



*Ministero dell'Istruzione,
dell'Università e della Ricerca*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Dipartimento di Ingegneria Civile

Dottorato di Ricerca

in

Rischio e Sostenibilità

nei Sistemi dell'Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

XXXIII Ciclo (a.a. 2019-2020)

**IL RISCHIO DI PERIFERIZZAZIONE
NELLE AREE URBANE E METROPOLITANE.
UNA PROPOSTA METODOLOGICA
PER L'ANALISI E LA MITIGAZIONE**

Ing. Alessandra Marra

Il Tutor

Prof. Ing. Roberto Gerundo

Il Coordinatore

Prof. Ing. Fernando Fraternali

“La città non ha altro centro che noi stessi”
(Orhan Pamuk)

In quarta di copertina:
Opera dell'artista contemporaneo francese Adel Abdessemed

INDICE GENERALE

CAPITOLO 1: STATO DELL'ARTE E OBIETTIVI DEL LAVORO	12
1.1 Dalle periferie al rischio di periferizzazione	13
1.1.1 Evoluzione del concetto di periferia.....	13
1.1.2 Approcci interpretativi.....	15
1.1.3 Linee guida e raccomandazioni internazionali.....	17
1.1.4 Il panorama nazionale.....	18
1.2 Metodi e tecniche per localizzare aree prioritarie di intervento	22
1.2.1 Domini, indici, indicatori	22
1.2.2 Combinazione degli indicatori e visualizzazione dei risultati.....	36
1.3 Questioni aperte e obiettivi	42
1.3.1 Valutazioni di sintesi sullo stato dell'arte	42
1.3.2 Limiti degli approcci esistenti	44
1.3.3 Obiettivi del lavoro	46
CAPITOLO 2: DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI PERIFERIZZAZIONE	47
2.1 Approccio metodologico	48
2.1.1 Definizioni generali di rischio territoriale.....	48
2.1.2 Definizione dell'equazione del rischio di periferizzazione	50
2.1.3 Framework metodologico generale per la valutazione del rischio	53
2.2 Identificazione dei fattori di Vulnerabilità	57
2.2.1 Fattori di Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica.....	57
2.2.2 Fattori di Vulnerabilità Ambientale	58
2.3 Selezione del set di indicatori per la misura della vulnerabilità	60
2.3.1 Acquisizione e preparazione dei dati.....	65

2.4 Valutazione della Vulnerabilità Aggregata	70
2.4.1 Normalizzazione	71
2.4.2 Analisi Fuzzy	73
2.5 Valutazione della Vulnerabilità Ambientale	76
2.5.1 Indice di Prestazione Energetica	77
2.5.2 Indice di Emissioni Inquinanti in Atmosfera	81
2.5.3 Indice di Gestione dei Rifiuti Urbani	85
2.5.4 Indice composito di Vulnerabilità Ambientale	86
2.6 Valutazione dell'Esposizione	88
2.7 Valutazione della Vulnerabilità Complessiva	89
2.8 Scenari di Rischio	90
CAPITOLO 3: APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO ALLA CONURBAZIONE CASERTANA	91
3.1 Area di studio	92
3.1.1 Inquadramento generale	92
3.1.2 Criteri di delimitazione	98
3.2 Acquisizione dei dati necessari alla valutazione	103
3.3 Mappatura della Vulnerabilità Aggregata	104
3.3.1 Normalizzazione	104
3.3.2 Implementazione del modello fuzzy in Matlab	105
3.3.3 Analisi di Sensitività	108
3.3.4 Spazializzazione degli indici di Vulnerabilità	113
3.4 Mappatura della Vulnerabilità Ambientale	119
3.4.1 Mappatura della Prestazione Energetica	119
3.4.2 Mappa delle Emissioni inquinanti	123
3.4.3 Mappa della Gestione dei Rifiuti urbani	129

3.4.4 Mappa della Vulnerabilità Ambientale	135
3.5 Mappatura della Vulnerabilità Complessiva	138
3.6 Mappatura dell'Esposizione.....	140
3.7 Mappatura del Rischio.....	142
3.7.1 Scenario di Rischio 1.....	142
3.7.2 Scenario di Rischio 2.....	146
CAPITOLO 4: DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO A SCALA URBANA	151
4.1 Approccio metodologico	152
4.1.1 Una proposta procedurale per l'analisi e la mitigazione del rischio.....	152
4.1.2 Schema metodologico per la mitigazione del rischio a scala urbana.....	153
4.2 Definizione degli Indicatori di Mitigazione.....	157
4.2.1 Riepilogo degli Indicatori di Vulnerabilità.....	157
4.2.2 Indicatori di Mitigazione.....	158
4.3 Descrizione del modello <i>AHP-based</i>	161
4.3.1 Struttura Gerarchica	161
4.3.2 Confronto dei Giudizi.....	163
4.3.3 Sintesi delle priorità.....	164
CAPITOLO 5: APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO AL COMUNE DI MARCIANISE (CE).....	166
5.1 Area di studio e alternative di progetto.....	167
5.1.1 Inquadramento generale dell'area di studio	167
5.1.2 Alternative progettuali di rigenerazione urbana	171
5.2 Applicazione del modello	175
5.2.1 Costruzione della matrice di decisione	175
5.2.2 Confronto a coppie tra proposte progettuali.....	175

5.2.3 Confronto a coppie tra sottocriteri.....	177
5.2.4 Confronto a coppie tra criteri.....	178
5.2.5 Sintesi delle priorità.....	180
5.2.6 Risultati.....	181
CAPITOLO 6: DISCUSSIONE e CONCLUSIONI.....	184
6.1 Valutazione del Rischio di Periferizzazione in area vasta.....	185
6.1.1 Sintesi dei principali risultati ottenuti.....	185
6.1.2 Novità rispetto agli approcci esistenti.....	187
6.1.3 Implicazioni innovative sulla pianificazione territoriale e urbanistica.....	189
6.1.4 Limitazioni e sviluppi futuri.....	192
6.2 Mitigazione del rischio a scala urbana.....	194
6.2.1 Sintesi dei principali risultati ottenuti.....	194
6.2.2 Novità rispetto agli approcci esistenti.....	195
6.2.3 Limitazioni e sviluppi futuri.....	196
APPENDICE 1. SELEZIONE DI STUDI CHE INDIVIDUANO AZIONI DI CONTRASTO AI RISCHI CONNESSI AGLI ASPETTI SPAZIALI DEI PROCESSI DI PERIFERIZZAZIONE ATTRAVERSO LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E TERRITORIALE.....	198
APPENDICE 2. REGOLE DI INFERENZA NELL'ANALISI FUZZY PROPOSTA PER DETERMINARE LA VULNERABILITÀ SOCIALE, EDILIZIA ED URBANISTICA.....	202
APPENDICE 3. CODICE DI CALCOLO NEL SOFTWARE MATLAB PER DETERMINARE LA VULNERABILITÀ SOCIALE, EDILIZIA ED URBANISTICA.....	205
APPENDICE 4. MAPPE DEL RISCHIO DI PERIFERIZZAZIONE PER LA CONURBAZIONE CASERTANA.....	206
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	208

INDICE DELLE FIGURE

- Figura 1.** Sobborghi nel quartiere Porter Ranch di Los Angeles, USA (a sx); Jaywick, vicino Clacton, il quartiere più deprivato secondo l'indice di deprivazione multipla del 2015, UK (in alto a dx); il "Fondo Fucile" a Messina, ITA (in basso a dx)
- Figura 2.** Distribuzione dell'Indice di Deprivazione Multipla inglese nel 2015 (DCLG, 2015a)
- Figura 3.** Stralcio della Mappa online dell'Indice di Deprivazione Multipla inglese relativo alla città di Londra. Fonte: <http://dclgapps.communities.gov.uk/imd/idmap.html>
- Figura 4.** Stralcio della mappa online dell'Indice di Qualità della vita olandese relativo alla città di Amsterdam. Fonte: <https://www.leefbaarometer.nl/home.php>
- Figura 5.** *Framework* metodologico per l'individuazione delle aree urbane a rischio di periferizzazione.
- Figura 6.** Schema della metodologia proposta per la costruzione dell'indice di Vulnerabilità Aggregata
- Figura 7.** Plot della funzione di normalizzazione
- Figura 8.** Schema gerarchico di analisi
- Figura 9.** Schema della metodologia proposta per la costruzione dell'indice composito di Vulnerabilità Ambientale
- Figura 10.** Elaborazione su dati da Caputo et al, 2013
- Figura 11.** Area di studio – Inquadramento territoriale
- Figura 12.** Localizzazione dei Campi Territoriali Complessi. Fonte: Piano Territoriale Regionale (Regione Campania, 2008)
- Figura 13.** Area di studio – Evoluzione storico-insediativa. Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Caserta (Provincia di Caserta, 2014)
- Figura 14.** Area di studio – Uso del suolo. Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Caserta (Provincia di Caserta, 2014)
- Figura 15.** Ambiti insediativi interessati dal Sito di Interesse Nazionale (SIN) "Litorale Domitio Flegreo e Agro Aversano". Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Caserta (Provincia di Caserta, 2014)
- Figura 16.** Sistemi Territoriali di Sviluppo dominanti. Fonte: Piano Territoriale Regionale (Regione Campania, 2008).

- Figura 17.** Stralcio dei Sistemi Territoriali di Sviluppo del Piano Territoriale Regionale, con evidenziati i comuni ricadenti nel perimetro del PRUSST della Conurbazione Casertana. Fonte: Piano Territoriale Regionale (Regione Campania, 2008).
- Figura 18.** Interfaccia grafica per condurre un'analisi fuzzy in Matlab
- Figura 19.** Interfaccia grafica per la definizione delle regole di inferenza in Matlab
- Figura 20.** Visualizzazione grafica delle regole fuzzy e risultato della loro combinazione in Matlab
- Figura 21.** Funzioni di appartenenza triangolari: (a) indicatori normalizzati y ; (b) indici compositi secondari $y_{sd,inp}$ e $y_{sd,out}$; (c) indici compositi primari $y_{d,out}$ e $y_{d,inp}$; (d) output finale y_f
- Figura 22.** Funzioni di appartenenza trapezoidali: (a) indicatori normalizzati y ; (b) indici compositi secondari $y_{sd,out}$ e $y_{sd,inp}$; (c) con zona di transizione ridotta, per gli indicatori normalizzati y ; (d) con zona di transizione ridotta, per gli indici compositi secondari $y_{sd,out}$ e $y_{sd,inp}$; (e) indici compositi primari $y_{d,out}$ e $y_{d,inp}$; (f) output finale y_f .
- Figura 23.** BoxPlot dei risultati ottenuti tramite i vari schemi *fuzzy* considerati
- Figura 24.** Scala per la classificazione degli indici compositi primari
- Figura 25.** Scala per la classificazione dell'indice composito di Vulnerabilità Aggregata
- Figura 26.** Mappa della Vulnerabilità Sociale
- Figura 27.** Mappa della Vulnerabilità Edilizia
- Figura 28.** Mappa della Vulnerabilità Urbanistica
- Figura 29.** Mappa della Vulnerabilità Aggregata
- Figura 30.** Mappa della tipologia edilizia prevalente
- Figura 31.** Mappa della classe d'età prevalente
- Figura 32.** Mappa della prestazione energetica
- Figura 33.** Mappe delle emissioni annuali di COV, PM10, NOx, SOx per i comuni ricompresi nell'area di studio
- Figura 34.** Mappa di uso del suolo dell'area di studio secondo la classificazione Corine Land Cover
- Figura 35.** Mappe delle emissioni annuali di COV, PM10, NOx, SOx
- Figura 36.** Mappa delle emissioni inquinanti complessive
- Figura 37.** Percentuale di sezioni censuarie per livello di Vulnerabilità alle Emissioni Inquinanti
- Figura 38.** Mappe dei rifiuti urbani totali e differenziati pro-capite per i comuni ricompresi nell'area di studio

- Figura 39.** Mappa della Produzione di Rifiuti urbani Totali
- Figura 40.** Mappa della Produzione di Rifiuti urbani Differenziati
- Figura 41.** Mappa della Produzione di Rifiuti urbani Non Differenziati
- Figura 42.** Percentuale di sezioni censuarie per livello di Vulnerabilità alla gestione dei rifiuti urbani
- Figura 43.** Mappa della Vulnerabilità Ambientale
- Figura 44.** Percentuale di sezioni censuarie per livello di Vulnerabilità Ambientale
- Figura 45.** Mappa della Vulnerabilità Complessiva
- Figura 46.** Stralcio della Copernicus *Imperviousness map* relativo all'area di studio
- Figura 47.** Mappa dell'Esposizione
- Figura 48.** Mappa del rischio di periferizzazione - Scenario 1
- Figura 49.** Dettagli della mappa del rischio di periferizzazione
- Figura 50.** Dettaglio della mappa del rischio sul comune di Maddaloni
- Figura 51.** Mappa del Rischio di Periferizzazione - Scenario 2
- Figura 52.** Mappa delle DEPP-Areas nello Scenario di Rischio 1 (Elaborazione su Figura 48)
- Figura 53.** Mappa delle DEPP-Areas nello Scenario di Rischio 2 (Elaborazione su Figura 51)
- Figura 54.** Schema della procedura in cui inquadrare l'analisi e la mitigazione del rischio
- Figura 55.** Schema della metodologia proposta per valutare l'efficacia degli interventi nelle aree a maggior rischio
- Figura 56.** Struttura gerarchica del modello proposto
- Figura 57.** Posizionamento sulla scala graduata dei valori corrispondenti ai livelli di vulnerabilità
- Figura 58.** Inquadramento territoriale dell'area di studio
- Figura 59.** Mappa del rischio di periferizzazione per il Comune di Marcianise e livelli di Vulnerabilità Sociale, Edilizia e Urbanistica per l'area di studio
- Figura 60.** Area di Studio – classificazione funzionale
- Figura 61.** Schema planimetrico della proposta progettuale P₁
- Figura 62.** Schema planimetrico della proposta progettuale P₂
- Figura 63.** Schema planimetrico della proposta progettuale P₃
- Figura 64.** Scala graduata per il confronto tra P₁ e P₂ relativamente al sottocriterio C_{s1}
- Figura 65.** Alternativa Migliore per lo Scenario 0
- Figura 66.** Alternativa Migliore per lo Scenario 1

INDICE DELLE TABELLE

- Tabella 1.** Indicatori di origine per il calcolo dell'Indice di Deprivazione Multipla inglese nel 2015 e nel 2019. Fonte: Elaborazione su dati da (DCLG, 2015b; DCLG, 2019b)
- Tabella 2.** Criteri e indicatori per la delimitazione di aree deprivate o caratterizzate da povertà urbana. Fonte: Elaborazione su dati da Cordoba Hernandez et al, 2018
- Tabella 3.** Fattori che caratterizzano aree urbane in difficoltà sulla base della letteratura in materia. Fonte: Elaborazione su dati da Sedghi & Nematimehr, 2016
- Tabella 4.** Indicatori selezionati per la mappatura della Vulnerabilità Aggregata, con l'indicazione dei corrispondenti obiettivi di sviluppo sostenibile da raggiungere nel rispetto dell'Agenda 2030 (SDGs).
- Tabella 5.** Indicatori selezionati per la mappatura della Vulnerabilità Ambientale, con l'indicazione dei corrispondenti obiettivi di sviluppo sostenibile da raggiungere nel rispetto dell'Agenda 2030 (SDGs).
- Tabella 6.** Dati disponibili per sezione censuaria dal Censimento della popolazione e delle abitazioni ISTAT 2011 utili per l'applicazione della metodologia proposta, con l'indicazione dei sottodomini interessati.
- Tabella 7.** Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati necessari per misurare gli indicatori selezionati per la stima della Vulnerabilità Aggregata
- Tabella 8.** Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati necessari per misurare gli indicatori selezionati per la stima della Vulnerabilità Ambientale
- Tabella 9.** Coefficienti per la redistribuzione delle classi d'età degli edifici
- Tabella 10.** Valori soglia per la definizione delle classi di prestazione energetica sulla base della normativa nazionale vigente
- Tabella 11.** Classi d'uso del suolo considerate e corrispondenti macrosettori emissivi
- Tabella 12.** Indici di vulnerabilità, definizione, unità di misura e valori attribuiti alle classi di vulnerabilità ai fini del calcolo dell'indice composito di Vulnerabilità Ambientale.
- Tabella 13.** Matrice di Vulnerabilità.
- Tabella 14.** Popolazione, estensione territoriale e densità abitativa dei comuni appartenenti all'area di studio
- Tabella 15.** Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati specifici per il territorio regionale necessari per la valutazione della Vulnerabilità Aggregata

- Tabella 16.** Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati specifici per il territorio regionale necessari per la valutazione della Vulnerabilità Ambientale
- Tabella 17.** Valori delle emissioni annuali diffuse di COV, PM10, NO_x, SO_x per i comuni ricompresi nell'area di studio. Dati riferiti al 2002.
- Tabella 18.** Emissioni diffuse per macrosettore, valori percentuali relativi al territorio regionale. Dati riferiti al 2002.
- Tabella 19.** Incidenza emissiva della classe industriale e non industriale per i macroinquinanti considerati
- Tabella 20.** Produzione di rifiuti urbani pro-capite e rifiuti raccolti in modalità differenziata pro-capite per il caso studio, dati mediati dal 2010 al 2017
- Tabella 21.** Indicatori di mitigazione, unità di misura e definizione
- Tabella 22.** Schema della matrice di decisione
- Tabella 23.** Scala semantica di Saaty
- Tabella 24.** Matrice per l'attribuzione dei pesi ai criteri
- Tabella 25.** Matrice di decisione scalarizzata per il caso studio
- Tabella 26.** Valori del criterio C_{s1} per ogni alternativa progettuale
- Tabella 27.** Matrice di confronto a coppie delle alternative per il sottocriterio C_{s1}
- Tabella 28.** Matrice di confronto a coppie delle alternative per il sottocriterio C_{s1} e vettore wP_{kij}
- Tabella 29.** Matrice di confronto a coppie dei sottocriteri di C_s normalizzata e vettore wC_{ij}
- Tabella 30.** Matrice di confronto a coppie dei criteri normalizzata e vettore WC_i - Scenario 0
- Tabella 31.** Matrice di confronto a coppie dei criteri - Scenario 1
- Tabella 32.** Matrice di confronto a coppie dei criteri normalizzata e vettore WC_i - Scenario 1
- Tabella 33.** Matrice finale di sintesi - Scenario 0
- Tabella 34.** Matrice finale di sintesi - Scenario 1

CAPITOLO 1: STATO DELL'ARTE E OBIETTIVI DEL LAVORO



1.1 Dalle periferie al rischio di periferizzazione

1.1.1 Evoluzione del concetto di periferia

Il termine *periferia*, nella letteratura urbanistica, ha tradizionalmente un’accezione spaziale ed è inteso alla micro-scala del quartiere urbano, con riferimento alle aree di espansione nate ai margini delle città storiche a partire dal dopoguerra (Salzano, 2000). In alcuni contesti geografici, come in Europa e in Italia, al contrario di altre realtà come nel Nord-America (Figura 1), a tali aree urbane, collocate in posizione periferica, si sono spesso associate valenze negative, divenute indicative di una condizione di periferia: marginalità economica e sociale, degrado edilizio ed ambientale, carenza di servizi e infrastrutture per la popolazione (Guiducci 1993; Oliva, 2010; Kuhn & Bernt, 2013).

La crisi socio-economica dell’ultimo decennio, che ha accentuato povertà e diseguaglianze, unitamente ai due trend di urbanizzazione in atto a scala globale, la metropolizzazione da un lato, lo spopolamento delle aree interne, dall’altro, hanno mutato il tradizionale significato attribuito alla periferia in termini di distanza geografico-spaziale da un centro dal quale è funzionalmente dipendente (Taylor & Lang, 2004).

Passando da una scala di maggiore dettaglio a quella territoriale, infatti, si parla di quartieri periferici, localizzati anche nei centri storici delle città, delle periferie della dispersione insediativa o dell’*urban sprawl*¹, di interi comuni periferici e di regioni periferiche (Geneletti et al, 2017).

¹ Il termine *sprawl* si riferisce al fenomeno, della espansione insediativa a bassa densità e ad elevato consumo di suolo propria di molte aree urbane contemporanee, sviluppatosi a partire dagli Stati Uniti e poi globalmente, a seguito della diffusione sociale dei mezzi di trasporto privati. Ha assunto, a partire dal Duemila, dimensioni spesso preoccupanti per la progressiva erosione delle aree agricole, ma anche per la sua scarsa sostenibilità, connessa, oltre al consumo di suolo, al massiccio ricorso all’auto (con l’inevitabile aumento del tasso di inquinamento e di incidenti), e ai costi elevati di infrastrutturazione e urbanizzazione del territorio agricolo (Bruegmann, 2005; Oliva, 2010). In Italia, il termine è usato con riferimento alla diffusione insediativa non pianificata e incontrollata costituita da insediamenti a bassa densità abitativa in aree di matrice rurale (Indovina, 2009).

Alcuni studi recenti, afferenti ad altre discipline, come la geografia economica, la sociologia e le scienze politiche, hanno evidenziato che oggi è opportuno parlare di *periferizzazione*² più che di periferie, cioè di processi dinamici che producono *periferie*, intese quali spazi che possono presentare una condizione di periferia, a prescindere dalla loro più o meno accentuata prossimità ai centri urbani e che risultino riconoscibili a differenti scale di osservazione: dalla macro-scala nazionale alla micro-scala dei quartieri urbani (Copus, 2001; Kuhn, 2015; Eder, 2018).

Tuttavia, se è già stata studiata la periferizzazione a livello regionale, si registra una carenza di letteratura su cosa si intenda per periferizzazione a livello intra-urbano (Bernt & Colini, 2013).

Ciò è particolarmente rilevante se si considera che, a scala urbana e metropolitana, ad una tendenziale crescita incontrollata e spesso non pianificata del tessuto urbano verso le aree via via più rurali, che si può definire un processo di ‘periferizzazione spaziale’, si accompagna un progressivo impoverimento del tessuto urbano delle aree più centrali, secondo un processo di ‘periferizzazione a-spaziale’.

Tali processi, che cambiano nel tempo la geografia del degrado e del disagio, sono evidenti anche in Italia, laddove si denuncia una interpretazione anacronistica del concetto di periferia urbana, ancora legata alla sua accezione tradizionale³.

In tale scenario, occorre ripensare il concetto statico di periferia geografico-spaziale, soprattutto con riferimento alle strategie ed azioni di contrasto da porre in essere

² Tali studi fanno riferimento alla definizione di M. Kuhn, che, superando la tradizionale accezione di periferia come area geografica distante da un centro, intende la periferizzazione come “un processo dinamico che rimodella le periferie, degradando o declassando un’unità socio-spaziale in relazione ad altre unità socio-spaziali”, e ritiene che il concetto di periferizzazione possa essere applicato a qualsiasi scala spaziale (Kuhn, 2015).

³ Nel suo saggio “Il ritorno delle periferie”, F. Indovina scrive che “Il manifestarsi della lotta tra poveri (...), l’impegno di Renzo Piano per il rammento delle città, hanno riportato in primo piano il tema delle periferie. Un ritorno necessario ma non completamente felice per l’equivoco sotteso ad ogni considerazione su queste parti della città (...). La regolarità di un centro e di periferie sempre più degradate a mano a mano che da questo centro ci si allontana, si riscontra solo in piccole città. Le maggiori città si presentano sempre più a pelle di leopardo, dove è possibile individuare più centri e diverse periferie che con questi centri si mischiano presentando gradi di marginalità diversa e non sempre le aree con maggior disagio risultano essere le più distanti dai centri”. Nello stesso saggio, l’autore afferma che “quello delle periferie è un tessuto sociale costruito sulle diseguaglianze (...). Sono le diseguaglianze, il degrado sociale, culturale ed economico il segno distintivo di una qualsiasi periferia” (Indovina, 2015).

attraverso la pianificazione urbanistica e territoriale, che rischiano di non essere efficaci in presenza di un degrado generalizzato e multidimensionale che interessa le aree urbane e metropolitane.



Figura 1. Sobborghi nel quartiere Porter Ranch di Los Angeles, USA (a sx); Jaywick, vicino Clacton, il quartiere più deprivato secondo l’indice di deprivazione multipla del 2015, UK (in alto a dx); il “Fondo Fucile” a Messina, ITA (in basso a dx).

1.1.2 Approcci interpretativi

Per meglio delineare i processi di *periferizzazione* che interessano il tessuto urbano e i rischi ad essi relativi, che configurano un ‘rischio di periferizzazione’ a scala urbana e metropolitana, è utile chiarire quali sono i rischi complessivamente associati alle *periferie urbane* (*urban peripheries*). Ciò non è immediato, poiché non è riconoscibile, esaminando

la letteratura internazionale in materia di pianificazione sostenibile, un unico significato dato al termine *urban peripheries* (Geneletti et al, 2017). Tuttavia, è possibile distinguere due approcci interpretativi principali, a seconda che sia presente o meno il riferimento ad aspetti spaziali (Gerundo & Marra, 2018).

Nel primo caso, con riguardo quindi agli aspetti spaziali, l’attenzione è focalizzata sulle aree di interfaccia urbano-rurale o del periurbano. I termini maggiormente impiegati sono i seguenti: *sobborghi* (*suburbs, suburbia*); *aree periurbane* (*periurban areas*); *aree suburbane* (*suburban areas*); *quartieri periferici* (*peripheral neighborhoods*).

I rischi individuati sono prevalentemente connessi al fenomeno dello *sprawl* e dello *sprinkling*⁴, cioè riguardano il consumo di risorse ambientali, la carenza di servizi e infrastrutture che caratterizzano le aree della dispersione insediativa. Limitatamente ad una selezione di studi che individuano azioni di contrasto a tali rischi attraverso la pianificazione urbanistica e territoriale sostenibile, gli strumenti di pianificazione menzionati afferiscono sia alla pianificazione strategica di area vasta, che alla pianificazione comunale e locale, a seconda dei contesti geografici analizzati e degli obiettivi specifici perseguiti.

Generalmente, tuttavia, non si procede ad una mappatura del rischio, di supporto alla pianificazione di strategie e azioni di mitigazione. Piuttosto, gli strumenti di pianificazione mirano alla densificazione o *infilling* di aree e quartieri periferici, con l’obiettivo di dotarli di infrastrutture e servizi adeguati, così da creare nuove centralità, nell’ambito di una struttura policentrica complessiva dei sistemi urbani interessati. Tali studi sono esaminati singolarmente in dettaglio nella tabella riportata in **Appendice 1**.

Nel secondo caso, con riferimento agli aspetti a-spaziali, la condizione di periferia non si intende necessariamente connessa alla dimensione spaziale, ma a una situazione di degrado urbano e ambientale, unita al disagio sociale e associata, più in generale, al concetto multidimensionale di povertà urbana (Baharaoglu & Kessides, 2002). In tal caso, i termini più usati sono *aree caratterizzate da povertà urbana* (*urban poverty areas*) e *aree deprivate* (*deprived areas*), quest’ultimo affermatosi a partire dal mondo anglosassone. Tali termini, in Europa ma anche nel contesto extraeuropeo, sono usati come sinonimi.

⁴ Il termine *sprinkling* è stato introdotto per identificare la particolare configurazione assunta dal fenomeno dello *sprawl* in Italia, che, rispetto al panorama internazionale, è caratterizzata da insediamenti a minore densità e con una morfologia irregolare, derivando da una assenza di pianificazione, con particolare riferimento a quella strategica di area vasta (Romano et al, 2017).

1.1.3 Linee guida e raccomandazioni internazionali

In generale ai processi di periferizzazione, sia di tipo spaziale che a-spaziale, sono associati rischi che minano lo sviluppo urbano sostenibile.

La nuova Agenda Urbana, adottata durante la Conferenza delle Nazioni Unite Habitat III, afferma che la persistenza di molteplici forme di povertà, crescenti diseguaglianze e degrado ambientale rimangono tra i maggiori ostacoli allo sviluppo urbano sostenibile in tutto il mondo, precisando con chiarezza l’importanza della pianificazione urbanistica e territoriale ai fini dell’inversione di tale tendenza (UN, 2017).

Secondo la Commissione Europea, la permanenza delle aree urbane deprivate rappresenta, oltre che una minaccia alla sostenibilità del modello di sviluppo urbano, anche un rischio sociale (EU, 2015). Inoltre, sempre secondo la Commissione Europea, il contrasto al degrado nelle aree urbane deprivate può scoraggiare il crescente consumo di suolo (EU, 2012).

Non a caso la Commissione Europea nel corso degli anni ha finanziato a più riprese programmi di riduzione del degrado o della povertà/deprivazione urbana, dai programmi di rinnovo ai più recenti programmi di rigenerazione urbana⁵.

Le aree destinatarie di tali programmi sono state spesso le periferie urbane, poiché, come detto, in Europa e in Italia sono tipicamente associate alle aree deprivate.

L’analisi delle principali esperienze internazionali evidenzia come la rigenerazione delle aree deprivate rientra nelle politiche di contrasto cosiddette ‘*area-based*’, cioè rivolte a specifiche aree geografiche in condizioni di svantaggio, in cui intervenire in via prioritaria.

Per l’individuazione di queste aree, molti Paesi europei fanno ricorso a criteri scientifici, spesso considerando indici compositi, utili per misurare il grado di deprivazione o di povertà urbana. Anche se manca un accordo in merito al set di indicatori di base e ai domini da considerare per la costruzione di tali indici, come meglio illustrato nel seguito, in generale questo approccio ha evidenziato come le aree più deprivate non siano necessariamente le periferie urbane – come tradizionalmente intese in senso geografico e spaziale – ma possano interessare anche parti centrali di città.

⁵ In ordine cronologico: Urban Pilot Projects (1989-1993); Community Initiatives POVERTY III (1989-1993); URBAN I (1994-1999); URBAN II (2000-2006); URBACT II (2007-2013); URBACT III (2014-2020).

Nelle aree oggetto di intervento, le azioni progettuali previste sono sia *hard measures*, cioè trasformazioni fisiche-strutturali dei quartieri o di parte di essi (ad es. demolizione, nuove infrastrutture, rigenerazione di alloggi, ecc.), sia *soft measures*, come la promozione del capitale sociale (ad es. favorire occupazione e inclusione della popolazione).

I programmi di rinnovo o di rigenerazione urbana in Europa sono anche stati oggetto di critiche, soprattutto in relazione al fenomeno della *gentrification*, ovvero l’espulsione degli abitanti originari dal quartiere oggetto di trasformazione, con il conseguente aumento di uno sviluppo irregolare dell’intera città (Smith, 1996).

Secondo la visione più recente dell’Unione Europea, per assicurare interventi efficaci occorre perseguire un approccio unitario alla rigenerazione urbana. Nel panorama delle buone prassi in UE, emerge che strategia efficace è partire da azioni prioritarie su aree urbane critiche, messe, però, sempre in relazione dinamica con l’intero organismo urbano del quale sono parte integrante, in modo da superare il rischio della frammentazione e dispersione degli interventi (Tosics, 2009; EU, 2015). In tal senso, si comprende meglio l’importanza della pianificazione urbanistica e territoriale nel definire appropriate azioni di contrasto.

1.1.4 Il panorama nazionale

In Italia, dove ancora manca una normativa nazionale sulla rigenerazione urbana e la limitazione del consumo di suolo, a partire dagli anni ‘90 si sono diffusi programmi di rinnovo urbano, noti come Programmi Urbani Complessi (Gerundo, 2000). A scala urbana, si tratta di strumenti urbanistici attuativi del Piano Regolatore Generale, mirati al contrasto sia al degrado fisico-funzionale dei quartieri urbani, sia al disagio sociale, comprendendo *hard measures* e *soft measures*, analogamente a quanto già detto per i programmi di rinnovo urbano in ambito europeo.

Per le finalità che perseguono, tali programmi prevedono una pluralità di azioni progettuali e coinvolgono molteplici soggetti, poggiandosi su finanziamenti sia pubblici che privati, motivo per cui sono definiti ‘complessi’.

In seguito a quella che è stata definita ‘stagione dei programmi complessi’, il tema è stato abbandonato nelle azioni di governo. Solo recentemente, dal 2015 al 2016, sono stati emanati due programmi straordinari, volti a fornire agli enti locali finanziamenti

pubblici da destinare ad azioni rivolte alle periferie, intese come aree urbane degradate (DPCM, 2015; DPCM, 2016).

A differenza di altri Paesi europei, in Italia non si fa generalmente ricorso a criteri scientifici per l'individuazione di aree oggetto di intervento, che viene solitamente demandata alle amministrazioni locali, in occasione della pubblicazione sporadica di bandi di finanziamento pubblico come quelli sopra menzionati.

1.1.4.1 Bando Periferie

La mancanza di criteri scientifici per l'individuazione di aree oggetto di intervento si rileva, in ambito nazionale, nel "Bando per la presentazione di progetti per la predisposizione del Programma straordinario di intervento per la riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie delle città metropolitane e dei comuni capoluogo di provincia", meglio noto come 'Bando Periferie'. Pubblicato nel 2016, è il più recente tra i programmi straordinari nazionali di supporto alle periferie, nel quale queste ultime sono definite come "le aree urbane caratterizzate da situazioni di marginalità economica e sociale, degrado edilizio e carenza di servizi" (DPCM, 2016). Tale definizione, seppur parziale, sembra riconoscere che la condizione di periferia non è necessariamente connessa ad aspetti spaziali, tuttavia l'accesso al finanziamento è riservato ai comuni capoluogo di provincia e alle città metropolitane, ai quali è demandata l'individuazione di tali aree, senza un'adeguata fase analitica, con il risultato che gli Enti coinvolti hanno variamente interpretato il concetto di "periferia", spesso presentando progetti che per lo più prevedono interventi di tipo fisico su aree a piccola scala, a volte anche puntuale, su singoli edifici (ANCI-URBAN@IT, 2017; Amadio, 2017). L'allocazione sul territorio nazionale delle risorse pubbliche, cioè, non si basa su uno studio innovativo di mappatura per individuare aree critiche prioritarie alle differenti scale, di supporto alle decisioni da attuare attraverso il sistema multiscalare della pianificazione, mentre il Bando poteva costituirsi, al contrario, come prima occasione concreta per costituire o pre-constituire una metodologia di mappatura e gestione del rischio a scala urbana e metropolitana.

1.1.4.2 Bando Aree Urbane Degradate

Il precedente bando di finanziamento analogo al Bando Periferie, pubblicato solo l’anno prima, il 26 ottobre 2015, stabilisce dei criteri analitici, seppur relativi solo al disagio sociale ed edilizio, per l’individuazione dei comuni ammessi al finanziamento.

Tale Bando, ugualmente pubblicato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, riguarda la presentazione di proposte per il Piano Nazionale, finalizzato alla “riqualificazione sociale e culturale delle aree urbane degradate”.

Ai comuni è richiesta l’elaborazione di progetti di riqualificazione costituiti da un insieme coordinato di interventi, diretti alla riduzione di fenomeni di marginalizzazione e degrado sociale, nonché al miglioramento della qualità del decoro urbano e del tessuto sociale ed ambientale.

Secondo quanto indicato dal bando, potevano essere ammessi a presentare i progetti, entro il 30 novembre 2015, soltanto i comuni aventi nel proprio territorio la presenza di aree urbane degradate, circostanza verificabile solo quando il territorio comunale presenta:

- un indice di disagio sociale (IDS) pari o superiore all’unità.
- un indice di disagio edilizio (IDE) pari o superiore all’unità.

Più precisamente, l’indice di disagio sociale è valutato come la media ponderata degli scostamenti dei valori dei seguenti indicatori dai rispettivi valori medi nazionali, secondo la formula:

$$IDS = 0,40 \cdot (DIS(i) - DISNAZ) + 0,30 \cdot (OCCNAZ - OCC(i)) + 0,15 \cdot (GIOV(i) - GIOVNAZ) + 0,15 \cdot (SCOLNAZ - SCOL(i))$$

dove:

$DIS(i)$ = tasso di disoccupazione dell’area urbana degradata;

$DISNAZ$ = tasso di disoccupazione medio nazionale;

$OCC(i)$ = tasso di occupazione dell’area urbana degradata;

$OCCNAZ$ = tasso di occupazione medio nazionale;

$GIOV(i)$ = tasso di concentrazione giovanile dell’area urbana degradata;

$GIOVNAZ$ = tasso di concentrazione giovanile medio nazionale;

$SCOL(i)$ = tasso di scolarizzazione dell’area urbana degradata;

$SCOLNAZ$ = tasso di scolarizzazione medio nazionale.

L’indice di disagio edilizio (IDE) confronta lo stato di conservazione degli edifici con il valore medio nazionale secondo la seguente formula:

$$IDE = [(ER_p + ER_m) / Tot ER] / 0,168$$

dove:

ER_p = edifici residenziali dell’area urbana degradata in pessimo stato di conservazione;

ER_m = edifici residenziali dell’area urbana degradata in mediocre stato di conservazione;

$Tot ER$ = Totale edifici residenziali dell’area urbana degradata;

0.168 = coefficiente di ponderazione corrispondente alla percentuale nazionale media degli edifici residenziali con stato di conservazione pessimo o mediocre.

Tali indici, costruiti a partire dai dati del Censimento della popolazione e delle abitazioni del 2011⁶, potevano essere rilevati anche a livello infracomunale, attraverso l’aggregazione di sezioni censuarie contigue, sempre con riferimento ai dati censuari del 2011. In tal caso, tuttavia, l’indice di disagio sociale (IDS) e l’indice di disagio edilizio (IDE) dell’area urbana degradata candidata, costituita da più sezioni censuarie contigue, dovevano essere superiori al valore medio degli stessi indici calcolati per l’intero comune.

Il DPCM del 25 ottobre 2015, rispetto al successivo, rappresenta quindi un tentativo di tradurre, anche analiticamente, nel contesto nazionale un’interpretazione delle aree urbane degradate più rispondente agli approcci internazionali e alla mutazione della geografia del degrado, seppur parzialmente con riferimento ai tradizionali indicatori di disagio sociale e degrado edilizio.

Il riferimento teorico alla base della formulazione degli indici IDS e IDE, seppur nella sua semplificazione, è rappresentato infatti da alcuni approcci e metodi usati per misurare la povertà urbana/deprivazione in ambito internazionale, descritti in dettaglio nel seguito.

⁶ L’Istituto Nazionale di Statistica ha diffuso un documento tecnico per agevolare l’identificazione delle aree oggetto del bando, dal titolo “Indicatori per il calcolo delle aree urbane degradate” (ISTAT, 2015a).

1.2 Metodi e tecniche per localizzare aree prioritarie di intervento

1.2.1 Domini, indici, indicatori

A scala regionale, la letteratura recente offre esempi di mappatura del fenomeno della periferizzazione, che viene effettuata, con riferimento ad indicatori di accessibilità e/o di marginalità economica nell'ambito delle discipline geografiche ed economiche (Copus, 2001; Eder, 2018) e ad indicatori di marginalità sociale nell'ambito delle scienze sociali (Kuhn, 2015).

Nel primo caso, emblematica in tal senso, nel contesto italiano, è la mappatura, a scala nazionale, effettuata a supporto della Strategia Nazionale delle Aree Interne.

La mappatura è effettuata con riferimento ad un indicatore di accessibilità spaziale, cioè al tempo di percorrenza necessario per raggiungere i poli urbani di offerta di alcuni servizi considerati essenziali, in particolare sanità, istruzione e mobilità. La mappatura effettuata, su base comunale, classifica i comuni italiani, all'aumentare del tempo di percorrenza dal polo più prossimo, in "poli urbani", "aree di cintura" ed aree interne, queste ultime a loro volta suddivise in "intermedie", "periferiche" ed "ultraperiferiche" (DPS, 2014). Le aree periferiche a scala regionale sono cioè intese da un punto di vista prevalentemente spaziale-geografico, anche se alla base della scelta delle "aree pilota", in cui intervenire prioritariamente nell'ambito della Strategia Nazionale delle Aree Interne, vi sono anche considerazioni di carattere socio-economico, legate al declino demografico. Tale approccio richiama quello alla base dell'individuazione delle "periferie interne" (*inner peripheries*) nell'ambito dei programmi europei per la coesione territoriale, che si basa su indicatori di perifericità spaziale e, più di recente, anche relativi ad alcune caratteristiche socio-economiche, valutando complessivamente i seguenti fattori:

- basso potenziale economico;
- scarso accesso ai servizi di interesse generale;
- bassa densità demografica e crescente declino demografico (Espon, 2017).

Nel secondo caso, emblematica è, sempre nel contesto italiano, la mappatura dell'Indice di Vulnerabilità Sociale e Materiale, a scala nazionale, definita dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT, 2018a).

Per vulnerabilità sociale e materiale, in tale rapporto, si intende l'esposizione di alcune fasce di popolazione a situazioni di rischio, inteso come incertezza della propria condizione sociale ed economica, analogamente agli approcci basati sulla vulnerabilità per misurare la povertà urbana in ambito internazionale. L'indice è costruito a partire dai seguenti indicatori di origine:

- incidenza percentuale della popolazione di età compresa fra 25 e 64 anni analfabeta e alfabeta senza titolo di studio;
- incidenza percentuale delle famiglie con 6 e più componenti;
- incidenza percentuale delle famiglie monogenitoriali giovani (età del genitore inferiore ai 35 anni) o adulte (età del genitore compresa fra 35 e 64 anni) sul totale delle famiglie;
- incidenza percentuale delle famiglie con potenziale disagio assistenziale, ad indicare la quota di famiglie composte solo da anziani (65 anni e oltre) con almeno un componente ultraottantenne;
- incidenza percentuale della popolazione in condizione di affollamento grave, data dal rapporto percentuale tra la popolazione residente in abitazioni con superficie inferiore a 40 mq e più di 4 occupanti o in 40-59 mq e più di 5 occupanti o in 60-79 mq e più di 6 occupanti, e il totale della popolazione residente in abitazioni occupate;
- incidenza percentuale di giovani (15-29 anni) fuori dal mercato del lavoro e dalla formazione scolastica;
- incidenza percentuale delle famiglie con potenziale disagio economico, ad indicare la quota di famiglie giovani o adulte con figli nei quali nessuno è occupato o è ritirato da lavoro.

Tali indicatori afferiscono a più domini, in particolare i seguenti: istruzione; struttura demografica; occupazione.

In tutti i casi, in tali mappe, prodotte a scala nazionale, l'unità spaziale minima di riferimento è il comune e non si fa generalmente riferimento al sistema multiscalare della pianificazione con riferimento alle strategie di contrasto, quanto piuttosto a politiche di intervento di carattere nazionale, coerentemente con la scala di indagine.

Come detto, c'è carenza di studi in merito alla definizione e alla mappatura dei processi di periferizzazione a scala urbana e metropolitana.

I metodi, presenti in letteratura o impiegati nella prassi, che usano criteri scientifici per individuare spazialmente aree prioritarie di intervento a tale scala, si basano su indici compositi costruiti a partire da indicatori strutturati in più domini, sia per misurare la povertà urbana, sia la già richiamata deprivazione urbana.

Questi termini sono spesso usati come sinonimi, tuttavia per maggiore chiarezza espositiva si descriveranno separatamente gli approcci per misurare la povertà urbana derivanti da quelli adoperati per quantificare la povertà in generale, dalle metodologie per stimare la deprivazione/povertà urbana.

Inoltre, il concetto di deprivazione multipla delle aree urbane, meglio chiarito nel seguito, è associato ad un altro termine, usato anch'esso come sinonimo, principalmente nel contesto extraeuropeo ma non solo, vale a dire quello di *distressed urban areas*, ossia aree urbane in difficoltà (Conway & Konvitz, 2000). Verranno quindi illustrati anche i principali criteri utili all'individuazione di tali aree secondo la letteratura in materia.

1.2.1.1 Aree caratterizzate da povertà urbana

I metodi per misurare la povertà urbana sono molteplici e fanno capo ad una vasta letteratura sul tema della povertà più in generale, ma possono essere ricondotti ad alcuni approcci principali, di seguito illustrati.

- *Misure di reddito o consumo*: si basano su dati che valutano se un individuo o una famiglia può permettersi un paniere di beni di base (tipicamente cibo, acqua per la casa, vestiti, trasporti, ecc.). Il consumo è generalmente considerato una misura migliore rispetto al reddito, perché i redditi tendono a fluttuare nel tempo, inoltre ci sono problemi di sotto-rendicontazione, soprattutto con riferimento ai redditi derivati dai privati.

- *Indice dei bisogni di base insoddisfatti*: l'indice è computato a partire da indicatori rappresentativi di diverse dimensioni di povertà, che corrispondono ai bisogni ritenuti primari per le famiglie, come l'alfabetizzazione, la frequenza scolastica, i servizi idropotabili e sanitari domestici, un alloggio adeguato, condizioni abitative di non sovraffollamento. Se una famiglia è carente in una delle categorie considerate, è classificata come avente i bisogni di base insoddisfatti.

- *Indicatori delle risorse*: una gamma di variabili descrittive dei beni di proprietà viene utilizzata per costruire un indicatore dello stato socio-economico delle famiglie. I beni considerati includono un'auto, un frigorifero, una televisione, alcune caratteristiche dell'abitazione (tipo di tetto, pavimentazione, servizi igienici) e l'accesso ai servizi di base, tra cui acqua pulita ed elettricità.

- *Vulnerabilità*: questo approccio definisce la vulnerabilità come un concetto dinamico, che fa riferimento al rischio che il nucleo familiare, o l'individuo, possano sperimentare nel tempo un episodio di povertà di reddito o legata alla salute, e la probabilità di essere esposti a una serie di altri rischi quali violenza, criminalità, disastri naturali. La vulnerabilità è misurata a partire da indicatori che consentono di valutare l'esposizione delle famiglie a tale rischio. Gli indicatori di origine includono misure di: beni fisici, capitale umano, diversificazione del reddito, collegamenti a reti, partecipazione alla rete di sicurezza formale, accesso ai mercati del credito (Backer & Schuler, 2004).

1.2.1.2 Aree urbane deprivate

Con riferimento al concetto di deprivazione, introdotto dal sociologo Peter Townsend, il Regno Unito ha una lunga tradizione in termini di misurazione del fenomeno. Ogni paese del Regno Unito ha, infatti, il proprio indice di deprivazione, ma tutti derivano da due metodologie principali, usate per calcolare, rispettivamente:

- il *Townsend Index* e i suoi successivi sviluppi;
- l'*Indice di Deprivazione* prodotto dal Dipartimento per le Comunità e il Governo Locale (DCLG).

Il *Townsend Index* è una misura della deprivazione materiale della popolazione e si basa su quattro indicatori di deprivazione: mancato possesso dell'abitazione, mancato possesso dell'automobile, disoccupazione e sovraffollamento. Tali variabili sono misurate per la popolazione di ogni area geografica del Regno Unito per la quale siano disponibili dati censuari, e combinate per costruire l'indice composito: maggiore è il valore dell'indice, più rilevante è il grado di deprivazione di una data area rispetto ad un'altra.

Tra gli indici di deprivazione, quello inglese, calcolato a partire dagli anni '70 e periodicamente aggiornato ed integrato⁷, considera il maggior numero di dimensioni di deprivazione.

⁷ Come si può leggere nell'Appendice N "Storia degli Indici di Deprivazione" della Relazione Tecnica sul calcolo dell'IMD 2015 inglese (DLGC, 2015b), è a partire dal 2000 che gli indici di deprivazione hanno tentato di misurare la deprivazione multipla rispetto a un singolo indice globale costruito combinando indici rappresentativi di domini separati. I precedenti indici (1981, 1991 e 1998) non cercavano di misurare separatamente ciascun dominio di deprivazione prima di combinare gli indicatori in un indice generale.

Il più recente *Index of Multiple Deprivation* (IMD) consente di mappare sul territorio, a scala di quartiere, il grado di deprivazione multipla, costruendo un indice composito, basato su 37 indicatori di origine (Tabella 1), organizzati in differenti domini: reddito; occupazione; istruzione, competenza e formazione; salute e disabilità; crimine; difficoltà di accesso ad alloggi e servizi; condizioni dell’ambiente/contesto di vita (DCLG, 2015a; DCLG, 2019a). Dei differenti domini sono ottenuti gli indici rappresentativi, in seguito combinati attraverso appropriati pesi, derivati sia dalla letteratura accademica sia da analisi di robustezza degli indicatori stessi (DCLG, 2015b; DCLG, 2019b), secondo la formula seguente:

$$IMD = 0.225 I_d \times 0.225 E_d \times 0.135 E_{st} \times 0.135 H_{dd} \times 0.093 C_r \times 0.093 B_{hs} \times 0.093 L_{ed}$$

dove:

I_d = Deprivazione del reddito

E_d = Deprivazione dell’occupazione

E_{st} = Istruzione, Competenza e Formazione

H_{dd} = Deprivazione della salute e disabilità

C_r = Crimine

B_{hs} = Difficoltà di accesso ad Alloggi e Servizi

L_{ed} = Deprivazione dell’Ambiente Vivente

Una volta ottenuto l’IMD, analogamente ad altri indici che a partire da questo si sono sviluppati nel tempo, non esiste una soglia predefinita nella classificazione di tale indice, superata la quale è possibile identificare quartieri deprivati o svantaggiati. Per individuare la classe delle aree altamente deprivate, a seconda dell’obiettivo per cui si utilizza la mappatura della distribuzione dell’IMD, si conviene di considerare quei quartieri che ricadono nell’ultimo decile, oppure nell’ultimo e nel penultimo (Figura 2).

Questi primi indici, inoltre, comprendevano anche un numero inferiore di indicatori. Nel 2000 ci fu quindi un tentativo di affinare sia la concettualizzazione della deprivazione multipla sia la metodologia per la costruzione degli indici, che incluse nuovi indicatori. Nei successivi aggiornamenti degli Indici di Deprivazione, il numero di domini e indicatori è aumentato man mano che più fonti di dati diventavano accessibili e la metodologia gradualmente perfezionata.

Tabella 1. Indicatori di origine per il calcolo dell’Indice di Deprivazione Multipla inglese nel 2015 e nel 2019. Fonte: Elaborazione su dati da (DCLG, 2015b; DCLG, 2019b)

DOMINIO DI DEPRIVAZIONE	INDICATORI
Reddito	<ul style="list-style-type: none"> - Adulti e bambini nelle famiglie con sostegno al reddito - Adulti e bambini in famiglie con indennità di disoccupazione - Adulti e bambini in famiglie con indennità di disoccupazione e di sostegno basate sul reddito - Adulti e bambini nelle famiglie beneficiarie di credito di pensione¹ - Adulti e bambini nelle famiglie di credito fiscale e di credito fiscale di lavoro, inferiore al 60% del reddito mediano non ancora conteggiato² - Richiedenti asilo in Inghilterra che ricevono sussidi di sussistenza, supporto per l'alloggio o entrambi.
Occupazione	<ul style="list-style-type: none"> - Richiedenti di assegno di disoccupazione, di età compresa tra i 18-59 / 64 anni - Richiedenti assegni di lavoro e indennità di sostegno, di età compresa tra i 18-59 / 64 anni - Richiedenti di indennità di inabilità, di età compresa tra i 18-59 / 64 anni - Richiedenti di indennità di disabilità grave, di età compresa tra i 18-59/64 anni - Richiedenti di indennità di accompagnamento, di età compresa tra 18-59/64 anni
Salute e disabilità	<ul style="list-style-type: none"> - Anni di potenziale vita persi - Rapporto comparativo tra malattia e disabilità - Morbosità acuta - Disturbi dell'umore e dell'ansia
Istruzione, competenze e formazione	<p><i>Sottodominio: Competenze dei bambini e dei giovani</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Raggiungimento della fase chiave 2 con punteggio medio - Raggiungimento della fase chiave 4 con punteggio medio - Assenza dalla scuola secondaria - Permanenza nel percorso di istruzione - Ingresso all'istruzione superiore

	<p><i>Sottodominio: Competenze degli Adulti</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Adulti con nessuna o bassa qualifica professionale, di età compresa tra 25-59/64 anni- Adulti con scarsa conoscenza della lingua inglese, di età compresa tra 25-59/64 anni
Crimine	<p>Tassi di crimine registrati per:</p> <ul style="list-style-type: none">-Violenza-Furto con scasso-Furto-Danno criminale
Ostacoli a Alloggio e Servizi	<ul style="list-style-type: none">-Distanza stradale da: ufficio postale; scuola elementare; emporio o supermercato; medico di base- Sovraffollamento domestico- Senzatetto- Economicità degli alloggi
Ambiente di vita	<p><i>Sottodominio: Indoor</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Percentuale di abitazioni prive di riscaldamento centralizzato sul totale delle abitazioni- Incidenza di abitazioni che non soddisfano lo standard delle 'case decenti' o in altri termini, percentuale di alloggi in cattive condizioni sul totale degli alloggi. <p><i>Sottodominio: Outdoor</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Qualità dell'aria, misura basata sui tassi di concentrazione di quattro inquinanti (biossido di azoto, benzene, anidride solforosa e particolato) in atmosfera- Incidenti stradali che comportano lesioni a pedoni e ciclisti.

