogni e le esigenze che la collettività esprime per innalzare il livello di qualità urbana e quindi il livello di qualità della vita (Gargiulo, 2009).

Ciò che sembra essere chiaro è l'esigenza imminente di tutelare la risorsa suolo per le innumerevoli conseguenze che sono legate al suo uso, al punto che la Commissione Europea 2011 ha posto come traguardo, nel 2020, consumo di suolo pari a zero. Qualche anno dopo, 2015, in occasione del Summit sullo Sviluppo Sostenibile i Capi di Stato hanno adottato un documento denominato "Agenda 2030", in cui vengono fissati gli obiettivi che devono perseguire gli Stati membri per lo sviluppo sostenibile, al fine di mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici (Morosini, 2019). Il documento riconosce lo stretto legame tra il benessere umano e la salute dei sistemi naturali ed è in tale ottica che definisce obiettivi che vadano a toccare diversi ambiti: dalla lotta alla fame all'eliminazione delle disuguaglianze, dalla tutela delle risorse naturali all'affermazione di modelli di produzione e consumo sostenibili. La salute dell'uomo dipende dalle buone condizioni degli ecosistemi che sono compromessi proprio dall'attività dell'uomo, fonte principale del fenomeno dei cambiamenti climatici. Per mitigare gli effetti di questo fenomeno sono abbastanza noti i ruoli svolti dall'aria e dall'acqua (Reali e Toffol, 2017) ma è meno diffusa la consapevolezza del ruolo che può assumere il suolo. Infatti il suolo costituisce, dopo gli oceani, il secondo serbatoio di carbonio (Agenzia Europea dell'Ambiente, 2016; Zucaro e Morosini, 2018), svolgendo una vera e propria azione di stoccaggio della CO₂, contribuendo alla mitigazione del cambiamento climatico e favorendo l'adattamento ad esso, senza considerare che terreni permeabili proteggono dalle ondate di calore, immagazzinando grandi quantità d'acqua e mantenendo, così, basse le temperature (Agenzia dell'Ambiente, 2016).

La consapevolezza delle molteplici funzioni del suolo, ha fatto sì che tra gli obiettivi previsti dall'Agenda 2030, c'è quello di "promuovere una gestione sostenibile di tutti

i tipi di foreste, arrestare la deforestazione, ripristinare le foreste degradate e aumentare ovunque, in modo significativo, la riforestazione e il rimboschimento” (Agenda 2030, 2015). Il 2015 è stato proclamato dalle Nazioni Unite, l’Anno Internazionale dei Suoli (IYS), mettendo in evidenza la necessità di considerare la disponibilità di questo bene comune che «nell’arco di un intero secolo è stato considerato come bene suscettibile di trasformazione in quanto sostanzialmente illimitato» (Cogliati e Oliva, 2009). Infatti l’incremento della copertura artificiale a scapito di superficie agricola, causa una profonda alterazione biofisica del suolo, che nella maggior parte dei casi è irreversibile. Questo rende critica la condizione di disponibilità di questa risorsa che può definirsi sostanzialmente “non rinnovabile”, a causa dei lunghi tempi di formazione e di ripristino. In tale ottica, la salvaguardia del suolo è diventata una delle maggiori priorità e il concetto di sviluppo sostenibile che ha trovato sempre più spazio negli obiettivi dei vari Paesi dell’Unione Europea. Infatti da tempo lo sviluppo sostenibile è al centro delle politiche europee e l’impegno dell’UE è a favore di uno sviluppo che vada a soddisfare i bisogni di oggi senza andare a compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri (COM (2016), 739 final). Diverse città europee, a tal proposito, stanno tentando di utilizzare al meglio le funzioni del suolo: come ad esempio Madrid che ha organizzato il parco Gomeznarro in modo da includere nuove superfici permeabili, vegetazione e aree sotterranee per lo stoccaggio dell’acqua (Agenzia dell’Ambiente, 2016). Se correttamente gestito, il suolo può aiutare a ridurre i gas serra e la temperatura globale e contribuire alla regolazione e alla prevenzione delle alluvioni riducendo il fenomeno di erosione. Un esempio sono le soluzioni adottate nel villaggio belga di Velm (Vandaele, 2011), come le colture di rinnovo, per ridurre le innumerevoli inondazioni che si sono verificate soprattutto nel 2002.

Tutelare la risorsa suolo significa riuscire quindi a garantire le capacità funzionali dei terreni e, quindi, la capacità di assorbire per infiltrazione le acque in caso di eventi meteorici e diminuire il volume e la velocità dello scorrimento superficiale, migliorando la gestione delle acque in caso di alluvioni, eventi divenuti molto più frequenti per effetto del cambiamento climatico. Inoltre, assicurare un uso sostenibile del suolo significa contribuire a diminuire la presenza di anidride carbonica nell’atmosfera, con una conseguente riduzione dell’effetto serra. I suoli ad alto contenuto di carbonio organico sono, infine, più fertili e produttivi, più in grado di purificare l’acqua e di contribuire ad aumentare la capacità di resistenza dei mezzi di sussistenza agli impatti del cambiamento climatico.

È evidente che se da un lato viene sottolineata l'urgenza di tutelare tale risorsa, dall'altro non ci sono leggi e/o linee guida che, in modo concreto, indichino come arrivare ad un "consumo di suolo pari a zero" né strumenti di supporto che possano aiutare i decisori, i tecnici e gli amministratori, nelle scelte di trasformazione del territorio. In tale ottica e all'interno dell'ampio e multidisciplinare dibattito sul consumo di suolo, questo lavoro di ricerca mira a proporre uno strumento per il governo delle trasformazioni urbane in un'ottica sostenibile dell'uso del suolo.

Finalità ed obiettivi

La necessità di soddisfare contemporaneamente le esigenze volte al miglioramento della qualità della vita in ambito urbano e quella di preservare il suolo naturale, richiede l'adozione di strategie, metodi e tecniche che mirino all'ottimizzazione dell'uso del suolo piuttosto che al consumo di suolo pari a zero. In tale ottica l'attività di ricerca, che si inquadra nel tema del governo delle trasformazioni urbane e territoriali e si inserisce nel filone di studi sulla sostenibilità ambientale, è orientata alla messa a punto di uno strumento di supporto al governo delle trasformazioni della città e del territorio, basato sul principio di sostenibilità delle risorse e del loro uso compatibile.

In altre parole, questo lavoro ha come obiettivo la messa a punto e la sperimentazione di uno strumento di supporto alle decisioni, per tecnici ed amministratori pubblici, orientato, all'ottimizzazione dell'uso del suolo alla scala urbana basato su un approccio olistico – sistemico e sull'utilizzo di tecnologie innovative (GIS – Lidar).

Il lavoro intende integrare le conoscenze acquisite in ambito scientifico e di ricerca in merito alla salvaguardia e all'ottimizzazione dell'uso del suolo al fine di implementare uno strumento interattivo (GIS). Il risultato finale, denominato mappa della trasformabilità, rappresenta, come accennato, uno strumento di supporto al decisore pubblico che definisce il set di trasformazioni possibili e compatibili in ragione delle caratteristiche del suolo naturale e costruito nelle diverse porzioni urbane. Le porzioni di territorio sono classificate in base quindi, al pregio delle risorse esistenti e, in base a queste, sono individuati gli interventi di trasformazione fisica e funzionale. La metodologia proposta parte da precedenti lavori di ricerca sviluppati dal gruppo di lavoro del TeMALab del Dica della Federico II (Papa e Fistola, 1996; Gargiulo, 2009) e mira alla definizione del ventaglio degli interventi compatibili su ogni porzione di

area urbana, classificata in funzione del pregio, in ragione di diverse caratteristiche tra cui quelle fisiche e funzionali.

Il lavoro propone, inoltre, la sperimentazione di uno strumento applicabile sull'intero territorio nazionale, attraverso l'utilizzo di dati di input facilmente reperibili (caratteristiche definite nella fase metodologica) in tutti i contesti comunali.

Fasi di lavoro e contenuti

Il lavoro di ricerca è stato articolato in tre principali fasi di lavoro, i cui risultati sono riportati nei capitoli in cui si compone questa relazione:

- fase conoscitiva: tale fase è volta a definire il quadro di riferimento scientifico sul tema del consumo di suolo attraverso lo studio dei risultati prodotti da ricerche analoghe condotte in territorio nazionale ed europeo nonché delle Strategie europee e degli indirizzi regionali finalizzati al contenimento del consumo di suolo (capitolo 1), e degli strumenti urbanistici che ad oggi governano la gestione dei suoli in ambito nazionale ed europeo (capitolo 2);
- fase metodologica: tale fase è volta alla redazione di uno strumento, mediante supporto GIS, per l'applicazione della mappa “dell'ottimizzazione dell'uso del suolo”;
- fase applicativa – sperimentale: tale fase è volta a testare sul campo lo strumento attraverso un caso campione sul comune di Napoli (per la sola di trasformabilità fisica) e sul quartiere Arenella (per la trasformabilità fisica e compatibilità funzionale).

La fase conoscitiva del lavoro di ricerca ha evidenziato il “degrado” della risorsa suolo, dovuto alla scarsa considerazione che per lungo tempo è stata rivolta a tale risorsa. Infatti la consapevolezza dello stretto legame di dipendenza tra Uomo e Natura e dell'esauribilità delle risorse naturali, richiede l'adozione di nuovi modelli di sviluppo e strumenti che tutelino l'utilizzo delle risorse rinnovabili e di quelle rinnovabili “a condizione” ovvero quelle risorse che devono essere utilizzate rispettando i tempi di generazione della risorsa stessa (Galderisi, 2009). In tale prospettiva è stato messo a punto la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo, ovvero uno strumento per il governo delle trasformazioni urbane in cui vengono individuate una gamma di trasformazioni possibili nell'ottica di salvaguardia del suolo.

Risultati conseguiti

Il lavoro di ricerca, oltre a fornire una panoramica attuale, sia europea che nazionale, sulla questione del consumo di suolo propone uno strumento di supporto per il governo delle trasformazioni urbane che permetta di individuare il ventaglio delle trasformazioni sostenibili e degli usi compatibili del suolo naturale e di quello costruito.

Il lavoro di ricerca ha permesso di conseguire quattro risultati principali:

- l'individuazione dei principali filoni del quadro di riferimento scientifico sul tema del consumo di suolo;
- l'individuazione delle principali strategie europee ed indirizzi regionali per contenere il consumo di suolo;
- la definizione di un percorso metodologico applicabile a contesti naturali e costruiti orientato all'ottimizzazione dell'uso del suolo;
- la messa a punto di uno strumento di supporto per il governo delle trasformazioni urbane, in grado di garantire un uso sostenibile del suolo;
- l'applicazione di tale strumento al Comune di Napoli (per la sola trasformazione fisica) e sul quartiere dell'Arenella (anche per la compatibilità funzionale), scelti come area campione su cui testare la metodologia messa a punto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Introduzione

Agenzia Europea dell'Ambiente (2016). *Il suolo e il cambiamento climatico*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.eea.europa.eu/it/segnali/segnali-2015/articoli/il-suolo-e-il-cambiamento-climatico>.

Bencardino M. (2015). Consumo di suolo e sprawl urbano. *Bollettino della Società Geografica Italiana. Serie XIII, vol. VIII, pp. 217-237*. Roma

Cogliati Dezza V. e Oliva F. (2009). L'urgenza di (ri)mettere in agenda la questione del suolo. *Osservatorio Nazionale sul consumo di suolo. Primo rapporto 2009*.

European Environment Agency (2017). *Soil and climate change*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.eea.europa.eu/themes/soil/climate>.

Galderisi A. (2009). Sistema Urbano e Sviluppo Sostenibile, in R. Papa (a cura di), *il Governo delle trasformazioni urbane e territoriali*, pp. 47-66. FrancoAngeli, Milano.

Gargiulo, C. (2009). *Strumenti di supporto alle decisioni: la mappa della trasformabilità*, in Papa R. (a cura di). *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali – metodi tecniche e strumenti*, pp.236-246. FrancoAngeli, Milano.

Gargiulo, C. (2009). *Sistema urbano e paradigma prestazionale*, in Papa R. (a cura di). *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali – metodi tecniche e strumenti*, pp.236-246. FrancoAngeli, Milano.

Morosini, R. (2019). Review Pages: soil use and climate change. *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment, Issue Volume 12(1)*, 97,119. <http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/6064>.

Organizzazione delle Nazioni Unite (2015). *Agenda 2030*. Disponibile all'indirizzo: https://www.unric.org/it/images/Agenda_2030_ITA.pdf.

Papa, R., e Fistola, R., (1996). *Strumenti di supporto al governo dell'evoluzione della città: la mappa della trasformabilità urbana*, in Bazzigaluppi, G., Bramanti, A., e Ocelly, S., *Le trasformazioni urbane e regionali tra locale e globale*, pp. 246-263. FrancoAngeli, Milano.

European Environment Agency (2017). *Soil and climate change*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.eea.europa.eu/themes/soil/climate>.

Vandaele, K. (2011). From Mudflow Prevention to Ecosystem Services Development. *The Melsterbeek catchment, Sint-Truiden, Belgium*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/TEEBcase-Changed-agro-management-to-prevent-muddy-floods-Belgium.pdf>

Zucaro, F., e Morosini, R. (2018). Sustainable land use and climate adaptation: a review of European local plans. *TeMA. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 11(1), 7-26. doi:<http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/5343>

CAPITOLO 1. SVILUPPO URBANO E CONSUMO DI SUOLO

1.1 La questione del consumo di suolo nello scenario europeo

Nell'ultimo ventennio la comunità scientifica e quella istituzionale hanno dedicato molta attenzione alla tutela dell'ambiente naturale e alla compatibilità tra crescita economica e risorse non rinnovabili. In particolare negli ultimi anni si è registrato un forte interesse sul tema del consumo del suolo (ISPRA, 2016 e 2017a), che ha favorito l'apertura di numerose discussioni politiche sia a livello europeo che italiano (proposte di direttive e progetti di legge) che pur non portando alla definizione di norme hanno comunque rappresentato un segnale di chiaro interesse per una risorsa che per molto tempo è stata considerata "inesauribile". La discussione sulla disponibilità ambientale e sulla scarsità delle risorse naturali parte da molto lontano (Meadows, 1972) ed è ancora tuttora aperta. La tutela del suolo, del patrimonio ambientale, del paesaggio e il riconoscimento del valore del capitale naturale sono compiti e temi che richiamano l'Europa e le Nazioni Unite, che pongono come obiettivi quelli di "azzerare" il consumo di suolo entro il 2050 (Parlamento europeo e Consiglio, 2013) allineandolo alla crescita demografica e di non aumentare il degrado del territorio entro il 2030 (UN, 2015).

Il primo documento "orientato" alla promozione di una politica di conservazione tra i Paesi firmatari, è stato la "Carta del suolo". Circa 10 anni dopo, la "World Soil Charter" (FAO, 1982) e la "World Soil Policy, (UNEP, 1982) hanno cercato di favorire promuovere a livello internazionale un uso "razionale" del suolo, sostenendo un incremento della produttività delle terre fertili e la loro conservazione per le generazioni future, ma entrambi i documenti sono rimasti in gran parte inattuati. Il tema della conservazione del suolo è divenuto centrale nelle più ampie politiche sociali ed economiche di sviluppo sostenibile nel 1992, a seguito della Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (Earth Summit) tenutosi a Rio proprio nel '92. Due anni dopo, la Convenzione delle Nazioni Unite (UNCCD), per combattere la Desertificazione, stabilì che fosse necessario prevenire e ridurre il degrado del suolo attraverso la predisposizione di piani di azione. In particolare, tale accordo dedica molta attenzione al nesso tra desertificazione, degrado dei suoli, siccità, biodiversità e cambiamenti climatici. La consapevolezza del legame che esiste tra queste diverse tematiche ha portato, negli anni successivi, ad altre due Convenzioni al Vertice di Rio: la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e la Convenzione sulla protezione della biodiversità (UNCBD) in cui vengono riconosciute le funzioni eco-sistemiche del suolo come quella dell'assorbimento delle acque, dello stoccaggio del carbonio e così via. Nel 2001, la Strategia per lo Sviluppo Sostenibile

dell'Unione Europea ed il Sesto programma comunitario di azione ambientale (COM (2001) 31) hanno sancito l'obiettivo di proteggere il suolo dai fenomeni dell'erosione e dell'inquinamento, evidenziando che il declino della fertilità è stato la causa della riduzione della produttività di molte aree agricole dell'Europa. Il Sesto programma di azione ha previsto anche l'elaborazione di una "Strategia tematica per la protezione del suolo" (COM (2002) 179) i cui si evidenziava l'importanza del suolo come risorsa "vitale", quale viene riconosciuto lo svolgimento di molte funzioni dal punto di vista ambientale, quali la produzione di biomassa, lo stoccaggio e la trasformazione di elementi minerali, organici e di energia, il filtro per la protezione delle acque sotterranee e lo scambio di gas con l'atmosfera. Rappresenta inoltre il supporto alla vita ed agli ecosistemi, è riserva di patrimonio genetico e di materie prime, custode della memoria storica, nonché elemento essenziale del paesaggio. In altre parole, riconoscendo l'importanza di tale risorsa e le pressioni a cui essa è sottoposta, nella Strategia è stato descritto l'approccio da adottare per la protezione del suolo: un approccio di tipo precauzionale, per favorire la conservazione di tutte le funzioni ecosistemiche svolte dal suolo e soprattutto basato sulla conoscenza per mettere appunto un sistema efficiente di monitoraggio a livello europeo. Il testo rappresentava per la Commissione un impegno politico per la protezione del suolo, e aveva sviluppato la consapevolezza che l'argomento era di notevole complessità e che i tempi per formulare una politica europea integrata, che da un lato fosse capace di arrestare il processo di degrado e dall'altro garantisse la tutela della risorsa, fossero molto lunghi. Infatti per consentire al suolo di svolgere le "sue" funzioni è necessario difenderlo dalle minacce e dai processi di degrado individuati nel documento stesso:

- la contaminazione locale (siti contaminati);
- le frane e le alluvioni;
- l'erosione, ovvero la rimozione di parte del suolo ad opera degli agenti esogeni (vento, acqua), spesso indotta o amplificata da fattori antropici;
- la diminuzione di materia organica, legata a pratiche agricole non sostenibili;
- la perdita della biodiversità;
- la compattazione, causata da eccessive pressioni meccaniche, conseguenti all'utilizzo di macchinari pesanti o al sovra-pascolamento;
- l'impermeabilizzazione (sealing), ovvero la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo con materiale artificiale non permeabile;
- la desertificazione, intesa come ultima fase del degrado del suolo.

La Strategia tematica per la protezione del suolo è stata adottata nel 2006 (COM(2006) 231) e ha sottolineato la necessità di adottare buone pratiche per mitigare gli effetti negativi dovuti soprattutto dall'impermeabilizzazione del suolo, che tra le varie "minacce", sopra elencate, continua a rappresentare la principale causa di degrado del suolo in Europa (Commissione Europea, 2012), in quanto è probabilmente l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo poiché ne determina la perdita totale o una compromissione tale della sua funzionalità dal limitare/inibire le funzioni produttive, regolative e fruttive che nei suoli impermeabilizzati sono inevitabilmente perse.

Nel 2011 con la "Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse (COM (2011) 571), è stata ribadita l'importanza di una buona gestione del suolo con l'obiettivo di ottenere entro il 2020 delle politiche e delle strategie comunitarie che tenessero conto non solo dei loro impatti diretti ed indiretti sull'uso del territorio ma anche del raggiungimento dell'ambizioso traguardo di "consumo di suolo pari a zero" entro il 2050. Entrambi gli scopi sono stati ri-evidenziati all'interno del Settimo Programma di Azione Ambientale, denominato "Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta" (Parlamento Europeo e Consiglio, 2013). Tale Programma, siglato nel 2013 ed entrato in vigore nel 2014, è una Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio e ha quindi una natura normativa a differenza della Tabella di marcia del 2011 della Commissione che oltretutto già nel 2012 con "le linee guida per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo" (SWD (2012) 101), aveva già indicato le azioni per perseguire il raggiungimento dell'obiettivo del consumo di suolo pari a zero entro il 2050, al fine di supportare gli Stati Membri nella messa appunto di azioni efficaci e coerenti con i target stabiliti (ISPRA, 2019). Dalla Strategia tematica del 2006 nel 2014 è stata elaborata la proposta di direttiva che avrebbe convertito la comunicazione in prescrizioni obbligatorie per gli Stati Membri, favorendo la messa a punto di azioni finalizzate alla tutela del suolo. Ma nonostante la validità di tale proposta, questa fu ritirata nello stesso anno, a causa della forte opposizione di alcuni Stati Membri per motivi legati soprattutto agli oneri amministrativi e finanziari conseguenti l'attuazione della direttiva e motivi legati anche alla sussidiarietà (Luise et al., 2015). In tale ottica, nel 2015 sono stati definiti gli obiettivi "dell'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile" delle Nazioni Unite (UN, 2015) e alcuni target di particolare interesse per il suolo da raggiungere entro il 2030 come:

- assicurare l'accesso a spazi verdi e pubblici sicuri, inclusivi e accessibili;
- assicurare che il consumo di suolo non superi la crescita demografica;

- assicurare un “land degradation world” come elemento fondamentale per mantenere le funzioni eco-sistemiche del suolo.

Tutti gli Stati membri firmando l'Agenda hanno accettato di partecipare, oltretutto, ad un processo di continuo monitoraggio, gestito dalla Commissione Statistica delle Nazioni Unite, per il raggiungimento degli obiettivi attraverso la misurazione di specifici indicatori sul consumo di suolo.

Nonostante sia approvata l'importanza del suolo e del suo ruolo eco-sistemico, le politiche a livello europeo, restano ancora tutt'oggi lacunose (ISPRA, 2019), infatti dalla lettura di questi documenti è emerso un quadro di azione internazionale ed europeo sia ancora troppo frastagliato e richiede ancora numerosi sforzi da compiere per definire strumenti legislativi in grado di innescare “concretamente” azioni, a livello nazionale, che portino all'arresto dei processi di degrado e che vadano a tutelare efficacemente questa fondamentale risorsa ambientale.

1.2 La questione del consumo di suolo nello scenario italiano

Gli obiettivi previsti nell'Agenda 2030 sono fondamentali per l'Italia, per le particolari condizioni di fragilità e di criticità del Paese, rendendo urgente la definizione e l'attuazione di politiche, norme e azioni di radicale contenimento del consumo di suolo e la revisione delle previsioni degli strumenti urbanistici esistenti, spesso sovradimensionate rispetto alla domanda reale e alla capacità di carico dei territori. A livello nazionale lo strumento per la messa a sistema dell'attuazione dell'Agenda 2030 è rappresentato dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), presentata al Consiglio dei Ministri a ottobre 2017 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2017) e approvata dal CIPE a dicembre dello stesso anno (ISPRA, 2019). In tale ottica in Italia si è passati dall'iniziale affermazione dell'inesistenza del fenomeno del consumo del suolo ad una crescente specializzazione disciplinare relativa al rilevamento, gestione, valutazione degli usi, delle coperture e delle variazioni d'uso del suolo, in cui abbondano le interpretazioni, i numeri, le soluzioni e gli approcci ad un problema sottoposto ormai quotidianamente all'attenzione pubblica, ma talvolta poco esplorato sia in termini di metodo che di merito (Salata, 2015). Proprio la specificità di una disciplina fortemente ancorata all'analisi del Land Use Change (LUC) e degli effetti ambientali derivati da tali variazioni degli usi rende oggi difficile la comunicazione tra l'analisi riferita alle coperture dei suoli e le proposte riferite alla regolazione degli usi e delle trasformazioni del suolo. La differenza stessa di significato tra uso (l'attitudine ad un

impegno di una specifica porzione di suolo, determinata da valutazioni di opportunità d'uso spesso non coerenti con le qualità ecologiche del suolo stesso) e copertura (lo stato ecologico e fisico dello strato superficiale della crosta terrestre del suolo) (Turner II e Meyer, 1994), permette di ricondurre il tema del consumo di suolo a due filoni principali: l'analisi e la misurazione di tale fenomeno da un lato, le politiche e il governo delle trasformazioni urbane e territoriali, dall'altro. In realtà, la complessità della questione del consumo di suolo richiede una visione integrata al tema, in cui le differenti riflessioni, approcci e soluzioni sviluppati in entrambi i campi di ricerca conducano «a concrete proposte e strategie di limitazione del consumo di suolo» (EEA, 2006).

La consapevolezza che il fenomeno del consumo di suolo implica una riflessione più ampia, poiché include la qualità degli usi, e le ricadute ambientali e sociali che essi generano, porta, in primo luogo, a voler (tentare di) fornire una definizione di consumo di suolo, in modo tale da determinare al meglio il campo di riferimento di questa ricerca, attraverso una rassegna delle più recenti leggi approvate. Nonostante queste consapevolezze e i risultati della valutazione degli scenari di trasformazione del territorio italiano che stimano un nuovo consumo di suolo in 1.461 km² tra il 2019 e 2050 (Fig. 1), nel caso in cui la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale, pesa l'assenza di una Direttiva quadro sul suolo. Infatti in Italia, il Parlamento non ha ancora approvato una legge che abbia come obiettivo la protezione del suolo dall'uso indiscriminato e dalla sua progressiva copertura artificiale. In riferimento a quanto detto, la prima proposta c'è stata nel 2012 con la presentazione del rapporto “Costruire il futuro: difendere l'agricoltura dalla cementificazione” e con il disegno di legge “valorizzazione delle aree agricole e di contenimento del consumo di suolo”, che non è stato approvato a causa della fine anticipata della Legislatura.

Un nuovo tentativo è stato fatto nel 2014 con la presentazione di un nuovo disegno di legge “Contenimento del consumo del suolo e riuso del suolo edificato (n°2039/2014), che dopo due anni di discussione, ebbe approvazione dalla Camera il 12 maggio del 2016. Anche in questo caso ci sono state forti critiche perché “risultava poco efficace e non capace di contenere concretamente il consumo di suolo” a causa delle deroghe che escludevano dalla limitazione tutti i servizi di pubblica utilità di livello generale e locale, le infrastrutture e gli insediamenti prioritari, le aree funzionali all'ampliamento di attività produttive esistenti, i lotti interclusi, le zone di completamento, gli interventi connessi alle attività agricole, senza contare che non

erano riportate le “percentuali di riduzione” da raggiungere nel corso degli anni fino al 2050 (ISPRA, 2016). Inoltre, rimanevano inascoltate molte aspettative legate alle esigenze di rilancio dell'attività edilizia verso una strategia di riqualificazione dell'esistente, così come quelle di rigenerazione di tessuti urbani finalizzata al miglioramento della qualità della vita dei cittadini, al miglioramento dell'ambiente e del paesaggio urbano e suburbano, al recupero di funzioni eco-sistemiche e all'adattamento ai cambiamenti climatici.

Sulla base di queste considerazioni, tra il 2016 e il 2017, c'è stata una revisione significativa di alcuni articoli del testo di legge e l'introduzione di importanti elementi innovativi in grado di rendere più efficace la norma, con particolare riferimento al sistema delle definizioni, adeguate a quelle comunitarie e internazionali, all'individuazione, all'attuazione e al monitoraggio dei limiti progressivi al consumo di suolo, al riuso e alla rigenerazione urbana, alla tutela delle aree verdi in ambito urbano. Nonostante le modifiche e le integrazioni la fine della Legislatura non ha consentito di arrivare all'approvazione finale di una legge fondamentale per la tutela dell'ambiente, del territorio e del paesaggio italiano.

E' dunque auspicabile che si riprenda in mano la predisposizione di un testo di legge indispensabile anche per assicurare un futuro adeguato ai cittadini di oggi e di domani, in un'ottica di sviluppo sostenibile dell'uso del suolo e di aumento della resilienza delle aree urbane di fronte a vecchie e nuove sfide, dovute sia alla nota fragilità del nostro territorio, sia alla necessità di adattamento ai cambiamenti climatici in atto (ISPRA, 2018), anche considerando il quadro normativo a livello regionale che, nel frattempo, si è diversificato con una moltitudine di definizioni e previsioni differenziate non sempre “concrete” per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'UE.

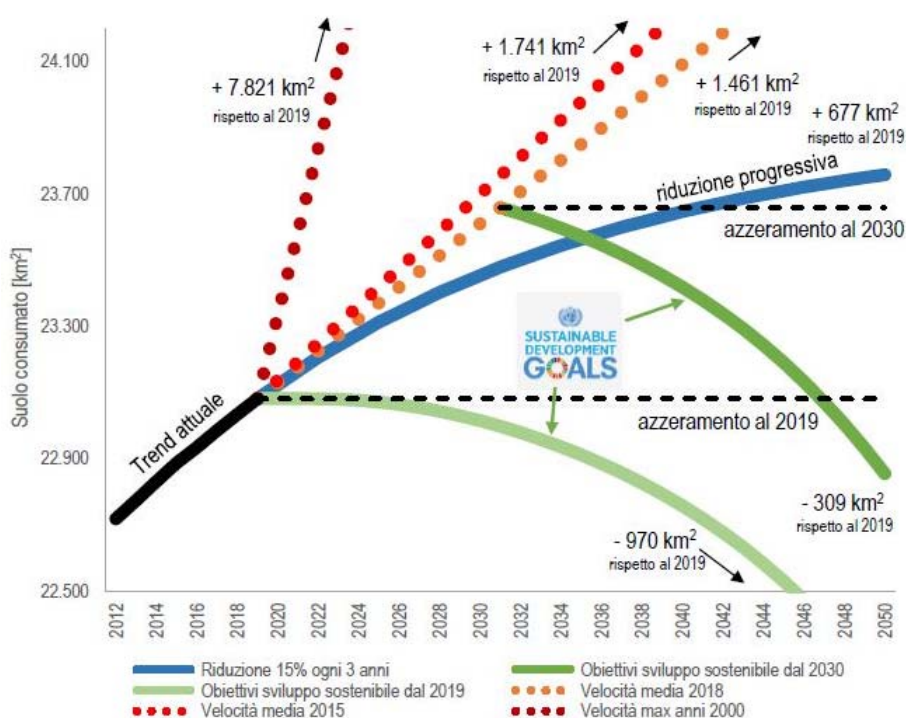


Fig. 1 Scenari di consumo di suolo in Italia (km² di suolo consumato a livello nazionale al 2050).
Fonte: elaborazione ISPRA

1.3 Best practice per limitare il consumo di suolo

In questa paragrafo si propone una descrizione sia di alcune buone pratiche, sia degli interventi più diffusi in Europa per contrastare il consumo di suolo ed i suoi effetti negativi. All'interno del processo di messa a punto della fase metodologica, la fase conoscitiva è stata propedeutica alla definizione del set di interventi da associare e attuare nelle differenti porzioni di territorio urbano caratterizzate da differenti livelli di pregio del suolo. In aggiunta a quest'obiettivo, la lettura delle best practice consente anche di proporre utili spunti di riflessione su come si sta agendo per bilanciare le esigenze di crescita urbana con la necessità di salvaguardare la risorsa suolo.

La raccolta delle pratiche virtuose è stata effettuata facendo riferimento principalmente a:

- documenti elaborati dalla CE (ad es. comunicazioni, linee guida e report);
- report di enti di ricerca (ad es. ISPRA);
- leggi regionali per il governo delle trasformazioni territoriali;
- piani urbanistici comunali.

Si è trattato di una fase impegnativa del lavoro di ricerca, che ha richiesto la raccolta di numerosi documenti relativi a differenti scale territoriali di riferimento, e soprattutto una disamina approfondita di tutte le fonti citate, in particolare degli strumenti urbanistici comunali. All'interno di questi ultimi infatti spesso gli interventi non sono esplicitamente dichiarati dai piani come mirati a contenere il consumo di suolo, ma a raggiungere altri obiettivi di sostenibilità urbana (ad es. adattamento ai cambiamenti climatici, miglioramento dell'ecosistema urbano) indirettamente legati a tale questione.

In accordo con gli approcci delineati dalla CE e con gli esempi virtuosi analizzati, un primo risultato di ricerca ha riguardato la classificazione degli interventi volti a contenere l'impermeabilizzazione del suolo e ad attenuarne i suoi effetti negativi, nelle seguenti tre categorie:

- interventi di limitazione: sono finalizzati ad impedire la conversione di aree verdi e la conseguente impermeabilizzazione del loro strato superficiale o di parte di esso;
- interventi di mitigazione: sono finalizzati a mantenere alcune delle funzioni del suolo e ridurre gli effetti negativi diretti o indiretti significativi sull'ambiente e il benessere umano. Tali misure comprendono, se del caso, l'impiego di opportuni materiali permeabili al posto del cemento o dell'asfalto, il sostegno all' "infrastruttura verde" e un ricorso sempre maggiore a sistemi naturali di raccolta delle acque;
- interventi di compensazione: sono finalizzati a compensare gli effetti dell'impermeabilizzazione, sostenendo o ripristinando, per quanto possibile, la capacità generale dei suoli di una determinata zona, affinché possano assolvere le loro funzioni o quanto meno gran parte di esse.

Per ciascuna di queste tre tipologie si descrivono di seguito i principali interventi attuati in differenti Paesi europei.

1.3.1 Interventi di limitazione del consumo di suolo

L'impermeabilizzazione del suolo è limitata attraverso tre modalità: definizione di limiti quantitativi stabiliti all'interno delle norme, la salvaguardia delle fasce periurbane e il riuso delle aree dismesse.

In alcuni Paesi dell'UE quali Austria, Belgio (Fiandre), Germania e Lussemburgo le norme sia nazionali che regionali hanno stabilito limiti quantitativi all'occupazione di suolo libero. I valori, tuttavia, sono indicativi e usati più come strumento di

monitoraggio del fenomeno che come misura restrittiva. In Germania, ad esempio, i risultati ottenuti, valutati regolarmente, hanno dimostrato che senza specifiche misure e programmi vincolanti, questi limiti indicativi non sono sufficienti.

Realtà differenti sono quelle come l'Andalusia (Spagna meridionale) che ha introdotto un limite quantitativo pari al 40% della superficie urbana a cui i piani regolatori dei comuni di piccole e medie dimensioni devono fare riferimento.

La legge danese in materia di governo delle trasformazioni territoriali ha limitato, invece, la realizzazione di grandi negozi e centri commerciali su terreni non edificati fuori delle grandi aree urbane, incentivando il mix funzionale nei centri urbani di piccole e medie dimensioni e opponendosi alla costruzione di strutture localizzate in regioni rurali caratterizzate da un calo demografico. Queste misure sono state promosse soprattutto al fine di evitare il fenomeno dello sprawl urbano e lo sviluppo di nuclei caratterizzati da una bassa densità demografica costituiscono.

La tutela delle aree agricole e naturali limitrofe ai centri edificati avviene anche prevedendo cinture verdi nelle fasce più marginali di un'area urbana. Questa pratica è stata adottata, ad esempio, in Inghilterra sin dagli anni trenta, periodo in cui è stata realizzata una cintura verde intorno alla zona metropolitana di Londra (Bencardino, 2015; Biesbroek et al., 2010; Vescovo, 2017). Dalla metà degli anni cinquanta, questa politica è stata poi estesa ad altre aree urbane. Le cinture verdi coprono, oggi, il 12% della Gran Bretagna e la più grande, quella intorno a Londra, è di circa 500 000 ha. Questo terreno è protetto contro l'abusivismo edilizio da una politica urbanistica nazionale.

La Lettonia, così come i Paesi Bassi e la Francia hanno invece istituito delle zone di protezione (come cinture verdi intorno le città) per tutelare aree di elevato pregio naturalistico nelle vicinanze dei centri urbani e la loro dimensione dipende dal numero di abitanti delle limitrofe aree urbane.

Il riutilizzo delle aree caratterizzate dall'abbandono delle attività antropiche è una tipologia di intervento fortemente promossa dalle autorità locali tedesche che, come quelle di Barnstorf hanno stabilito che le nuove zone residenziali e commerciali devono essere realizzate in aree già impermeabilizzate, permettendo l'edificazione ex-novo solo in casi eccezionali, in funzione dei costi e benefici per la collettività.

Al riutilizzo ed il completamento delle aree produttive esistenti o dismesse (brownfield), è dedicata grande attenzione in quasi tutte le leggi regionali in materia di governo delle trasformazioni urbane, così come nei più recenti piani urbanistici.

Le attività di recupero e di riuso di aree già costruite, compresi i siti industriali dismessi, il riutilizzo dei suoli già compromessi e la rigenerazione urbana e, di contro, le nuove urbanizzazioni solo in caso di documentata insufficienza del riuso di aree ed edifici dismessi, sembrano essere gli interventi in grado di garantire una crescita urbana sostenibile e tesa alla tutela del suolo nel panorama legislativo e pianificatorio italiano.

1.3.2 Interventi di mitigazione del consumo di suolo

Le misure di mitigazione possono contribuire ad attenuare gli impatti negativi del consumo di suolo, pur «ammettendo che le attività edilizie inevitabilmente influiscono sulla capacità del terreno di svolgere appieno le proprie funzioni in quel sito» (CE, 2006). Tali misure comprendono: l'impiego di opportuni materiali permeabili in sostituzione del cemento o dell'asfalto, la realizzazione di infrastruttura verdi e un ricorso sempre maggiore a sistemi naturali di raccolta delle acque.

Una delle principali misure di mitigazione consiste nell'evitare danni inutili a suoli che non sono direttamente interessati da attività edilizie, ad esempio terreni adibiti a giardino o a verde pubblico. Materiali e superfici permeabili possono aiutare a preservare alcune funzioni chiave del suolo e a mitigare, entro un certo limite, gli effetti dell'impermeabilizzazione. Possono anche contribuire alla connettività tra terreno e suolo sottostante, riducendo lo scorrimento di acqua superficiale e aumentando l'infiltrazione di acqua piovana. In questo modo si riducono i costi di depurazione, oltre a contenere il rischio di alluvione e erosione dell'acqua.

In generale, i parcheggi sono aree ad altissimo potenziale per le superfici permeabili, considerato che quest'uso del suolo è in aumento in Europa, così come il tasso di motorizzazione. L'uso di tappeti erbosi rinforzati con ghiaia o grigliati è ideale per grandi aree usate occasionalmente o di rado, come impianti sciistici, campi sportivi, campi da golf, siti turistici e quartieri periferici. Queste superfici aiutano a proteggere i sistemi di drenaggio locale e influiscono meno sul paesaggio.

In Inghilterra, ad esempio, sono stati promossi i sistemi di drenaggio sostenibile (SUDs) in grado di riprodurre i meccanismi di drenaggio naturali a basso costo, quali giardini a pioggia, fosse di drenaggio e pavimentazioni permeabili, raccogliendo, trattando, accumulando e infine rilasciando lentamente l'acqua piovana nell'ambiente (ad es, nei corsi d'acqua).

La realizzazione di infrastrutture verdi, ovvero, «rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in

maniera da fornire un ampio spettro di servizi eco sistemici» (COM(2013)249 final)¹, costituisce un altro esempio di intervento di mitigazione volto a mitigare gli impatti negativi dell'impermeabilizzazione soprattutto in termini di riduzione dell'effetto isola di calore e di adattamento ai cambiamenti climatici.

Seppur non riequilibrando la perdita delle capacità eco-sistemiche del suolo come le infrastrutture verdi, i tetti verdi costituiscono un'altra buona pratica di mitigazione. In particolare, possono aiutare a prevenire lo scorrimento dell'acqua in superficie, come è avvenuto, ad esempio, nel centro di Manchester e nelle parti densamente edificate limitrofe alla città. Qui i tetti verdi hanno ridotto lo scorrimento superficiale di 20 mm di pioggia anche del 20% (TCB, 2010).

Questo tipo di riduzione può contribuire a diminuire il rischio di inondazione nel contesto urbano, oltre a rappresentare un habitat per flora e fauna di valore, esercitando un effetto positivo sul microclima attraverso la traspirazione dell'acqua (effetto di raffreddamento), e contribuendo a filtrare le particelle sospese (Siebielec et al., 2010).

1.3.3 Interventi di compensazione del consumo di suolo

L'obiettivo degli interventi di compensazione è ripristinare la funzionalità naturale altrove per compensare quella persa in loco. In realtà, questa tipologia di interventi non implica necessariamente che l'impermeabilizzazione possa essere compensata esattamente facendo "altro, altrove", in quanto le aree adatte alle misure di compensazione sono poche e bisogna anche considerare che le funzioni del terreno dipendono dal suolo e dalla sua localizzazione.

Gli interventi di compensazione possono essere del tipo:

- la perdita di terreno agricolo in un sito può essere compensata bonificandone un altro, oppure la perdita della capacità di ritenzione idrica può essere compensata
- aumentando la capacità di raccolta dell'area nel suo complesso. Se ciò non è possibile, si possono compensare le funzioni del suolo con altre (ad esempio, realizzando un parco urbano in cambio di un parcheggio su un terreno agricolo);

¹ Rete di spazi verdi di alta qualità e con altre caratteristiche ambientali che comprende aree naturali, elementi artificiali, rurali e urbani come spazi verdi nelle città, ponti verdi, tetti verdi, eco-condutture per permettere l'attraversamento di barriere lineari, strade e corridoi, parchi, pianure alluvionali recuperate, terreni agricoli pregiati, ecc.

- riutilizzo del terreno scavato quando si impermeabilizza un'area per sfruttarlo altrove;
- de-impermeabilizzazione di una zona (recupero del suolo) per compensare l'impermeabilizzazione di un'altra;
- istituzione di una tassa sull'impermeabilizzazione del suolo da usare per la protezione del terreno o altri scopi ambientali.

Tra le città impegnate nell'attuare interventi di compensazione, vi è quella tedesca di Osnabrück che applica una compensazione adeguata per il degrado provocato dai progetti di sviluppo urbano, effettuando una valutazione di impatto ambientale che tiene conto di diverse funzioni del suolo. Il comune di Dresda ha, invece, deciso di destinare alla realizzazione di nuove infrastrutture viarie e di nuovi edifici il 40% del territorio urbano totale, istituendo un "conto di compensazione per il suolo" (Bodenausgleichskonto). In pratica, nuovi progetti di trasformazione urbana che implicano la conversione del suolo da permeabile a impermeabile possono essere eseguiti solo prevedendo la de-impermeabilizzazione dell'infrastruttura rimanente nel perimetro cittadino e/o la destinazione di una parte dell'area interessata dalla trasformazione a verde.

Dal 2000 l'impermeabilizzazione e la de-impermeabilizzazione entro i confini comunali sono soggette a monitoraggio; in media ogni anno sono de-impermeabilizzati circa quattro ettari. Gli esempi sia di tipologie di interventi che di buone pratiche illustrati sinteticamente in questa sezione, sembrano dimostrare la necessità di mettere in campo soluzioni di limitazione – mitigazione – compensazione contemporaneamente. Dato che limitare l'impermeabilizzazione del suolo significa impedire la conversione di aree verdi e la conseguente impermeabilizzazione della loro superficie, totalmente o in parte, il riutilizzo di aree già edificate, ad esempio siti dismessi, fa parte di questo concetto nella misura in cui il riutilizzo evita l'occupazione di altro terreno e l'impermeabilizzazione di aree verdi. L'obiettivo, tuttavia, non è bloccare lo sviluppo dei sistemi urbani o "congelare per sempre" gli attuali usi del suolo; si tratta piuttosto di gestire in modo più efficiente e sostenibile le risorse naturali di cui il suolo è uno dei componenti principali, ovvero, assicurare uno sviluppo equilibrato, permettendo le attività economiche e allo stesso tempo evitando o quantomeno riducendo al minimo l'aliquota di suolo impermeabilizzato.