¹ Il *pension credit* è una tipologia di sostegno basato sul reddito.

² La maggior parte dei paesi dell'Unione Europea traccia la soglia di povertà relativa al 60% del reddito mediano nazionale.

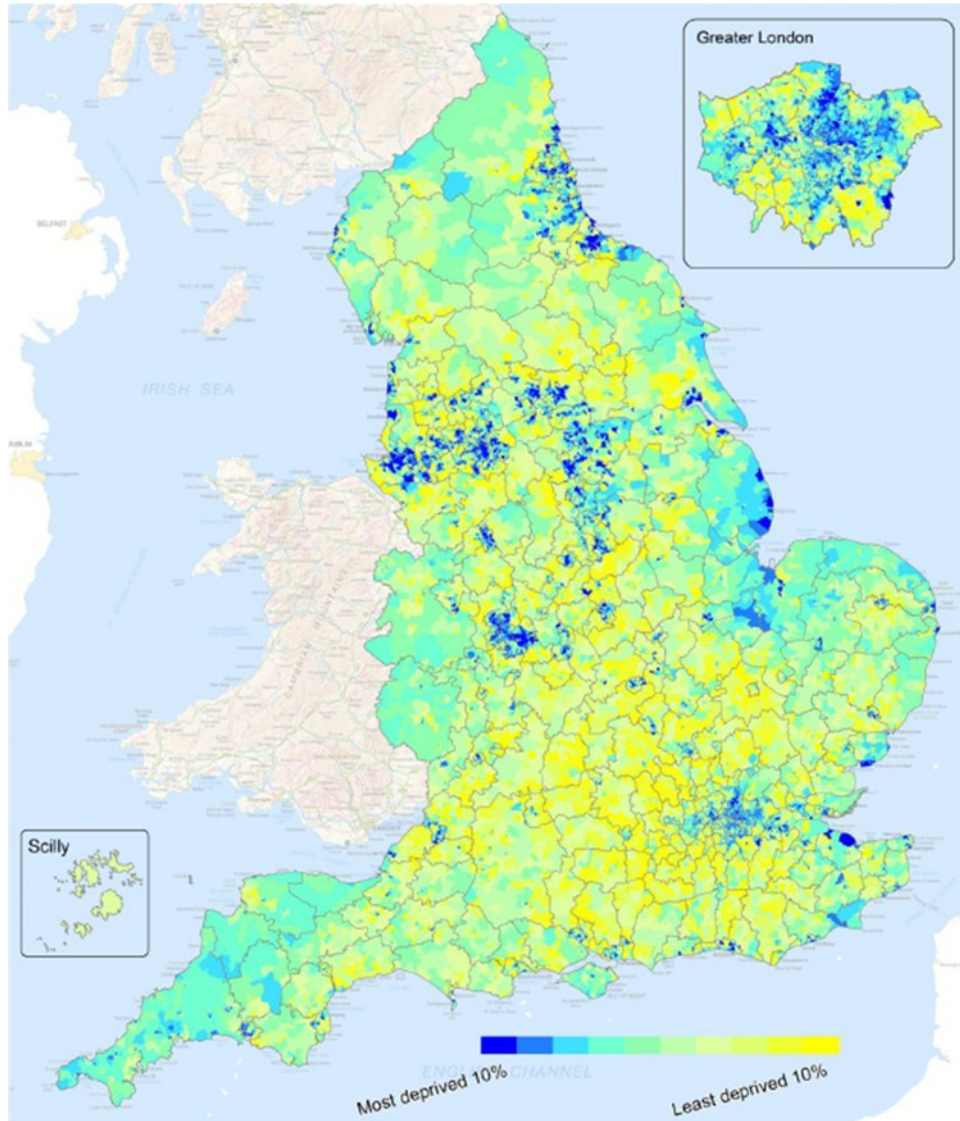


Figura 2. Distribuzione dell'Indice di Deprivazione Multipla inglese nel 2015 (DCLG, 2015a)

Aldilà del Regno Unito, si è sviluppata un'attività di ricerca finalizzata al calcolo degli indici di deprivazione e povertà urbana a scala di quartiere, estesa anche ad altri paesi

europei, alcuni dei quali hanno istituito Osservatori di Povertà/Deprivazione Urbana (Cordoba Hernandez et al, 2018).

In tutti i casi, l’idea che sottende ai metodi impiegati è che i domini o dimensioni della povertà urbana, sperimentate dagli individui che vivono in una certa area, possano essere identificate e misurate separatamente.

Dai dati raccolti dagli osservatori emerge che, tuttavia, i domini considerati, tra quelli già presi in esame nel IMD inglese, che come detto ne considera il maggior numero, variano a seconda dell’interpretazione data da ciascun Paese al concetto di deprivazione, oltre che dai dati disponibili in relazione al contesto geografico.

In particolare, emerge come gli indicatori scelti per calcolare gli indici di deprivazione attengano, per lo più, alle caratteristiche demografiche, occupazionali ed economiche della popolazione (Tabella 2).

In alcuni casi, questo tipo di analisi è integrata dal computo di indicatori descrittivi delle condizioni abitative e degli edifici, che possono ritenersi variabili *proxy* per misurare il potenziale degrado edilizio, come suggerito anche da un recente bando di finanziamento italiano (DPCM, 2015).

Nel caso dell’English IMD l’analisi riguarda anche il contesto di vita della popolazione, secondo una visione più estesa del concetto di deprivazione, che si ispira ad un approccio interpretativo della povertà urbana di tipo olistico.

Altri aspetti di maggiore interesse per la pianificazione urbanistica e territoriale, come il degrado dello spazio pubblico o la carenza di infrastrutture e servizi, sono indagati quando il fenomeno da misurare non è tanto la deprivazione/povertà urbana, quanto, più in generale, la qualità della vita, come nel caso olandese, dove le aree prioritarie di intervento vengono individuate con riferimento ad un indice, usato inversamente per individuare aree vulnerabili (Leidelmeijer et al, 2014).

Tabella 2. Criteri e indicatori per la delimitazione di aree deprivate o caratterizzate da povertà urbana. Fonte: Elaborazione su dati da Cordoba Hernandez et al, 2018

Paese	Definizione e Criteri di delimitazione delle aree	Domini
Belgio	<i>Quartieri in difficoltà</i> Sono classificati sulla base dei valori assunti da un indice socio-economico, focalizzato sulla povertà delle famiglie	Qualità edilizia; Occupazione; Istruzione; Salute

e degli individui, integrato da analisi descrittive sulla salute e l’istruzione degli individui*.

Il risultato è un indice sintetico globale, costruito a partire da quattro indici compositi sviluppati dalla combinazione di indicatori di base, rappresentativi di:

- qualità degli alloggi;
- occupazione;
- qualificazione professionale;
- salute.

*Nell’analisi sono escluse le sezioni censuarie con meno di 50 abitanti

Aree residenziali esposte

Soddisfano almeno due criteri tra i seguenti:

- Percentuale di immigrati da paesi non occidentali superiore al 50%.
- Percentuale di residenti di età compresa tra 18 e 64 anni che non studiano e non lavorano superiore al 40%.
- Numero di persone condannate per reati superiore al 2,7% del numero di residenti.
- Percentuale di residenti di età compresa tra i 30 e i 59 anni con la sola istruzione primaria maggiore del 60%.
- Il reddito medio lordo delle persone che non studiano di età compresa tra i 15 e i 64 anni è inferiore al 55% del reddito medio lordo per lo stesso gruppo nella regione.

Danimarca

Occupazione;
Istruzione;
Reddito; Crimine;
Appartenenza
etnica

Aree ghetto

Soddisfano tutti i criteri precedenti e almeno due tra i seguenti:

- Quota di popolazione con precedenti penali superiore al 2,7%.
- Quota di popolazione che non studia e non lavora superiore al 40%.
- Percentuale di immigrati da paesi non occidentali maggiore del 50%.

Oppure, soddisfano il seguente unico criterio:

- Percentuale di immigrati da paesi non occidentali maggiore del 60%.
-

Francia	<p><i>Quartieri prioritari</i> Sono quartieri in cui vivono almeno 1000 persone che soddisfano il seguente criterio: - Reddito basso in rapporto all’agglomerato urbano in cui si trova il quartiere.</p>	Reddito
Irlanda	<p><i>Quartieri deprivati</i> Quartieri classificati come svantaggiati, molto svantaggiati o estremamente svantaggiati, in base all’Indice di Deprivazione Pobal, calcolato a partire da indicatori riferiti a tre dimensioni: occupazione, istruzione e classe d’età.</p>	Occupazione; Istruzione; Struttura Demografica
Olanda	<p><i>Aree con scarsa qualità della vita</i> Sono quartieri laddove si riscontrano bassi valori dell’Indice di Qualità della vita, calcolato a partire da 100 indicatori riferiti a cinque dimensioni: abitazioni, popolazione, servizi, sicurezza, ambiente fisico.</p>	Qualità edilizia; Occupazione; Istruzione; Struttura Demografica; Crimine; Servizi; spazio pubblico
Spagna	<p><i>Aree vulnerabili</i> Sono quartieri laddove si riscontrano elevati valori dell’Indice di Vulnerabilità, calcolato a partire da 24 indicatori riferiti a quattro dimensioni: Vulnerabilità socio-demografica, Vulnerabilità socio-economica, Vulnerabilità residenziale, Vulnerabilità soggettiva.</p>	Reddito; Occupazione; Istruzione; Struttura Demografica
Romania	<p><i>Aree marginali svantaggiate</i> Si riscontrano criticità con riferimento alle seguenti dimensioni: capitale umano, che include il sottodominio istruzione; occupazione; qualità degli alloggi. Si distinguono quattro tipologie di aree marginali svantaggiate.</p> <p><i>Aree svantaggiate negli alloggi:</i> quartieri in cui una percentuale significativa di residenti vive in alloggi inadeguati, anche se molti di loro hanno una formale occupazione. Il livello di istruzione è variabile e non definisce la zona.</p>	Occupazione; Istruzione; Struttura Demografica

Aree svantaggiate nell'occupazione: aree con una concentrazione relativamente alta di residenti che non hanno un deficit di capitale umano ma non riescono a trovare un lavoro formale, indipendentemente dalle loro condizioni abitative (la qualità degli alloggi varia e non definisce la zona).

Aree svantaggiate nel capitale umano includono persone con bassi livelli di istruzione formale e livelli di occupazione variabili, ma con condizioni abitative eque tipiche delle aree urbane in Romania.

Aree urbane emarginate sono aree gravemente svantaggiate con basso capitale umano, basso livello di occupazione formale e alloggi inadeguati.

Ciò deriva da una certa eterogeneità nelle applicazioni concrete delle mappe ottenute o, in altri termini,

dipende dal rapporto di tali elaborazioni con le politiche urbane nazionali, regionali e locali. Dai dati raccolti dagli Osservatori di Povertà/Deprivazione Urbana, emerge come tali politiche possano essere così suddivise:

- *Politiche Sociali*, rivolte a soddisfare le esigenze delle comunità in termini di sicurezza, istruzione, lavoro, salute e benessere;

- *Politiche Economiche*, ad esempio la definizione dei tassi di interesse, la regolazione del livello di

spese, la creazione di diritti di proprietà privata e la determinazione delle aliquote fiscali;

- *Politiche Per la salute*, finalizzate a conseguire obiettivi sanitari specifici all'interno di una società;

- *Politiche Ambientali*, mirate a contrastare gli effetti delle attività umane sull'ambiente, e particolarmente a prevenire o ridurre gli effetti nocivi delle attività umane sugli ecosistemi;

- *Programmi di rigenerazione fisica urbana*, che mirano a invertire la rotta del declino sia migliorando la struttura fisica, sia l'economia delle aree più deprivate, usando il denaro pubblico come supporto agli investimenti privati (Cordoba Hernandez et al, 2018).

1.2.1.3 Aree urbane in difficoltà

Il termine *distress* indica la condizione per cui la vita urbana in alcune parti della città sta affrontando una recessione a causa di un qualche motivo e il suo tessuto urbano inizia a diventare *distressed*.

Il termine completo *distressed urban areas* si riferisce alle “aree in cui una interconnessione di declino sociale, economico e ambientale si verifica su una scala significativa, che danneggia la città in termini di riduzione di opportunità di lavoro, qualità dei servizi pubblici locali e altri servizi di quartiere (Conway & Konvitz, 2000). Ciò altera la crescita economica e rappresenta una minaccia per la salute pubblica, la sicurezza e il benessere. Pertanto queste aree non possono essere ricondotte ad una singola causa, piuttosto rappresentano una combinazione di circostanze ambientali, economiche e sociali che prendono forma spaziale in diverse parti dei centri urbani e dei sobborghi” (Sedghi & Nematimehr, 2016).

La determinazione dei fattori che caratterizzano tali aree (Tabella 3) è un utile passaggio che conduce alla identificazione di potenziali indicatori utili ad identificarle secondo criteri scientifici.

Dall’analisi dei fattori individuati dalla letteratura in materia quali caratterizzanti le aree urbane in difficoltà, si evince che questi si sovrappongono a quelli già descritti per le aree deprivate o caratterizzate da povertà urbana, pertanto analoghi indicatori possono essere impiegati al fine di mappare quartieri più o meno in difficoltà.

Tabella 3. Fattori che caratterizzano aree urbane in difficoltà sulla base della letteratura in materia. Fonte: Elaborazione su dati da Sedghi & Nematimehr, 2016

FATTORI	DEFINIZIONE	DOMINI
Strada di accesso	Collegamento non appropriato alla strada secondaria e principale	Accessibilità
Vulnerabilità edilizia	Condizioni degli edifici non adeguate contro i rischi naturali o tali da violare il codice edilizio	Qualità edilizia

Dimensioni dei lotti degli edifici	Dimensioni non adeguate al benessere o a consentire un agevole accesso ai servizi pubblici; Casi di progettazione di lotti irregolari	Servizi
Età degli edifici	Segni di deterioramento dovuti all'incuria prolungata; Declino fisico degli edifici	Qualità edilizia
Densità di popolazione	Adeguatezza tasso di crescita della popolazione; Popolazione non equilibrata in relazione alle infrastrutture presenti nell'area	Struttura demografica
Insicurezza	Elevato tasso di criminalità, vandalismo e sensazione di insicurezza.	Crimine
Abbandono delle abitazioni	Abitazioni vuote a causa del degrado urbano o a causa di vicini immigrati da altri paesi	Qualità edilizia; Appartenenza etnica
Partecipazione alla forza lavoro	Condizione di potere finanziario delle famiglie per soddisfare i bisogni fondamentali e partecipazione; Rapporto dei lavoratori in famiglia in base al numero dei familiari	Occupazione
Tipo di occupazione	Presenza di lavoratori stagionali o con lavoro saltuario senza pensione o assicurazione	Occupazione
Livello di reddito	Scarso importo di denaro guadagnato ogni mese; presenza di impiegati in lavori a bassa retribuzione	Reddito
Proprietà	Il tipo di proprietà degli immobili	Qualità edilizia
Rendita	Il valore dei terreni e delle proprietà indica la classe sociale degli abitanti e il loro potere finanziario	Reddito
Tasso di rinnovo	Assenza di incentivi alla ricostruzione per migliorare gli ambienti di vita;	Qualità edilizia

	Basso tasso di rinnovo degli edifici nella zona	
Discariche di rifiuti	Accumulo di rifiuti in strada, in luoghi non pianificati a tal fine; Vista di ambienti sporchi che riducono la qualità dell’area e la speranza di miglioramento	Gestione dei rifiuti
Strutture inquinanti	Presenza di servizi indesiderabili intorno all’area di residenza che contaminano l’ambiente; Presenza di strutture fonte di inquinamento atmosferico e acustico che crea fastidio e minaccia la salute dei cittadini	Inquinamento atmosferico
Servizi idro-potabili e sanitari	Assenza di bisogni primari quali acqua salubre e allaccio alla rete fognaria	Qualità edilizia

1.2.2 Combinazione degli indicatori e visualizzazione dei risultati

In generale, per calcolare gli indici compositi di deprivazione/povertà urbana, nello sfondo metodologico generale proposto dal Joint Research Centre (Box 1) e nel mosaico dei molteplici metodi di combinazione degli indicatori (OECD, 2008), si usano prevalentemente metodi statistici, come l’analisi fattoriale, la regressione e lo *shrinkage* (Cordoba Hernandez et al, 2018).

Comune agli approcci per calcolare tali indici è la mancanza di valori soglia entro cui classificarli, allo scopo di definire livelli più o meno severi di deprivazione.

In quasi tutti gli studi menzionati per calcolare gli indici compositi di deprivazione/povertà urbana, le informazioni di partenza fanno riferimento a dati censuari, mentre l’unità minima spaziale di riferimento per la mappatura è il quartiere. In tutti i casi, i sistemi informativi geografici (GIS) costituiscono un supporto indispensabile per gestire la gran mole di dati relativi al set di indicatori. Inoltre, essi

consentono di associare i dati alle unità spaziali scelte e, quindi, di visualizzare su mappe sia le informazioni di partenza che le elaborazioni successive.

In tale contesto, alcuni stati membri, come Francia, Regno Unito, Spagna e Olanda, hanno sviluppato specifici *webgis*, ossia strumenti che consentono alle autorità locali e ai cittadini di visualizzare liberamente in rete le mappe rappresentative degli indicatori di deprivazione o povertà urbana, a livello di distretto sub-cittadino (SCD). Tali mappe interattive consentono di identificare i quartieri più deprivati o di confrontare gli indicatori a livello di SCD con le medie nazionali o regionali (Figura 3, Figura 4).

Nel contesto geografico nazionale, sono selezionati come *best practices* alcuni studi che propongono approcci basati su criteri scientifici per identificare aree prioritarie di intervento, con riferimento all’attuazione di programmi di rinnovo o rigenerazione urbana.

In tali studi, sono scelti alcuni tra i tradizionali indicatori di povertà urbana, con riferimento al disagio sociale ed abitativo, mentre le aree prioritarie sono ricercate facendo ricorso ai seguenti metodi: tecniche di autocorrelazione spaziale, applicate ai casi dei comuni di Bari e di Taranto (Murgante et al, 2012); analisi integrate multicriteri-*fuzzy*, sperimentate per la città di Bari (Rotondo et al, 2008), sulla base dell’approccio *fuzzy* proposto per la misura della povertà (Cheli et al, 1995).

Anche in tali studi, sulla scorta degli approcci internazionali, i dati di input sono per lo più censuari, e l’unità minima spaziale di riferimento per la mappatura è il quartiere.

Sempre in Italia, emerge la recente esperienza della Città metropolitana di Bologna, che mira alla costruzione di una mappa di fragilità, rappresentativa della variazione, per ogni comune appartenente al confine metropolitano, di un indice sintetico di vulnerabilità, ottenuto a partire da indicatori di origine rappresentativi dei tre domini rispettivamente demografico, sociale ed economico (Città metropolitana di Bologna, 2017). La mappa è stata ottenuta anche per il singolo comune di Bologna, a scala di quartiere, considerando come unità spaziale di riferimento la sezione censuaria, nell’ambito del Piano di innovazione urbana della città (Comune di Bologna, 2015).

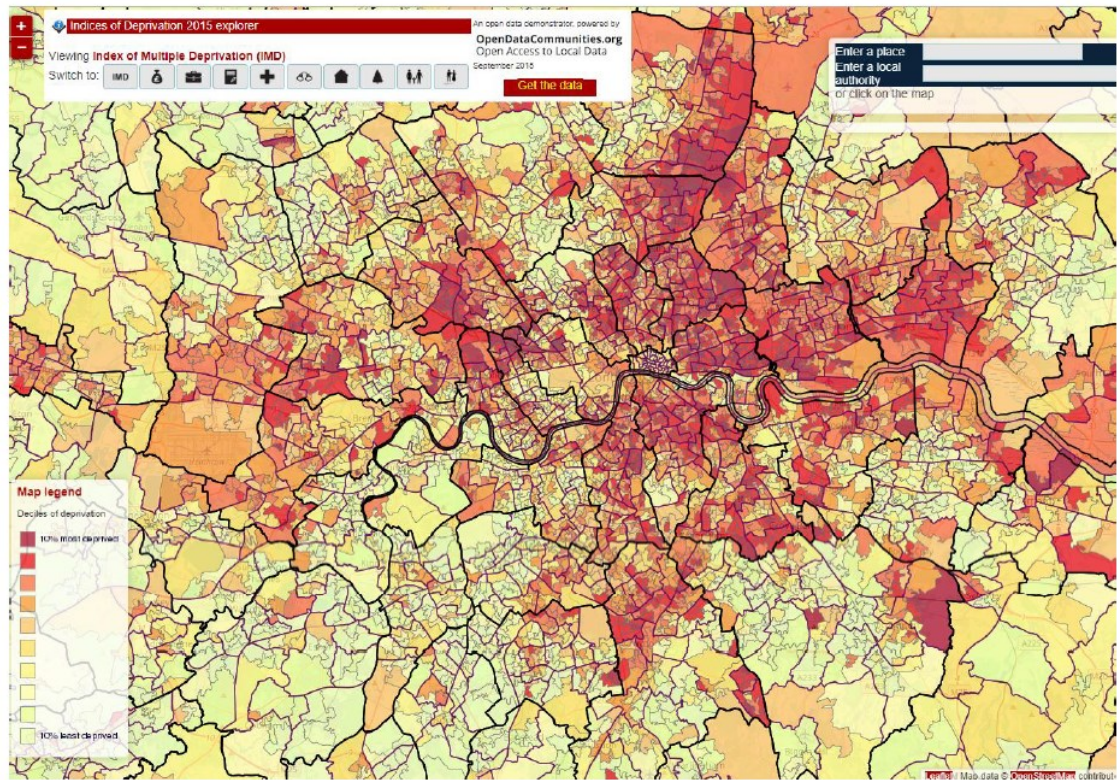


Figura 3. Stralcio della Mappa online dell'Indice di Deprivazione Multipla inglese relativo alla città di Londra. Fonte: <http://dclgapps.communities.gov.uk/imd/idmap.html>

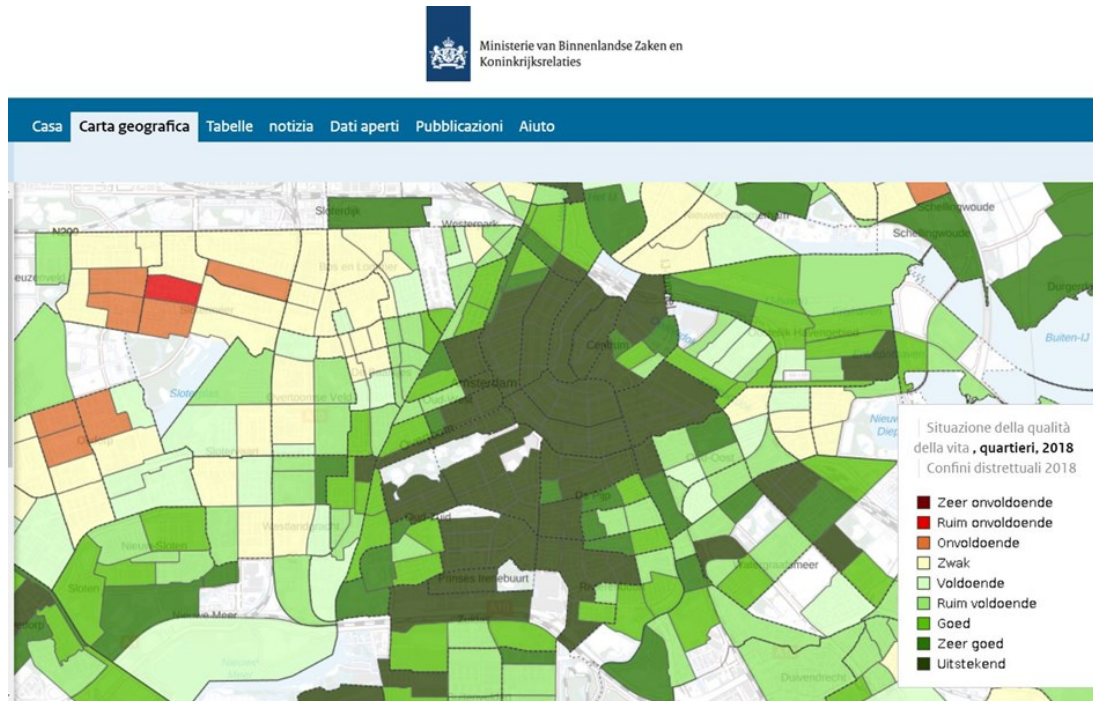


Figura 4. Stralcio della mappa online dell'Indice di Qualità della vita olandese relativo alla città di Amsterdam. Fonte: <https://www.leefbaarometer.nl/home.php>

Box 1. Principali fasi nella costruzione di un indice composito.

Fonte: testo tratto da “COMIC – Guida all’uso”, Istituto Nazionale di Statistica, 2017 (ISTAT, 2017).

Un indice sintetico, o indice composito, è una combinazione matematica di un insieme di indicatori (variabili) che rappresentano le diverse componenti di un concetto multidimensionale da misurare.

Generalmente, un indice sintetico dovrebbe essere basato su un quadro teorico che consenta di selezionare, combinare e pesare gli indicatori elementari. Tuttavia, la sua costruzione non è semplice e, spesso, richiede una serie di decisioni e scelte metodologiche.

Secondo il Joint Research Centre (JRC) la procedura per costruire un indice sintetico prevede i seguenti passi (OECD, 2008):

1) Definizione del fenomeno da misurare.

La definizione dovrebbe fornire un senso chiaro di ciò che si intende misurare con l’indice sintetico. Un aspetto fondamentale riguarda l’identificazione del modello di misurazione, per il quale si distinguono due diversi approcci:

- *Modello riflessivo*, se gli indicatori sono visti come ‘effetto’ del fenomeno da misurare, per cui un cambiamento nella variabile latente si riflette in un cambiamento degli indicatori osservati;
- *Modello formativo*, se gli indicatori sono visti come ‘causa’ del fenomeno da misurare, per cui un cambiamento nella variabile non implica necessariamente un cambiamento di tutti gli indicatori osservati.

2) Selezione di un gruppo di indicatori elementari.

La forza e la debolezza di un indice sintetico riflettono la qualità degli indicatori elementari. Gli indicatori dovrebbero essere selezionati in base alla loro rilevanza, validità e disponibilità di dati (temporale e spaziale). La fase di selezione è il risultato di un compromesso tra possibili ridondanze e perdita di informazione. Un approccio statistico alla scelta degli indicatori consiste nel calcolare le correlazioni tra potenziali indicatori e includere quelli meno correlati tra loro. Tuttavia, il processo di selezione dipende dal modello di misurazione adottato: in un *modello riflessivo*, tutti gli indicatori devono essere correlati tra loro, mentre in un *modello formativo* possono non esserlo.

3) Normalizzazione degli indicatori elementari.

La normalizzazione ha lo scopo di rendere gli indicatori comparabili in quanto essi, spesso, sono espressi in unità di misura diverse e polarità differenti. Pertanto, è necessario invertire la polarità, laddove necessario, e trasformarli in numeri puri, adimensionali.

Esistono vari metodi di normalizzazione, tra cui: Min-Max; Media indici 0-1; Media z-scores; Indice di Jevons statico e dinamico; Mazziotta-Pareto Index (MPI); Adjusted Mazziotta-Pareto Index (AMPI) o MPI corretto; Indice media geometrica (IMG).

4) Aggregazione degli indicatori normalizzati.

Tale fase consiste nella combinazione di tutte le componenti per formare l'indice sintetico (funzione matematica) e richiede la definizione di un sistema di ponderazione e l'identificazione della tecnica di sintesi. Il sistema di ponderazione consiste nell'assegnare dei pesi agli indicatori, derivanti dalla letteratura o da analisi di robustezza degli indicatori. Per quanto riguarda la tecnica di sintesi, si distinguono due approcci:

- *approccio compensativo*, se gli indicatori elementari sono considerati sostituibili; in tal caso, si adottano delle funzioni lineari, come la media aritmetica;
- *approccio non compensativo*, se gli indicatori elementari sono considerati non sostituibili; in tal caso, si adottano delle funzioni non lineari in cui si tiene conto, implicitamente o esplicitamente, dello sbilanciamento tra i diversi valori, in termini di penalizzazione.

5) Validazione dell'indice sintetico.

Consiste nel verificare che l'indice sintetico sia coerente con il quadro teorico generale. In particolare, occorre valutare la capacità dell'indice di produrre risultati stabili e corretti (Analisi di Sensitività e/o di Robustezza) e la sua capacità discriminante.

1.3 Questioni aperte e obiettivi

1.3.1 Valutazioni di sintesi sullo stato dell’arte

I trend di urbanizzazione e socio-economici in atto a livello globale hanno reso complesso individuare spazialmente le aree urbane che presentano condizioni di degrado, non più riconoscibili, come tipicamente avvenuto in Europa e in Italia, nelle periferie, quartieri nati ai margini delle città storiche a partire dal dopoguerra.

Piuttosto è opportuno parlare di periferizzazione, più che di periferie, cioè di un processo dinamico che produce periferie, intese quali spazi che presentino una condizione di degrado a prescindere dalla loro più o meno accentuata prossimità ai centri urbani e che risultino riconoscibili a differenti scale di osservazione: dalla macro-scala nazionale alla micro-scala dei quartieri urbani.

A scala urbana e metropolitana, in particolare, dalla ricognizione della letteratura sul tema è emerso come tale condizione è intesa sia in senso spaziale, con riferimento alle aree di interfaccia urbano-rurale, nelle quali il rischio individuato è connesso al fenomeno dello *sprawl* e al consumo di suolo; sia in senso a-spaziale, con riferimento alle aree deprivate, in cui il rischio individuato è connesso alla scarsa qualità del patrimonio architettonico, alla carenza di servizi e alla ridotta qualità della vita per la popolazione, più in generale al concetto multidimensionale di *povertà urbana* o di *deprivazione*.

In generale a tali processi sono cioè associati rischi che minano lo sviluppo sostenibile, come dichiarato nella Nuova Agenda Urbana, adottata dall’ONU sulla base dell’Agenda 2030, in cui si riconosce alla pianificazione urbanistica un ruolo chiave nell’inversione di tali processi.

A partire dagli anni ‘90 nei paesi sviluppati, tra cui l’Italia, si sono diffusi strumenti urbanistici per il contrasto al degrado delle aree urbane sostenuti da finanziamenti pubblici, noti come programmi urbani complessi. Si tratta di strumenti attuativi mirati al contrasto del degrado sia fisico e funzionale o del degrado sociale, che coinvolgono molteplici soggetti e si basano su una pluralità di interventi.

La Commissione Europea ha finanziato tali programmi a più riprese e di recente incentiva progetti di rigenerazione delle aree urbane deprivate al fine di ridurre la povertà urbana e l’ulteriore consumo di suolo.

A differenza di altri Paesi europei, in Italia non si fa generalmente ricorso a criteri scientifici per l'individuazione di aree oggetto di intervento, che viene solitamente demandata alle amministrazioni locali, in occasione della pubblicazione sporadica di bandi di finanziamento pubblico come quelli sopra menzionati.

I metodi, presenti in letteratura, che usano criteri scientifici per individuare spazialmente aree prioritarie di intervento, si basano su indici composti costruiti a partire da indicatori strutturati in più domini, sia per misurare la povertà urbana, sia la già richiamata deprivazione urbana.

Il più recente *english Index of Multiple Deprivation* (IMD) consente di mappare sul territorio, a scala di quartiere, il grado di deprivazione, costruendo un indice composto, basato su 37 indicatori, organizzati in differenti domini: reddito; occupazione; istruzione, competenza e formazione; salute e disabilità; crimine; difficoltà di accesso ad alloggi e servizi; condizioni di vita. Dei differenti domini sono ottenuti gli indici rappresentativi, in seguito combinati attraverso appropriati pesi, derivati sia dalla letteratura sia da analisi di robustezza degli indicatori stessi.

Una volta ottenuto l'IMD, analogamente ad altri indici che a partire da questo si sono sviluppati nel tempo, non esiste una soglia predefinita nella classificazione di tale indice, superata la quale è possibile identificare quartieri deprivati o svantaggiati.

Aldilà del Regno Unito, infatti, si è sviluppata un'attività di ricerca finalizzata al calcolo degli indici di deprivazione e povertà urbana, estesa anche ad altri paesi europei, alcuni dei quali hanno istituito *Urban Deprivation/Poverty Observatories*. Dai dati raccolti dagli osservatori emerge che, tuttavia, i domini considerati, tra quelli già presi in esame nel IMD, variano a seconda dell'interpretazione data da ciascun Paese al concetto di deprivazione, oltre che dai dati disponibili in relazione al contesto geografico.

In particolare, emerge come gli indicatori scelti per calcolare gli indici di deprivazione attengano, per lo più, alle caratteristiche demografiche, occupazionali ed economiche della popolazione. Conseguentemente le dimensioni più indagate sono relative a struttura demografica; occupazione e reddito.

In alcuni casi, questo tipo di analisi è integrata dal computo di indicatori descrittivi delle condizioni abitative e degli edifici, che possono ritenersi variabili *proxy* per misurare il potenziale degrado edilizio, come suggerito anche da un recente bando di finanziamento italiano.

Nel caso dell'English IMD l'analisi riguarda anche il contesto di vita della popolazione, secondo una visione più estesa del concetto di deprivazione che si ispira ad un approccio interpretativo della povertà urbana di tipo olistico.

Altri aspetti di maggiore interesse per la pianificazione urbanistica e territoriale, come il degrado dello spazio pubblico o la carenza di infrastrutture e servizi, sono indagati quando il fenomeno da misurare non è tanto la deprivazione/povertà urbana, quanto, più in generale, della qualità della vita, come nel caso olandese, dove le aree prioritarie di intervento vengono individuate con riferimento ad un indice, usato inversamente per individuare aree vulnerabili.

In generale, per calcolare tali indici si usano differenti metodi statistici, come l'analisi fattoriale, la regressione e lo *shrinkage*.

Alcuni ricercatori italiani, che propongono criteri scientifici per identificare aree prioritarie di intervento, hanno usato tradizionali indicatori di povertà urbana, con riferimento al disagio sociale ed abitativo, e fatto ricorso a differenti metodi: tecniche di autocorrelazione spaziale, applicate ai casi dei comuni di Bari e di Taranto; analisi integrate multicriteri-*fuzzy*, sperimentate per la città di Bari, sulla base dell'approccio *fuzzy* proposto per la misura della povertà.

In quasi tutti gli studi menzionati, le informazioni di partenza fanno riferimento a dati censuari, mentre l'unità minima spaziale di riferimento per la mappatura è il quartiere.

In tutti i casi, i sistemi informativi geografici (GIS) costituiscono un supporto indispensabile per gestire la gran mole di dati relativi al set di indicatori. Inoltre, essi consentono di associare i dati alle unità spaziali scelte e, quindi, di visualizzare su mappe sia le informazioni di partenza che le elaborazioni successive.

1.3.2 Limiti degli approcci esistenti

Dalla ricognizione sullo stato dell'arte effettuata, emergono alcune questioni aperte:

- 1) manca un accordo in merito al set di indicatori più idoneo per costruire indici utili ad individuare aree prioritarie di intervento;
- 2) le dimensioni più frequentemente indagate riguardano il disagio sociale e abitativo, trascurando gli aspetti legati alla configurazione e composizione del tessuto urbano oggetto degli studi di pianificazione sostenibile;

- 3) non sono ben stabiliti valori soglia, entro cui classificare indicatori ed indici compositi, superati i quali è possibile identificare aree in cui intervenire prioritariamente;
- 4) con riferimento alle azioni di rimedio da attuare attraverso la pianificazione urbanistica e territoriale, la pianificazione strategica di area vasta, o anche multi-scalare, è spesso trascurata, focalizzando l’attenzione sui programmi di rigenerazione urbana.

In relazione al primo e al secondo punto, ciò è strettamente correlato all’assenza di una definizione unitaria del concetto di periferia urbana o di area degradata/deprivata.

Con riferimento al terzo punto, è stato già osservato, a proposito della valutazione della sostenibilità urbana, come il problema principale dei metodi basati su indicatori, oltre alla disponibilità dei dati necessari per misurarli, è la soggettività della classificazione dei valori degli indici ottenuti, quando manchino ben stabiliti valori soglia (Gasparatos, 2012).

In Italia, inoltre, l’assenza del supporto di criteri scientifici, nell’individuazione delle aree oggetto di intervento, pone il rischio di intervenire in aree non prioritarie con conseguente spreco di risorse pubbliche. Il risultato è che, nella prassi, in un quadro di scarsità di risorse che caratterizza gli enti locali, gli interventi di rigenerazione urbana non sono rivolti prioritariamente ad aree che presentino una significativa compresenza dei fattori di degrado, ma si traducono in singole e scollegate operazioni edilizie, a piccola scala e guidate dalla prevalente convenienza immobiliare. Ciò è imputabile al fatto che tali operazioni sono spesso indipendenti dalla pianificazione urbanistica e, ancora di più, da quella strategica di area vasta, alla quale si attribuisce sempre minore importanza, ricollegandosi al quarto punto. Considerando, invece, l’intermunicipalità di tali processi, appare necessario che la pianificazione risponda ai diversi livelli in cui opera, a partire proprio dall’area vasta. Inoltre, con riferimento alla scala urbana, la scelta da parte dei decisori dell’alternativa progettuale di rigenerazione da attuare deve essere informata dalla conoscenza dei livelli di rischio preesistenti e orientata verso la soluzione che ne massimizzi la riduzione, coerentemente con le strategie di area vasta. D’altro canto, nella nuova geografia urbana, risulta problematico disegnare una mappa che distingua nettamente le periferie dai centri e i diversi livelli e gradi di periferizzazione (Indovina, 2015), per cui è necessario approntare metodologie capaci di gestire tale complessità, allo scopo di individuare aree prioritarie di intervento.

1.3.3 Obiettivi del lavoro

Il principale obiettivo del lavoro di tesi è proporre una metodologia innovativa per l'individuazione di aree degradate, periferiche o centrali, prioritarie di intervento in sistemi urbani e metropolitani complessi, sia per l'estensione e diramazione del tessuto urbano che per la presenza di problematiche in campo ambientale, economico e sociale. A tale fine, la ricerca propone un nuovo approccio basato sulla teoria del rischio territoriale, per cui le aree prioritarie sono intese essere quelle a più elevato rischio di periferizzazione, come risultanti dalla mappa del rischio, che rappresenta uno strumento di supporto alle decisioni, in merito alle azioni di mitigazione da porre in essere attraverso la pianificazione urbanistica e territoriale, a partire dall'area vasta.

In questa cornice, ulteriore obiettivo è definire un set di indicatori, strutturati in differenti dimensioni, per misurare la vulnerabilità urbana al rischio di periferizzazione nel contesto geografico italiano, affrontando il problema della mancanza di criteri ben stabiliti per la classificazione degli stessi.

Ulteriore obiettivo del lavoro è definire un modello di mitigazione del rischio a scala urbana, con riferimento alla pianificazione di interventi di rigenerazione nelle aree prioritarie individuate dalla mappa del rischio, in accordo con le più recenti raccomandazioni internazionali.

**CAPITOLO 2: DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI
VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI PERIFERIZZAZIONE
IN AREA VASTA**



2.1 Approccio metodologico

2.1.1 Definizioni generali di rischio territoriale

Nella letteratura scientifica consolidata, con il termine *rischio territoriale*, si intende la probabilità che un determinato fenomeno, sia esso naturale o dipendente dall'attività antropica, superata una determinata soglia, produca delle perdite in termini di vite umane, o di beni ovvero danni economici su un certo territorio. Tale rischio è espresso dal prodotto di tre fattori: la pericolosità, la vulnerabilità, e l'esposizione o, in altri termini, il valore degli elementi esposti sul territorio.

La *pericolosità* costituisce la probabilità che un determinato fenomeno, naturale o indotto dall'attività antropica (frana, terremoto, incidente di natura tecnologica), si verifichi in un dato territorio e in un dato intervallo di tempo, con una certa intensità.

La *vulnerabilità territoriale* viene identificata come "l'insieme della popolazione, delle costruzioni, delle infrastrutture, delle attività economiche, dell'organizzazione sociale, ecc., che, esposto al pericolo, può subire danni materiali ed economici in funzione dell'intensità dell'evento o del fenomeno naturale" (Gerundo & Fasolino, 2010).

Il *valore degli elementi esposti sul territorio* si riferisce al danno che viene prodotto sull'insieme di tali elementi, cioè sulle persone e i beni presenti.

Un altro modo, generalmente condiviso, di definire la vulnerabilità, descrive quest'ultima come l'inverso della capacità intrinseca degli elementi a rischio di resistere all'evento in considerazione. Gli elementi a rischio corrispondono ai beni esposti, vale a dire la popolazione, i beni materiali, le infrastrutture, ecc., potenzialmente soggetti agli effetti dei disastri (Fera, 1991).

Il concetto di rischio territoriale scaturisce, quindi, da una pericolosità, in grado di produrre danni sull'uomo e il suo sistema insediativo, che risultano più o meno vulnerabili. Tali considerazioni si traducono, in termini analitici, nella definizione di rischio data dall'*Organizzazione delle Nazioni Unite per l'educazione, la scienza e la cultura* (Unesco) nel 1972, espressa come segue:

$$R = H V E$$

dove:

R = rischio, *risk*

H = pericolosità, *hazard*

V = vulnerabilità, *vulnerability*

E = esposizione, *exposure*

In termini più completi, il rischio può essere definito anche mediante la seguente espressione, elaborata dall'*United Nations Disaster Relief Office* (Undro) nel 1979:

$$R = H \times V \times E$$

In tale espressione il segno \times può essere considerato sia come moltiplicatore matematico, nel senso che se una componente è nulla, il rischio si annulla, sia come operatore indicante una convoluzione dei fattori di rischio. Da tale affermazione si comprende anche la differenza tra rischio e pericolosità, talvolta fraintesa. Ciò che distingue il rischio dalla pericolosità, che si identifica come la sorgente di rischio, è che nel rischio si tiene conto e si quantifica la probabilità che si verifichi un certo danno come risultato dell'esposizione a un pericolo di beni più o meno vulnerabili.

Il danno, nello specifico, può essere valutato come:

$$D = V E$$

dove:

D = danno potenziale

V = vulnerabilità, intesa come l'inverso della capacità degli elementi a rischio di resistere all'evento in considerazione

E = esposizione degli elementi a rischio, in termini di persone e beni

In condizioni di antropizzazione nulla o non significativa, il *rischio* può essere considerato nullo, in quanto viene a mancare l'esposizione di persone o beni e la relativa vulnerabilità di questi ultimi.

In Italia, nella letteratura tradizionale in materia di pianificazione urbanistica e gestione dei rischi territoriali, che riguarda principalmente i rischi connessi ad eventi catastrofici e in particolare quelli sismici, si denuncia un'attenzione preponderante all'analisi della componente *pericolosità* nella valutazione del rischio, mentre le altre due componenti spesso non sono abbastanza approfondite e indagate in maniera strutturata. Per quanto riguarda la *vulnerabilità*, in particolare, emerge come essa sia studiata per lo più con

riferimento alle caratteristiche fisico-strutturali di singoli edifici o infrastrutture in relazione ai pericoli esaminati. Tuttavia, più di recente tale concetto di vulnerabilità fisica è stato arricchito con l'introduzione della nozione di *vulnerabilità sistemica*, intesa come insieme delle caratteristiche funzionali e spaziali di un sistema urbano e territoriale, responsabili della risposta globale del sistema stesso ad un pericolo (Caldaretti et al, 1987; Cremonini, 1994; Fabietti, 1999).

Anche il concetto di danno è stato in seguito sviluppato, sia in termini causali, distinguendo tra danni *diretti* e *derivati*⁸, che temporali, individuando danni *immediati*, a *medio termine* e a *lungo termine*. In tale ultimo caso si parla anche di *danno differito*, definito come una perdita di efficacia ed efficienza della città nell'intervallo temporale tra la catastrofe e il riequilibrio (Las Casas, 2005). Quanto più tale intervallo di tempo è lungo, tanto meno la città sarà stata *resiliente*, capace cioè di far fronte alle conseguenze dell'evento catastrofico e di tornare alla condizione di equilibrio pre-evento (Tilio et al, 2012). Le più recenti raccomandazioni internazionali, in materia di gestione dei rischi territoriali per la riduzione dei disastri, evidenziano come sia necessaria la conoscenza del rischio in tutte le sue componenti per una efficace gestione del rischio stesso (UNISDR, 2015).

2.1.2 Definizione dell'equazione del rischio di periferizzazione

A partire dall'espressione generale di rischio territoriale si sono sviluppate molteplici formulazioni di rischio, a seconda del contesto disciplinare in cui tale concetto viene elaborato⁹. In tal senso, un fattore non trascurabile è rappresentato dall'origine del

⁸ I danni diretti producono conseguenze immediate dell'evento avverso, convenzionalmente espresse in termini di letalità e di danni economici complessivi. I danni derivati sono invece quelli prodotti indirettamente dall'evento avverso: sono esempi i danni agli impianti di depurazione e ai sistemi di distribuzione dell'acqua o dell'energia elettrica prodotti da crolli che, a loro volta, comportano ulteriori conseguenze. I danni immediati si verificano contestualmente all'evento. Per danni a medio termine si intendono generalmente quelli ascrivibili ad un periodo entro l'anno dall'evento catastrofico. Quelli a *lungo termine* si verificano su tempi più dilatati e si considerano esauriti quando sia stato ripristinato lo *status quo ante*, ossia precedente all'evento (Gerundo & Fasolino, 2010).

⁹ Aldilà dei rischi tradizionalmente indagati, per lo più connessi ai disastri di origine naturale, è possibile individuare una molteplicità di rischi territoriali, riguardanti cioè i territori antropizzati, al punto che è

rischio di volta in volta esaminato, o, in altri termini, dal suo maggiore o minore grado di naturalità o di antropicità.

Oggi non è semplice, infatti, distinguere i rischi prettamente naturali dai rischi antropici, cioè i rischi completamente indipendenti dall'intervento umano sulla natura da quelli dipendenti da tale manipolazione antropica. Tuttavia, per gli scopi del lavoro di tesi, è sicuramente utile fare riferimento alla classificazione proposta da Giddens, che distingue due tipi di rischio:

- rischio esterno o *external risk*, inteso come un rischio proveniente dall'esterno, dagli elementi fissi della natura e della tradizione;
- rischio costruito o *manufactured risk*, inteso come il rischio riconducibile all'impatto della conoscenza manipolatoria dell'uomo sul mondo (Giddens, 1999).

La definizione dell'equazione del rischio di periferizzazione è da effettuarsi con riferimento allo scopo della valutazione¹⁰, che è tesa a identificare aree prioritarie di

difficile operarne una classificazione. Posta tale consapevolezza, una tassonomia di massima proposta nella letteratura rilevante sul tema è la seguente:

- 1) Naturali;
- 2) *Natech* (pericoli naturali che provocano disastri tecnologici);
- 3) Antropici.

In alternativa, un'altra classificazione vede i rischi classificati in:

- 1) Naturali (eruzioni vulcaniche, terremoti, inondazioni, ...);
- 2) Tecnologici (guasto diga, incidente aereo, incidente stradale, ...);
- 3) Per la salute (AIDS, epidemie, radioattività, ...);
- 4) Sociali (povertà, guerra, terrorismo, ...) (Proske, 2008).

¹⁰ La valutazione del rischio, o *Risk Assessment*, è generalmente un procedimento che si articola in più fasi, differenti a seconda del rischio specifico da valutare. Nel caso in esame, si ritiene particolarmente utile fare riferimento alla definizione generale proposta dal Centro Canadese per la salute e la sicurezza sul lavoro (CCOHS), anche se non espressamente costruita per i rischi territoriali. Secondo tale definizione, la valutazione del rischio è un processo costituito dalle seguenti fasi:

- 1) Identificazione del pericolo o *Hazard Analysis*, in cui identificare, classificare e caratterizzare pericoli e fattori di rischio che possono causare danni;
- 2) Analisi del rischio o *Risk Analysis*, che include la stima del rischio secondo differenti livelli e costituisce la base per la definizione delle azioni di controllo del rischio.

Secondo il CCOHS, infatti, alla valutazione del rischio segue la fase di controllo del rischio o *Risk Control*, in cui occorre stabilire modi appropriati per eliminare il pericolo o controllare il rischio quando il pericolo non può essere eliminato. Tale fase può comprendere anche il monitoraggio delle azioni implementate per controllare il rischio e la ri-valutazione del rischio stesso.

intervento, laddove, cioè, si possa verificare una compresenza di condizioni di degrado o deprivazione di varia natura.

Integrando i diversi approcci indagati nello stato dell'arte, quindi considerando sia gli aspetti spaziali che a-spaziali, si assume che la condizione di "periferia" riguardi le aree che, a prescindere dalla loro localizzazione rispetto al centro urbano, siano interessate dalle seguenti caratteristiche: diseguaglianze socio-economiche e demografiche; scarsa qualità del patrimonio edilizio; carenza di servizi; spazi sottoutilizzati o abbandonati; configurazione e composizione del tessuto urbano tale da favorire il consumo di suolo; degrado dell'ambiente urbano.

Il rischio di periferizzazione è, quindi, inteso come il rischio che un'area urbana o metropolitana possa essere interessata da tale condizione, in parte o interamente, con riferimento a quattro principali dimensioni o domini: sociale, edilizio, urbanistico ed ambientale.

Relativamente a tali domini, i beni esposti sono rappresentati, nell'ordine: dalla popolazione; dagli edifici; dal tessuto urbano, nel quale i primi due sono inseriti; dall'ambiente urbano¹¹. La vulnerabilità è intesa quale espressione della maggiore o minore propensione dei beni esposti al degrado, derivante da alcune caratteristiche endogene di questi ultimi, ed afferisce ai suddetti domini, per cui si scompone, a sua volta, in Vulnerabilità Sociale, Edilizia, Urbanistica ed Ambientale.

Ai fini della valutazione della pericolosità, è stata condotta una *hazard analysis*, da cui è emerso come tale rischio non sia associato ad un pericolo specifico, al verificarsi di un determinato evento, come nel caso dei rischi naturali e tecnologici (Gerundo & Fasolino, 2010; Gerundo, Grimaldi & Marra, 2016), ma ad una molteplicità di cause, ritenute dalla letteratura avere conseguenze in termini di degrado sociale, edilizio, urbanistico ed ambientale. La quantificazione di tali cause fa capo a differenti discipline. Inoltre, per alcuni *hazard* risultano necessari ulteriori studi per validare le effettive relazioni di causalità (Conway & Konvitz, 2000).

Tuttavia, in relazione all'obiettivo della valutazione, è ragionevole assumere che ad elevati valori di intensità della Vulnerabilità Complessiva (V), data dalla combinazione di Vulnerabilità Sociale (V_s), Edilizia (V_b), Urbanistica (V_u) ed Ambientale (V_e),

¹¹ Per ambiente urbano si intende il contesto di vita della popolazione all'interno del tessuto urbano o *outdoor*, per distinguerlo dal contesto di vita *indoor*, coincidente con quello delle abitazioni e degli ambienti chiusi in genere. Nel computo dell'*English Index of Multiple Deprivation*, esaminato nello stato dell'arte, per ambiente di vita o *Living Environment* si intende invece sia l'ambiente *outdoor* che *indoor*.

corrisponda una maggiore probabilità del verificarsi della condizione di periferia, a causa della compresenza di fattori di potenziale degrado. La pericolosità, quindi, può essere espressa in funzione della Vulnerabilità Complessiva.

L'equazione del rischio di periferizzazione è pertanto così definita:

$$R = V \times E$$

$$\text{con: } V = V_s \times V_b \times V_u \times V_e$$

dove:

R = Rischio di Periferizzazione, *Peripheralization Risk*

V = Vulnerabilità Complessiva, *Overall Vulnerability*

E = Esposizione, *Exposure*

V_s = Vulnerabilità Sociale, *Social Vulnerability*

V_b = Vulnerabilità Edilizia, *Building Vulnerability*

V_u = Vulnerabilità Urbanistica, *Urban Vulnerability*

V_e = Vulnerabilità Ambientale, *Environmental Vulnerability*

Con riferimento alla classificazione proposta da Giddens sopra richiamata, il rischio di periferizzazione è da intendersi come un rischio costruito, o di natura antropica, cioè determinato dall'azione dell'uomo sulle differenti dimensioni di periferizzazione, all'interno del territorio urbano.

2.1.3 Framework metodologico generale per la valutazione del rischio

Il metodo per la valutazione delle aree urbane a maggiore rischio di periferizzazione qui proposto si basa sulla teoria generale del rischio territoriale. Pertanto, l'applicazione della metodologia richiede la preventiva esplicitazione delle componenti del rischio di periferizzazione, con riferimento all'equazione fondamentale del rischio, che esprime quest'ultimo come prodotto di *pericolosità*, *vulnerabilità* ed *esposizione*.

Alla luce delle considerazioni effettuate, il rischio di periferizzazione è definito come il prodotto della Vulnerabilità Complessiva e dell'Esposizione.

Ciò premesso, al fine di individuare le aree urbane più a rischio, si propone una procedura metodologica (Figura 5), costituita da tre macrofasi principali:

- identificazione dei fattori di Vulnerabilità;
- valutazione e mappatura della Vulnerabilità;
- valutazione del Rischio.

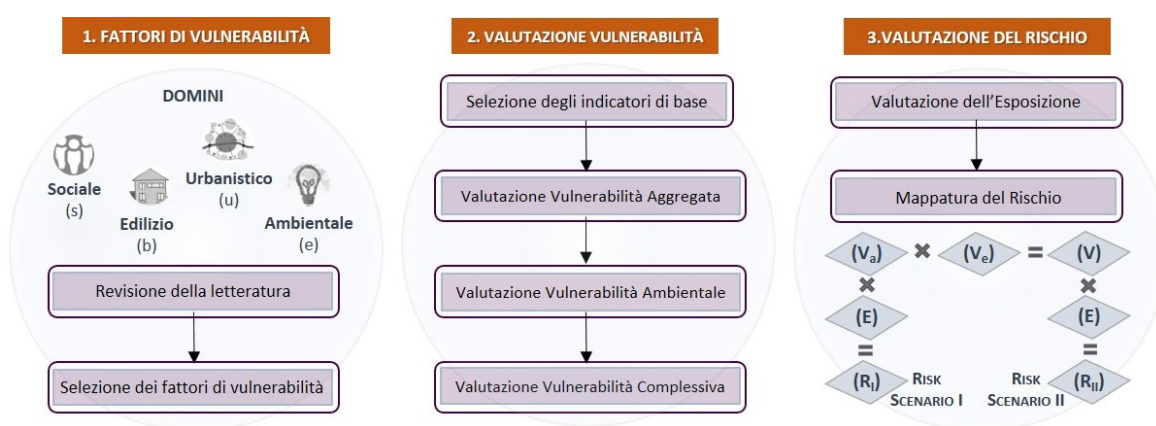


Figura 5. Framework metodologico per l'individuazione delle aree urbane a Rischio di Periferizzazione.

I fattori di vulnerabilità sociale, edilizia, urbanistica ed ambientale, espressione delle condizioni di potenziale degrado nei diversi domini presi in esame, sono definiti sulla base della letteratura scientifica e delle linee guida nazionali ed internazionali esaminate, in rapporto all'incidenza sul degrado delle aree urbane e sulla possibilità di risposta, nell'ambito del sistema multiscalare della pianificazione, a partire dall'area vasta.

In seguito, la valutazione della vulnerabilità è condotta con riferimento ad indicatori quantitativi, necessari per stimare i fattori individuati, allo scopo di costruire gli indici composti di Vulnerabilità Sociale, Edilizia, Urbanistica ed Ambientale, e infine l'indice composto di Vulnerabilità Complessiva.

La selezione del set di indicatori di base è operata tenendo conto della qualità e disponibilità dei dati a livello di sezione di censimento, che rappresenta l'unità spaziale minima alla quale è possibile effettuare la mappatura. Allo scopo di definire indicatori fruibili per il contesto italiano, molti di essi derivano da dati censuari, forniti dall'Istituto

Nazionale di Statistica, o da ordinari strumenti di pianificazione di area vasta, come il piano territoriale di coordinamento provinciale. Per quanto riguarda gli indicatori di vulnerabilità ambientale, invece, la carenza di dataset relativi al livello di dettaglio esaminato richiede la definizione di una metodologia di stima di tali indicatori per sezione censuaria.

Inoltre, mentre la valutazione dell'indice composito di Vulnerabilità Ambientale (V_e) ben si presta ad essere modellata con tecniche matematico-statistiche tradizionali, richiamate dalla letteratura specifica o da norme di settore, la stima degli indici compositi di Vulnerabilità Sociale (V_s), Edilizia (V_b) ed Urbanistica (V_u), di natura maggiormente soggettiva, necessita di una modellazione differente. La mancanza di valori soglia ben stabiliti dalla letteratura o in materia o dalla normativa, infatti, rende il processo di stima affetto da maggiore incertezza.

Per tali motivi la metodologia proposta per la valutazione della Vulnerabilità Aggregata (V_a), data dal prodotto di Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica, è differente da quella delineata per la stima della Vulnerabilità Ambientale (V_e).

In particolare, per la valutazione della Vulnerabilità Aggregata, si fa riferimento alla teoria basata sulla logica *fuzzy*, introdotta dal matematico Lotfi A. Zadeh (Zadeh, 1956). La logica *fuzzy* è meno utilizzata per le analisi di rischio rispetto ai modelli probabilistici, tuttavia risulta preferibile quando la valutazione è espressamente caratterizzata da incertezza (Shang and Hossen, 2013; Shapiro & Koissi, 2015). Alcuni ricercatori hanno proposto un uso innovativo della logica *fuzzy* per tenere conto dell'incertezza nella classificazione e combinazione degli indicatori di sostenibilità urbana (Phillis et al, 2001; 2004), applicato in studi recenti (Zheng et al, 2018), anche in relazione ad altri temi complessi e caratterizzati da incertezza, come la vulnerabilità al cambiamento climatico (Vargas-Franco et al, 2018; Schaefer et al, 2020). Tale nuovo uso della logica *fuzzy* consente di valutare un differente grado di appartenenza di ogni indicatore a più classi, a differenza della teoria classica, basata sulla logica degli insiemi *crisp*, secondo cui ciascun indicatore appartiene ad una ben definita classe.

L'ultima macrofase della metodologia proposta prevede la costruzione della mappa finale del rischio, ricorrendo ad una *overlay mapping* tra la mappa della Vulnerabilità e quella dell'Esposizione. Più precisamente, si delineano due differenti Scenari di Rischio: il primo è ottenuto considerando l'intersezione della Vulnerabilità Aggregata e dell'Esposizione; il secondo risulta dal prodotto di Vulnerabilità Complessiva ed Esposizione. La costruzione del secondo scenario di rischio richiede la valutazione della

Vulnerabilità Complessiva, a partire dalla Vulnerabilità Aggregata e la Vulnerabilità Ambientale. Tutte le fasi della metodologia generale, qui sinteticamente esposta, sono descritte nel dettaglio nel seguito.

2.2 Identificazione dei fattori di Vulnerabilità

2.2.1 Fattori di Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica

I fattori di Vulnerabilità Sociale selezionati sono relativi ai seguenti tematismi: occupazione; istruzione e cultura; struttura demografica. Disoccupazione, presenza di inoccupati che non cercano lavoro, carenza di livelli minimi di istruzione, presenza diffusa di anziani o di famiglie che vivono in sovraffollamento sono intesi come potenziali fattori di degrado per le aree urbane, in quanto ne determinano la perdita di competitività e il possibile abbandono da parte della popolazione, che ha maggiore probabilità di ridursi in una condizione di povertà assoluta.

I fattori di potenziale degrado per il dominio edilizio-abitativo, o di Vulnerabilità Edilizia, afferiscono allo stato di conservazione e di obsolescenza tecnologica degli edifici, al tempo di permanenza negli stessi e al titolo di proprietà. La presenza di edifici in cattivo stato di conservazione rappresenta uno degli elementi più visibili che caratterizzano i paesaggi urbani degradati. D'altro canto, le abitazioni vuote o occupate sporadicamente conducono al possibile deterioramento del patrimonio edilizio per assenza di manutenzione. Anche se in misura minore, analoghe considerazioni possono estendersi alle abitazioni occupate in affitto.

Relativamente al dominio urbanistico, i fattori di potenziale degrado riguardano la frammentazione del paesaggio in termini di configurazione e composizione del tessuto urbano, con riferimento alla frastagliatura dei margini di quest'ultimo e alla presenza di aree impermeabilizzate.

Altri fattori di vulnerabilità urbanistica sono la scarsità di dotazioni di servizi per la popolazione, la mancanza di accessibilità rispetto ai principali nodi di collegamento viario e ferroviario e la presenza di aree critiche urbane, in particolare, le seguenti: aree dismesse o abbandonate; discariche e aree con accumulo rifiuti. In tal caso, molti dei suddetti fattori sono stati identificati nella letteratura riguardante il tema della perifericità spaziale, relativamente alle aree di interfaccia urbano-rurale, a scala urbana, e alle cosiddette *periferie interne*, lontane dai principali poli di offerta di servizi essenziali, a scala territoriale (Espon, 2017).

Infine, ulteriore fattore di vulnerabilità per il dominio urbanistico è rappresentato dagli insediamenti abusivi, cioè non previsti dagli strumenti urbanistici generali comunali. Infatti, se un'area urbana degradata è abusiva, è minore la probabilità che essa possa essere soggetta ad un intervento di rigenerazione, dunque la condizione di illegittimità favorisce la prosecuzione e il peggioramento del degrado¹².

2.2.2 Fattori di Vulnerabilità Ambientale

L'ambiente urbano è oggetto di una crescente attenzione da parte di ricercatori e enti di protezione ambientale in tutto il mondo, soprattutto nelle aree densamente popolate, più vulnerabili alle emissioni di gas climalteranti e di inquinanti dannosi per l'ambiente, a causa della concentrazione di attività antropiche. Inoltre, l'ambiente urbano è il contesto di vita della maggior parte della popolazione mondiale, che subisce gli effetti negativi di tale vulnerabilità, in termini di riduzione della qualità della vita, impatto sulla salute e conseguente accentuazione delle ineguaglianze (Gerundo, Fasolino & Grimaldi, 2016; Fasolino & Grimaldi, 2020; Naddeo, Fasolino, Grimaldi et al, 2016; Grimaldi, Sebillo, Vitiello et al, 2020; Sebillo, Vitiello, Grimaldi et al, 2020).

Tuttavia, è condotta una selezione degli studi che indagano le possibili interrelazioni spaziali tra diversi fattori di vulnerabilità ambientale e le condizioni di povertà e deprivazione di gruppi sociali svantaggiati, al fine di individuare quei fattori di potenziale degrado dell'ambiente urbano che possono accentuare i processi di periferizzazione. Ad esempio, alcuni ricercatori studiano la relazione tra vulnerabilità sociale e scarsa prestazione energetica degli edifici. Quest'ultima è assunta come variabile *proxy* per stimare sia il contributo del patrimonio edilizio alle emissioni di gas serra, sia la difficoltà a riscaldare adeguatamente l'abitazione, indagata con riferimento ai fenomeni di *fuel poverty* o *energy poverty* (Hills, 2012; Marchand, Genovese & Lenny Koha, 2019). Altri esplorano la possibile correlazione tra vulnerabilità sociale e inquinamento atmosferico, allo scopo di delimitare spazialmente aree interessate da *environmental inequalities* (Lanier, Derama & Cunyb, 2019). Altri ancora tra vulnerabilità

¹² Per fare un esempio, le aree abusive così intese sono escluse dai possibili ambiti di rigenerazione urbana, come si legge all'art. 122 - Finalità e ambito di applicazione delle disposizioni per la rigenerazione delle aree urbane degradate, comma 3 - Presenza di elementi oggetto di esclusione, della Legge Regionale della Toscana 65/2014, recante il titolo "Norme per il governo del territorio".

sociale e cattiva gestione dei rifiuti urbani, in termini di tasso di riciclaggio o prestazione nella gestione dei rifiuti urbani (WRAP, 2015).

Ad oggi non è stata individuata una correlazione significativa, cioè non sempre risulta che tali fattori di vulnerabilità ambientale siano particolarmente accentuati nelle aree urbane più deprivate (Thomson & Bouzarovski, 2018; EA, 2008; EEA, 2018). Si può affermare, tuttavia, che un ambiente di vita più vulnerabile a causa di tali fattori, costituisce ulteriore elemento di fragilità e di produzione di ineguaglianze e degrado nelle aree urbane, aumentandone il rischio di periferizzazione.

Non a caso, nel computo dell'indice di deprivazione multipla del Regno Unito - che considera il maggior numero di dimensioni di deprivazione rispetto ad analoghi indici di altri paesi europei costruiti per individuare aree svantaggiate – per il dominio *Living Environment*, si fa riferimento ad un indice di qualità dell'aria. Tale indice deriva da una stima della concentrazione complessiva in atmosfera di quattro inquinanti: biossido di azoto, benzene, anidride solforosa e particolato atmosferico. Inoltre, si propone l'integrazione di indicatori per la misura della gestione dei rifiuti urbani e della prestazione energetica per le future elaborazioni dell'indice, che viene periodicamente aggiornato (DCLG, 2019b).

Alla luce di tali considerazioni, si può ritenere che la vulnerabilità ambientale ai processi di periferizzazione sia multidimensionale e che essa sia riconducibile ai seguenti fattori di vulnerabilità: scarsa prestazione energetica del patrimonio edilizio, in termini di riscaldamento degli edifici e produzione di acqua calda sanitaria; inquinamento atmosferico; inefficace gestione dei rifiuti urbani.

2.3 Selezione del set di indicatori per la misura della vulnerabilità

La misura della vulnerabilità nei domini Sociale, Edilizio, Urbanistico ed Ambientale è effettuata a partire dalla definizione di un set di indicatori, necessari per stimare i fattori individuati. Gli indicatori sono stati selezionati tenendo conto di quelli proposti nella letteratura tecnico-scientifica esaminata per individuare aree urbane degradate o deprivate, per quanto riguarda gli aspetti a-spaziali. Relativamente agli aspetti spaziali, invece, essi derivano da rapporti e linee guida internazionali per misurare la sostenibilità urbana, oltre che dalla letteratura selezionata. In entrambi i casi, allo scopo di definire indicatori fruibili per il contesto italiano, molti di essi sono stati rintracciati in documenti dell'Istituto Nazionale di Statistica (Istat, 2015a; Istat, 2015b; Istat, 2017; Istat, 2018a; Istat, 2018b; Istat, 2019).

Nello specifico, gli indicatori proposti per quantificare la Vulnerabilità Sociale misurano la propensione della popolazione ad una situazione di disagio socio-economico, in particolare: il tasso di disoccupazione e inattività; il mancato raggiungimento dei livelli minimi di istruzione; il tasso di analfabeti; l'incidenza di famiglie numerose e della popolazione anziana. Tali indicatori afferiscono a tre sottodomini, che coincidono con i fattori di Vulnerabilità Sociale individuati: Occupazione; Istruzione e Cultura; Struttura Demografica.

Gli indicatori individuati per il Dominio Edilizio fanno riferimento a due differenti sottodomini, rappresentativi dei fattori di Vulnerabilità Edilizia selezionati: Qualità e Uso del patrimonio edilizio-abitativo. Con riferimento al primo sottodominio, essi misurano l'incidenza degli edifici in pessimo e mediocre stato di conservazione e degli alloggi impropri, oltre che gli edifici di particolare valore storico-architettonico in condizioni di degrado. Relativamente al sottodominio Uso, gli indicatori fanno riferimento al titolo di proprietà e al tempo di permanenza negli stessi, misurando l'incidenza degli alloggi in affitto e delle abitazioni vuote rispettivamente.

Gli indicatori per il Dominio Urbanistico misurano la frammentazione del tessuto urbano e la composizione di quest'ultimo, con riferimento alle aree non permeabili. Altri indicatori, selezionati per tale dominio, sono la carenza di servizi e di accessibilità, oltre che la presenza di aree critiche urbane quali aree abbandonate, aree dismesse e aree abusivamente trasformate.

Gli indicatori per il Dominio Ambientale sono tesi a misurare i fattori di Vulnerabilità Ambientale individuati, che si ribadisce essere i seguenti: prestazione energetica del patrimonio edilizio residenziale in termini di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria; emissioni inquinanti in atmosfera; inefficace gestione dei rifiuti urbani.

Tuttavia, come detto, non sono reperibili semplici indicatori utili a misurare tali fattori a livello di sezione censuaria, ma occorre effettuare più complesse procedure di stima, approfondite nel dettaglio nella sezione dedicata alla metodologia di valutazione della Vulnerabilità Ambientale.

Si riportano, tuttavia, gli indicatori da stimare, che sono i seguenti: tipologia edilizia e classe d'età prevalente dell'edificato; principali inquinanti dell'aria *outdoor* (PM₁₀, NO_x, SO_x, COV); indici di produzione dei rifiuti urbani totali e differenziati.

Con riferimento al Dominio Sociale ed Edilizio, gli indicatori di vulnerabilità scelti sono del tutto a-spaziali, nel senso che possono risultare elevati tanto in quartieri tipicamente periferici - intesi in senso geografico spaziale - quanto nei centri antichi.

All'interno del Dominio Urbanistico sono stati valutati, invece, anche indicatori più propriamente spaziali, come la composizione delle aree permeabili, che tipicamente aumentano al diminuire della densità abitativa, spostandosi dal centro verso l'interfaccia urbano-rurale. Analoghe argomentazioni si possono trarre per le aree costruite abusivamente in contrasto agli strumenti urbanistici vigenti. Quest'ultimo fenomeno è presente in Italia e risulta particolarmente evidente nell'Italia meridionale (Istat, 2015b). Gli indicatori per il Dominio Ambientale risultano generalmente più elevati nelle aree urbane densamente popolate, associabili a quelle centrali, mentre diminuiscono al ridursi della densità abitativa, spostandosi dal centro verso l'interfaccia urbano-rurale.

In generale, il criterio che ha guidato la scelta del set di indicatori è stato quantificare i fattori di criticità sui quali si è in grado di agire attraverso la pianificazione, a partire dall'area vasta, allo scopo di garantire uno sviluppo sostenibile, che deve significare anche equità e prosperità economica diffusa (Un-Habitat, 2016). Agli indicatori selezionati sono associati, infatti, i relativi obiettivi di sviluppo sostenibile secondo l'Agenda 2030, cui devono mirare le azioni di contrasto (Tabella 4, Tabella 5).

Tabella 4. Indicatori selezionati per la mappatura della Vulnerabilità Aggregata, con l'indicazione dei corrispondenti obiettivi di sviluppo sostenibile da raggiungere nel rispetto dell'Agenda 2030 (SDGs).

SOTTODOMINIO	INDICATORE	DEFINIZIONE E UNITÀ DI MISURA	SDGs
DOMINIO SOCIALE			
V_{s1} - Occupazione	I1 - Tasso di disoccupazione	Rapporto tra i disoccupati in una determinata classe d'età e l'insieme di occupati e disoccupati di quella stessa classe d'età (%)	Povertà zero (SDG 1); Salute e benessere (SDG 3);
	I2 - Tasso di inattività	Rapporto tra le persone non appartenenti alle forze di lavoro, ovvero quelle non classificate come occupate o in cerca di occupazione, e la corrispondente popolazione di riferimento (%)	Lavoro dignitoso e crescita economica (SDG 8)
V_{s2} - Istruzione e cultura	I3 - Indice di non completamento del ciclo di scuola secondaria di primo grado (scuola media)	Percentuale di popolazione nella classe di età 15-52 che non ha conseguito il diploma della scuola secondaria di primo grado (scuola media) sulla popolazione totale della medesima classe di età (%)	Povertà zero (SDG 1); Salute e benessere (SDG 3); Istruzione di qualità (SDG 4)
	I4 - Incidenza di analfabeti	Numero di analfabeti di 6 anni e più sul totale della popolazione residente di 6 anni e più (%)	
V_{s3} - Struttura demografica	I5- Indice di vecchiaia	Rapporto tra la popolazione di 65 anni e più e la popolazione di età 0-14 anni (%)	Povertà zero (SDG 1); Salute e benessere (SDG 3)
	I6 - Incidenza delle famiglie numerose	Rapporto tra il numero di famiglie con 6 e più componenti e il totale delle famiglie (%)	
DOMINIO EDILIZIO			
V_{b1} - Qualità edilizia	I7 - Edifici di valore storico, architettonico o artistico in disuso	Numero di edifici con valore storico, architettonico o artistico abbandonati sul totale degli edifici di valore storico, architettonico o artistico (%)	Povertà zero (SDG 1); Ridurre le disuguaglianze (SDG 10);

	I ₈ - Edifici in pessimo e mediocre stato di conservazione	Rapporto tra gli edifici residenziali in pessimo e mediocre stato di conservazione ed il totale degli edifici residenziali (%)	Città e comunità sostenibili (SDG 11)
	I ₉ - Indice di alloggi impropri	Rapporto percentuale tra il numero degli altri tipi di alloggio ¹ e il totale delle abitazioni (%)	
V_{b2} - Uso	I ₁₀ - Alloggi vuoti	Numero di alloggi vuoti sul totale degli alloggi (%)	Povertà zero (SDG 1);
	I ₁₁ - Titolo di godimento (in affitto)	Numero di alloggi in affitto sul totale degli alloggi occupati (%)	Ridurre le disuguaglianze (SDG 10)
DOMINIO URBANISTICO			
V_{u1} - Configurazione e composizione	I ₁₂ - Edge Density	Rapporto tra la somma totale dei perimetri dei poligoni delle aree costruite e la loro superficie (m/ha)	Città e comunità sostenibili (SDG 11);
	I ₁₃ - Densità abitativa	Rapporto tra il numero di abitanti residenti e la superficie del tessuto urbano (ab/ha)	La vita sulla terra (SDG 15);
	I ₁₄ - Incidenza delle aree non permeabili	Rapporto tra la superficie del tessuto urbano meno le aree verdi urbane sulla superficie del tessuto urbano (%)	Lotta contro il Cambiamento Climatico (SDG 13)
V_{u2} - Servizi e accessibilità	I ₁₅ - Carenza di attrezzature di interesse pubblico	Rapporto tra il numero di attrezzature di interesse sovracomunale presenti e il totale degli abitanti residenti (N° / Ab)	Lavoro dignitoso e crescita economica (SDG 8);
	I ₁₆ - Distanza dalla stazione ferroviaria principale	tempo necessario per raggiungere la stazione ferroviaria più prossima misurata sulle isocrone di percorrenza (classe)	Industria, innovazione e

	I17 - Indice di centralità	Rapporto tra il numero di flussi pendolari in uscita dall'area (al netto dei pendolari che risiedono e lavorano nell'area stessa) e il numero dei flussi pendolari in entrata nell'area, (al netto della medesima quantità) (%)	infrastrutture (SDG 9); Ridurre le disuguaglianze (SDG 10); Città e comunità sostenibili (SDG 11)
V_{u3} - Criticità urbane	I18 - Incidenza delle aree abbandonate	Superficie di spazi interclusi ² nel tessuto urbano sul totale della superficie del tessuto urbano (%)	Città e comunità sostenibili (SDG 11); La vita sulla terra (SDG 15)
	I19 - Indice di abusivismo edilizio	Rapporto tra le aree edificate in un determinato periodo non previste dallo strumento urbanistico e la superficie totale delle aree costruite (%)	

¹ Per altri tipi di alloggio si intendono alloggi diversi da abitazioni, occupati da persone residenti, ad esempio camper, roulotte, garage, soffitte e cantine.

² Gli spazi interclusi sono: aree produttive dismesse; aree con manufatti di nuova realizzazione rimasti inutilizzati; aree non edificate prive di un uso specifico o abbandonate.

Tabella 5. Indicatori selezionati per la mappatura della Vulnerabilità Ambientale, con l'indicazione dei corrispondenti obiettivi di sviluppo sostenibile da raggiungere nel rispetto dell'Agenda 2030 (SDGs).

SOTTODOMINIO	INDICATORE	DEFINIZIONE E UNITÀ DI MISURA	SDGs
DOMINIO AMBIENTALE			
V_{e1} - Prestazione Energetica	I20 – Tipologia Edilizia	Tipologia edilizia prevalente tra le seguenti: case monofamiliari, case a schiera, edifici multi-familiari, blocco di appartamenti (classe)	Salute e benessere (SDG 3); Ridurre le disuguaglianze (SDG 10); Città e
	I21 – Classe d'età	Classe d'età degli edifici prevalente, tra i seguenti intervalli temporali: 1901-	

		1920; 1921-1945; 1946-1960; 1961-1975; 1976-1990; 1991-2005 (classe)	comunità sostenibili (SDG 11); Lotta contro il Cambiamento Climatico (SDG 13)
V_{e2} – Emissioni Inquinanti	I ₂₂ – Particolato Atmosferico	Emissioni diffuse di PM ₁₀ (t)	Salute e benessere (SDG 3);
	I ₂₃ – Ossidi di Zolfo	Emissioni diffuse di SO _x (t)	Ridurre le
	I ₂₄ – Ossidi di Azoto	Emissioni diffuse di NO _x (t)	disuguaglianze (SDG 10);
	I ₂₅ – Composti Organici Volatili	Emissioni diffuse di COV (t)	Città e comunità sostenibili (SDG 11)
V_{e3} – Gestione dei Rifiuti Urbani	I ₂₆ - Rifiuti Urbani Totali	Produzione di Rifiuti Urbani Totali (t)	Salute e benessere (SDG 3);
	I ₂₇ - Rifiuti Urbani Differenziati	Produzione di Rifiuti Urbani Differenziati (t)	Ridurre le disuguaglianze (SDG 10); Città e comunità sostenibili (SDG 11)

2.3.1 Acquisizione e preparazione dei dati

La selezione degli indicatori per il contesto italiano è stata effettuata tenendo conto anche della qualità e disponibilità dei dati per sezione di censimento, che rappresenta l'unità di riferimento scelta per la spazializzazione degli indici ottenuti, ai fini della mappatura del rischio, nel presente lavoro. Allo scopo di misurare gli indicatori selezionati, infatti, sono necessari prevalentemente dati censuari, resi disponibili dall'Istituto Nazionale di

Statistica gratuitamente, e periodicamente aggiornati (Tabella 6). Ciò vale per il Dominio Sociale ed Edilizio, oltre che per stimare alcuni indicatori del Dominio Ambientale. Inoltre, è necessario acquisire una serie di ulteriori dati, sia in formato raster sia vettoriale, per esplicitare numericamente gli indicatori selezionati per il Dominio Urbanistico e per stimare alcuni di quelli scelti per il Dominio Ambientale. È il caso, per il Dominio Urbanistico, dell'incidenza delle aree costruite abusivamente e delle aree abbandonate sul totale della superficie del tessuto urbano. Fonte di tali dati sono gli elaborati dei piani territoriali di coordinamento provinciale, nei quali essi devono essere individuati sulla base della normativa vigente in materia di pianificazione urbanistica e territoriale, per cui si tratta di informazioni ordinariamente disponibili.

In generale la costruzione degli indicatori per il Dominio Sociale, Edilizio ed Urbanistico richiede semplici operazioni algebriche a partire dai dati iniziali (Tabella 7), mentre elaborazioni più articolate sono necessarie per stimare gli indicatori del Dominio Ambientale. Tuttavia, la fonte dei dati per effettuare tali stime è rappresentata da dati censuari o comunque reperibili in archivi ufficiali periodicamente aggiornati (Tabella 8). Un'elaborazione più complessa è necessaria, inoltre, per il calcolo dell'indicatore relativo alla distanza dalle stazioni ferroviarie, relativamente al Dominio Urbanistico. A tale scopo, sulla base dello stradario e delle informazioni relative alla velocità di percorrenza media, oltre che della localizzazione puntuale delle stazioni ferroviarie, si costruisce una mappa di isocrone, tramite lo strumento *Network Analyst* del software ArcGis. In assenza di dati relativi alla velocità di percorrenza, si può attribuire un valore sulla base degli standard previsti dalla normativa, in relazione alla tipologia di strada. A ciascuna sezione censuaria viene assegnato un valore proporzionale al tempo necessario per raggiungere la stazione più prossima, sulla base dell'isocrona in cui ricade. Il valore dell'indicatore, per sezione censuaria, varia, cioè, da 1 a 4, dove a 1 corrisponde il tempo di percorrenza maggiore e a 4 il minore.

È da precisare, infine, che alcuni indicatori del Dominio Urbanistico sono misurati in relazione all'estensione del tessuto urbano ricadente nel perimetro della sezione censuaria, che rappresenta il bene esposto, per cui si rimanda alla sezione dedicata alla metodologia di valutazione dell'esposizione.

Tabella 6. Dati disponibili per sezione censuaria dal Censimento della popolazione e delle abitazioni ISTAT 2011 utili per l'applicazione della metodologia proposta, con l'indicazione dei sottodomini interessati.

P - POPOLAZIONE RESIDENTE		
OCCUPAZIONE	STRUTTURA DEMOGRAFICA	ISTRUZIONE & CULTURA
P60 - totale di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro totale	P14 - età < 5 anni	P49 - media inferiore
	P15 - età 5 - 9 anni	P50 - licenza elementare
	P16 - età 10 - 14 anni	P52 - analfabeti
P62 - totale di 15 anni e più disoccupata in cerca nuova occupazione	P17 - età 15 - 19 anni	
	P18 - età 20 - 24 anni	
	P19 - età 25 - 29 anni	
P128 - totale di 15 anni e più non appartenente alle forze di lavoro	P20 - età 30 - 34 anni	
	P21 - età 35 - 39 anni	
	P22 - età 40 - 44 anni	
	P23 - età 45 - 49 anni	
	P24 - età 50 - 54 anni	
	P25 - età 55 - 59 anni	
	P26 - età 60 - 64 anni	
	P27 - età 65 - 69 anni	
	P28 - età 70 - 74 anni	
	P29 - età > 74 anni	
P46 - totale di 6 anni e più		
PF - FAMIGLIE RESIDENTI		
STRUTTURA DEMOGRAFICA		
PF1 – totale		
PF8 – con 6 e oltre componenti		
E - EDIFICI AD USO RESIDENZIALE		
TIPOLOGIA EDILIZIA	PRESTAZIONE ENERGETICA CLASSE DI ETÀ	QUALITÀ EDILIZIA
E17 - con un piano	E8 - costruiti prima del 1919	E30 - Stato di conservazione Mediocre
E18 - con 2 piani	E9 - costruiti dal 1919 al 1945	
E19 - con 3 piani	E10 - costruiti dal 1946 al 1960	

E20 - con 4 piani o più	E11 - costruiti dal 1961 al 1970	E31 - Stato di conservazione Pessimo
	E12 - costruiti dal 1971 al 1980	E3 - totale
	E13 - costruiti dal 1981 al 1990	
	E14 - costruiti dal 1991 al 2000	
	E15 - costruiti dal 2001 al 2005	
	E16 - costruiti dopo il 2005	
A - ABITAZIONI		
	USO	QUALITÀ EDILIZIA
	A2 – occupate da residenti	A2 – occupate da residenti
	A7 – occupate solo da persone non residenti	A7 – occupate solo da persone non residenti
	A6 – vuote	A5 – altri tipi di alloggio occupati
	A46 – occupate in affitto	

Tabella 7. Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati necessari per misurare gli indicatori selezionati per la stima della Vulnerabilità Aggregata

INDICATORI	FRONTE DEI DATI	TIPOLOGIA DI DATI	LIVELLO DI DETTAGLIO SPAZIALE	ANNO
I1, I2, I3, I4, I5, I6, I8, I9, I10, I11, I13	Istat – Censimento della popolazione e delle abitazioni	shapefile	Sezione di censimento	2011
I12, I14	Cartografia <i>Imperviousness</i>	raster	20x20m	2015
I16	Dbt Regionale	shapefile	1:5000	Vari

I17	Istat – Pendolarismo	shapefile	Sezione di censimento	2011
I7, I15, I18, I19	Piani territoriali di coordinamento provinciale	Shapefile, raster	1:25000	Vari

Tabella 8. Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati necessari per misurare gli indicatori selezionati per la stima della Vulnerabilità Ambientale

INDICATORI	FONTE DEI DATI	TIPOLOGIA DI DATI	LIVELLO DI DETTAGLIO SPAZIALE	ANNO
I20, I21	Istat – Censimento della popolazione e delle abitazioni; Dbt Regionale	Shapefile, raster	Sezione di censimento	2011
I22, I23, I24, I25	Inventari Emissioni Regionali	Shapefile	Comune	Vari
I26, I27	Ispra – Catasto Nazionale Rifiuti	Shapefile	Comune	Vari

2.4 Valutazione della Vulnerabilità Aggregata

La metodologia proposta per la costruzione dell'indice di Vulnerabilità Aggregata si articola nelle seguenti macrofasi:

- scelta del set di indicatori per la misura della propensione al degrado in ciascuno dei domini presi in esame;
- raccolta dei dati necessari per l'esplicitazione dei valori degli indicatori scelti;
- normalizzazione degli indicatori;
- costruzione dell'indice composito di vulnerabilità, tramite l'analisi *fuzzy* (Figura 6).

Nella prima fase, gli indicatori di base, che corrispondono ai 19 indicatori selezionati per il dominio sociale, edilizio ed urbanistico (Tabella 4), sono articolati in sottodomini rappresentativi dei fattori di vulnerabilità, secondo una struttura gerarchica.

Successivamente, occorre acquisire i dati necessari per l'esplicitazione dei valori degli indicatori scelti (Tabella 6, 7). Tali dati, unitamente ai valori quantitativi degli indicatori di base, sono organizzati all'interno di un *geodatabase* e riferiti geograficamente alle sezioni di censimento, scelte come unità minima spaziale di mappatura.

I valori degli indicatori vengono poi normalizzati, costituendo i dati di input per la successiva analisi *fuzzy*. Quest'ultima si compone di alcune fasi principali, che, a partire da dati di input, conducono all'output desiderato, in particolare delle seguenti: fuzzificazione, attraverso funzioni di appartenenza; inferenza; aggregazione; defuzzificazione.

Allo scopo di calibrare il modello e di ridurre la soggettività delle scelte compiute in ciascuna delle quattro fasi, viene effettuata un'analisi di sensitività, simulando diversi schemi *fuzzy*, ottenuti variando le funzioni di membership, il metodo di inferenza, il metodo di aggregazione e il metodo di defuzzificazione. A tal fine, occorre mettere a confronto le deviazioni standard degli output di tutte le analisi *fuzzy* effettuate con quelle dei dati di input: lo schema finale da selezionare deve essere tale da garantire distribuzioni di input e di output caratterizzate da valori di dispersione simili.

In tal modo, sono ottenuti gli indici compositi secondari, rappresentativi dei sottodomini, successivamente gli indici compositi primari, relativi ai domini, e, infine, l'indice composito di Vulnerabilità Aggregata. I dati di output dell'analisi vengono,

quindi, inglobati nel geodatabase di partenza, ed associati alle sezioni di censimento, allo scopo di mappare spazialmente i livelli di vulnerabilità.

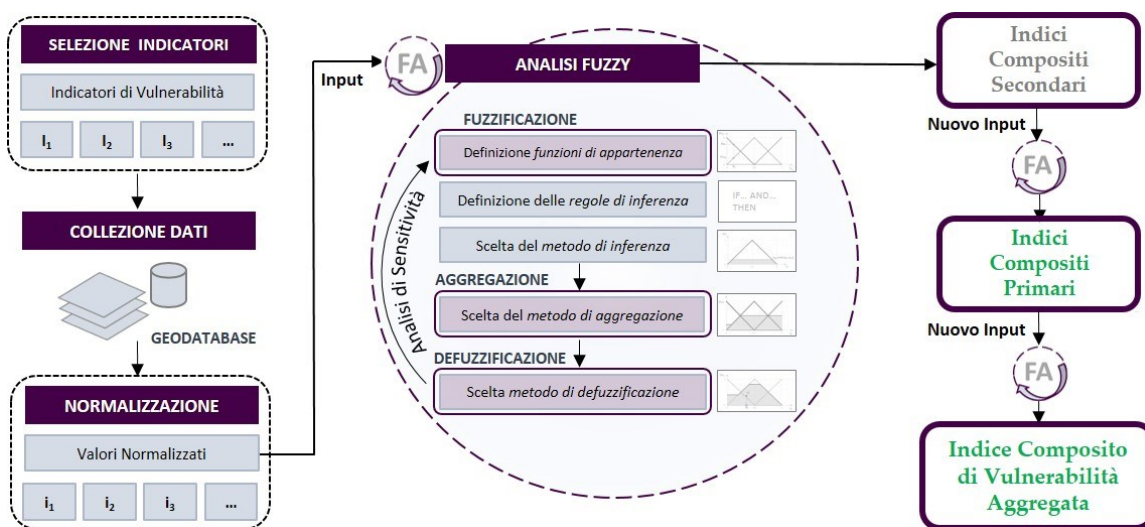


Figura 6. Schema della metodologia proposta per la costruzione dell'indice di Vulnerabilità Aggregata

2.4.1 Normalizzazione

La normalizzazione è utile a rendere gli indicatori comparabili, in quanto, frequentemente, essi sono espressi in unità di misura diverse e polarità differenti. Pertanto, i valori numerici assunti dagli indicatori vengono resi adimensionali e, laddove necessario, la polarità viene invertita. Nel caso in esame, gli indicatori selezionati presentano tutti uguale polarità. Inoltre, la maggior parte degli indicatori è caratterizzata da valori adimensionali, essendo questi definiti come rapporto tra quantità aventi stessa unità di misura.

Nel metodo che si propone, tuttavia, è necessario procedere alla normalizzazione degli indicatori di origine, allo scopo di standardizzare le funzioni di *membership* nella successiva analisi *fuzzy*, che altrimenti richiederebbe la definizione di funzioni specifiche per ciascun indicatore. In tale modello si fa ricorso ad una formula di interpolazione lineare, che utilizza valori standard per ciascun indicatore, in particolare il massimo e il

minimo valore assunto tra tutte le sezioni censuarie nelle quali è suddiviso il territorio di volta in volta in esame:

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{per } x_i \leq x_{i,min} \\ \frac{x_i - x_{i,min}}{x_{i,max} - x_{i,min}} & \text{per } x_{min} < x_i < x_{i,max} \\ 1 & \text{per } x_i \geq x_{i,max} \end{cases}$$

dove:

y_i = valore normalizzato dell'i-esimo indicatore di base per sezione censuaria;

x_i = valore dell'i-esimo indicatore di base per sezione censuaria;

$x_{i,min}$ = minimo valore dell' i-esimo indicatore di base assunto tra tutte le sezioni censuarie che compongono l'area di studio;

$x_{i,max}$ = massimo valore dell' i-esimo indicatore di base assunto tra tutte le sezioni censuarie che compongono l'area di studio.

Tale formula tiene conto del fatto che tutti gli indicatori possiedono polarità positiva, ossia ad un incremento del loro valore corrisponde una crescita del potenziale degrado nei differenti domini, dunque, un aumento della vulnerabilità negli stessi. Il dominio di ciascun indicatore normalizzato è costituito dall'intervallo di appartenenza [0, 1], dove a 1 corrisponde il massimo grado di criticità o potenziale degrado, mentre 0 rappresenta il minimo (Figura 7).

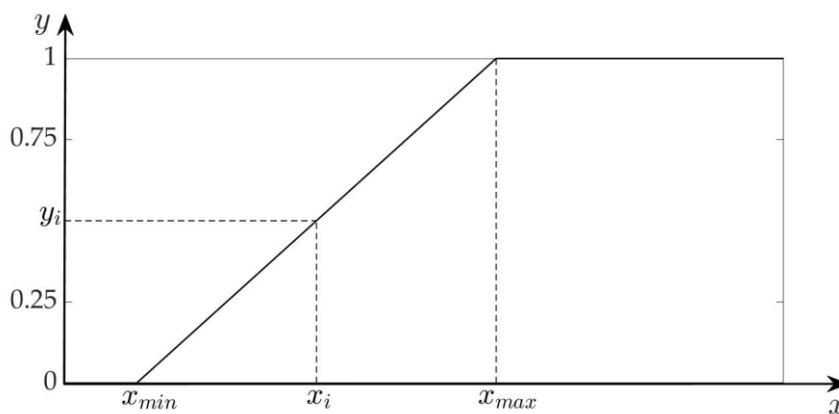


Figura 7. Plot della funzione di normalizzazione

2.4.2 Analisi Fuzzy

Nel metodo che qui si propone, ai fini del calcolo dell'indice composto di Vulnerabilità Aggregata, l'analisi *fuzzy* viene reiterata più volte.

Con riferimento allo schema gerarchico in Figura 8, al livello terminale i dati di input per l'analisi sono caratterizzati dagli indicatori normalizzati, mentre i dati di output, al livello superiore, sono gli indici composti secondari, rappresentativi dei sottodomini. Questi ultimi costituiscono dati di input per la successiva analisi *fuzzy*, che restituisce come output, al livello ancora superiore, gli indici composti primari, rappresentativi della vulnerabilità nei tre domini sociale, edilizio ed urbanistico. L'ultima analisi viene effettuata ponendo come dati di input gli indici composti primari e pervenendo alla definizione dell'output finale, costituito dall'indice di Vulnerabilità Aggregata, presente al livello più alto dello schema gerarchico.

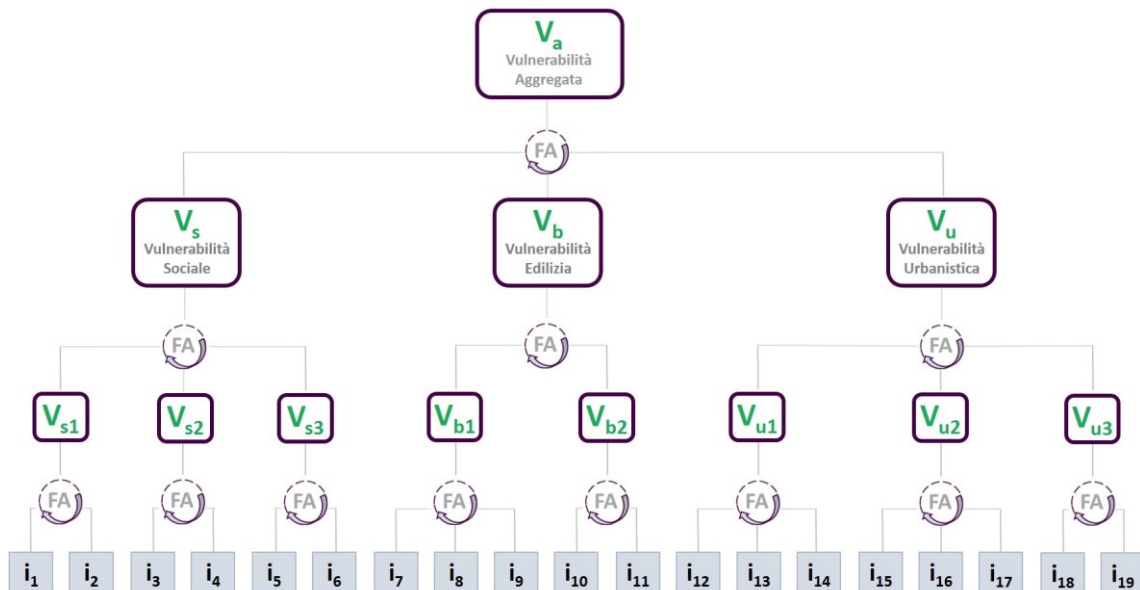


Figura 8. Schema gerarchico di analisi

Fuzzificazione

La prima fase dell'analisi è la fuzzificazione, cioè la definizione delle funzioni di *membership*, che consentono di stabilire il grado di appartenenza di ciascun dato di input e di output ad ogni classe *fuzzy*, convertendone il valore numerico in valore linguistico. Possono essere usate funzioni differenti per input e output, ad esempio quando viene stabilito che questi ultimi debbano appartenere ad un numero di classi differente rispetto a quelle definite per i dati di input.

Nel caso in esame, quando il dato di input è rappresentato dal valore normalizzato degli indicatori (y), mentre il dato di output è costituito dagli indici compositi secondari ($y_{sd,out}$), le funzioni $\mu(y)$ e $\mu(y_{sd,out})$ ne definiscono, rispettivamente, il grado di appartenenza a tre classi: bassa, media oppure alta.

Analogamente, ciò accade quando gli indici compositi secondari diventano dati di input della successiva analisi ($y_{sd,inp}$). Per i dati di output, corrispondenti agli indici compositi primari ($y_{d,out}$), le funzioni stabiliscono invece il grado di appartenenza a quattro classi: bassa, media, elevata e molto elevata.

Per lo stesso ragionamento, ciò vale quando gli indici compositi primari costituiscono gli input nell'analisi successiva ($y_{d,inp}$), nella quale, invece, per il dato di output, corrispondente all'indice di vulnerabilità aggregata (y_t), le funzioni stabiliscono il grado di appartenenza a cinque classi: molto bassa, bassa, media, elevata e molto elevata.

Le funzioni di appartenenza più diffusamente utilizzate, proposte anche nel presente lavoro, risultano essere quelle triangolari e trapezoidali. Le funzioni di tipo triangolare, in particolare, sono state proposte in letteratura per problemi caratterizzati da dati di input imprecisi o la cui classificazione è estremamente vaga (Zheng et al, 2018). Le funzioni trapezoidali, invece, rappresentano una soluzione intermedia tra le funzioni del tipo *a gradino*, proprie della logica classica, e le funzioni triangolari, che massimizzano le zone di transizione, o di incertezza, nella logica degli insiemi vaghi. Le funzioni trapezoidali si possono ulteriormente distinguere in base all'ampiezza della zona di transizione, al diminuire della quale si associa in genere un problema caratterizzato da minore incertezza.

Regole e metodo di inferenza

Al fine di ottenere i dati di output attraverso la combinazione delle variabili di input, occorre tenere conto che queste ultime hanno un grado di appartenenza a più classi

contemporaneamente, come è proprio della logica *fuzzy*. Ad esempio, quando il dato di input è rappresentato dagli indicatori normalizzati y , le funzioni $\mu_L(y)$ ne definiranno il grado di appartenenza alla classe bassa, $\mu_M(y)$ alla classe media e $\mu_H(y)$ alla classe alta. Combinando gli indicatori normalizzati per ottenere gli indici rappresentativi dei sottodomini, dunque, è necessario stabilire delle regole di inferenza, che tengano conto di tutte le possibili combinazioni. Analogamente, ciò vale quando il dato di input è rappresentato dagli indici compositi secondari e dagli indici compositi primari. In generale, tali regole sono pari al numero di classi, elevato al numero di variabili di input. Ad esempio, nel caso del sottodominio 'uso' del dominio edilizio, per ottenere l'indice V_{b2} , a partire da i_{10} e i_{11} , occorre definire 3^2 regole.

Le regole di inferenza impiegate nel presente lavoro sono del tipo *if-then* con operatore *and*. L'**Appendice 2**, contiene tutte le regole di inferenza necessarie ad implementare la metodologia proposta.

Un esempio di regola, riferita allo stesso caso, potrebbe essere la seguente: *if* (i_{10} è Basso) *and* (i_{11} è Medio) *then* (V_{b2} is Medio). Al fine di calcolare l'output V_{b2} , dunque, è necessario continuare l'analisi con il processo di inferenza e, successivamente, con quello di aggregazione.

Tra i metodi di inferenza, i più diffusamente impiegati e qui proposti sono i seguenti: *Min-Max* e *Max-Dot*. Scegliendo il primo dei due, il processo di inferenza leggerà all'output V_{b2} la funzione di appartenenza alla classe media: prendendo come esempio la regola appena menzionata, si ha un troncamento al valore di μ minore tra μ_1 e μ_2 , dove questi ultimi corrispondono, rispettivamente, al grado di appartenenza di i_{10} alla classe bassa e a quello di i_{11} alla classe media. Nel metodo di inferenza *Max-Dot*, invece, la funzione di appartenenza viene moltiplicata per il medesimo valore, comportando perciò non un troncamento, bensì un riscaldamento. L'area sottesa a tali funzioni rappresenta l'area inferita per ciascuna regola.

Aggregazione

L'aggregazione delle aree sottese, ottenute per ciascuna regola, in un'unica area inferita, costituisce l'output dell'inferenza *fuzzy*.

L'aggregazione può avvenire per *unione* o per *somma*, che sono tra i metodi più diffusamente impiegati. Nel caso dell'*unione*, le aree inferite vengono unite, mentre nel caso della *somma*, esse vengono sommate.

Defuzzificazione

L'output ottenuto dall'inferenza *fuzzy* viene successivamente riconvertito in valore numerico, procedendo alla defuzzificazione, che rappresenta perciò il processo inverso della fuzzificazione.

Il risultato finale defuzzificato secondo il metodo del *Centroide*, più diffusamente utilizzato, si ottiene come ascissa del centro di massa dell'area inferita.

Nel metodo della *Bisettrice*, essa è definita come la linea verticale che divide l'area sottesa al set di dati *fuzzy* in due parti uguali. L'output del processo di defuzzificazione, in tal caso, è dato dall'intersezione della bisettrice con l'asse delle ascisse.

2.5 Valutazione della Vulnerabilità Ambientale

Al fine di valutare e mappare la Vulnerabilità Ambientale ai processi di periferizzazione, per sezione censuaria, occorre esplicitare i fattori di vulnerabilità selezionati in termini quantitativi.