Interventi di limitazione	Interventi di mitigazione	Interventi di compensazione
Riuso edifici dismessi	Riconversione dei “vuoti” urbani impermeabilizzati e inutilizzati a verde urbano, prevedendo anche specchi d’acqua	Ripristino suoli contaminati
Riuso aree dismesse	Riconversione all’uso agricolo delle aree incolte o impermeabilizzate prossime al centro urbano	Mantenimento di superfici permeabili all’interno di porzioni di territorio urbano in corso di trasformazione
Densificazione (infilling/reti di trasporto pubblico su rete)	Riconversione a verde degli spazi di pertinenza degli edifici	De-impermeabilizzazione di una zona (recupero del suolo) per compensare l’impermeabilizzazione di un’altra
Incentivi economici per promuovere l’affitto di immobili vuoti	Utilizzo di materiale vegetale per realizzare tetti e pareti verdi	Riutilizzare il terreno arabile scavato quando si impermeabilizza un’area per sfruttarlo altrove
Aumento degli oneri di urbanizzazione e/o dei costi di costruzione	Utilizzo di materiali permeabili nelle aree di parcheggio e aumento della presenza di alberature	Tassa sull’impermeabilizzazione del suolo da usare per la protezione del terreno o altri scopi ambientale
	Realizzazione di infrastrutture verdi	

Tab.1 Esempi di interventi per ciascuna delle 3 categorie di interventi individuate

1.4 Indirizzi regionali per contenere il consumo di suolo

Data l’assenza di una normativa nazionale sul fenomeno del consumo del suolo, la normativa regionale risulta molto eterogenea e se da un lato ci sono regioni che hanno previsto o fissato obiettivi del contenimento del consumo di suolo, dall’altro ce ne sono altre in cui il fenomeno viene trattato in maniera trasversale, ovvero in termini di rigenerazione urbana. Tuttavia la definizione di consumo di suolo non è coerente con quella europea o nazionale o comunque ci sono deroghe o eccezioni che non vengono incluse nelle “limitazioni” e quindi diventano causa evidente del consumo di suolo. Un esempio sono le opere pubbliche di interesse sovracomunale; la realizzazione di insediamenti produttivi, infrastrutture o servizi pubblici previsti nei piani comunali vigenti. Al fine di fornire una descrizione sintetica per ciascuna regione, si riportano di seguito i principali obiettivi, principi ispiratori e definizioni di consumo di suolo, impermeabilizzazione, superficie agricola e area urbanizzata

contenuti all'interno delle leggi regionali, nonché l'identificazione dei limiti al consumo di suolo e delle soglie per la pianificazione e la presenza di obblighi e modalità di monitoraggio del consumo di suolo.

- **Regione Abruzzo: L.R. 62/2015**

Questa legge si basa sul principio che il suolo è un bene comune da tutelare in ragione della fondamentale importanza che riveste per l'equilibrio dell'ambiente e del paesaggio, per la difesa dell'ecosistema e della biodiversità, per la salvaguardia attiva della salute e della qualità della vita, per la produzione agricola e forestale, per l'azione preventiva contro il dissesto idrogeologico. Quindi la politica di sviluppo territoriale persegue la tutela e la valorizzazione dell'attività agricola attraverso il contenimento del consumo di suolo. Definisce inoltre consumo di suolo la riduzione della superficie agricola e/o naturale per effetto di interventi di impermeabilizzazione, occupazione stabile, urbanizzazione ed edificazione non connessi all'attività agricola e/o agli interventi di difesa dal dissesto idrogeologico (art.4 comma 5). La superficie agricola è quella destinata all'attività agricola dagli strumenti urbanistici comunali, nella quale il suolo è utilizzato per fini strettamente connessi all'attività agricola (art.2 comma 3), mentre la superficie naturale è quella che a qualsiasi titolo è esclusa dalle previsioni di urbanizzazione, nella quale il suolo è riservato alla sola funzione ambientale e paesaggistica (art.2 comma 4).

- **Regione Calabria: L.R. 19/2002, legge urbanistica della Calabria, successivamente modificata dalle L.R. 35/2012 – modifica le norme di pianificazione stabilisce con il nuovo articolo 27 quater, inserito dalla L.R. 40/2015, modificata dalla L.R. 28/2016 e dalla L.R. 21/2017.**

Questa legge si basa sul principio del consumo di suolo zero ed in tale ottica, i comuni non dovranno più utilizzare quantità di superficie del territorio per l'espansione del costruito, superiori a quelle già previste nel PRG vigente. È stata inoltre introdotta con la LR 31/2017 una misura di contrasto all'abbandono di suoli agricoli con definizioni di superficie agricola (che include oltre ai terreni qualificati come tali dagli strumenti urbanistici, anche le aree di fatto utilizzate a scopi agricoli e quelle suscettibili di utilizzazione agricola) e di consumo di suolo (in termini di riduzione di superficie agricola così definita per effetto di interventi che ne determinano

l'impermeabilizzazione, l'urbanizzazione, l'edificazione e la cementificazione. La più recente LR 8/2019, in modifica della LR 19/2002, introduce ulteriori limitazioni alle varianti urbanistiche e l'adeguamento di tutti gli strumenti urbanistici. (ISPRA, 2019)

- **Regione Emilia Romagna: L.R. 20/2000, modificata dalle L.R. 6/2009 e 17/2014 – quest' ultima abrogata dalla L.R. 24/2017.**

La legge 24/2017 stabilisce, in particolare, l'obiettivo del consumo di suolo a saldo zero da raggiungere entro il 2050, con il limite massimo del 3% della superficie del territorio urbanizzato. È previsto un periodo transitorio di 3+2 anni (fino al 2023): nel primo periodo i Comuni possono completare i processi di pianificazione in corso, dare attuazione ai piani vigenti, mentre solo allo scadere dei 3 anni decadono le previsioni di espansione rispetto al territorio urbanizzato al 1/1/2018 non inserite in piani attuativi. Il consumo di suolo non è consentito per nuove edificazioni residenziali ma ci sono diverse eccezioni come gli interventi di edilizia residenziale sociale. All'interno della stessa legge viene ampliato il concetto di dotazione ecologica ambientale costituita dall'insieme degli spazi, delle opere e degli interventi che concorrono a contrastare il cambiamento climatico e i suoi effetti sulla società umana e sull'ambiente riducendo l'inquinamento e i gas serra mantenendo la permeabilità dei suoli e il riequilibrio ecologico dell'ambiente urbano, mitigando gli effetti del riscaldamento (isole di calore).

- **Regione Friuli Venezia Giulia: L.R. 6/2019, che abroga la L.R. 21/2015**

La L.R. 6/2019 nasce inizialmente con lo scopo di semplificare il Codice dell'edilizia previsto dalla L.R. 19/2009. Il suo punto focale rimane il settore urbanistico ed edile, preservando, tuttavia, la riduzione del consumo di suolo e l'obiettivo di promuovere ed incrementare gli interventi di recupero e di ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente. Inoltre si istituiscono attività di monitoraggio e la norma concede autonomia ai Comuni su varianti di livello comunale agli strumenti urbanistici che prevedano anche nuova viabilità e strutture per servizi pubblici e prevede ampliamento di strutture turistiche fino al 40%, che se pur ecocompatibili per materiali e tecniche di bioedilizia, possono comunque essere fonte di impatti e disturbo nelle aree naturali, in particolar modo quelle sensibili.

- **Regione Liguria: L.R. 36/1997 – modificata dalla L.R. 11/2015, L.R. 29/2015 e L.R. 29/2016. L.R. 23/2018**

La legge urbanistica regionale persegue gli obiettivi di qualificazione ambientale e funzionale del territorio basandosi sul principio del minimo consumo delle risorse territoriali e paesistico-ambientali disponibili. Queste norme regionali urbanistiche non fanno riferimento esplicitamente al consumo di suolo, mentre la L.R. 23/2018 in materia rigenerazione urbana e recupero del territorio agricolo ha introdotto una normativa organica che individua la rigenerazione urbana quale alternativa strategica al consumo di nuovo suolo e fissa l'obiettivo di edificazione su nuove aree pari a zero, da raggiungere entro il 2050, con individuazione degli ambiti urbani in condizioni di degrado urbanistico ed edilizio demandata ai Comuni.

- **Regione Lombardia: L.R. 31/2014 – modificata dalla L.R. 17/2018**

La legge regionale 31/2014 si basa sul principio che gli strumenti di governo del territorio, nel rispetto dei criteri di sostenibilità e di minimizzazione del consumo di suolo, devono orientare gli interventi edilizi prioritariamente verso le aree già urbanizzate, degradate o dismesse, [...] sottoutilizzate da riqualificare o rigenerare, anche al fine di promuovere e non compromettere l'ambiente, il paesaggio, nonché l'attività agricola; in modo da “raggiungere il traguardo previsto dalla Commissione europea di giungere entro il 2050 a una occupazione netta di terreno pari a zero”. In tale legge il consumo di suolo viene definito come la trasformazione, per la prima volta, di una superficie agricola da parte di uno strumento di governo del territorio, non connessa con l'attività agro-silvo-pastorale, esclusa la realizzazione di parchi urbani territoriali e inclusa la realizzazione di infrastrutture sovra comunali; il consumo di suolo è calcolato come rapporto percentuale tra le superfici dei nuovi ambiti di trasformazione che determinano riduzione delle superfici agricole del vigente strumento urbanistico e la superficie urbanizzata e urbanizzabile (art.2 comma 1). Nello stesso articolo e comma vengono definite anche la superficie agricola a cui appartengono tutti i terreni qualificati dagli strumenti di governo del territorio come agro-silvo-pastorali e la superficie urbanizzata o urbanizzabile ovvero i terreni urbanizzati o in via di urbanizzazione calcolati sommando le parti del territorio su cui è già avvenuta la trasformazione edilizia, urbanistica o territoriale per funzioni antropiche e le parti interessate da previsioni pubbliche o private della stessa natura non

ancora attuate. Altra definizione interessante che viene fornita dalla legge regionale lombarda è quello del bilancio ecologico del suolo, definito come la differenza tra la superficie agricola che viene trasformata per la prima volta dagli strumenti di governo del territorio e la superficie urbanizzata e urbanizzabile che viene contestualmente ridestinata nel medesimo strumento urbanistico a superficie agricola. se il bilancio ecologico del suolo è pari a zero, il consumo di suolo è pari a zero.

La L.R. 31/2014 è, attualmente, ancora soggetta a vaglio della Corte Costituzionale, richiesto dal Consiglio di Stato con sentenza non definitiva n. 5/11/2017 pubblicata il 4 dicembre 2017, in relazione alla “rilevante e non manifestamente infondata” questione di legittimità costituzionale di alcuni articoli della legge in questione. Il monitoraggio (art. 3 comma 1) è in capo all'Osservatorio permanente regionale. La L.R. 17/2018, infine, modifica l'art. 5 della L.R. 31/2014 per consentire ai Comuni che hanno il Documento di Piano del PGT di prorogare lo stesso fino alla pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia (BURL) dell'Integrazione del PTR.

- **Regione Marche: L.R. 22/2011 – modificata dalle L.R. 44/2013 – 16/2015- 28/2015 -8/2018**

La legge regionale 22/2011 è finalizzata in particolare a promuovere la trasformazione urbana in termini di qualità, riducendo il consumo di suolo ed è stata successivamente modificata dalle leggi regionali 44/2013 - 16/2015 - 28/2015 - 8/2018. Secondo tale normativa, fino all'entrata in vigore della legge regionale per il governo del territorio e comunque non oltre il 31 dicembre 2020 (termine aggiornato con la LR 8/2018) nei comuni: non possono essere adottati nuovi PRG o varianti a PRG vigenti che prevedono ulteriori espansioni di aree edificabili in zona agricola nei comuni che non hanno completato per almeno il 75% l'edificazione delle aree esistenti con medesima destinazione d'uso urbanistica. Possono sempre essere adottati nuovi PRG o varianti ai PRG vigenti, se finalizzati alla riduzione delle previsioni di espansione delle aree edificabili e quindi se prevedono il recupero delle aree degradate. Ma è consentita l'adozione di varianti al PRG anche se si ha l'esigenza di ampliare le attività produttive con il limite che siano già insediate alla data di entrata in vigore della legge.

- **Regione Piemonte: L.R. 16/2018**

La legge regionale 16/2018 si basa sul principio di tutela e limitazione del consumo di suolo, al fine di giungere all'obiettivo di un consumo zero. Il consumo di suolo all'interno di questa legge viene definito come il "cambiamento del suolo mediante interventi di copertura del terreno con l'impiego di pavimentazione o di altri manufatti permanenti, entro o fuori terra, che impediscono alle acque meteoriche di raggiungere naturalmente la falda acquifera" (art.2 comma 1). Lo stesso testo, inoltre, stabilisce (art. 3 comma 1) "un incentivo volumetrico per la sostituzione edilizia e prevede il preventivo coinvolgimento delle comunità interessate dalla realizzazione degli interventi da concertare pure con gli operatori privati. Nel disegno di legge regionale 302/2008, inoltre si prevede che l'attività del monitoraggio (art. 10 comma 1), intesa come strumento conoscitivo di riferimento per le politiche regionali, sia realizzata dall' ISPRA, integrandosi con il SIT regionale. Dal 2020, ogni 10 anni, la Regione aggiornerà il monitoraggio per la verifica delle soglie (art. 3 comma 3).

- **Provincia di Bolzano: L.P. 9/2018**

La "legge provinciale territorio e paesaggio" che entrerà in vigore dal 1/1/2020, prevede una riduzione del consumo di suolo attraverso l'individuazione da parte dei Comuni dell'area insediabile, al di fuori della quale costruire sarà consentito solo in pochi casi eccezionali definiti per legge. I comuni definiscono nel programma di sviluppo comunale, il contingente massimo di consumo di suolo ammesso nel periodo di pianificazione per le future aree insediabili e le infrastrutture di trasporto, tenuto conto del fabbisogno totale di aree. La rilevazione e il monitoraggio del consumo del suolo sono effettuati dal Comune, unitamente alla distinzione delle aree permeabili e impermeabili e delle superfici la cui permeabilità può essere ripristinata, nonché le aree destinate alla rinaturalizzazione permanente, quali le aree di compensazione (ISPRA, 2019).

- **Provincia di Trento: L.P. 15/2015**

La legge provinciale 15/2015 si basa sul principio che contenuti degli strumenti di pianificazione sono improntati sulla valorizzazione del paesaggio e sulla

minimizzazione del consumo di suolo in quanto bene comune e risorsa non rinnovabile. Inoltre fornisce tre definizioni importanti:

- il consumo di suolo: “il fenomeno di progressiva artificializzazione dei suoli, generato dalle dinamiche di urbanizzazione del territorio, monitorabili attraverso specifici indici” (art.3 comma 1b);
- l'area urbana consolidata: insieme delle parti del territorio edificato, prossimo all'insediamento storico, riconoscibile per epoca di costruzione e carattere di compattezza del tessuto urbano (art3 comma 1e);
- Aree specificamente destinate all'insediamento: sono aree non specificamente destinate all'insediamento, al contrario, le aree agricole, boscate, a pascolo, a elevata naturalità (art 3 comma 1n).

- **Regione Puglia: L.R. 27/2004 – modificata dalle L.R. 15/2017 – 12/2018 -270/2019**

La L.R. 15/2017 definisce il consumo di suolo come la riduzione di superficie agricola per effetto di interventi che ne determinano l'impermeabilizzazione, l'urbanizzazione, l'edificazione e la cementificazione, e la superficie agricola rappresentata dai terreni qualificati tali dagli strumenti urbanistici, nonché le aree di fatto utilizzate a scopi agricoli indipendentemente dalla destinazione urbanistica e quelle, comunque libere da edificazioni e infrastrutture, suscettibili di utilizzazione agri-cola. La L.R. 12/2018 favorisce una pianificazione del territorio nel rispetto dei criteri di sostenibilità e di risparmio del consumo di suolo, preferendo le aree già urbanizzate, degradate o dismesse. Infine, la legge regionale 270/2019 disciplina l'istituto della perequazione per favorire la rigenerazione di aree urbane degradate o scarsamente valorizzate.

- **Regione Sardegna: L.R. 8/2015**

Questa legge regionale promuove la riqualificazione e il miglioramento della qualità architettonica e abitativa, dell'efficienza energetica del patrimonio edilizio esistente, la limitazione del consumo del suolo, la riqualificazione dei contesti paesaggistici e ambientali compromessi esistenti nel territorio regionale. Inoltre promuove gli interventi di rigenerazione urbana, quale alternativa strategica al nuovo consumo di suolo.

- **Regione Toscana: L.R. 65/2014 – modificata dalla L.R. 43/2016**

La legge regionale della Toscana prevede nuovi impegni di suolo solo se non sussistono possibilità di riuso degli insediamenti e delle infrastrutture esistenti. In tale ottica, la legge definisce in modo puntuale il “territorio urbanizzato”, che è costituito dai centri storici, dalle aree edificate con continuità dei lotti, a destinazione residenziale, industriale e artigianale, commerciale, direzionale, di servizio, turistico-ricettiva, dalle attrezzature e dai servizi, dai parchi urbani, dagli impianti tecnologici, dai lotti e dagli spazi inedificati interclusi dotati di opere di urbanizzazione primaria (art.4 comma 3). L'individuazione del perimetro del territorio urbanizzato tiene conto delle strategie di riqualificazione e rigenerazione urbana, ivi inclusi gli obiettivi di soddisfacimento del fabbisogno di edilizia residenziale pubblica, laddove ciò contribuisca a qualificare il disegno dei margini urbani (art. 4 comma 4). La legge, quindi, promuove il riuso e la riqualificazione delle aree urbane degradate o dismesse e nelle aree esterne al territorio urbanizzato non sono consentite nuove edificazioni residenziali.

La legge prevede “limitati impegni di uso del suolo” per destinazioni diverse da quella residenziale che risultano in ogni caso assoggettati al parere obbligatorio della “conferenza di co-pianificazione d'area vasta”, chiamata a verificare puntualmente, oltre alla conformità al PIT-PPR, che non sussistano alternative di riutilizzazione o riorganizzazione di insediamenti e infrastrutture esistenti.

- **Regione Umbria: Legge 1/2015 – modificata dalla L.R. 13/2016**

Il Testo Unico governo del territorio e materie correlate persegue l'assetto ottimale del territorio regionale, secondo i principi di contenimento del consumo di suolo, di riuso del patrimonio edilizio esistente e di rigenerazione urbana, [...] secondo politiche di sviluppo sostenibile in una visione strategica integrata, sinergica e coerente con le linee di programmazione europee, nazionali e delle regioni contermini, al fine di ottenere uno sviluppo urbano adeguato al contesto ambientale e storico, nonché un contenimento del consumo di suolo agricolo considerando le effettive necessità abitative e produttive.

- **Regione Veneto: L.R. 14/2017 – L.R. 14/2019**

La L.R. 14/2017 si propone di revisionare in profondità la disciplina urbanistica sulla base della nuova coscienza ecologica e in relazione alla disposizione comunitaria di azzerare il consumo di suolo entro il 2050.

In tale ottica la legge ha come obiettivi principali la rigenerazione urbana e la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, nello sviluppo di tipologie edilizie urbane a basso impatto energetico e ambientale. Inoltre, L.R. 14/2019 promuove misure volte al miglioramento della qualità della vita delle persone all'interno delle città e al riordino urbano mediante la realizzazione di interventi mirati alla coesione sociale, alla sostenibilità ed efficienza ambientale con particolare attenzione all'economia circolare e alla bioedilizia, alla valorizzazione del paesaggio, alla rinaturalizzazione del territorio veneto, alla implementazione delle centralità urbane, nonché alla sicurezza delle aree dichiarate di pericolosità idraulica o idrogeologica (art. 1 comma 1). (ISPRA, 2019)

- **Regione Valle d'Aosta: L.R. 11/1998 – modificata dalla L.R. 5/2018**

La legge regionale 11/1998 promuove uno sviluppo sostenibile orientato al pieno recupero del patrimonio edilizio, evitando l'edificazione sparsa. Questa legge è stata in parte modificata dalla legge regionale 5/2018 che è dedicata soprattutto alla definizione di procedure di formazione e adozione dei piani urbanistici e relativa VAS.

- **Regione Lazio: L.R. 7/2017**

La legge regionale del Lazio prevede misure a favore della rigenerazione urbana, della razionalizzazione del patrimonio edilizio esistente, puntando all'obiettivo di riduzione e di contenimento del consumo del suolo. La norma prevede incentivi volumetrici.

- **Regione Molise**

In tale regione non è stata emanata ancora nessuna legge in materia di consumo di suolo e/o di rigenerazione urbana.

- **Regione Basilicata**

Anche per la Basilicata, come per il Molise, non ci sono norme regionali che fanno esplicitamente riferimento al consumo del suolo ma la L.R. 11/2018 introduce il concetto di rigenerazione urbana sotto forma di stabilizzazione del piano casa.

- **Regione Sicilia: L.R. 13/2015 – modificata dalla L.R. 24/2018**

Per la regione Sicilia il consumo di suolo viene affrontato in modo trasversale nella legge 13/2015 in termine di recupero dei centri storici.

- **Regione Campania: L.R. 6/2016 – modificata dalle L.R. 19/2017 e L.R. 38/2017**

In Campania la L.R. 16/2004 promuove l'uso razionale e lo sviluppo ordinato del territorio urbano ed extraurbano mediante il minimo consumo di suolo. La L.R. 6/2016 "Prime misure per la razionalizzazione della spesa e il rilancio dell'economia campana" pone tra le priorità per le risorse del fondo regionale per l'edilizia pubblica gli interventi di ristrutturazione edilizia o urbanistica d'immobili esistenti volti al contenimento del consumo del suolo. Tale norma è stata successivamente modificata dalla L.R. 19/2017, relativi al supporto alla pianificazione locale con termine per la revisione dei piani al 31.12.2019 e dalla L.R. 38/2017, che elimina alcune previsioni transitorie sugli ampliamenti.

Dalla lettura delle norme regionali, il quadro legislativo locale appare alquanto frammentato, e la riduzione del consumo di suolo risulta essere sia un obiettivo che un principio a cui si sono ispirate quasi tutte le leggi regionali, ad eccezione del Molise, Basilicata e Sicilia che sembrano ancora lontane dall'obiettivo europeo di consumo di suolo pari a zero.

Una reale riflessione su come intendere e riferirsi al consumo di suolo nelle discipline e nelle politiche di governo delle trasformazioni d'uso del suolo non sembra, quindi, ancora venire svolta.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Capitolo 1

Bencardino M. (2015). Consumo di suolo e sprawl urbano. Drivers e politiche di contrasto. *Bollettino della società geografica italiana – serie XIII*, vol. VIII, pp. 217-237. Roma.

Biesbroek G.B., Swart R.J., Carter T.R., Cowan C., Henrichs T., Mela H., MOCroft M.D. e Rey D. (2010). Europe adapts to climate change: Comparing National Adaptation Strategies. *Global Environmental Change*, vol. 20, Issue 3, pp. 440-450. Elsevier. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.03.005>

CE (2006). *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*. Bruxelles.

Commissione Europea (2012). *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, SWD (2012) 101*. Bruxelles, 15.5.2012.

Commissione Europea (2013). *Superfici impermeabili, costi nascosti. Alla ricerca di alternative all'occupazione e all'impermeabilizzazione dei suoli*. Lussemburgo.

EEA, (2006). *Urban sprawl in Europe: The ignored challenge*. Copenhagen: s.n.

ISPRA (2016). *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Rapporti 248/2016.

ISPRA (2017a). *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Rapporti 266/2017. Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali>.

ISPRA (2018). *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici-edizione-2018>.

ISPRA (2019). *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapp-orticonsumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici-edizione-2019>.

Meadows D.H. (1972). *I limiti dello sviluppo*. Mondadori, Milano.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2017). *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile*.

Parlamento Europeo e Consiglio (2013). Decisione n. 1386/2013/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 novembre 2013 su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta», GUUE, L 354, 28.12.2013: 171-200.

Salata, S. (2015). Mappare i Servizi ecosistemici. Il caso di Bruino per lo sviluppo del progetto Life Sam4cp, in «*Urbanistica Informazioni*», 261–262, p. 114–116.

Siebielec G., Lazar S., Kaufmann C. e Jaensch S. (2010). Handbook for measures enhancing soil function performance and compensating soil loss during urbanization process. Urban SMS - Soil Management Strategy project. Disponibile all'indirizzo: <http://www.urbansms.eu>.

Technische Commissie Bodem (TCB) (2010). Advisory report on general conditions for soil sealing in urban areas. *The Hague and references therein*.

Turner II B. e Meyer W. (1994). *Global land-use and land-cover change: an overview*, in B. Turner II e W. Meyer, (A cura di) *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*, (pp. 3-10). Cambridge University Press, Cambridge.

UN (2015), *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, A/RES/70/1, United Nations.

Vescovo E. (2017). Rassegne: limitare il consumo di suolo in Italia è possibile: una riflessione a partire dalle politiche e pratiche europee ed italiane in corso. *Archivio di studi urbani e regionali*, 118(1), 171-178

CAPITOLO 2. IL CONSUMO DI SUOLO NEI PIANI DI ADATTAMENTO A SCALA COMUNALE IN EUROPA

2.1 Adattamento climatico e consumo di suolo in alcuni piani europei¹

Il suolo è una risorsa fondamentale per garantire la stabilità dell'ecosistema e la produttività delle attività umane. Tuttavia, i processi di degrado del suolo stanno accelerando in molte parti d'Europa a causa della pressione antropica (Agenzia europea dell'ambiente, 2006). Nel contesto della strategia tematica del suolo (COM (2012) 46), la Commissione europea ha promosso attività di ricerca nel campo della valutazione delle terre e del monitoraggio dell'impermeabilizzazione del suolo (Centro comune di ricerca e Agenzia europea dell'ambiente, 2012). Come riportato ad esempio da Genske (2003) e Scalenghe et al. (2008), i cambiamenti nell'uso di questa risorsa hanno contribuito alla sua erosione, al declino della materia organica, alla contaminazione locale e diffusa, alla “sigillatura”, alla compattazione e alla salinizzazione. Tutti questi processi hanno un impatto negativo sulle funzioni del suolo e sui servizi eco-sistemici (Sauer et al., 2011).

L'Europa, inoltre, nel continuo sforzo di migliorare la resilienza delle aree urbane e di favorire l'integrazione della questione dei cambiamenti climatici nelle pratiche di governance e pianificazione, ha messo a punto, nel 2013, una Strategia di Adattamento ai cambiamenti climatici che si pone tre obiettivi principali:

- incoraggiare tutti gli Stati membri ad adottare strategie globali di adattamento e i loro piani di azione, invitandoli a sottoscrivere un impegno sul modello del Patto dei Sindaci e sostenendoli con finanziamenti per aiutarli a sviluppare le loro capacità di adattamento;
- promuovere ulteriormente l'adattamento nei settori particolarmente vulnerabili come l'agricoltura;
- favorire un processo decisionale più consapevole affrontando le lacune nelle conoscenze in materia di adattamento e incrementando la piattaforma europea sull'adattamento dei cambiamenti climatici (COM(2013) 216 final).

L'adozione di tale Strategia rappresenta, in pratica, l'ulteriore tentativo che la Comunità Europea sta facendo per aprire la strada alla sostenibilità e alla resilienza ai cambiamenti climatici a tutti i livelli di governo del territorio, da quello nazionale a quello locale. In particolare, i piani di adattamento previsti sono il risultato di una

¹ Il contenuto di questo capitolo è stato oggetto della seguente pubblicazione: Zucaro, F., Morosini, R. (2018). Sustainable land use and climate adaptation: a review of European local plans. *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment, Issue Volume 11(1)*, 7-26. doi: <http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/5343>

decisione politica basata sulla consapevolezza che le condizioni sono cambiate ed è quindi necessaria un'azione per ritornare, mantenere o raggiungere lo stato desiderato (Parry et al., 2007). Tutto deve essere ristudiato e ridisegnato per aumentare la resilienza diminuendo così il rischio.

L'adattamento deve essere intrapreso e sviluppato dalle autorità locali, in quanto è a livello locale che si verificano i maggiori impatti. Storicamente gli sforzi sono stati incentrati più sulla mitigazione ma la sfida deve essere doppia (Blanco et al., 2009), ovvero, le azioni devono essere orientate verso un'ottica integrata di mitigazione e adattamento. E' opportuno sottolineare che i piani di adattamento vigenti sono ancora in numero ridotto, in quanto costituiscono ancora strumenti "nuovi" del governo del territorio che, insieme ai piani di mitigazione, definiscono le azioni da implementare per ridurre i rischi a cui le città sono soggette per effetto dei cambiamenti climatici.

Al fine di individuare le principali azioni di adattamento elaborate e pianificate, dai diversi enti locali, che tenessero conto del principio della sostenibilità, in particolare nell'utilizzo della risorsa suolo, è stata condotta una lettura di un campione di piani di adattamento.

La lettura dei piani di adattamento è stata mirata ad indagare la presenza di azioni volte a garantire un uso sostenibile del suolo naturale e non, al fine di limitare il consumo di quello non antropizzato, anche per contribuire a contenere gli effetti del cambiamento climatico. Infatti per ogni piano sono stati individuati i rischi maggiormente registrati per quell'area urbana e tutte le azioni dirette ed indirette legate al contenimento del consumo di suolo.

Per quanto riguarda i rischi conseguenti il cambiamento climatico, che sono emersi essere numerosi in ragione delle diverse caratteristiche fisiche e geomorfologiche delle aree urbane, e per i quali si sono previste azioni dirette e/o indirette sul consumo di suolo possono essere classificati in quattro categorie:

- rischio frana: questo rischio, benché legato a fattori naturali come la conformazione geologica e geomorfologica, è anche fortemente condizionato dalla continua azione antropica di modifica del territorio che, da un lato ha incrementato la possibilità di accadimento dei fenomeni, e dall'altro ha aumentato la presenza di beni e persone nelle zone dove tale fenomeno si è verificato, contribuendo anche ad effetti catastrofici;
- rischio alluvione: l'aumento della frequenza di questo rischio è legato senza dubbio all'elevata antropizzazione e alla diffusa impermeabilizzazione del

- territorio che impedendo l'infiltrazione della pioggia nel terreno aumentano i quantitativi e la velocità dell'acqua che defluisce verso i fiumi;
- rischio erosione: questo rischio, oltre ad essere legato a cause naturali come l'aumento del livello del mare, è dovuto anche da cause di origine antropica come l'incremento dell'urbanizzazione nella fascia costiera a fini turistici ed industriali;
 - ondate di calore: questo rischio dipende dalle condizioni climatiche e dalle caratteristiche fisiche e ambientali di una specifica area e viene definito non solo dai valori della temperatura e dell'umidità relativa ma anche dalla durata delle ondate di calore.

Passando alle azioni e con riferimento ad esempio al rischio erosione, per azioni dirette si intendono quelle che esplicitamente vanno a limitare l'utilizzo del suolo, come ad esempio la definizione di una soglia limite per l'edificabilità, il rispetto di fasce verdi o ancora il riutilizzo di edifici/strutture ed infrastrutture già esistenti. Per azioni indirette si intendono, invece, tutte quelle che pur non riguardando direttamente la tutela o un miglior uso del suolo, contribuiscono comunque a limitarne l'utilizzo, in quanto il rischio per cui si prevede quella determinata azione può essere ridotto se si impermeabilizza meno suolo. Un esempio sono le azioni previste per implementare il sistema di drenaggio delle acque superficiali per limitare il rischio frana che, garantendo una maggiore quantità di suolo permeabile, contribuiscono a ridurre tale rischio.

Per quanto riguarda la scelta dei piani europei, è stata inizialmente consultata la piattaforma Covenant of Mayors for Climate & Energy, resa disponibile dalla Comunità europea nel marzo 2011, che raccoglie le iniziative e i piani d'azione adottati dagli Stati Membri per far fronte al fenomeno dei cambiamenti climatici. Tuttavia, poiché questi piani sono un'iniziativa piuttosto recente, quelli disponibili sulla piattaforma sono ancora molto pochi e soprattutto relativi a comuni di piccole dimensioni (< 5000 abitanti). Per la selezione delle città straniere sono stati, quindi, individuati prima i Paesi maggiormente sensibili ai temi del cambiamento climatico e del consumo del suolo attraverso lo studio delle Strategie Nazionali di adattamento (NAS), ovvero, quelli che sin dalla pubblicazione del Libro Verde nel 2006 hanno iniziato a metterle a punto, aggiornandole, poi, durante il corso degli anni, e maturando così una esperienza consolidata in tema di adattamento. Inoltre, gli Stati Membri presi in considerazione sono anche quelli che nelle loro Strategie hanno fatto riferimento all'impermeabilizzazione del suolo come uno dei fattori antropici in grado di accrescere gli effetti negativi del cambiamento climatico.

Secondo i dati aggiornati, al 2016, dall'Agenzia Ambientale Europea relativi alla piattaforma Climate – Adapt sono 29 i Paesi membri dell'UE che hanno già adottato una NAS: Austria, Belgio, Bulgaria, Croazia, Cipro, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Romania, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Ungheria. Di questi Paesi, solo alcune città hanno redatto il piano di adattamento ai cambiamenti climatici, ma il numero sempre crescente delle strategie nazionali testimonia la presa di coscienza, di fronte ad eventi climatici estremi sempre più frequenti, e delle loro conseguenze calamitose e della necessità di una concreta politica climatica globale che preveda misure di adattamento per ridurre e gestire i rischi connessi ai cambiamenti climatici.

In particolare, la Finlandia è stata la prima nazione europea ad elaborare una NAS nel 2005, anticipando di un anno ciò che era previsto nel Libro Verde del 2006, indicando in maniera esplicita l'esigenza di ridurre l'utilizzo del suolo non antropizzato.

«Better consideration of the impacts of climate change and natural conditions in general may require some adjustment to the planning principles applied to the use of areas and land. The damage risk posed by rains can be lowered by securing the capacity of drainage systems so that it corresponds to the heavy rains expected in the future. It will be possible to set restrictions and regulations for areas where flooding and a rising ground water level are expected in the future» (Finland's National Strategy for Adaptation to climate change, 2005).

Altri Paesi come la Serbia, la Germania, la Francia e la Gran Bretagna non trattano in modo diretto il tema del consumo del suolo ma le loro strategie prevedono numerosi interventi di green infrastructure soprattutto per far fronte al rischio alluvioni.

«There is a need to step up soil protection with regard to the risks of erosion and declining humus content, especially in hydromorphic soils. To avoid conflicts of objectives, the federal and the Länder authorities discuss and coordinate protection objectives and adaptation strategies for the soil with all stakeholders on a cross-departmental basis (agriculture, forestry and water management, nature conservation, atmospheric and climate research)» (German Strategy for Adaptation to climate change, 2008).

Per quanto riguarda i rischi naturali, la Francia è stata segnata da un ripetersi di alluvioni su larga scala, alcune delle quali, in particolare nelle regioni del Mediterraneo, sono state gravi e violente (Aude en 1999, Gard in 2002). Ricordiamo

anche l'episodio delle alluvioni della Somme nel 2001, che ha dato origine a un rapporto del Senato.

Tuttavia, meteorologi e idrologi collegano il manifestarsi di questi fenomeni a ragioni antropogeniche come l'impermeabilizzazione dei suoli, la modalità di utilizzo dei terreni agricoli, l'occupazione delle pianure alluvionali) (Strategie Nationale d'adaptation au Changement, 2007).

Di questi quattro Paesi sono state successivamente individuate le relative città che avessero redatto, negli ultimi 10 anni, un piano di adattamento che richiamasse al suo interno il fenomeno del consumo di suolo in relazione ai cambiamenti climatici. Altro criterio di selezione è stato la disponibilità del piano di adattamento in lingua inglese. Di seguito si riportano i risultati della lettura dei piani di adattamento europei, al fine di far capire i rischi, connessi al consumo di suolo, che scaturiscono dai cambiamenti climatici (Tab. 2) che richiedono quindi determinate azioni di adattamento, ponendo particolare attenzione a quelle azioni che prevedono, in maniera diretta ed indiretta, la riduzione del consumo di suolo.

2.1.1 Belgrado

Belgrado è la capitale della Serbia e ha redatto il piano di adattamento nel 2015 a seguito di eventi climatici estremi che, secondo i dati del servizio idrometeorologico della Serbia, si sono verificati con sempre maggiore intensità: nelle estati del 1998, 2000, 2012 e 2013 si sono verificate ondate di calore con temperature superiori ai 39°C che hanno avuto come principale conseguenza una grande siccità; nel 2006 si sono verificate ripetute inondazioni causate dalla fusione tra la neve e le forti piogge; a maggio 2014 intense precipitazioni hanno determinato una ampia alluvione. Inoltre negli ultimi anni l'intensità e la gravità delle inondazioni sono aumentate notevolmente. In merito a questi rischi, l'amministrazione ne ha sottolineato all'interno del piano di adattamento tutte le principali vulnerabilità (Fig. 2) con l'obiettivo di individuare le azioni più efficienti da adottare. Gli spazi verdi hanno un elevato livello di vulnerabilità a quasi tutti gli effetti dei cambiamenti climatici: freddo e siccità estremi possono infatti causare un rallentamento dei processi fisiologici fondamentali delle piante (come fotosintesi, metabolismo, traspirazione e crescita); le ondate di calore rallentano la crescita delle piante se non addirittura l'appassimento; le pesanti precipitazioni portano alla distruzione fisica dei tessuti vegetali nonché alle green infrastructure. Le azioni proposte dall'amministrazione nel piano di adattamento per adattare la città a questi rischi sono molteplici e non si

riferiscono direttamente al consumo di suolo. In pratica, nel piano è possibile individuare una serie di azioni indirette, trasversali alle varie tipologie di rischio individuate, quali la realizzazione di green infrastructure collegate a strutture blu (fontane, fiumi, acquedotti), di parchi, giardini, foreste collegate a corsi d'acqua, in modo da favorire l'infiltrazione e il deflusso delle abbondanti precipitazioni, nonché il miglioramento delle aree verdi già esistenti. Creare spazi verdi significa ottenere percorsi di ventilazione, che vanno a ridurre il rischio delle ondate di calore che si sono rilevate molto pericolose sia per l'ecosistema sia per la salute degli abitanti della città.

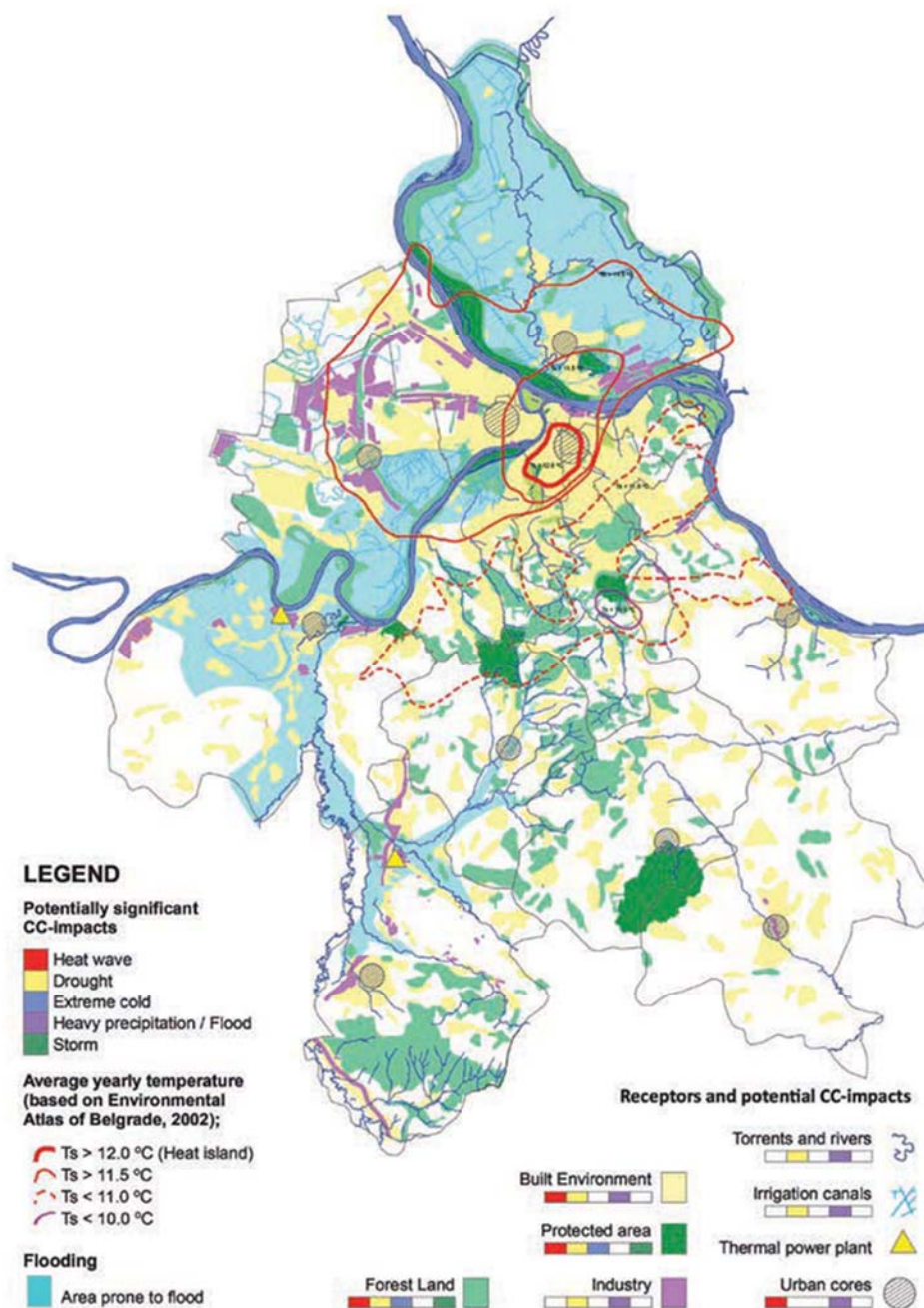


Fig. 2 Distribuzione spaziale dei potenziali impatti dei cambiamenti climatici relativi ai recettori altamente vulnerabili nel territorio amministrativo di Belgrado

2.1.2 Berlino

Berlino, capitale della Germania, ha redatto il piano di adattamento al cambiamento climatico nel 2016 per ridurre i danni provenienti da tale fenomeno. Nella città di Berlino gli effetti maggiormente registrati sono stati gli aumenti delle temperature, soprattutto nel 2014 e nel 2015 con temperature estive elevate, incrementando il fenomeno delle ondate di calore. Altro fenomeno presente nella capitale tedesca è quello delle precipitazioni che nell'ultimo decennio è aumentato, infatti "Berlino sperimenterà un aumento della precipitazione media annua di circa il 3-10% nel prossimo futuro e del 7,5-18% nel futuro lontano" (Comune di Berlino, 2016). L'aumento più forte dalle previsioni effettuate, si dovrebbe avere in primavera e in inverno mentre sarà meno evidente in autunno e in estate, ma gli eventi di forte precipitazioni si alterneranno, secondo le previsioni fatte dal Comune di Berlino, con periodi più asciutti. Poiché le temperature aumenteranno soprattutto durante l'inverno, Berlino avrà meno neve in futuro. In ragione di questi due tipologie di eventi, l'amministrazione di Berlino ha preso consapevolezza del fatto che continuare ad impermeabilizzare il suolo significa aumentare la superficie costruita e quindi aumentare i rischi per la salute degli abitanti a causa delle temperature sempre più elevate. Inoltre l'aumento delle pesanti precipitazioni porterà a più inondazioni soprattutto nelle aree più antropizzate. In tale ottica, il piano di adattamento se da un lato riconosce l'esigenza di costruire nuovi edifici residenziali, domanda che nasce dall'ingente flusso di immigrati verso quest'area urbana, dall'altro propone strategie per un adattamento ai cambiamenti climatici prevedendo un recupero delle strutture e infrastrutture già esistenti e la pianificazione di aree verdi che siano "strategicamente importanti" in modo da trarne benefici in termini di raffreddamento delle temperature e dell'evaporazione. Il piano suggerisce anche di aumentare la permeabilità della superficie della città per l'acqua piovana per adattarla all'aumento delle precipitazioni pesanti in modo da non aggravare il sistema fognario. Infatti questi interventi, nel piano, sono finalizzati all'obiettivo di adattare la città ai rischi dovuti al cambiamento climatico trasformando la città di Berlino in una città-spugna.