Nel contesto geografico italiano, i dati ordinariamente disponibili nei processi di pianificazione non sono forniti a tale livello di dettaglio, ma per lo più a scala comunale. Per quanto riguarda la prestazione energetica degli edifici, inoltre, è complicato reperire tale informazione persino a livello comunale, eccetto in casi specifici, per i quali sono disponibili Attestati di Prestazione Energetica (APE). Pertanto, la carenza di dati al livello spaziale scelto richiede la stima di tali fattori, al fine di rendere il metodo applicabile a non pochi casi di studio.

La metodologia che si propone (Figura 9) è generalizzata per un'area vasta, e si articola nelle seguenti macrofasi, che corrispondono alla stima e mappatura di:

- indice di Prestazione Energetica (V_{e1});
- indice di Emissioni Inquinanti in Atmosfera (V_{e2});
- indice di Gestione dei Rifiuti Urbani (V_{e3});
- indice composito di Vulnerabilità Ambientale (V_e).

Le singole macrofasi sopra elencate sono descritte nel seguito.

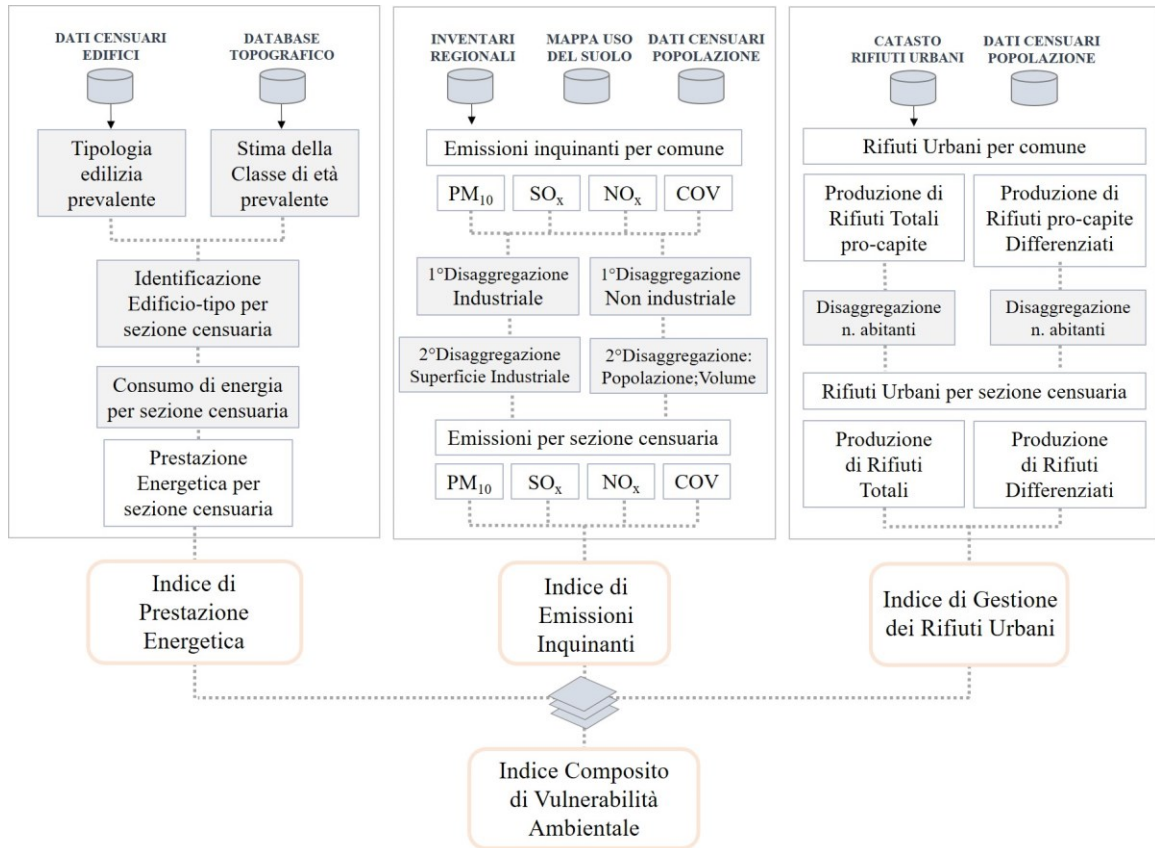


Figura 9. Schema della metodologia proposta per la costruzione dell'indice composito di Vulnerabilità Ambientale

2.5.1 Indice di Prestazione Energetica

Per misurare l'indice di Prestazione Energetica (V_{et}) su base censuaria si può stimare la prestazione energetica del patrimonio edilizio residenziale in termini di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria. Ciò è possibile riconducendo lo stock di edifici residenziali di ciascuna sezione ad edifici-tipo di cui sono noti i consumi energetici, sulla base di alcune caratteristiche edilizie: la tipologia edilizia prevalente e la classe d'età media dell'edificato, stimate su base censuaria. La tipologia edilizia prevalente può

essere valutata stimando il numero di piani e il rapporto di forma medi per sezione censuaria. Il numero di piani medio si calcola con la formula di seguito specificata:

$$N_{p_m} = \frac{\sum_i p_i n_{p_i}}{\sum_i p_i}$$

ponendo $i = 1,2,3,4+$ e $h_i = 3$ m

dove

N_{p_m} = Numero di piani medio per sezione censuaria

i = Numero i -esimo di piani tra i seguenti: 1 piano, 2 piani, 3 piani, 4 piani o più

h_i = Altezza interpiano, fissata pari a 3 metri

n_{p_i} = Numero di edifici composti da i -piani

Il coefficiente p_i rappresenta l'incidenza della quantità di edifici ad i -piani rispetto al totale degli edifici per sezione censuaria ed è dato da:

$$p_i = \frac{N_{Ed_i}}{N_{Ed_{sez}}}$$

dove

N_{Ed_i} = Numero di edifici ad i -piani per sezione censuaria ($N_{Ed_1}, N_{Ed_2}, N_{Ed_3}, N_{Ed_{4+}}$)

$N_{Ed_{sez}}$ = Numero totale di edifici per sezione censuaria

Il rapporto di forma prevalente è dato dal rapporto tra Superficie coperta media e Volume medio. In termini analitici, questi ultimi sono espressi nel seguente modo:

$$S_{c_m} = \frac{S_{c_{sez}}}{N_{ed_{sez}}} \qquad V_m = S_{c_m} \times H_m$$

dove

S_{c_m} = Superficie coperta media, assimilata alla superficie coperta dell'edificio rappresentativo dell'intera sezione

$S_{c_{sez}}$ = Superficie coperta totale per sezione censuaria

V_m = Volume medio

H_m = Altezza media

L'altezza media H_m , a sua volta, si calcola come segue:

$$H_m = N_{p_m} \times h_i$$

Incrociando le informazioni relative al numero di piani medio e al rapporto di forma prevalente si riconduce l'edificato ad alcune tipologie edilizie ricorrenti (Figura 10): case monofamiliari, edifici multifamiliari, case a schiera, blocchi di appartamenti (Caputo et al, 2013).

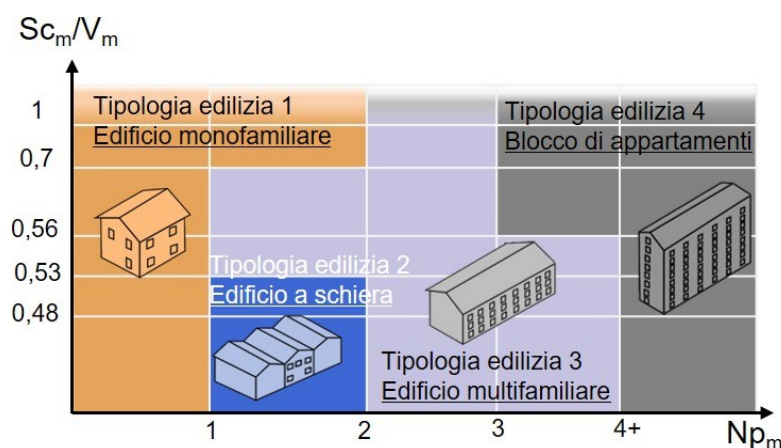


Figura 10. Elaborazione su dati da Caputo et al, 2013

La classe d'età media del patrimonio edilizio è stimata a partire dai dati censuari relativi all'epoca di costruzione degli edifici, classificati in otto intervalli temporali. Attraverso opportuni coefficienti di pesatura, è possibile effettuare una redistribuzione di tali intervalli in sei classi di età, definite sulla base della letteratura esaminata, così da raggruppare l'edificato per tecniche costruttive e impiantistiche omogenee (Tabella 9).

Tabella 9. Coefficienti per la redistribuzione delle classi d'età degli edifici

classe d'età j-esima	1901-1920	1921-1945	1946-1960	1961-1975	1976-1990	1991-2005		
↑	↑	0,04	↑	0,45	↑	↑		
ISTAT	<1919	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2005

Occorre successivamente valutare l'incidenza di ciascuna classe di età per sezione censuaria, l'anno medio della classe di età e, infine, l'anno medio dell'edificato per sezione, nel modo seguente:

$$a_j = \frac{A_{Ed_j}}{N_{Ed_{sez}}} \quad y_{m_j} = \frac{y_{max} - y_{min}}{2} \quad Y_{Ed} = \frac{\sum_j a_j y_{m_j}}{\sum_j a_j}$$

dove

j = j -esima classe d'età tra le seguenti: 1901-1920; 1921-1945; 1946-1960; 1961-1975; 1976-1990; 1991-2005.

a_j = Coefficiente che indica l'incidenza degli edifici appartenenti alla j -esima classe d'età sul totale degli edifici che compongono la sezione censuaria

A_{Ed_j} = Numero di edifici appartenenti alla j -esima classe d'età per sezione censuaria

$N_{Ed_{sez}}$ = Numero totale di edifici per sezione censuaria

y_{m_j} = Anno medio nell'intervallo corrispondente alla j -esima classe d'età

y_{max} = Limite superiore dell'intervallo corrispondente alla j -esima classe d'età

y_{min} = Limite inferiore dell'intervallo corrispondente alla j -esima classe d'età

Y_{Ed} = Anno medio dell'edificato per sezione censuaria

Intersecando i dati relativi alla tipologia edilizia e alla classe di età così ottenuti, si associa a ciascuna sezione un edificio tipo prevalente, sulla base della matrice sviluppata nell'ambito del programma europeo *Intelligent Energy Europe* e valida per il contesto italiano (Corrado et al, 2012). Per ciascun edificio tipo, tale programma stima il consumo energetico per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria, espresso in kWh/mq annui.

Noto il consumo energetico per ciascuna sezione censuaria, si associa la classe di prestazione energetica sulla base del DM 26/06/2015, il quale stabilisce un totale di 10 classi, dalla A4 alla G.

I valori soglia che definiscono le classi di prestazione energetica secondo la normativa vigente sono proporzionali all'Indice di Prestazione globale non rinnovabile dell'edificio di riferimento $EP_{gl,nren,rif}$ (Tabella 10). In luogo di quest'ultimo, occorre utilizzare il valore stimato nell'ambito del programma europeo *Intelligent Energy Europe* sopra detto.

Tabella 10. Valori soglia per la definizione delle classi di prestazione energetica sulla base della normativa nazionale vigente

	A4	$\leq 0,40 EP_{gl,nren,rif}$
$0,40 EP_{gl,nren,rif} <$	A3	$\leq 0,60 EP_{gl,nren,rif}$
$0,60 EP_{gl,nren,rif} <$	A2	$\leq 0,80 EP_{gl,nren,rif}$
$0,80 EP_{gl,nren,rif} <$	A1	$\leq 1,00 EP_{gl,nren,rif}$
$1,00 EP_{gl,nren,rif} <$	B	$\leq 1,20 EP_{gl,nren,rif}$
$1,20 EP_{gl,nren,rif} <$	C	$\leq 1,50 EP_{gl,nren,rif}$
$1,50 EP_{gl,nren,rif} <$	D	$\leq 2,00 EP_{gl,nren,rif}$
$2,00 EP_{gl,nren,rif} <$	E	$\leq 2,60 EP_{gl,nren,rif}$
$2,60 EP_{gl,nren,rif} <$	F	$\leq 3,50 EP_{gl,nren,rif}$
	G	$> 3,50 EP_{gl,nren,rif}$

2.5.2 Indice di Emissioni Inquinanti in Atmosfera

La mappatura dell'indice delle emissioni inquinanti (V_{e2}), su base censuaria, può essere ottenuta a partire dai dati resi noti dagli inventari regionali per comune, relativamente alle emissioni diffuse annuali dei principali macroinquinanti dell'aria *outdoor*, ovvero il particolato atmosferico (PM_{10}), gli ossidi di zolfo (SO_x), gli ossidi di azoto (NO_x) ed i composti organici volatili (COV).

Per ciascuno degli inquinanti considerati, partendo dal valore dell'emissione comunale diffusa, espresso t/km², occorre disaggregare tale valore per la classe d'uso del suolo industriale e non industriale rispettivamente, conoscendo l'incidenza emissiva di ciascuna classe:

$$E_{c_{non\ ind.}} = E_{c_{tot}} \times i_{non\ ind.}$$

$$E_{c_{ind.}} = E_{c_{tot}} \times i_{ind.}$$

dove

$E_{c_{non\ ind.}}$ = emissioni diffuse dell'inquinante considerato per la classe d'uso non industriale del comune

$E_{c_{ind.}}$ = emissioni diffuse dell'inquinante considerato per la classe d'uso industriale del comune

$i_{non\ ind.}$ = incidenza emissiva della classe non industriale

$i_{ind.}$ = incidenza emissiva della classe industriale

$E_{c_{tot}}$ = emissioni comunali diffuse dell'inquinante considerato

Il calcolo dell'incidenza può essere effettuato sommando l'incidenza dei macrosettori appartenenti a ciascuna classe. A tal fine, si valuta una aggregazione dei macrosettori di attività emissive (ANPA, 2001) ascrivibili alle classi di uso del suolo industriale e non industriale rispettivamente (Tabella 11).

Tabella 11. Classi d'uso del suolo considerate e corrispondenti macrosettori emissivi

CLASSE D'USO DEL SUOLO	MACROSETTORE EMISSIVO
Non Industriale	02 Impianti di combustione non industriali
	07 Trasporti stradali
	08 Altre sorgenti mobili e macchine
	10 Agricoltura
Industriale	03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione
	04 Processi senza combustione
	05 Trasporto interno e immagazzinamento di combustibili liquidi
	06 Uso di solventi

L'incidenza di un singolo macrosettore, a sua volta, è data dal rapporto tra le emissioni relative allo specifico macrosettore e il totale delle emissioni regionali. La formulazione da usare è la seguente:

$$i_{non\ ind.} = \frac{\sum E_{Rj\%}}{100} \qquad E_{Rj\%} = \frac{E_{Rj}}{E_{Rtot}} \times 100$$

$$i_{ind.} = \frac{\sum E_{Rk\%}}{100} \qquad E_{Rk\%} = \frac{E_{Rk}}{E_{Rtot}} \times 100$$

con $j = 02,07,08,10$ e $k = 03,04,05,06$

dove

$i_{non\ ind.}$ = incidenza emissiva della classe non industriale

$i_{ind.}$ = incidenza emissiva della classe industriale

$E_{Rj\%}$ = incidenza di un singolo macrosettore appartenente alla classe non industriale

$E_{Rk\%}$ = incidenza di un singolo macrosettore appartenente alla classe industriale

E_{Rj} = emissioni relative ad un singolo macrosettore appartenente alla classe non industriale

E_{Rk} = emissioni relative ad un singolo macrosettore appartenente alla classe industriale

E_{Rtot} = totale delle emissioni regionali

Una volta note le emissioni comunali relative alle classi industriale e non industriale, queste vengono localizzate spazialmente ricorrendo alla mappa di uso del suolo. Il metodo prevede, con riferimento alla classificazione individuata dal progetto Corine Land Cover al 4° livello di dettaglio, disponibile per il territorio europeo, la selezione delle "aree urbanizzate", "commerciali" ed "infrastrutturali" per la macroclasse non industriale, e delle "superfici industriali", per la macroclasse industriale. Tali aree, infatti, nel complesso corrispondono alle aree costruite o al tessuto urbano, comprensivo, da un punto di vista spaziale, dell'ambiente urbano, considerato quale bene esposto.

L'ulteriore disaggregazione, su base censuaria, delle emissioni relative alle classi industriale e non industriale, avviene calcolandone la relativa incidenza con riferimento a variabili proxy, selezionate sulla base della letteratura esaminata. Tali variabili sono: popolazione residente e volumetria degli edifici, per la classe non industriale (De Kluzenaar et al, 2001); superficie industriale, per la classe industriale (Maes et al, 2009).

In tal modo, si stima il valore di emissione, per sezione censuaria, degli inquinanti considerati. La formulazione da usare è la seguente:

$$E_{sez_i non ind.} = \frac{\left(\frac{N_{absez_i}}{N_{abc}}\right) + \left(\frac{V_{sez_i}}{V_c}\right)}{2} \times E_{c non ind.}$$

$$E_{sez_i ind.} = \left(\frac{S_{indsez_i}}{S_{ind_c}}\right) \times E_{c ind.}$$

$$E_{sez_i} = E_{sez_i non ind.} + E_{sez_i ind.}$$

dove

$E_{c non ind.}$ = emissioni diffuse dell'inquinante considerato per la classe d'uso non industriale del comune

$E_{c ind.}$ = emissioni diffuse dell'inquinante considerato per la classe d'uso industriale del comune

$E_{sez_i non ind.}$ = emissioni diffuse dell'inquinante considerato per la classe d'uso non industriale della i-esima sezione censuaria

$E_{sez_i ind.}$ = emissioni diffuse dell'inquinante considerato per la classe d'uso industriale della i-esima sezione censuaria

N_{absez_i} = numero di abitanti residenti nella i-esima sezione censuaria

N_{abc} = numero di abitanti residenti nel comune di appartenenza della i-esima sezione censuaria

V_{sez_i} = volume degli edifici presenti nella i-esima sezione censuaria

V_c = volume degli edifici presenti nel comune di appartenenza della i-esima sezione censuaria

S_{indsez_i} = superficie industriale presente nella i-esima sezione censuaria

S_{ind_c} = superficie industriale presente nel comune di appartenenza della i-esima sezione censuaria

E_{sez_i} = emissioni diffuse dell'inquinante considerato nella i-esima sezione censuaria

La mappa finale di sintesi delle emissioni in atmosfera, infine, può essere ottenuta sommando i valori delle emissioni relative ai singoli inquinanti, aventi stessa unità di misura, ovvero tonnellate (t), pertanto facilmente cumulabili (USEPA, 2003).

Occorre poi procedere alla classificazione di tali valori nelle cinque classi già definite per la mappa della vulnerabilità aggregata (Molto Basso, Basso, Medio, Elevato, Molto Elevato). La normativa italiana in materia (DLgs 155/2010) fornisce valori limite

relativamente non alle emissioni ma alla concentrazione di inquinanti in atmosfera. Pertanto, ai fini della classificazione delle emissioni, allo scopo di generalizzare il metodo si può fare ricorso al metodo *Natural Breaks* (Jenks, 1967), basato su un algoritmo di ottimizzazione che, fissato il numero di classi, minimizza la varianza dei valori interni a ciascuna classe e massimizza quella tra le classi. Tale metodo è ampiamente suggerito dalla letteratura in materia, poiché rispetto ad altre metodologie di classificazione, risulta adeguato per distribuzioni di dati non uniformi. In tal modo è possibile classificare i valori cumulati secondo le cinque classi suddette, per cui ad un aumento delle emissioni inquinanti in atmosfera corrisponde un livello maggiore di vulnerabilità V_{e2} .

2.5.3 Indice di Gestione dei Rifiuti Urbani

Allo scopo di misurare la vulnerabilità derivante da una non efficace gestione dei rifiuti urbani (V_{e3}) occorre stimare la produzione di rifiuti urbani non differenziati.

I dati ordinariamente disponibili sono relativi a due indicatori: la produzione pro-capite di rifiuti urbani totali (R_u) e la produzione pro-capite di rifiuti urbani differenziati (R_d), entrambi disponibili annualmente su base comunale¹³ ed espressi in kg/ab. Conoscendo il numero di abitanti per sezione censuaria, è possibile disaggregare questi dati a tale livello di dettaglio spaziale, ottenendo la produzione di rifiuti totali e differenziati, in tonnellate (t). Operando una semplice differenza algebrica tra questi ultimi, si ricava, per ogni sezione, la produzione pro-capite di rifiuti urbani non differenziati.

La formulazione da usare è la seguente:

$$R_{u_{sez_i}} = R_{u_c} \times N_{ab_{sez_i}}$$

$$R_{d_{sez_i}} = R_{d_c} \times N_{ab_{sez_i}}$$

$$R_{nd_{sez_i}} = R_{u_{sez_i}} - R_{d_{sez_i}}$$

¹³ I dati sono archiviati nel Catasto Nazionale Rifiuti Urbani, gestito dall' Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e costituiscono la banca dati nazionale dei rifiuti urbani e della raccolta differenziata. L'ISPRA cura la pubblicazione periodica del Rapporto sui Rifiuti Urbani, contestualmente alla quale vengono divulgati i dati presi in considerazione per la redazione di tale rapporto.

dove

$R_{u_{sez_i}}$ = produzione di rifiuti urbani totali nella i-esima sezione censuaria

R_{u_c} = produzione di rifiuti urbani totali nel comune al quale appartiene la i-esima sezione censuaria

$N_{ab_{sez_i}}$ = numero di abitanti residenti nella i-esima sezione censuaria

$R_{d_{sez_i}}$ = produzione di rifiuti urbani differenziati nella i-esima sezione censuaria

R_{d_c} = produzione di rifiuti urbani differenziati nel comune al quale appartiene la i-esima sezione censuaria

$R_{nd_{sez_i}}$ = produzione di rifiuti urbani non differenziati nella i-esima sezione censuaria

I valori così ottenuti di V_{e3} possono essere riclassificati secondo le cinque classi già definite (Molto Basso, Basso, Medio, Elevato, Molto Elevato) facendo ricorso al metodo Natural Breaks, per cui al crescere della produzione di rifiuti non differenziati si verifica un maggiore livello di vulnerabilità.

2.5.4 Indice composito di Vulnerabilità Ambientale

Le mappe di vulnerabilità precedentemente ottenute, che rappresentano la variazione spaziale degli indici V_{e1} , V_{e2} e V_{e3} rispettivamente, costituiscono i tre *layers* informativi tematici necessari per la valutazione e la mappatura della vulnerabilità ambientale.

Ai cinque livelli di intensità, in cui tali mappe sono classificate, sono associati dei valori proporzionali (Tabella 12). In tal modo, la mappa della Vulnerabilità Ambientale, per sezione censuaria, si ottiene mediante una sovrapposizione delle carte tematiche di input e sommando i valori associati a ciascun livello di intensità.

Tale mappa è poi riclassificata secondo cinque intervalli di valori, cui sono associati i gradi di vulnerabilità già definiti per le mappe di input (Molto Basso, Basso, Medio, Elevato, Molto Elevato), per cui un aumento del valore cumulato corrisponde ad un maggiore livello di vulnerabilità ambientale al rischio di periferizzazione. Tuttavia, la scelta del metodo di classificazione può portare a rappresentazioni del fenomeno del tutto diverse. Volendo mettere a punto un metodo generale, anche in tale fase si è scelto

il metodo *Natural Breaks*, che, come detto, si considera valido per le distribuzioni di dati non uniformi, dunque risulta adattabile per la generalità dei casi¹⁴.

Tabella 12. Indici di vulnerabilità, definizione, unità di misura e valori attribuiti alle classi di vulnerabilità ai fini del calcolo dell'indice composito di Vulnerabilità Ambientale.

INDICE DI VULNERABILITÀ	DEFINIZIONE E UNITÀ DI MISURA	CLASSE DI VULNERABILITÀ	VALORE
Prestazione energetica (V _{e1})	Indice di prestazione energetica del patrimonio edilizio residenziale in termini di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria (kWh/ m ²)	A4	1
		A3	1
		A2	2
		A1	2
		B	3
		C	3
		D	4
		E	4
		F	5
Emissioni inquinanti in atmosfera (V _{e2})	Indice di emissioni inquinanti in atmosfera (emissioni diffuse di particolato atmosferico, ossidi di zolfo, ossidi di azoto e composti organici volatili) (t)	Molto Basso	1
		Basso	2
		Medio	3
		Elevato	4
		Molto Elevato	5
Gestione dei rifiuti urbani (V _{e3})	Indice di produzione dei rifiuti urbani non differenziati (t)	Molto Basso	1
		Basso	2
		Medio	3
		Elevato	4
		Molto Elevato	5

¹⁴ La metodologia di valutazione della Vulnerabilità Ambientale, qui proposta, è oggetto dell'articolo "A Methodology for Analyzing the Role of Environmental Vulnerability in Urban and Metropolitan-Scale Peripheralization Processes", di cui è prevista nel mese di aprile 2021 la pubblicazione in un volume della serie *Lecture Notes in Civil Engineering*, ISSN 2366-2557, dell'editore Springer.

2.6 Valutazione dell'Esposizione

Ai fini della costruzione della mappa finale del rischio, con riferimento all'equazione del rischio di periferizzazione, occorre procedere alla mappatura dell'esposizione, rappresentata, complessivamente, dal tessuto urbano. Il tessuto urbano è inteso come derivante dall'involuppo di tutte le aree trasformate occupate da insediamenti residenziali e produttivi, compresi gli spazi pubblici e/o riservati alle attività collettive, oltre ai nuclei ad edificazione diffusa e sparsa.

Essendo le aree trasformate comprensive anche dei singoli beni esposti, ad esse si associa il più alto livello di esposizione. Ciò equivale, in termini quantitativi, a porre il valore esposto, in corrispondenza del tessuto urbano, pari all'unità¹⁵. Per tale finalità è necessaria una definizione spaziale delle aree costruite costituenti il tessuto urbano: si fa riferimento al metodo adottato da ISPRA, secondo cui tali aree corrispondono a quelle con grado di impermeabilizzazione maggiore o uguale al 30%, con riferimento alla cartografia di base Copernicus *Imperviousness* (ISPRA, 2015).

Tuttavia, in tal modo è possibile che all'interno del perimetro delle aree costruite si creino dei vuoti, laddove il grado di impermeabilizzazione è inferiore al 30%, corrispondenti ad aree verdi ricreative o in generale a spazi pubblici riservati alle attività collettive, che si intendono inclusi nel tessuto urbano o, in altri termini, nelle aree urbane esposte. Per aree non urbane si intendono, invece, tutte le superfici occupate da boschi, corpi idrici o interessate da usi agricoli del suolo, nel complesso considerate non esposte. Pertanto, l'estensione territoriale del tessuto urbano, rappresentativo complessivamente del bene esposto, è successivamente ricavata inglobando nella mappa delle aree costruite anche gli spazi con grado di impermeabilizzazione minore ricadenti all'interno del perimetro delle aree trasformate, con l'ausilio della mappa dell'uso del suolo.

¹⁵ Analogo approccio è stato perseguito nell'analisi del rischio da frana condotta nell'ambito della redazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico effettuata dall'ex AdB Campania Centrale, poi confluita nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale con Decreto 25.10.2016 (GU Serie generale n.27 del 02.02.2017).

2.7 Valutazione della Vulnerabilità Complessiva

Al fine di ottenere la mappa della Vulnerabilità Complessiva (V), occorre intersecare la carta tematica della Vulnerabilità Aggregata (V_a) con quella della Vulnerabilità Ambientale (V_e). A tale scopo si propone una matrice di vulnerabilità, costruita in modo tale che le aree corrispondenti ai livelli di vulnerabilità 'elevato' e 'molto-elevato' sono quelle in cui si verifica tale condizione: V_a è elevata e molto-elevata e contemporaneamente V_e è molto-elevata, elevata o media (Tabella 13). Si tiene conto, cioè, del peso maggiore che l'indice V_a , costruito a partire da 19 indicatori di origine, riveste su V_e , derivante da 8 indicatori.

Tabella 13. Matrice di Vulnerabilità.

Vulnerabilità Complessiva (V)		Vulnerabilità Aggregata (V_a)				
		Molto Elevato	Elevato	Medio	Basso	Molto Basso
Vulnerabilità Ambientale (V_e)	Molto Elevato	Molto Elevato	Elevato	Medio	Basso	Molto Basso
	Elevato	Molto Elevato	Elevato	Medio	Basso	Molto Basso
	Medio	Elevato	Elevato	Medio	Basso	Molto Basso
	Basso	Medio	Medio	Basso	Basso	Molto Basso
	Molto Basso	Basso	Basso	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso

2.8 Scenari di Rischio

Ricorrendo ad una *overlay mapping* tra la mappa della Vulnerabilità Aggregata (V_a), data dalla combinazione di Vulnerabilità Sociale (V_s), Edilizia (V_b) ed Urbanistica (V_u), e la mappa dell'Esposizione (E), si ottiene la mappa del rischio nel primo scenario. La costruzione della mappa del rischio nel secondo scenario si ottiene invece effettuando una *overlay mapping* tra la mappa della Vulnerabilità Complessiva, data dal prodotto di Vulnerabilità Aggregata e Vulnerabilità Ambientale (V_e), e la mappa dell'Esposizione. Quest'ultima rimane invariata passando dal primo al secondo scenario, poiché il bene esposto è rappresentato complessivamente dal tessuto urbano, nel quale popolazione, edifici ed ambiente urbano sono inseriti.

La differenza sostanziale tra i due Scenari di Rischio è che nel primo non si considera il Dominio Ambientale, ma quello Sociale, Edilizio ed Urbanistico, mentre nel secondo sono computati tutti e quattro i domini di periferizzazione.

Come detto nella descrizione del *framework* metodologico generale per la costruzione della mappa del rischio, la scelta di costruire due differenti scenari di rischio dipende dalla necessità di valutare separatamente la Vulnerabilità Aggregata dalla Vulnerabilità Ambientale.

È utile ribadire, inoltre, che nella letteratura urbanistica il potenziale degrado nei tre domini tenuti in conto nello Scenario di Rischio 1 è tradizionalmente associato alle periferie urbane intese in senso geografico-spaziale, cioè distanti dalle aree centrali, mentre queste ultime sono ritenute maggiormente interessate da degrado ambientale. In linea teorica ci si aspetterebbe quindi che le aree a maggior rischio nello Scenario 1 siano localizzate nelle aree urbane più periferiche, mentre la valutazione del Dominio Ambientale nello Scenario 2 farebbe tendere la localizzazione delle aree più a rischio verso le zone più centrali.

L'analisi dei risultati dell'applicazione ad un caso di studio dei due differenti scenari proposti, dunque, è di interesse anche per comprendere quanto queste affermazioni trovino riscontro nella realtà, alla luce della nuova geografia del degrado e socio-economica che caratterizza attualmente i sistemi urbani e metropolitani.

**CAPITOLO 3: APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI
VALUTAZIONE DEL RISCHIO ALLA CONURBAZIONE
CASERTANA**



3.1 Area di studio

3.1.1 Inquadramento generale

L'area selezionata per l'applicazione della metodologia è situata nella Provincia di Caserta, in Regione Campania, e comprende i comuni ricadenti in uno dei *Campi Territoriali Complessi* (Ctc) individuati dal Piano Territoriale Regionale (Ptr), nello specifico quello relativo all'Area Urbana Casertana, in buona parte coincidente con la sua conurbazione. Tale area è localizzata nella parte nord-occidentale di un'altra conurbazione che caratterizza la provincia di Caserta, quella aversana, che a sua volta si estende, senza soluzione di continuità, a nord della vasta periferia metropolitana della città di Napoli.

La conurbazione casertana interessa complessivamente sedici comuni, ricompresi nel Ctc sopra detto: Capodrise, Capua, Casagiove, Casapulla, Caserta, Curti, Macerata Campania, Marcianise, Maddaloni, Portico di Caserta, Recale, San Marco Evangelista, San Nicola La Strada, San Prisco, San Tammaro, Santa Maria Capua Vetere (Figura 11, Figura 12).

A partire dal dopoguerra, la Città di Caserta, oggi capoluogo dell'omonima provincia, è andata saldandosi con i comuni contermini in un esteso aggregato urbano (Figura 13).

Il territorio in esame, che oggi conta complessivamente circa 320000 abitanti residenti, è ripartito in 1021 sezioni di censimento ed è caratterizzato da un'alta densità insediativa, con in media 2128 ab/km², elevata urbanizzazione e infrastrutturazione (Tabella 14).

Esso annovera poli produttivi estremamente importanti per tutto il Mezzogiorno, come l'agglomerato industriale di Marcianise, collegato all'area industriale aversana dalla SS 7 bis, all'area del beneventano dalla SS 7 e all'area metropolitana di Napoli dalla SS 87.

Inoltre, l'intera area vanta un patrimonio culturale di grande interesse, che si fregia anche di due siti UNESCO, la nota Reggia di Caserta e il Borgo di San Leucio (Figura 14), oltre al Real Sito di Carditello e di numerose vestigia archeologiche, tra cui spicca l'Anfiteatro campano situato nell'antica Capua, oggi appartenente al comune di Santa Maria Capua Vetere.

Significative sono le condizioni di inquinamento ambientale dovute alle attività produttive esistenti e allo smaltimento, spesso illegale, dei rifiuti solidi urbani.

L'area ricade nel perimetro dell'ex Sito di Interesse Nazionale (SIN) "Litorale Domitio Flegreo e Agro Aversano" (Figura 15) la cui perimetrazione provvisoria è stata istituita con D.M 10 gennaio 2000, D.M. 8 marzo 2001 e D.M. 31 gennaio 2006 (www.arpacampania.it).

Unitamente all'inquinamento ambientale, il disordine urbano, il degrado del patrimonio artistico e lo stallo occupazionale rendono la conurbazione casertana uno dei territori più complessi d'Italia (Rufino, 2012).

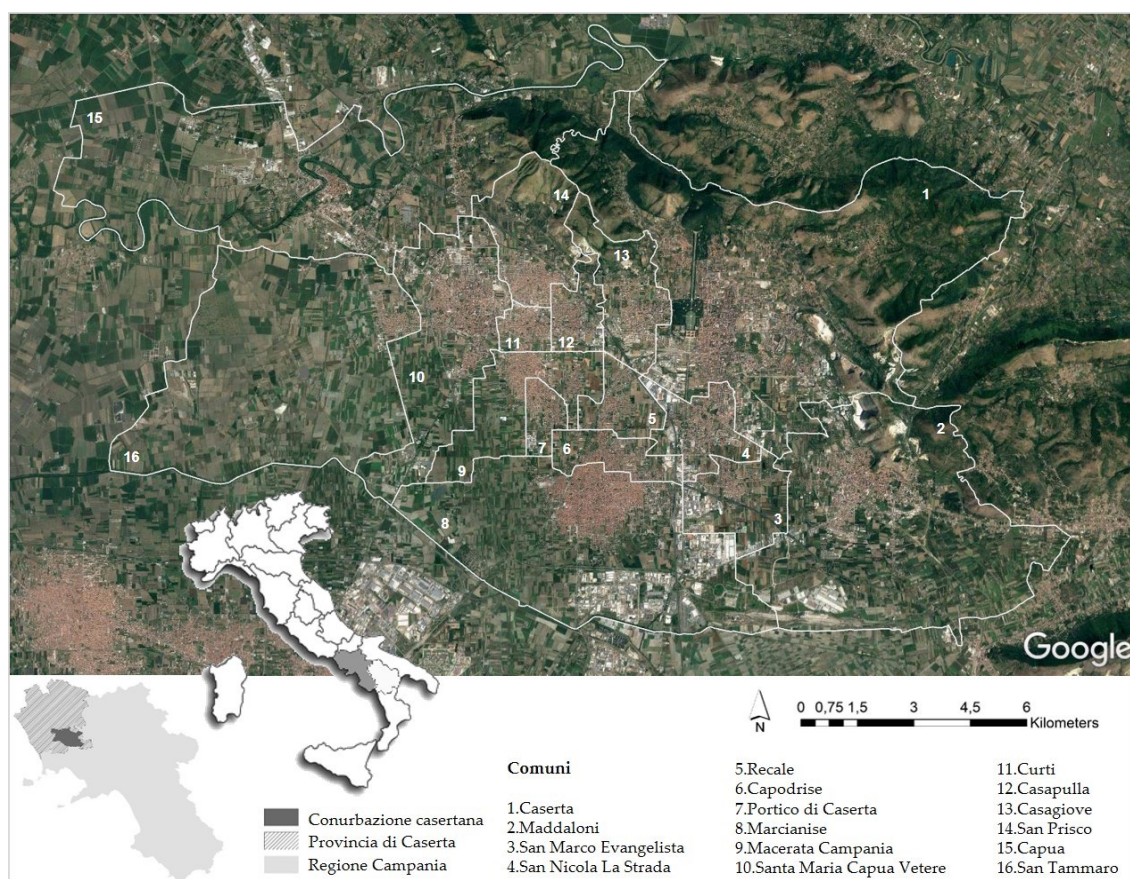


Figura 11. Area di studio – Inquadramento territoriale

Tabella 14. Popolazione, estensione territoriale e densità abitativa dei comuni appartenenti all'area di studio

COMUNE	POPOLAZIONE ¹ (ab)	ESTENSIONE TERRITORIALE ² (km ²)	DENSITÀ ABITATIVA ³ (ab/km ²)
Capodrise	10133	3,46	2.924,64
Capua	18.484	48,60	380,3
Casagiove	13.559	6,36	2.132,89
Casapulla	8597	2,90	2.959,99
Caserta	75.561	54,07	1397,48
Curti	7077	1,69	4.189,06
Macerata Campania	10507	7,63	1.376,50
Marcianise	39792	30,21	1.317,29
Portico di Caserta	7903	1,91	4.132,07
Recale	7710	3,22	2.394,71
San Marco Evangelista	6577	5,70	1.153,52
San Nicola La Strada	22753	4,71	4.828,53
San Prisco	12333	7,79	1.584,14
San Tammaro	5529	36,97	149,56
Santa Maria Capua Vetere	32893	15,92	2.066,09
Maddaloni	39026	36,67	1.064,16

¹ Popolazione residente al 2018. Fonte: Dati ISTAT al 31 dicembre 2018.

² Superficie dell'intero territorio comunale.

³ Calcolata come rapporto tra popolazione ed estensione territoriale comunale.

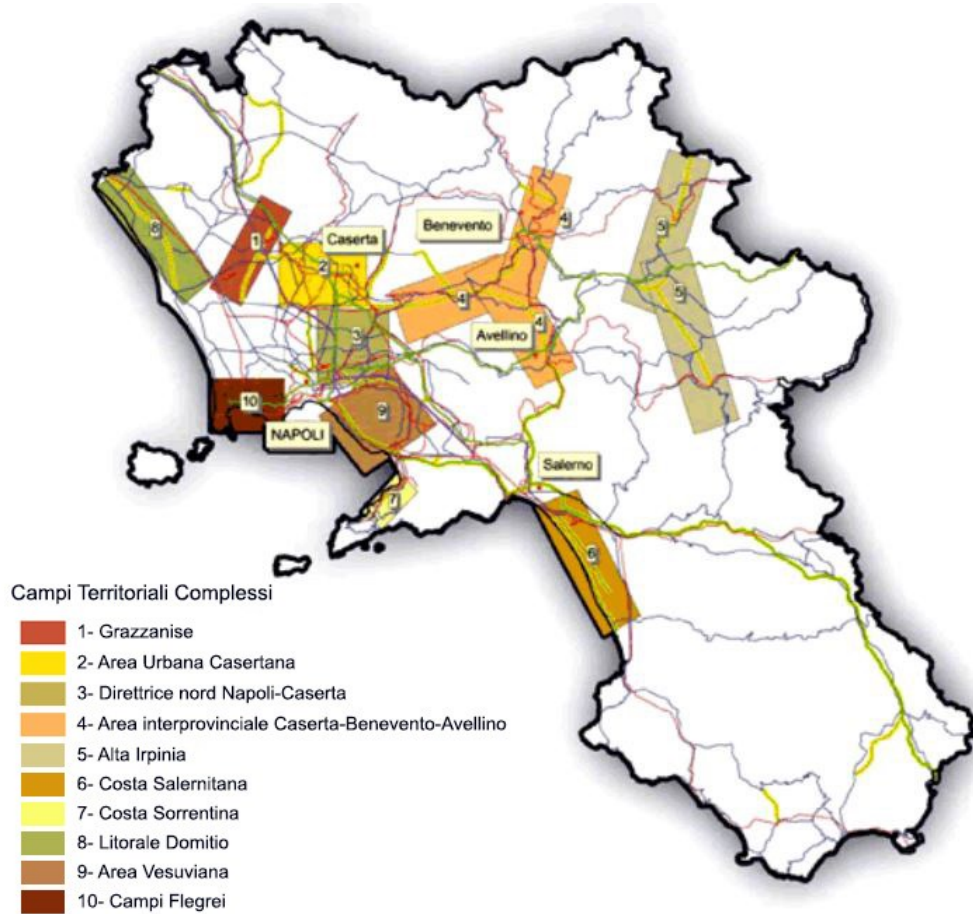


Figura 12. Localizzazione dei Campi Territoriali Complessi.
Fonte: Piano Territoriale Regionale (Regione Campania, 2008)

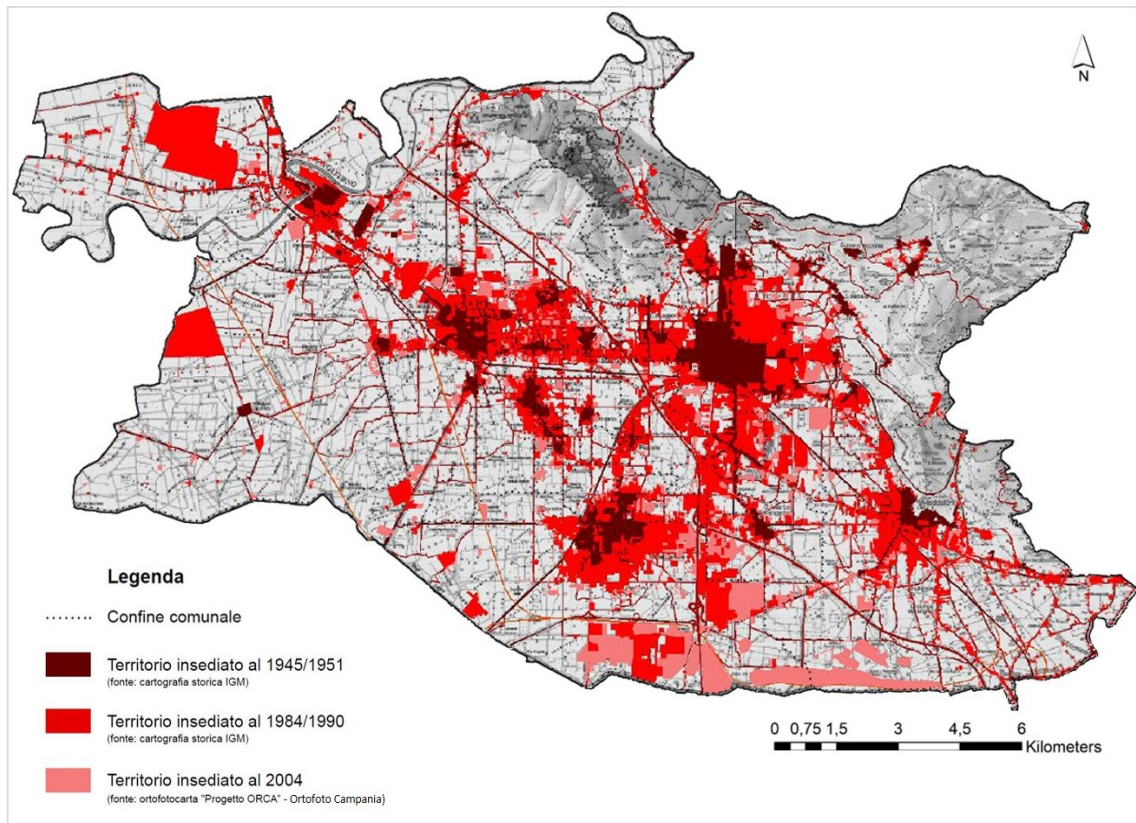


Figura 13. Area di studio – Evoluzione storico-insediativa.

Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Caserta (Provincia di Caserta, 2014)

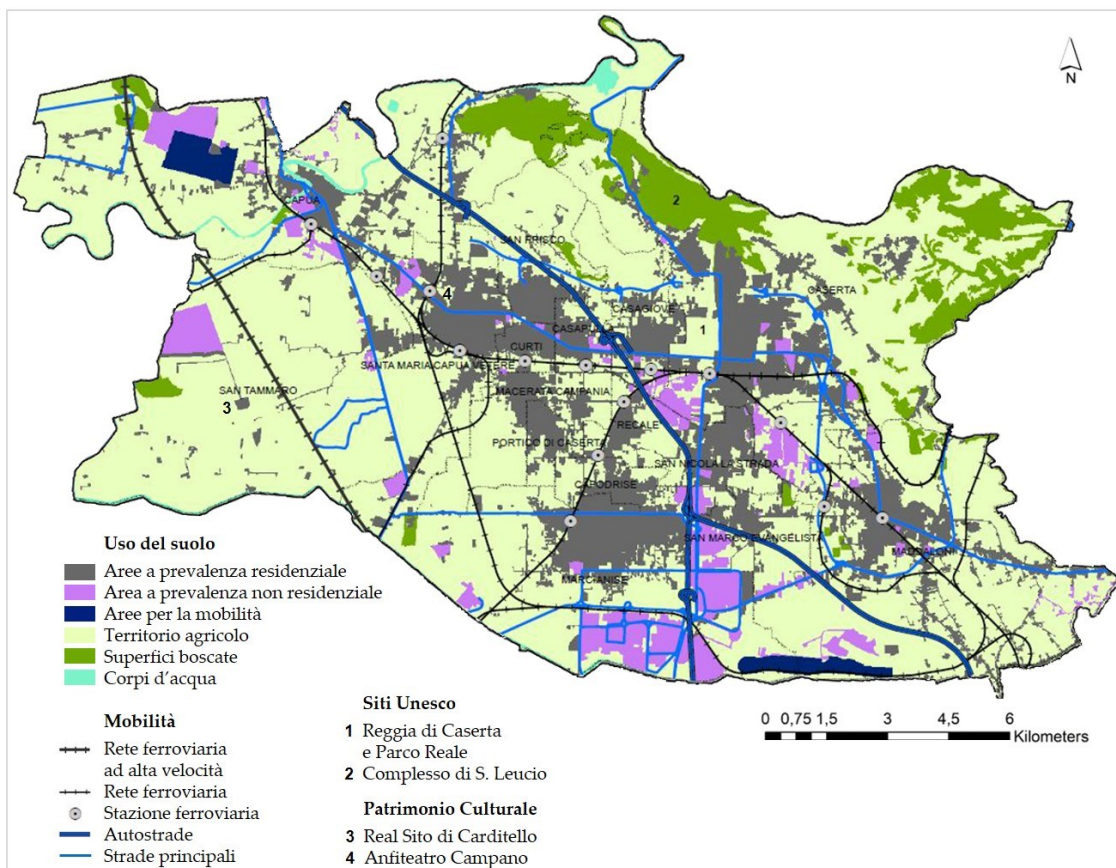


Figura 14. Area di studio – Uso del suolo.

Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Caserta (Provincia di Caserta, 2014)

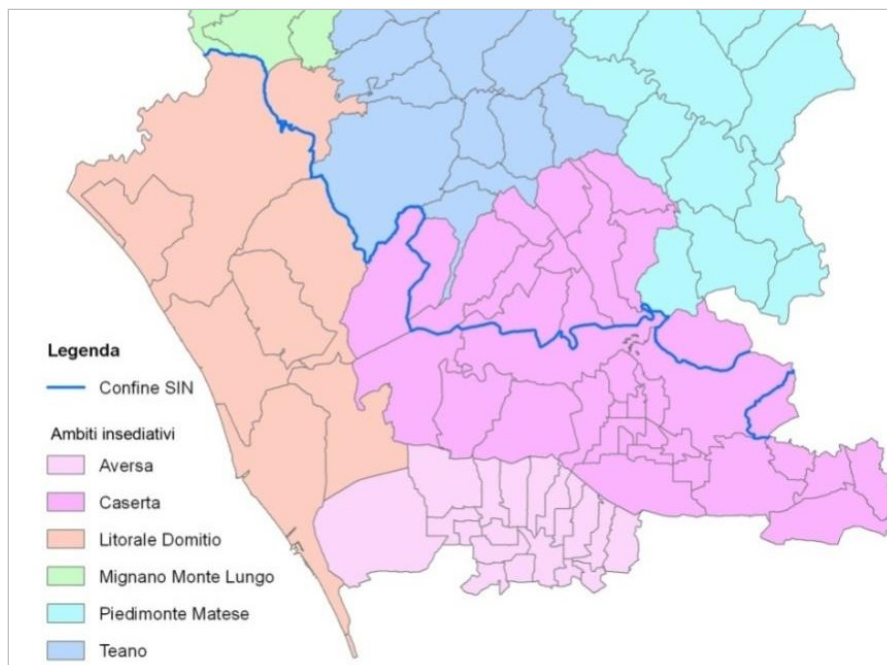


Figura 15. Ambiti insediativi interessati dal Sito di Interesse Nazionale (SIN) “Litorale Domitio Flegreo e Agro Aversano”.

Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Caserta (Provincia di Caserta, 2014)

3.1.2 Criteri di delimitazione

I *Campi Territoriali Complessi* (Ctc) sono individuati come spazi di particolare criticità, riferibili a infrastrutture di interconnessione di una certa rilevanza, oppure ad aree di intensa concentrazione di fattori di rischio, dove si ritiene che la Regione Campania debba promuovere un’azione prioritaria di interventi particolarmente integrati (Regione Campania, 2008).

Secondo quanto indicato dal Piano Territoriale Regionale (Ptr), in tali ambiti territoriali vanno ipotizzate azioni integrate tra quelle destinate al controllo del territorio, quali quelle di monitoraggio, messa in sicurezza o di bonifica, e quelle mirate alla pianificazione, come quelle di riqualificazione o di cambio di destinazione d’uso

dell'area. Più specificatamente, il Ptr identifica i Ctc come ambiti prioritari d'intervento, interessati dalla convergenza di interventi infrastrutturali di natura sia funzionale che ambientale. I Ctc rappresentano, in questo senso, ambiti del territorio regionale oggetto di trasformazioni rilevanti, riguardanti:

- interventi e strategie di riequilibrio e di risanamento ambientale, di bonifica di aree ad alto rischio e valore paesistico;
- opere e interventi nel settore delle infrastrutture;
- politiche per la protezione del territorio e il ripristino di condizioni sociali e urbane di sicurezza, in relazione ai rischi naturali.

I campi territoriali sono definiti "complessi" in quanto le azioni individuate determinano un cambiamento che coinvolge una molteplicità di attori della trasformazione e dello sviluppo, e incide sui diversi elementi della struttura insediativa e territoriale.

Alla luce di tali considerazioni, la conurbazione casertana è stata ritenuta un potenziale caso di studio per l'applicazione della metodologia proposta, al fine di testare l'efficacia del metodo nell'individuare aree prioritarie di intervento in un sistema urbano particolarmente complesso, già noto per le condizioni di degrado generalizzato in cui versa.

In assenza di una delimitazione come quella dei Ctc, utile all'individuazione dei comuni ricadenti nell'area di studio, questi potrebbero corrispondere, per esempio, a sistemi territoriali di area vasta per i quali vi è una programmazione di interventi per lo sviluppo definita nella pianificazione territoriale di coordinamento.