2.1.3 Helsinki

Helsinki, capitale della Finlandia, ha adottato una politica di adattamento nel 2012 a seguito di eventi naturali catastrofici come i temporali dell'estate 2010 e la tempesta invernale del dicembre 2011, che hanno mostrato la vulnerabilità della città finlandese

al cambiamento climatico, in particolare al rischio alluvione. Tra le diverse azioni, che la città ha proposto, per il rischio alluvione ci sono indicazioni anche in merito al consumo di suolo. A tal proposito il piano propone la realizzazione di nuove aree verdi e la conservazione di ampie aree forestali che sono in grado di resistere ad eventi come le tempeste. Le aree verdi inoltre sono fondamentali per una migliore gestione delle acque.

Se da un lato bisogna tutelare l'utilizzo di suolo naturale dall'altro bisogna rispondere alla domanda di alloggi, infatti il piano urbanistico di Helsinki prevede una crescita della popolazione a circa 600.000 residenti nel 2050. Quindi per adattare la città ai rischi del cambiamento climatico con azioni che non vadano ad impermeabilizzare altro suolo ma che allo stesso tempo rispondano alla domanda di alloggi, l'amministrazione dovrebbe suggerire interventi di riqualificazione degli edifici non utilizzati, prevedendo anche cambi di destinazione d'uso. Infatti aumentare le aree impermeabili significa aumentare il rischio inondazione, rischio a cui oltretutto la città è particolarmente vulnerabile. Questo aspetto all'interno del piano di adattamento della città di Helsinki non viene affrontato in quanto l'amministrazione si limita a suggerire solo la tutela delle aree verdi e forestali ma sarebbe opportuno definire le azioni di adattamento in un'ottica sistemica, partendo dall'individuazione dei rischi e considerando i diversi sottosistemi che compongono il sistema città.

2.1.4 Londra

Londra, capitale dell'Inghilterra, ha adottato il piano di adattamento al cambiamento climatico nell'ottobre del 2011. Londra è una città molto vulnerabile a fenomeni come inondazioni, siccità e onde di calore, che vanno via via crescendo in intensità e ricorrenza per effetto dei cambiamenti climatici. Nell'ultimo decennio, Londra ha registrato un'inondazione significativa nel 2002, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009 e 2010, ondate di calore nel 2003 e nel 2006, una grave siccità nel 2006 e inverni insolitamente freddi nel 2009 e nel 2010. Ognuno di questi eventi ha influenzato la salute e la qualità della vita dei residenti oltre ad avere un impatto negativo sull'economia. Infatti Londra rappresenta il motore dell'economia del Regno Unito e parte integrante dell'economia mondiale, fornendo forza lavoro, energia, acqua e altri materiali di consumo, pertanto qualsiasi impatto su Londra riporta ripercussioni in tutto il Paese internazionale.

Tra le diverse azioni suggerite dal piano, quella che considera l'utilizzo del suolo è relativa al rischio dell'inondazione. A tal proposito il piano indica come azioni possibili l'incremento delle aree verdi per assorbire l'acqua dell'alluvione, oltre a raffreddare

le temperature, e rimanda ai piani di gestione delle inondazioni (CFMPs) che identificano azioni da adottare per ciascun fiume londinese. Altro rischio, come accennati sopra, sul territorio londinese sono le ondate di calore. Il piano, anche in questo caso, suggerisce un'implementazione delle aree verdi in modo da raffreddare le temperature con conseguente riduzione del surriscaldamento. Nonostante il piano di adattamento della città di Londra non indichi azioni dirette che vadano a tutelare il consumo del suolo, la Gran Bretagna è il paese che per primo ha dovuto affrontare le problematiche connesse alla diffusione urbana, infatti il diritto fondiario inglese è regolamentato dal "Town and Country Act" del 1947 che ha favorito la realizzazione di ben 14 green belts attorno alle principali città, tra cui Londra. Tra le diverse azioni previste dal piano c'è l'incremento delle aree verdi per assorbire l'acqua dell'alluvione ma il piano non fornisce altre indicazioni, dal punto di vista consumo del suolo, per mitigare gli altri effetti del cambiamento climatico manifestatosi sul territorio londinese.

2.1.5 Parigi

Parigi, capitale della Francia, ha adottato il piano di adattamento al cambiamento climatico nel 2007, aggiornato nel 2012, a seguito di un aumento dei rischi già esistenti e dell'emergere di nuovi rischi sia per i sistemi umani che naturali.

"Il clima a Parigi sta cambiando e continuerà a farlo per tutto il XXI secolo" (Comune di Parigi, 2012) e tra gli effetti del cambiamento climatico maggiormente registrati sul territorio parigino vi sono le onde di calore, che sono più frequenti ed intense; le inondazioni dovute dalle piogge abbondanti; la graduale perdita della biodiversità; siccità. I cambi di temperatura, la siccità alternata a piogge pesanti inoltre possono avere un impatto sulla stabilità del terreno, causando crolli o altri movimenti del terreno. Sulla scia di questi effetti, l'amministrazione propone delle azioni volte a proteggere i cittadini e la città, preservando i servizi e le risorse esistenti. Per le ondate di calore, aggravate dal fenomeno dell'isola del calore urbano, il piano suggerisce la tutela delle aree verdi nonché l'apertura h24 tutto l'anno dei parchi comunali in modo che i cittadini possano trarne vantaggio dalla freschezza di queste aree nonché collegare questi parchi, tra loro e con i corsi d'acqua, attraverso corridoi verdi come siepi, giardini e scarpate, infatti l'acqua e il verde aiutano a raffreddare la città e limitano l'effetto dell'isola di calore. L'evaporazione e l'evapotraspirazione vegetale consumano calore e contribuiscono a ridurre le temperature circostanti. In questo modo si hanno anche altri vantaggi come la conservazione della biodiversità, incremento delle aree permeabili e quindi migliore gestione del rischio inondazione.

Per adattare la città a questo tipo di rischi, il piano suggerisce anche altri tipi di interventi su cui la nostra lettura non si è soffermata non essendo interventi che tengono conto dell'utilizzo del suolo.

2.2 Piani di adattamento italiani

Risulta sempre più evidente come i cambiamenti climatici richiedano una sostanziale modifica degli approcci al governo delle trasformazioni urbane e territoriali, sia in termini di riduzione della produzione di emissioni di anidride carbonica (mitigazione) che nel rendere i sistemi urbani più resilienti alla progressiva variabilità del clima (adattamento). I piani di adattamento mirano ad affrontare le inevitabili conseguenze dei cambiamenti climatici sulla città per diminuire le conseguenze in modo da mettere in sicurezza territorio e infrastrutture dai rischi, legati al fenomeno dei cambiamenti climatici, e quindi garantire la sicurezza degli abitanti.

In Italia, le città che hanno redatto un piano di adattamento sono in numero notevolmente inferiore rispetto a quelle europee, infatti la scelta dei piani italiani è stata un'operazione piuttosto semplice, in quanto le città selezionate sono le uniche ad essere dotate di un piano di adattamento vigente. Una volta individuate le città italiane, la ricerca dei relativi documenti di piano è stata condotta consultando il sito web del Comune. Quando il piano di adattamento non era disponibile on line, sono state contattate direttamente le amministrazioni locali. Anche per i piani di adattamento delle città italiane, la lettura di ciascuno di questi piani raccolti è stata effettuata:

- indagando gli impatti dei cambiamenti climatici e rischi legati ad essi in modo da capire come una città intende “adattarsi” in ragione delle sue vulnerabilità (a riguardo, è opportuno sottolineare che la lettura ha interessato solo gli impatti e i rischi legati principalmente al consumo di suolo);
- individuando le azioni dirette ed indirette nell'ottica di tutela del consumo di suolo;
- utilizzando un approccio integrato al tema del consumo di suolo, dove per integrazione si vuole fare riferimento alla necessità sia di preservare il suolo naturale che di migliorare l'uso di quello antropizzato, in modo da affrontare tale tematica dal punto di vista del governo delle trasformazioni urbane, ovvero tenendo conto delle dinamiche evolutive proprie dei sistemi urbani che comportano, inevitabilmente, il consumo di questa risorsa.

Le città italiane che hanno redatto un piano di adattamento, proposti nei paragrafi successivi, sono: Ancona, Bologna Padova.

2.2.1 Ancona

La città di Ancona, capoluogo della Regione Marche, conta poco più di 100.000 abitanti ed è caratterizzata soprattutto da un punto di vista ambientale, da diverse criticità e problematiche. Dopo l'evento della grande frana, che ha colpito un'estesa area del territorio urbano (1982), l'amministrazione comunale ha sviluppato una progressiva politica di adattamento in modo da incrementare la resilienza della comunità e del territorio. Tale politica, che ha portato all'elaborazione del piano di adattamento nel 2012, è stata messa a punto sulla base della conoscenza dei problemi del territorio e la sostenibilità delle soluzioni adottate e dei potenziali impatti del cambiamento climatico, diretti ed indiretti, nel medio e lungo periodo. I maggiori eventi climatici che hanno interessato Ancona nelle ultime decadi, hanno prodotto i seguenti fenomeni: la "grande frana", causata da persistenti e continue piogge; gli allagamenti verificatisi a seguito di concentrazioni di fenomeni estemporanei e di breve durata ma di notevole intensità; l'erosione costiera accentuata da fenomeni di piovosità intensa e periodi di aridità estiva prolungata e ondate di calore estive in aumento. Per ridurre il rischio frana, il piano, oltre a interventi di drenaggio, che permetteranno un'ottimizzazione dei consumi idrici grazie all'utilizzo dell'acqua raccolta della frana al posto di quella potabile, prevede anche interventi di ingegneria naturalistica (basati esclusivamente su terre armate e gabbioni) in grado di preservare il suolo non urbanizzato e quindi le funzioni drenanti e di stabilità del suolo stesso.

Per quanto riguarda il rischio erosione questo oltre ad essere dovuto a cause naturali, è determinato anche da cause di origine antropica dovute all'incremento dell'urbanizzazione nella fascia costiera e alla riduzione/distruzione dei sistemi dunali per far posto a centri balneari e porticcioli turistici. Per far fronte a tale rischio, il piano prevede opere di sistemazione del verde esistente mediante abbattimenti (ove necessario) e un arretramento degli stabilimenti balneari e dei ristoranti in modo da avere suolo inedificato.

Il piano prevede anche la realizzazione di nuove aree verdi in modo da aumentare le superfici permeabili e ridurre quelle asfaltate e costruite degli edifici e quindi impermeabili, con l'obiettivo di adattare il sistema urbano anche al rischio alluvione e ondate di calore.

2.2.2 Bologna

La città di Bologna, capoluogo della Regione Emilia Romagna, ha risentito negli ultimi anni degli impatti dei cambiamenti climatici registrando un numero sempre più crescente di frane, dissesti, alluvioni e ondate di calore: “La Città ha sentito l’esigenza non solo di evitare l’intensificarsi di eventi meteorici che vanno a danneggiare il territorio ma anche quella di preservare le risorse legate alle caratteristiche climatiche locali, in primo luogo la risorsa idrica” (Comune di Bologna, 2015). Sulla scia della Strategia Nazionale Italiana, la città di Bologna ha redatto il piano di adattamento nel 2015 con l’obiettivo di individuare le strategie da mettere in atto per migliorare la risposta del territorio ai cambiamenti climatici e coordinare l’azione del Comune con gli altri enti e autorità locali coinvolti nella gestione e nella tutela del territorio. Il piano di adattamento di Bologna è stato elaborato dopo un’accurata fase conoscitiva da cui sono emerse tutte le vulnerabilità del sistema urbano ai cambiamenti climatici, associando ad ognuna di esse una o più strategie accompagnate da specifici obiettivi misurabili.

I rischi maggiori a cui la città di Bologna è esposta, in relazione al consumo del suolo, sono quello delle alluvioni, quello idrogeologico e quello delle ondate di calore. Il piano di adattamento, per cercare di limitare l’incremento delle temperature in area urbana, prevede l’aumento diffuso delle superfici verdi in modo che il gradiente di temperatura che si crea tra superfici edificate e aree vegetate determini un importante flusso d’aria che consente di eliminare dalla città calore ma anche inquinanti atmosferici. Il piano rimanda ad altri strumenti urbanistici, la quantificazione degli interventi di riqualificazione urbana e valorizzazione dello spazio pubblico, perseguibili attraverso la riduzione dell’impermeabilizzazione.

Infatti per quanto riguarda le aree verdi, gli interventi di qualificazione diffusa porteranno ad un aumento di circa 15.000 mq tra verde pubblico e privato, oltre alla realizzazione di verde pensile privato nonché di pavimentazioni semipermeabili. Inoltre gli spazi verdi consentono di ridurre la vulnerabilità del sistema agli altri due rischi: alluvioni ed idrogeologico. A tal proposito il piano sottolinea l’esigenza di ridurre l’impermeabilizzazione dei suoli perché questa provoca un rilevante aumento delle portate dei fiumi del Navile e del Savena Abbandonato, che vanno ad incrementare il rischio idrogeologico nei Comuni a valle. A tal fine sono previste numerose azioni che rendano nuovamente permeabili superfici impermeabilizzate in precedenza, come le pavimentazioni, e zone di accumulo dell’acqua piovana in modo da restituirla lentamente alla circolazione superficiale o direttamente all’atmosfera attraverso l’evapotraspirazione.

2.2.3 Padova

La città di Padova, capoluogo della Regione Veneto, ha redatto nel 2016 un piano di adattamento ed è stata l'unica città italiana ad utilizzare una metodologia, costruita da quelle già esistenti a livello internazionale. Si tratta di una metodologia articolata in 6 fasi fondamentali attraverso le quali, la Città ha individuato, al fine di adattare le aree urbane agli effetti dei cambiamenti climatici, le aree vulnerabili con l'obiettivo di studiarne la tipologia, per poi aumentare la capacità di reazione rispetto agli shock generati dal cambiamento climatico in corso. Individuare le aree vulnerabili in campo urbano ha aiutato a determinare il rischio generato dagli impatti stessi e quindi la definizione delle azioni di adattamento.

Gli effetti dovuti ai cambiamenti climatici maggiormente registrati a Padova sono le alluvioni e le isole di calore e nel piano sono previste azioni di adattamento a tali rischi che oltretutto pongono particolare attenzione sul tema del consumo del suolo. Il piano sottolinea l'importanza della tutela del suolo, promovendo azioni che portino ad una crescita urbana senza impermeabilizzare nuovo suolo naturale, ma riusando suoli già urbanizzati, riqualificando i tessuti urbani esistenti e densificando selettivamente i luoghi urbani maggiormente accessibili. Tra le azioni programmate per la città nel piano, sono comprese anche i nuovi ambiti di riconversione e riqualificazione urbana, i nuovi assi urbani da riqualificare sia morfologicamente che funzionalmente e la creazione di molte aree verdi multifunzionali che, oltre ad assorbire grande quantità di CO₂, permettono un maggiore assorbimento idrico rispetto alle aree pavimentate impermeabili, nonché un assorbimento di calore urbano e se progettate e realizzate adeguatamente possono diventare aree per l'accumulo idrico in caso di eventi meteorologici estremi.

All'interno del piano viene presentata anche una mappa dell'impermeabilità (Fig. 3) che ha l'obiettivo di individuare la percentuale di superfici impermeabili contrapposte a quelle permeabili, mostrando la capacità che ha il suolo di infiltrare ed assorbire le precipitazioni evitando che l'acqua scorra a valle provocando allagamenti. In questo modo sono state individuate le porzioni di suolo da mantenere libero per ridurre il rischio idrico e idrogeologico.

Nel piano viene, infine, presentata una mappa dell'irradiazione solare dove le zone che registrano un alto livello di irraggiamento sono quelle dove la maggior parte della radiazione solare viene assorbita ed immagazzinata dalle strade con conseguenti fenomeni di isola di calore urbana. Le azioni di adattamento per diminuire i rischi come alluvioni e surriscaldamento urbano prevedono principalmente azioni che vadano a ridurre il consumo del suolo come il rispetto e l'incremento delle aree verdi

esistenti e la sostituzione di pavimentazioni (per es. parcheggi) con materiali/tecniche che le rendano permeabili.

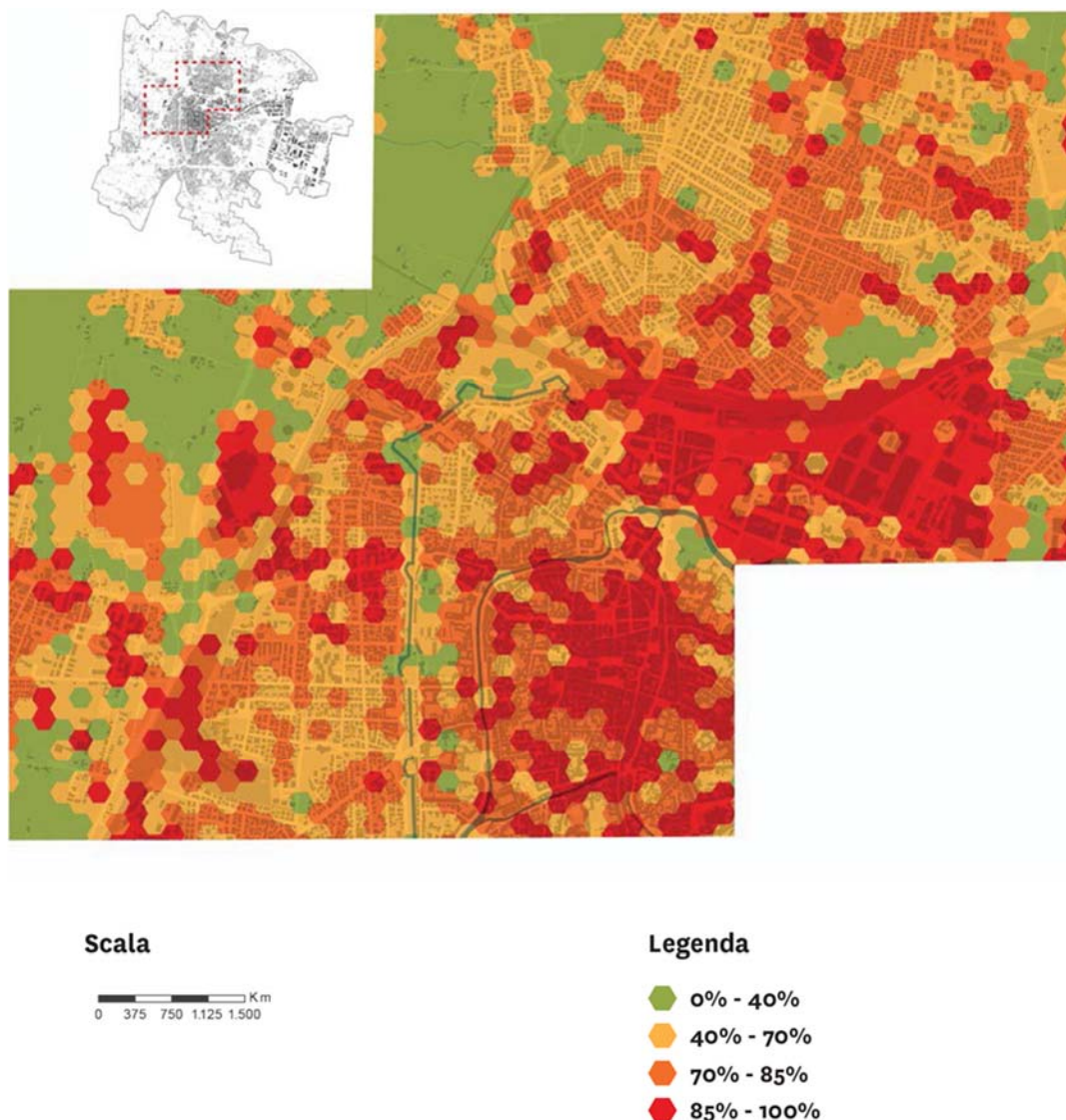


Fig. 3 Rappresentazione grafica della percentuale della permeabilità del suolo (Comune di Padova)

2.3 Risultati della lettera comparativa dei piani di adattamento europei

In relazione ai rischi a cui ogni città è soggetta per effetto dei cambiamenti climatici, il relativo piano di adattamento prevede azioni che permettano di diminuire i danni legati a quel determinato rischio.

Nella definizione di queste azioni volte a ridurre la vulnerabilità delle aree urbane rispetto agli effetti presenti e futuri del “global warming” dovrebbero essere inclusi tutti quei fattori di tipo non-climatico i cui effetti, combinandosi con quelli del cambiamento climatico, ne amplificano gli impatti finali e/o condizionano la capacità

adattiva della popolazione e del territorio. I processi di trasformazione del suolo rientrano tra i fattori non-climatici che maggiormente influenzano la vulnerabilità locale (Cardona et al., 2012). Facendo, ad esempio, riferimento a due effetti dei cambiamenti climatici quali l'Urban Heat Island e il Pluvial Flooding, l'impermeabilizzazione del suolo va ad incrementare questi due fenomeni in ragione del maggiore o minore assorbimento di calore e del minore scorrimento di acqua nel sottosuolo.

In base al ruolo che il suolo può ricoprire per facilitare l'adattamento del sistema urbano ai cambiamenti climatici, questa lettura è stata volta ad indagare le azioni per il contenimento del consumo di suolo presenti nei piani di adattamento delle città europee oggetto di indagine. Dalla lettura effettuata sembra emergere la consapevolezza del ruolo che la risorsa suolo ricopre nell'adattamento dei sistemi urbani ai cambiamenti climatici, seppure in modo indiretto. La limitazione del consumo di suolo non rientra, infatti, esplicitamente tra le azioni da mettere in campo, ma risultano essere diffusi interventi quali l'implementazione delle aree verdi e la mitigazione e compensazione ambientale delle superfici impermeabili, per favorire un maggiore immagazzinamento di carbonio nel sottosuolo e preservare quindi le funzioni eco-sistemiche di questa risorsa naturale. Solo nel piano italiano di Padova, che, tra le tre città italiane attualmente esaminate, è quello che fino al 2012 ha consumato una percentuale più elevata di suolo ed è attualmente caratterizzato dalla minore quantità di verde rispetto a tutti i casi studio (Tab. 3), è possibile trovare azioni volte a limitare l'uso del suolo in modo diretto, prevenire nuovi interventi di impermeabilizzazione ai fini dell'espansione degli insediamenti e mirare, invece, al riutilizzo di aree dismesse e aree di produzione bonificate; sulla rigenerazione integrata del patrimonio edilizio esistente, "ove non interferisca con la sicurezza dell'insediamento, aumentandone in primo luogo la capacità drenante"; sull'integrazione di tutti gli strumenti urbanistici a scala urbana che garantiscano obiettivi di abbattimento delle emissioni (in linea con il Patto dei Sindaci).

In relazione ai rischi più diffusi che le otto città oggetto di indagine sono chiamate ad affrontare, ovvero, ondate di calore e alluvioni (Tab. 2), le azioni chiave da promuovere riguardano soprattutto la realizzazione di infrastrutture verdi. Ad esempio, il piano di Helsinki propone azioni di tutela del verde e dell'agricoltura, al fine di preservare la biodiversità e la fertilità dei suoli; in quello di Londra, invece, le green belts costituiscono un supporto fondamentale al raffrescamento e allo scorrimento delle acque superficiali, oltre che alla cattura della CO₂ e l'obiettivo prioritario dell'amministrazione di Londra è quello di aumentare di circa 500 ettari la

presenza di parchi e corridoi verdi entro il 2050 (City of London, 2017) insieme con quello di un consumo di suolo pari a zero che sembra davvero fattibile, dato che nel 2012 Londra ha mostrato un'area impermeabilizzata significativamente ridotta rispetto a quella degli altri paesi esaminati (Tab. 3). Ogni piano ha, inoltre, utilizzato un differente approccio per la definizione del sistema di azioni da implementare, in relazione sia ai rischi che alle caratteristiche fisiche ed ambientali che caratterizzano in modo peculiare ciascuna area urbana. In particolare, è possibile affermare che ad eccezione delle città di Ancona, Padova e Belgrado, tutti gli altri piani sono stati messi a punto basandosi sulla specifica conoscenza del sistema urbano e sullo studio dei fenomeni calamitosi verificatosi negli ultimi anni collegati ai cambiamenti climatici. Si tratta, in pratica, di un approccio di tipo qualitativo che, in quanto tale, ha portato alla definizione di azioni di adattamento "in termini ampi" che sembrano risultare più delle linee guida e delle strategie, piuttosto che interventi concreti ed efficaci da realizzare.

Del tutto differenti sono risultate, ad esempio, le azioni individuate dal piano di adattamento di Ancona, che le ha definite a partire da analisi quantitative relative a tre variabili (temperatura, precipitazioni e livello del mare), volte ad identificare i settori chiave su cui focalizzare le analisi di rischio e vulnerabilità urbana. Tale piano ha, in pratica, utilizzato un approccio quantitativo con cui effettuare, seppur con un certo margine di incertezza, delle previsioni di rischio per ognuna delle quali definire molteplici e dettagliate azioni di adattamento. Di tipo quantitativo risulta essere anche il piano di Padova che grazie al supporto di strumenti digitali come il GIS ha condotto un'analisi sulle nuove vulnerabilità del sistema città, ottenendo dati che hanno permesso una definizione accurata delle azioni di adattamento da implementare. Belgrado, infine, ha effettuato un'analisi quantitativa delle vulnerabilità e degli impatti dei cambiamenti climatici che interessano il sistema urbano, ottenendo una valutazione dei rischi e delle opportunità. Anche nel caso di Belgrado le azioni di adattamento previste nel piano sono più specifiche rispetto a quelle contenute nei piani che utilizzano un approccio di tipo conoscitivo. In definitiva, è possibile affermare che sebbene la riduzione del consumo di suolo costituisca ormai un tema strategico nel dibattito scientifico internazionale sulla gestione sostenibile dei sistemi urbani, il suo ruolo chiave all'interno delle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici non risulta essere ancora consolidato, così come auspicato sempre più frequentemente dall'Europa all'interno dei documenti d'indirizzo per i Paesi Membri. Il consumo di suolo non risulta, infatti, essere tra i fattori su cui agire direttamente per ridurre la vulnerabilità dei sistemi urbani al

cambiamento climatico in atto, quanto piuttosto un fenomeno che può essere contenuto incrementando le aree e/o infrastrutture verdi e favorendo interventi di rigenerazione agricola e ambientale.

Inoltre, le azioni di adattamento che riguardano il suolo fanno quasi esclusivamente riferimento a quest'ultimo in termini di tutela e preservazione, considerando questa risorsa da una prospettiva per lo più ecologica e naturalistica. L'attenzione, in altri termini, sembra essere volta al suolo non ancora impermeabilizzato tralasciando quello già antropizzato e che, in quanto tale, richiederebbe, invece, maggiori sforzi di adattamento: «se per un corretto approccio alla limitazione del consumo di suolo, è assolutamente indispensabile salvaguardare ciò che sta fuori dello spazio urbanizzato, altrettanto indispensabile e riqualificare ciò che sta dentro la città» (Arcidiacono, et al., 2012). Le azioni volte a preservare i caratteri di naturalità e biodiversità del suolo non ancora edificato, dovrebbero essere complementari a quelle mirate a garantire un uso più sostenibile del suolo già trasformato, ovvero, dei volumi e degli spazi adattati che costituiscono quel patrimonio di risorse urbane da cui dipende strettamente il miglioramento della resilienza urbana.

Le innumerevoli interrelazioni tra «lo strato superiore della crosta terrestre» (suolo) (ISPRA, 2015) e tutto ciò che è stato realizzato e/o modificato dall'uomo (sovr-suolo) e i possibili effetti negativi che ne possono derivare dal punto di vista climatico ed eco-sistemico richiedono, quindi, un approccio più ampio ed integrato alle problematiche come quella del consumo di suolo, basato sulla valenza sistemica di questa risorsa naturale. In tale ottica, il governo delle trasformazioni urbane richiede la definizione di strategie e strumenti che siano in grado di adattarsi a fenomeni non attesi che possono verificarsi nel sistema urbano. Su tale consapevolezza si basa l'intero lavoro di ricerca, volto a proporre uno strumento di supporto al decisore pubblico, nelle scelte di governo delle trasformazioni del territorio in grado di considerare la risorsa suolo con un approccio di tipo sistemico.

	Frana	Alluvione	Erosione costiera	Ondate di calore
Ancona	x	x	x	X
Belgrado		x		X
Berlino		x		X
Bologna	x	x		X
Helsinki		x		
Londra		x		X
Padova		x		X
Parigi		x		X

Tab. 2 Rischi registrati nelle diverse città per cui si prevedono azioni legate al consumo di suolo

	Sealed soil (ha)	Green area (ha)	Sealed soil (%)	Green area (%)
Ancona	2673,3	334,3	21,56	2,70
Belgrade	43582,4	9032,9	13,34	2,77
Berlin	51738,3	12049,6	59,58	13,88
Bologna	7962,9	727,1	56,46	5,16
Helsinki	54275,6	21192,3	17,25	6,74
London	130138,1	24663,5	7,50	1,42
Padua	7271,5	55,9	77,27	0,59
Paris	8244,9	2002,6	78,58	19,09

Tab. 3 Suolo impermeabilizzato e aree verdi misurate nel 2012 nelle città esaminate, sulla base dei dati forniti dalla CLC

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Capitolo 2

Arcidiacono, A., Pareglio, S. e Salata, S. (2012). La limitazione del consumo di suolo alla scala comunale. In Arcidiacono, A. & Di Simone, D. (eds). *Orientamenti esistenti di limitazione del consumo di suolo*. Centro di ricerca sui consumi di suolo – Rapporto 2012. Roma, Inu edizioni, 2012, pp. 283-288. Disponibile all'indirizzo: http://www.academia.edu/27126744/La_limitazione_del_consumo_di_suolo_alla_scala_comunale._1._Orientamenti_esistenti_di_limitazione_del_consumo_di_suolo.

Blanco, H., Alberti, M., Forsyth, A., Krizek, K. J., Rodríguez, D. A., Talen, E., e Ellis, C. (2009). Hot, congested, crowded and diverse: Emerging research agendas in planning. *Progress in Planning* 71(4): 153-205. doi:<https://doi.org/10.1016/j.progress.2009.03.001>.

City of Belgrade (2015). *Climate change: adaptation action plan and vulnerability assessment*. Disponibile all'indirizzo: <http://klimatskepromenebeograd.rs/wp-content/uploads/2015/11/Climate-Change-Adaptation-Action-Plan.pdf>

City of Berlin (2016). *Adapting to the impacts of climate change in Berlin*. Disponibile all'indirizzo: https://www.berlin.de/senuvk/klimaschutz/klimawandel/download/afok_summary.pdf.

City of Helsinki (2012). *Helsinki Metropolitan Area Climate Change Adaptation strategy*. Disponibile all'indirizzo: http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/10/11_2012_Helsinki_Metropolitan_Area_Climate_Change_Adaptation_Strategy.pdf.

City of Finland (2005). *Finland's National Strategy for Adaptation to climate change*.

City of France (2007). *Strategie Nationale d'adaptation au Changement*. Disponibile all'indirizzo: https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Rapport_2006_Strategie_Nationale_WEB.pdf.

City of German (2008). *German strategy for adaptation to climate change*. Disponibile all'indirizzo: https://www.preventionweb.net/files/27772_dasgesamtenbf1-63.pdf.

City of London (2011). *Managing risks and increasing resilience. The mayor's climate change adaptation strategy*. Disponibile all'indirizzo: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/gla_migrate_files_destination/Adaptation-oct11.pdf.

City of Paris (2007). *Paris's adaptation strategy: towards a more resilient city*.

Città di Ancona (2012). *Piano di adattamenti di Ancona*.

Città di Bologna (2015). *Piano di adattamento Bologna*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.blueap.eu/site/wpcontent/uploads/2015/06/PianoBlueApfinale03062015.pdf>

Città di Padova (2016). *Piano di adattamento di Padova*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.padovanet.it/sites/default/files/attachment/Linee%20guida%20per%20la%20costruzione%20del%20Piano%20di%20Adattamento%20al%20cambiamento%20climatico.pdf>

Cradona, O.D., Van Aalst, M.K., Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., e Mechler, R. (2012). Determinants of risk: exposure and vulnerability. In Field, C.B., Barros, V., & Stocker, T.F.(eds). *Managing the risks of extreme events and disaster to advance climate change adaptation*. Cambridge University Press. Disponibile all'indirizzo: https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Chap2_FINAL.pdf

EEA, (2006). *Urban sprawl in Europe. The ignored challenge*. Copenhagen: European Environmental Agency. Disponibile all'indirizzo: https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10

Genske, DD. (2003). *Urban land — degradation, investigation, remediation*. Berlin: Springer. ISBN 978-3-662-05326-3

ISPRA, (2015). *Il consumo di suolo in Italia*. Roma.

Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., e Co-author (2007). Technical Summary. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson. Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN 978 0521 88010-7

Sauer T.J., Norman, J. M. e Mannava, V. K.(2011). Soil Ecosystem Services, in Sustaining Soil Productivity in Response to Global Climate Change: Science, Policy, and Ethics. Eds T. J. Sauer, J. M. Norman and M. V. K. Sivakumar. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. doi:<http://dx.doi.org/10.1002/9780470960257.ch9>

Scalenghe, R. Ajmone Marsan, F. (2008). The anthropogenic sealing of soils in urban areas. *Landsc Urban Plann*, 90(1–2), 1–10. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.011>

Zucaro, F., Morosini, R. (2018). Sustainable land use and climate adaptation: a review of European local plans. *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, Issue Volume 11(1), 7-26. doi: <http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/5343>

CAPITOLO 3. METODOLOGIA DI RICERCA

3.1 Le fasi di messa appunto dello strumento di supporto alle amministrazioni: la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo

Grazie alla definizione di sviluppo sostenibile messa a punto nel 1987 nel rapporto Bruntland, la consapevolezza dei limiti del modello economico fondato sullo sfruttamento delle risorse esauribili e della conseguente necessità di equilibrare esigenze ambientali, sociali ed economiche, è diventata condivisa e diffusa. Sulla scia di tale rapporto, nel 2015 l'Assemblea generale delle Nazioni Unite ha definito l'Agenda 2030, in cui vengono fissati gli obiettivi che devono perseguire gli stati membri per lo sviluppo sostenibile al fine di mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici. Il documento riconosce lo stretto legame tra il benessere umano e la salute dei sistemi naturali ed è in tale ottica che definisce obiettivi che vadano a toccare diversi ambiti: dalla lotta alla fame, all'eliminazione delle disuguaglianze, dalla tutela delle risorse naturali all'affermazione di modelli di produzione e consumo sostenibili. La salute dell'uomo dipende dalle buone condizioni degli ecosistemi, che sono compromessi proprio dall'attività antropiche, fonte principale dei cambiamenti climatici (Environment Agency, 2017; Morosini, 2019). Per mitigare gli effetti di questo fenomeno, sono noti i ruoli svolti dall'aria e dall'acqua (Reali e Toffol, 2017) e solo negli ultimi anni si è riconosciuto il ruolo che può assumere il suolo. Infatti il suolo costituisce, dopo gli oceani, il secondo serbatoio di carbonio (Foster et al., 2011), quindi svolge una vera e propria azione di stoccaggio di CO₂, contribuendo alla mitigazione del cambiamento climatico e favorendo l'adattamento ad esso. I terreni permeabili, inoltre, proteggono dalle ondate di calore, immagazzinando grandi quantità d'acqua, mantenendo basse le temperature (Agenzia dell'Ambiente, 2016; Whitford et al., 2001; Wood et al., 2005; Woods-Ballard et al., 2007). La consapevolezza delle molteplici funzioni del suolo, da un lato, e la progressiva espansione delle aree urbane, dall'altro, ha fatto sì che tra gli obiettivi previsti dall'Agenda 2030, ci sia quello di promuovere una gestione sostenibile di tale risorsa (Agenda 2030, 2015). Qualche anno prima (2013), l'Europa nel continuo sforzo di migliorare la resilienza delle aree urbane e di favorire the «integration of climate change issue into governance and planning practice», ha messo a punto una Strategia di Adattamento ai cambiamenti climatici, che ha tre obiettivi principali: incoraggiare tutti gli Stati membri ad adottare strategie globali di adattamento e i loro piani di azione, invitandoli a sottoscrivere un impegno sul modello del Patto dei Sindaci e sostenendoli con finanziamenti per aiutarli a sviluppare le loro capacità di adattamento; promuovere ulteriormente l'adattamento nei settori particolarmente

vulnerabili come l'agricoltura; promuovere un processo decisionale più consapevole affrontando le lacune nelle conoscenze in materia di adattamento e incrementando la piattaforma europea sull'adattamento dei cambiamenti climatici (COM(2013) 216 final; Zucaro e Morosini, 2018).

La raggiunta consapevolezza di preservare tale risorsa, ha indotto l'UE a un obiettivo di lungo termine a cui gli Stati sono chiamati ad adeguarsi: consumo di suolo zero entro il 2050 (COM(2012) 46 final), che rappresenta un traguardo chimerico considerando che la città è un sistema dinamicamente complesso (Gargiulo, 2009). Perseguire tale obiettivo infatti significa far sviluppare le città all'interno degli spazi esistenti già adattati, evitando che esse diventino delle town cramming (Hall, 2012; Gargiulo et al., 2016) caratterizzate da alti livelli di congestione e da una conseguente bassa qualità della vita. Al fine di perseguire obiettivi compatibili anche con il miglioramento delle condizioni di vita degli utenti più che parlare di consumo di suolo pari a zero, sarebbe opportuno parlare di ottimizzazione dell'uso del suolo. La corretta gestione di questa risorsa, può, infatti, essere indirizzata allo sviluppo sostenibile e conseguentemente al miglioramento delle aree urbane.

L'attività di ricerca, che si inquadra all'interno delle discipline che si occupano di governo delle trasformazioni urbane e territoriali che si inserisce nel filone di studi sulla sostenibilità ambientale, ha come obiettivo la messa a punto e la sperimentazione di uno strumento di supporto alle decisioni, per tecnici e amministratori pubblici, orientato all'ottimizzazione dell'uso del suolo alla scala urbana basato su un approccio olistico-sistemico e sull'utilizzo di tecnologie innovative (GIS).

La metodologia proposta parte da precedenti lavori di ricerca sviluppati dal gruppo di ricerca di TeMALab, Laboratorio Mobilità e Ambiente del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (Papa e Fistola, 1996; Gargiulo, 2009) e ha l'obiettivo di costruire la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo quale strumento di supporto al decisore pubblico utile a fornire il set di trasformazioni possibili in base alle classi di pregio del suolo costruito e non.

La mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo, si ottiene sovrapponendo la mappa della trasformabilità fisica quella della compatibilità funzionale. Quindi, il punto di partenza della metodologia è quindi l'individuazione delle caratteristiche urbane ed ambientali, attraverso cui si attribuiscono, per singole porzioni di territorio, le classi di pregio. Per ogni classe di pregio è definito il ventaglio di interventi di trasformazione fisica e funzionale. La finalità principale della costruzione di tale strumento, infatti, è garantire che le scelte di trasformazione operate dal decisore

pubblico siano compatibili con la qualità fisica dell'area (definita attraverso le caratteristiche degli spazi esistenti) e compatibili con la struttura del sistema di riferimento (definita attraverso tipologia e quantità di attività e relazioni presenti) (Gargiulo, 2009). La mappa della trasformabilità può essere considerata uno strumento di supporto al decisore pubblico per le scelte di trasformazione urbana, in quanto l'attuale normativa urbanistica, prevede ancora come unici strumenti di pianificazione i piani, che sembrano essere oramai inadeguati a governare il sistema urbano, i cui elementi e relazioni si evolvono continuamente.

Per costruire la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo al concetto di pregio nella sua accezione più ampia, che include non solo il valore economico delle risorse ma anche il valore legato al loro rilievo culturale, sociale ed ambientale.

Le fasi di lavoro sviluppate per la messa a punto della mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo sono le seguenti:

1. Individuazione delle aree del territorio che sono soggette a rischi naturali e per le quali sono previsti soltanto interventi di riduzione della vulnerabilità.
2. Definizione delle classi di pregio del suolo.
3. Definizione del ventaglio di interventi di trasformazione che è possibile attuare in ogni porzione di territorio urbano individuata, sulla base del pregio delle aree in cui tali interventi ricadono.
4. Individuazione e classificazione degli interventi di trasformazione per ciascuna classe di pregio
5. Definizione delle classi di compatibilità funzionale: individuate le classi della trasformabilità fisica, se ne definisce il relativo livello di compatibilità funzionale che hanno permesso di definire cinque gradi di compatibilità funzionale.
6. Definizione del set di variabili per la compatibilità funzionale: al fine di definire il grado di compatibilità funzionale è stato individuato un set di parametri, per il suolo naturale e ed il suolo costruito, che fa riferimento sia al suolo in quanto supporto alle attività del sottosistema antropico e sia alla sua funzione ecologica.
7. Costruzione della mappa di ottimizzazione dell'uso del suolo: dopo aver definito il ventaglio di interventi possibili (trasformabilità fisica) e i relativi usi compatibili (compatibilità funzionale), si costruisce la matrice di compatibilità tra l'offerta del territorio e la domanda d'uso per il suolo naturale e quello costruito.