Nella determinazione dell'estensione territoriale di tali sistemi, infatti, generalmente si prendono in considerazione le relazioni esistenti, in merito sia alle caratteristiche fisiche e geo-morfologiche, sia a quelle funzionali, tra i gruppi di comuni da includere nell'ambito intercomunale di area vasta, unitamente alla condivisione di problematiche in campo ambientale, economico e sociale.

Pur in presenza della individuazione dei Ctc, nel caso in esame, tuttavia, non si può fare riferimento ad una chiara delimitazione dei comuni in essi ricadenti. Pertanto, nella scelta dei comuni da includere nell'area di studio, si è tenuto conto della continuità del tessuto urbano ascrivibile alla conurbazione, considerato quale bene esposto. Inoltre, coerentemente con quanto sopra detto, sono state prese a riferimento le perimetrazioni di sistemi territoriali di area vasta per i quali vi fosse già una programmazione di interventi per lo sviluppo o la riqualificazione riguardanti la conurbazione, in particolare i seguenti:

- Sistema Territoriale di Sviluppo (STS) “D4 - Sistema urbano Caserta e Antica Capua”, definito nel Ptr (Figura 16)¹⁶;
- Programma di Recupero Urbano e Sviluppo Sostenibile del Territorio (PRUSST) della Conurbazione Casertana (Figura 17);
- Ambito insediativo “Caserta”, individuato nel Ptcp di Caserta (Figura 15)¹⁷.

¹⁶ Nell’ambito del Ptr, la delimitazione dei Sistemi Territoriali di Sviluppo è stata effettuata “sulla base della geografia dei processi di auto-riconoscimento delle identità locali e di auto-organizzazione nello sviluppo, confrontando il mosaico dei patti territoriali, dei contratti d’area, dei distretti industriali, dei parchi naturali, delle comunità montane. (...) Questo procedimento è stato approfondito attraverso una verifica di coerenza con il POR 2000/2006, con l’insieme dei PIT, dei Prusst, dei Gal e delle indicazioni dei preliminari di PTCP” (Regione Campania, 2008).

¹⁷ La perimetrazione degli ambiti insediativi, nell’ambito del Ptcp, è stata condotta con riferimento ai Sistemi Locali del Lavoro (SLL), definiti dall’Istituto Nazionale di Statistica sulla base dei flussi di spostamento quotidiano per motivi di lavoro e rilevati in occasione del 14° Censimento. La motivazione sottesa a tale scelta è che i SLL sono ritenuti come uno strumento di analisi adeguato per individuare sistemi territoriali omogenei da un punto di vista socio-economico.

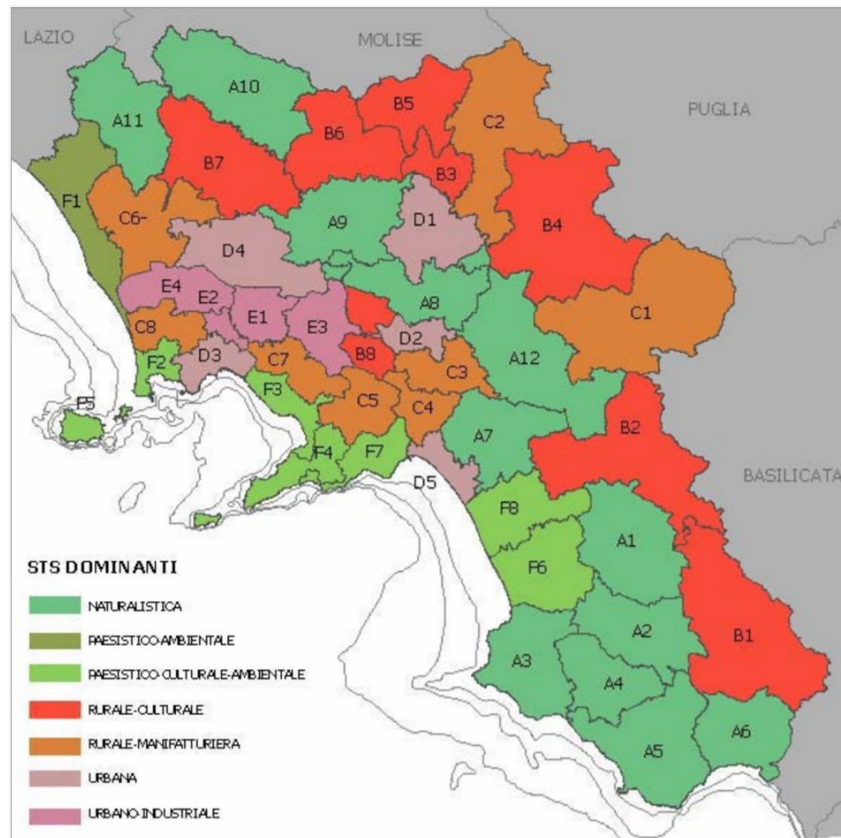


Figura 16. Sistemi Territoriali di Sviluppo dominanti.
Fonte: Piano Territoriale Regionale (Regione Campania, 2008)

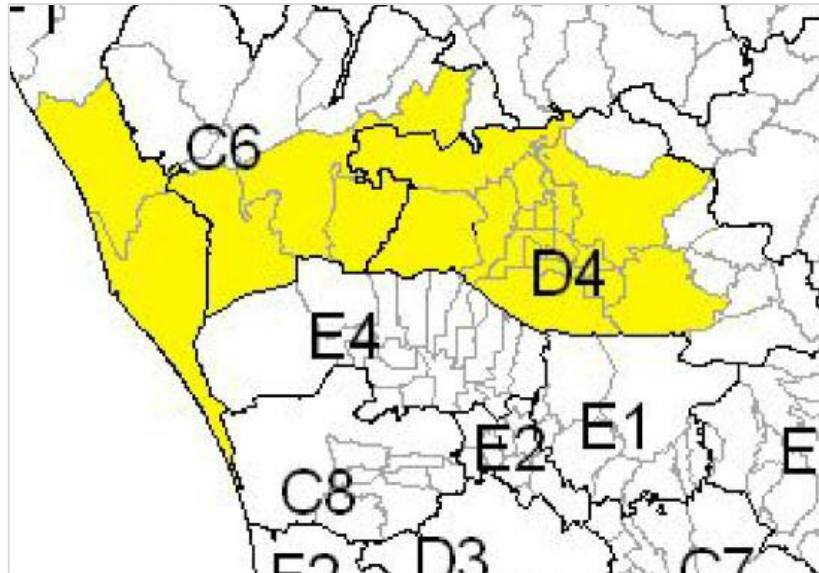


Figura 17. Stralcio dei Sistemi Territoriali di Sviluppo del Piano Territoriale Regionale, con evidenziati i comuni ricadenti nel perimetro del PRUSST della Conurbazione Casertana.

Fonte: Piano Territoriale Regionale (Regione Campania, 2008)

3.2 Acquisizione dei dati necessari alla valutazione

La metodologia proposta è stata applicata alla conurbazione casertana, a partire dalla acquisizione e preparazione dei dati necessari per misurare gli indicatori di vulnerabilità. Dei 19 indicatori complessivamente definiti nella metodologia generale di valutazione della Vulnerabilità Aggregata, solo gli indicatori I₇, I₁₅, I₁₆, I₁₈, I₁₉ richiedono l'acquisizione di dati specifici per il territorio della Regione Campania, in cui è inserita l'area di studio (Tabella 15), mentre i restanti indicatori derivano da dati disponibili per l'intero territorio nazionale. Tuttavia, si tratta di dati ordinariamente disponibili nei processi di pianificazione territoriale ed urbanistica, qualsiasi sia la Regione interessata, poiché derivanti dal database topografico regionale e dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Analoghe considerazioni possono trarsi per quanto riguarda la Vulnerabilità Ambientale: solo gli indicatori I₂₂, I₂₃, I₂₄, I₂₅ richiedono l'acquisizione di dati specifici per il territorio della Regione Campania (Tabella 16). Per fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati necessari per misurare i restanti indicatori di vulnerabilità, disponibili per l'intero territorio nazionale, si rimanda a quanto già precisato nella sezione dedicata alla metodologia.

Tabella 15. Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati specifici per il territorio regionale necessari per la valutazione della Vulnerabilità Aggregata

INDICATORI	FONTI DEI DATI	TIPOLOGIA DI DATI	LIVELLO DI DETTAGLIO SPAZIALE	ANNO
I ₁₆	Dbt Regione Campania	shapefile	1:5000	2011
I ₇ , I ₁₅ , I ₁₈ , I ₁₉	Piano territoriale di coordinamento della Provincia di Caserta	raster	1:25000	2012

Tabella 16. Fonti, tipologia e livello di dettaglio spaziale dei dati specifici per il territorio regionale necessari per la valutazione della Vulnerabilità Ambientale

INDICATORI	FORTE DEI DATI	TIPOLOGIA DI DATI	LIVELLO DI DETTAGLIO SPAZIALE	ANNO
I ₂₂ , I ₂₃ , I ₂₄ , I ₂₅	Inventario Emissioni Regione Campania	Shapefile	Comune	2002

3.3 Mappatura della Vulnerabilità Aggregata

3.3.1 Normalizzazione

Per l'individuazione dei valori x_{min} e x_{max} sono state escluse le sezioni censuarie ritenute non rappresentative, quelle costituite cioè da un numero troppo piccolo di dati o da un'area assai ridotta. Tale operazione è stata effettuata per ottenere un risultato quanto più verosimile possibile, sulla base dei dati disponibili.

Nello specifico, con riferimento al Dominio Sociale, per la valutazione dei valori x_{min} e x_{max} nel sottodominio 'Occupazione' sono state escluse le sezioni censuarie aventi un numero di residenti di oltre 15 anni inferiore a 200. Nel sottodominio 'Istruzione e cultura', per l'indice di non completamento del ciclo di scuola secondaria di primo grado (scuola media), allo stesso modo, sono state escluse le sezioni con numero di residenti di oltre 15 anni inferiore a 200, e per l'incidenza di analfabetismo quelle con numero di residenti di oltre 6 anni inferiore a 200. Nel sottodominio 'Struttura demografica' sono state escluse le sezioni censuarie aventi un numero di residenti al di sotto dei 14 anni inferiore a 100 per l'indice di vecchiaia, e le sezioni con numero di famiglie con più di 6 componenti inferiore a 100 per l'incidenza delle famiglie numerose.

Per quel che riguarda la Vulnerabilità Edilizia, l'esclusione ha interessato: i comuni con numero di edifici storici inferiore a 10 per la normalizzazione dell'indice degli edifici con valore storico, architettonico e artistico vulnerabili; le sezioni censuarie con numero di edifici residenziali inferiore a 100 per l'indice degli edifici in pessimo e mediocre stato di conservazione; le sezioni con numero di alloggi totali e occupati inferiore a 100 per l'indice degli alloggi impropri.

Infine, per la valutazione di x_{min} e x_{max} ai fini della normalizzazione degli indicatori elementari afferenti al Domino Urbanistico, sono state escluse le sezioni censuarie con area urbanizzata molto ridotta.

3.3.2 Implementazione del modello fuzzy in Matlab

L'analisi fuzzy descritta è stata reiterata per ciascuna delle 1021 sezioni censuarie che compongono l'area di studio. Considerando il gran numero di dati da processare nell'analisi, dovuto all'elevato numero di sezioni di censimento (Batty, 2015), è stato necessario fare ricorso ad un software computazionale. Pertanto, tutte le fasi delle analisi fuzzy condotte sono state implementate nel software Matlab, tramite l'interfaccia grafica *Fuzzy Logic Toolbox* (Figura 18, 19, 20). Le funzioni di appartenenza, le regole e il metodo di inferenza, oltre che le modalità di aggregazione e defuzzificazione, sono stati preimpostati in un file .fis. Successivamente, tale file è stato richiamato in un codice di calcolo tramite la funzione *readfis* di Matlab. I valori attribuiti alle variabili di input per ogni sezione censuaria sono stati inseriti in Matlab come vettori di dati, mentre l'applicazione delle analisi fuzzy è stata effettuata tramite la funzione *evalfis* di Matlab. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'**Appendice 3**, che contiene le istruzioni di calcolo per valutare, tramite Matlab, la Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica rispettivamente.

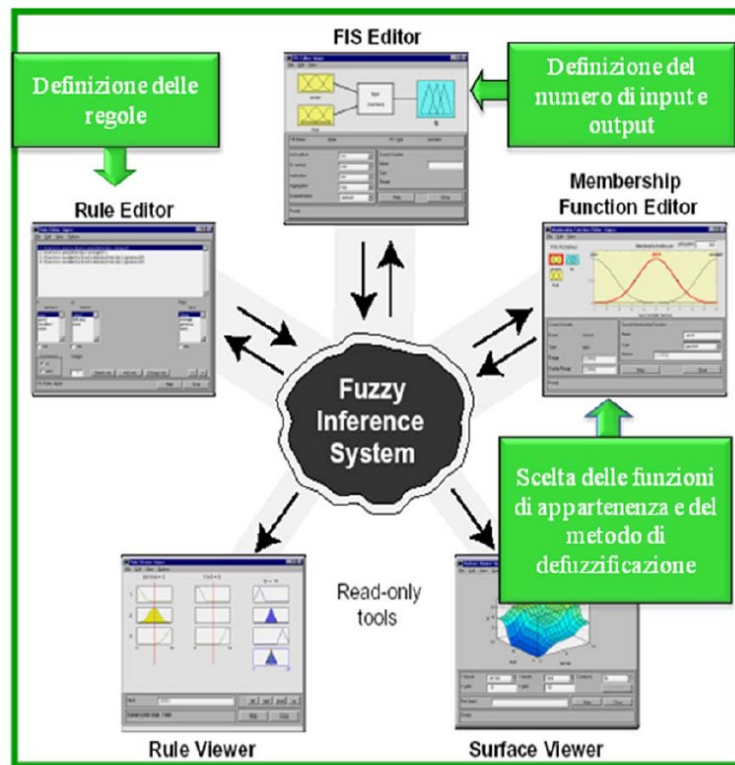


Figura 18. Interfaccia grafica per condurre un'analisi fuzzy in Matlab

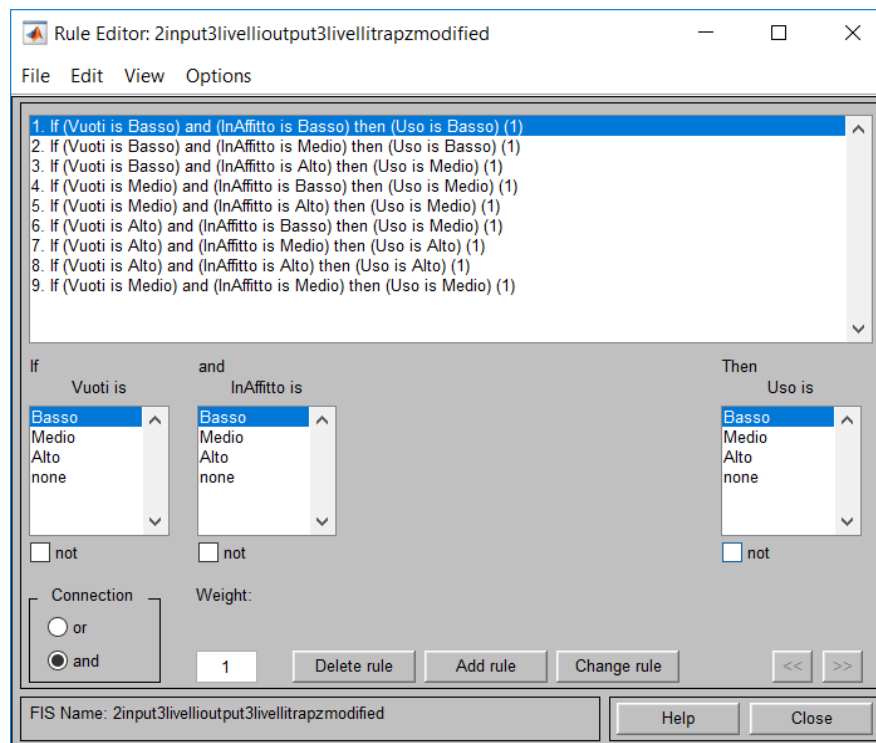


Figura 19. Interfaccia grafica per la definizione delle regole di inferenza in Matlab

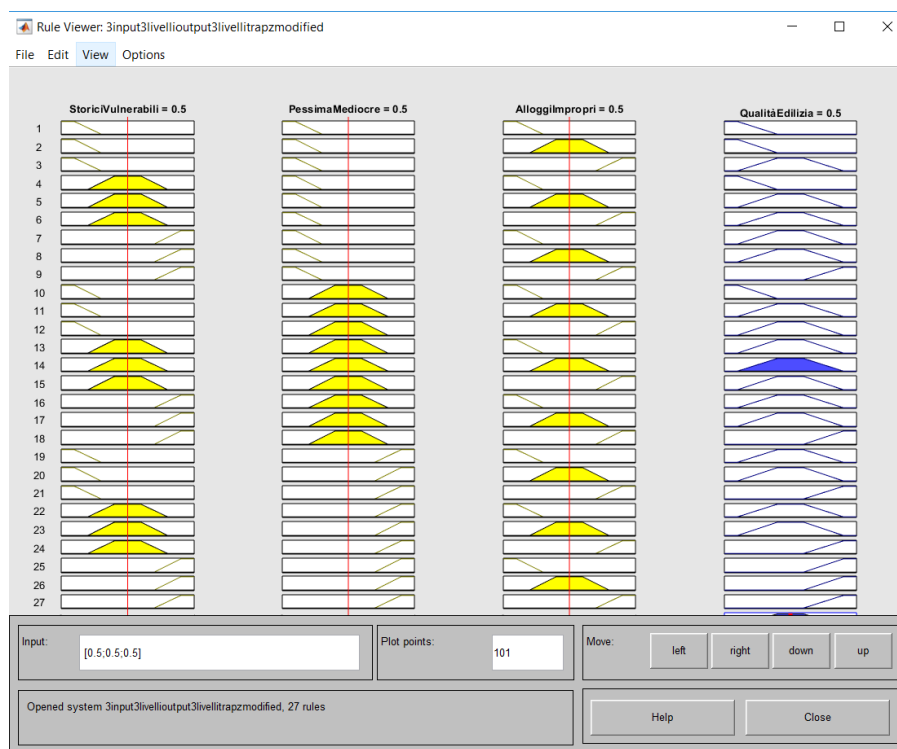


Figura 20. Visualizzazione grafica delle regole fuzzy e risultato della loro combinazione in Matlab

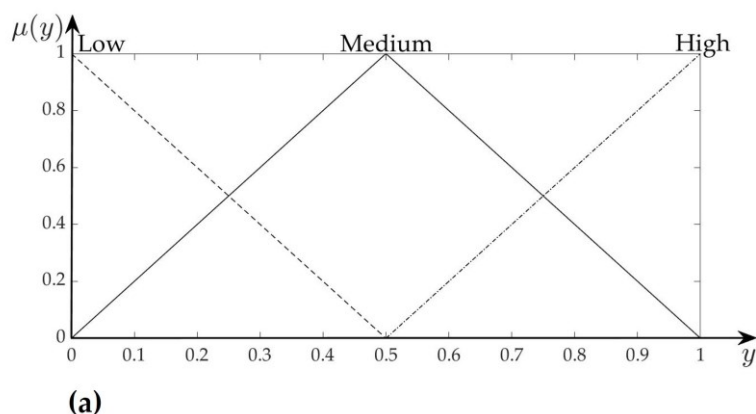
3.3.3 Analisi di Sensitività

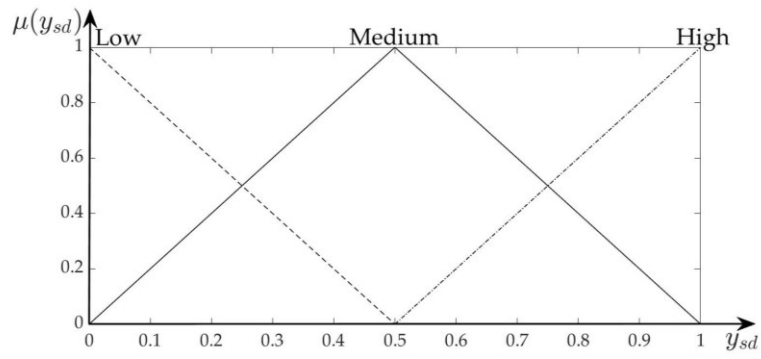
Come descritto nella metodologia generale, è stata effettuata una analisi di sensitività, simulando schemi *fuzzy* differenti per tipologia di funzione di appartenenza, metodo di inferenza, aggregazione e defuzzificazione, al fine di individuare distribuzioni di input e di output caratterizzate da valori di dispersione simili.

Il primo scenario *fuzzy* analizzato è caratterizzato da funzioni di appartenenza triangolari del tipo in Figura 21; il secondo da funzioni trapezoidali come quelle di

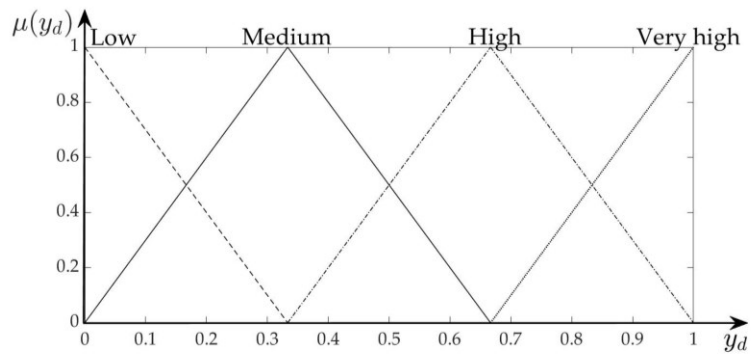
Figura 22. In entrambi gli scenari si è impiegato il metodo di inferenza *Min-Max*, il metodo di aggregazione *Unione* e il metodo di defuzzificazione del *Centroide*. Prendendo come esempio il caso della definizione del livello di vulnerabilità edilizia, quest'ultima è valutata sulla base di 5 indicatori normalizzati di input, la cui deviazione standard media è pari a circa 0,21. La deviazione standard degli output ottenuti utilizzando funzioni triangolari risulta essere pari a 0,07, certamente troppo bassa, il che conduce a scartare tale tipo di funzioni. La deviazione standard riscontrata utilizzando le funzioni trapezoidali di Figura 22a e 22b è pari a 0,14, mentre, utilizzando le funzioni con zona di transizione ridotta (Figura 22c e 22d), si ottiene una deviazione standard di 0,18, posto che in entrambi i casi si è fatto ricorso a specifiche funzioni (Figura 22e) per l'indice composito primario di output, rappresentativo della vulnerabilità edilizia. Essendo il valore 0,18 molto prossimo allo 0,21 degli indicatori di input, si è scelto di utilizzare le funzioni trapezoidali di Figura 22c, 22d e 22e. Per analoghe motivazioni, le funzioni trapezoidali di Figura 22e sono state scelte quando l'input è rappresentato dagli indici compositi primari, mentre quelle di Figura 22f per l'output finale, ovvero l'indice di vulnerabilità aggregata.

Figura 21. Funzioni di appartenenza triangolari: (a) indicatori normalizzati y ; (b) indici compositi secondari $y_{sd,inp}$ e $y_{sd,out}$; (c) indici compositi primari $y_{d,out}$ e $y_{d,inp}$; (d) output finale y_f

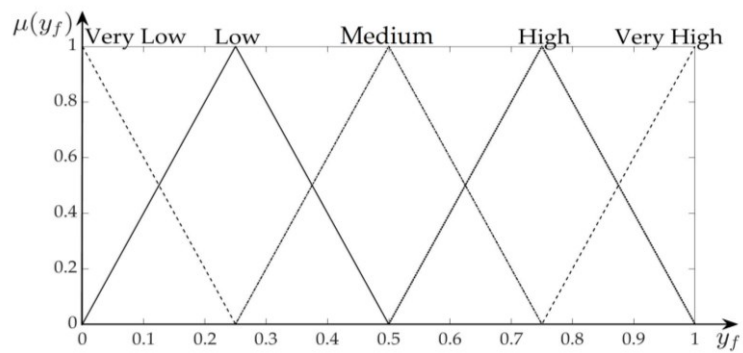




(b)

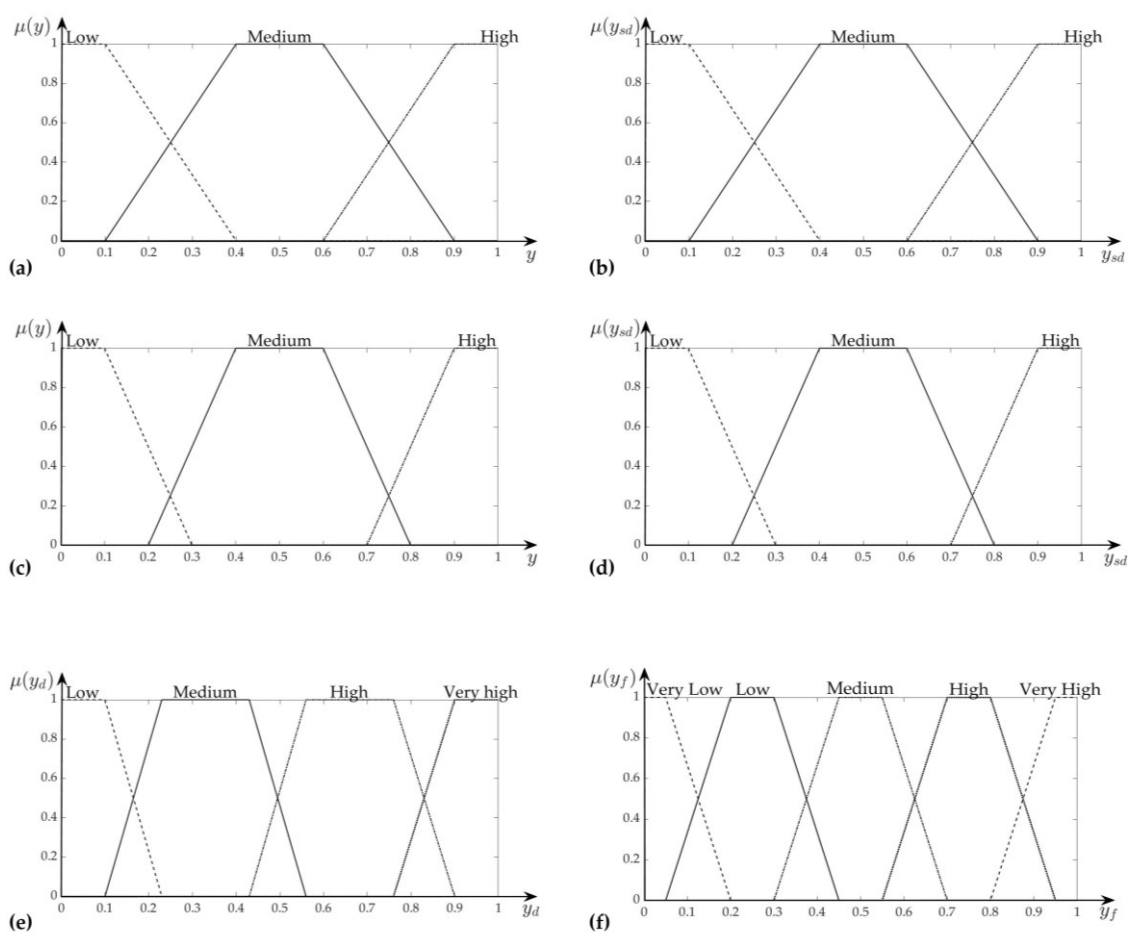


(c)



(d)

Figura 22. Funzioni di appartenenza trapezoidali: (a) indicatori normalizzati y ; (b) indici composti secondari $y_{sd,out}$ e $y_{sd,inp}$; (c) con zona di transizione ridotta, per gli indicatori normalizzati y ; (d) con zona di transizione ridotta, per gli indici composti secondari $y_{sd,out}$ e $y_{sd,inp}$; (e) indici composti primari $y_{d,out}$ e $y_{d,inp}$; (f) output finale y_f .



Fissate le funzioni di membership, sono stati successivamente costruiti tre schemi *fuzzy*, variando i metodi di inferenza, aggregazione e defuzzificazione, in particolare i seguenti:

- Schema *Fuzzy* 1 (Min-Max; Unione; Centroide);
- Schema *Fuzzy* 2 (Min-Max; Somma; Centroide);
- Schema *Fuzzy* 3 (Max-Dot; Somma; Bisettrice).

Si sono, quindi, osservati i risultati delle simulazioni, confrontando la deviazione standard dei valori di output e dei valori di input. In tal modo, lo schema che garantisce valori di dispersione simili è risultato essere il secondo, utilizzando come metodo di inferenza Min-Max, come metodo di aggregazione Somma e come metodo di defuzzificazione quello del Centroide. Per maggiore chiarezza, si riporta il BoxPlot relativo all'indice composito di vulnerabilità edilizia (Figura 23), che consente una veloce osservazione dei risultati dell'analisi.

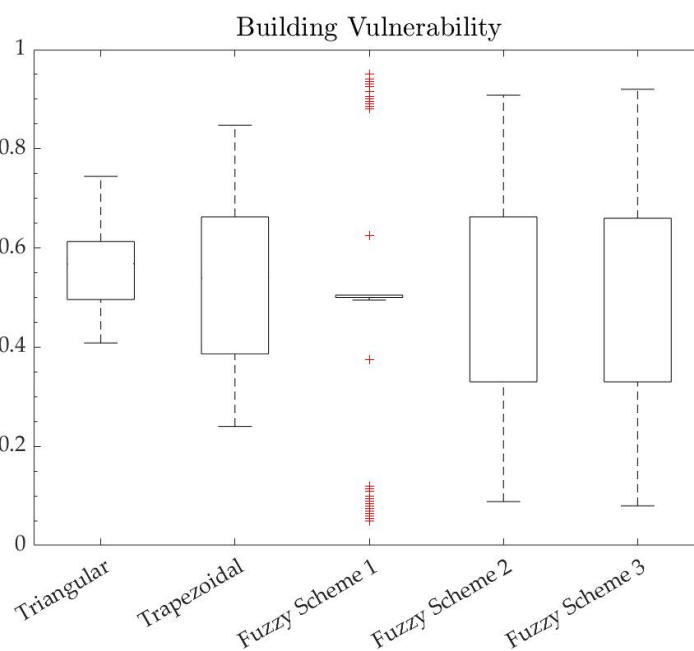


Figura 23. BoxPlot dei risultati ottenuti tramite i vari schemi *fuzzy* considerati

Si conferma, quindi, il fatto che gli output ottenuti tramite funzioni triangolari presentino una variabilità eccessivamente bassa. Lo stesso, seppur in misura minore, può essere detto per quelli ottenuti utilizzando le funzioni di appartenenza trapezoidali di Figura 22a e 22b per le variabili di input y e per gli output intermedi $y_{sd,out}$. Inoltre, è evidente il fatto che, utilizzando lo Schema *Fuzzy* 1, i valori intermedi della distribuzione degli output si concentrano in maniera anomala e poco credibile. Infatti, tale schema, pur presentando una deviazione standard pari a 0,18, quindi simile a quella delle variabili di input, non è accettabile per la concentrazione di risultati intorno al valore 0,5. Ciò non accade per i risultati ottenuti tramite gli Schemi *Fuzzy* 2 e 3, i quali sono caratterizzati da una deviazione standard pari a 0,20 e 0,16 rispettivamente, molto prossime allo 0,21 delle variabili di input. In definitiva, si è scelto di utilizzare lo Schema *Fuzzy* 2, anche in considerazione del fatto che il metodo di inferenza *Min-Max* e il metodo di defuzzificazione del *Centroide* sono quelli maggiormente utilizzati per le analisi presenti nella letteratura scientifica.

3.3.4 Spazializzazione degli indici di Vulnerabilità

Alla luce delle decisioni assunte a seguito dell'analisi di sensitività, gli output defuzzificati, relativi sia agli indici compositi primari che all'indice composito di vulnerabilità aggregata, devono essere riconvertiti in valori linguistici, corrispondenti a classi *crisp* di vulnerabilità, al fine di procedere alla mappatura.

Nello specifico, i valori linguistici per gli indici compositi primari corrispondono alle quattro classi *bassa*, *media*, *elevata* e *molto elevata*. I valori soglia, che dividono una classe dall'altra, sono stati ottenuti localizzando i valori assunti dagli output defuzzificati su una scala da 0 a 1 (Figura 24).

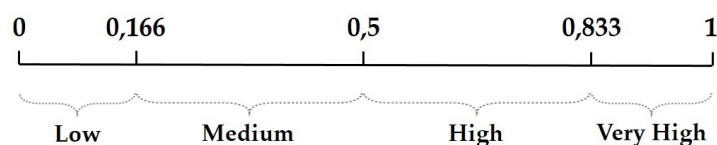


Figura 24. Scala per la classificazione degli indici compositi primari

Il valore numerico dell'indice composito di vulnerabilità aggregata, invece, è stato convertito in valore linguistico corrispondente alle cinque classi *molto bassa*, *bassa*, *media*, *elevata* e *molto elevata*, localizzando i rispettivi output defuzzificati su una scala da 0 a 1 (Figura 25).

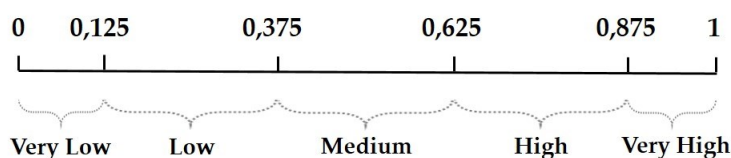


Figura 25. Scala per la classificazione dell'indice composito di Vulnerabilità Aggregata

In entrambi i casi, i valori soglia sono stati ricavati dalle *funzioni di membership* adottate per i rispettivi valori di output: le funzioni trapezoidali di figura 6e, nel caso degli indici compositi primari, e le funzioni trapezoidali di figura 6f, nel caso dell'indice di vulnerabilità aggregata.

In particolare, essi coincidono con i valori corrispondenti alle intersezioni tra le funzioni relative ai differenti gradi di appartenenza, cioè sono tali da annullare le zone di transizione, così da definire classi *crisp*.

La riclassificazione degli output defuzzificati è stata effettuata in ambiente GIS. A tale scopo, i dati in uscita dall'analisi *fuzzy*, relativi ai valori dei suddetti indici per ogni sezione censuaria, sono stati associati alle entità spaziali poligonali rappresentative delle sezioni censuarie stesse, attraverso il software *ArcGis 10.3.1*. Effettuando la riclassificazione come sopra specificato, si sono ottenute le mappe di vulnerabilità, rispettivamente per il dominio sociale, edilizio ed urbanistico, secondo i quattro livelli di intensità sopra richiamati (Figura 26, 27, 28).

Analoga procedura è stata effettuata per mappare la Vulnerabilità Aggregata, secondo cinque classi, a partire dai dati relativi all'output defuzzificato dell'indice composito di vulnerabilità (Figura 29)¹⁸.

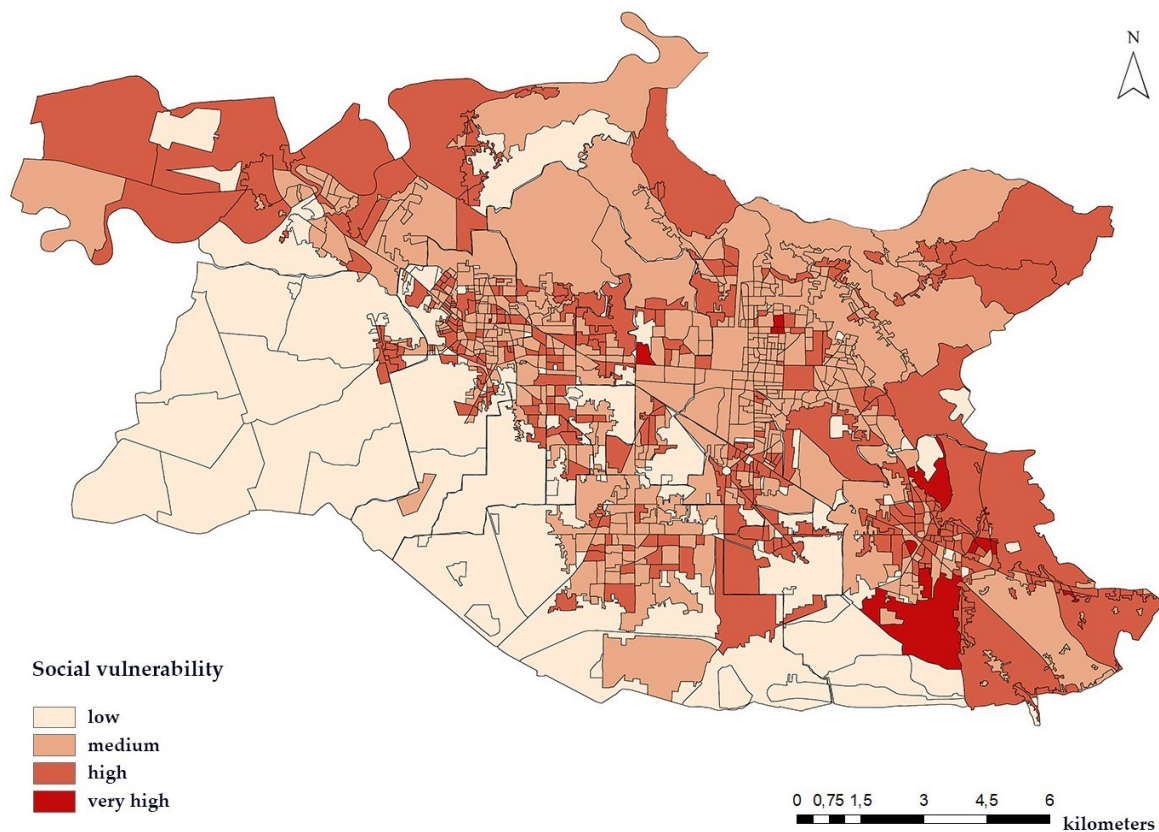


Figura 26. Mappa della Vulnerabilità Sociale

¹⁸ I risultati, qui presentati, dell'applicazione della metodologia di valutazione della Vulnerabilità Aggregata alla conurbazione casertana, sono stati pubblicati in un articolo della rivista internazionale *Sustainability*, ISSN 2071-1050 (Gerundo, Marra & De Salvatore, 2020).

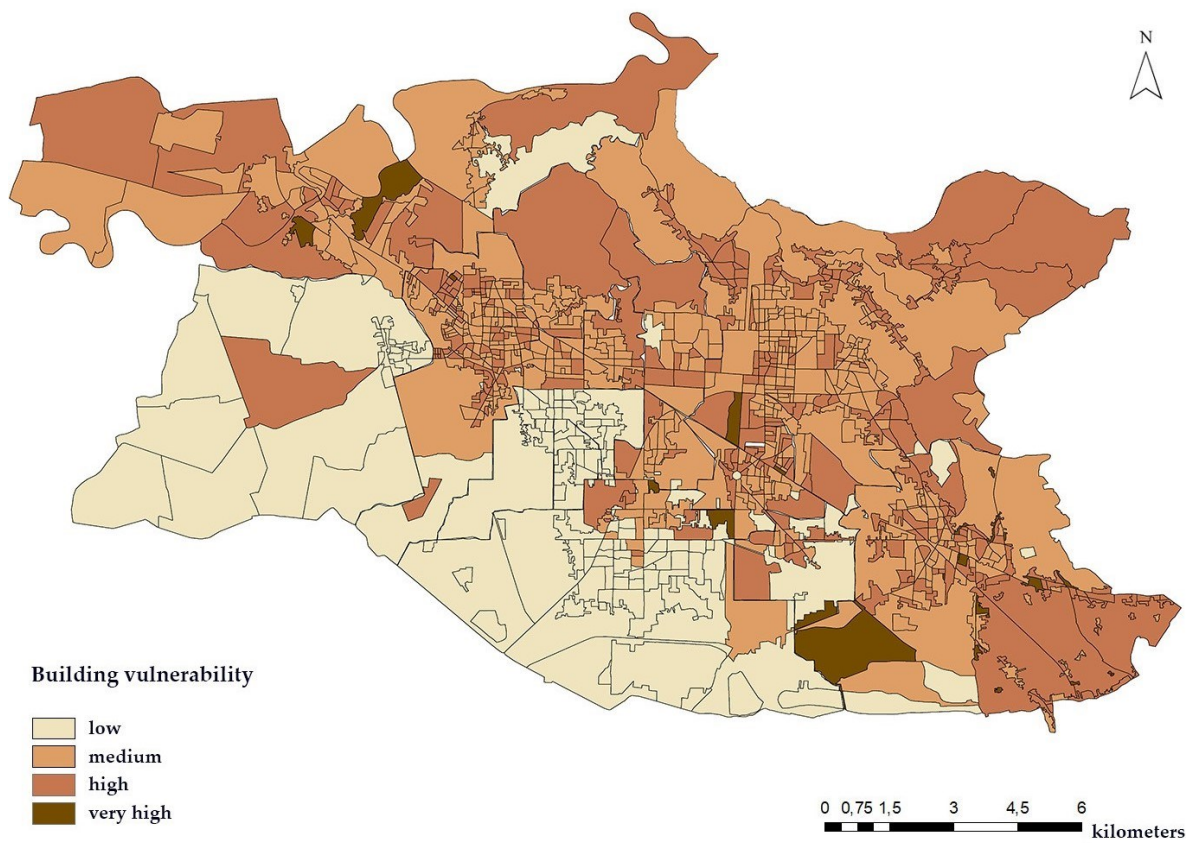


Figura 27. Mappa della Vulnerabilità Edilizia

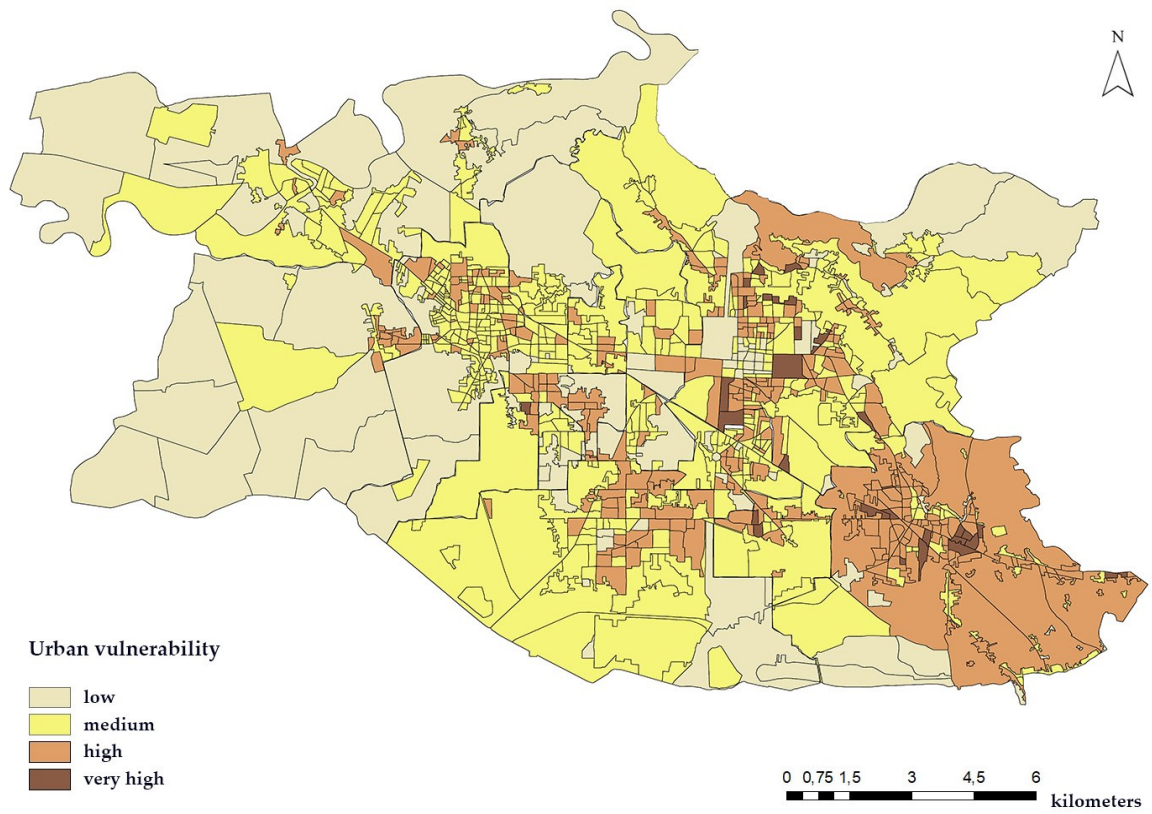


Figura 28. Mappa della Vulnerabilità Urbanistica

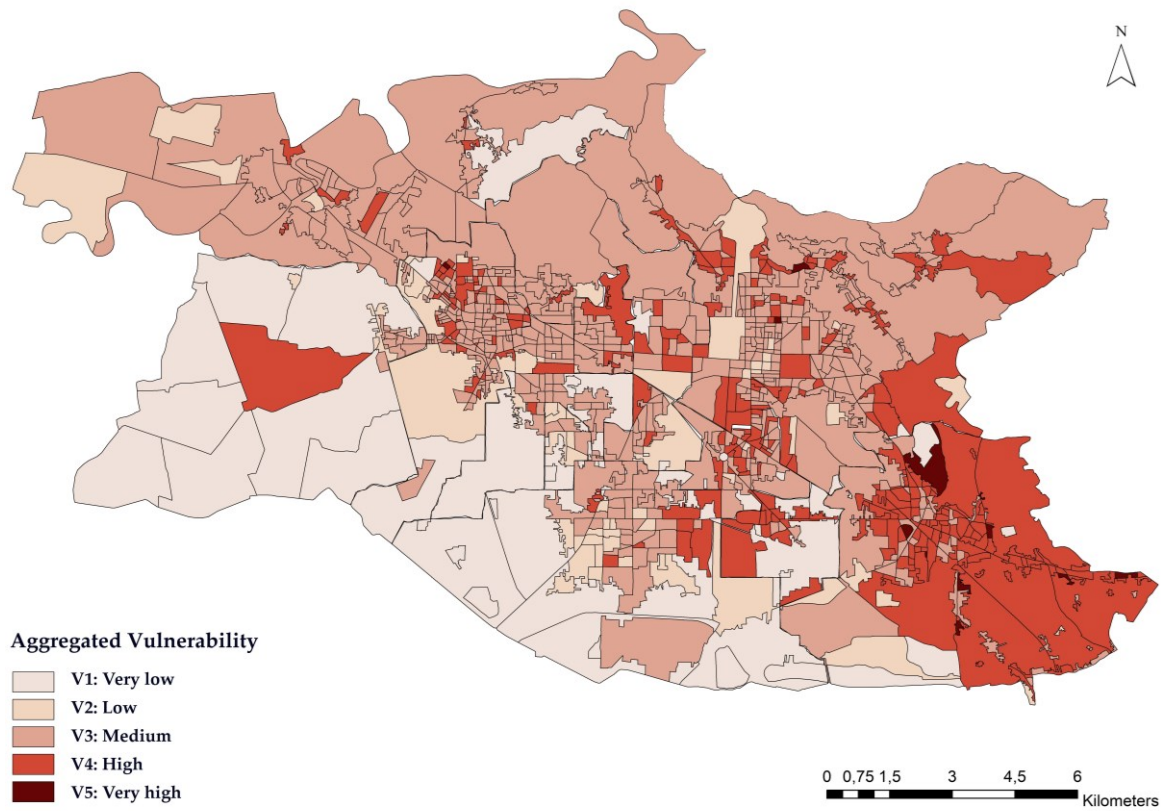


Figura 29. Mappa della Vulnerabilità Aggregata

3.4 Mappatura della Vulnerabilità Ambientale

3.4.1 Mappatura della Prestazione Energetica

L'applicazione al caso studio della metodologia illustrata per l'individuazione dell'indice di Prestazione Energetica ha richiesto l'iniziale acquisizione dei dati di input necessari alla stima della tipologia edilizia e della classe di età prevalente per sezione censuaria. Tali dati, relativi agli edifici residenziali, sono in particolare: la superficie coperta, ricavabile dal database topografico della Regione Campania; il numero di piani e l'epoca di costruzione degli edifici, forniti dall'ISTAT su base censuaria (Tabella 6).

Implementando in ambiente GIS tutti i passaggi descritti nella sezione dedicata alla metodologia, si sono ottenute dapprima le mappe relative alla Tipologia Edilizia e alla Classe di Età prevalente per sezione censuaria (Figura 30, Figura 31), e successivamente la mappa della Prestazione Energetica (Figura 32), classificata in accordo al DM 26/06/2015.

In particolare, i valori soglia calcolati per la definizione delle classi di prestazione, espressi in kWh/ m² sono i seguenti:

- A4 (<28.7);
- A3 (28.7-43.0);
- A2 (43.0-57.44);
- A1 (57.44-71.80);
- B (71.80-86.16);
- C (86.61-107.80);
- D (107.80-143.60);
- E (143.60-186.68);
- F (186.68- 251.30);
- G (>251.30).

I risultati ottenuti nella mappa della Prestazione Energetica mostrano una scarsa variabilità nelle classi identificate in base alla normativa vigente, rivelando una

condizione di vulnerabilità energetica elevata e molto elevata, associata alle classi di prestazione energetica E, F e G.

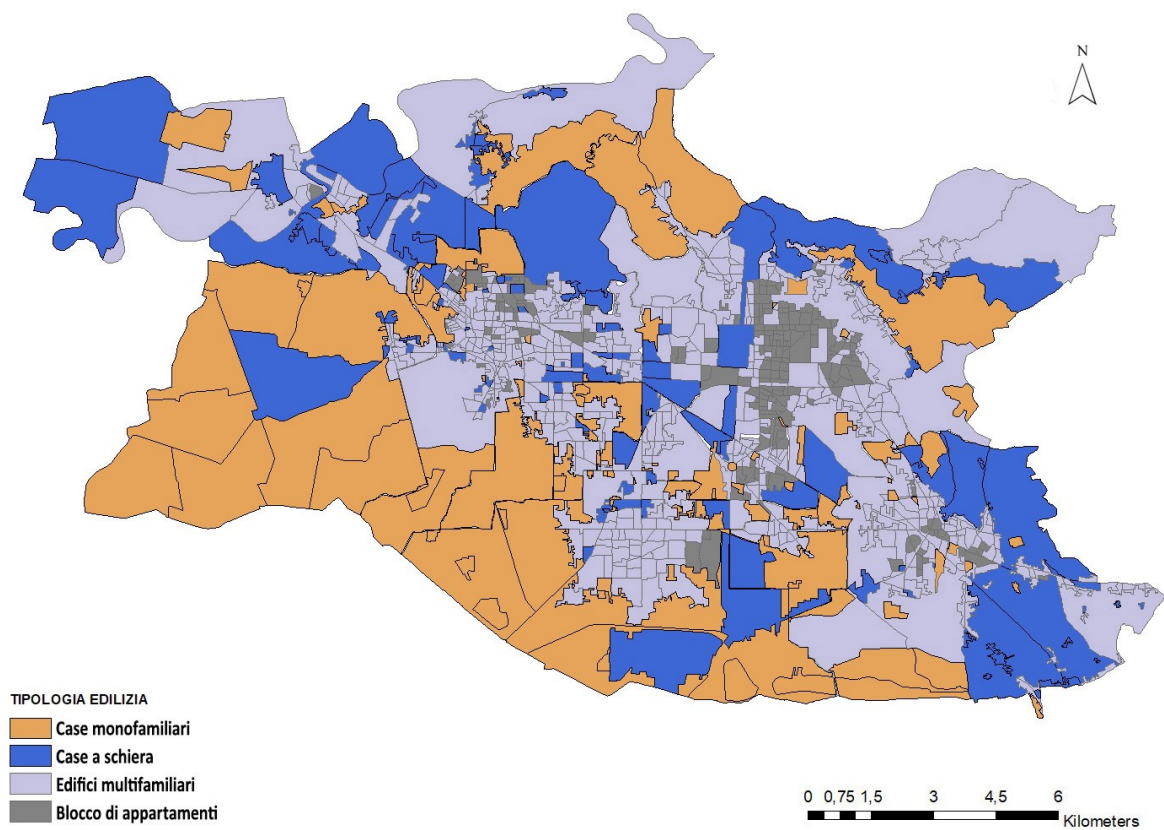


Figura 30. Mappa della tipologia edilizia prevalente

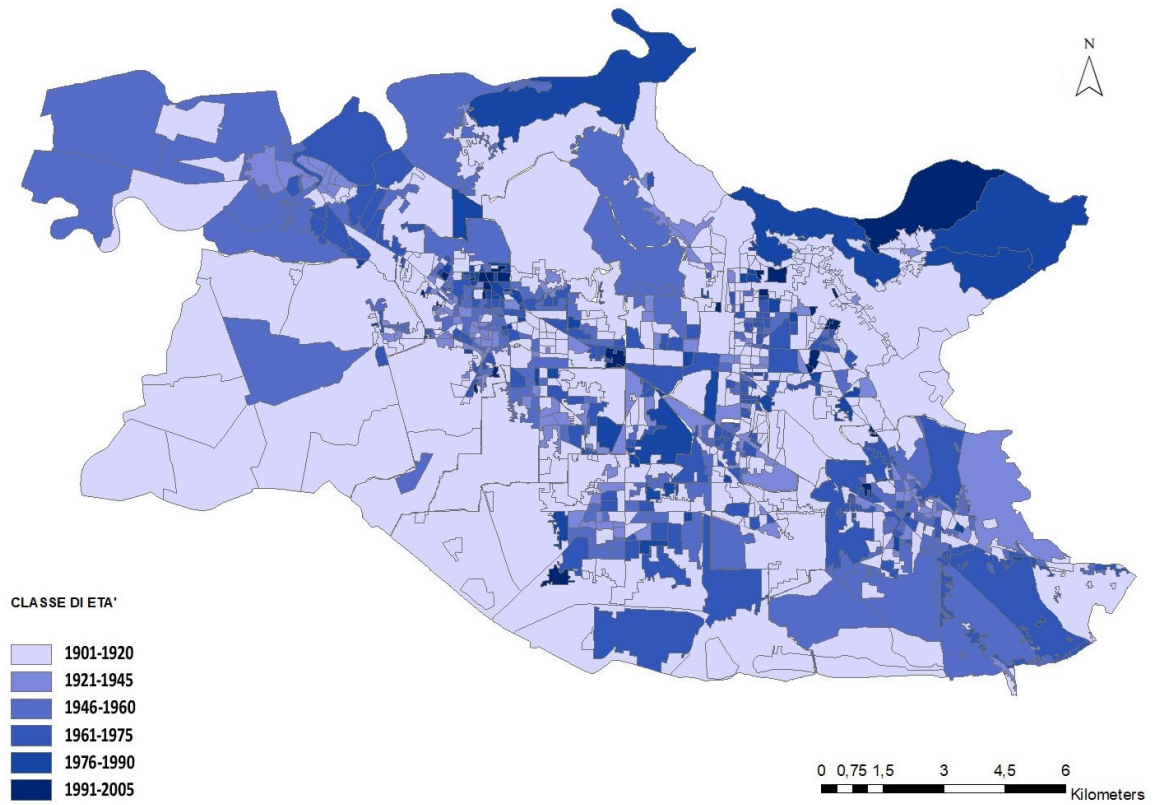


Figura 31. Mappa della classe d'età prevalente

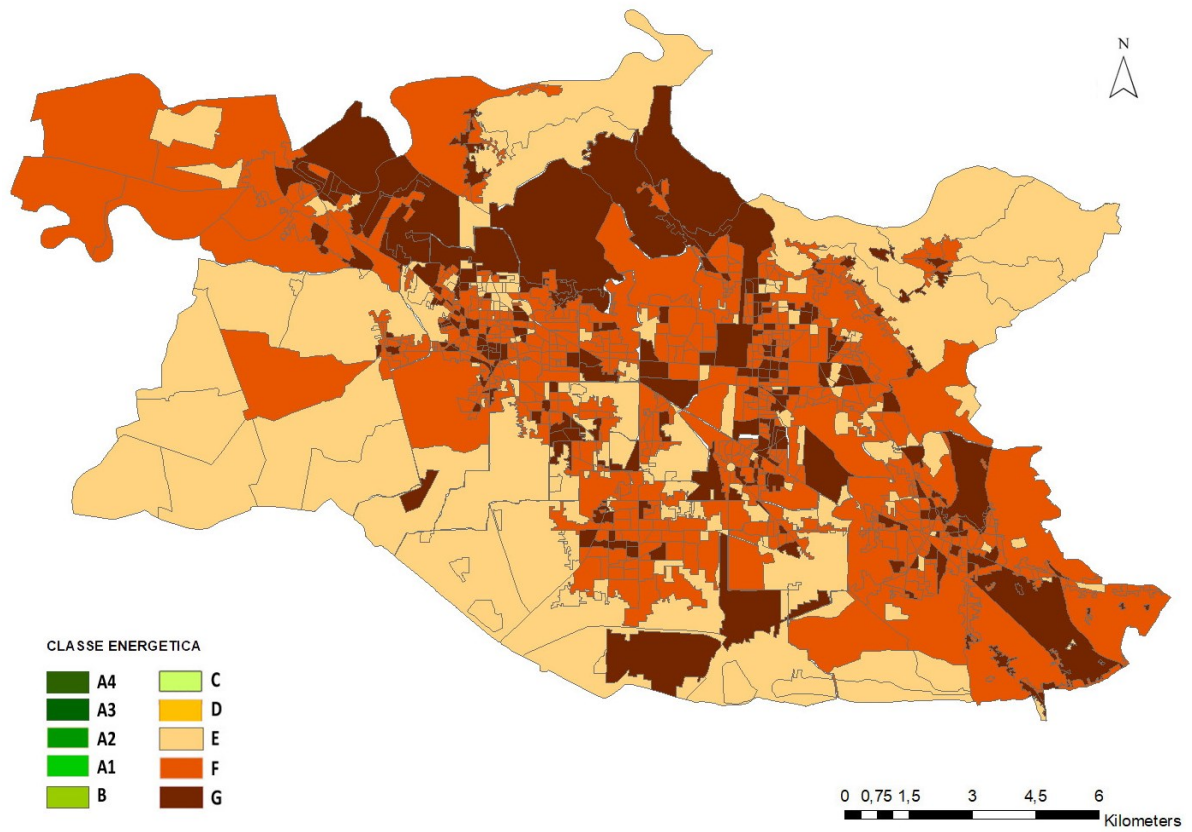


Figura 32. Mappa della prestazione energetica

3.4.2 Mappa delle Emissioni inquinanti

L'indice delle emissioni inquinanti in atmosfera (V_{e2}), su base censuaria, è stato calcolato a partire dai dati dell'inventario regionale, relativi alle emissioni diffuse annuali dei macroinquinanti considerati nei comuni ricompresi nell'area di studio, (Figura 33, Tabella 17, Tabella 18).

Attraverso una sovrapposizione, in ambiente GIS, delle mappe delle emissioni comunali con la mappa di uso del suolo (Figura 34), è stato possibile disaggregare i dati comunali con riferimento alla classe d'uso industriale e non industriale rispettivamente, dopo aver calcolato l'incidenza emissiva di ciascuna classe (Tabella 19). L'ulteriore disaggregazione su base censuaria è stata effettuata con l'ausilio della mappa delle sezioni censuarie, implementando le formule introdotte nella descrizione della metodologia nella tabella degli attributi associata a tale mappa. A tal fine è stato necessario acquisire i seguenti dati, sia per comune che per sezione censuaria: numero di abitanti noto dal Censimento ISTAT sulla Popolazione e le Abitazioni; volume medio degli edifici, già stimato per la mappatura della prestazione energetica; superficie industriale, ricavata dalla mappa di uso del suolo.

I valori relativi alle emissioni degli inquinanti considerati, disaggregati per sezione di censimento, sono stati successivamente spazializzati ottenendo le relative mappe (Figura 35).

Allo scopo di costruire la mappa finale delle emissioni in atmosfera, tali valori sono stati cumulati per ogni sezione censuaria e i risultati classificati secondo le cinque classi di vulnerabilità già definite (Molto Basso, Basso, Medio, Elevato, Molto Elevato), attraverso il metodo Natural Breaks (Figura 36).

I risultati ottenuti in tale mappa mostrano una ripartizione delle classi di vulnerabilità abbastanza omogenea tra le sezioni che compongono l'area di studio, con la sola eccezione del livello "Molto Elevato", che interessa una percentuale minore di sezioni rispetto agli altri livelli (Figura 37).

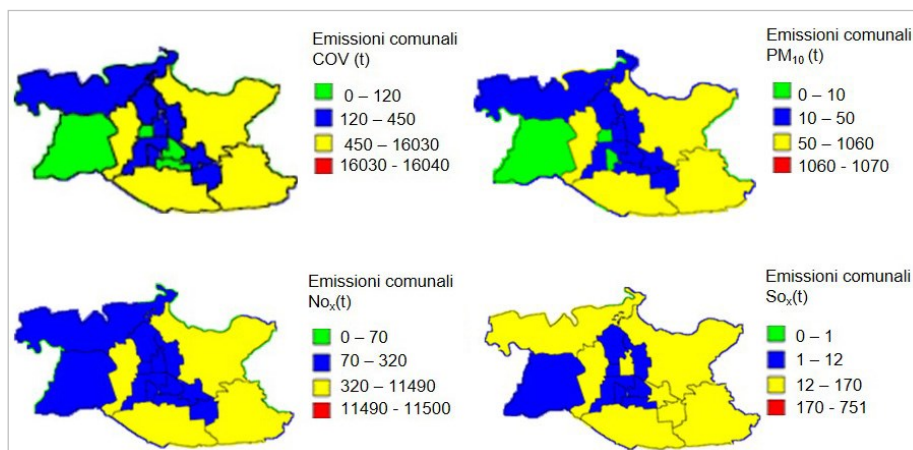


Figura 33. Mappe delle emissioni annuali di COV, PM10, NO_x, SO_x per i comuni ricompresi nell'area di studio

Tabella 17. Valori delle emissioni annuali diffuse di COV, PM10, NO_x, SO_x per i comuni ricompresi nell'area di studio. Dati riferiti al 2002.

COMUNE	COV (t/anno)	PM ₁₀ (t/anno)	NO _x (t/anno)	SO _x (t/anno)
Capodrise	116,24	11,6	95,72	4,32
Capua	330,4	4,0	296,6	15,3
Casagiove	231,5	27,89	189,16	8,17
Casapulla	132,29	23,06	123,55	17,52
Caserta	1339,68	228,42	1097,10	53,20
Curti	113,65	9,90	81,62	3,35
Macerata Campania	156,56	13,76	112,43	3,75
Marcianise	951,41	145,16	1260,10	101,10
Portico di Caserta	150,43	9,43	77,60	2,83
Recale	107,98	14,14	88,12	3,18
San Marco Evangelista	130,45	35,26	297,97	26,29
San Nicola la Strada	280,7	33,89	282,85	15,45

San Prisco	152,09	14,35	118,99	4,76
San Tammaro	113,36	9,31	74,99	3,20
Santa Maria Capua Vetere	531,48	61,38	498,24	29,45
Maddaloni	557,61	86,55	485,57	21,34

Tabella 18. Emissioni diffuse per macrosettore, valori percentuali relativi al territorio regionale. Dati riferiti al 2002.

MACROSETTORI		COV (%)	PM ₁₀ (%)	NO _x (%)	SO _x (%)
02	Impianti di combustione non industriali	0,46	15,51	2,71	3,72
03	Impianti di combustione industriale e processi	0,13	5,74	3,89	30,21
04	Processi senza combustione	1,87	7,70	0,00	0,00
05	Trasporto interno e immag. di comb. liquidi	1,13	0,00	0,00	0,00
06	Uso di solventi	29,91	0,01	0,00	0,00
07	Trasporti stradali	47,42	44,75	66,49	26,73
08	Altre sorgenti mobili e macchine	4,92	23,60	26,89	39,34
09	Trattamento e smaltimento rifiuti	0,70	0,00	0,00	0,00
10	Agricoltura	9,14	0,87	0,02	0,00
11	Altre sorgenti/assorbenti in natura	4,32	1,82	0,00	0,00

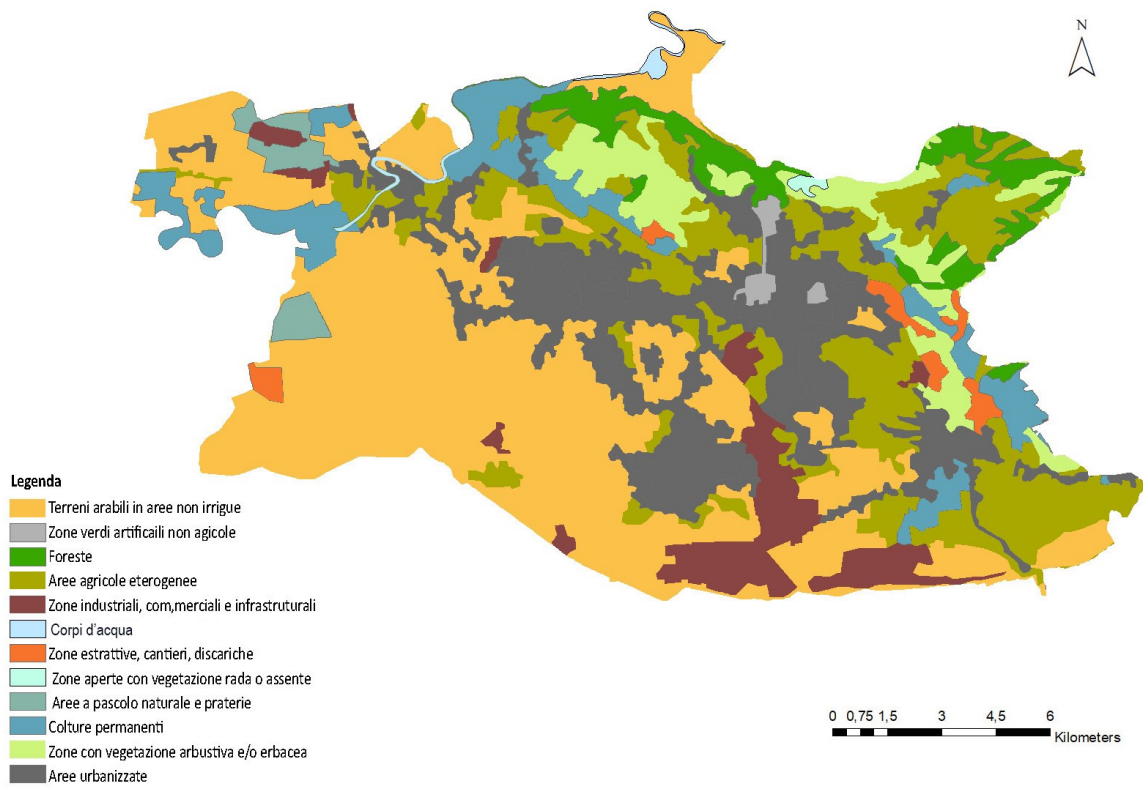


Figura 34. Mappa di uso del suolo dell'area di studio secondo la classificazione Corine Land Cover

Tabella 19. Incidenza emissiva della classe industriale e non industriale per i macroinquinanti considerati

NO _x (%)		PM ₁₀ (%)	
Ind.	Non Ind.	Ind.	Non Ind.
0,04	0,96	0,13	0,87
SO _x (%)		COV (%)	
Ind.	Non Ind.	Ind.	Non Ind.
0,30	0,70	0,33	0,67

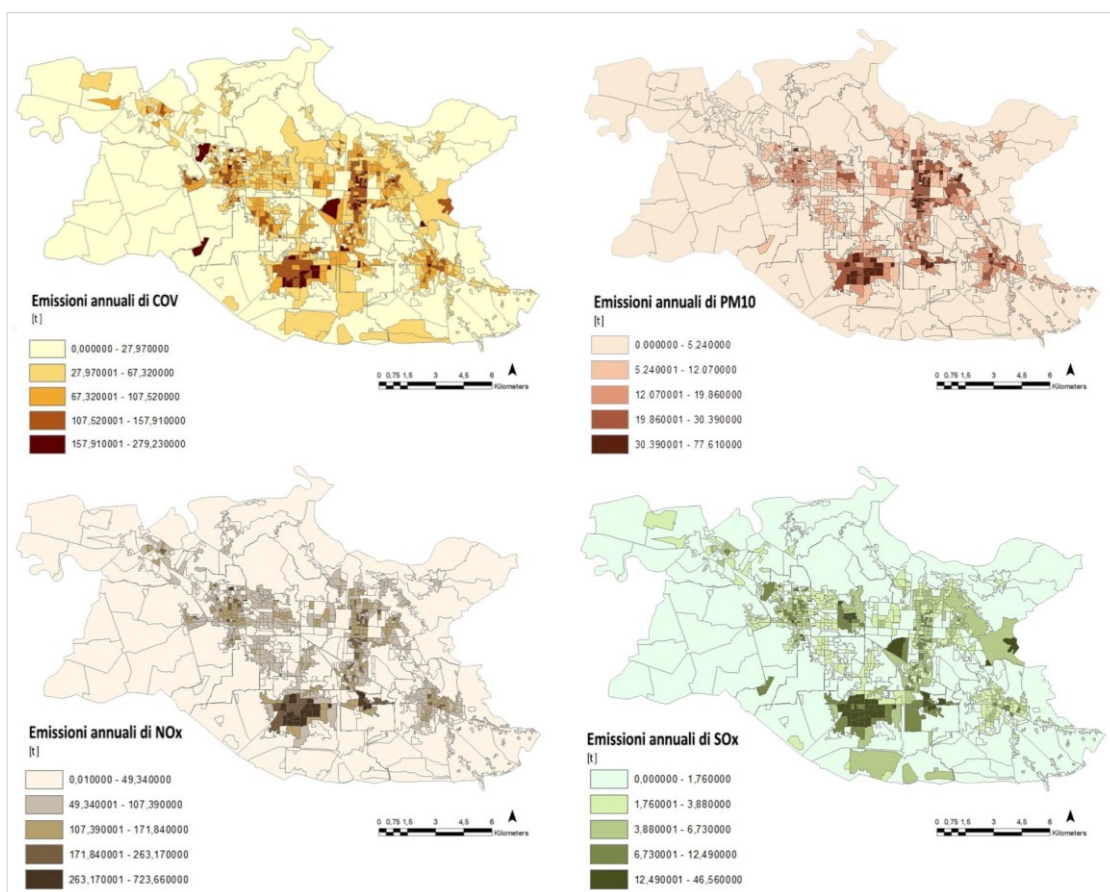


Figura 35. Mappe delle emissioni annuali di COV, PM10, NO_x, SO_x

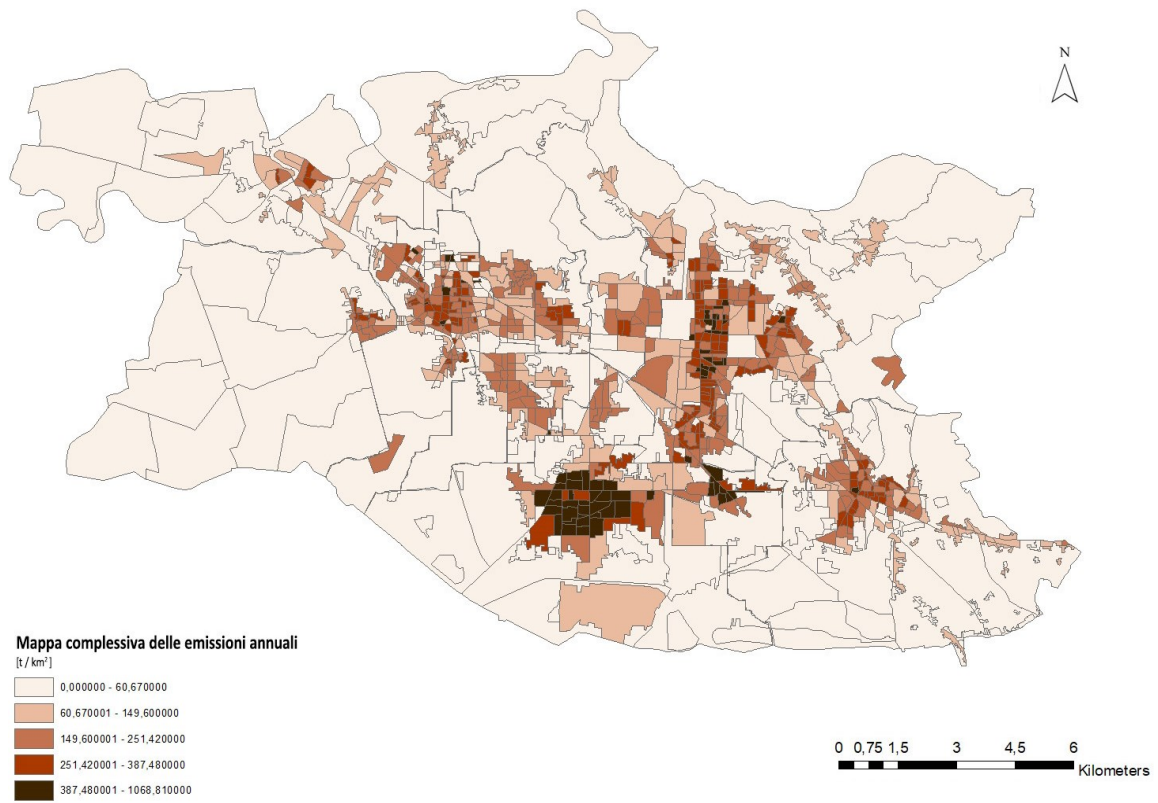


Figura 36. Mappa delle emissioni inquinanti complessive

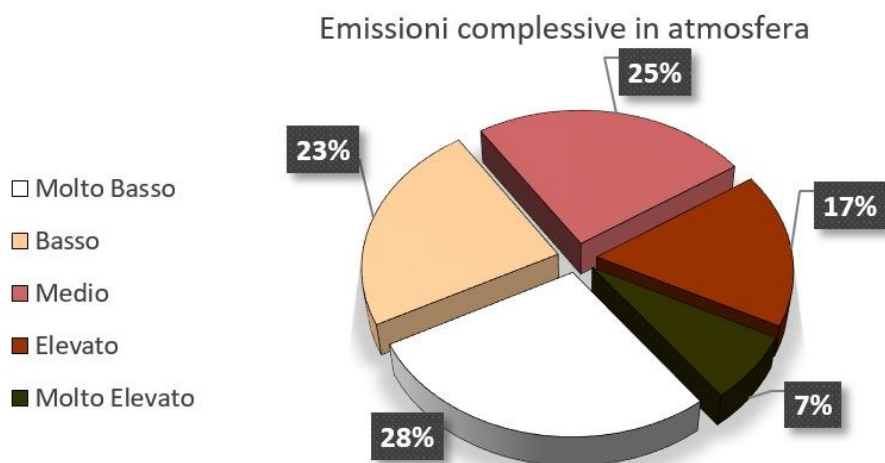


Figura 37. Percentuale di sezioni censuarie per livello di Vulnerabilità alle Emissioni Inquinanti

3.4.3 Mappa della Gestione dei Rifiuti urbani

La vulnerabilità derivante da una non efficace gestione dei rifiuti urbani (V_{e3}) è mappata con riferimento all'indice di Produzione di Rifiuti non Differenziati, stimato su base censuaria come descritto nella sezione dedicata alla metodologia.

I dati di input necessari alla stima di tale indice sono relativi alla Produzione pro-capite di Rifiuti urbani totali (R_u) e alla Produzione pro-capite di Rifiuti urbani Differenziati (R_d), su base comunale, forniti dal Catasto nazionale rifiuti urbani dell'ISPRA e mediati nell'intervallo temporale 2010-2017 (Tabella 20). La mappatura di tali dati per i comuni compresi nell'area di studio è effettuata in ambiente GIS, associando le informazioni tabellari ai poligoni rappresentativi dei territori comunali (Figura 38).

I dati per comune sono stati associati alle sezioni censuarie relative allo specifico territorio comunale e moltiplicati per il numero di abitanti per sezione censuaria, noto dal Censimento ISTAT sulla Popolazione e le Abitazioni, attraverso opportune operazioni in ambiente GIS. In tal modo è stato possibile disaggregare i dati comunali a

livello di sezione, ottenendo gli indici di Produzione annuale di Rifiuti Totali e Produzione annuale di Rifiuti Differenziati per sezione censuaria.

Il valore di Produzione di Rifiuti non Differenziati, per ogni sezione, è ricavato operando una semplice differenza algebrica tra questi ultimi. Gli indici così calcolati sono stati classificati secondo le cinque classi già definite (Molto Basso, Basso, Medio, Elevato, Molto Elevato), facendo ricorso al metodo Natural Breaks. La spazializzazione di tali indici per sezione censuaria ha consentito di ottenere dapprima le mappe di Produzione di Rifiuti Totali e Differenziati (Figura 39, Figura 40) e in seguito la mappa di Produzione di Rifiuti non Differenziati (Figura 41), assimilata alla mappa di Vulnerabilità alla gestione dei rifiuti urbani. I risultati ottenuti mostrano una ripartizione delle classi di vulnerabilità abbastanza omogenea tra le sezioni che compongono l'area di studio, con la sola eccezione del livello "Elevato", che interessa una percentuale minore di sezioni rispetto agli altri livelli (Figura 42).

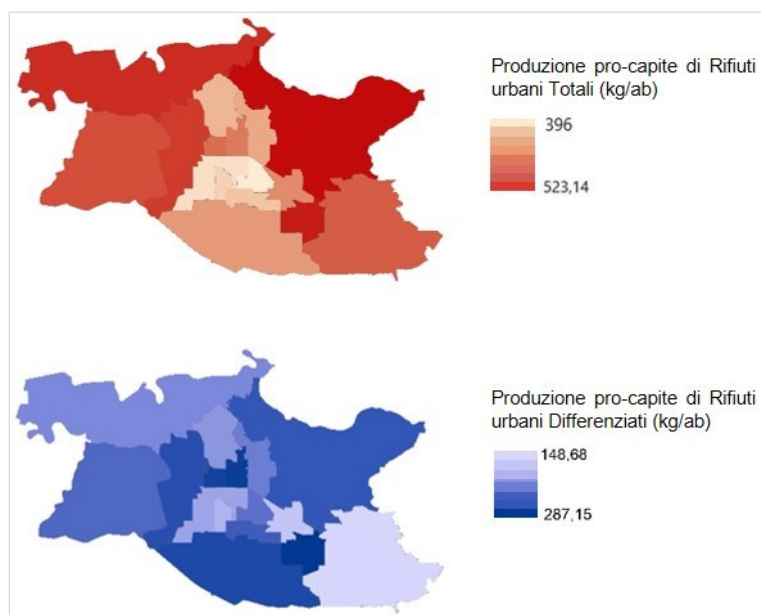


Figura 38. Mappe dei rifiuti urbani totali e differenziati pro-capite per i comuni ricompresi nell'area di studio

Tabella 20. Produzione di rifiuti urbani pro-capite e rifiuti raccolti in modalità differenziata pro-capite per il caso studio, dati mediati dal 2010 al 2017

COMUNE	RD PRO-CAPITE [kg/ab. anno]	RU PRO-CAPITE [kg/ab. anno]
Capodrise	219,75	432,61
Capua	198,66	513,61
Casagiove	207,66	444,71
Casapulla	258,00	466,57
Caserta	236,64	523,14
Curti	252,98	472,20
Macerata Campania	191,31	417,78
Marcianise	248,37	462,58
Portico di Caserta	190,07	419,68
Recale	213,86	396,00
San Marco Evangelista	287,15	515,16
San Nicola la Strada	175,57	464,29
San Prisco	195,78	444,25
San Tammaro	215,35	499,04
Santa Maria Capua Vetere	238,16	503,63
Maddaloni	148,68	482,24

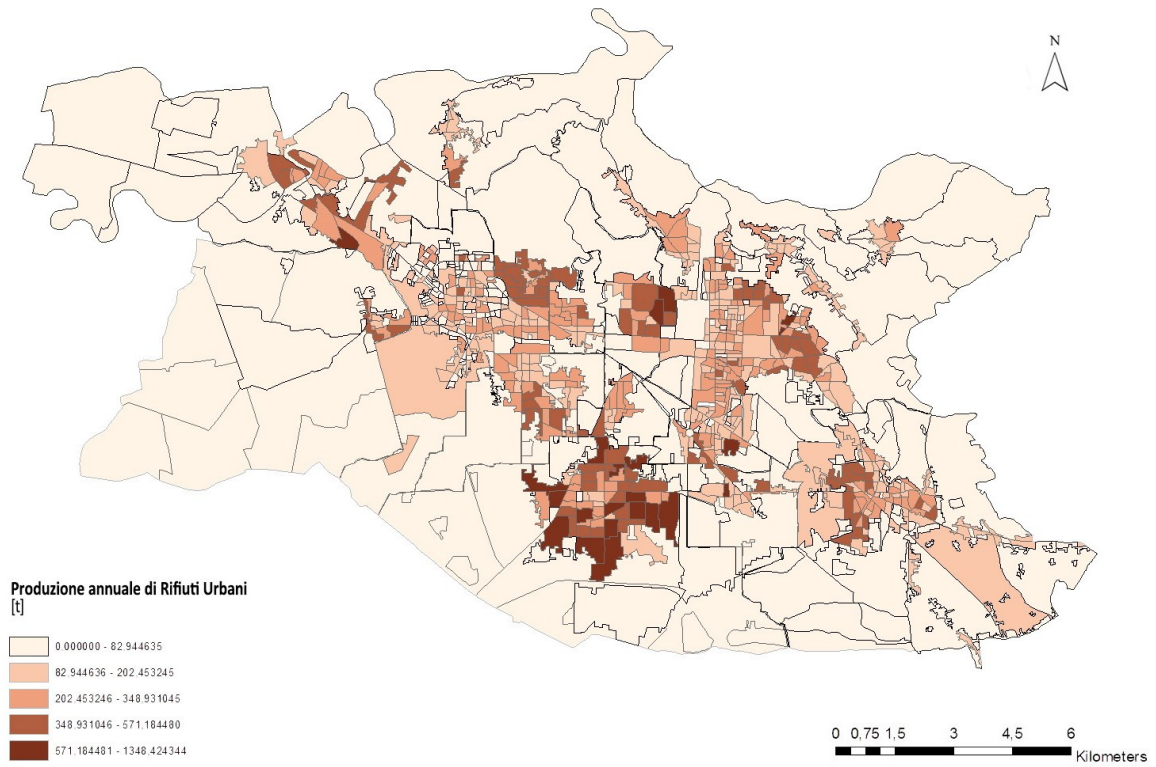


Figura 39. Mappa della Produzione di Rifiuti urbani Totali

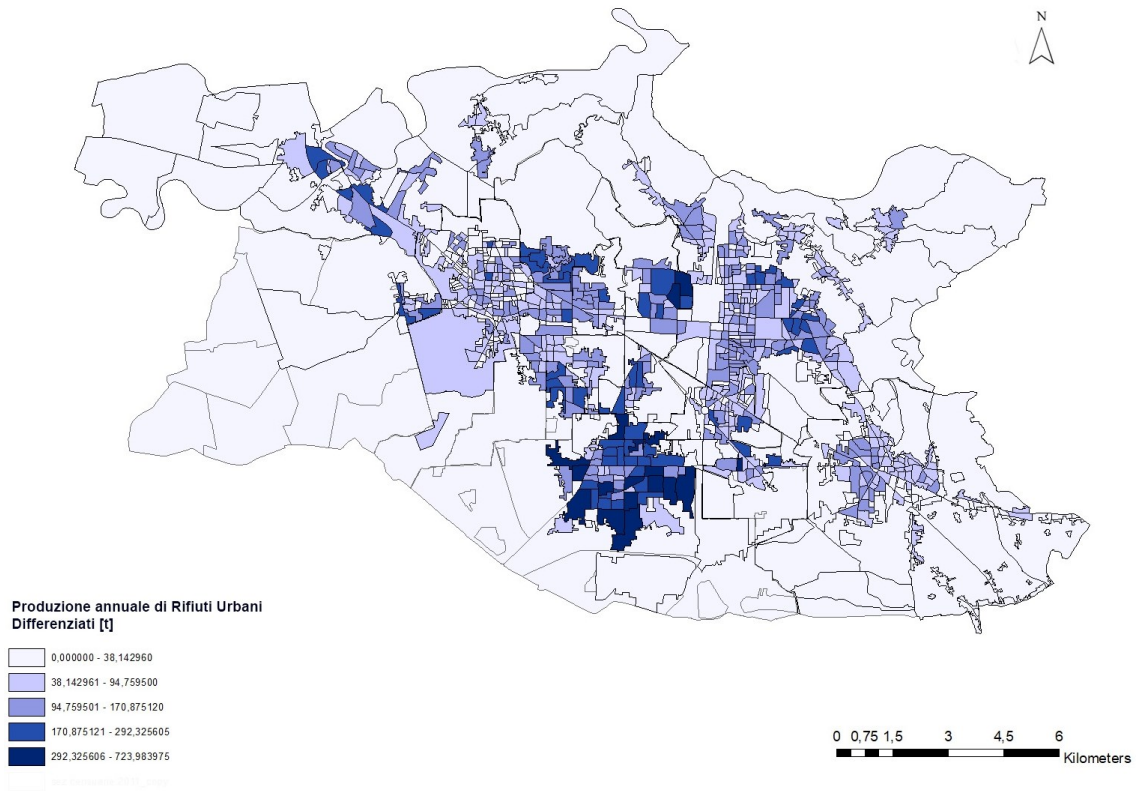


Figura 40. Mappa della Produzione di Rifiuti urbani Differenziati

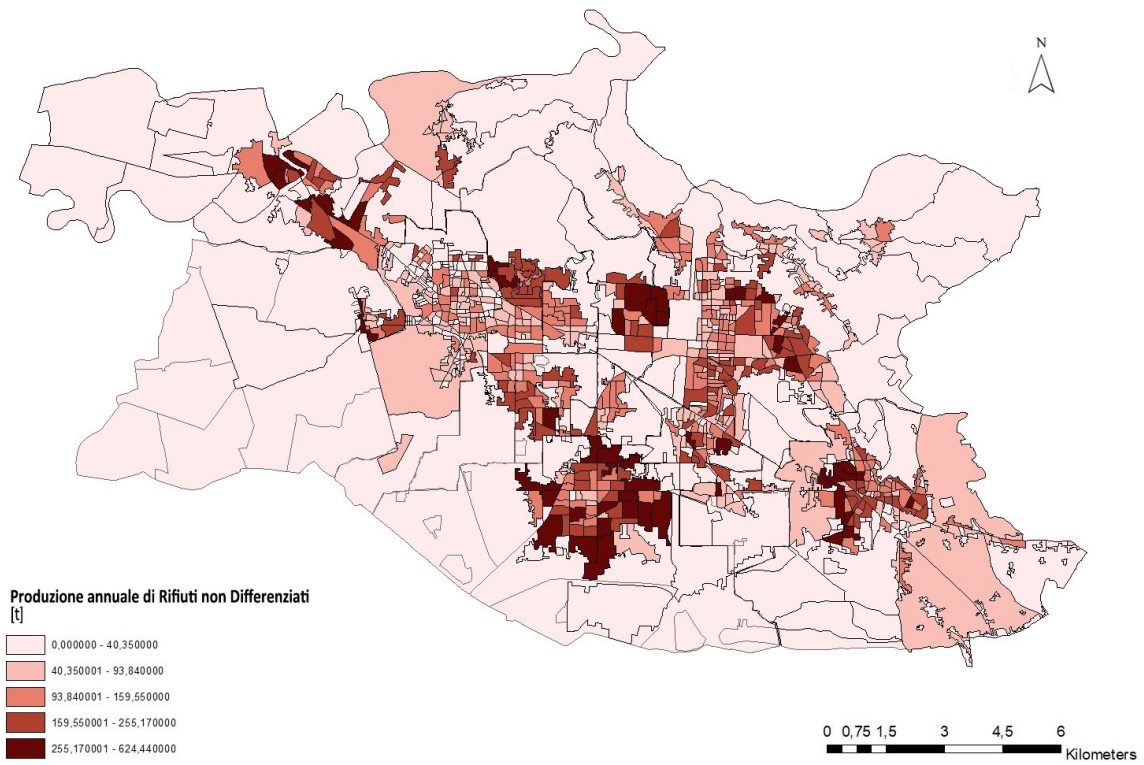


Figura 41. Mappa della Produzione di Rifiuti urbani Non Differenziati

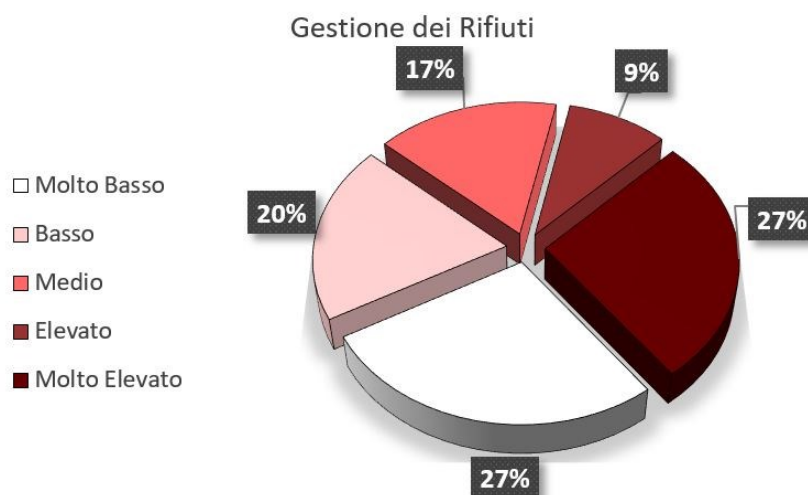


Figura 42. Percentuale di sezioni censuarie per livello di Vulnerabilità alla gestione dei rifiuti urbani

3.4.4 Mappa della Vulnerabilità Ambientale

Applicando il metodo generale descritto per la valutazione della Vulnerabilità Ambientale, ponendo come dati di input le mappe precedentemente ottenute, è stata effettuata un'operazione di *overlay* di tali elaborati, che ha consentito di ottenere la carta finale di sintesi, rappresentativa dei punteggi cumulati, da un minimo di 3 (1+1+1) ad un massimo di 15 (5+5+5), per un numero complessivo di undici classi (3,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15). Tale mappa è stata riclassificata secondo i cinque intervalli di valori Molto Basso, Medio, Elevato, Molto Elevato, ricorrendo al metodo Natural Breaks.

Per il caso di studio, in particolare, gli intervalli di valori che definiscono le classi di vulnerabilità individuate sono i seguenti:

- 3-5, Vulnerabilità molto bassa;
- 6-8, Vulnerabilità bassa;
- 9-10, Vulnerabilità media;

- 11-12, Vulnerabilità elevata;
- 13-15, Vulnerabilità molto-elevata.

In tal modo è stata ottenuta la carta finale della Vulnerabilità Ambientale per la conurbazione casertana (Figura 43).

L'applicazione della metodologia descritta all'area di studio mostra come le sezioni censuarie in cui la Vulnerabilità Ambientale assume livelli di intensità elevati e molto elevati siano pari al 38% del totale (Figura 44), percentuale che aumenta fino al 75% circa, se si considerano solo le sezioni localizzate nelle aree urbanizzate. Tale risultato induce a ritenere che livelli di Vulnerabilità Ambientale siano più elevati nelle aree urbane tipicamente centrali, a causa della concentrazione di attività antropiche, il che conferma come le condizioni di potenziale degrado non riguardino le tradizionali periferie urbane, intese in termini geografico-spaziali.

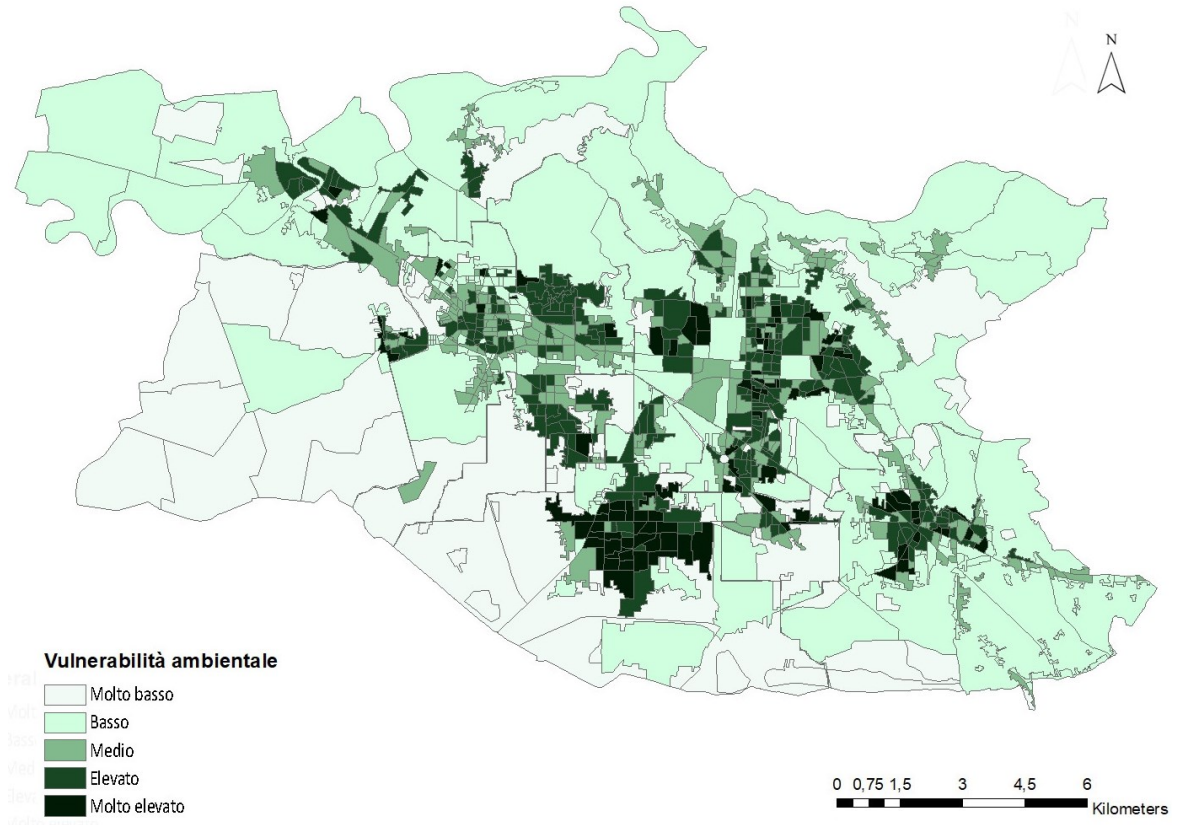


Figura 43. Mappa della Vulnerabilità Ambientale

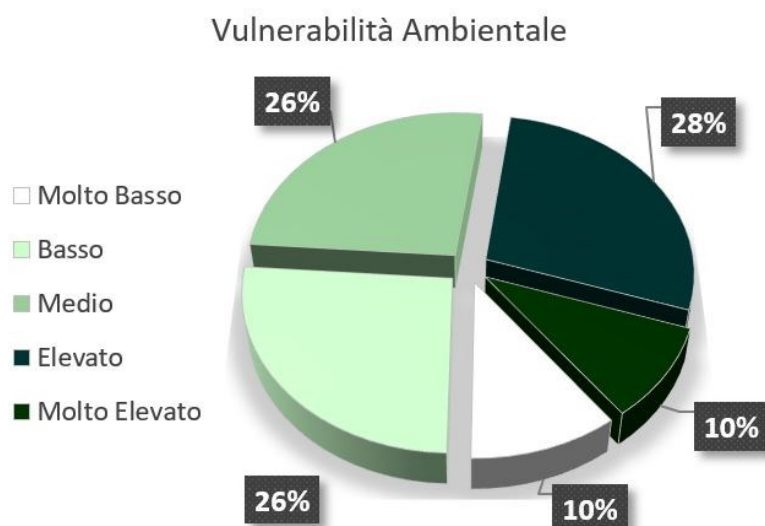


Figura 44. Percentuale di sezioni censuarie per livello di Vulnerabilità Ambientale

3.5 Mappatura della Vulnerabilità Complessiva

Le mappe di Vulnerabilità Aggregata (Figura 29) e di Vulnerabilità Ambientale (Figura 44) ottenute precedentemente, sono state messe in relazione collegando le rispettive tabelle degli attributi in un'unica tabella contenente le informazioni sia sul livello di V_a che di V_e , in ambiente GIS. A partire da tale tabella, sono state implementate le condizioni poste nella matrice di Vulnerabilità descritta nella sezione dedicata alla metodologia per la valutazione della Vulnerabilità Complessiva (V), che sono del tipo "if (V_a è Molto Elevata) and (V_e è Media) then (V is Elevata)".

In tal modo, si è ottenuta la mappa della Vulnerabilità Complessiva (Figura 45), utile a costruire lo Scenario di Rischio 2.

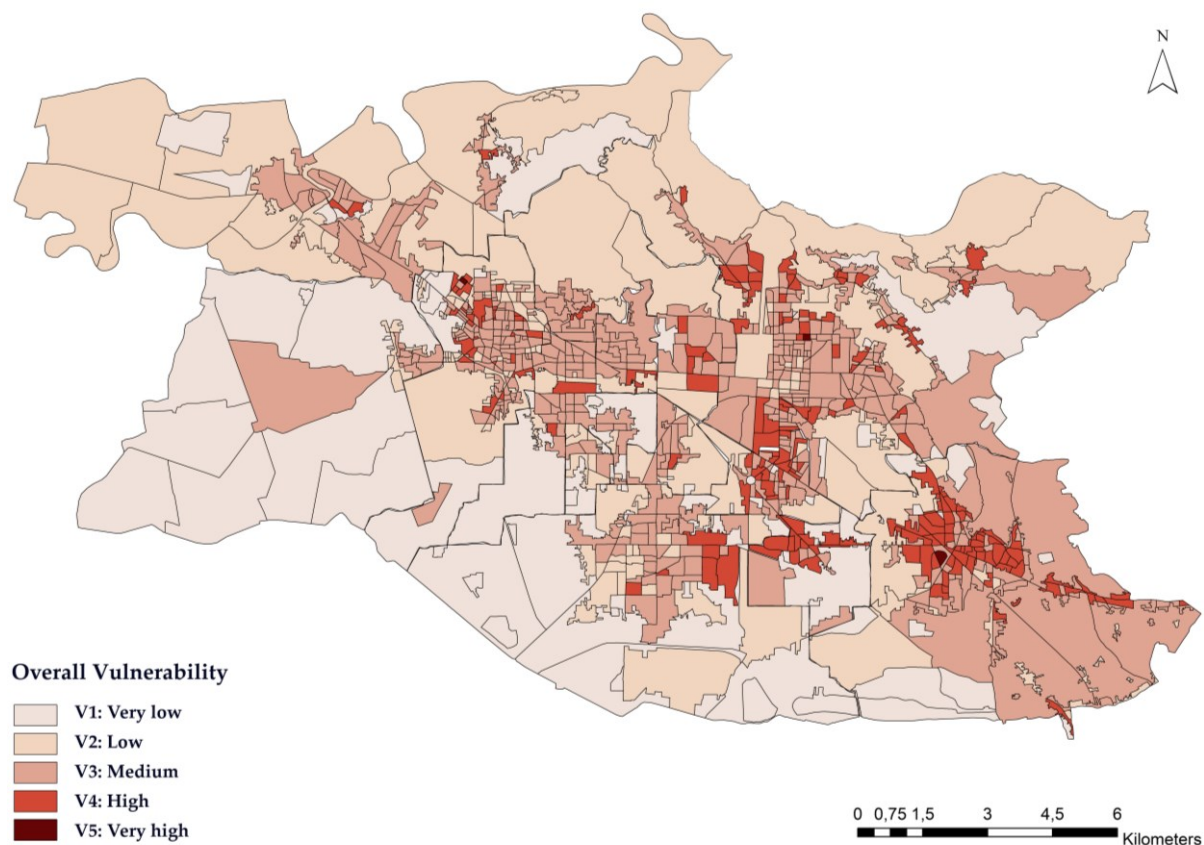


Figura 45. Mappa della Vulnerabilità Complessiva

3.6 Mappatura dell'Esposizione

La mappa dell'esposizione è stata ricavata a partire dalla cartografia di base *Imperviousness* per l'area di studio (Figura 46), rappresentativa del grado di impermeabilizzazione, espresso in percentuale. In ambiente GIS si è operata la selezione e l'involuppo di tutte le aree con grado di impermeabilizzazione superiore al 30%, nel rispetto della metodologia proposta, ottenendo la mappatura delle aree costruite. L'estensione territoriale del tessuto urbano, rappresentativo complessivamente del bene esposto (Figura 47), è stata successivamente ricavata inglobando, in tale mappa, anche gli spazi con grado di impermeabilizzazione minore ricadenti all'interno del perimetro delle aree trasformate, con l'ausilio della mappa dell'uso del suolo (Figura 14). Il tessuto urbano, infatti, è inteso essere comprensivo di tutte le aree occupate da insediamenti residenziali e produttivi, di cui spazi pubblici e/o riservati alle attività collettive, ancorché all'aperto, compresi, inoltre, i nuclei ad edificazione diffusa e sparsa. Per aree non urbane si intendono, invece, tutte le superfici occupate da boschi, corpi idrici o interessate da usi agricoli del suolo, nel complesso considerate non esposte.