In particolare:

- nella fase 2 dopo aver individuato le aree soggette ai rischi naturali, si procede col definire il pregio del suolo naturale e del suolo costruito per ciascuna porzione del territorio urbano, ovvero dell'insieme delle risorse "fisiche" che conferiscono pregio al suolo agricolo e costruito. In particolare, con suolo naturale si identificano i suoli caratterizzati dalla presenza sia di vegetazione spontanea o "consolidata" (foreste, boschi, etc.) sia quelli destinati ad ospitare colture e allevamento a seguito di interventi di trasformazione effettuati dall'uomo. I suoli appartenenti a questa categoria sono quindi da intendersi come i suoli non "edificati".
- Nella fase 3 della metodologia la difficoltà risiede proprio nella definizione di pregio del suolo che include sia le sue caratteristiche e qualità intrinseche (il suolo come risorsa eco – sistemica), che l'insieme di volumi e spazi adattati che insistono sopra (il suolo come substrato fisico delle attività antropiche). Il concetto di pregio del suolo, richiamando l'approccio olistico utilizzato per lo studio dei sistemi urbani, fa riferimento alla valenza sistemica di questa risorsa naturale, basata sulle interrelazioni tra «lo strato superiore della crosta terrestre» (ISPRA, 2015) e tutto ciò che è stato realizzato e/o modificato dall'uomo, ovvero, tra suolo e sovra-suolo. In altri termini, il pregio del suolo tiene conto in maniera integrata del pregio eco-sistemico di questa risorsa naturale e del pregio "antropico" relativo a ciò che vi insiste sopra (il costruito), in quanto da entrambi dipende la possibilità di "ottimizzare" l'uso del suolo, garantendo la sostenibilità degli interventi di trasformazione.
- Nella fase 4 le quattro categorie di interventi, sono state definite a partire dal quadro conoscitivo delle buone pratiche e degli interventi descritto nel capitolo 1.

In tal modo, è stato possibile definire il ventaglio delle trasformazioni fisiche possibili che è possibile operare sul suolo naturale e costruito. Associazione del ventaglio di interventi alle classi di pregio del suolo naturale e suolo costruito: sulla base del pregio del suolo e del costruito che caratterizza ciascuna delle quattro classi prima individuate, si individua il ventaglio di interventi che è possibile effettuare, nel rispetto del principio di ottimizzazione di uso del suolo.

3.1.1 Definizione delle classi di pregio del suolo naturale e del suolo costruito per caratteristiche fisiche

1. Individuazione delle aree appartenenti alla Classe A: la prima azione è volta ad individuare tutte le aree del territorio che sono soggette a rischi naturali per le quali sono previsti soli interventi di riduzione della loro vulnerabilità.

Un'area, è considerata appartenente alla classe A se risulta vulnerabile ad uno dei seguenti rischi:

- Rischio frana elevato;
- Rischio idraulico elevato;
- Rischio geomorfologico;
- Altri rischi naturali.

2. Definizione delle classi di pregio del suolo naturale e del suolo costruito: per quanto riguarda la trasformabilità fisica, l'assegnazione di un ambito urbano ad una determinata classe di pregio è effettuata sulla base della diffusione di elementi naturali ed elementi costruiti presenti. In caso di aree già classificate per legge in ragione del loro pregio paesaggistico e/o naturalistico (per esempio i parchi nazionali) e di aree che rappresentano un "unicum insediativo" di pregio storico, artistico, architettonico o ambientale (es. Mostra di Oltremare), queste rientreranno in una delle classi definite senza effettuare un'ulteriore analisi. Per le aree che non sono univocamente determinate, e che sono caratterizzate da una presenza di elementi che appartengono a diverse classi di pregio (storico, artistico, architettonico ed ambientale), risulta necessario valutare la diffusione degli elementi in modo da classificare l'area in oggetto nella corretta classe di pregio. Questa valutazione va effettuata attraverso la conoscenza dettagliata del territorio, e al fine di quantificare la diffusione degli elementi, può essere supportata dall'analisi statistica "adaptive kernel density estimation", che è un metodo utilizzato nell'analisi informatica dei dati (Muller et al., 2001; Rosenblatt, 1956). Considerando una cella, per esempio di dimensioni 10x10 m, applicando il metodo Kernel si ottengono i valori della densità dell'elemento in quella cella. Ottenuta la diffusione di una data tipologia di elemento, si è effettuata una classificazione della stessa individuando le aree che hanno una media ed alta densità. Tutte le aree classificate come di "media o alta densità", in riferimento ad una tipologia di elemento, rientreranno univocamente e rispettivamente nella classe di

pregio ambientale e nella classe di elevato pregio storico, artistico ed architettonico. La definizione di tutte le classi è di seguito riportata:

- I. Classe B – Aree di elevato pregio naturalistico e del costruito: appartengono a questa classe tutte le aree urbane che sono caratterizzate dalla diffusa presenza di elementi di alto pregio naturalistico e dalla diffusa presenza di elementi del costruito che abbiano un pregio storico, artistico ed architettonico.
- II. Classe C – Aree di pregio ambientale: appartengono a questa classe le aree caratterizzate dalla diffusa presenza di elementi antropici e/o agricolo – naturalistici, che sono l'espressione della cultura e della collettività locale e che assumono un forte valore identitario per il territorio.
- III. Classe D – Aree di scarso pregio: sono tutte quelle aree di tipo naturale che hanno un pregio eco-sistemico e aree costruite che non sono di pregio. A questa classe possono essere ascritte aree urbane in cui il mix tra superfici impermeabili e permeabili consente di svolgere le funzioni eco-sistemiche quali regolazione del microclima, conservazione della biodiversità [...] e aree con diffusa presenza di elementi edilizi che hanno un valore economico, ma non di pregio storico, artistico, architettonico, né ambientale.
- IV. Classe E – Aree di nessun pregio agricolo, naturalistico ed ambientale: appartengono a questa classe tutte le aree poco antropizzate esterne al centro edificato consolidato e caratterizzate dalla diffusa presenza di elementi agricolo–naturalistico non di pregio e/o di criticità ambientale e aree con diffusa presenza di elementi di nessun pregio, ovvero in cui anche il valore economico degli elementi edilizi presenti è molto scarso.

Gli elementi che definiscono l'appartenenza di un'area ad una determinata classe di pregio sono di seguito riportati:

Classe B

Elementi e spazi naturali:

- aree soggette a vincolo paesaggistico, in particolare aree comprese in piani che le classificano come zone non trasformabili come la zona integrale e generale;
- parchi nazionali e regionali (D.Lgs 42/2004 codice dei beni culturali e del paesaggio);
- parchi storici (luogo con più alti valori ai fini conservativi sensibile ai disturbi di origine antropica) (D.Lgs 42/2004)

- riserve naturali (D.Lgs 42/2004);
- boschi con alberi secolari (D.Lgs 42/2004);
- Siti di Importanza Comunitaria (SIC).

Elementi e spazi aperti costruiti:

- immobili vincolati dalla Soprintendenza;
- siti Unesco.

Al fine di considerare tutti gli elementi del costruito che conferiscono pregio storico ed architettonico, è stato effettuato uno studio approfondito in ambito scientifico del pregio storico ed architettonico:

- per il pregio storico si considerano gli edifici costruiti fino al 1945. Questa soglia temporale è stata definita considerando che il costruito prima del '45 può ricondursi ad un tessuto urbano stratificato in cui prevalgono i pieni sui vuoti e in cui si possono ancora individuare le tipologie edilizie e gli elementi lineari che caratterizzano le differenti epoche storiche come ad esempio la maglia viaria del periodo romano.
- per il pregio architettonico, degli edifici costruiti dopo il 1945 si considerano tutti gli elementi che rispettano almeno uno dei seguenti criteri:
 - innovazione tipologica: opera caratterizzata elementi costruttivi e tecnologici innovativi;
 - opera di autore: opere progettate da una persona di rilievo nel campo dell'architettura nazionale ed internazionale.

Questi criteri sono stati messi a punto in uno studio volto a valutare il pregio dell'architettura moderna secondo sette criteri, effettuato dalla facoltà di Architettura della Federico II e dalla Soprintendenza (Guccinone et al., 2005).

Classe C

Elementi e spazi naturali, per esempio:

- colture permanenti: frutteto, oliveto, nocchioleto, vigneto;
- elementi e spazi naturali che danno identità ad un luogo come ad esempio gli agrumeti della costa campana, le foraggere e le risaie nel caso della Pianura Padana;
- aree con vincolo paesaggistico che non rientrino nelle zone non trasformabili, ovvero zone integrali e generali (es. Bagnoli).

Elementi e spazi costruiti, per esempio:

- elementi del costruito che danno identità ad un luogo come ad esempio i Trulli di Alberobello;
- immobili vincolati dalla Soprintendenza;
- siti Unesco.

Classe D

Elementi e spazi naturali:

- aree verdi non agricole: giardini, parchi urbani e parchi di quartiere, aree ricreative e sportive;
- aree destinate ad attività agricole non intensive;
- seminativi (devono essere coltivati con l'obbligo della diversificazione delle specie coltivate, secondo l'estensione aziendale, per favorire la biodiversità);
- parchi urbani e di quartieri;
- serre: florovivaistiche e colture orticole.

Elementi e spazi costruiti:

- costruito che non abbia un pregio storico, artistico, architettonico ed ambientale ma che garantisca almeno lo svolgimento di un'attività, come per esempio le residenze.

Classe E

Elementi e spazi naturali:

- aree estrattive;
- agricole di nessun pregio (sterpaglia).

Elementi e spazi costruiti:

- aree abbandonate;
- cantieri interrotti;
- cascinali degradati;
- discariche.

CLASSE DI PREGIO B	
ELEMENTI E SPAZI NATURALI	Aree soggette a vincolo paesaggistico, in particolare le aree di riserva integrale e generale Parchi nazionali e regionali Parchi storici Siti di importanza comunitaria Riserve naturali Boschi con alberi secolari
ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI	Immobili vincolati dalla Soprintendenza Edifici costruiti prima del 1945 (pregio storico) Edifici costruiti dopo il 1945 che abbiano almeno una delle tre caratteristiche seguenti (pregio architettonico): – Innovazione tipologica – Opera di autore Siti Unesco
CLASSE DI PREGIO C	
ELEMENTI E SPAZI NATURALI	Colture permanenti: frutteti, nocioleti, etc. Elementi e spazi naturali che conferiscono identità ad un luogo per esempio le risaie nella Pianura Padana, il Vesuvio a Napoli, etc.
ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI	Elementi e spazi aperti del costruito che conferiscono identità ad un posto. Per esempio: Trulli ad Alberobello, etc.
CLASSE DI PREGIO D	
ELEMENTI E SPAZI NATURALI	Aree verdi non agricole Aree destinate ad attività agricole non intensive Zone agricole eterogenee: colture agrarie Seminativi serre
ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI	Residenze
CLASSE DI PREGIO E	
ELEMENTI E SPAZI NATURALI	Aree agricole di nessun pregio Aree estrattive
ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI	Aree dismesse e/o abbandonate Cantieri interrotti Cascinali degradati discariche

Tab.4 Elementi e spazi naturali e del costruito per ogni classe di pregio

3.1.2 Definizione del ventaglio di interventi sulla base del pregio

4. Individuazione e classificazione degli interventi di trasformazione: ad ogni classe di pregio, definita sulla base del pregio delle caratteristiche fisiche del suolo naturale e del suolo costruito, è stato associato un ventaglio di interventi di trasformazione che è compatibile con il principio di sostenibilità. Quindi quanto più elevato sarà il pregio dell'area tanto più ridotto sarà il ventaglio di interventi di trasformazione che è possibile attuare. In questo modo è ben chiara la relazione tra pregio e trasformabilità infatti il pregio di un'area urbana è inversamente proporzionale alla sua trasformabilità. Per il suolo naturale, le categorie di interventi sono state definite sulla base degli orientamenti forniti dall'UE per contenere il processo di impermeabilizzazione del suolo (CE, 2012), mentre per il costruito si è partiti dalle categorie di intervento descritte nel D.P.R. 380/2001 e nei piani di recupero normati dalla Legge 457/78 e da definizioni già presenti in letteratura (Gargiulo, 2006). In definitiva, le quattro categorie di intervento per il suolo naturale sono:

- I. Interventi di tutela e conservazione: volti a conservare l'attuale stato degli elementi agricoli-naturalistici presenti nelle aree (per esempio manutenzione dei parchi storici);
- II. Interventi di riqualificazione, rinaturalizzazione e/o di rigenerazione: volti a ripristinare l'originale stato naturale delle aree naturali, favorendo l'equilibrio ecologico e/o a ripristinare le naturali capacità produttive del suolo. (es. ri-vegetazione, parchi urbani);
- III. Interventi di mitigazione: volti a ridurre gli impatti negativi determinati dall'uso antropico del suolo (es. impiego di materiali permeabili);
- IV. Interventi di compensazione ambientale: volti a garantire le funzioni eco-sistemiche del suolo, bilanciando e compensando le azioni di trasformazione urbana che comportano l'impermeabilizzazione (es. de-impermeabilizzazione di un'area per compensare l'impermeabilizzazione di un'altra).

Per quanto riguarda il suolo costruito invece le classi di intervento sono:

- I. Interventi di recupero e risanamento conservativo: volti al controllo delle condizioni degli elementi antropici presenti nell'area, nonché al mantenimento della loro integrità, efficienza funzionale ed identità, senza comportare modifiche o alterazioni;
- II. Interventi di restauro: volti ad assicurare la funzionalità degli elementi antropici presenti nell'area di recupero, oltre alla protezione,

- conservazione e trasmissione dei valori culturali, storici ed architettonici, senza comportare alcuna alterazione e senza introdurre nuovi elementi, a meno che non sia ripristino lo stato originario;
- III. Interventi di ristrutturazione: volti a modificare, totalmente o parzialmente, l'organizzazione e la distribuzione degli elementi antropici presenti nell'area senza andare a variare le superfici coperte, gli indici di utilizzazione (fondiaria e territoriale) e le densità edilizie (fondiaria e territoriale);
- IV. Interventi di ricostruzione e sostituzione: volti ad abbattere, ricostruire e sostituire i manufatti esistenti, ripristinando le stesse volumetrie e forme oppure volti all'ampliamento dei manufatti originari, con la realizzazione di infrastrutture ed impianti che comportino la trasformazione dell'area.

Associazione del ventaglio di interventi alle classi di pregio del suolo naturale e del suolo costruito: sulla base del pregio che caratterizza ciascuna delle quattro classi, prima descritte, si associa il ventaglio di interventi che è possibile effettuare

Classe di pregio	Ventaglio di interventi
B	
<i>ELEMENTI E SPAZI NATURALI</i>	<i>Tutela e conservazione</i>
<i>ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI</i>	<i>Restauro</i>
C	
<i>ELEMENTI E SPAZI NATURALI</i>	<i>Riqualificazione, rinaturalizzazione e/o rigenerazione agricola</i>
<i>ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI</i>	<i>Recupero</i>
D	
<i>ELEMENTI E SPAZI NATURALI</i>	<i>Mitigazione</i>
<i>ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI</i>	<i>Ristrutturazione</i>
E	
<i>ELEMENTI E SPAZI NATURALI</i>	<i>Compensazione ambientale</i>
<i>ELEMENTI E SPAZI APERTI COSTRUITI</i>	<i>Abbattimento e ricostruzione</i>

Tab.5 Ventaglio di interventi associato ad ogni classe di pregio

3.2 Definizione del set di variabili per la compatibilità funzionale

5. Per completare la costruzione della mappa della trasformabilità è stato necessaria un'ulteriore suddivisione delle aree, per ogni classe di pregio, in ragione della compatibilità funzionale. La definizione del grado di

compatibilità funzionale è stata effettuata sotto la lente del paradigma prestazionale, considerando come finalità principale del processo di governo di trasformazione del territorio l'equilibrio tra ciò che l'utenza urbana richiede (domanda) per soddisfare i propri bisogni e/o esigenze e la capacità di adattamento del sistema urbano in termini di spazi ed attività (Gargiulo, 2009).

A differenza della fase di classificazione delle aree in base alla trasformazione fisica, per la quale si è adottato un approccio olistico-sistemico, per la compatibilità funzionale è stato impiegato un approccio di tipo prestazionale che articola la città in due sottosistemi: quello della domanda e quello dell'offerta. Questi due approcci sono fortemente collegati tra loro, considerando che il sottosistema della domanda è riconducibile ai sottosistemi antropico e funzionale mentre quello dell'offerta può ricondursi ai sottosistemi fisico e geomorfologico. In tale ottica quindi, l'obiettivo da perseguire nel sistema urbano è l'equilibrio della domanda ed offerta, utilizzando in gran parte le risorse di cui la città già dispone, in particolare le risorse fisiche, perché potrebbero già essere state utilizzate per soddisfare delle esigenze passate, così da rispettare anche il principio di sostenibilità ambientale per conservare il territorio non urbanizzato.

I parametri utili a definire il grado di compatibilità funzionale fanno riferimento sia al suolo come risorsa naturale, che come supporto alle attività del sottosistema antropico. Nel caso del suolo naturale, i parametri considerati sono la permeabilità, la redditività e l'indice di impermeabilizzazione; mentre nel caso di suolo costruito sono la presenza dei servizi, densità abitativa, densità del costruito, stazioni ferroviarie, fermate degli autobus, rete primaria ed indice di impermeabilizzazione. I paragrafi successivi descrivono in dettaglio ciascuno dei parametri considerati.

Parametro	Unità di misura
Permeabilità del suolo	cm/min
Redditività	€/ha
Indice di impermeabilità= Sup. coperta/Sup. territoriale	%

Tab. 6 Set di parametri per definire le classi della compatibilità funzionale per il suolo naturale

Parametro	Unità di misura	Valore di riferimento
Densità del costruito	mc/mq	2,4
Presenza dei servizi	presenza/assenza	0-8
Presenza rete primaria (CNR)	presenza/assenza	0-1
Presenza di stazioni di rete su ferro e gomma	presenza/assenza	0-1
Indice di impermeabilità	%	45% - 65 %

Tab. 7 Set di parametri per definire le classi della compatibilità funzionale per il suolo costruito

3.2.1 Definizione del set di variabili per la compatibilità funzionale del suolo naturale

La difficoltà legata alla messa a punto di questo step della metodologia, ha riguardato l'individuazione di parametri che facessero riferimento alle caratteristiche intrinseche del suolo, in quanto risorsa naturale. In tale ottica, è stato fatto un approfondimento multidisciplinare che ha consentito di definire gli usi del suolo naturale tenendo conto di tre aspetti principali:

- la permeabilità, in quanto la capacità di filtrazione del suolo è una caratteristica da preservare compatibilmente con l'esigenza di effettuare interventi di trasformazione urbana, anche in ragione degli effetti del cambiamento climatico;
- la redditività, in quanto il valore immobiliare di un suolo, che dipende da numerosi fattori quali ad esempio la produttività e la sua localizzazione, influiscono in modo significativo sulle scelte di trasformazione di tale risorsa naturale;
- l'indice di impermeabilizzazione, in quanto è ragionevole presumere che sul suolo naturale ci sia una percentuale, per quanto limitata, di presenza del costruito.

3.2.1.1 Definizione del parametro "permeabilità"

Un'analisi quantitativa dell'impermeabilizzazione e del consumo del suolo dovrebbe necessariamente essere seguita da una di tipo qualitativo che consenta di evidenziare la qualità del suolo perso.

Il maggiore impatto dell'impermeabilizzazione dei suoli si ha sul flusso delle acque. L'incapacità delle aree impermeabilizzate di assorbire per filtrazione una parte delle

acque, aumenta notevolmente lo scorrimento superficiale e può favorire la contaminazione da parte di sostanze chimiche. Lo scorrimento superficiale aumenta così in volume e in velocità, causando evidenti problemi sul controllo delle acque superficiali, in particolare in occasione di fenomeni di pioggia particolarmente intensi, ed incidendo sulla capacità di ricarica delle falde acquifere. L'incremento delle superfici impermeabilizzate, infatti, comporta un aumento dei coefficienti di deflusso e la riduzione dei tempi di corrivazione, rendendo necessario il ridimensionamento del reticolo idraulico e la costruzione di opere per contenimento degli eventi di piena eccezionali.

Per questa variabile, che dà informazioni sulla facilità del suolo di farsi attraversare dall'acqua, si è partiti dalle classi elaborate da un precedente studio, portato avanti dal dipartimento di ingegneria ed agronomia del territorio della Federico II (sistemi di terre della Campania, 2015):

1. Rapida ($>0,21$ cm/min);
2. Da moderata a rapida (0,1-0,21 cm/min);
3. Moderata (0,03-0,1 cm/min);
4. da lenta a moderata (0,008-0,03 cm/min);
5. lenta (0,0016-0,008 cm/min);
6. molto lenta ($<0,0016$ cm/min).

Queste sei classi sono state raggruppate in tre macro classi:

1. Rapida: suoli classificati nelle due classi sopra riportate (rapida; da moderata a rapida);
2. Moderata: suoli classificati nelle classi di moderata e da lenta a moderata;
3. Lenta: suoli classificati nelle ultime due classi sopra riportate (lenta; molto lenta).

3.2.1.2 Definizione del parametro "redditività"

«Il suolo è una risorsa vitale e in larga misura non rinnovabile, sottoposta a crescenti pressioni. L'importanza della protezione del suolo è riconosciuta a livello internazionale e nell'UE. Al vertice di Rio, i paesi partecipanti hanno adottato una serie di dichiarazioni importanti per la protezione del suolo. Lo scopo della convenzione delle Nazioni Unite del 1994 contro la desertificazione è prevenire e ridurre il degrado del terreno, recuperare il terreno parzialmente degradato e bonificare il terreno parzialmente desertificato. L'obiettivo del Sesto programma di azione in materia di ambiente, pubblicato dalla Commissione nel 2001, è proteggere il suolo da erosione e da inquinamento, mentre nella strategia per lo sviluppo

sostenibile, anch'essa pubblicata nel 2001, si sottolinea che perdita e fertilità in declino del suolo compromettono in misura crescente la redditività dei terreni agricoli» (COM/2002/0179).

Come è chiaramente deducibile dalla Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, un uso non sostenibile del suolo ha profonde ripercussioni sulla perdita di fertilità dello stesso. Gli impatti della perdita di una risorsa tanto preziosa sulla produzione alimentare, in un pianeta che registra attualmente un trend di crescita della popolazione, è una delle più serie minacce che l'umanità si trova ad affrontare. Consumare e impoverire i suoli a vocazione agricola e compromettere la loro produttività minerebbe alle fondamenta uno dei principali asset economici di qualunque Paese che abbia come settore di punta dell'economia la produzione agroalimentare.

In tale ottica si è ritenuto fondamentale, considerare il parametro della redditività al fine di definire degli usi compatibili del suolo naturale. In ragione del fatto che si tratta di suolo naturale, la definizione del grado di compatibilità funzionale deve avvenire considerando anche le sue potenzialità d'uso. In altri termini, se il grado di compatibilità funzionale del suolo costruito dipende da "quanto" esso è stato principalmente edificato, per il suolo naturale il ventaglio di usi compatibili dipende dalla fruizione potenziale a cui esso è in grado di assolvere, in ragione della sua matrice, ovvero, delle sue caratteristiche litologiche, eco-sistemiche, produttive, etc. Per la definizione di questo parametro, è stato effettuato un approfondimento degli studi di carattere agro-estimativo, al fine di riuscire a tener conto del "valore" del suolo naturale in ragione delle sue "qualità" intrinseche e produttive.

In tale prospettiva, è stato fatto riferimento ai valori immobiliari dei suoli agricoli, ed in particolare all'Osservatorio italiano dei valori agricoli che riporta a livello comunale per i 30 gruppi di coltura previsti nel quadro di qualificazione dei terreni¹, un valore minimo e massimo espresso in €/ha.

I valori immobiliari dei suoli agricoli, prodotti dall'osservatorio, sono stimati attraverso la valutazione di una serie di parametri, in particolare: la produttività; la giacitura; l'esposizione; l'ubicazione; l'accesso; la forma; l'ampiezza; la qualità essenze (qualità ed incidenza percentuale delle piante presenti); tipologia di suolo; numero sfalci e così via. Nella valutazione estimativa della redditività non ricadono la presenza di eventuale edifici rurali. Dall'osservatorio delle 30 classi di coltura, di cui

¹ Allegato "A" dell'Istruzione XV (modificata) della Direzione Generale del Catasto e Servizi Tecnici Erariali del 14 settembre 1931 e alle successive integrazioni delle qualità delle colture, categorie o destinazioni, afferenti alle particelle allibrate in Catasto Terreni, utilizzate per la compilazione degli atti di aggiornamento catastali.

si dispone del valore minimo e massimo espresso in €/ha, si è calcolato il valore medio. L'obiettivo è stato quello di ottenere un metodo univoco per "raggruppare" le 30 classi di coltura, in tre grandi classi di redditività definendo dei range con valori soglia del valore medio immobiliare dei suoli agricoli:

- bassa: i suoli naturali che hanno un valore di redditività compreso tra 0€/ha a 10.000€/ha. Esempi di suoli che rientrano in questa classe sono: l'incolto sterile, il pascolo e il bosco ceduo.
- media: i suoli naturali che hanno un valore di redditività compreso tra 10.000€/ha a 50.000€/ha. Esempi di suoli che rientrano in questa classe di redditività sono: il seminativo; il vigneto; l'uliveto; il castagneto da frutto; il nocciolo e così via.
- alta: i suoli naturali che hanno un valore di redditività superiore 50.000€/ha. Esempi di suoli che rientrano in questa classe sono: il seminativo irriguo; il frutteto; le colture floreali Roseto; il vigneto D.O.C.; l'allevamento e così via.

In termini di fruibilità del suolo, un'elevata redditività determina una ridotta trasformabilità in quanto maggiore è il valore immobiliare del suolo, maggiore è la sua capacità produttiva.

3.2.1.3 Definizione del parametro "indice di impermeabilizzazione"

L'impermeabilizzazione costituisce la forma più evidente di copertura artificiale e rappresenta una delle principali cause di degrado di questa risorsa naturale, "in quanto comporta un rischio accresciuto di inondazioni, contribuisce al riscaldamento globale, minaccia la biodiversità, suscita particolare preoccupazione allorché vengano ad essere ricoperti terreni agricoli fertili e aree naturali e seminaturali, contribuisce insieme alla diffusione urbana alla progressiva e sistematica distribuzione del paesaggio, soprattutto rurale" (ISPRA, 2015). Quindi l'indice di impermeabilizzazione, espresso in percentuale e calcolato come il rapporto tra la superficie impermeabilizzata e quella di suolo libero, rappresenta uno dei parametri utili a misurare il fenomeno del consumo di suolo.

Rispetto all'indice di impermeabilizzazione sono stati individuati degli intervalli il cui valore soglia varia, dato che sono valori che dipendono dall'area di studio (per la definizione delle soglie si rimanda al capitolo 4). La definizione di questi intervalli, ha consentito di individuare delle classi per il suolo naturale a cui corrisponde una scala di giudizio che fa riferimento all'uso sostenibile della risorsa suolo.

3.2.2 Definizione del set di variabili per la compatibilità funzionale del suolo costruito

Questo step della metodologia ha riguardato l'individuazione di parametri che facessero riferimento a cosa c'è sopra il suolo, in modo da definire l'uso compatibile, in un'ottica di equilibrio tra domanda ed offerta (approccio prestazionale). I parametri individuati sono di seguito elencati:

- la densità del costruito, in quanto in ragione di tale parametro cambia il sottosistema della domanda;
- i servizi alla residenza, in quanto in ragione di tale parametro cambia il sottosistema dell'offerta;
- la presenza della rete primaria, secondo la classificazione del CNR, in quanto rappresenta un ulteriore elemento che definisce la densità, infatti un'area attraversata da una rete primaria in generale ha una densità di flusso sicuramente maggiore di un'area in cui tale rete è assente;
- la presenza dei servizi di trasporto pubblico, in quanto sono elementi che permettono di valutare l'accessibilità dell'area;
- l'indice di impermeabilizzazione.

3.2.2.1 Definizione del parametro “densità del costruito”

Per la definizione del sottosistema della domanda e dell'offerta è quindi necessario conoscere in termini dimensionali, distributivi ed organizzativi il sottosistema antropico, quello funzionale e fisico perché, come accennato in precedenza, il carico urbanistico è funzione delle attività, degli utenti coinvolti e dell'intensità d'uso. A tale scopo, le aree sono state classificate, in base alla densità territoriale (mc/mq) considerando come valori soglia, per la densità territoriale, il valore medio dell'intera città oggetto di studio, in due classi:

- alta, per valori maggiori di 2,4 mc/mq;
- bassa, per valori inferiori al massimo uguali a 2,4 mc/mq

3.2.2.2 Definizione del parametro “servizi alla residenza”

Per conoscere il sottosistema funzionale (offerta), sono state considerate le principali attività, a servizio della residenza, presenti nel sistema urbano: gli uffici postali, gli uffici comunali, le biblioteche, il verde urbano, le scuole, i fronti commerciali, i supermercati.

Si è adottato come parametro di misurazione del sottosistema dell'offerta, la variabile dummy in modo da considerare la presenza o assenza di ogni specifico servizio. In tal modo, in ragione a quanto prima detto, si valuta l'equilibrio domanda – offerta. Per quanto riguarda le caratteristiche distributive ed organizzative dei servizi, sono state considerate le relative aree di influenza in cui sono state calcolate la densità di popolazione (sottosistema della domanda) potenzialmente servita, rapportandola alla distanza da percorrere per raggiungere una determinata attività (raggio di influenza).

I valori della variabile dummy dei servizi alla residenza, sono stati articolati nelle seguenti due classi, in modo da fare una prima considerazione sulla presenza dei servizi in ogni area:

- insufficiente, per valori inferiori a 4;
- sufficiente, per valori maggiori al massimo uguali a 4;

Il valore limite tra le due classi è stato fissato considerando il valore medio che può assumere la variabile dummy, in funzione del numero delle attività considerate.

3.2.2.3 Definizione del parametro “servizi al trasporto pubblico”

La presenza di fermate degli autobus e delle stazioni su ferro rappresenta un parametro fondamentale per la valutazione dell'accessibilità dell'area per quanto riguarda il sistema di trasporto pubblico. Anche per questo parametro, come per il precedente, è stato assegnato un valore 0 in caso di assenza del servizio e 1 in caso di presenza.

3.2.2.4 Definizione del parametro “rete primaria”

La presenza delle strade primarie (secondo la classificazione del CNR) rappresenta un elemento fondamentale per la valutazione della densità di flusso di un'area. Per strade primarie si intendono le strade extraurbane principali e le autostrade extraurbane per quanto riguarda l'ambito extraurbano; le autostrade urbane e le strade urbane di scorrimento per quanto riguarda l'ambito urbano. Anche per la rete primaria è stata considerata la variabile dummy (0-1) per specificarne la presenza/assenza.

3.2.2.5 Definizione del parametro “indice di impermeabilizzazione”

L'impermeabilizzazione, come quanto già descritto per il suolo naturale, rappresenta una delle principali cause di degrado di tale risorsa. Anche per il costruito, l'indice di

impermeabilizzazione è espresso in percentuale e calcolato come il rapporto tra la superficie impermeabilizzata e quella di suolo libero. Analogamente a quanto spiegato nel paragrafo 3.2.1.3, rispetto all'indice di impermeabilizzazione sono stati individuati, anche per la parte del costruito, degli intervalli il cui valore soglia varia, dato che sono valori che dipendono dall'area di studio. In generale sono stati presi in considerazione anche due valori soglia estrapolati dallo studio di documenti di piano in particolare dal PTCP di Milano (2009) e di Napoli (2008), perché sono aree urbane di notevole dimensioni e quindi caratterizzate da un elevato grado di impermeabilizzazione. Al fine di determinare "quanta attività antropica" si svolge in un determinato spazio e, quindi, quanto suolo è stato consumato, l'indice di impermeabilizzazione può essere considerato uno dei principali parametri di sintesi utili a valutare "quanto suolo è stato consumato" e quindi meglio specificare, per ogni area, l'uso compatibile più opportuno.

3.3 Definizione delle classi di compatibilità funzionale

Successivamente all'individuazione delle classi della trasformabilità fisica, in questo step della metodologia si è definito il relativo livello di compatibilità funzionale articolato in cinque gradi.

La definizione del grado di compatibilità funzionale è effettuata tenendo conto dell'intensità d'uso che quella determinata porzione di territorio urbano può "soportare" in relazione alle sue caratteristiche fisiche intrinseche, alle attività già presenti ed alle attività presenti nel contesto urbano di riferimento. Di seguito sono riportate le definizioni degli usi compatibili comuni al suolo naturale e a quello costruito:

- *mantenimento delle destinazioni d'uso*: questo grado di compatibilità funzionale è volto a mantenere la stessa percentuale esistente di superficie impermeabilizzata.
- *adeguamento*: questo grado di compatibilità funzionale è volto ad incrementare sia la redditività di un'area senza compromettere la permeabilità del suolo stesso, nel caso di suolo naturale, sia l'offerta dei servizi legati allo svolgimento dell'attività prevalente di un'area, nel caso di suolo costruito
- *riduzione dell'intensità d'uso*: questo grado di compatibilità funzionale è volto a ridurre il grado di sfruttamento del suolo naturale in termine di riduzione di indice di impermeabilizzazione.
- *incremento dell'intensità d'uso*: questo grado di compatibilità funzionale consente di aumentare l'indice di impermeabilizzazione.

- cambio della destinazione d'uso (con relativo aumento dell'intensità d'uso): questo grado di compatibilità funzionale consente anche la trasformazione del suolo naturale in suolo antropico, permettendo al decisore pubblico di implementare le scelte di destinazione e di intensità d'uso necessarie per l'evoluzione del sistema urbano. Questo prevede un aumento dell'indice di impermeabilizzazione che comunque deve essere compensato in modo da garantire la conservazione delle funzioni eco-sistemiche e la sostenibilità ambientale di queste aree.

3.3.1 Definizione degli usi compatibili per il suolo naturale

Per la definizione degli usi compatibili, in una prima fase, sono state messe in relazione tra loro le caratteristiche di permeabilità e di redditività che rispettivamente fanno riferimento alla capacità del suolo di farsi attraversare dall'acqua e a quella di essere produttivo. In particolare, è stata costruita una matrice quadrata ottenendo le combinazioni possibili in cui un suolo naturale può trovarsi. Per la definizione di tali combinazioni si è tenuto conto della maggiore incidenza del parametro della redditività, in quanto questo dipende da numerosi fattori per lo più relativi alle caratteristiche intrinseche del suolo.

		Permeabilità		
		Rapida	Moderata	Lenta
Redditività	Alta	1	2	3
	Media	4	5	6
	Bassa	7	8	9

Tab. 8 Matrice di relazione tra le caratteristiche intrinseche del suolo

Classe 1 (Alta - rapida): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati sia da un'elevata capacità di filtrazione delle acque (rapida) sia da un'elevata redditività. Questo primo cluster fa quindi riferimento a quei suoli che hanno caratteristiche "ottimali" in termini di conducibilità idraulica e di potenzialità fruttive.

Classe 2 (Alta - moderata): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati da una buona capacità di filtrazione delle acque (moderata) e da un'elevata redditività. Questa classe è quindi assimilabile alla precedente in quanto la permeabilità è tale da consentire ancora la filtrazione delle acque e il valore immobiliare del suolo è elevato.

Classe 3 (Alta - lenta): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati, rispetto alle precedenti, da una permeabilità più ridotta (lenta) e da un'eguale redditività. In altri termini, seppur questi suoli riescono a filtrare le acque superficiali più lentamente, conservano un elevato valore immobiliare agricolo.

Classe 4 (media - rapida): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati da un'elevata capacità di drenaggio delle acque e da una redditività più bassa rispetto alle classi precedenti.

Classe 5 (media - moderata): questa classe può essere assimilata alla classe 4, in quanto analogamente a quanto descritto per la classe 2, essa è caratterizzata da una "buona" permeabilità e da un uguale livello di redditività.

Classe 6 (media - lenta): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati da una bassa capacità sia di filtrazione delle acque e da una redditività media.

Classe 7 (bassa - rapida): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati da un'elevata capacità sia di filtrazione delle acque e da una bassa redditività.

Classe 8 (bassa - moderata): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati da una discreta permeabilità e da una bassa redditività.

Classe 9 (bassa - lenta): i suoli che appartengono a questa classe sono caratterizzati da una bassa permeabilità e da una bassa redditività. A differenza del cluster 1, le cui caratteristiche sono state definite ottimali, la classe 9 può essere individuata come quella le cui caratteristiche d'uso sono le più inadatte ad essere conservate.

Ad ogni singola combinazione è stato associato l'uso compatibile. In altre parole, in base alla qualità del suolo definita dalle due caratteristiche intrinseche considerate

(permeabilità e redditività), è stato associato un ventaglio di usi compatibili nell'ottica di uso sostenibile della risorsa.

Classe 1 = adeguamento delle attività presenti, in quanto le condizioni "ottimali" del suolo, sia in termini di permeabilità che di produttività, sono tali da essere preservate mantenendo invariata destinazione d'uso. Allo stesso tempo, per il raggiungimento dell'equilibrio domanda ed offerta si potrebbe aver bisogno di altro spazio da trasformare, il che comporta un ulteriore incremento della redditività senza compromettere particolarmente la permeabilità, essendo questa "rapida".

Classe 2 = mantenimento della destinazione d'uso, in quanto le condizioni del suolo sia in termini di permeabilità che di redditività, sono tali da essere preservate mantenendo invariata destinazione d'uso e l'intensità d'uso. In funzione poi del valore dell'indice di impermeabilizzazione, potrebbe essere valutata la possibilità di adeguare piuttosto che mantenere lo stato di fatto.

Classe 3= fino alla riduzione dell'intensità d'uso, la combinazione di redditività alta e permeabilità lenta richiede un decremento dell'indice di impermeabilizzazione, in modo da favorire l'attività produttiva ed evitare di compromettere ulteriormente la limitata capacità di filtrazione delle acque.

Classe 4 = mantenimento o adeguamento; anche per questa classe, come la precedente, è possibile considerare, in ragione della quantità di superficie impermeabilizzata, se effettuare un mantenimento o adeguamento della situazione attuale, in quanto il suolo è caratterizzata da una alta permeabilità e soprattutto da una redditività di poco inferiore rispetto alle classi precedenti.

Classe 5 = mantenimento della destinazione d'uso, in quanto il suolo è caratterizzato da una moderata permeabilità, da una redditività inferiore rispetto alle classi precedenti (tranne per la 4) e la capacità di filtrazione delle acque inizia a essere più limitata.

Classe 6 = fino alla riduzione dell'intensità d'uso, in quanto il suolo è caratterizzato da una lenta permeabilità che va tutelata trattandosi di un suolo di media redditività.

Classe 7 = fino al cambio della destinazione d'uso, in quanto il suolo è caratterizzato da una permeabilità elevata (quindi non viene ulteriormente compromessa) e il valore immobiliare del suolo è basso, consentendo così un aumento dell'indice di impermeabilizzazione.

Classe 8 = fino all'incremento dell'intensità d'uso, in quanto rispetto alla classe precedente il suolo è caratterizzato da una permeabilità minore e il valore immobiliare del suolo resta basso, consentendo un aumento dell'indice di impermeabilizzazione.

Classe 9 = fino all'incremento dell'intensità d'uso, in quanto il suolo ha bassi valori di permeabilità e di redditività, tali da consentire un'ampia, ma inferiore a quella della prevista dalla classe 7, trasformabilità del suolo.

Queste nove combinazioni sono state, a loro volta, intersecate con il parametro dell'indice di impermeabilizzazione del suolo (vedi capitolo 4), in modo da relazionare la qualità del suolo naturale con le trasformazioni avvenute su di esso. Il valore dell'indice di impermeabilizzazione consente in pratica di definire il grado di trasformabilità per ogni porzione di suolo naturale classificato in base alle caratteristiche intrinseche considerate.

		Permeabilità		
		Rapida	Moderata	Lenta
Redditività	Alta	Adeguamento	Adeguamento/ Mantenimento	Riduzione
	Media	Mantenimento/ Adeguamento	Mantenimento	Riduzione
	Bassa	Cambio	Incremento	Incremento
Usi compatibili				

Tab. 9 Ventagli di usi compatibili per ogni classe di intersezione tra le proprietà intrinseche del suolo

3.3.2 Definizione degli usi compatibili per il suolo costruito

La definizione degli usi compatibili per ciascuna classe di pregio del suolo costruito è stata effettuata considerando la densità del costruito, la presenza dei servizi alla residenza e della rete primaria nonché la presenza di una rete di trasporto pubblico, che a loro volta, nel caso studio, sono state messe a sistema con l'indice di impermeabilizzazione. Facendo riferimento ai cinque gradi di compatibilità funzionale prima descritti, si definiscono di seguito "i criteri" adottati per l'assegnazione del ventaglio di usi compatibili a ciascuna porzione di territorio comunale:

- *mantenimento/riduzione*: per le aree caratterizzate da un'elevata densità del costruito, dei servizi e presenza sia di rete stradale primaria che di stazioni bus e ferroviarie, si prevede il mantenimento della destinazione d'uso o la riduzione dell'intensità d'uso. L'ampiezza del ventaglio degli usi compatibili dipende dal valore dell'indice di impermeabilizzazione. In tal senso, un'eccessiva presenza di superfici impermeabilizzate può richiedere una riduzione del carico d'uso al fine di "decongestionare" l'area urbana.
- *adeguamento*: per le aree caratterizzate da un'alta densità del costruito e dei servizi ma carenti in termini di trasporto pubblico e di infrastrutture di trasporto privato, è possibile prevedere azioni di adeguamento al fine di migliorarne l'accesso e quindi il raggiungimento da parte degli utenti. Analogamente, un'elevata accessibilità ad un'area caratterizzata da un'alta densità del costruito e da una bassa presenza di servizi, richiede un adeguamento di questi ultimi al fine di soddisfare meglio la domanda.
- *incremento dell'intensità d'uso*: per le aree caratterizzate da un'elevata densità del costruito ma che presentano una carenza di servizi e accessibilità è possibile prevedere interventi che vadano ad incrementare l'intensità d'uso, al fine di migliorare la qualità della vita dei residenti.

Stesso ventaglio di usi compatibili è previsto per le aree che sono caratterizzate da una bassa densità del costruito, un'elevata presenza di servizi ma carenti per quanto riguarda la rete di trasporto pubblico e privata. In questo caso, l'incremento di intensità d'uso è finalizzato al miglioramento del sistema offerta della mobilità. Il ventaglio di usi arriva fino all'intensità d'uso è previsto anche nelle aree che presentano una bassa densità del

costruito, un'elevata presenza dei servizi e una buona accessibilità sia con i mezzi pubblici che privati, al fine di ottimizzare l'uso del suolo.

- Cambio della destinazione d'uso: per le aree caratterizzate da una densità del costruito e dei servizi bassa, è possibile prevedere interventi significativi di trasformazione che possono determinare anche un cambio di destinazione d'uso, in ragione delle esigenze di dinamicità del sistema urbano. La presenza di servizi e infrastrutture di mobilità può facilitare il cambio di destinazione d'uso, in quanto l'area risulta essere già accessibile, così come, al contrario, la carenza di accessibilità influisce sulla necessità di cambiare la destinazione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Capitolo 3

CE, (2012). Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo. *Ambiente*. Lussemburgo. Doi: 10.2779/81286. ISBN 978-92-79-26216-6. Disponibile all'indirizzo: https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_it.pdf

European Environment Agency (2016). *Soil*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.eea.europa.eu/themes/soil>

European Environment Agency (2017). *Soil and climate change*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.eea.europa.eu/themes/soil/climate>.

Foster, J., Lowe, A., Winkelman, S. (2011). The value of green infrastructure for urban climate adaptation. *The Center for Clean Air Policy*.

Gargiulo, C. (2006). Sistema urbano e complessità. In Papa, R. *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*, 23-44. Franco Angeli/Urbanistica, Milano.

Gargiulo, C. (2009). Strumenti di supporto alle decisioni: la mappa della trasformabilità, in Papa R. (a cura di) *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali – metodi tecniche e strumenti*, (pp.236-246). FrancoAngeli, Milano.

Gargiulo, C., Tulisi, A. e Zucaro, F. (2016). Small green areas for energy saving: effects on different urban settlements. *ACE: Architecture, City and Environment*, 11(32), (pp.81-94).

Guccinone, M., Fabiani F., Leuzzi T., Valente E., Vittoriani A., Guglielmo E., Carughi E. (2005). *Architettura dal 1945 a oggi a Napoli e provincia*. Disponibile all'indirizzo: <http://na.architetturamoderna.it/index.html>

Hall, P. (2012). Sustainable cities or town cramming? in Batty, S., Davoudi, S., e Layard, A. *Planning for a sustainable future* (pp. 101-114). Taylor & Francis, Oxon.

ISPRA (2016). *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2015.

K.R. Müller, S. Mika, F. Rättsch, K. Tsuda, B. Schölkopf (2001) An Introduction to Kernel-Based Learning Algorithms In: IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 12, No. 2.

Morosini, R. (2019). Review Pages: soil use and climate change. *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, Issue Volume 12(1), 97,119. <http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/6064>

Organizzazione delle Nazioni Unite (2015). Agenda 2030. Retrieved from https://www.unric.org/it/images/Agenda_2030_ITA.pdf

Papa, R., e Fistola, R., (1996). *Strumenti di supporto al governo dell'evoluzione della città: la mappa della trasformabilità urbana*, in Bazzigaluppi, G., Bramanti, A., e Ocellly, S., *Le trasformazioni urbane e regionali tra locale e globale*, (pp. 246-263). FrancoAngeli, Milano

Reali, L. e Toffol, G. (2017). *Cambiamento climatico: il ruolo del suolo per contrastare l'aumento dei gas serra. Ambiente e salute*. Disponibile all'indirizzo: https://www.acp.it/wp-content/uploads/Quaderni-acp-2017_243-PE_as1.pdf

Rosenblatt, M. (1956). "Osservazioni su alcune stime non parametriche di una funzione di densità". *Gli annali delle statistiche matematiche*. **27** (3): 832–837. doi : 10.1214 / aoms / 1177728190

Whitford, V. Ennos, AR. and Handley, J. (2001). City form and natural process — indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape Urban Plan*, 57(2), 91-103. doi: 10.1016/S0169-2046(01)00192-X

Woods-Ballard, B. et al. (2007). *The SUDS manual*. London: CIRIA.

Wood, G.A., Kibblewhite, M.G., Hannam, J.A., Harris, J.A. and Leeds-Harrison, P.B.U. (2005). Soil-based services in the built environment. *National Soil Resources Institute*, Cranfield University, Cranfield.

Zucaro, F., & Morosini, R. (2018). Sustainable land use and climate adaptation: a review of European local plans. *TeMA. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 11(1), 7-26. doi:<http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/534>

CAPITOLO 4. APPLICAZIONE DELLA MAPPA DELL'OTTIMIZZAZIONE DELL'USO DEL SUOLO AL COMUNE DI NAPOLI

L'obiettivo di questo capitolo è l'applicazione della mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo al Comune di Napoli. In particolare, per quanto riguarda la trasformabilità fisica, l'ambito di applicazione è il Comune di Napoli, invece per la compatibilità funzionale è il solo quartiere dell'Arenella.

La mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo per ogni area restituisce il ventaglio di trasformazioni possibili e degli usi compatibili, definiti in ragione delle caratteristiche intrinseche del suolo, per quanto riguarda quello naturale, e in ragione dell'intensità d'uso, per quanto riguarda il suolo costruito.

La costruzione della mappa si articola principalmente in due step: nel primo si individua la classe di pregio di ciascuna area del suolo naturale e del suolo costruito, a cui si associano il ventaglio di interventi di trasformazione fisica.

Il secondo step, invece, effettua una seconda articolazione delle aree a diversa trasformabilità fisica, in ragione della compatibilità funzionale.

Gli ambiti territoriali classificati nelle quattro classi di trasformabilità fisica, sono, quindi, ulteriormente articolati rispetto ai cinque gradi di compatibilità funzionale.

La definizione del grado di compatibilità funzionale è effettuata, tenendo conto quindi dell'intensità d'uso che quella determinata porzione di territorio può sopportare in relazione alle caratteristiche intrinseche e alle attività già presenti sul territorio di riferimento.

4.1 Individuazione delle aree soggette ai rischi naturali

La prima azione da compiere per la costruzione della mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo è l'individuazione delle aree soggette ai rischi naturali, ovvero, di tutte quelle aree esposte al rischio idrogeologico, geomorfologico, vulcanico e così via, per le quali si prevedono solo interventi di riduzione della loro vulnerabilità. Attraverso l'individuazione dei rischi naturali che gravano sull'area oggetto di studio, è possibile, quindi, mettere in luce le porzioni di territorio che sono vulnerabili a tali eventi.

In particolare, Napoli è una città dove l'esposizione al rischio naturale è molto elevata sia per le peculiarità fisiografiche (ISPRA, 2003) del territorio che per l'intensa antropizzazione. Per la perimetrazione di queste aree, è stato fatto riferimento alle normative regionali e agli strumenti di pianificazione di scala vasta che riguardano il territorio di Napoli.

Partendo dal livello legislativo regionale, Napoli rientra nella nuova zona rossa¹ definita nel 2014, per la quale la legge regionale 21/2003 “Norme Urbanistiche per i comuni rientranti nelle zone a rischio vulcanico dell’Area Vesuviana”, ha previsto la decompressione insediativa, ovvero, che non è possibile realizzare incrementi «dell’edificazione a scopo residenziale ma [...] sono consentiti [...] gli interventi di nuova edificazione a scopi non residenziali e i cambi di destinazione d’uso degli immobili residenziali in favore di attività produttive, commerciali, turistico-ricettive o di pubblica utilità. La zona identificata come “zona rossa” è la parte est della città di Napoli, in particolare comprende parte dei quartieri di Barra e Ponticelli confinanti con Portici e San Giorgio a Cremano.

Per quanto riguarda invece gli strumenti di area vasta, si è fatto riferimento al Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto idrogeologico (adottato con Delibera n.4 del 28/07/2011), in cui vengono perimetrate le aree soggette rischio idrogeologico e geomorfologico, che interessano soprattutto la parte nord-est della città di Napoli (Tav.1)

Per quanto riguarda, infine, il rischio sismico, Napoli è classificata come zona sismica 2 (Delibera Giunta Regionale della Campania n.5447 del 7/11/2002), in cui possono verificarsi terremoti di media –forte intensità.

Dalla Tav.5 è quindi possibile notare che la parte orientale della città di Napoli richiederebbe interventi di riduzione della vulnerabilità in misura più incisiva rispetto alle altre porzioni urbane che rientrano in questa prima classe dei rischi naturali. Inoltre, è possibile, individuare delle condizioni alla trasformazione di cui tenere conto sia nella fase di definizione degli usi compatibili (fase 7) che, in generale, nella realizzazione di interventi edilizi da parte di soggetti pubblici e privati. Ad esempio, la classificazione come zona sismica 2 dell’intero Comune di Napoli, significa che la progettazione e la realizzazione degli interventi di nuova costruzione, sopraelevazione e ampliamento deve essere eseguita in accordo con le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica).

4.2 Individuazione delle classi di pregio del suolo naturale e del suolo costruito

Dopo aver individuato tutte le aree soggette ai rischi naturali, la restante parte dell’area oggetto di studio è stata articolata in differenti classi di pregio, in ragione delle caratteristiche fisiche sia del suolo naturale sia del suolo costruito.

¹ La zona rossa del Vesuvio identifica i Comuni, o parte di essi che, trovandosi a ridosso o ai limiti del vulcano, sono considerati a rischio in caso di eruzione e che, quindi, sono da evacuare in via cautelativa in caso di ripresa dell’attività eruttiva.

In accordo con quanto descritto nel capitolo 3 (metodologia di ricerca), l'assegnazione di un ambito urbano ad una determinata classe di pregio è effettuata sulla base della diffusione di elementi naturali ed elementi costruiti presenti. Per il raggiungimento dell'obiettivo, quindi, il primo passo è stato quello di individuare e geolocalizzare gli elementi naturali e del costruito della città di Napoli, al fine di valutarne la diffusione.

In tale ottica, per la perimetrazione delle aree appartenenti alla classe di pregio B (aree di elevato pregio naturalistico e del costruito), si è fatto un approfondimento del sistema di vincoli che grava sull'area oggetto di studio, mettendo in luce sia le porzioni di territorio che sono già classificate per legge in ragione del loro pregio paesaggistico e/o naturalistico (es. Villa Comunale di Napoli) e sia quelle che rappresentano un "unicum insediativo" di pregio storico, artistico, architettonico o ambientale (es. Mostra di Oltremare).

Per quanto riguarda il suolo naturale, partendo dal livello legislativo nazionale, Napoli ricade tra le aree di notevole interesse pubblico, in accordo con il Decreto Legislativo 42/2004 (Tav. 2), che stabilisce una disciplina di tutela e valorizzazione, in ragione degli "elementi peculiari e del valore degli ambiti paesaggistici" che caratterizzano il Comune. Come si vede dalla (Tav. 2), le porzioni urbane classificate come aree di notevole interesse pubblico sono localizzate soprattutto nella parte occidentale della città; tra queste vi sono ad esempio l'area collinare di Posillipo, quella dei Camaldoli e quella di Agnano.

In accordo con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Tav. 3), la città di Napoli risulta essere sottoposta a vincolo paesistico. Lo stesso piano classifica gran parte dell'area ovest e del centro – nord del Comune di Napoli come aree agricole di particolare rilevanza paesaggistica e individua diverse aree boscate come, per esempio, il Bosco di Capodimonte.

Su queste stesse aree, sono vigenti anche i Piani Territoriali Paesistici di Agnano – Camaldoli e Posillipo volti anch'essi a tutelare porzioni urbane non ancora antropizzate di grande valore ambientale che, a seguito dei processi di espansione del tessuto insediativo e del progressivo saldarsi di centralità storiche lungo gli assi di connessione, rischiano di essere deturpate proprio a causa dell'alto valore dei suoli per scopi residenziali che, soprattutto nell'area di Posillipo, sono legati alle valenze del paesaggio.

La tutela di tali ambiti territoriali risulta particolarmente rafforzata dall'istituzione del Parco delle Colline che, inserendosi nel tessuto edilizio, si propone di raccordare trasversalmente le residualità naturali e colturali ancora persistenti nel sistema

collinare posto a cerniera tra i Campi Flegrei e il contesto partenopeo. La individuazione del Parco delle Colline suscita particolare interesse per il ruolo che tale corridoio naturalistico-culturale può avere nella definizione di una rete ecologica.

I Piani Territoriali Paesistici e le Aree Parco contribuiscono alla tutela e alla valorizzazione della centralità storica dei Campi Flegrei, che ormai costituisce parte integrante del sistema metropolitano.

Inoltre nei piani Parco, queste aree di Napoli vengono classificate come zone di “riserva integrale” e zone di “riserva generale”. In particolare, nel primo caso sono aree situate a sud – ovest della città di Napoli e che includono, tra l'altro, il Parco Virgiliano, il Parco Archeologico del Pausilypon e Nisida, in cui l'ambiente è conservato nella sua integrità. Infatti sono aree “prive di insediamenti permanenti, abitativi o produttivi” in cui il suolo, le acque, la fauna e la vegetazione sono protetti e sono consentiti soltanto gli interventi per la protezione dell'ambiente o la ricostituzione di equilibri naturali pregressi da realizzare sotto il controllo dell'Ente Parco. Nel caso invece di riserva generale, sono aree in cui ogni attività deve essere rivolta al mantenimento dell'integrità ambientale dei luoghi e sono consentite ed incentivate le attività agricole e silvo - pastorali tradizionali e la manutenzione del patrimonio edilizio esistente, laddove non contrastino con le attività di tutela del Parco. In tale categoria rientrano il costone di Posillipo, il Monte Spina che ricopre un'estesa area a ridosso dell'ippodromo di Agnano, e il Parco dei Camaldoli.

In particolare, le aree di riserva generale, rientrano anche nella porzione di territorio comunale classificata come zona “Siti di Importanza Comunitaria” (SIC, Natura 2000), per le quali la Direttiva europea Habitat² prevede «misure di conservazione per evitare il degrado degli habitat naturali», e “Zona di Protezione Speciale” (ZPS, Natura 2000), istituita dalla Comunità europea per «la salvaguardia delle specie e degli habitat maggiormente minacciati³», in parte sovrapposte.

Le SIC e le ZPS contribuiscono, come gli strumenti sopra indicati, a tutelare ulteriormente ambiti ad elevata naturalità.

Passando al suolo costruito, il primo passo è stato quello di individuare tutti gli immobili vincolati dalla Sovrintendenza. Questa fase ha rappresentato un notevole carico di lavoro, in quanto mentre nel caso del suolo naturale sono disponibili cartografie che permettono l'individuazione delle aree, in questo caso è stato necessario procedere manualmente per due motivi principali: la qualità molto bassa

² Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.

³ Direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 2 aprile 1979 relativa alla conservazione degli uccelli selvatici.

del file vettoriale dell'edificato di Napoli, disponibile in formato shape nel Geoportale Nazionale, in quanto caratterizzato da un solo poligono racchiudeva in realtà più edifici della città; l'elenco gli immobili vincolati dalla Soprintendenza e degli edifici costruiti post 1945 di pregio architettonico erano disponibili solo in formato word senza alcuna indicazione delle coordinate. Unica eccezione è fatta per gli edifici costruiti prima del 1945 di pregio storico forniti in formato shape dal Comune di Napoli.

La prima fase, quindi, è stata di correzione topologica dato che, dovendo valutare la diffusione degli elementi, è fondamentale che un poligono rappresenti esattamente un solo edificio. Successivamente sono poi stati geolocalizzati tutti gli immobili vincolati, di pregio storico – artistico ed architettonico.

In accordo alla metodologia (capitolo 3), per misurare la diffusione degli elementi è stata utilizzata l'adaptive Kernel Density Estimation (KDE). Trasformato il tematismo poligonale degli immobili vincolati dalla Soprintendenza in un tematismo puntuale e definita un'unità territoriale di riferimento, griglia 10x10 m e raggio di 25 m, il risultato della kernel density è un raster in cui sono riportati, per ogni cella, i valori della densità degli elementi vincolati, molti dei quali sono concentrati nel centro storico di Napoli e nei nuclei originari delle aree periferiche (Tav. 4). Tutte le celle caratterizzate da un valore di densità alto, sono quelle che costituiscono l'area appartenente alla classe di elevato pregio storico – artistico ed architettonico (classe B). Un'operazione fondamentale per la corretta perimetrazione è stata quella di “discretizzazione del raster” in quanto si ha la necessità di posizionare le celle, che hanno lo stesso valore, in modo contiguo per poi trasformare il raster in un tematismo poligonale. Anche in questo caso, è stata necessaria un'operazione manuale in modo che la perimetrazione delle aree appartenenti alla classe di pregio B seguisse il reale profilo degli edifici.

Infine alle aree così individuate sono state sommate quelle definite come “Patrimonio UNESCO” che si sovrappongono in gran parte a quelle individuate in precedenza, dato che trattasi del centro storico di Napoli.

La classe di pregio successiva è quella di pregio ambientale (classe C), ovvero la classe in cui le aree sono caratterizzate dalla diffusa presenza di elementi antropici e/o agricolo – naturalistici, che sono l'espressione della cultura e della collettività locale e che assumono un forte valore identitario per il territorio. Per il suolo naturale, sono stati individuati tutte le colture permanenti presenti sul territorio napoletano, facendo riferimento non solo alla Corine Land Cover 2018 e all'Urban Atlas 2012, ma anche alla carta della vegetazione e dell'uso del suolo, disponibile negli open data del

Comune di Napoli. Mentre per le aree di classe B era importante individuare quelle classificate come riserva integrale e generale, per questa classe vanno considerate invece le aree che dai piani Parco, sono definite di “riserva controllata” ovvero aree in cui vanno incentivate le attività agricole, zootecniche e silvo-colturali tradizionali ed il mantenimento dell'integrità terriera nelle aziende contadine. Sono agevolate, inoltre, le attività socio - economiche e le realizzazioni abitative ed infrastrutturali compatibili con i principi ispiratori del Parco, nonché lo sviluppo delle strutture turistico - ricettive delle attrezzature pubbliche e dei servizi complementari al Parco. A Napoli le aree definite di “riserva controllata” ricadono nelle aree vincolate, quindi già appartenenti alla classe di pregio B.

Infine da una conoscenza del territorio, sono stati perimetrati le aree di Napoli che conferiscono un valore identitario alla città come la spiaggia di Bagnoli e l'area a ridosso della rotonda Diaz a Mergellina.

Per gli elementi del costruito il database coincide con quello ottenuto per la classe di elevato pregio storico – artistico ed architettonico. Ciò che differenzia le due classe, e quindi l'appartenenza di un'area ad una classe di pregio piuttosto che ad un'altra, è il valore della densità degli elementi. Infatti se per la classe di pregio B rientrano tutte le aree che hanno un'elevata diffusione degli elementi, a questa classe fanno parte le aree che invece sono caratterizzate da una media diffusione degli stessi elementi (Tav.4).

Per la classe di pregio D, aree di scarso pregio, l'individuazione degli elementi è stata fatta, oltre sulla conoscenza dell'area di studio, sulle informazioni contenute nell'Urban Atlas (2012), nella Corine Land Cover (2018), oltre al supporto dell'elenco dei parchi urbani e di quartiere disponibile sul sito del comune. Le aree verdi non agricole, i parchi urbani e le serre sono concentrate soprattutto nell'area est della città, in particolare nei quartieri di Barra e Ponticelli. Per quanto riguarda invece il suolo costruito sono state considerate tutte le residenze che non appartengono alle classi precedenti.

Anche per l'ultima classe, quella di nessun pregio agricolo, naturalistico ed ambientale (classe E), un valido supporto, per l'individuazione delle aree estrattive, abbandonate, cantieri interrotti e discariche, sono state l'Urban Atlas e la Corine Land Cover. Nella città di Napoli queste aree sono notevolmente meno presenti rispetto alle altre e sono anch'esse, come le precedenti, concentrate soprattutto nella parte est del territorio.

4.3 La classificazione delle aree per trasformabilità fisica del suolo naturale e del suolo costruito

Dopo aver individuato le aree soggette ai rischi naturali, gli elementi e gli spazi del suolo naturale e di quello costruito, si definisce il ventaglio di interventi di trasformazione possibili e sostenibili a ciascun ambito territoriale individuato sulla base del pregio del suolo naturale e di quello costruito, ovvero, tenendo conto in maniera integrata delle caratteristiche fisiche e qualità intrinseche del suolo (risorsa eco - sistemica) e di ciò che vi insiste sopra (il costruito).

L'obiettivo di questo paragrafo è, quindi, la descrizione degli ambiti territoriali appartenenti a ciascuna classe di pregio ed i relativi interventi compatibili (Tav.5a - 5b). Queste differenti partizioni urbane sono state individuate a partire dalla diffusione degli elementi e degli spazi naturali e costruiti, tenendo conto dei rischi naturale e del sistema dei vincoli che insistono sull'area urbana oggetto di studio. Le aree di elevato pregio naturalistico e del costruito sono quelle destinate a essere tutelate e conservate, in ragione della diffusa presenza di elementi di alto pregio naturalistico e dalla diffusa presenza di elementi del costruito di pregio storico, artistico ed architettonico.

Per il comune di Napoli, a questa prima classe di pregio (B), per il suolo naturale, appartengono i seguenti ambiti urbani, localizzati soprattutto nella parte ovest della città (Tav. 5a - 5b):

- a) l'area inclusa tra il costone di Posillipo e la costa (includendo Marechiaro, Nisida e Coroglio), seppure presente un insediamento consolidato, è caratterizzata da rilevanti componenti vegetazionali e geomorfologiche ad alto valore ambientale e paesaggistico;
- b) spostandosi verso nord, l'area che comprende il Monte Spina, il parco e la collina dei Camaldoli, la parte a ridosso tra il Cratere degli Astroni e via Provinciale Montagna Spaccata, è caratterizzata dalla presenza di colture di pregio come castagneti, vigneti e arboreti di elevata complessità strutturale;
- c) le aree invece occupate dai parchi storici sono a sud della città, in particolare a Mergellina, dalla villa comunale; al Vomero dalla Floridiana e a Capodimonte dall'omonimo parco.

In queste porzioni di territorio comunale il ventaglio di interventi compatibili è ristretto alla conservazione delle colture di pregiate di alto valore ambientale e paesaggistico e le rilevanti componenti vegetazionali e/o geomorfologiche presenti,

in modo tale da conservare «la percezione paesaggistica d'insieme o dei singoli elementi», nonché la loro integrità (Piano del Parco del Vesuvio, 2010).

Dal confronto tra gli usi attuali del suolo e le scelte di tutela e l'elevata valenza paesaggistica e naturalistica che gli strumenti di pianificazione di livello territoriale hanno previsto e attribuito a queste aree, emergono delle differenze. Infatti gli interventi di trasformazione fino ad oggi attuati hanno riguardato la realizzazione soprattutto di residenze, compromettendo l'originario insieme di risorse naturali e agricole, che secondo gli strumenti di pianificazione territoriale, caratterizzano ancora questa tipologia di ambiti.

Per quanto riguarda invece il suolo costruito, rientrano nella classe di elevato pregio storico – artistico ed architettonico (Tav. 5a – 5b), parte del centro storico di Napoli costituito dal nucleo storico della città e da una serie di nuclei storici delle attuali periferie. In particolare rientra in tale classe di pregio gran parte del nucleo storico come per esempio: parte del rione Sanità e l'area dei Quartieri Spagnoli, in particolare compresa tra piazza Dante e Piazza e il Borgo di Sant'Antonio Abate.

Per quanto riguarda invece i nuclei storici delle periferie fanno un esempio sono quello di Pianura, San Pietro a Patierno, Ponticelli, Barra. In questa classe di pregio rientra anche tutto il complesso della Mostra di Oltremare che occupa una notevole superficie del quartiere di Fuorigrotta, di natura prevalentemente residenziale.

In queste porzioni di territorio comunale il ventaglio di interventi compatibili è ristretto al controllo delle condizioni degli elementi antropici presenti nell'area, nonché al mantenimento della loro integrità, efficienza funzionale ed identità, senza comportare modifiche o alterazioni.

La diffusione degli elementi del suolo naturale e del suolo costruito che conferiscono evidente riconoscibilità a specifici ambiti di Napoli, ne hanno consentito la loro classificazione come aree di pregio ambientale (C) ovvero aree caratterizzate dalla diffusa presenza di elementi antropici e/o agricolo – naturalistici, che sono l'espressione della cultura e della collettività locale e che assumono un forte valore identitario per il territorio.

A questa classe di pregio, per il suolo naturale, appartengono i seguenti ambiti urbani (Tav. 5a – 5b):

- a) la spiaggia di Coroglio a forte valenza naturalistica e paesaggista;
- b) l'area localizzata a nord di Scampia, a confine con il Comune di Mugnano di Napoli, caratterizzata dalla diffusa presenza di arboreti;

- c) l'orto botanico e l'area verde a ridosso della villa comunale entrambe caratterizzate da una valenza naturalistica.

In queste porzioni di territorio comunale il set di interventi compatibili è volto alla rigenerazione di aree già urbanizzate piuttosto che consumare nuovo suolo, sia sugli spazi aperti non ancora impermeabilizzati o cementificati ma abbandonati, dove possono essere previste azioni di ri-vegetazione, di recupero e valorizzazione delle naturali capacità produttive del suolo, quali giardini, orti urbani, etc. (Coppola, 2012; Eisinger, 2015).

Per quanto riguarda invece il suolo costruito, rientrano nella classe di pregio ambientale, la restante parte del centro storico di Napoli (Tav. 5a – 5b). In particolare:

- a) gran parte del quartiere Vomero compresa tutta l'area della Certosa di San Martino;
- b) la parte est del nucleo storico della città, ovvero l'area che va da Porta Nolana e il Vasto, caratterizzata da una diffusa presenza insediativa;
- c) la riviera di Chiaia e tutto il Borgo di Santa Lucia;
- d) la parte del rione Sanità che non rientra nella classe di pregio elevato;
- e) tutta l'area del portuale di Napoli;
- f) l'area di Marechiaro e, spostandosi ancora di più verso ovest, tutta l'area interessata dal Piano Urbanistico esecutivo di Coroglio - Bagnoli in particolare le aree interessate dal quartiere degli operai e quella su cui insiste l'ex stabilimento dell'Italsider, chiuso nel '93 ma che testimonia un periodo di forte crescita industriale per la città di Napoli registratosi negli anni sessanta.

In queste porzioni di territorio comunale il ventaglio di interventi compatibili è volto, oltre alla protezione, conservazione e trasmissione dei valori culturali, storici ed architettonici, agli interventi di recupero in modo da assicurare la funzionalità degli elementi antropici.

La diffusa presenza di elementi antropici come le serre, integrandosi in una edilizia diffusa a bassissima densità o in aggregati edilizi di dimensioni contenute, oltre che del costruito, permette di classificare gran parte del territorio di Napoli come aree di scarso pregio, ovvero aree urbane in cui il mix tra superfici impermeabili e permeabili consente di svolgere le funzioni eco-sistemiche e aree con diffusa presenza di elementi edilizi che hanno un valore economico, ma non di pregio storico, artistico, architettonico, né ambientale.

A questa classe di pregio (D), per quanto riguarda il suolo naturale, appartengono i seguenti ambiti urbani (Tav. 5a – 5b):

- a) l'area ad est della città di Napoli in cui è diffusa la presenza di arboreti ed orti arborati;
- b) un'ampia area del quartiere di Ponticelli caratterizzata sia da una diffusa presenza di serre per colture ortive e sia da seminativi;
- c) il parco urbano localizzato a Materdei.

Per quanto riguarda il suolo del costruito, rientrano in questa classe gran parte dell'intero territorio della città di Napoli caratterizzato dalle residenze. Un esempio sono i quartieri di Fuorigrotta, Pianura, Arenella e gran parte dei quartieri est della città. Rientrano in questa classe di pregio anche l'aeroporto Internazionale di Capodichino e la stazione centrale di Piazza Garibaldi (Tav. 5a – 5b).

Si tratta di aree, sia per il suolo naturale che costruito, in cui il ventaglio di interventi di trasformazione include il miglioramento sia delle funzioni eco-sistemiche delle poche porzioni di suolo non ancora impermeabilizzato, sia della qualità urbana, agendo sul costruito, attraverso anche interventi di ristrutturazione. Gli interventi di mitigazione possono riguardare, ad esempio, la realizzazione di tetti verdi, l'impiego di materiali permeabili, la realizzazione di sistemi sostenibili per la raccolta naturale delle acque contribuiscono a ridurre fenomeni quali l'isola di calore, oltre che la concentrazione di inquinanti presenti in atmosfera, e a favorire il risparmio di risorse come l'acqua, evitando, così, di compromettere definitivamente la sostenibilità di queste porzioni di territorio comunale caratterizzate dalla diffusa presenza di elementi urbanizzati.

In questa tipologia di aree, il degrado del suolo dipende non solo dalla presenza dell'edificato ma anche delle serre. Il depauperamento del suolo causato dalla loro presenza può essere interrotto sostituendole con metodi di produzione agricola e tecniche agronomiche sostenibili ed eco-compatibili. Questa tipologia di produzione agricola sarebbe comunque in grado di assicurare un'elevata redditività per le aziende locali, in quanto potrebbero essere coltivati prodotti autoctoni di elevata qualità e facilmente commerciabili. Il passaggio da un'agricoltura intensiva ad una sostenibile potrebbe, inoltre, essere favorito anche dalle opportunità di finanziamento previste dall'UE, che negli ultimi anni ha introdotto nella programmazione dei fondi relativi alle politiche ambientali incentivi in favore di attività agricole ad alta sostenibilità (CE, 2010; CE n.1306/2013; UE, 2014).

L'ultima classe di pregio quella di nessun pregio agricolo, naturalistico ed ambientale ovvero quelle aree poco antropizzate esterne al centro edificato consolidato e caratterizzate dalla diffusa presenza di elementi agricolo-naturalistico non di pregio e/o di criticità ambientale.

Rispetto all'intera superficie territoriale del Comune di Napoli, le aree che rientrano in questa classe di pregio, sia per il suolo naturale che quello costruito, sono di estensione notevolmente ridotta. Infatti le porzioni di territorio comunale che sono state classificate come aree di nessun pregio per il suolo naturale sono (Tav. 5a – 5b):

- a) la vegetazione erbacea delle aree ruderali tra il quartiere di Ponticelli e Poggioreale;
- b) la vegetazione erbacea nella parte nord del Rione Lauro.

In queste parti di territorio comunale l'ampio ventaglio di interventi di trasformazione include quelli di compensazione ambientale volti a bilanciare le azioni di trasformazione urbana che le caratteristiche intrinseche di questi ambiti permettono di effettuare. Si tratta di porzioni di territorio comunale principalmente incolte o destinate a colture non intensive che, in senso stretto, possono essere considerate trasformabili, in ragione della diffusa presenza di elementi agricolo-naturalistici non di pregio. Sono, infatti, aree in cui è possibile insediare (in accordo anche con le scelte di trasformazione urbana individuate dal PRG), ad esempio, nuove attività artigianali e industriali a servizio dell'attività agricola prevedendo, al contempo, interventi atti a garantire le condizioni di naturalità del suolo.

Per quanto riguarda invece il suolo costruito, gli ambiti urbani appartenenti a questa classe di pregio sono (Tav. 5a – 5b):

- a) la zona industriale (dismessa) di Ponticelli e la limitrofa area dismessa a confine con il quartiere di Barra;
- b) la zona dismessa a sud – est della zona industriale localizzata nei pressi della stazione di Gianturco;
- c) nella zona occidentale del comune di Napoli, l'area dismessa a ridosso dell'area occupata dall'italsider e l'area dismessa a ridosso della stazione metropolitana di Campi Flegrei.

In queste parti di territorio comunale l'ampio ventaglio di interventi di trasformazione include anche quelli ricostruzione e sostituzione, volti ad abbattere, ricostruire e sostituire i manufatti esistenti.

4.4 Definizione degli usi compatibili per il quartiere dell'Arenella

Lo scopo di questo capitolo, come già detto all'inizio, è la costruzione della mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo. Costruita la mappa della trasformabilità fisica per il Comune di Napoli, per la definizione del grado di compatibilità funzionale si è scelto come ambito di applicazione il quartiere dell'Arenella, posto tra il centro storico e la periferia settentrionale della città di Napoli.

Il quartiere dell'Arenella è caratterizzato dalla presenza di ampie zone verdi e suoli coltivati, in particolare all'interno di tale ambito urbano ricade parte del parco dei Camaldoli e parte dell'area dello Scudillo. Il parco urbano dei Camaldoli, con una superficie boschiva di 135 ettari popolata da castagni e piante tipiche della macchia mediterranea, è parte integrante della collina dei Camaldoli. Altro polmone verde per la città di Napoli è l'area dello Scudillo, in quanto caratterizzata da un bosco di castagni e aree attrezzate coltivate.

Per quanto riguarda il costruito, l'Arenella presenta caratteri urbani soprattutto di edilizia di recente formazione dal carattere speculativo, in cui lo strumento urbanistico vigente (Variante del PRG del Comune di Napoli) ha già individuato gli immobili da utilizzare per attrezzature pubbliche, in quanto nel quartiere dell'Arenella è presente un deficit degli standard urbanistici. Ed è in tale ottica che la mappa dell'ottimizzazione dell'uso suolo si inserisce: se da un lato vanno tutelate le aree di elevato pregio ed in cui si prevedono usi compatibili con il loro pregio e con ciò che è già presente sul territorio, dall'altro si vanno ad individuare delle aree in cui per caratteristiche fisiche e funzionali, del suolo naturale e del costruito, è possibile ampliare il set di trasformazione del territorio al fine di ottenere un equilibrio tra la domanda e l'offerta.

La costruzione della mappa si articola, come già accennato in precedenza, in due step: nel primo si sono individuate le classi di pregio di ciascuna area, cui sono stati associati il ventaglio di interventi di trasformazione fisica compatibili (mappa della trasformabilità fisica).

Il secondo step è stato quello di proporre un'ulteriore articolazione delle aree a diverso grado di trasformabilità fisica, in ragione della compatibilità funzionale valutata, in un primo momento, attraverso le caratteristiche intrinseche del suolo

(permeabilità e redditività agricola per il suolo naturale) e i diversi parametri (densità del costruito, presenza dei servizi alla residenza, presenza della rete di trasporto privata e pubblica per il suolo costruito) ed ulteriormente approfondita in ragione dell'indice di impermeabilizzazione. Per la definizione dell'indice di impermeabilizzazione a cui riferirsi per evitare il "degrado" irreversibile del suolo, non è stato possibile fare riferimento ad un quadro scientifico operativo consolidato. La letteratura scientifica, infatti, sul tema dell'utilizzo del suolo risulta essere ampia per quanto riguarda la definizione di procedure di valutazione e quantificazione dei servizi eco-sistemici del suolo a cui poter far riferimento come strumento di supporto alle decisioni per gli amministratori locali (ad es: Bagstad et al., 2013; Haes et al., 2014; Maes et al., 2012), lo studio delle dinamiche di espansione delle aree urbane (ad es: Romano et al., 2015; Siedentop et al., 2012; Wilson e Chakraborty, 2013) e la messa a punti di tecniche e strumenti di analisi spaziale per il monitoraggio del consumo di suolo (ad es: Corona, 2010; Marchetti et al., 2012; Sharma et al., 2012), mentre è ancora carente in merito alla definizione sia di efficaci strumenti di governo delle trasformazioni urbane volti all'ottimizzazione dell'uso del consumo di suolo sia di soglie massime di consumo.

Le ricerche e le sperimentazioni sul tema dell'uso del suolo non sembrano, in pratica, orientate a definire valori limite di impermeabilizzazione, presumibilmente sia per effetto degli indirizzi comunitari che tendono a un consumo di suolo pari a zero sia per la complessità della questione che risente fortemente della complessità dei sistemi urbani. D'altro canto anche le amministrazioni locali non hanno ancora individuato obiettivi quantitativi di riduzione del consumo di suolo, così come richiesto dal disegno di legge 2383/96. In assenza di valori di riferimento consolidati e condivisi in termine di quantità massima di suolo che è possibile impermeabilizzare senza compromettere in modo definitivo le numerose funzioni svolte dal suolo, attraverso l'approccio adottato, di tipo locale, si è cercato di fornire, per il suolo naturale e costruito, dei valori di soglia massima, come illustrato nei paragrafi 4.4.1.1 e 4.4.2.1. Quindi in definitiva la messa a sistema delle caratteristiche fisiche, del ventaglio di interventi di trasformazioni possibili e degli usi compatibili ha consentito di costruire la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo, per il naturale e il costruito, di seguito descritta.

4.4.1 Individuazione degli usi compatibili per il suolo naturale

Per la definizione degli usi compatibili, in una prima fase, sono state messe in relazione tra loro le caratteristiche di permeabilità e di redditività agricola che rispettivamente fanno riferimento alla capacità del suolo di farsi attraversare dall'acqua e a quella di essere produttivo. La classificazione dei suoli dell'Arenella secondo il parametro della permeabilità è stata fatta utilizzando la "Carta dei Sistemi di Terre della Campania" realizzata dal Dipartimento di Ingegneria Agraria ed agronomia del Territorio dell'Università Federico II.

La Carta dei Sistemi di Terre della Campania individua sei classi di permeabilità che, in accordo con la metodologia di questo lavoro di ricerca, sono state raggruppate, in ambito GIS, in tre classi.

Nel quartiere dell'Arenella ci sono solo suoli che appartengono alla classe di permeabilità moderata e lenta. In particolare rientrano nella classe moderata tutti i suoli che fanno parte della parte nord-ovest del quartiere (Parco dei Camaldoli) e una fascia est ovvero l'area che va dall'ospedale Cardarelli fino a Piazza Medaglie d'oro. La restante parte del quartiere invece è caratterizzata da suoli che hanno una permeabilità lenta (Tav. 6).

Per quanto riguarda il parametro "redditività agricola" sono state consultate le informazioni contenute nella carta della vegetazione e dell'uso del suolo di Napoli (1997), nella Urban Atlas (2012) e nella Corine Land Cover (2018), tutte disponibili in formato shape nonché i risultati di un osservatorio italiano dei valori agricoli (2019). Dalla sovrapposizione dei diversi dati, i suoli dell'Arenella rientrano nelle classi di media e bassa redditività agricola. In particolare i suoli di "media redditività agricola" sono i castagneti, presenti nella zona ovest del quartiere, e varie aree di arboreti misti di alta complessità strutturale che caratterizzano soprattutto la zona nord est e l'area delimitata da via Pigna e il parco dei Camaldoli.

I suoli di "redditività agricola bassa", in minoranza rispetto a quelli di redditività agricola media, sono soprattutto ex coltivi e sterpaglia. (Tav. 7)

Infine dall'intersezione delle classi della permeabilità e quelle della redditività agricola, secondo la matrice quadrata spiegata nella metodologia (capitolo 3), il suolo naturale dell'Arenella è classificato in quattro classi, in particolare (Tav.8):

1. classe 5 (redditività agricola media e permeabilità moderata): appartengono a questa classe gran parte dei suoli naturali dell'Arenella soprattutto quelli dell'area ovest del quartiere (parco dei Camaldoli) e un'area ad est dell'Arenella a confine con il quartiere di Materdei. Per la classe 5, l'uso

- compatibile è un ventaglio ristretto perché si ferma al mantenimento della destinazione d'uso.
2. Classe 6 (redditività agricola media e permeabilità lenta): appartengono a questa classe i suoli naturali di un'area est in prossimità all'area classificata nella classe precedente. Per la classe 6 il ventaglio di usi compatibili arriva fino alla riduzione dell'intensità d'uso, al fine di limitare i processi di degrado ed impermeabilizzazione in aree caratterizzate da una buona produttività ma da una permeabilità che non deve essere ulteriormente compromessa;
 3. Classe 8 (redditività agricola bassa e permeabilità moderata): appartengono a questa classe un'estesa area di suoli naturali a sud – ovest del quartiere confinante con la partizione urbanizzata del quartiere di Soccavo. Per questa classe, oltre al mantenimento della destinazione d'uso e alla riduzione dell'intensità d'uso, è possibile anche aumentare l'intensità d'uso in quanto sono suoli naturali caratterizzati da una bassa redditività agricola e da una permeabilità moderata che consentono un aumento dell'indice di impermeabilizzazione;
 4. Classe 9 (redditività agricola bassa e permeabilità lenta): appartengono a questa classe un'area di suoli naturali ad est dei quartieri, in particolare delimitata dall'ospedale Cardarelli e dai suoli appartenenti alla classe 6. Per tale classe il ventaglio di usi compatibili previsti è fino all'incremento dell'intensità d'uso.

4.4.1.1 Riclassificazione degli usi compatibili del suolo naturale in ragione dell'indice di impermeabilizzazione

Dopo aver classificato i suoli naturali del quartiere dell'Arenella sulla base delle caratteristiche intrinseche (permeabilità e redditività agricole), a cui sono stati associati gli usi compatibili, è stata fatta un'ulteriore restrizione del ventaglio degli usi considerando la parte di costruito già presente in ogni classe. A tale scopo è stato calcolato l'indice di impermeabilizzazione (rapporto tra superficie coperta e superficie territoriale) per tutta la parte di suolo naturale che ha permesso di individuare tre soglie di riferimento. In particolare sono state ricavate tre classi dell'indice (Tav.9):

- basso: per valori dell'indice di impermeabilizzazione minore al massimo uguale al 7%;

- medio: per valori dell'indice di impermeabilizzazione compresi tra il 7% e il 20 %;
- alto: per valori dell'indice di impermeabilizzazione maggiori del 20%.

Le classi 5, 6, 8, 9 sono ulteriormente ripartite sulla base dell'indice di impermeabilizzazione (sempre nell'ottica di ottimizzazione dell'uso del suolo) e a cui è stato ri-associato l'uso compatibile, partendo da quello assegnato nella fase precedente (Tav.8). Nel dettaglio:

1. per la classe 5, essendo già previsto un ventaglio ristretto fino al mantenimento della destinazione d'uso, l'indice di impermeabilizzazione non influenza l'uso compatibile, quindi per tale classe il ventaglio di usi compatibili resta invariato (Tav.10);
2. per la classe 6, all'area che ha un indice di impermeabilizzazione medio è stato associato come uso compatibile un ventaglio che arriva fino alla riduzione dell'intensità d'uso mentre per le restanti aree (basso indice di impermeabilizzazione) il ventaglio di usi compatibili si restringe fino al mantenimento della destinazione d'uso (Tav.11);
3. per la classe 8, a meno di una piccola area a nord - ovest in cui l'uso compatibile è fino alla riduzione dell'intensità d'uso, il set di usi compatibili arriva fino all'incremento dell'intensità d'uso dato i bassi valori dell'indice di impermeabilizzazione (Tav.12);
4. per la classe 9, nelle aree meno impermeabilizzate il ventaglio di usi compatibili associato è fino all'adeguamento, mentre per quelle in cui l'indice di impermeabilizzazione rientra nella classe medio, si amplia fino all'incremento l'intensità d'uso ed infine per quelle in cui l'indice di impermeabilizzazione ha un valore "alto" il ventaglio degli usi compatibili si restringe fino alla riduzione dell'intensità d'uso (Tav.13).

Sovrapponendo la mappa della trasformabilità fisica (Tav. 5a) e quella della compatibilità funzionale (Tav. 14) si ottiene la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo naturale (Tav.15).