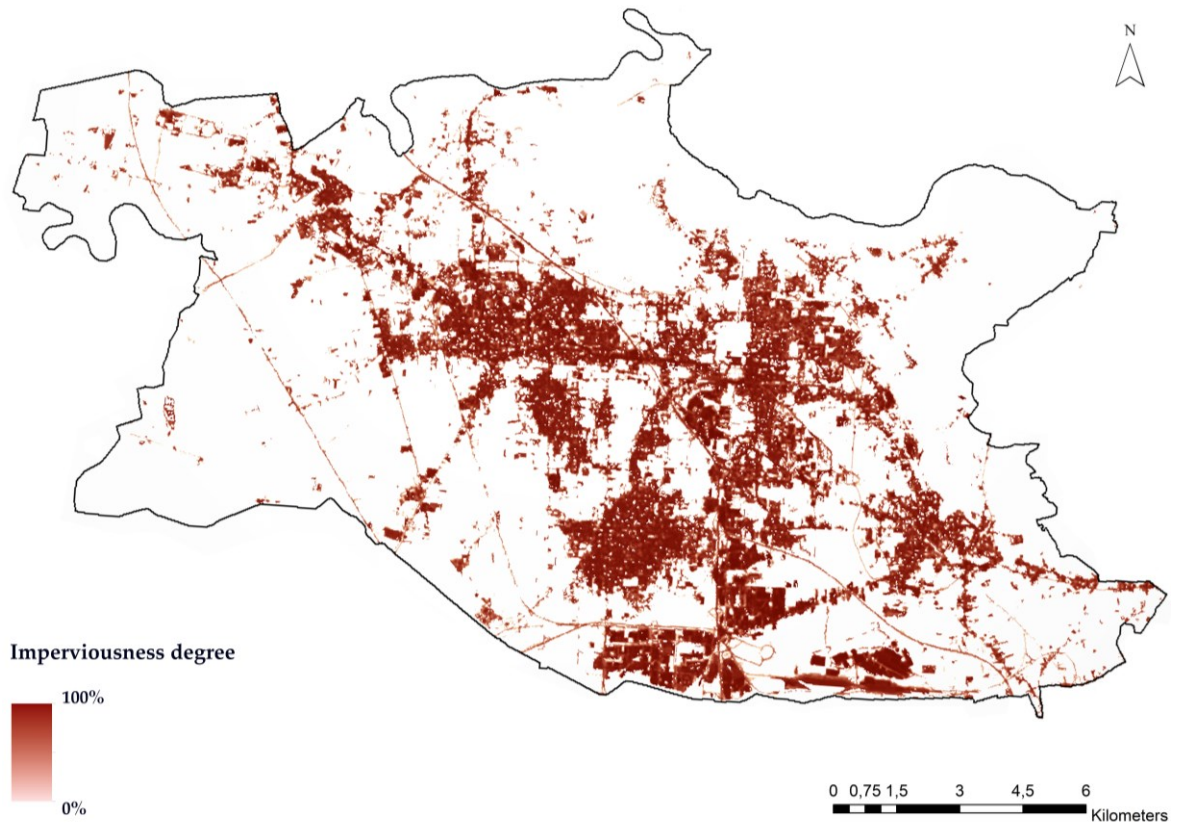


Figura 46. Stralcio della Copernicus *Imperviousness map* relativo all'area di studio

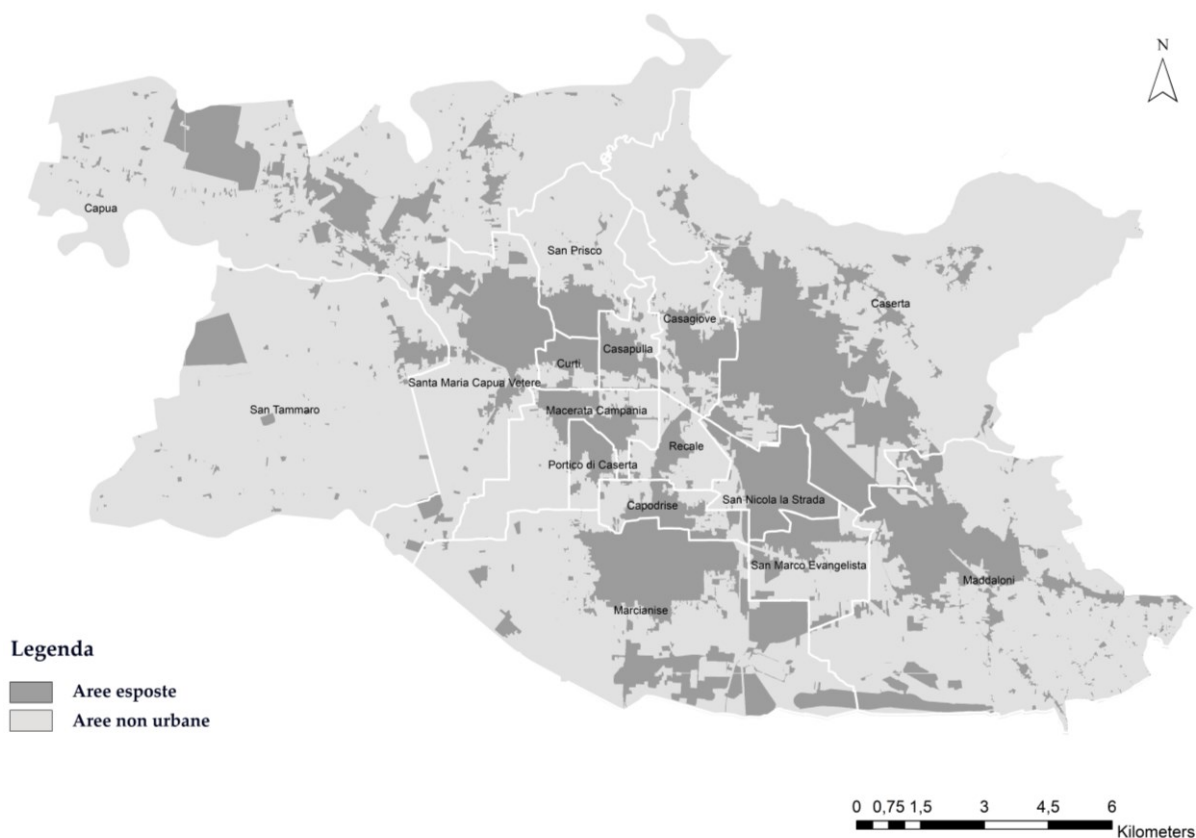


Figura 47. Mappa dell'Esposizione

3.7 Mappatura del Rischio

3.7.1 Scenario di Rischio 1

Ricorrendo ad una *overlay mapping* tra la mappa della Vulnerabilità Aggregata, data dalla combinazione di Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica, e la mappa dell'Esposizione, si ottiene la mappa del rischio nel primo scenario (Figura 48).

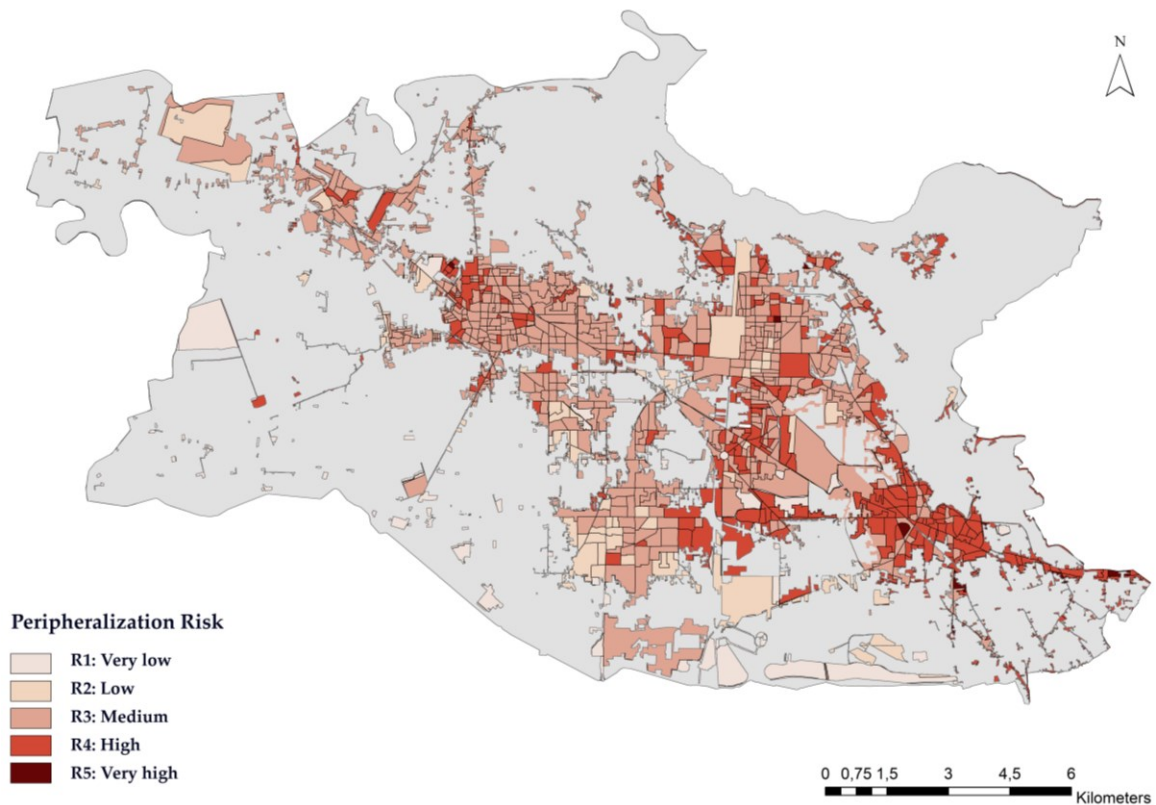


Figura 48. Mappa del Rischio di Periferizzazione - Scenario 1

La mappa del rischio, così ottenuta, evidenzia come severi processi di periferizzazione, individuabili spazialmente laddove il livello risulti essere elevato e molto elevato, possano interessare sia quartieri tradizionalmente considerati periferici, come il caso dell'area di edilizia economica e popolare ricadente nel Comune di Marcianise, sia quartieri tipicamente centrali, compresi in agglomerati storici, come nei casi dei Comuni di Capua, Caserta, Casagiove, Maddaloni, Recale, San Marco Evangelista, Santa Maria Capua Vetere e San Prisco. Emblematico è il caso del Comune di Maddaloni, localizzato nella parte sud-orientale dell'area di studio, che presenta il maggior numero di aree interessate da rischio elevato, facendo ritenere l'intero comune a rischio di periferizzazione (Figura 49, Figura 50). Nel Comune di Marcianise, l'area sopraccitata,

che è la più estesa delle superfici a rischio elevato presenti nel territorio comunale, è il risultato dell'attuazione di un piano di edilizia economica e popolare, previsto dal Piano Regolatore Generale, ai sensi della legge 18 aprile 1962, n. 167. Essa è costituita, infatti, da un'alta percentuale di edifici di edilizia residenziale pubblica, presentando le caratteristiche di una tipica periferia urbana, come concepita nella tradizione urbanistica italiana, cioè un quartiere, più o meno esteso, collocato ai margini della città consolidata e abitato da fasce deboli della popolazione. Nello specifico, concorrono a determinare un rischio elevato, in tale area, principalmente la vulnerabilità sociale ed urbanistica, come si evince osservando le mappe relative a tali domini. La circostanza per cui quartieri, o insiemi di quartieri contigui, presentino un rischio elevato anche negli agglomerati di antico impianto, in più di un comune, rivela il fenomeno della periferizzazione dei centri storici (Kuhn, 2015; Indovina, 2015), in atto in numerose città italiane. Un ruolo rilevante nello sviluppo di tale processo è stato svolto dall'evoluzione del mercato immobiliare e della rendita fondiaria, che hanno allontanato la popolazione e, in particolare, i ceti medi, dai centri storici, spingendoli verso le tradizionali periferie, costruite ai loro margini in luogo dei terreni agricoli, oppure, in anni più recenti, verso le aree periurbane edificate con tipologie insediative a bassa densità (Taylor&Lang, 2004; Oliva, 2010). All'interno della conurbazione, il Comune di Maddaloni si configura, invece, come una *città-periferia*, diffusamente interessata da potenziale degrado in tutti i domini considerati, circostanza che ne determina complessivamente una vulnerabilità significativa e, conseguentemente, un rischio esteso di periferizzazione. Ciò, oltre a confermare la multiscalarità dei processi di periferizzazione, rimarca la necessità di prevedere strategie di mitigazione a più livelli territoriali, a partire dalla pianificazione di area vasta.

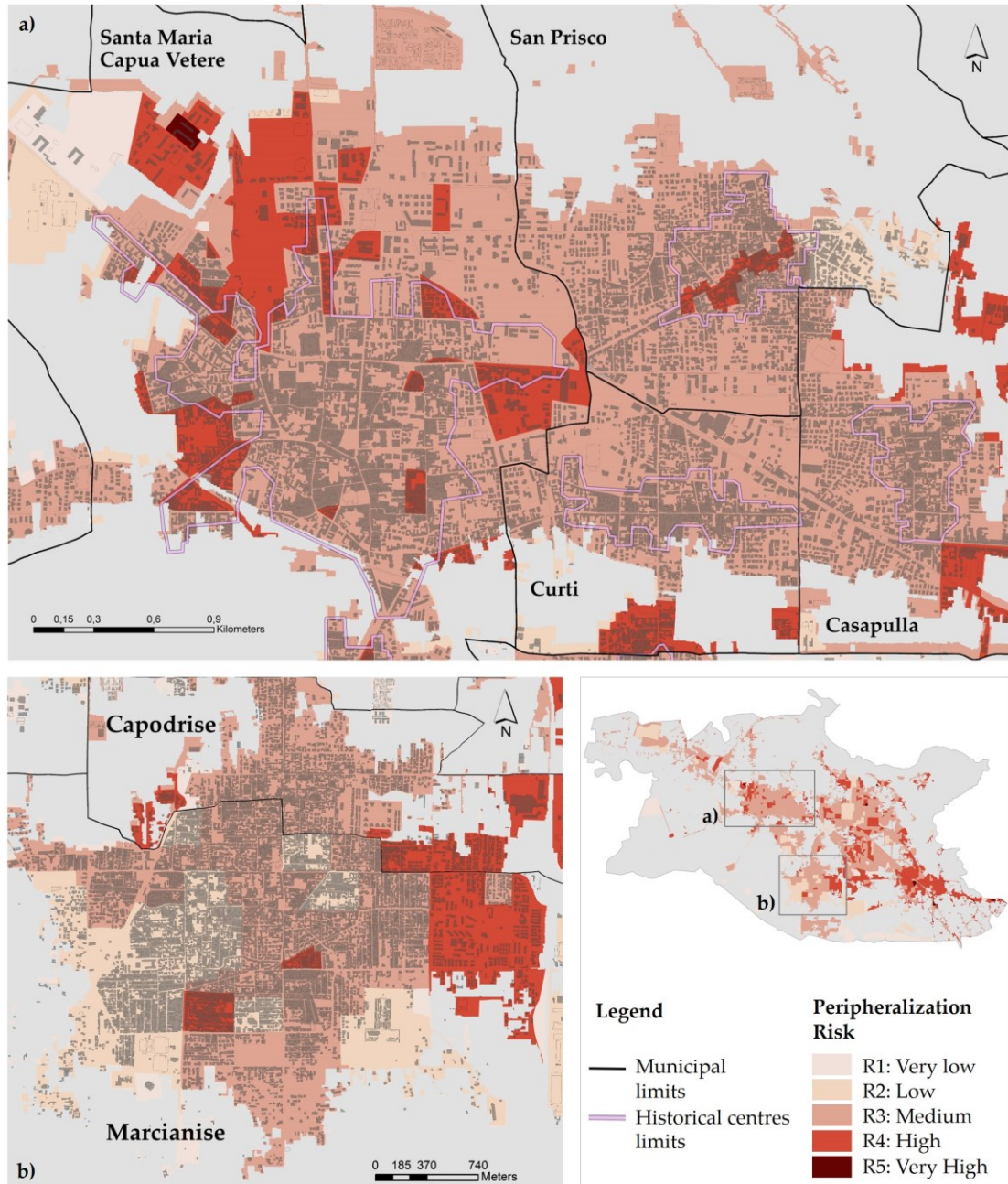


Figura 49. Dettagli della mappa del Rischio di Periferizzazione

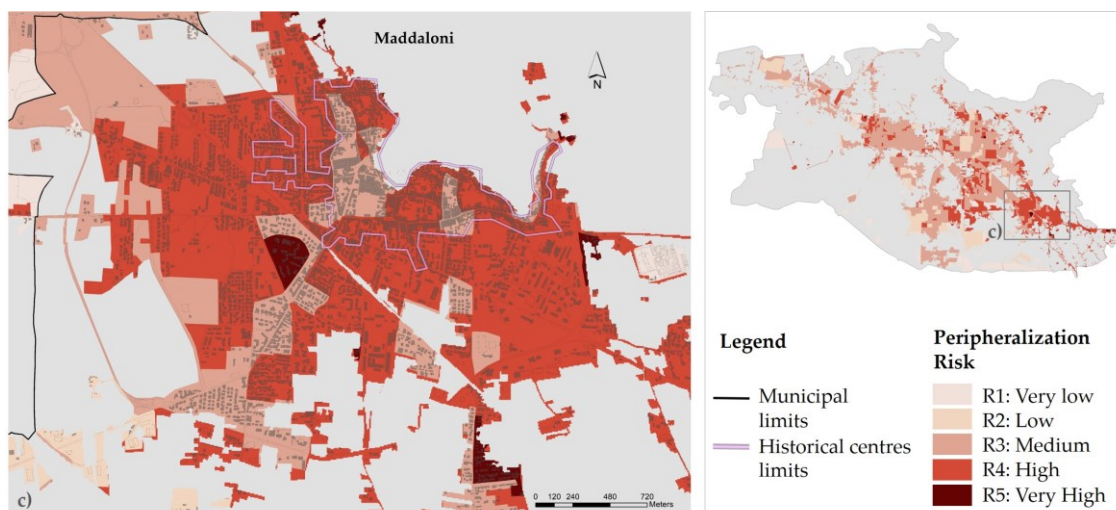


Figura 50. Dettaglio della mappa del rischio sul comune di Maddaloni

3.7.2 Scenario di Rischio 2

Ricorrendo ad una *overlay mapping* tra la mappa della Vulnerabilità Complessiva, data dal prodotto di Vulnerabilità Aggregata e Vulnerabilità Ambientale, e la mappa dell'Esposizione, si ottiene la mappa del rischio nel secondo scenario (Figura 51).

Le mappe di rischio ottenute nei due scenari considerati, rispettivamente in Figura 48 e Figura 51, sono riportate con risoluzione maggiore in **Appendice 4**.

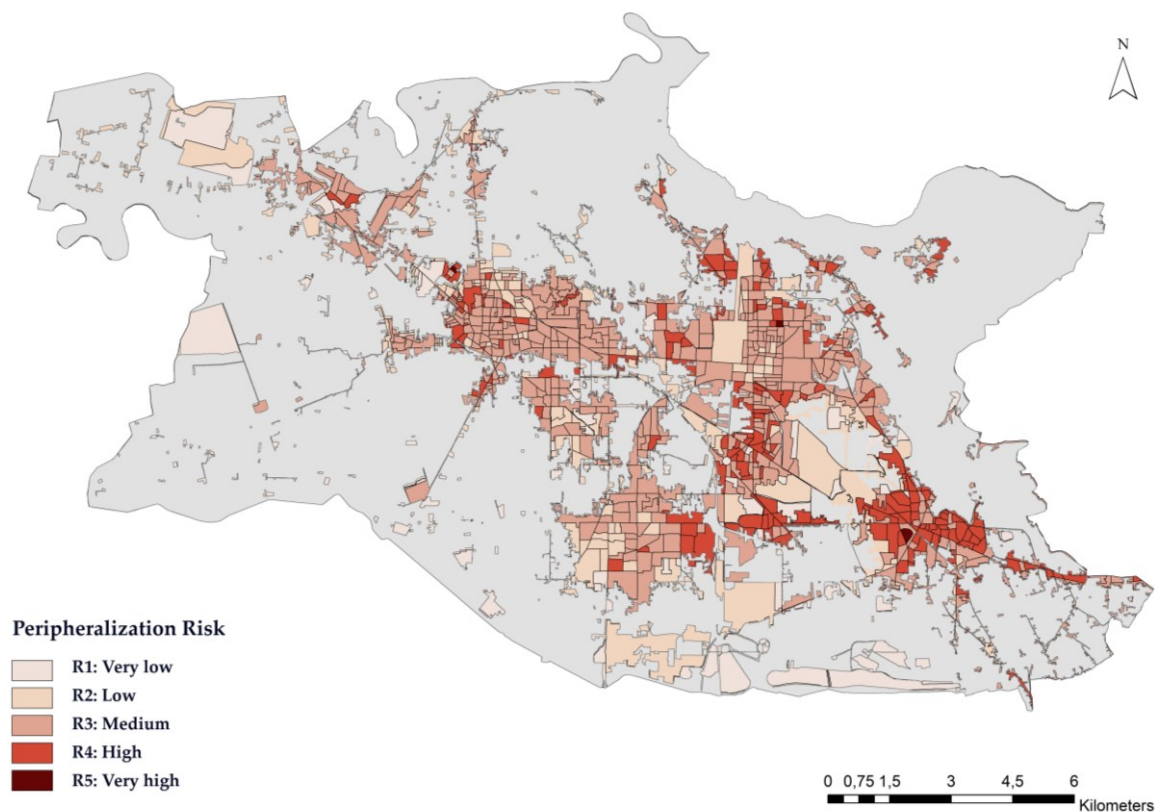


Figura 51. Mappa del Rischio di Periferizzazione - Scenario 2

Rispetto ai risultati ottenuti nello Scenario di Rischio 1, dove per la costruzione della mappa del rischio non si considera il Dominio Ambientale, ma solo quello Sociale, Edilizio ed Urbanistico, si osserva una diminuzione delle aree a maggior rischio (Figura 52, Figura 53). Ciò deriva dal criterio utilizzato per la definizione della matrice di vulnerabilità ai fini della determinazione della Vulnerabilità Complessiva, data dall'intersezione di Vulnerabilità Aggregata (V_a) e Vulnerabilità Ambientale (V_e). Secondo tale criterio le aree prioritarie sono quelle in cui " V_a è elevata e molto-elevata e contemporaneamente V_e è molto-elevata, elevata o media", dunque è poco probabile che

sia abbia una condizione critica in tutti e quattro i domini presi in esame nello stesso numero di aree in cui la Vulnerabilità Aggregata è elevata o molto elevata. È verosimile invece, che il numero di aree a maggior rischio diminuisca rispetto allo Scenario di Rischio 1. Lo Scenario di Rischio 2, comprensivo della valutazione della Vulnerabilità Ambientale, consente cioè di restringere le aree prioritarie di intervento, laddove il rischio è elevato o molto-elevato, definite DEPP-Areas, acronimo per “DE Peripheralization Priority Areas”. Questo comporta una ulteriore ottimizzazione delle risorse economiche necessarie all’implementazione degli interventi stessi.

Aldilà di tali considerazioni, è interessante osservare come, anche considerando tutti i domini sociale, edilizio, urbanistico ed ambientale, le aree più a rischio possano essere sia quartieri tradizionalmente considerati periferici, come quelli di edilizia residenziale pubblica, sia localizzati all’interfaccia urbano-rurale, sia quartieri tipicamente centrali, sia interi comuni.

Ciò induce a ribadire che siano necessarie azioni di contrasto a differenti livelli di pianificazione, dalla scala locale di quartiere, nell’ambito della pianificazione operativa comunale, all’area vasta, oggetto di una pianificazione tipicamente intercomunale o provinciale di tipo strategico.

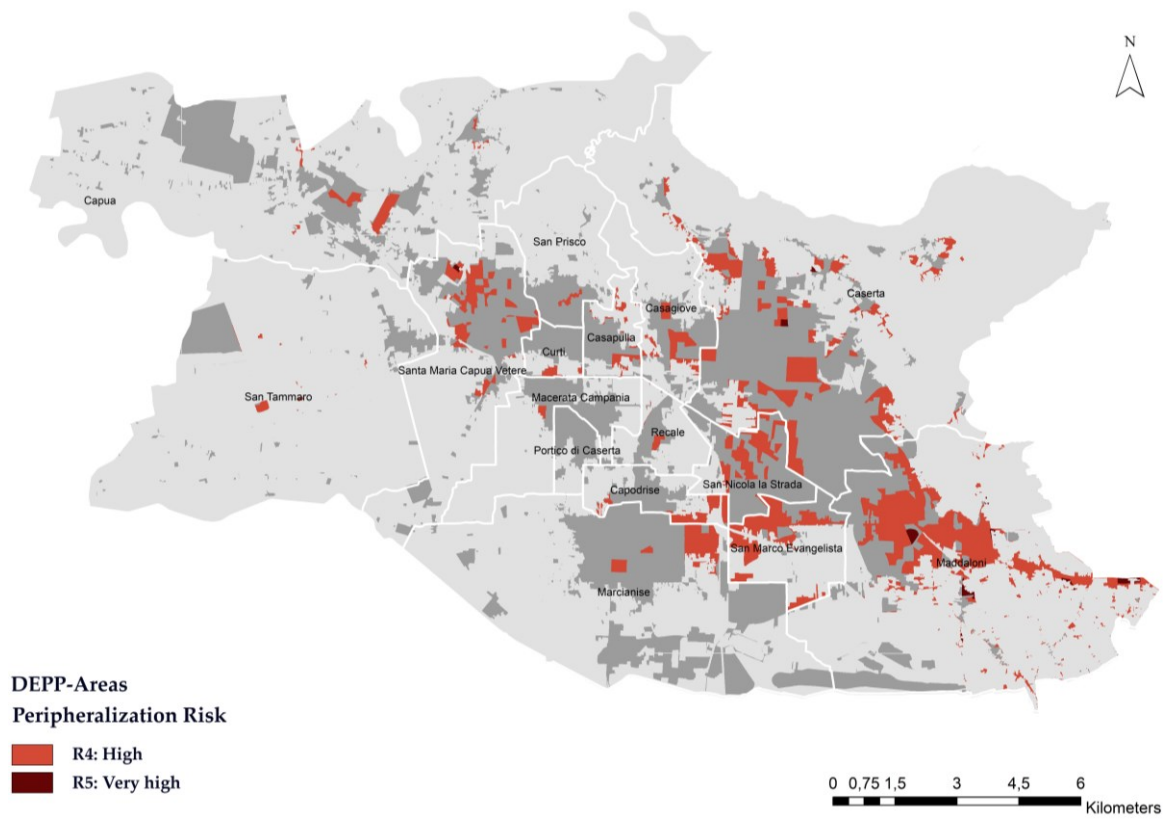


Figura 52. Mappa delle DEPP-Areas nello Scenario di Rischio 1 (Elaborazione su Figura 48)

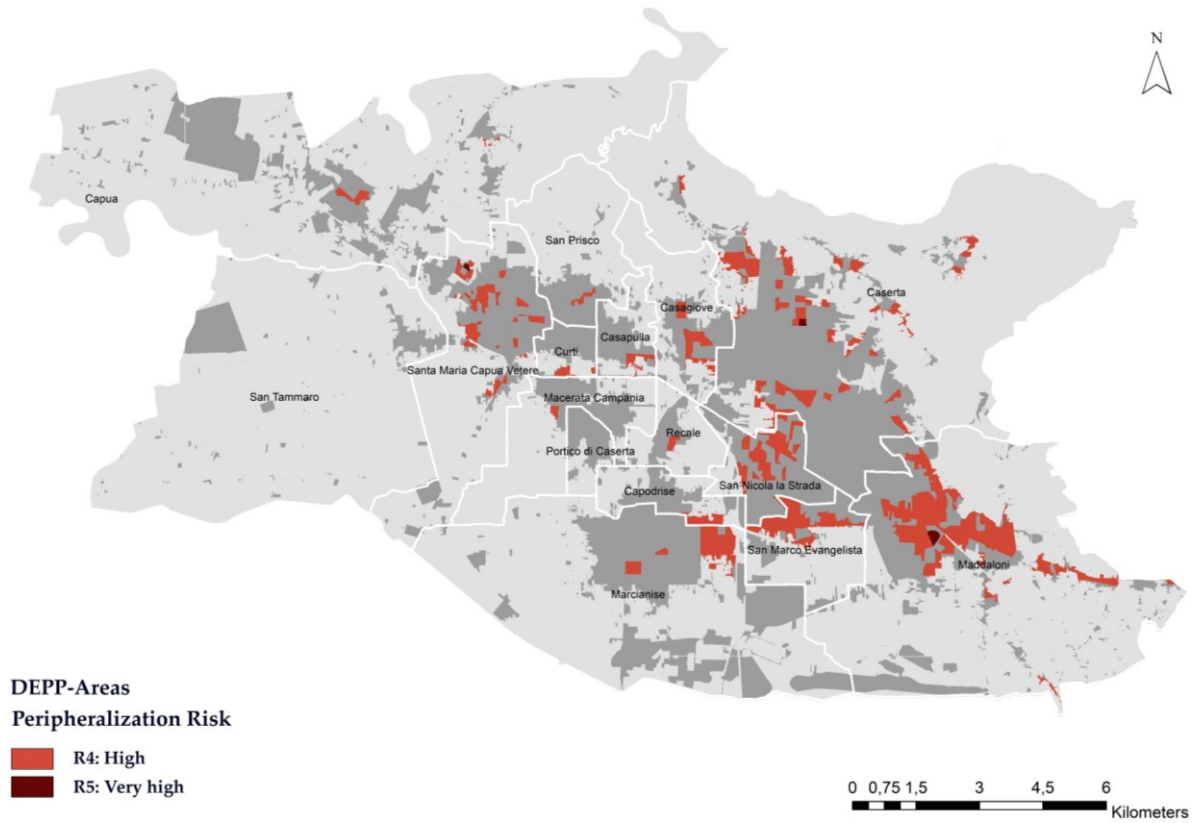


Figura 53. Mappa delle DEPP-Areas nello Scenario di Rischio 2 (Elaborazione su Figura 51)

**CAPITOLO 4: DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI
MITIGAZIONE DEL RISCHIO A SCALA URBANA**



4.1 Approccio metodologico

4.1.1 Una proposta procedurale per l'analisi e la mitigazione del rischio

Nella fase di analisi, gli scenari di rischio descritti sono stati costruiti per essere applicati ad un sistema urbano di area vasta di carattere sovra-comunale, ma usando un'unità spaziale di mappatura dettagliata come il quartiere. Ciò fa sì che tali scenari possano rappresentare uno strumento di supporto alle decisioni utile alla definizione e programmazione temporale delle strategie e azioni di mitigazione:

- sia nella pianificazione strategica di area vasta (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale; Piani Urbanistici Intercomunali), nel lungo periodo;
- sia nella pianificazione comunale (Piano Urbanistico Comunale) e attuativa, con particolare riferimento ai progetti di rigenerazione urbana; nel medio-breve periodo.

Nella pianificazione di area vasta, in particolare, il quadro conoscitivo degli scenari di rischio proposti può supportare la definizione di strategie prioritarie nelle aree più a rischio, oppure attribuire agli indirizzi strategici pesi differenti a seconda dei livelli di rischio individuati.

Spostando la lente di approfondimento alla scala comunale e, in particolare, sulla rigenerazione urbana, in accordo alle raccomandazioni della Commissione Europea, le mappe di rischio proposte possono supportare il processo decisionale in merito alla delimitazione di ambiti prioritari di intervento nella pianificazione generale, in coerenza con le strategie e gli indirizzi territoriali di area vasta.

Inoltre, la conoscenza dei livelli di vulnerabilità preesistenti in tali ambiti urbani può informare i decisori nella scelta dell'alternativa progettuale attuativa più efficace, tale cioè da massimizzare la riduzione del rischio. Ciò è possibile integrando la fase della pianificazione degli interventi nelle aree più a rischio con quella della valutazione del progetto più efficace. Tale integrazione è alla base della metodologia di mitigazione del rischio a scala urbana qui proposta. La metodologia, descritta in dettaglio nel seguito, è costruita in modo tale da consentire il monitoraggio degli interventi attuati in termini di riduzione dei fattori di vulnerabilità già individuati nella fase di analisi del rischio per la costruzione degli scenari in area vasta, consentendone l'eventuale aggiornamento. In tal modo, è possibile inquadrare tutte le fasi metodologiche, relative all'analisi e alla

mitigazione del rischio di periferizzazione, nell'ambito di una procedura ciclica, integrabile nell'ordinaria attività di pianificazione territoriale e urbanistica (Figura 54).

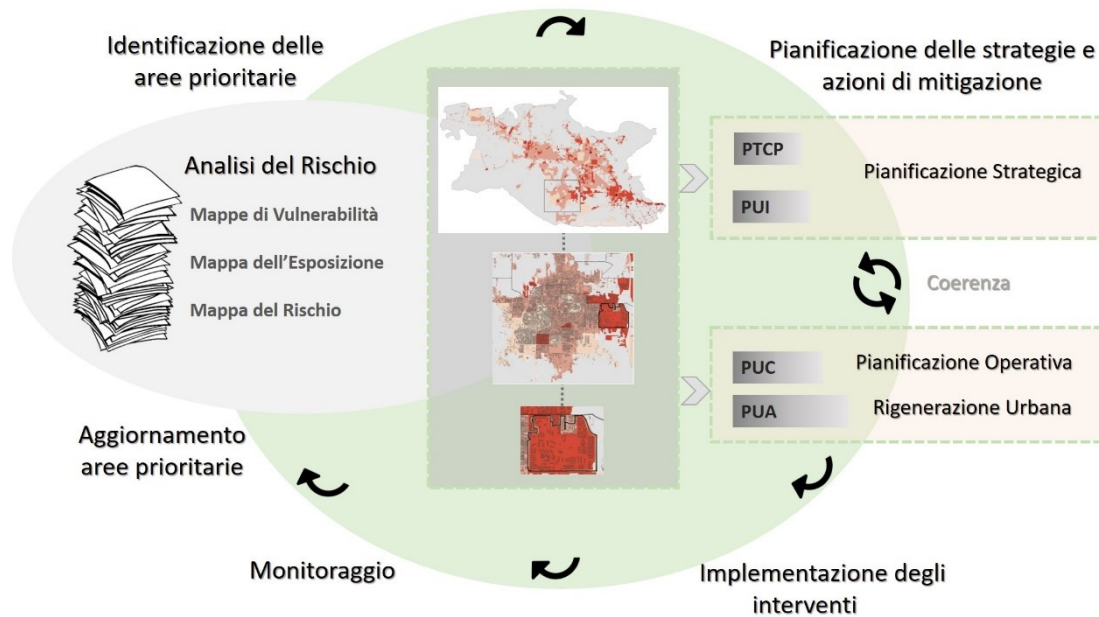


Figura 54. Schema della procedura in cui inquadrare l'analisi e la mitigazione del rischio

4.1.2 Schema metodologico per la mitigazione del rischio a scala urbana

La metodologia propone uno strumento di supporto alle decisioni per valutare l'efficacia degli interventi di rigenerazione urbana previsti in aree nelle quali i livelli di rischio di periferizzazione sono significativi.

Il metodo presuppone, pertanto, la preventiva individuazione delle aree urbane in cui attuare in via prioritaria tali interventi.

Con riferimento agli scenari di rischio costruiti nella fase di analisi, si ritiene che lo Scenario di Rischio 1 sia più appropriato a supportare la delimitazione di ambiti di rigenerazione urbana nella pianificazione comunale.

Lo Scenario di Rischio 2, infatti, richiede la valutazione della Vulnerabilità Ambientale, costruita a partire dagli indici Ve_1 , Ve_2 e Ve_3 rispettivamente. La carenza di dati per sezione censuaria, unità spaziale minima scelta per la mappatura, ha reso necessario stimare tali indici: secondo un approccio *bottom-up* per l'indice di prestazione energetica Ve_1 , partendo da dati disponibili allo stesso livello spaziale o a scala più dettagliata, di edificio; con un approccio *top-down* per gli altri due indici di emissioni inquinanti Ve_2 e gestione dei rifiuti urbani Ve_3 , basato sulla disaggregazione di dati riferiti ad un livello meno dettagliato, quello comunale. L'approccio *top-down*, se da un lato rende il metodo applicabile a non pochi casi di studio, dall'altro comporta un certo grado di incertezza, di cui tenere conto nell'interpretazione dei risultati della mappatura della vulnerabilità. Tuttavia, esso si ritiene coerente per supportare la definizione di azioni di contrasto nella pianificazione strategica di area vasta e a fornire una prima lettura dei livelli di rischio a scala infra-comunale, laddove ulteriori indagini sono necessarie per validare le aree di intervento.

Lo Scenario di Rischio 1, invece, è costruito a partire da dati disponibili a livello di sezione di censimento, dunque si ritiene coerente con la scala d'indagine qui trattata. Alla luce di tali considerazioni, si farà riferimento ai tre domini di periferizzazione investigati nel primo scenario di rischio, vale a dire il Dominio Sociale, Edilizio e Urbanistico.

Ciò precisato, il metodo che qui si propone parte dalla identificazione degli Indicatori di Mitigazione, che consentono di stimare gli effetti degli interventi di rigenerazione urbana su tali domini, con il fine di ridurre la vulnerabilità e, quindi, il rischio di periferizzazione.

Successivamente la procedura si articola nelle fasi proprie dell'*Analytic Hierarchy Process* (AHP), con lo scopo di selezionare l'investimento in grado di massimizzare la mitigazione del rischio. Rispetto ad altre tecniche multicriteri usate nella letteratura tecnica per la valutazione dei progetti di riqualificazione o di rigenerazione urbana, infatti, l'AHP è frequente (Nijkamp et al, 1990; Vincke, 1992; Tzeng et al, 2011; Stanghellini, 2003; De Mare et al, 2013; Nesticò et al, 2017), inoltre consente la scelta della migliore alternativa considerando un numero maggiore di criteri (Nesticò & Somma, 2019).

Nello specifico, l'AHP prevede tre fasi fondamentali: strutturare gerarchicamente il problema; confrontare i giudizi; sintetizzare le priorità (Saaty, 1977; Saaty, 1980).

La prima fase consiste nella definizione della gerarchia, esplicitando: l'obiettivo della valutazione; i criteri, che corrispondono ai domini presi in esame; i sottocriteri, cui corrispondono gli indicatori di mitigazione.

La seconda fase consente di misurare l'importanza relativa dei criteri e dei sottocriteri rispetto all'obiettivo generale. Tale fase si articola in ulteriori sottofasi:

- confronto a coppie delle alternative progettuali rispetto a ciascun sottocriterio;
- confronto a coppie tra i sottocriteri;
- confronto a coppie tra i criteri.

In tale ultima sottofase, in cui si valuta l'importanza dei criteri/domini, si introducono due differenti scenari di mitigazione, e precisamente i seguenti:

- Scenario di Mitigazione 0, in cui si attribuisce ai criteri stessa importanza;
- Scenario di Mitigazione 1, in cui i criteri sono pesati sulla base dei livelli di vulnerabilità preesistenti per l'area in esame, desunti dalle mappe di Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica riferite allo Scenario di Rischio 1.

L'ultima fase consente la scelta della migliore alternativa progettuale sulla base delle valutazioni effettuate (Figura 55).

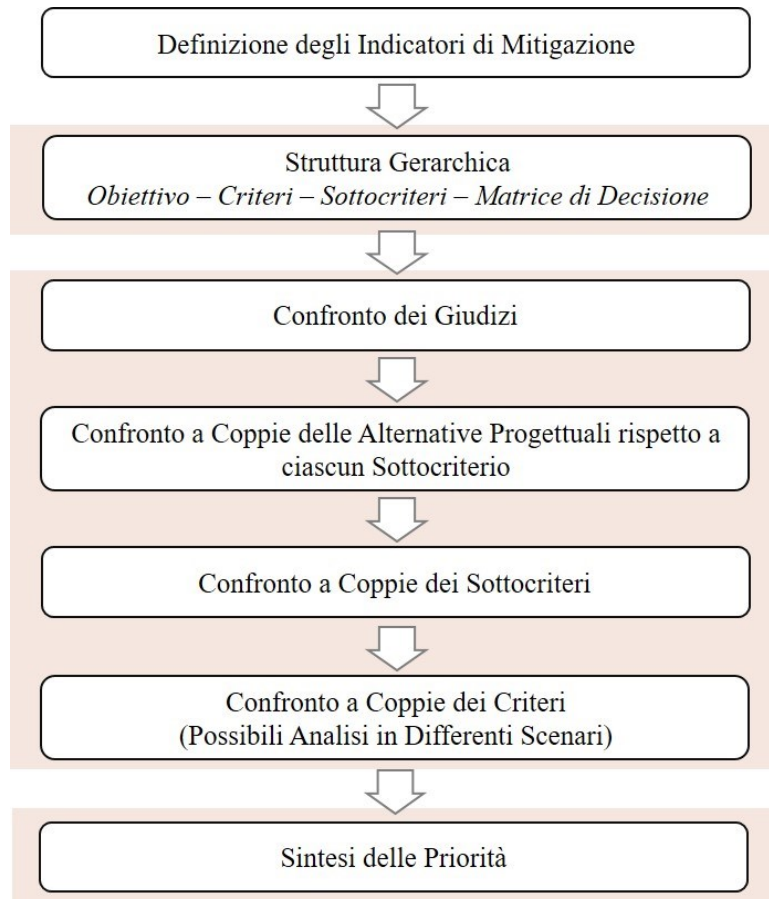


Figura 55. Schema della metodologia proposta per valutare l'efficacia degli interventi nelle aree a maggior rischio

4.2 Definizione degli Indicatori di Mitigazione

4.2.1 Riepilogo degli Indicatori di Vulnerabilità

Gli Indicatori di Mitigazione sono definiti quale strumento per valutare la capacità delle azioni progettuali di ridurre la vulnerabilità nei domini sociale, edilizio e urbanistico e, dunque, di mitigare il rischio di periferizzazione. Tali Indicatori di Mitigazione sono selezionati con riferimento agli Indicatori di Vulnerabilità già scelti per la localizzazione delle aree urbane a maggior rischio alle quali rivolgere interventi prioritari, con riferimento allo Scenario di Rischio 1.

Più precisamente, gli Indicatori di Vulnerabilità a cui si fa riferimento sono quelli selezionati al fine di valutare la Vulnerabilità Aggregata.

Si ribadisce che si tratta di 19 Indicatori di Vulnerabilità, individuati prendendo in esame i fattori di criticità sui quali si è in grado di agire attraverso la pianificazione urbanistica e territoriale. Inoltre, nella selezione si è tenuto conto della qualità e disponibilità dei dati necessari alla loro misurazione a livello di sezione di censimento, unità scelta per la mappatura, tali per cui il metodo fosse trasferibile anche a contesti geografici diversi da quello italiano. Infatti, le fonti dei dati necessari alla misurazione di tali indicatori sono dati censuari e altri dati ricavabili dagli ordinari strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale.

Gli Indicatori di Vulnerabilità rilevano le caratteristiche intrinseche dei beni esposti indicative di una potenziale attitudine al degrado, per quanto riguarda: la popolazione, per il Dominio Sociale; gli edifici, per il Dominio Edilizio; il tessuto urbano, per il Dominio Urbanistico.

Più precisamente, gli indicatori proposti per quantificare la Vulnerabilità Sociale misurano la tendenza della popolazione a vivere in una condizione di disagio socio-economico: tasso di disoccupazione; mancato raggiungimento dei livelli minimi di istruzione; incidenza degli anziani e delle famiglie numerose.

Gli indicatori di Vulnerabilità Edilizia fanno riferimento, invece, alla qualità del patrimonio edilizio-abitativo. In particolare, essi misurano lo stato di conservazione e di obsolescenza tecnologica degli edifici.

Gli indicatori per il Dominio Urbanistico, infine, misurano la frammentazione del tessuto urbano e la composizione di quest'ultimo, con riferimento alle aree non permeabili. Altri indicatori selezionati per tale dominio sono la carenza di servizi e la presenza di aree critiche urbane, quali aree sottoutilizzate, aree dismesse e aree abusivamente trasformate.

4.2.2 Indicatori di Mitigazione

Gli Indicatori di Mitigazione sono selezionati al fine di misurare in maniera quantitativa la riduzione dei fattori di vulnerabilità determinata da un programma di rigenerazione urbana, relativamente ai tre domini sociale, edilizio e urbanistico. La scelta, come detto, è effettuata con specifico riferimento agli indicatori di vulnerabilità precedentemente definiti, ma selezionando quelli su cui è possibile agire tramite un programma di rigenerazione, pertanto il numero complessivo degli indicatori di mitigazione è ridotto a 10, come meglio specificato nel seguito.

Con riguardo al Dominio Sociale, gli indicatori di mitigazione proposti quantificano le azioni tese al miglioramento di:

- occupazione, in termini di numero di nuovi occupati (I_{Ms1});
- istruzione, come numero di nuovi diplomati nella scuola secondaria di primo grado (I_{Ms2});
- struttura demografica, quale capacità dell'organizzazione fisico-funzionale di attrarre giovani famiglie (I_{Ms3}).

Quest'ultima azione può essere espressa con giudizio qualitativo, cui è associato un valore proporzionale su scala da 1 a 7. Si tratta dell'unico indicatore qualitativo sul totale di quelli proposti.

Relativamente al Dominio Edilizio, gli indicatori misurano gli interventi che determinano il miglioramento dello stato di conservazione e di obsolescenza tecnologica degli edifici, in termini di:

- numero di edifici di pregio storico-architettonico soggetti a restauro (I_{Mb1});
- quantità di abitazioni soggette ad interventi di manutenzione (I_{Mb2});
- alloggi impropri recuperati e/o adeguati da un punto di vista igienico-sanitario (I_{Mb3}).

Per il Dominio Urbanistico, gli indicatori misurano le azioni tese:

- alla riduzione della frammentazione del tessuto urbano (I_{Mu1});
- all'incremento di spazi verdi permeabili (I_{Mu2});

- al miglioramento della carenza di attrezzature per la popolazione (I_{Mu3});
- al recupero di aree dismesse e/o degradate, come aree con accumulo rifiuti e siti potenzialmente contaminati (I_{Mu4}).

Il set completo degli Indicatori di Mitigazione così definiti è presentato in Tabella 1.

I dati necessari a quantificare gli indicatori di mitigazione sopra detti sono ricavabili analizzando i programmi di rigenerazione urbana all'esame del decisore.

Tabella 21. Indicatori di mitigazione, unità di misura e definizione

DOMINIO	INDICATORE DI MITIGAZIONE	U.M.	DEFINIZIONE
	I_{Ms1} Nuovi occupati	n.	Numero di nuovi occupati nella classe d'età corrispondente alla forza lavoro
	I_{Ms2} Nuovi diplomati alla scuola secondaria di primo grado (Scuola Media)	n.	Popolazione di 15 anni e più che conseguirà il diploma della scuola secondaria di primo grado /anno
DOMINIO SOCIALE	I_{Ms3} Capacità di attrarre giovani famiglie	class	Influenza dell'organizzazione fisico-funzionale di attrarre giovani famiglie 1, capacità molto scadente: l'assetto scoraggia fortemente l'insediamento di giovani famiglie; 2, capacità scadente: l'assetto scoraggia l'insediamento di giovani famiglie; 3, capacità bassa: l'assetto non ha rilevanti effetti sull'insediamento di giovani famiglie; 4, capacità medio bassa: l'assetto si presta positivamente all'insediamento di giovani famiglie; 5, capacità media: l'assetto si presta molto positivamente all'insediamento di giovani famiglie; 6, capacità medio alta: l'assetto

				incoraggia l'insediamento di giovani famiglie; 7, capacità alta: l'assetto incoraggia fortemente l'insediamento di giovani famiglie.
DOMINIO EDILIZIO	IMb1	Edifici con valore storico, architettonico o artistico recuperati	n.	Numero di edifici con valore storico, architettonico o artistico soggetti ad interventi di restauro e/o risanamento conservativo
	IMb2	Edifici residenziali in pessimo e mediocre stato di conservazione recuperati	n.	Numero di edifici residenziali soggetti ad interventi di manutenzione straordinaria o ristrutturazione edilizia
	IMb3	Alloggi impropri recuperati	n.	Numero di alloggi soggetti ad adeguamento igienico-sanitario
DOMINIO URBANISTICO	IMu1	Edge Density	m/ha	Rapporto tra la somma totale dei perimetri dei poligoni delle aree costruite e la superficie totale dell'area indagata, a seguito dell'intervento
	IMu2	Incremento delle Aree Permeabili	m ²	Superficie di aree permeabili aggiuntive previste
	IMu3	Incremento degli Standard Urbanistici	m ²	Superficie di standard urbanistici aggiuntivi previsti
	IMu4	Aree critiche urbane recuperate	m ²	Superficie di spazi interclusi recuperati. Gli spazi interclusi sono: aree produttive dismesse; aree con manufatti di nuova realizzazione rimasti inutilizzati; aree non edificate prive di un uso specifico o abbandonate; aree con accumulo rifiuti.

4.3 Descrizione del modello *AHP-based*

4.3.1 Struttura Gerarchica

La fase di definizione di una gerarchia è fondamentale ai fini della modellazione di un problema complesso (Saaty, 1999). La gerarchia di dominanza nella metodologia che si propone è costituita da tre livelli (Figura 56).

Al livello più alto vi è l'obiettivo (Goal), che in questo caso è valutare la migliore alternativa progettuale in termini di mitigazione del rischio di periferizzazione nei domini sociale, edilizio ed urbanistico. Al secondo livello vi sono i criteri (C_i), che corrispondono ai domini di vulnerabilità analizzati: il criterio sociale (C_s); il criterio edilizio (C_b); il criterio urbanistico (C_u). Al terzo livello vi sono i sottocriteri, corrispondenti agli indicatori di mitigazione ($C_{ij} = I_{Mij}$), che sono tre per il criterio sociale ($C_{s1} = I_{Ms1}$, $C_{s2} = I_{Ms2}$, $C_{s3} = I_{Ms3}$), tre per il criterio edilizio ($C_{b1} = I_{Mb1}$, $C_{b2} = I_{Mb2}$, $C_{b3} = I_{Mb3}$) e quattro per il criterio urbanistico ($C_{u1} = I_{Mu1}$, $C_{u2} = I_{Mu2}$, $C_{u3} = I_{Mu3}$, $C_{u4} = I_{Mu4}$). I dieci complessivi sottocriteri sono misurabili per ciascuna k -esima alternativa progettuale tra le quali il decisore è chiamato a scegliere, allo scopo di mitigare la componente vulnerabilità del rischio per l'area in esame.

I valori quantitativi degli indicatori di mitigazione, presenti al livello terminale della gerarchia, per ogni alternativa progettuale costituiscono le righe della matrice di decisione, mentre le colonne sono relative ai valori del singolo sottocriterio per l'insieme delle proposte progettuali. La matrice di decisione, pertanto, è del tipo in Tabella 22.

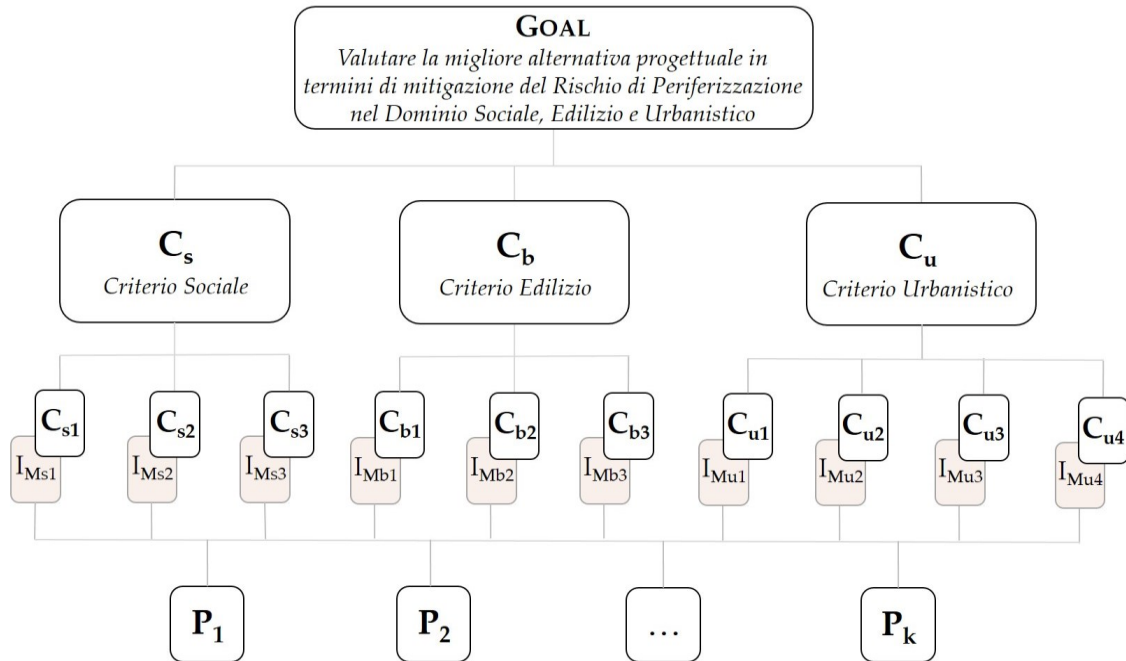


Figura 56. Struttura gerarchica del modello proposto

Tabella 22. Schema della matrice di decisione

	C _{s1} [n.]	C _{s2} [n.]	C _{s3} [valore]	C _{b1} [n.]	C _{b2} [n.]	C _{b3} [n.]	C _{u1} [m/ha]	C _{u2} [m ²]	C _{u3} [m ²]	C _{u4} [m ²]
P ₁										
P ₂										
...										
P _k										

4.3.2 Confronto dei Giudizi

Il confronto tra i giudizi ha la finalità di misurare l'importanza relativa dei criteri e sottocriteri rispetto all'obiettivo generale. A tale scopo, come detto, tale fase si articola in ulteriori sottofasi: confronto a coppie tra le alternative progettuali per ciascun sottocriterio; confronto a coppie tra i sottocriteri; confronto a coppie tra i criteri.