Area A5	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e 70 rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

Area B5	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e 70 rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

Area A6	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e 70 rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

Area B6	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e 70 rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

Area A8	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e 70 rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

Area B8	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e 70 rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

Area A9	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

Area B9	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio agricolo naturalistico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	Mantenimento della destinazione d'uso					
	Adeguamento					
	Riduzione dell'intensità d'uso					
	Incremento dell'intensità d'uso					
	Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Tutela e conservazione	Riqualificazione, rinaturalizzazione e rigenerazione agricola	mitigazione	Compensazione ambientale

4.4.2 Individuazione degli usi compatibili per il suolo costruito

Per la definizione degli usi compatibili, analogamente per quanto fatto per il suolo naturale, sono state messe in relazione tra loro la densità del costruito, la presenza dei servizi alla residenza e della rete primaria nonché la presenza delle fermate degli autobus e delle stazioni ferroviarie metropolitane. Il punto di partenza per la per l'assegnazione del ventaglio di usi compatibili a ciascuna porzione di territorio comunale secondo i criteri descritti nella metodologia è stato la georeferenziazione di tutti i parametri sopra elencati per il quartiere dell'Arenella.

La prima mappa prodotta è stata quella della densità del costruito (Tav.16), in cui gli ambiti urbani del quartiere sono stati classificati in aree ad alta densità (per valori maggiori a 2,4 mc/mq) ed aree a bassa densità (per valori minori al massimo uguali a 2,4 mc/mq). Il suolo costruito dell'Arenella rientra in gran parte nella classe di alta densità del costruito. La seconda mappa prodotta è stata quella dei servizi (Tav.17) in cui il suolo costruito è stato classificato in aree con presenza "sufficiente" dei servizi (per valori maggiori al massimo uguali a 4) e in aree con presenza "insufficiente" dei servizi e in cui emerge che gran parte del quartiere presenta una "carezza" dei servizi alla residenza. Per considerare le aree effettivamente servite da una determinata attività sono stati considerati i bacini di utenza ($r=500$ m) per ogni servizio (De Falco, 1977). Nella Tav. 17 sono indicati anche la rete primaria, le fermate degli autobus e le stazioni della metropolitana, in modo da associare il ventaglio d'uso compatibile che tenesse conto anche dell'accessibilità dell'area per il trasporto pubblico e privato. La rete primaria (classificazione CNR) nell'area in esame segue tre assi principali e paralleli tra loro che collegano il Vomero (confinante a sud con l'Arenella) con Chiaiano e Colli Aminei (confinanti a nord est con l'Arenella) attraversando la parte dell'Arenella già densamente costruita (Tav.17). Lungo questa rete inoltre sono presenti gran parte delle fermate degli autobus. Le stazioni della rete su ferro sono invece principalmente tre: Salvator Rosa, Medaglie d'Oro e Montedonzelli che appartengono alla linea 1 della metropolitana di Napoli ovvero la linea che collega il capolinea nord di Piscinola/Scampia con la stazione Garibaldi passando per la zona collinare del Vomero e il centro antico della città. Dalla sovrapposizione delle mappe sopra elencate sono state perimetrare le aree, sulla base dei criteri spiegati nella metodologia, le aree del suolo costruito a cui sono stati associati il relativo ventaglio di usi compatibili (Tav. 18). In particolare:

- all'area caratterizzata dalla presenza dall'ospedale Cardarelli è stato associato un ventaglio ristretto al mantenimento della destinazione d'uso;

- per le aree ad est in cui è alta la densità sia del costruito che dei flussi e in cui è alta anche la presenza dei servizi il ventaglio associato è quello fino alla riduzione dell'intensità d'uso;
- per piccole aree in cui la densità risulta essere inferiore al valore soglia e in cui non solo c'è una carenza dei servizi alla residenza e del trasporto pubblico, il ventaglio degli usi compatibili associato è fino al cambio della destinazione d'uso;
- per la restante parte di aree del quartiere Arenella, che rappresentano gran parte del suolo costruito, il ventaglio degli usi compatibili è fino all'adeguamento, in quanto tali aree sono caratterizzate da una buona accessibilità sia con trasporto pubblico che privato, ma si ha una carenza delle residenze e/o dei servizi.

4.4.2.1 Riclassificazione degli usi compatibili del suolo costruito in ragione dell'indice di impermeabilizzazione

Dopo aver classificato i suoli costruiti del quartiere dell'Arenella sulla base dei parametri elencati nel paragrafo precedente, a cui sono stati associati gli usi compatibili, analogamente per quanto fatto per il suolo naturale, anche per il costruito è stata fatta un'ulteriore restrizione del ventaglio degli usi considerando la parte di costruito già presente in ogni classe. A tale scopo è stato calcolato l'indice di impermeabilizzazione (rapporto tra superficie coperta e superficie territoriale) per tutta la parte di suolo costruito che ha permesso di individuare quattro soglie di riferimento. In particolare sono state ricavate quattro classi dell'indice (Tav.19):

- molto basso: per valori dell'indice di impermeabilizzazione minore al massimo uguale al 12%;
- basso: per valori dell'indice di impermeabilizzazione compresi tra il 12% e 30%;
- medio: per valori dell'indice di impermeabilizzazione compresi tra il 30% e 45%;
- alto: per valori dell'indice di impermeabilizzazione maggiori del 45%.

Nel caso dei suoli costruiti, a differenza di quelli naturali, il ventaglio di usi compatibili associati ad ogni area non varia considerando l'indice di impermeabilizzazione in quanto il parametro densità del costruito già tiene conto, in parte, dell'impermeabilizzazione del suolo, a patto solo di piccolissime aree in cui è stato ristretto il set di usi compatibili (tav.20). Sovrapponendo la mappa della trasformabilità fisica (Tav. 5a) e quella della compatibilità funzionale si ottiene la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo costruito (Tav. 20).

Area Bb	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio storico artistico ed architettonico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	a. Mantenimento della destinazione d'uso					
	b. Adeguamento					
	c. Riduzione dell'intensità d'uso					
	d. Incremento dell'intensità d'uso					
	e. Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Recupero e risanamento conservativo	Restauro	Ristrutturazione	Ricostruzione e sostituzione

Area Cb	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio storico artistico ed architettonico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	a. Mantenimento della destinazione d'uso					
	b. Adeguamento					
	c. Riduzione dell'intensità d'uso					
	d. Incremento dell'intensità d'uso					
	e. Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Recupero e risanamento conservativo	Restauro	Ristrutturazione	Ricostruzione e sostituzione

Area Da	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio storico artistico ed architettonico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	a. Mantenimento della destinazione d'uso					
	b. Adeguamento					
	c. Riduzione dell'intensità d'uso					
	d. Incremento dell'intensità d'uso					
	e. Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Recupero e risanamento conservativo	Restauro	Ristrutturazione	Ricostruzione e sostituzione

Area Db	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio storico artistico ed architettonico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	a. Mantenimento della destinazione d'uso					
	b. Adeguamento					
	c. Riduzione dell'intensità d'uso					
	d. Incremento dell'intensità d'uso					
	e. Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Recupero e risanamento conservativo	Restauro	Ristrutturazione	Ricostruzione e sostituzione

Area Dc	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio storico artistico ed architettonico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	a. Mantenimento della destinazione d'uso					
	b. Adeguamento					
	c. Riduzione dell'intensità d'uso					
	d. Incremento dell'intensità d'uso					
	e. Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Recupero e risanamento conservativo	Restauro	Ristrutturazione	Ricostruzione e sostituzione

Area Dd	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio storico artistico ed architettonico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
	a. Mantenimento della destinazione d'uso					
	b. Adeguamento					
	c. Riduzione dell'intensità d'uso					
	d. Incremento dell'intensità d'uso					
	e. Cambio della destinazione d'uso					
	Ventaglio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Recupero e risanamento conservativo	Restauro	Ristrutturazione	Ricostruzione e sostituzione

	Usi compatibili	Classe A (aree soggette a rischio naturale)	Classe B (aree di elevato pregio storico artistico ed architettonico)	Classe C (aree di pregio ambientale)	Classe D (aree di scarso pregio)	Classe E (aree di nessun pregio)
Area De	a. Mantenimento della destinazione d'uso					
	b. Adeguamento					
	c. Riduzione dell'intensità d'uso					
	d. Incremento dell'intensità d'uso					
	e. Cambio della destinazione d'uso					
	Vantaggio interventi	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Recupero e risanamento conservativo	Restauro	Ristrutturazione	Ricostruzione e sostituzione

4.5 Modellazione tridimensionale del quartiere Arenella⁴

Contemporaneamente alla costruzione della mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo, si è proceduto con l'elaborazione del modello 3D dell'intero quartiere dell'Arenella, in quanto questo tipo di modellizzazione può rappresentare un valido supporto nelle scelte di trasformazione del territorio. Essendo la città un sistema dinamicamente complesso (Gargiulo, 1995), attraverso la modellazione è, infatti, possibile visualizzare diversi assetti futuri ed eseguire analisi spaziali in modo da valutare gli impatti che le possibili trasformazioni avranno sulle risorse naturali ed antropiche.

Per costruire il modello 3D sono stati elaborati in formato LasDataset i dati lidar di tutti gli elementi fisici dell'Arenella (prodotti dal Ministero dell'Ambiente) attraverso il software ArcgisPro. Il vantaggio di utilizzare questa tipologia di dati è legato alla loro accuratezza geometrica che consente di ottenere un modello realistico di un territorio, in quanto i dati lidar sono il prodotto di una tecnica di telerilevamento ottico che utilizza la luce laser per campionare densamente la superficie della Terra,

⁴ Il contenuto di questo paragrafo è stato oggetto, in parte, della seguente pubblicazione: Morosini, R., Zucaro, F. Land use and urban sustainability assessment: a 3D-GIS application to a case study in Gozo. *City Territ Archit* 6, 7 (2019) doi:10.1186/s40410-019-0106-z

restituendo misure x, y e z estremamente accurate. In tale ottica, è stato messo a punto in ambiente GIS un ModelBuilder, ovvero una sequenza di operazioni che standardizza e parametrizza un processo di lavoro, il cui risultato finale è una classificazione automatica di tutti gli oggetti che sono stati riflessi dall'impulso laser. Ciò significa che questo modello può essere utilizzato in qualsiasi altro contesto: cambiando i dati di input, attraverso l'utilizzo del modello, si ottiene, infatti, in tempi rapidi la relativa classificazione. E' opportuno precisare che per riuscire a sviluppare il modello finale degli elementi naturali e antropici presenti nell'area di studio, sono state eseguite diversi test preliminari (durante il periodo di permanenza all'estero), prendendo come area di riferimento un piccolo lotto di Zebbug (Gozo) in moda da calibrare i parametri di volta in volta, fino alla definizione del modello usato per categorizzare il LasDataset totale (Fig. 4), ottenendo 19 classi di dati (Fig. 5).

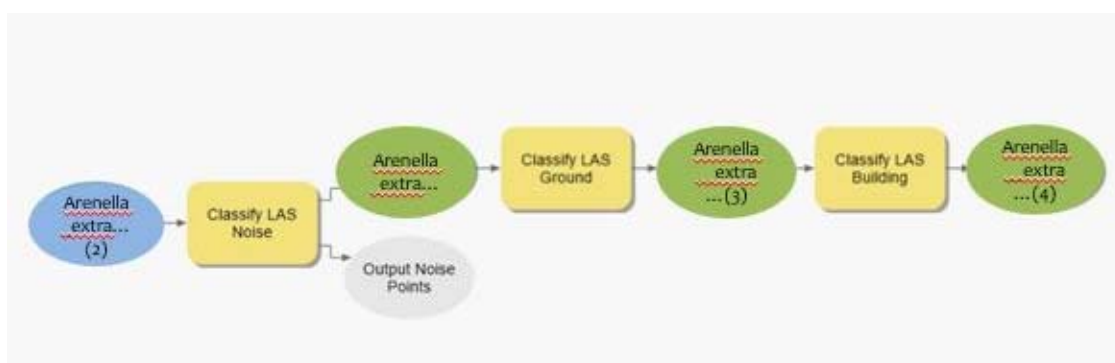


Fig. 4 ModelBuilder per la categorizzazione dei dati del LasDataset

Symbol	Value	Label
Classification		
•	0	0 Never Classified
•	1	1 Unassigned
•	2	2 Ground
•	3	3 Low Vegetation
•	4	4 Medium Vegetation
•	5	5 High Vegetation
•	6	6 Building
•	7	7 Noise
•	8	8 Model Key / Reserved
•	9	9 Water
•	10	10 Rail
•	11	11 Road Surface

Symbol	Value	Label
•	6	6 Building
•	7	7 Noise
•	8	8 Model Key / Reserved
•	9	9 Water
•	10	10 Rail
•	11	11 Road Surface
•	12	12 Overlap / Reserved
•	13	13 Wire - Guard
•	14	14 Wire - Conductor
•	15	15 Transmission Tower
•	16	16 Wire - Connector
•	17	17 Bridge Deck
•	18	18 High Noise
•	19 20 21 22 ...	Reserved

Fig. 5 Classi di distribuzione dei dati del LasDataset

In particolare, nella classe 19 rientrano tutti quei punti che non possono essere categorizzati (ad esempio gli uccelli). Dopo la classificazione, il LasDaset è stato ulteriormente “pulito” e modificato in modo da ricontrollare la classificazione automatica eseguita. Tale processo è indispensabile in quanto potrebbero esserci dei punti, per esempio quelli che delincono il profilo di una gru, che vengono riconosciuti in una classe sbagliata, per esempio la 6 (building). Quest'operazione di sistematizzazione del LasDataset permette di riclassificare in modo manuale determinati oggetti, soprattutto quelli che rientrano nella classe 19 (non definita univocamente).

Classificati tutti gli elementi del LasDataset, sono state estratte le altezze e le forme degli elementi presenti nella “nube” dei dati lidar eseguendo manualmente un accurato processo di editing e considerando le forme del tetto degli edifici ad un livello di definizione “medio”, ovvero, considerando tutti tetti piani. I dati utilizzati per il confronto con i dati lidar (quindi per valutarne l'accuratezza) sono quelli forniti dal Geoportale della Regione Campania. Il risultato di questa onerosa procedura GIS è stato un modello del costruito del quartiere dell'Arenella, ottenuto utilizzando i tre livelli di elevazione (raster), precedentemente calcolati:

- Digital Terrain Model (DTM);
- Digital Surface Model (DSM);
- Normalized Digital Surface Model (nDSM).

Ottenuto il modello 3d, le analisi che si possono condurre sono innumerevoli, in tal modo infatti è possibile valutare (visivamente i risultati sono sicuramente più immediati rispetto ad una rappresentazione 2D) gli impatti, per esempio, che avranno le nuove costruzioni sul patrimonio paesaggistico, storico e architettonico di una determinata area urbana.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Capitolo 4

Bagstad, K. J., Semmens, D. J., Waage, S., Winthrop, R. (2013). A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosystem Services*, Vol.5, (pp.27 – 39).

CE, (2010). Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale. Esempi di progetto. Disponibile all'indirizzo: <http://enrd.ec.europa.eu>.

CE, (2013). Le politiche dell'Unione europea: Agricoltura. Disponibile all'indirizzo: <https://europa.eu/european-union/topics/agriculture>.

Coppola, A. (2012). *Apocalypse town. Cronache dalla fine della civiltà urbana*. Laterza, Roma.

Corona, P. (2010). Integration of forest inventory and mapping to support forest management. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, Vol.3, (pp.59-64).

De Falco, L. (1977). *Manual of the architect*. II edition

Eisinger, P. (2015). Detroit Futures: can the city be reimagined? *City & Community*, Vol. 14(2), (pp. 106-117).

Haase, D., Haas, A., Rink, D. (2014). Conceptualizing the nexus between urban shrinkage and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 132 (pp.159-169).

Ispra (2003). *Carta della Natura*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/it/servizi-per-lambiente/sistema-carta-della-natura/carta-della-natura-alla-scala-1-250.000>

Land Copernicus (2012). *Urban Atlas*. Disponibile all'indirizzo: <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>

Land Copernicus (2018). *Corine Land Cover*. Disponibile all'indirizzo: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

Maes, J., Egoh, N., Willemen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Schägner, J.P., Grizzetti, B., Drakou, E.G., La Notte, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M.L., Braat, L., Bidoglio, G. (2012), Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services*, Vol.1(1), (pp.31-39).

Marchetti M., Bertani R., Corona P., Valentini, R. (2012). Cambiamenti di copertura forestale e dell'uso del suolo nell'inventario dell'uso delle terre in Italia. *Forest@*, Vol.9, (pp.170-184).

Rete Natura 2000 (2017). Cartografie SIC e ZPS. Disponibile all'indirizzo: ftp://ftp.minambiente.it/PNM/Natura2000/TrasmissioneCE_dicembre2017/

Romano, B., Zullo, F., Ciabo S., Fiorini, L., Marucci A. (2015). Geografie e modelli di 50 anni di consumo di suolo in Italia. *Scienze e ricerche*, Vol.6, (pp.17-28).

Siedentop, S. e Fina, S. (2012). Who sprawls most? Exploring the patterns of urban growth across 26 European countries. *Environment and Planning A*, Vol.44(11), (pp.765-784).

Sharma, L.K., Pandey, P.C., Nathawat, M.S. (2012). Assessment of land consumption rate with urban dynamic changes using Geospatial approach. *J. Land Use Sci.*, Vol.7 (2), (pp. 131-148).

Wilson, B. e Chakraborty, A. (2013). The environmental impacts of sprawl: Emergent themes from the past decade of planning research. *Sustainability*, Vol.5(8), (pp.3302-3327).

CAPITOLO 5. CONCLUSIONI

Il lavoro di ricerca ha preso spunto dal crescente interesse che la comunità scientifica e le istituzioni internazionali, nazionali e locali stanno mostrando verso la tematica del consumo di suolo. Nelle attuali sfide di sostenibilità che le città sono chiamate ad affrontare, la disciplina urbanistica riveste un ruolo fondamentale, in quanto consente di definire approcci e di mettere a punto metodi e tecniche in grado di ottimizzare l'uso della risorsa suolo garantendo la sostenibilità delle azioni di trasformazione. Al fine, quindi, di collocare questa ricerca all'interno dell'attuale dibattito scientifico e di farne emergere il contributo apportato, è stato definito lo stato dell'arte della ricerca scientifica sul tema del consumo di suolo.

Nella prima fase conoscitiva è emerso che, in generale, l'espressione consumo di suolo fa riferimento al processo di trasformazione di superfici naturali e agricole in superfici artificiali, mediante la realizzazione di edifici, infrastrutture e altre opere necessarie a soddisfare i bisogni primari dell'uomo. Si tratta, quindi, di un cambio di destinazione d'uso che comporta la perdita irreversibile, alla scala temporale umana, dello strato superiore della crosta terrestre, che, in condizioni naturali svolge funzioni fondamentali, come ad esempio quelle produttive (di alimenti, foraggio e biomassa), di regolazione (del clima, del ciclo delle acque e di quelli dell'azoto e del carbonio), di pubblica utilità (correlati ai servizi ecologici offerti alle città attraverso il riciclo dei rifiuti e dei prodotti), ed estetico-paesaggistiche (CE, 2012). La perdita di questi servizi eco-sistemici è, in linea teorica, "controbilanciata" dall'introduzione di funzioni di tipo economico, sociale e culturale che ottemperano alle esigenze organizzative della società. Tuttavia, nei Paesi industrializzati le dinamiche di uso del suolo degli ultimi decenni hanno portato ad un ripensamento di quest'ultima considerazione ed in particolare hanno fatto emergere dubbi sul rapporto esistente tra superfici occupate (a fini abitativi, produttivi o infrastrutturali) e benessere della popolazione (EEA, 2006).

Se in passato vi era, infatti, una chiara correlazione tra dinamiche demografiche, livelli di reddito e artificializzazione del suolo, per cui le tre dimensioni - popolazione, PIL e superfici urbanizzate - tendevano a crescere in modo lineare, più recentemente si è assistito ad un aumento delle superfici artificiali pur in presenza di stagnazione demografica ed economica (Marshall, 2007). Tale disallineamento o "disaccoppiamento" (*decoupling*), secondo l'espressione utilizzata nei documenti europei, è il riflesso dell'evoluzione in senso consumistico del rapporto tra uomo e ambiente, per cui la domanda di suolo più che rispondere ai fabbisogni dell'uomo appare oggi come il risultato di scelte politiche che hanno anteposto le ragioni del mercato a quelle ambientali, i ritorni economici a visioni strategiche ambientali di

lungo periodo. Queste considerazioni possono spiegare la valenza negativa di cui si è caricato il termine consumo di suolo, valenza che denota l'emergere di una consapevolezza critica verso un modello di sviluppo che utilizza in modo incontrollato e indiscriminato una preziosa risorsa naturale non rinnovabile come il suolo, «per generare città slabbrate dallo sprawl, paesaggi urbani disordinati, privi di identità e di luoghi di socializzazione, ma pieni di edifici abbandonati o sottoutilizzati» (Settis, 2010; Iovino e Bencardino, 2014). Per arrestare questo apparente inesorabile depauperamento del suolo l'approccio più utilizzato, sia a livello europeo che nazionale, è relativo all'individuazione di rigidi vincoli a medio-lungo termine, come ad esempio l'obiettivo di raggiungere un consumo di suolo zero entro il 2050, individuato dalla Commissione Europea (2011). In realtà, i dati di monitoraggio del fenomeno mostrano una tendenza al sostanziale fallimento nel raggiungimento di questo a dir poco ambizioso obiettivo, con scostamenti progressivi che ne determinano in alcuni casi la riformulazione, in altri la sistematica individuazione «di circostanze straordinarie che giustifichino il reiterarsi di deroghe» (Lucchese et al., 2014). Lo studio delle principali strategie definite dall'UE e di alcune buone pratiche degli interventi più diffusi in Europa per contrastare il consumo di suolo ed i suoi effetti negativi, ha permesso di raggiungere un duplice obiettivo. Da un punto di vista teorico, sono state individuate alcune criticità e incertezze legate al modo con cui affrontare questa tematica. Ad esempio, spesso l'individuazione di obiettivi quantitativi di annullamento del consumo di suolo spinge a sottovalutare le dinamiche profonde dei processi di urbanizzazione da cui dipende il fenomeno, vanificando gli sforzi messi in campo per ridurlo. Da un punto di vista applicativo, questa fase conoscitiva è stata propedeutica alla definizione del set di interventi di trasformazione che è possibile effettuare, nel rispetto del principio di salvaguardare il suolo. Il lavoro di ricerca, oltre a offrire un contributo di riflessione su come si stia agendo per bilanciare le esigenze di crescita urbana con la necessità di salvaguardare la risorsa suolo (attraverso lo studio degli indirizzi europei, leggi nazionali ed europee e i piani di scala comunale europei), propone uno strumento per il governo delle trasformazioni urbane, denominato mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo, per individuare il ventaglio di trasformazioni possibili e di usi compatibili della risorsa suolo.

La finalità principale di questo strumento è garantire che le scelte di trasformazione operate dal decisore pubblico siano ammissibili con il pregio del suolo naturale e costruito (definito attraverso le caratteristiche fisiche del suolo naturale e del

costruito) e compatibili con gli usi del suolo (definiti attraverso le caratteristiche intrinseche del suolo, la tipologia e quantità di attività).

Il lavoro di ricerca si basa su quattro presupposti teorici che fanno riferimento a concetti propri della disciplina urbanistica e al fenomeno del consumo di suolo:

- l'intrinseca dinamicità dei sistemi urbani, così come le loro inevitabili esigenze di trasformazione richiedono che dallo stato desiderato di azzeramento del consumo di suolo (obiettivo alquanto utopico) si passi allo stato compatibile in cui "ottimizzare" l'uso del suolo, in modo da garantire la sostenibilità degli interventi di trasformazione;
- Il governo delle trasformazioni urbane richiede la definizione di strumenti che siano in grado di adattarsi a fenomeni non attesi che possono verificarsi nel sistema urbano modificandone l'evoluzione in maniera imprevedibile, superando la statica e rigida visione degli usi prefissati del territorio;
- gli interventi di trasformazione sul sistema urbano richiedono di preverificarne la trasformabilità, ovvero la possibilità di un elemento del sistema urbano di assumere stati diversi da quello attuale, totalmente o parzialmente differenti dallo stato precedente, racchiudendo in sé l'idea del cambiamento e del mutamento (Papa e Fistola, 1996), al fine di evitare la compromissione del patrimonio di risorse naturali e antropiche disponibili.
- la possibilità di trasformazione dipende dalle caratteristiche intrinseche di un elemento e quindi, dalle qualità eco-sistemiche del suolo (naturale e costruito) e dall'insieme di volumi e spazi adattati che vi insistono.

In definitiva, la mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo è stata messa a punto attraverso una procedura che consente di individuare, tra il ventaglio di trasformazioni possibili, i set di alternative praticabili nel rispetto della compatibilità degli usi del suolo, sulla base del pregio del suolo naturale e di quello costruito. Quanto più è elevato il pregio delle caratteristiche fisiche diffuse all'interno di un'area, tanto più è ridotto il set di interventi di trasformazione che è possibile operare; viceversa, quanto più è basso il pregio di un'area, tanto più è ampio il ventaglio delle trasformazioni possibili.

Tra pregio e trasformabilità esiste, quindi, una relazione di tipo inverso che evidenzia la sostenibilità sia delle azioni ad elevato grado di trasformazione su ambiti di pregio ridotto, che di quelle orientate alla conservazione ed alla riqualificazione e quindi al trasferimento alle generazioni future della risorsa suolo negli ambiti di pregio elevato, e quindi meno trasformabili.

Lo strumento per il governo delle trasformazioni urbane proposto è stato applicato al quartiere dell'Arenella, un territorio che se da un lato presenta caratteristiche agricole – paesaggistiche di pregio, dall'altro è caratterizzato da un'elevatissima diffusione di edificato nonché la presenza di rischi naturali come quello idrogeologico.

La mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo consente di riequilibrare ed ottimizzare l'uso del suolo “decomprimendo” quegli ambiti urbani che hanno eccessivamente depauperato il suolo e trasformando quelle porzioni di territorio caratterizzate dall'assenza di pregio del suolo naturale e di quello costruito.

La mappa oltretutto essendo stata sviluppata in ambito GIS attraverso la definizione di specifici parametri per il suolo naturale e quello costruito fornisce numerosi ed interessanti spunti per gli sviluppi futuri del lavoro di ricerca. In primo luogo uno dei possibili temi di approfondimento è la definizione di un ulteriore parametro, sia per il suolo naturale che del costruito, che tenga conto della presenza dei contaminanti in ciascuna area, in quanto hanno un impatto estremamente negativo sul suolo, impedendo a tale sistema di svolgere funzioni e servizi per l'uomo e l'ecosistema.

Inoltre è da considerare che non è semplice mettere in relazione lo stato di salute della popolazione umana con le condizioni dell'ambiente, e del suolo in particolare, soprattutto se si considerano gli effetti a lungo termine e le molteplici fonti di esposizione ai contaminanti. Una soluzione al problema può essere quella di monitorare gli inquinanti per i quali la letteratura scientifica riporta numerose evidenze di effetti nocivi sulla salute dell'uomo. In tale prospettiva risulterebbe opportuno che, nella fase decisionale del governo di trasformazione del territorio, tecnici e amministratori tengano conto per ogni suolo anche degli episodi pregressi, attuali e a divenire di contaminazione di qualunque genere e natura, in quanto avrà una limitata destinazione d'uso e intensità d'uso proprio perché a fronte dell'esperienza che ha dovuto subire in quanto contaminato, ha visto le sue caratteristiche e quindi la sua resilienza venir meno non solo in termini meccanici ma anche funzionali.

In tale ottica, quindi è possibile affermare che i contaminanti hanno un impatto estremamente negativo sul suolo, impedendo a tale sistema di svolgere funzioni e servizi per l'uomo e l'ecosistema. Inoltre i contaminanti che arrivano al suolo tendono ad accumularsi e a permanere per lunghi periodi di tempo; ciò fa sì che spesso i danni vengano evidenziati solo in uno stato molto avanzato, talvolta quando si è vicini alla fase di non reversibilità. Di conseguenza quella che può essere la percezione di un

“buon suolo” è diversa a seconda delle priorità che si hanno rispetto alle funzioni e all'uso dello stesso.

Inoltre è da considerare che non è semplice mettere in relazione lo stato di salute della popolazione umana con le condizioni dell'ambiente, e del suolo in particolare, soprattutto se si considerano gli effetti a lungo termine e le molteplici fonti di esposizione ai contaminanti. Una soluzione al problema può essere quella di monitorare gli inquinanti per i quali la letteratura scientifica riporta numerose evidenze di effetti nocivi sulla salute dell'uomo. In tale prospettiva risulterebbe opportuno che, nella fase decisionale del governo di trasformazione del territorio, tecnici e amministratori tengano conto per ogni suolo anche degli episodi pregressi, attuali e a divenire di contaminazione di qualunque genere e natura, in quanto avrà una limitata destinazione d'uso e intensità d'uso proprio perché a fronte dell'esperienza che ha dovuto subire in quanto contaminato, ha visto le sue caratteristiche e quindi la sua resilienza venir meno non solo in termini meccanici ma anche funzionali.

Un altro punto di interesse potrebbe essere l'approfondimento della metodologia di ricerca in relazione ai rischi, naturali e legati al cambiamento climatico, in quanto questi sono un elemento da cui non può prescindere la possibilità di trasformazione di un'area urbana.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Capitolo 5

CE, (2012). Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.

EEA, (2006). Urban Sprawl in Europe – The Ignored Challenge. *EEA Report*, n°10. Disponibile all'indirizzo: www.eea.europa.eu/

Iovino, G. e Bencardino, M. (2014). Analyzing and managing urban sprawl and land take. *Discussion Papers n. 131*, CELPE RePEc, (pp. 1-53).

Lucchese, F., Ghirardo, E., FestaM. (2014). Strategie operative e strumenti di monitoraggio per un uso responsabile del suolo. *XXXVII Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, (pp.1-25).

Marshall, J.D. (2007). Urban Land Area and population growth: a new scaling relationship for metropolitan expansion. *Urban Studies*, Vol.44(10), (pp.1889-1904).

Papa, R., e Fistola, R., (1996). *Strumenti di supporto al governo dell'evoluzione della città: la mappa della trasformabilità urbana*, in Bazzigaluppi, G., Bramanti, A., e Ocella, S., *Le trasformazioni urbane e regionali tra locale e globale*, (pp. 246-263). FrancoAngeli, Milano.

Settis, S. (2010). *Paesaggio Costituzione Cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*. Einaudi, Torino.

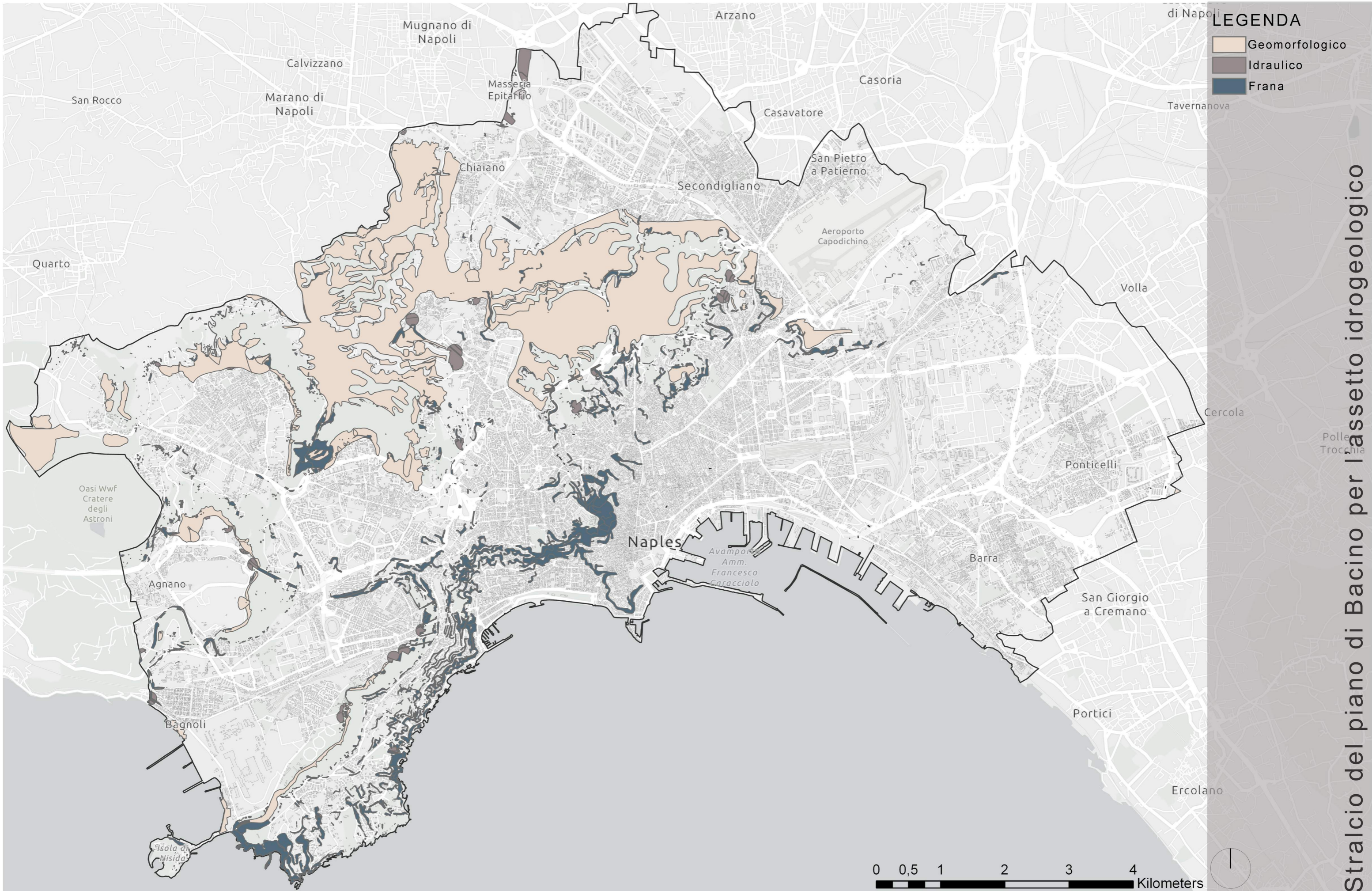
ALLEGATI. ELABORATI GRAFICI

- Tav.1 Stralcio del piano di Bacino per l'assetto idrogeologico
- Tav. 2 Stralcio D.Lgs 42/2004 - Codice dei beni culturali del paesaggio
- Tav.3 Stralcio PTCP Comune di Napoli
- Tav.4 Adaptive Kernel Density Estimation_ Classe di pregio B e C
- Tav.5a Mappa della trasformabilità fisica del suolo naturale e costruito_ Comune di Napoli
- Tav.5b Mappa della trasformabilità fisica del suolo naturale e costruito_ Comune di Napoli
- Tav.6 Classi di permeabilità del suolo naturale_ Quartiere Arenella
- Tav.7 Classi di redditività agricola per il suolo naturale_ Quartiere Arenella
- Tav.8 Classi di intersezione delle caratteristiche intrinseche del suolo naturale -
Ventaglio degli usi compatibili
- Tav.9 Classi dell'indice di impermeabilizzazione per il suolo naturale
- Tav.10 Ventaglio degli usi compatibili per la classe 5 (redditività media e permeabilità moderata)
- Tav.11 Ventaglio degli usi compatibili per la classe 6 (redditività media e permeabilità lenta)
- Tav.12 Ventaglio degli usi compatibili per la classe 8 (redditività bassa e permeabilità moderata)
- Tav.13 Ventaglio degli usi compatibili per la classe 9 (redditività bassa e permeabilità lenta)
- Tav.14 Mappa del ventaglio degli usi compatibili del suolo naturale
- Tav.15 Mappa dell'ottimizzazione del suolo naturale_ Quartiere Arenella
- Tav.16 Classi di densità del suolo costruito_ Quartiere Arenella
- Tav.17 Classi dei servizi alla residenza e servizi di accessibilità
- Tav.18 Ventaglio degli usi compatibili per il suolo costruito_ Quartiere Arenella
- Tav.19 Classi dell'indice di impermeabilizzazione del suolo costruito_ Quartiere Arenella
- Tav.20 Mappa finale degli usi compatibili del suolo costruito_ Quartiere Arenella
- Tav.21 Mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo costruito_ Quartiere Arenella

Tav.22 Mappa dell'ottimizzazione del suolo naturale_modello tridimensionale

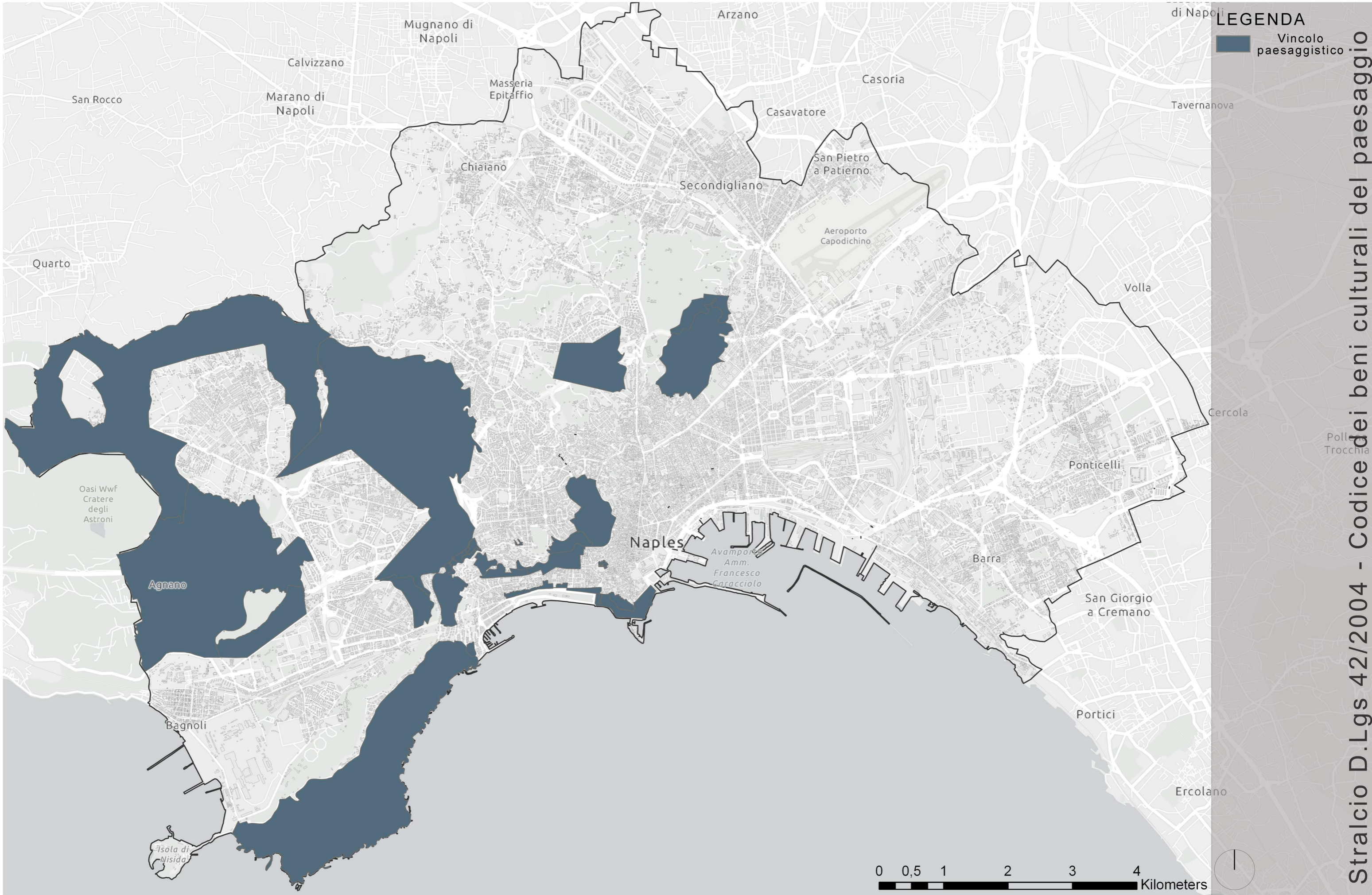
Tav.23 Mappa dell'ottimizzazione del suolo costruito_modello tridimensionale

Tav.24 Mappa dell'ottimizzazione del suolo costruito_modello tridimensionale



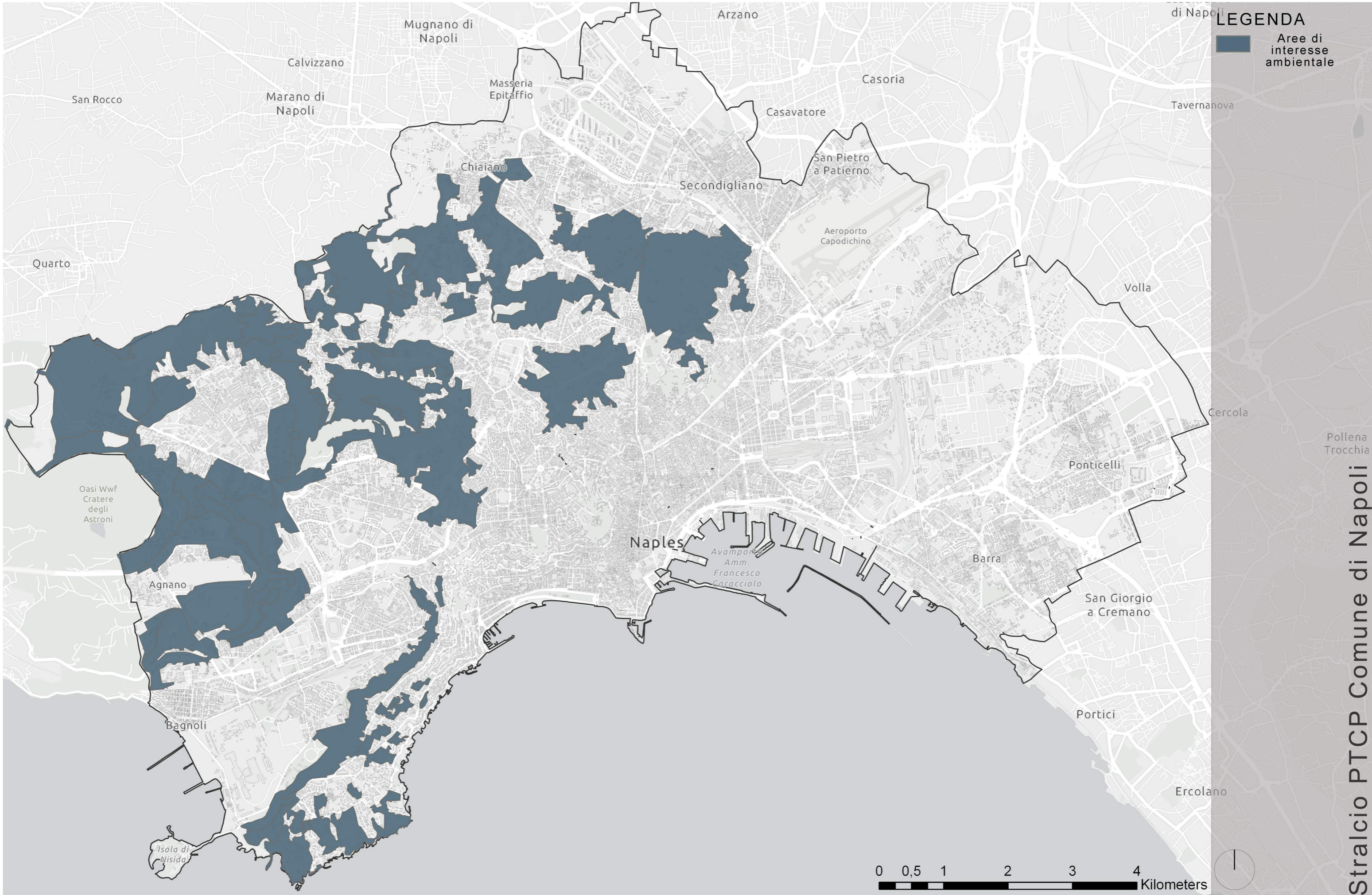
LEGENDA
 Geomorfologico
 Idraulico
 Frana

Stralcio del piano di Bacino per l'assetto idrogeologico



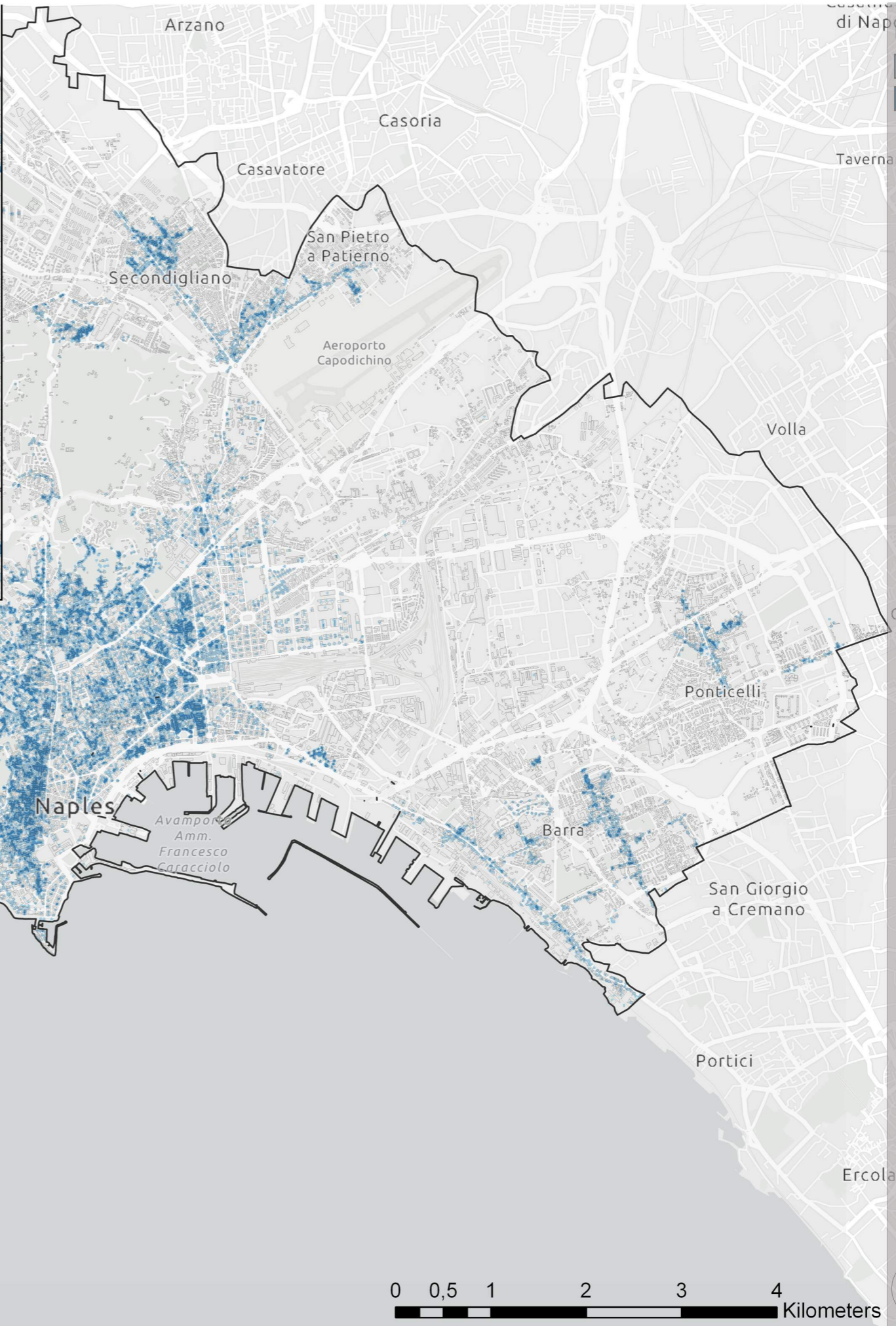
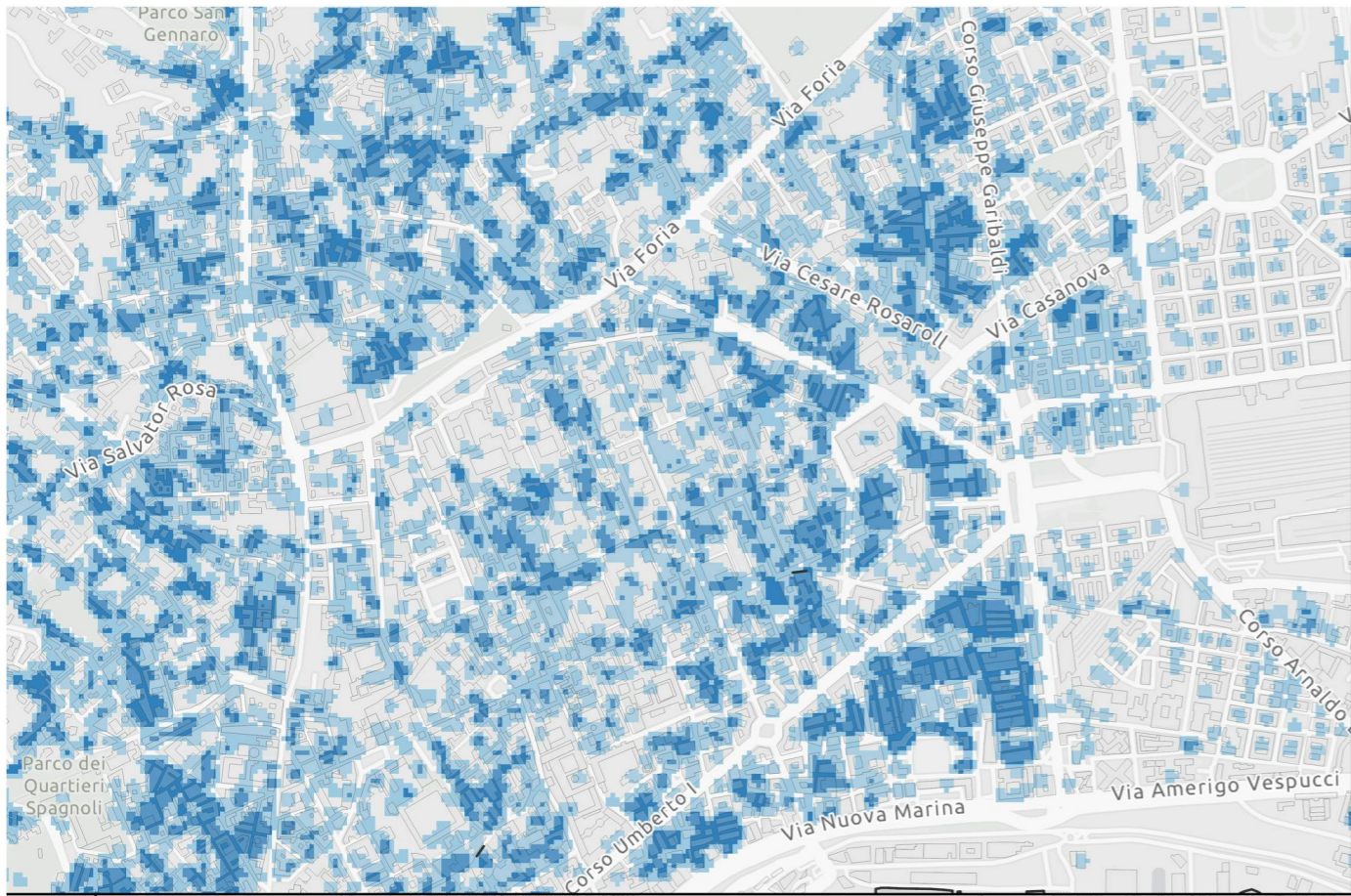
LEGENDA
 Vincolo paesaggistico

Stralcio D.Lgs 42/2004 - Codice dei beni culturali del paesaggio



LEGENDA
 Aree di interesse ambientale

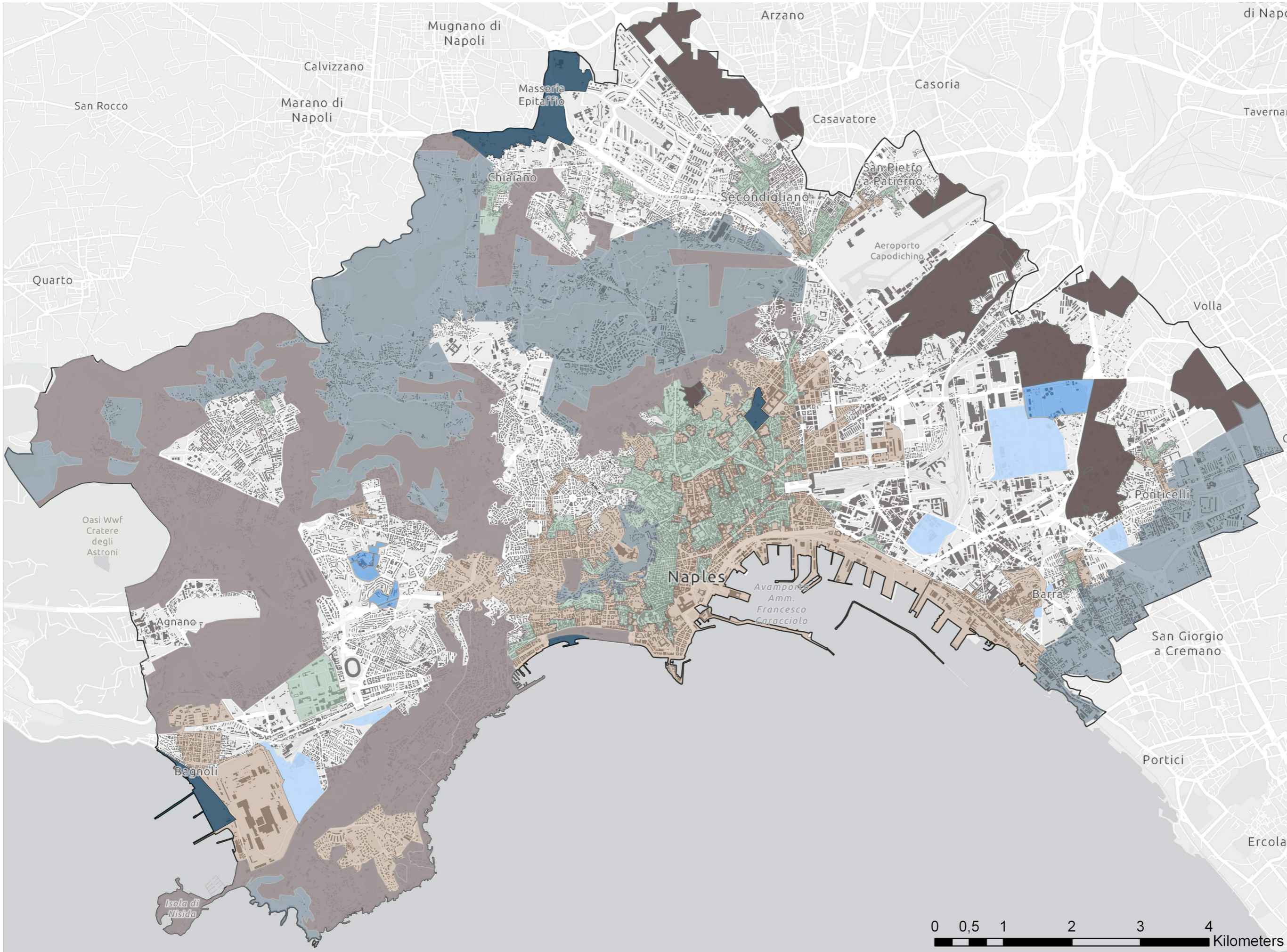
Stralcio PTCP Comune di Napoli



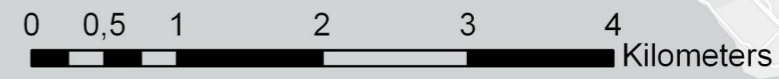
LEGENDA

- Media densità
- Alta densità

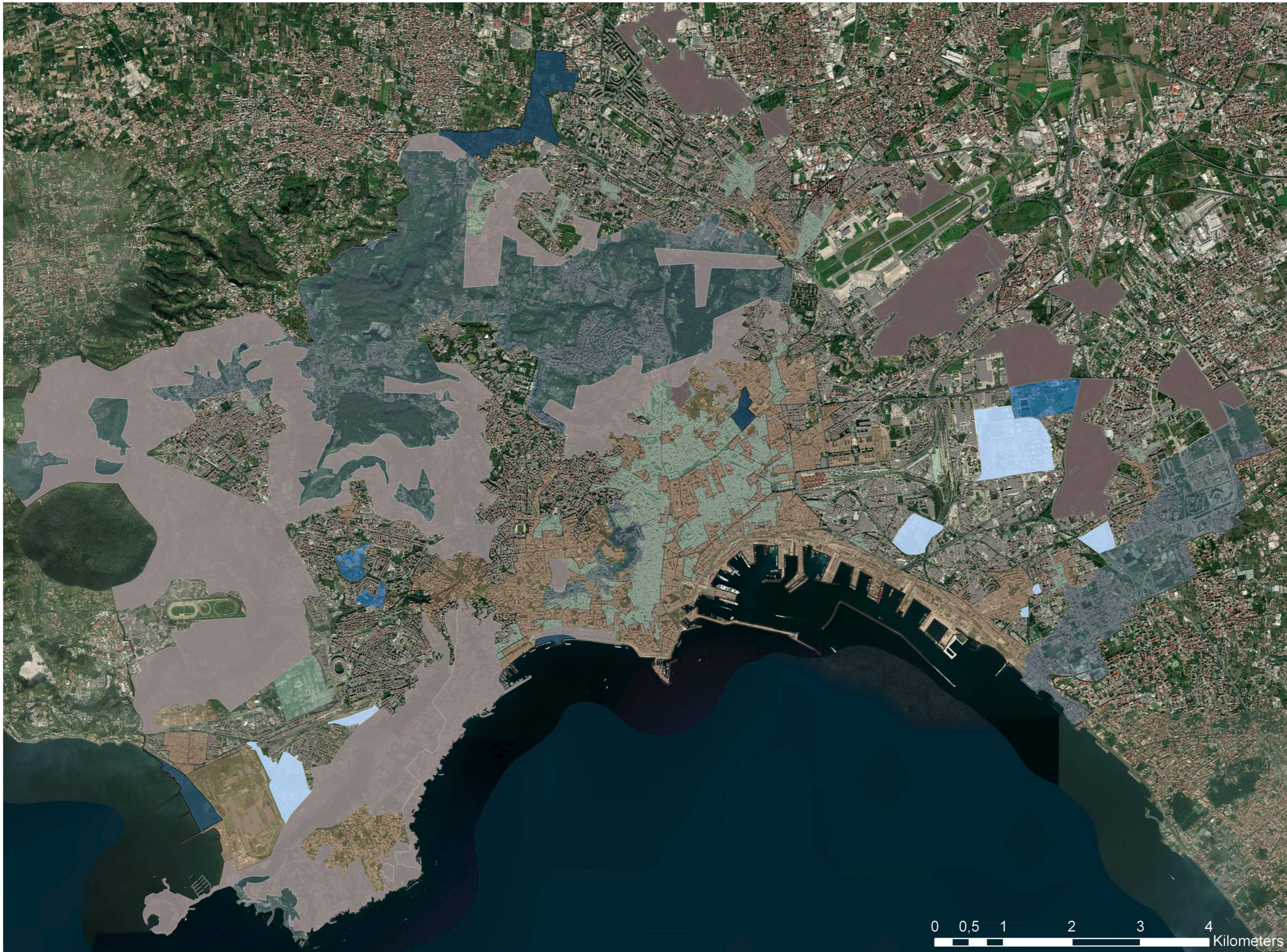
Adaptive Kernel Density Estimation - Classe di pregio B e C



- LEGENDA**
Classi di pregio
- Classe A
 - Classe B Naturale
 - Classe B Costruito
 - Classe C Naturale
 - Classe C Costruito
 - Classe D Naturale
 - Classe D Costruito
 - Classe E Naturale
 - Classe E Costruito



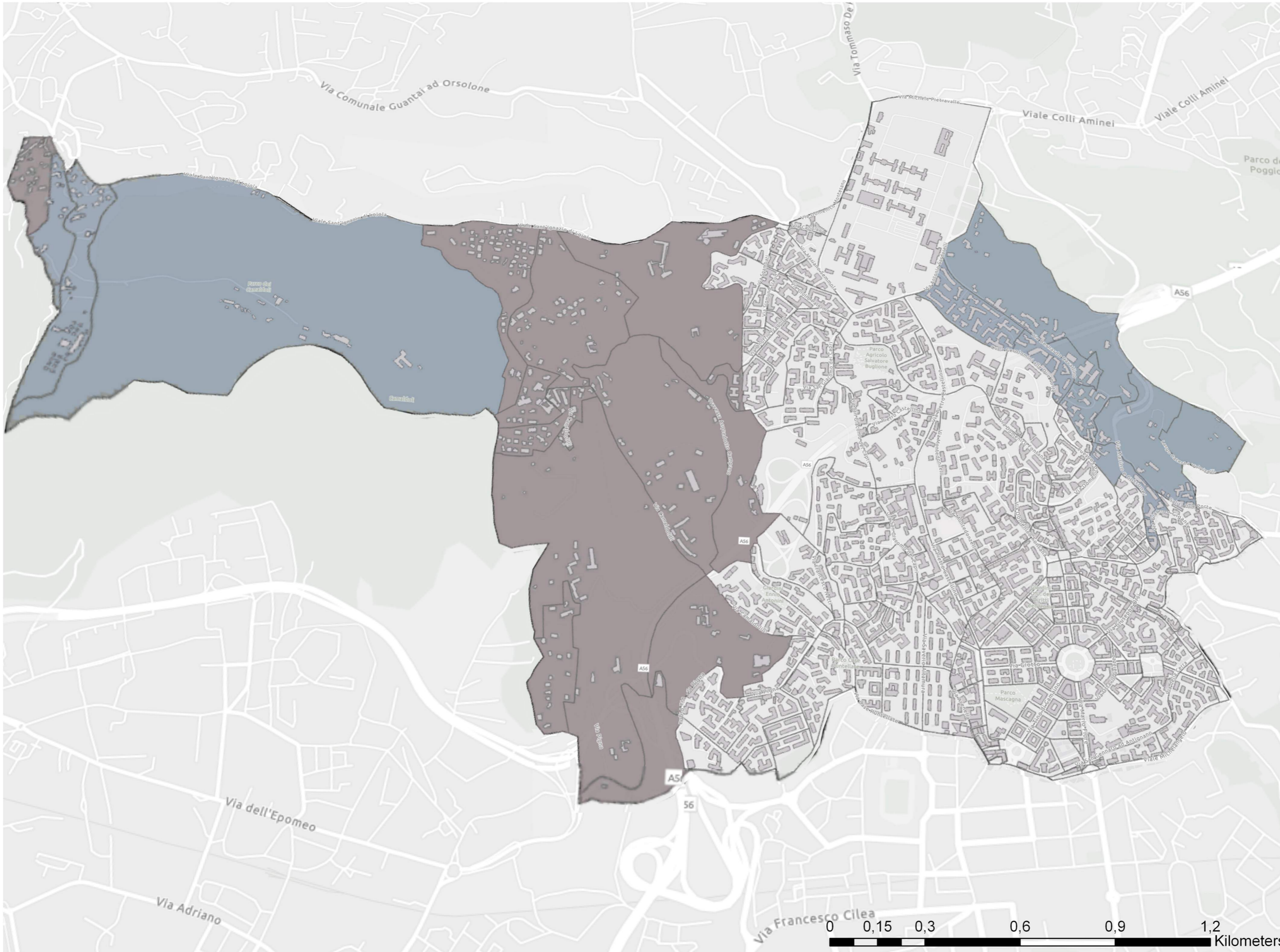
Mappa della trasformabilità fisica del suolo naturale e costruito_Comune di Napoli



- LEGENDA**
Classi di pregio
- Classe A
 - Classe B Naturale
 - Classe B Costruito
 - Classe C Naturale
 - Classe C Costruito
 - Classe D Naturale
 - Classe D Costruito
 - Classe E Naturale
 - Classe E Costruito

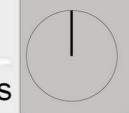
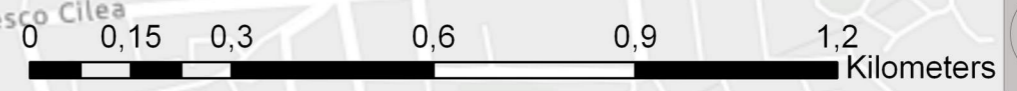


Mappa della trasformabilità fisica del suolo naturale e costruito_Comune di Napoli

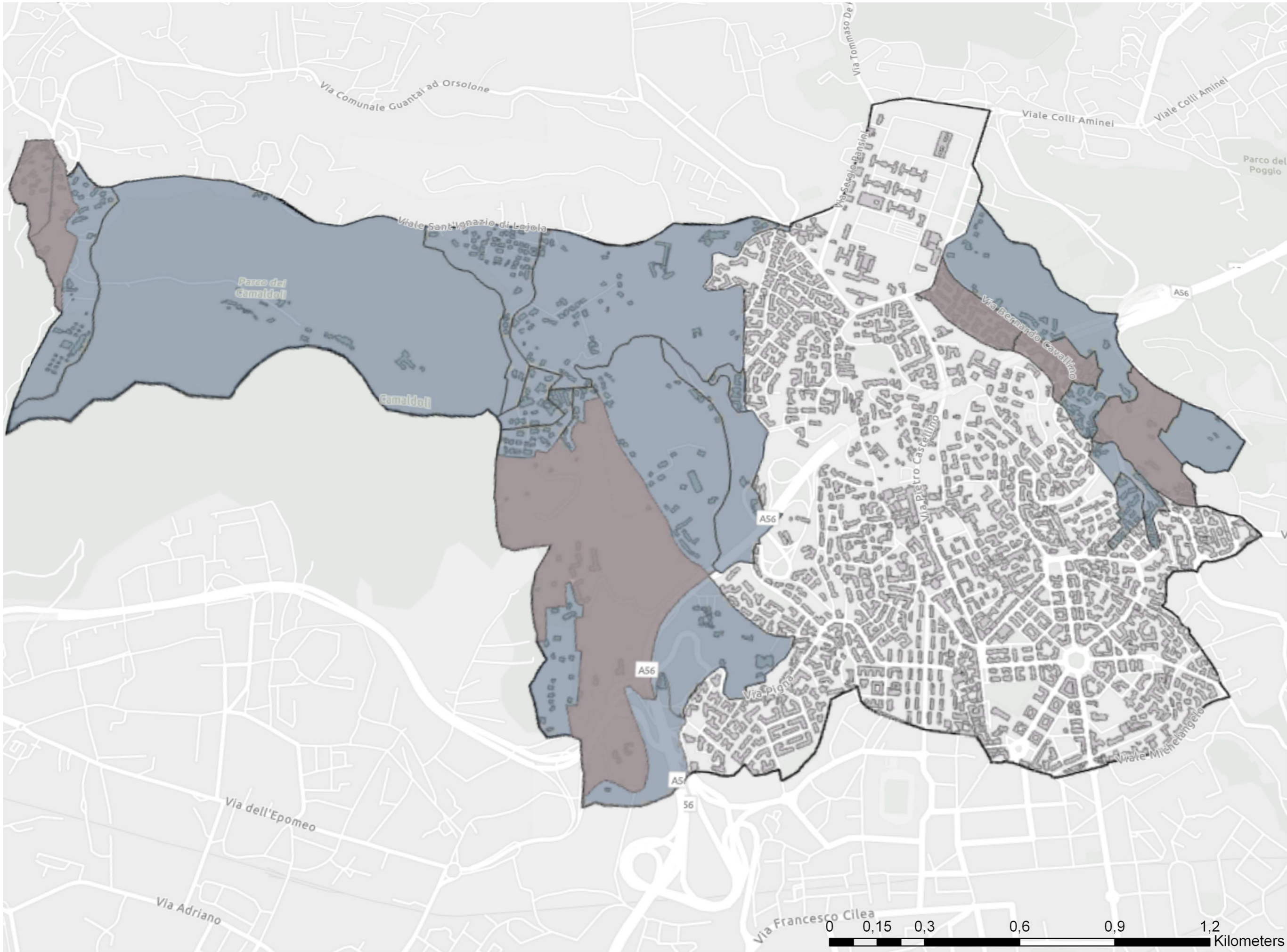


LEGENDA
 Classi di permeabilità

- Lenta
- Moderata



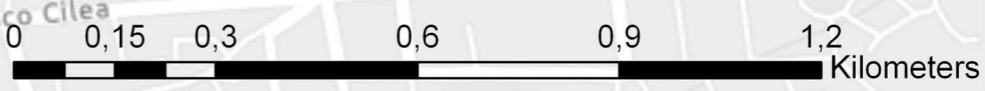
Classi di permeabilità del suolo naturale_Quartiere Arenella

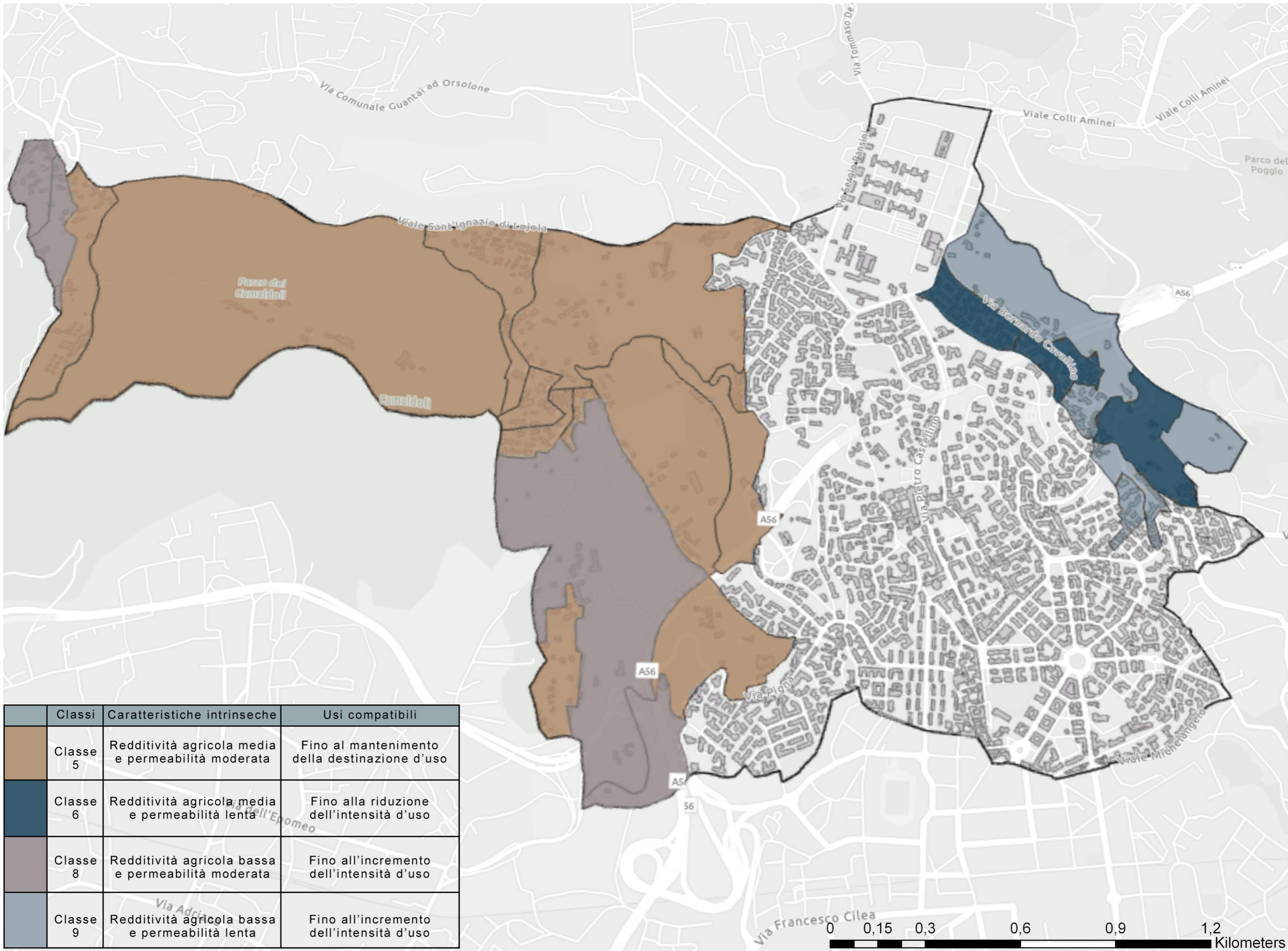


LEGENDA
 Classi di redditività

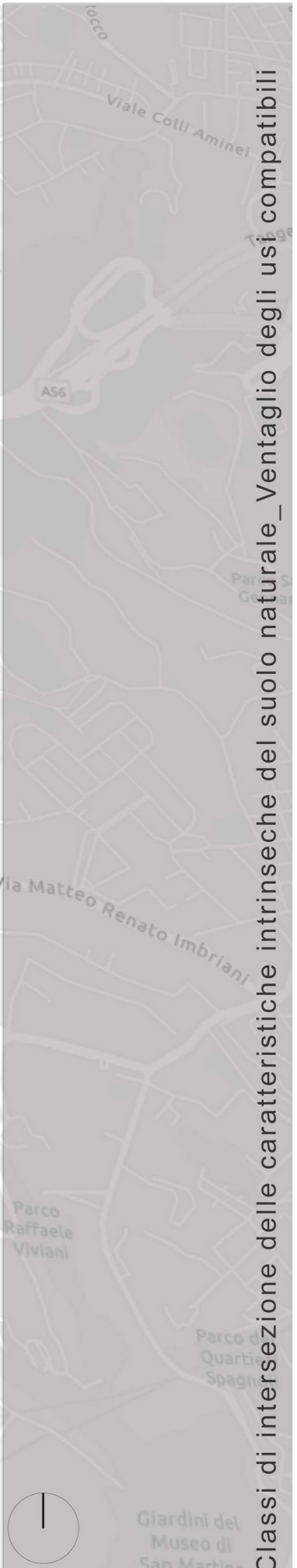
- Bassa
- Media

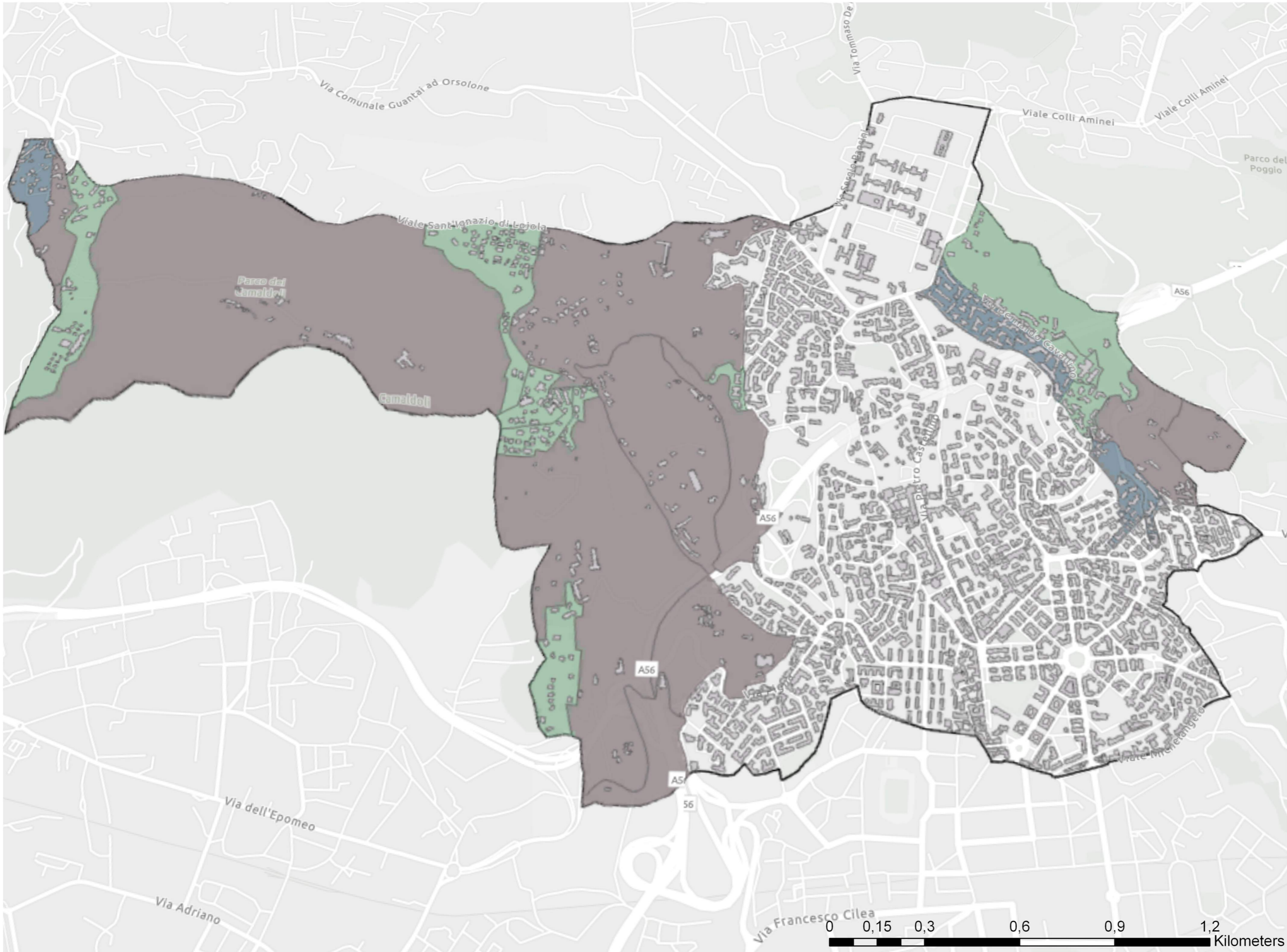
Classi di redditività agricola per il suolo naturale_ Quartiere Arenella





Classi	Caratteristiche intrinseche	Usi compatibili
Classe 5	Redditività agricola media e permeabilità moderata	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
Classe 6	Redditività agricola media e permeabilità lenta	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
Classe 8	Redditività agricola bassa e permeabilità moderata	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
Classe 9	Redditività agricola bassa e permeabilità lenta	Fino all'incremento dell'intensità d'uso

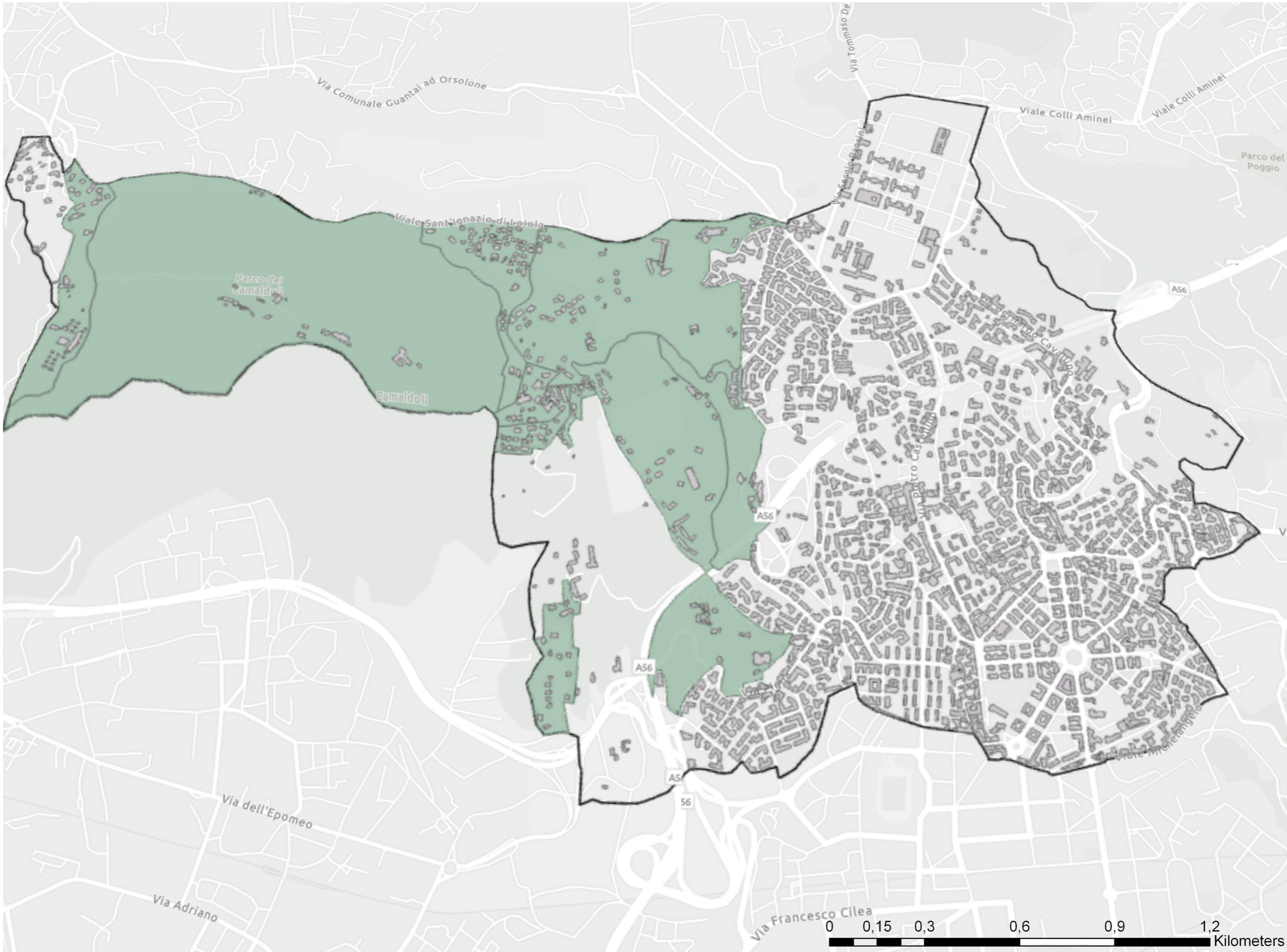




LEGENDA
Indice di impermeabilizzazione

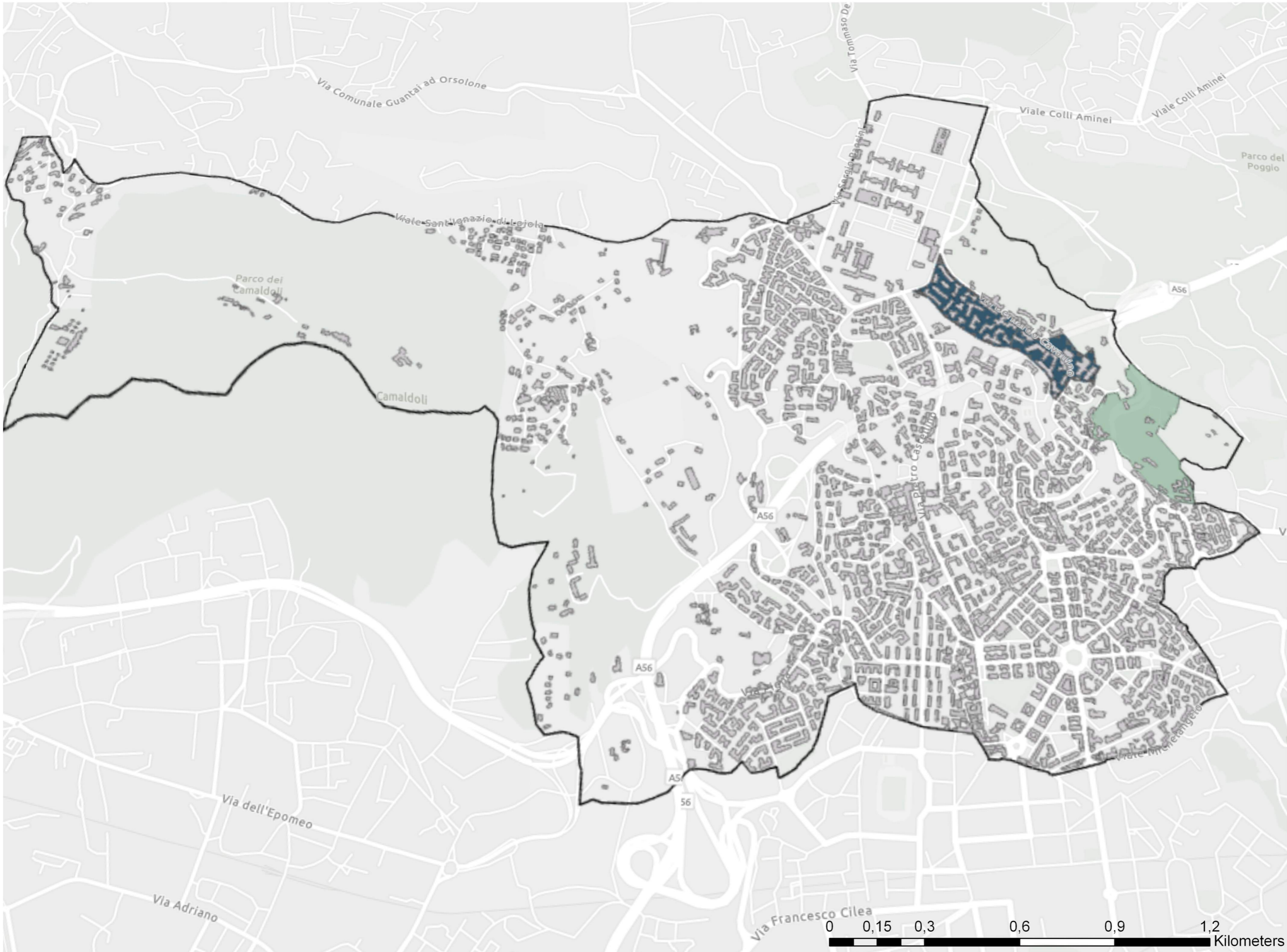
- $I \leq 7\%$ (Basso)
- $7\% < I \leq 20\%$ (Medio)
- $I > 20\%$ (Alto)

Classi dell'indice di impermeabilizzazione per il suolo naturale



LEGENDA
 Fino al mantenimento della destinazione d'uso

Ventaglio degli usi compatibili per la classe 5 (redditività media e permeabilità moderata)



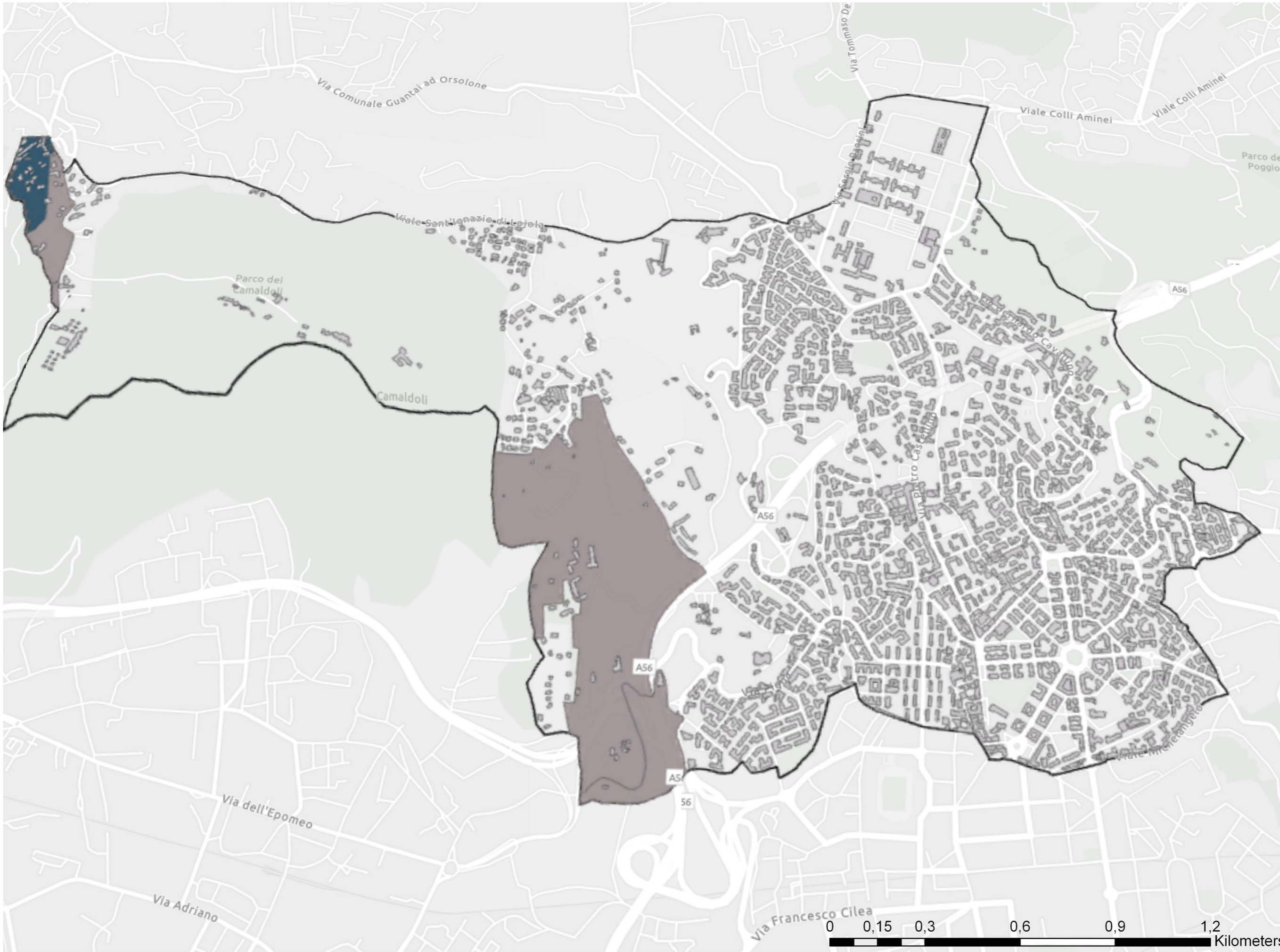
LEGENDA

- Fino al mantenimento della destinazione d'uso
- Fino alla riduzione dell'intensità d'uso

Ventaglio degli usi compatibili per la classe 6 (redditività media e permeabilità lenta)

0 0,15 0,3 0,6 0,9 1,2 Kilometers

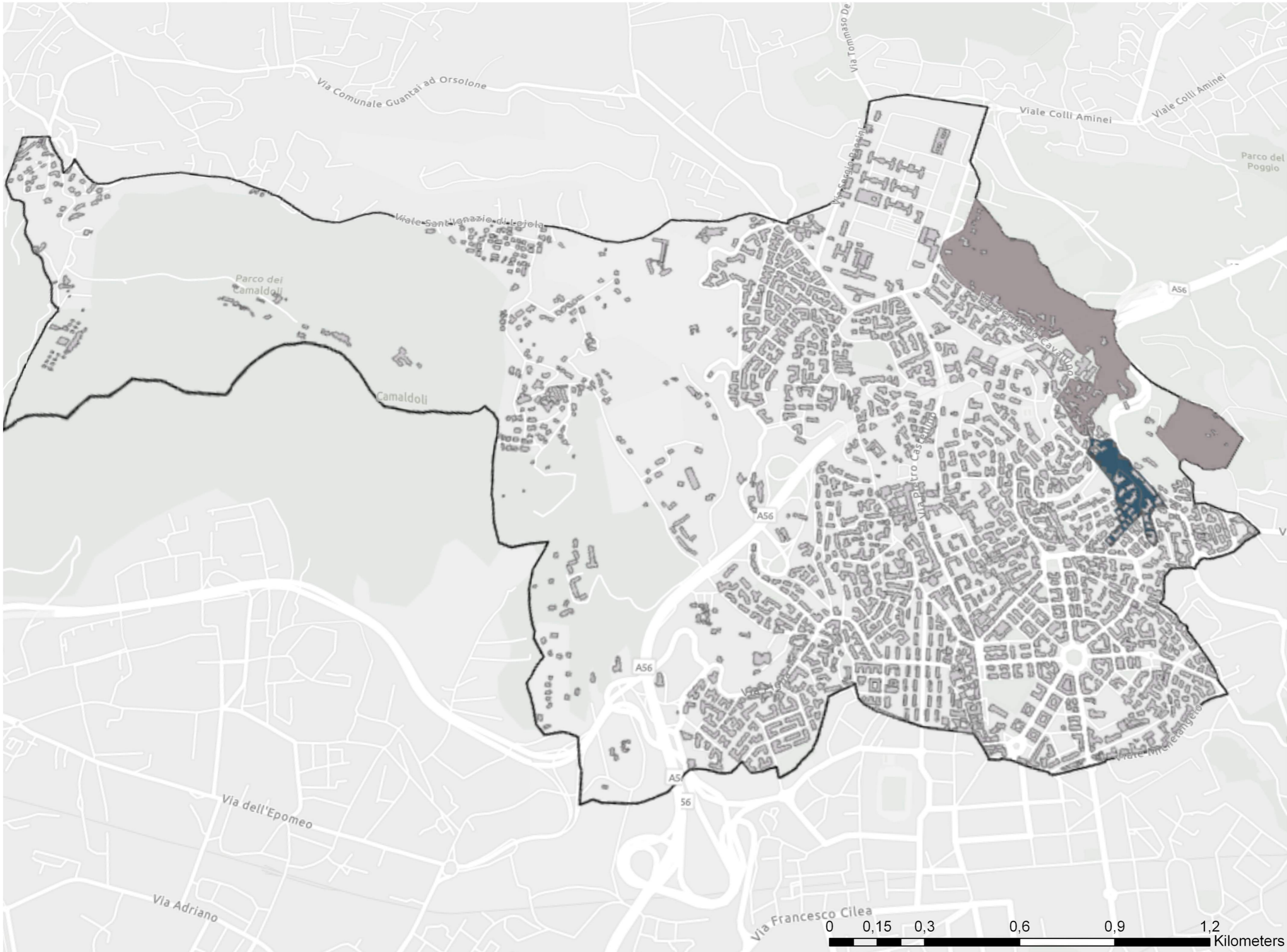
Giardini del Museo di San Martino



- LEGENDA**
- Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
 - Fino all'incremento dell'intensità d'uso



Ventaglio degli usi compatibili per la classe 8 (redditività bassa e permeabilità moderata)



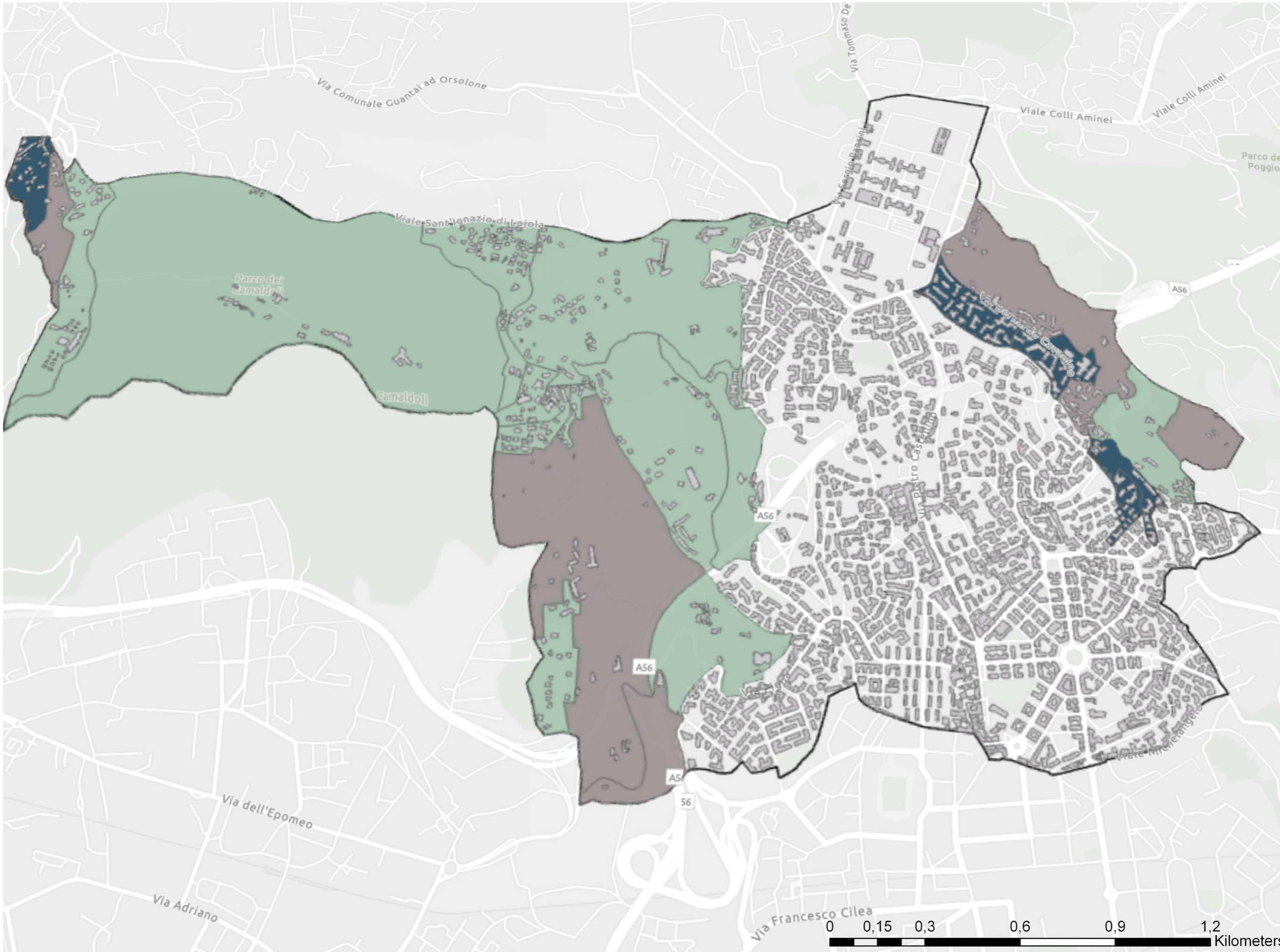
LEGENDA

- Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
- Fino all'incremento dell'intensità d'uso

Ventaglio degli usi compatibili per la classe 9 (redditività bassa e permeabilità lenta)

0 0,15 0,3 0,6 0,9 1,2 Kilometers

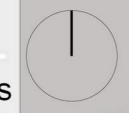
Giardini del Museo di San Martino

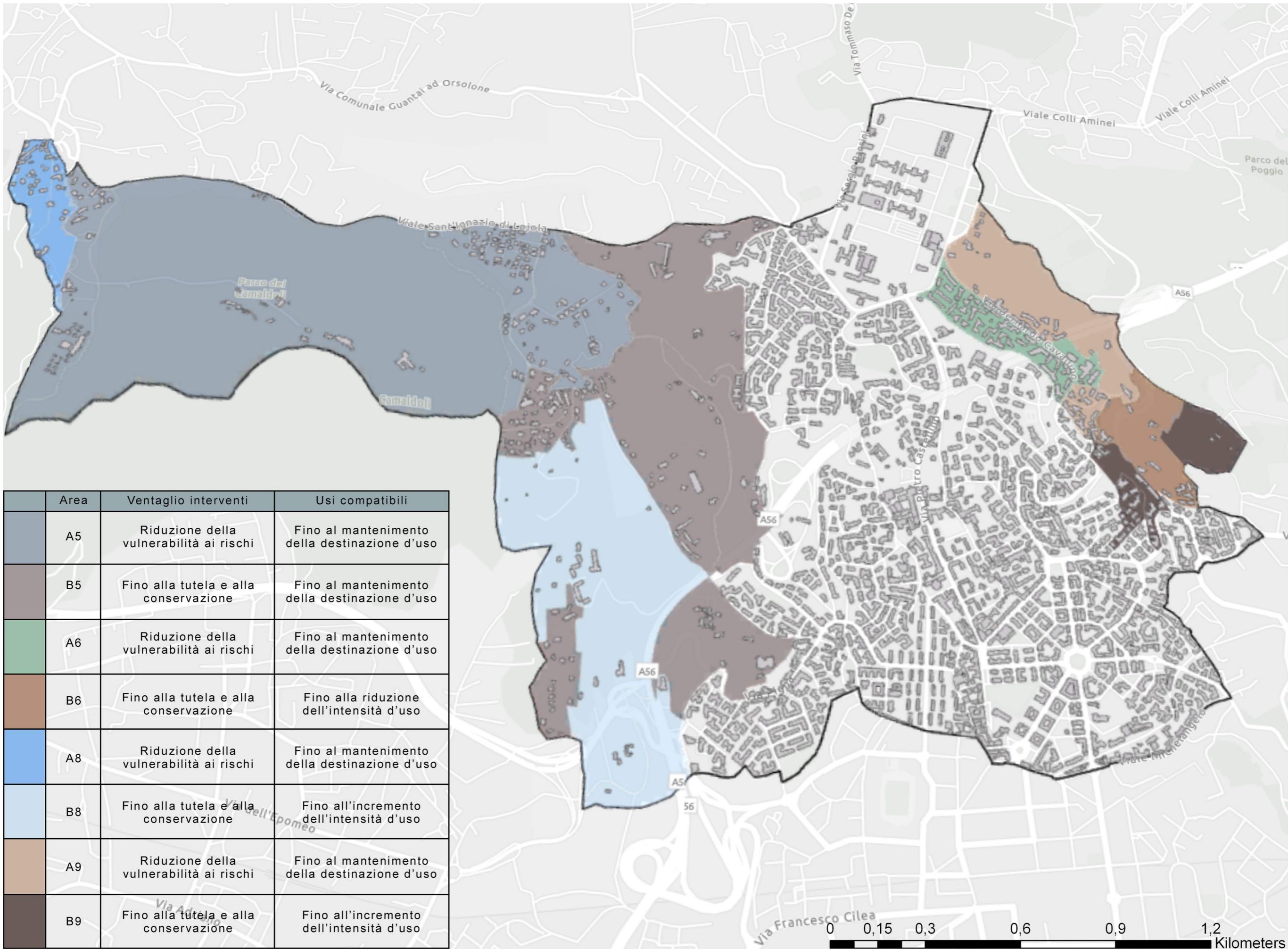


LEGENDA

- Fino al mantenimento della destinazione d'uso
- Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
- Fino all'incremento dell'intensità d'uso

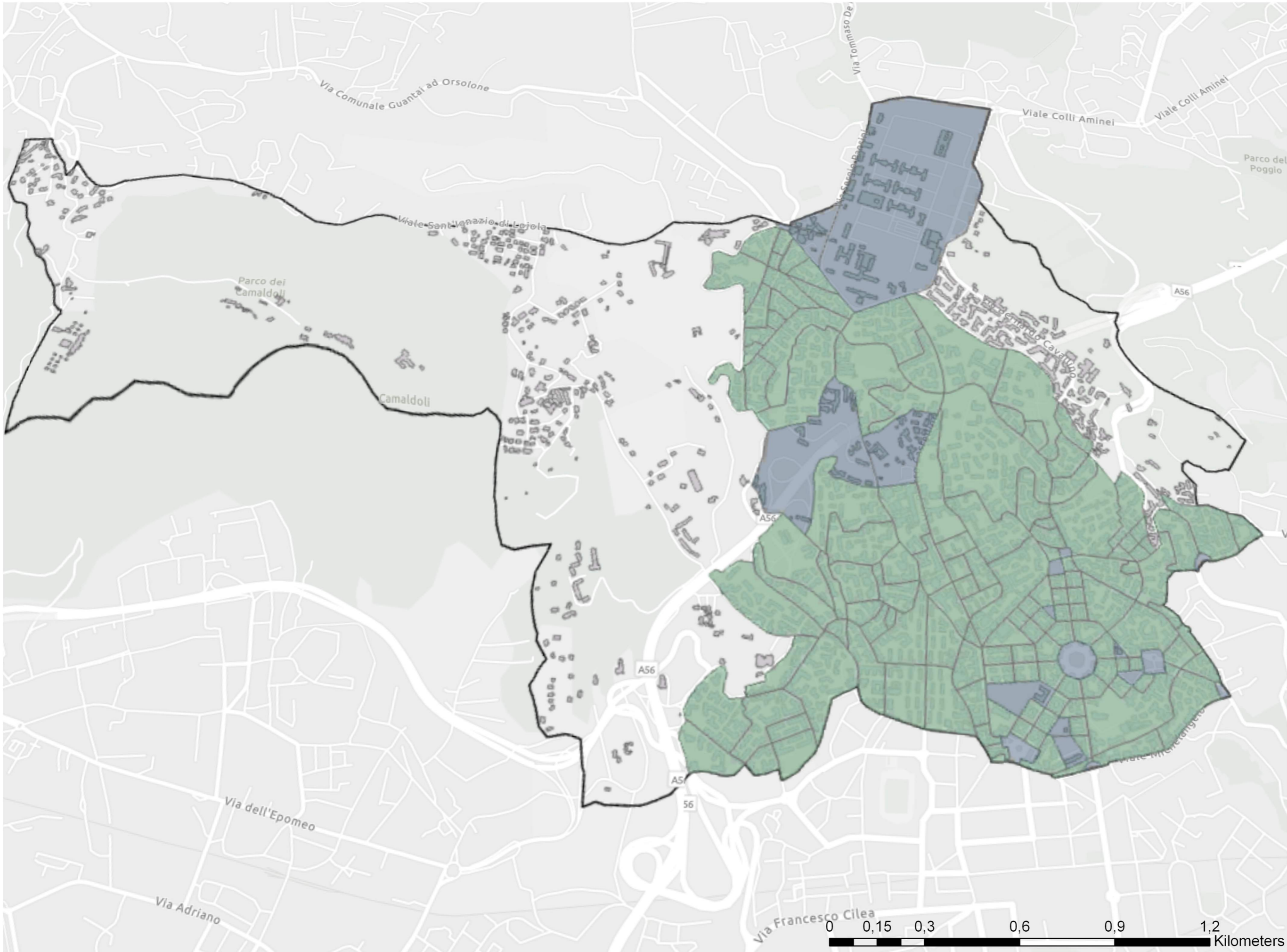
Mappa del ventaglio degli usi compatibili del suolo naturale





Area	Ventaglio interventi	Usi compatibili
A5	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B5	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
A6	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B6	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
A8	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B8	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
A9	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B9	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino all'incremento dell'intensità d'uso



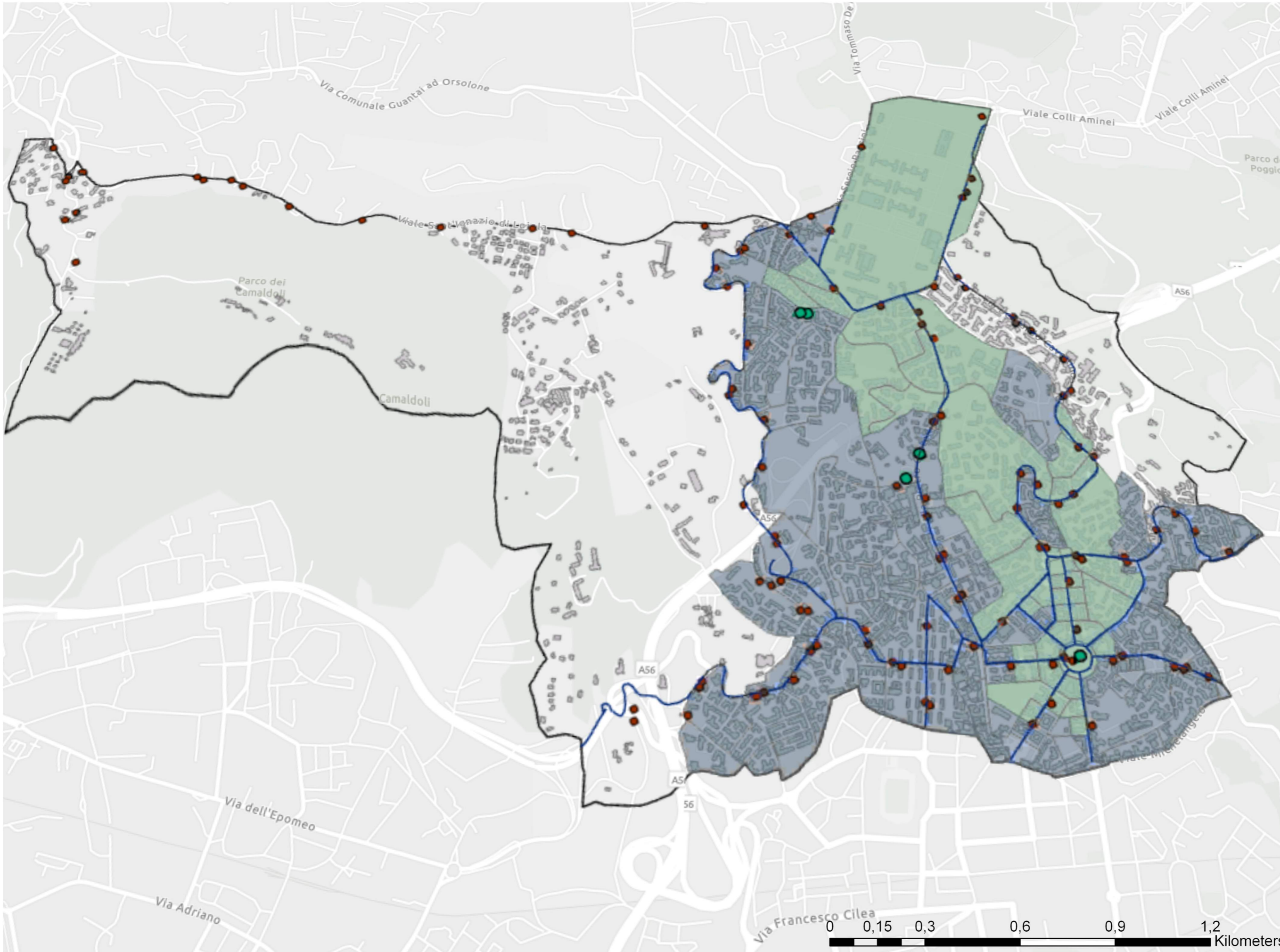


LEGENDA

- Bassa densità
- Alta densità

Classi di densità del suolo costruito_Quartiere Arenella

0 0,15 0,3 0,6 0,9 1,2 Kilometers



LEGENDA

Classi dei servizi alla residenza

- Insufficienti
- Sufficienti

Servizi di accessibilità

- Strade primarie
- Fermate bus
- Stazioni metro

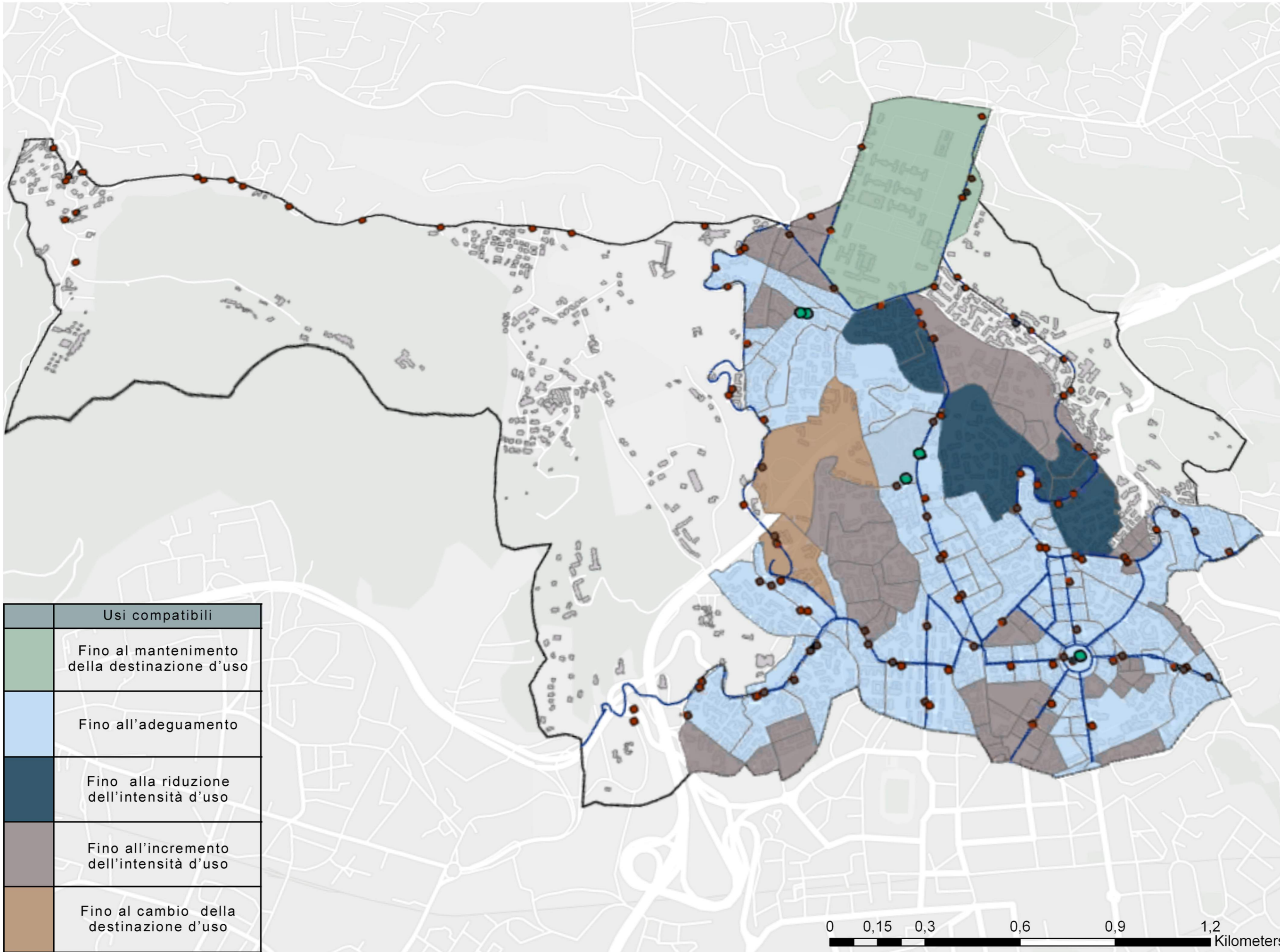
Classi dei servizi alla residenza e servizi di accessibilità



LEGENDA

Servizi di accessibilità

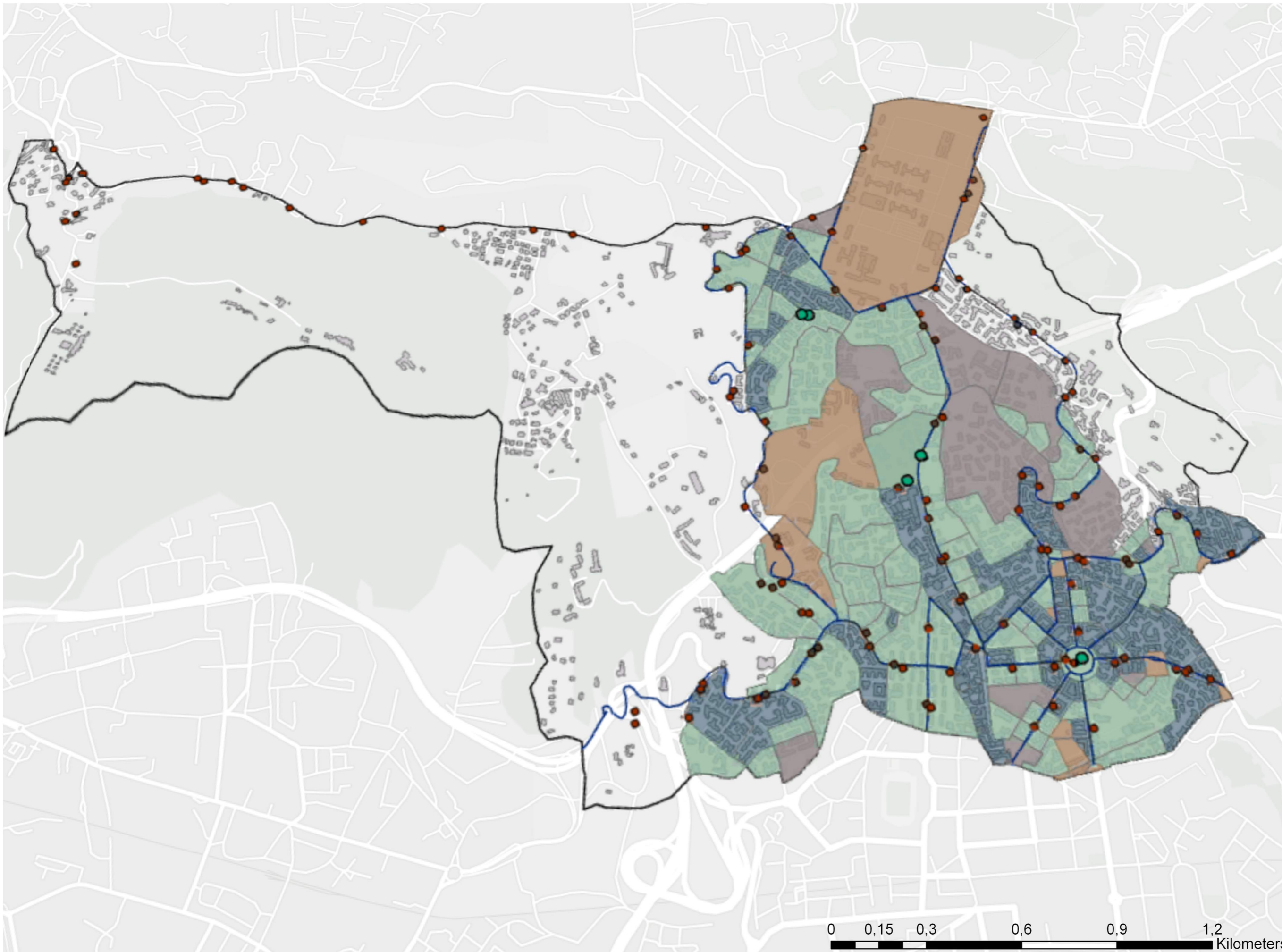
- Strade primarie
- Fermate bus
- Stazioni metro



Usi compatibili	
	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
	Fino all'adeguamento
	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
	Fino al cambio della destinazione d'uso



Ventaglio degli usi compatibili per il suolo costruito_Quartiere Arenella



LEGENDA

- I ≤ 12% (Molto basso)
- 12% < I ≤ 30% (Basso)
- 30% < I ≤ 45% (Medio)
- I > 45% (Alto)

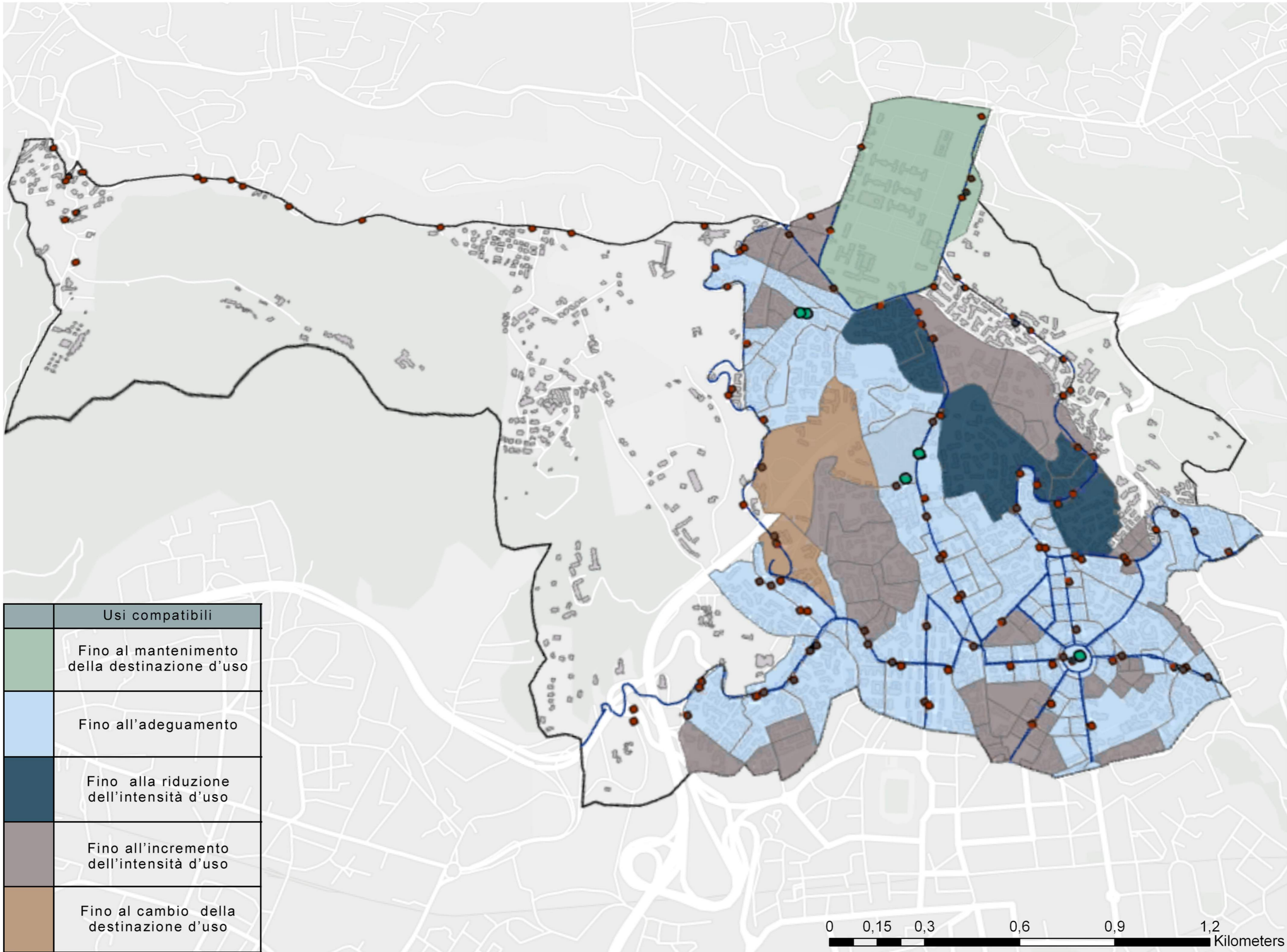
Servizi di accessibilità

- Strade primarie
- Fermate bus
- Stazioni metro



Classi dell'indice di impermeabilizzazione del suolo costruito_Quartiere Arenella



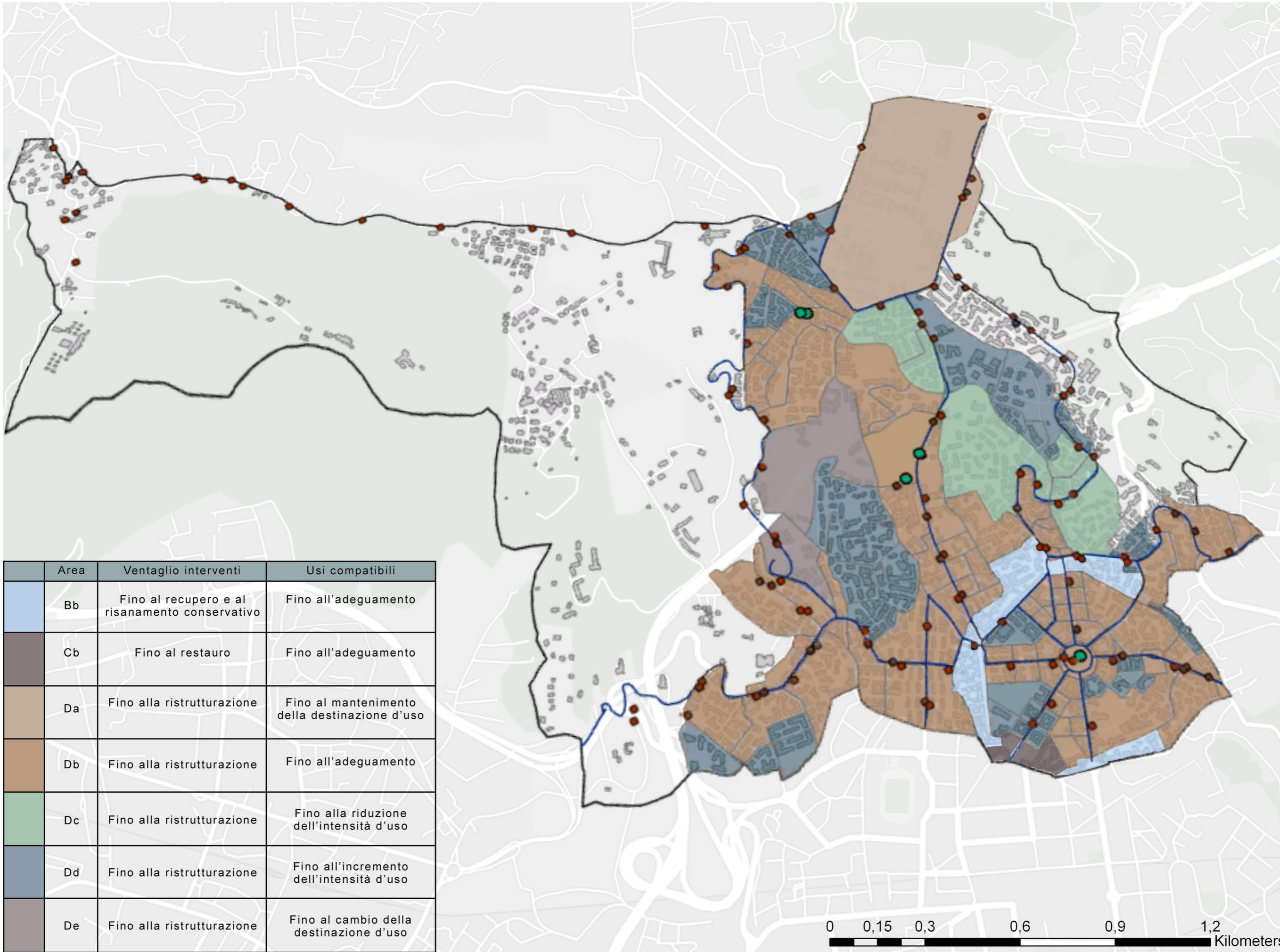


- LEGENDA**
- Servizi di accessibilità
- Strade primarie
 - Fermate bus
 - Stazioni metro

Usi compatibili	
	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
	Fino all'adeguamento
	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
	Fino al cambio della destinazione d'uso



Mappa finale degli usi compatibili del suolo costruito_Quartiere Arenella



- LEGENDA**
- Servizi di accessibilità
- Strade primarie
 - Fermate bus
 - Stazioni metro

Area	Ventaglio interventi	Usi compatibili
Bb	Fino al recupero e al risanamento conservativo	Fino all'adeguamento
Cb	Fino al restauro	Fino all'adeguamento
Da	Fino alla ristrutturazione	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
Db	Fino alla ristrutturazione	Fino all'adeguamento
Dc	Fino alla ristrutturazione	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
Dd	Fino alla ristrutturazione	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
De	Fino alla ristrutturazione	Fino al cambio della destinazione d'uso



Mappa dell'ottimizzazione dell'uso del suolo costruito_Quartiere Arenella



Area	Ventaglio interventi	Usi compatibili
A5	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B5	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
A6	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B6	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
A8	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B8	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
A9	Riduzione della vulnerabilità ai rischi	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
B9	Fino alla tutela e alla conservazione	Fino all'incremento dell'intensità d'uso



Mappa dell'ottimizzazione del suolo naturale - Modello tridimensionale



Area	Ventaglio interventi	Usi compatibili
Bb	Fino al recupero e al risanamento conservativo	Fino all'adeguamento
Cb	Fino al restauro	Fino all'adeguamento
Da	Fino alla ristrutturazione	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
Db	Fino alla ristrutturazione	Fino all'adeguamento
Dc	Fino alla ristrutturazione	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
Dd	Fino alla ristrutturazione	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
De	Fino alla ristrutturazione	Fino al cambio della destinazione d'uso

Mappa 3D dell'ottimizzazione dell'uso del suolo costruito_Modello tridimensionale

LEGENDA

- Servizi di accessibilità
- Strade primarie
- Fermate bus
- Stazioni metro



Area	Ventaglio interventi	Usi compatibili
Bb	Fino al recupero e al risanamento conservativo	Fino all'adeguamento
Cb	Fino al restauro	Fino all'adeguamento
Da	Fino alla ristrutturazione	Fino al mantenimento della destinazione d'uso
Db	Fino alla ristrutturazione	Fino all'adeguamento
Dc	Fino alla ristrutturazione	Fino alla riduzione dell'intensità d'uso
Dd	Fino alla ristrutturazione	Fino all'incremento dell'intensità d'uso
De	Fino alla ristrutturazione	Fino al cambio della destinazione d'uso

Mappa 3D dell'ottimizzazione dell'uso del suolo costruito_Modello tridimensionale