A partire dalla matrice di decisione, si procede al confronto a coppie delle alternative progettuali P_k rispetto a ciascun sottocriterio. Per i dieci sottocriteri definiti si hanno, quindi, dieci matrici di confronto, in cui gli elementi a_{ij} rappresentano i coefficienti di dominanza, ottenuti ricorrendo alla scala semantica di Saaty (Tabella 23).

Tabella 23. Scala semantica di Saaty

Intensità	1	3	5	7	9	2-4-6-8
Giudizio di Importanza	<i>Uguale</i>	<i>Moderata</i>	<i>Elevata</i>	<i>Molto elevata</i>	<i>Estrema</i>	<i>Livelli intermedi</i>

Il successivo confronto a coppie tra sottocriteri, appartenenti ad uno stesso dominio, mira a stabilirne l'importanza reciproca.

Il confronto a coppie tra criteri, infine, ha la finalità di stabilire l'importanza di un dominio rispetto all'altro. In proposito, in relazione a differenti possibili obiettivi di Politica economica, l'analisi può essere sviluppata con riferimento a più scenari. Come detto, lo studio può riguardare i seguenti:

- *Scenario 0*, in base al quale tutti i criteri hanno stessa importanza;
- *Scenario 1*, laddove il peso dei criteri dipende dai livelli di vulnerabilità ottenuti dall'analisi del rischio di periferizzazione.

Nello scenario 1, quanto più la vulnerabilità di un dominio è elevata, tanto più assumono importanza le azioni rivolte a quella specifica dimensione. Per ogni dominio, la mappatura di vulnerabilità restituisce differenti classi di vulnerabilità: *bassa; media; elevata; molto elevata*. I valori linguistici *basso, medio, elevato e molto elevato*, possono essere convertiti in scalari proporzionali. In particolare, al valore basso corrisponderà lo scalare 1, al valore medio 2, al valore elevato 3, mentre al valore molto elevato 4.

A questo punto si procede con il confronto a coppie, il cui fine è stabilire l'importanza relativa degli elementi secondo la scala in Figura 57. Tale figura consente di ripartire i quattro intervalli 1 (Basso) – 2 (Medio) – 3 (Elevato) – 4 (Molto Elevato) nei 5 tipici intervalli di valore di Saaty 0 - 0,8 - 1,6 - 2,4 - 3,2 - 4,0 restituiti nella parte bassa della figura. In tal modo, si ricava la matrice di Tabella 24.

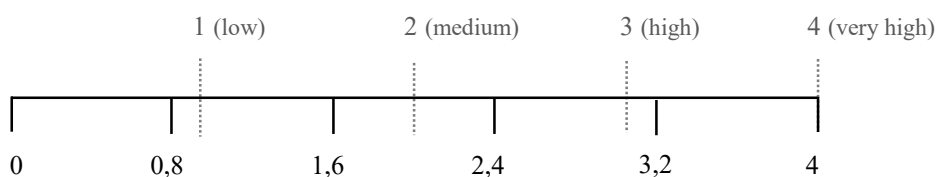


Figura 57. Posizionamento sulla scala graduata dei valori corrispondenti ai livelli di vulnerabilità

Tabella 24. Matrice per l'attribuzione dei pesi ai criteri

	<i>Basso</i>	<i>Medio</i>	<i>Elevato</i>	<i>Molto Elevato</i>
<i>Basso</i>	1,000	0,333	0,167	0,111
<i>Medio</i>	3,000	1,000	0,333	0,167
<i>Elevato</i>	6,000	3,000	1,000	0,333
<i>Molto Elevato</i>	9,000	6,000	3,000	1,000

4.3.3 Sintesi delle priorità

L'ultima fase consiste nella scelta della migliore alternativa progettuale, che è quella con il maggiore grado di priorità. Al fine di valutare la priorità di una proposta progettuale rispetto all'altra, si ricorre al principio di composizione gerarchica, determinando l'importanza di ciascun elemento della gerarchia in rapporto all'obiettivo. Più precisamente, nel calcolo degli ordinamenti, ogni proposta ha priorità pari a:

$$PP_k: \sum wP_{kij} wC_{ij} WC_i$$

dove:

PP_k = priorità della k-esima proposta progettuale

wP_{kij} = vettore normalizzato dei sottocriteri per ogni proposta progettuale

wC_{ij} = vettore normalizzato dei sottocriteri per ciascun dominio

WC_i = vettore normalizzato dei criteri

(con $k=1, \dots, n$; $i=s,b,u$; $j=1, \dots, 4$)

In definitiva, con riferimento a ciascuno degli scenari proposti, si ottiene una matrice di sintesi. Siffatte matrici consentono di rilevare le priorità delle differenti alternative progettuali al fine di orientare la scelta del decisore.

**CAPITOLO 5: APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI
MITIGAZIONE DEL RISCHIO AL COMUNE DI MARCIANISE
(CE)**



5.1 Area di studio e alternative di progetto

5.1.1 Inquadramento generale dell'area di studio

Il caso di studio riguarda un'area del Comune di Marcianise, appartenente alla conurbazione casertana in Regione Campania, che rappresenta il sistema urbano preso in esame per l'applicazione della metodologia di valutazione del rischio di periferizzazione.

Il Comune di Marcianise è il secondo comune più popoloso, dopo la città di Caserta, tra i 16 comuni della conurbazione analizzati (Tabella 14) ed annovera un agglomerato industriale che costituisce uno dei poli produttivi più significativi del Mezzogiorno.

Nel *continuum* urbano della conurbazione, l'area di intervento è ubicata al confine con i Comuni di San Marco Evangelista e Capodrise. È delimitata ad est dall'asse autostradale, direttrice Napoli-Roma, e dall'agglomerato industriale di San Marco Evangelista, mentre, sui restanti tre lati, è connessa al tessuto urbano circostante mediante assi viari. In particolare, nella parte settentrionale, una porzione di tessuto urbano al quale è strettamente collegata appartiene al territorio comunale di Capodrise (Figura 58).

L'area in esame, con superficie di circa 50 ha, è la più estesa tra le tre del Comune di Marcianise risultate prioritarie di intervento dall'analisi del rischio di periferizzazione condotta per l'intera conurbazione, sia nello Scenario 1 che nello Scenario 2, tuttavia, come detto, si fa riferimento al primo dei due scenari per la definizione e applicazione del modello di mitigazione del rischio a scala urbana (Figura 59).

L'analisi della strumentazione urbanistica comunale più recente evidenzia che l'area è assoggettata ad un programma complesso, in particolare un programma di recupero urbano (PRU), a causa delle condizioni di degrado complessivo in cui si trova. Tale circostanza ha validato l'elevato rischio di periferizzazione, già dimostrato attraverso l'analisi effettuata. Pertanto, tra le tre aree risultate a rischio R3 e R4, l'area suddetta è selezionata quale caso di studio per l'applicazione del modello di mitigazione del rischio, essendo già destinata ad un intervento di rigenerazione urbana dai decisori politici, chiamati a scegliere tra diverse alternative progettuali.

Più specificatamente, dall'analisi del quadro conoscitivo dell'area destinata al PRU, reso disponibile dal Comune di Marcianise (Comune di Marcianise, 2011), emerge come sia presente un significativo degrado sociale dovuto alla carenza occupazionale e alla scarsa attrattività per le giovani generazioni, il che conferma l'elevata vulnerabilità sociale risultata dall'analisi del rischio precedentemente effettuata.

Anche con riferimento al Dominio Urbanistico, il quadro conoscitivo conferma l'elevata vulnerabilità. Infatti, l'area in esame risulta caratterizzata da un tessuto urbano consolidato a prevalenza residenziale, con alcuni lotti interclusi liberi in stato di abbandono e degrado. Il tessuto si presenta frammentato nei margini e costituito dalla presenza di estese superfici completamente impermeabili che generano isole di calore. Inoltre, sono presenti diverse aree e strutture pubbliche in disuso in condizioni di evidente degrado. L'area comprende anche superfici per standard urbanistici, che tuttavia risultano carenti secondo la normativa vigente.

L'assetto dell'area di studio è il risultato della attuazione di un piano di edilizia economica e popolare, previsto dal Piano Regolatore Generale del Comune di Marcianise ai sensi della legge 18 aprile 1962, n. 167.

Si rileva, infatti, un'alta percentuale di edifici di edilizia residenziale pubblica (IACP), che si presentano in un discreto stato di conservazione, così come gli altri edifici privati presenti nell'area di studio. Tale circostanza conferma il non elevato grado di vulnerabilità edilizia, risultato dall'analisi di rischio effettuata (Figura 60).

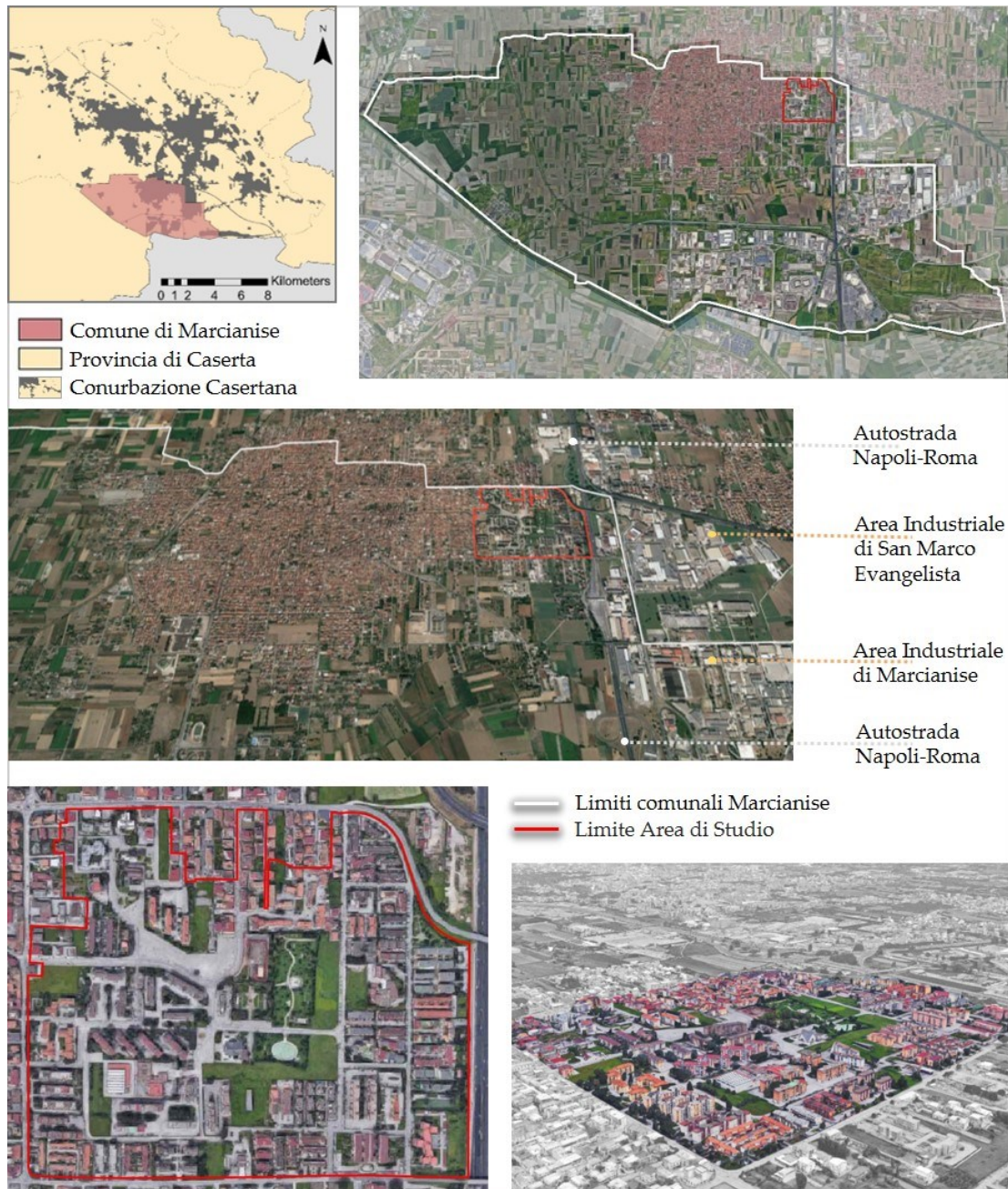


Figura 58. Inquadramento territoriale dell'area di studio

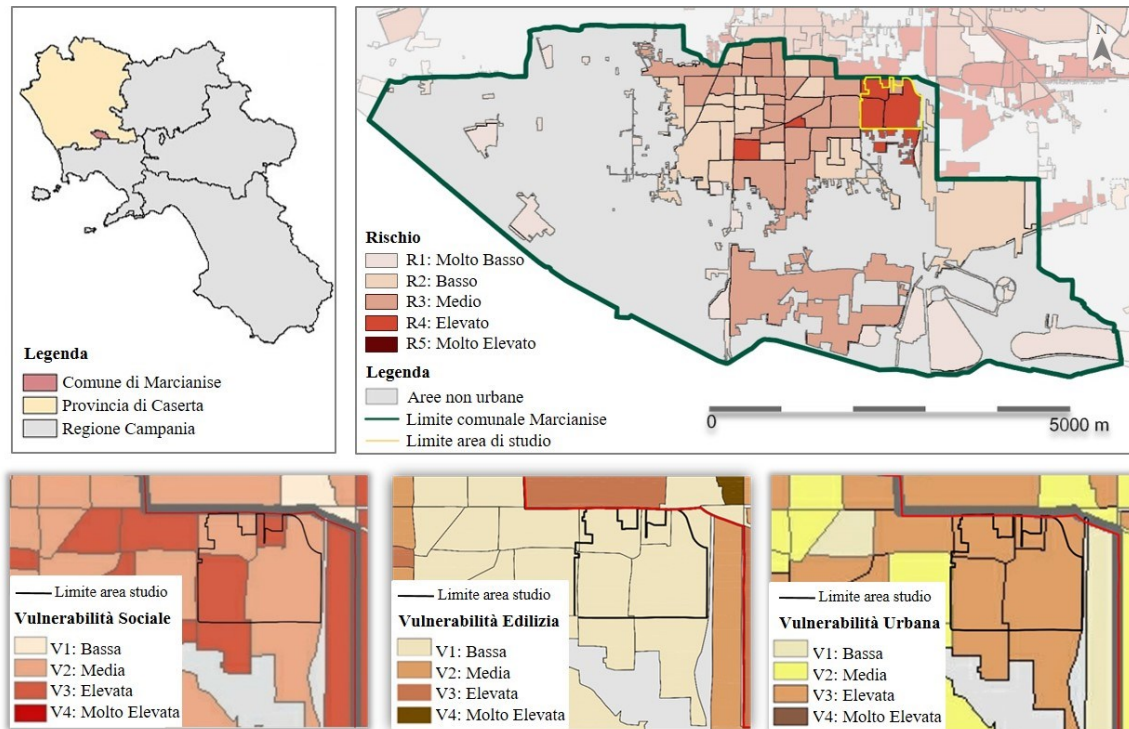


Figura 59. Mappa del rischio di periferizzazione per il Comune di Marcianise e livelli di Vulnerabilità Sociale, Edilizia e Urbanistica per l'area di studio

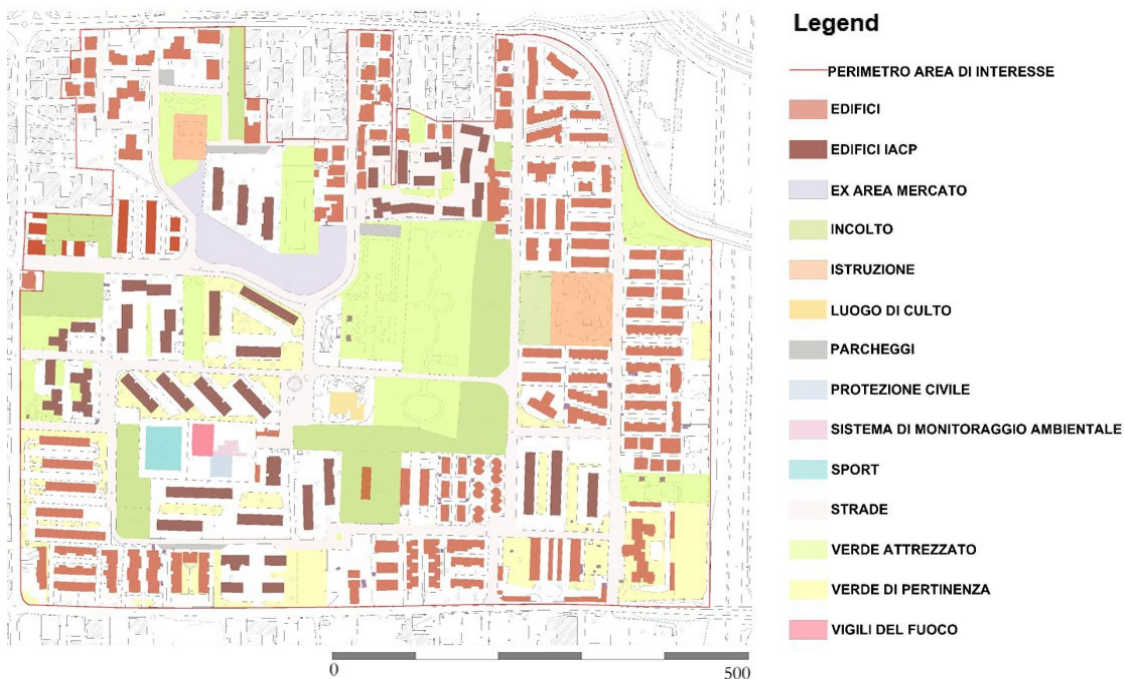


Figura 60. Area di Studio – classificazione funzionale

5.1.2 Alternative progettuali di rigenerazione urbana

Le tre proposte progettuali di rigenerazione urbana all'esame del decisore sono: il PRU, corrispondente alla proposta progettuale P₁ (Figura 61); due successive modifiche e integrazioni del medesimo PRU, corrispondenti alle proposte progettuali P₂ e P₃, rispettivamente alla Figura 62 e alla Figura 63.

L'esame delle tre proposte progettuali evidenzia che ognuna di esse presenta una pluralità di interventi, ma è possibile individuare specifici principi guida. La proposta P₁ pone particolare attenzione alla *depermeabilizzazione* di aree completamente asfaltate. La proposta P₂ dà maggiore risalto alla animazione sociale, risultando maggiormente appetibile alle giovani famiglie grazie alla creazione di occupazione e maggiore

accoglienza nelle scuole. La proposta P₃ pone l'accento più in generale sull'incremento di servizi di interesse collettivo.

Alcuni interventi si ritrovano in due o in tutte le proposte, ma è possibile osservare come siano le proposte P₂ e P₃ ad essere particolarmente simili per numero e tipologia.

In tutte le alternative di progetto, gli interventi sono finanziati con fondi sia pubblici che privati¹⁹.

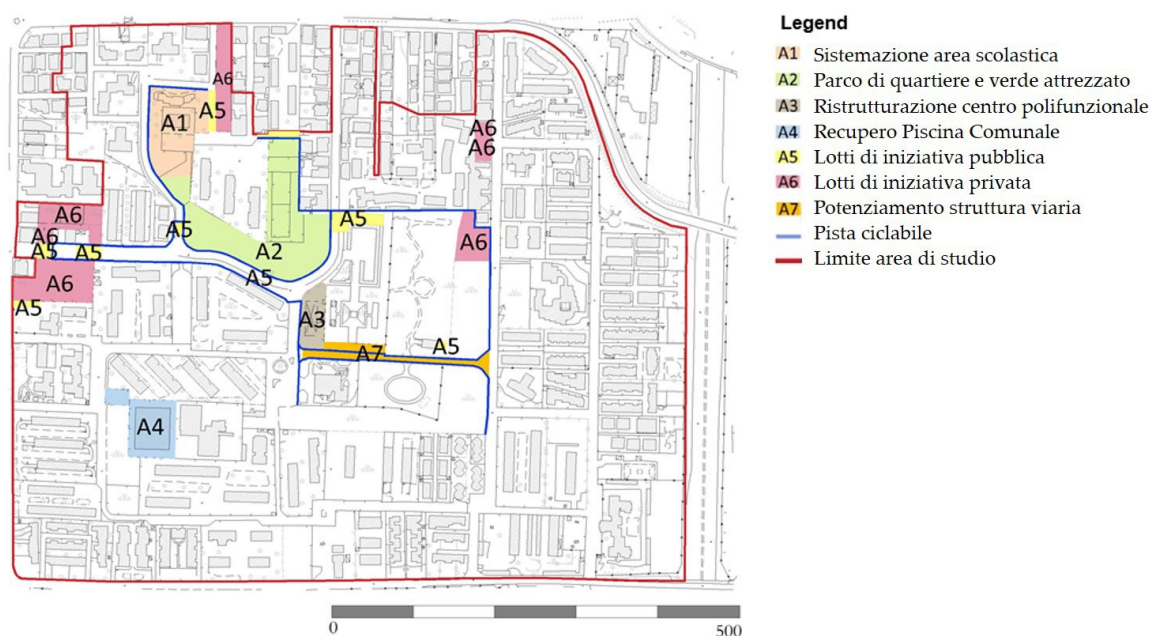


Figura 61. Schema planimetrico della proposta progettuale P₁

¹⁹ Nella originaria proposta di PRU, corrispondente all'alternativa P₁, gli interventi previsti nelle aree A1, A2, A3 e A7 sono finanziati direttamente dalla Regione Campania con fondi specificatamente rivolti ai PRU (B.U.RC. n. 5 del 05.02.1998); quelli ipotizzati in A4 con fondi comunali, in A5 con i proventi derivanti dagli oneri straordinari e di urbanizzazione e in A6 con fondi di privati interessati (Comune di Marcianise, 2011).

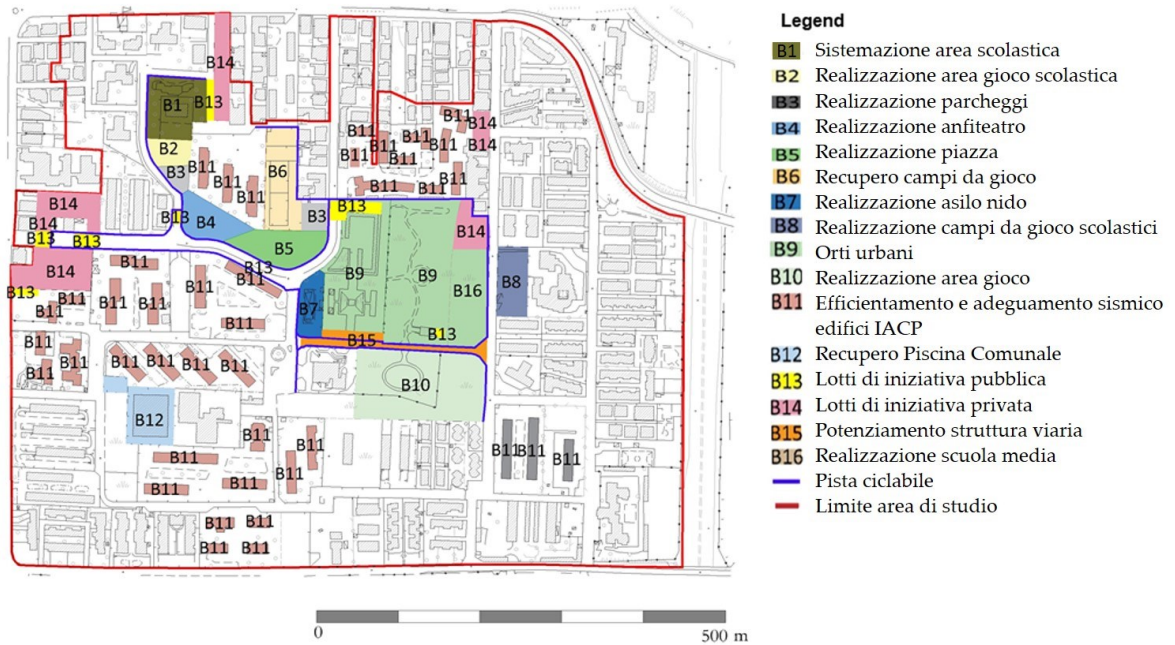


Figura 62. Schema planimetrico della proposta progettuale P2

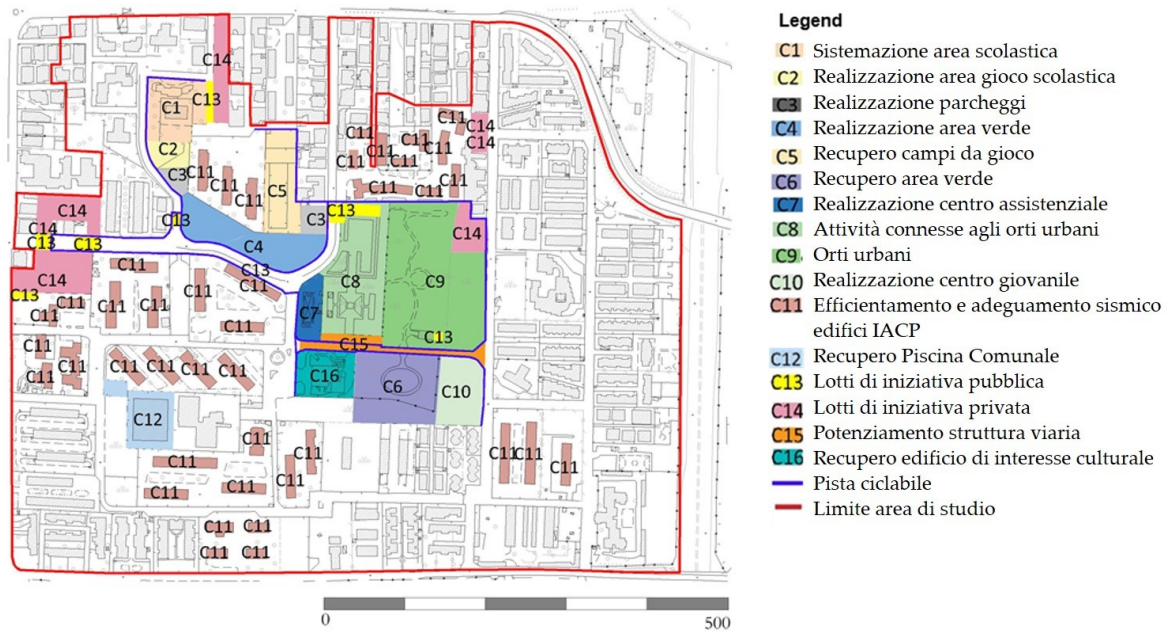


Figura 63. Schema planimetrico della proposta progettuale P₃

5.2 Applicazione del modello

5.2.1 Costruzione della matrice di decisione

L'applicazione del modello all'area di studio richiede l'attenta analisi degli interventi previsti in ciascuna delle tre proposte progettuali all'esame del decisore. Tale operazione consente di determinare il valore degli indicatori di mitigazione per ciascuna delle tre alternative progettuali, così da costruire la matrice di decisione.

I valori degli indicatori di mitigazione, per ogni alternativa progettuale, costituiscono le righe della matrice di decisione, mentre le colonne sono relative al valore di un singolo sottocriterio per ciascuna delle tre proposte P_k (con $k = 1, 2, 3$).

Ai fini dell'implementazione del metodo occorre costruire una matrice scalarizzata. A tale scopo, i valori dei sottocriteri espressi secondo un giudizio qualitativo possono essere sostituiti con i relativi valori ottenuti tramite una scala di giudizio. È il caso del sottocriterio C_{s3} , che risulta basso per la proposta P_1 , alto per la proposta P_2 e medio-alto per la proposta P_3 . I corrispondenti punteggi sono 3, 7 e 6 (Tabella 25).

Tabella 25. Matrice di decisione scalarizzata per il caso studio

	C_{s1} [n.]	C_{s2} [n.]	C_{s3} [value]	C_{b1} [n.]	C_{b2} [n.]	C_{b3} [n.]	C_{u1} [m/ha]	C_{u2} [m ²]	C_{u3} [m ²]	C_{u4} [m ²]
P_1	33	0	3	0	0	5	0,0337	13366,7	16164,9	7059,52
P_2	62	50	7	1	41	3	0,0333	5549,5	27501,8	7059,52
P_3	37	0	6	1	41	5	0,0334	11565,0	36852,8	7059,52

5.2.2 Confronto a coppie tra proposte progettuali

Si procede con il confronto a coppie tra alternative progettuali P_k rispetto a ciascun sottocriterio. Per i dieci sottocriteri si hanno, quindi, 10 matrici di confronto. Si tratta di matrici 3×3 , in cui compaiono, sia in riga sia in colonna, le P_i , mentre gli elementi a_{ij}

rappresentano i coefficienti di dominanza. In tal modo, dalla matrice delle decisioni scalarizzata si ricavano i valori delle singole colonne: un esempio, per i valori del sottocriterio C_{s1} , è riportato in Tabella 26. Si procede poi al confronto tra alternative facendo ricorso alla scala semantica di Saaty (Tabella 23).

Tabella 26. Valori del criterio C_{s1} per ogni alternativa progettuale

	P_1	P_2	P_3
C_{s1}	33	62	37

Dopo aver posizionato su tale scala i due valori confrontati, se essi si trovano nella stessa banda, il coefficiente di dominanza a_{ij} di ogni valore rispetto all'altro è 1; se intercorre una banda, a_{ij} è 3 per il valore più alto, e il reciproco per il valore più basso; se intercorrono 2 bande, il coefficiente ha valore 5 per il valore più alto, 1/5 per quello più basso, e così via. I coefficienti intermedi esprimono situazioni intermedie.

Ovviamente la diagonale principale della matrice è identica e vale la proprietà della reciprocità dei coefficienti. A titolo di esempio la Figura 64 riporta il confronto tra P_1 e P_2 .

Allo stesso modo si ottiene la matrice di confronto per il sottocriterio C_{s1} (Tabella 27).

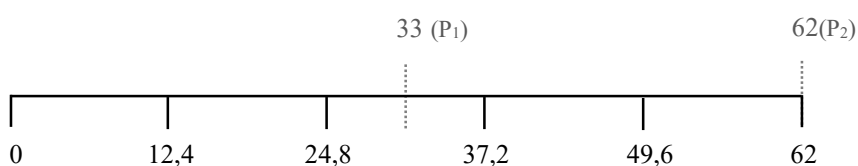


Figura 64. Scala graduata per il confronto tra P_1 e P_2 relativamente al sottocriterio C_{s1}

Tabella 27. Matrice di confronto a coppie delle alternative per il sottocriterio C_{s1}

	P_1	P_2	P_3
P_1	1	1/6	1
P_2	6	1	5
P_3	1	1/5	1

Ciascuna matrice deve essere normalizzata ricorrendo al metodo semplificato di Fishburn: ogni cella va divisa per la somma dei valori della corrispondente colonna (Fishburn, 1967). Si calcola, quindi, la media aritmetica di ciascuna riga. Ripetendo tale operazione per ciascuna delle dieci matrici, si compone il vettore wP_{kij} (Tabella 28).

Tabella 28. Matrice di confronto a coppie delle alternative per il sottocriterio C_{s1} e vettore wP_{kij}

	P_1	P_2	P_3	wP_{kij}
P_1	0,125	0,122	0,143	0,130
P_2	0,750	0,732	0,714	0,732
P_3	0,125	0,146	0,143	0,138

A questo punto si verifica la consistenza della matrice. Essa risulta verificata in tutti i casi in quanto il rapporto di consistenza è inferiore a 5, che è il limite delle matrici di rango 3 (Saaty, 1977).

5.2.3 Confronto a coppie tra sottocriteri

Il confronto a coppie tra sottocriteri appartenenti ad uno stesso dominio mira a stabilirne l'importanza reciproca. Si costruiscono dunque tre matrici, una per ogni criterio o dominio. Per le matrici di confronto a coppie tra i sottocriteri, i coefficienti di dominanza

sono assunti pari a 1. Come nel confronto precedente, applicando il metodo di Fishburn e effettuando la media aritmetica per ogni riga, si compone il vettore wC_{ij} . In Tabella 29 si riporta l'esempio relativo al criterio sociale. Si precisa che per quest'ultimo sono stati definiti tre sottocriteri (C_{s1} , C_{s2} , C_{s3}), ai quali si è scelto di attribuire pari importanza. Pertanto, la matrice normalizzata presenta valori tutti uguali e pari ad $1/3$. Ciò vale anche per il criterio edilizio, per lo stesso motivo. Per il criterio urbanistico, secondo un analogo ragionamento, la matrice normalizzata ha valori tutti uguali e pari ad $1/4$. In tal caso, si verifica che il rapporto di consistenza è: inferiore a 5 per le matrici di rango 3 (domini sociale e edilizio); inferiore a 9 per la matrice di rango 4 (Dominio Urbanistico).

Tabella 29. Matrice di confronto a coppie dei sottocriteri di C_s normalizzata e vettore wC_{ij}

	C_{s1}	C_{s2}	C_{s3}	wC_{ij}
C_{s1}	0,333	0,333	0,333	0,333
C_{s2}	0,333	0,333	0,333	0,333
C_{s3}	0,333	0,333	0,333	0,333

5.2.4 Confronto a coppie tra criteri

Il confronto a coppie tra criteri mira a stabilire l'importanza di un dominio rispetto all'altro, nei due scenari di mitigazione proposti.

Nello Scenario di mitigazione 0, costruita la matrice di confronto a coppie tra i criteri con lo stesso procedimento visto in precedenza, si procede analogamente con la normalizzazione e con il calcolo della media aritmetica di ciascuna riga, componendo il vettore WC_i (Tabella 30). Anche in tal caso, poiché i criteri sono tre (C_s , C_b , C_u) e nello scenario 0 essi hanno stessa importanza, la matrice corrispondente a tale scenario presenta valori tutti uguali e pari ad $1/3$. Trattandosi di una matrice di rango 3, si verifica che il rapporto di consistenza è inferiore a 5.

Tabella 30. Matrice di confronto a coppie dei criteri normalizzata e vettore WC_i –Scenario 0

	C_s	C_b	C_u	WC_i
C_s	0,33	0,33	0,33	0,33
C_b	0,33	0,33	0,33	0,33
C_u	0,33	0,33	0,33	0,33

Si procede, quindi, con lo Scenario di mitigazione 1, nel quale ai criteri sociale, edilizio e urbanistico è attribuita diversa importanza, a seconda del livello di vulnerabilità preesistente nei domini sociale, edilizio e urbanistico corrispondenti: il livello di vulnerabilità è quello che risulta dall'analisi del rischio di periferizzazione. Da un'analisi delle mappe di vulnerabilità per il caso studio, si rileva la presenza di potenziale degrado sociale e urbanistico, mentre la vulnerabilità edilizia risulta bassa (Figura 59).

Nello scenario 1, pertanto, il criterio sociale risulta elevato, il criterio edilizio basso e il criterio urbanistico elevato. Con riferimento alla matrice di supporto al decisore definita in Tabella 24, si determinano quindi i pesi da attribuire nel confronto tra criteri, ottenendo in tal modo la matrice di confronto rappresentata in Tabella 31.

Tabella 31. Matrice di confronto a coppie dei criteri - Scenario 1

	C_s (Elevato)	C_b (Basso)	C_u (Elevato)
C_s (Elevato)	1	6	1
C_b (Basso)	0,167	1	0,167
C_u (Elevato)	1	6	1

Analogamente allo Scenario 0, si procede normalizzando la matrice ed effettuando la media. Si ricava quindi il vettore WC_i (con $i = s, b, u$), ottenendo la matrice finale in Tabella 32, della quale è pure verificata la consistenza.

Tabella 32. Matrice di confronto a coppie dei criteri normalizzata e vettore W_{Ci} - Scenario1

	C_s	C_b	C_u	W_{Ci}
C_s	0,462	0,462	0,462	0,46
C_b	0,077	0,077	0,077	0,07
C_u	0,462	0,462	0,462	0,46

5.2.5 Sintesi delle priorità

Al fine di valutare la priorità di una proposta progettuale rispetto all'altra, si ricorre al principio di composizione gerarchica. Si applica dunque la formula già definita per il calcolo di PP_k , determinando l'importanza di ciascun elemento della gerarchia in rapporto all'obiettivo. Con riferimento agli scenari proposti, quindi, sono ottenute le relative matrici di sintesi (Tabella 33, Tabella 34). Osservando tali matrici, si nota come tutti i valori sono uguali, eccetto la riga corrispondente al vettore W_{Ci} e alla colonna delle priorità. I valori risultano uguali poiché ai sottocriteri è stata data pari importanza, dunque uguale peso, sia nel confronto tra proposte progettuali in relazione a ciascun sottocriterio, sia nel confronto tra i sottocriteri. Invece, i valori del vettore W_{Ci} cambiano perché nello Scenario 0 è attribuita stessa importanza ai criteri, mentre nello Scenario 1 i criteri sono pesati in base al livello di vulnerabilità preesistente. Di conseguenza anche i valori della colonna delle priorità sono diversi.

Tabella 33. Matrice finale di sintesi - Scenario 0

	C_s (Sociale)			C_e (Edilizio)			C_u (Urbanistico)				Priorità
W_{Ci}	0,333			0,333			0,333				
	C_{s1}	C_{s2}	C_{s3}	C_{e1}	C_{e2}	C_{e3}	C_{u1}	C_{u2}	C_{u3}	C_{u4}	
W_{Cij}	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,250	0,250	0,250	0,250	
WP_1	0,130	0,091	0,074	0,053	0,053	0,455	0,333	0,591	0,080	0,333	0,200
WP_2	0,732	0,818	0,643	0,474	0,474	0,091	0,333	0,075	0,265	0,333	0,403
WP_3	0,138	0,091	0,283	0,474	0,474	0,455	0,333	0,334	0,656	0,333	0,313

Tabella 34. Matrice finale di sintesi - Scenario 1

W_{ci}	C_s (Sociale)			C_e (Edilizio)			C_u (Urbanistico)				Prio- rità
	C_{s1}	C_{s2}	C_{s3}	C_{e1}	C_{e2}	C_{e3}	C_{u1}	C_{u2}	C_{u3}	C_{u4}	
	0,4615			0,0769			0,4615				
w_{Cij}	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,250	0,250	0,250	0,250	
w_{P1}	0,130	0,091	0,074	0,053	0,053	0,455	0,333	0,591	0,080	0,333	0,205
w_{P2}	0,732	0,818	0,643	0,474	0,474	0,091	0,333	0,075	0,265	0,333	0,425
w_{P3}	0,138	0,091	0,283	0,474	0,474	0,455	0,333	0,334	0,656	0,333	0,253

5.2.6 Risultati

Lo scenario 0 evidenzia come l'alternativa progettuale migliore sia la P₂: tale alternativa P₂ risulta di 0,09 prioritaria rispetto a P₃, mentre P₂ si distanzia del doppio dall'alternativa P₁ (Figura 65).

Nello scenario 1, la proposta progettuale più efficace risulta ancora l'alternativa P₂. Rispetto allo scenario 0, tuttavia, si rileva una maggiore dominanza della proposta P₂ rispetto alla proposta P₃. La differenza tra P₁ e P₂ rimane invece quasi invariata (Figura 66).

L'analisi restituisce quindi stesso ordine gerarchico, soltanto con distanze più marcate nello scenario 1 rispetto allo scenario 0. Ciò in quanto lo scenario 1 massimizza l'abbattimento dei livelli di vulnerabilità preesistente. L'alternativa progettuale P₂, infatti, pone maggiore attenzione alla risoluzione di problematiche sociali ed urbanistiche, laddove risultano livelli di vulnerabilità più elevati per l'area in esame.

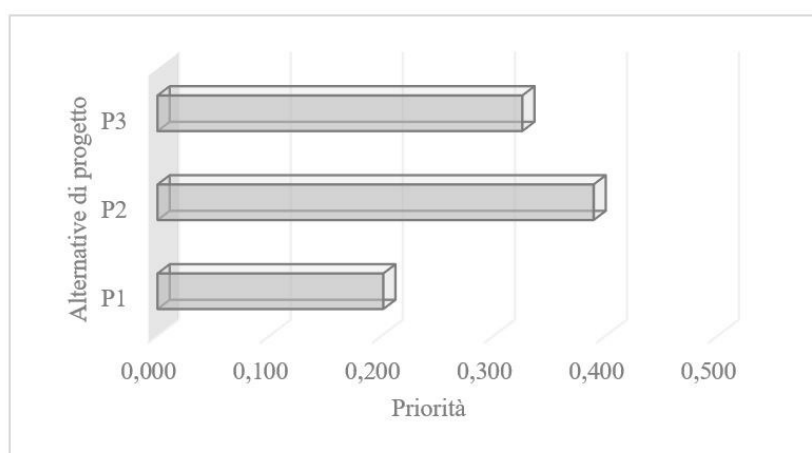


Figura 65. Alternativa Migliore per lo Scenario 0

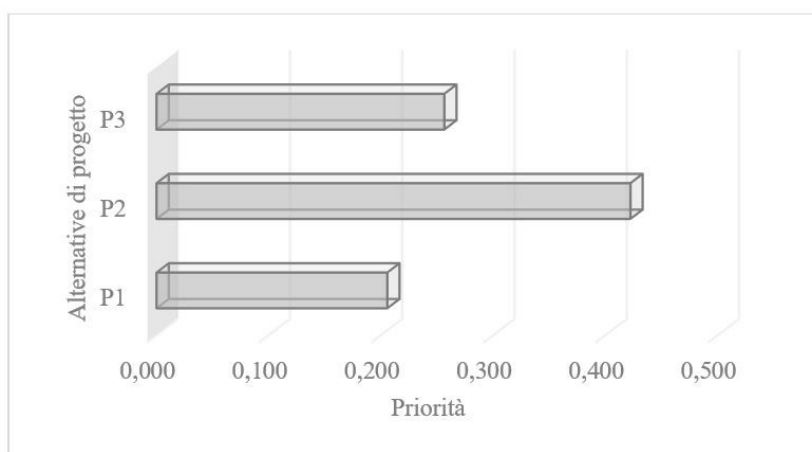


Figura 66. Alternativa Migliore per lo Scenario 1

Le proposte P₂ e P₃ sono piuttosto simili tra loro in termini di numero di interventi, quasi il doppio rispetto a quelli della proposta P₁, nella quale non si prevede la riqualificazione degli edifici IACP, e neppure taluni servizi per la collettività, presenti invece nelle altre due proposte.

Tuttavia, nel momento in cui si attribuisce minore importanza al criterio edilizio (Scenario 1), emerge come sia la proposta P₂ ad assicurare una riduzione più efficace dei livelli di vulnerabilità preesistenti per l'area in esame²⁰.

Gli indicatori di mitigazione e il modello gerarchico sono proposti specificamente per consentire il confronto tra progetti alternativi al fine di risolvere le criticità sociali, edilizie ed urbanistiche di un'area urbana prioritaria di intervento perché a maggiore rischio di periferizzazione. Misurando tali indicatori e applicando il modello proposto si è in grado di quantificare la reale portata degli interventi in relazione alla mitigazione del rischio, il che consente una più agevole decisione, soprattutto quando le alternative progettuali sembrano simili.

²⁰ I risultati, qui presentati, dell'applicazione della metodologia di mitigazione del rischio al comune di Marcianise, sono stati pubblicati in un articolo della rivista internazionale *Sustainability*, ISSN 2071-1050 (Gerundo, Nesticò, Marra & Carotenuto, 2020).

CAPITOLO 6: DISCUSSIONE e CONCLUSIONI



6.1 Valutazione del Rischio di Periferizzazione in area vasta

6.1.1 Sintesi dei principali risultati ottenuti

La crescita continua delle città e di molteplici forme di povertà, a livello globale, determina processi di periferizzazione, sia spaziale che a-spaziale, che espongono intere aree urbane e metropolitane a rischio di degrado, non solo le tradizionali periferie urbane. La scarsità di risorse per contrastare tale fenomeno richiede l'individuazione di aree in cui intervenire prioritariamente, tuttavia, visto il manifestarsi dei processi di periferizzazione a varie scale di analisi e i molteplici fattori da considerare, è necessario individuare metodologie capaci di gestire tale complessità.

La ricerca, partendo da una definizione del rischio di periferizzazione, basata sulla teoria del rischio territoriale, propone una metodologia di selezione delle aree prioritarie, intese come quelle aree urbane esposte caratterizzate da una maggiore vulnerabilità complessiva, in quattro domini: Sociale, Edilizio, Urbanistico ed Ambientale.

La vulnerabilità, in ciascuna di tali dimensioni, è valutata individuando i fattori di potenziale degrado che concorrono all'instaurarsi di una condizione di periferia, a prescindere dalla collocazione spaziale rispetto al centro urbano, sulla base della letteratura esaminata. Per la misurazione di tali fattori, è proposto un set di indicatori quantitativi, strutturati nei quattro domini presi in esame, allo scopo di costruire gli indici compositi di Vulnerabilità Sociale, Edilizia, Urbanistica ed Ambientale, e infine l'indice composito di Vulnerabilità Complessiva.

Fatta eccezione per il dominio ambientale, gli indicatori sono calcolati a partire da dati ordinariamente disponibili per sezione di censimento, che rappresenta l'unità spaziale minima scelta per la mappatura del rischio. Inoltre, mentre la valutazione dell'indice composito di Vulnerabilità Ambientale può essere modellata con tecniche matematico-statistiche tradizionali, richiamate dalla letteratura specifica o da norme di settore, la stima degli indici compositi di Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica, di natura maggiormente soggettiva, necessita di una modellazione differente.

Per tali motivi è presentata una metodologia diversa per la valutazione della Vulnerabilità Aggregata, data dal prodotto di Vulnerabilità Sociale, Edilizia ed Urbanistica, rispetto a quella per la stima della Vulnerabilità Ambientale.

In particolare, per quanto riguarda la Vulnerabilità Aggregata, laddove la valutazione è espressamente caratterizzata da incertezza, si è proposto un metodo di combinazione degli indicatori basato sulla logica *fuzzy*, per risolvere il problema della mancanza di valori soglia condivisi dalla comunità scientifica entro cui classificarli. In tal modo, sono stati costruiti gli indici compositi di Vulnerabilità Sociale, Edilizia e Urbanistica, classificati secondo quattro livelli di intensità e, infine, l'indice di Vulnerabilità Aggregata, articolato in cinque classi (Molto Basso, Basso, Medio, Elevato e Molto Elevato), ottenendo le relative mappe dalla spazializzazione di tali indici per sezione censuaria. Si è poi elaborata una matrice per intersecare la mappa della Vulnerabilità Aggregata con quella della Vulnerabilità Ambientale, classificata secondo le stesse cinque classi, al fine di ottenere la mappa della Vulnerabilità Complessiva, secondo gli stessi livelli di intensità.

Si sono quindi costruiti due differenti Scenari di Rischio: il primo è ottenuto considerando l'intersezione della Vulnerabilità Aggregata e dell'Esposizione; il secondo risulta dal prodotto di Vulnerabilità Complessiva ed Esposizione, computando quindi anche il dominio ambientale.

Il metodo è stato applicato ad una conurbazione di sedici comuni appartenenti alla provincia di Caserta in Regione Campania, mostrando la capacità della metodologia proposta di individuare aree prioritarie in un sistema urbano particolarmente complesso, sia per la geografia del tessuto urbano che per le condizioni di degrado in campo sociale, economico e ambientale, in cui notoriamente versa.

I risultati di tale applicazione hanno evidenziato come, in entrambi gli scenari di rischio proposti, le aree più a rischio possano essere quartieri sia periferici che centrali, ma anche interi territori comunali, dimostrando come siano necessarie azioni di contrasto a differenti scale di azione, corrispondenti ai vari livelli di pianificazione urbanistica e territoriale.

I risultati ottenuti confermano l'importanza di analizzare e contrastare i processi di periferizzazione a partire dall'area vasta, che è l'approccio perseguito nel presente lavoro, evitando di intervenire su aree a piccola scala definite sulla base della semplice convenienza immobiliare e indipendentemente da una strategia d'insieme, come frequentemente accade nel contesto italiano.

6.1.2 Novità rispetto agli approcci esistenti

Le mappe ottenute mirano ad integrare il quadro conoscitivo della pianificazione di area vasta con riferimento ai tradizionali fattori di rischio territoriale. Inoltre, le mappe di Vulnerabilità Aggregata e di Vulnerabilità Complessiva, costituiscono dato di input, insieme alla mappa dei beni esposti, per la costruzione della mappa finale del rischio, nei due scenari considerati. La mappa del rischio di periferizzazione vuole essere uno strumento di supporto alle decisioni nell'individuazione, all'interno di sistemi urbani e metropolitani complessi, di aree prioritarie di intervento, per le quali porre in essere strategie e interventi di mitigazione a più livelli di pianificazione. Ciò nel più generale proposito di ottimizzare la spesa pubblica, in un quadro di scarsità di risorse che caratterizza gli Enti locali e di area vasta preposti alla pianificazione.

Rispetto ai metodi già proposti per individuare aree caratterizzate da povertà urbana, deprivate o degradate, tale approccio, basato sulla teoria generale del rischio territoriale, costituisce la principale novità del lavoro.

Una prima fondamentale differenza rispetto agli approcci basati sulla vulnerabilità per condurre valutazioni della povertà urbana (World Bank, 2002), è che la vulnerabilità qui è definita come derivante da caratteristiche endogene di potenziale degrado dei beni esposti, mentre i fattori esogeni sono stati esclusi, perché associati alla componente pericolosità.

Ad esempio, i pericoli ambientali sono intesi come fattori esogeni, mentre in tali metodi questi ultimi sono considerati nelle dimensioni della povertà. La vulnerabilità infatti è definita come la probabilità per la popolazione di essere esposta a una serie di rischi, tra cui i disastri naturali (Baker, 2004) caratteristica computata da specifici indicatori. Ciò implica che, confrontando la mappa finale ottenuta dall'aggregazione di tutti gli indicatori con quella del rischio da frana o del rischio alluvione, come ordinariamente accade nei processi di pianificazione del territorio, tale informazione sarà stata computata due volte e con metodologie differenti.

Considerando che le città devono far fronte con sempre maggiore urgenza sia a pericoli naturali che antropici, nella pianificazione urbanistica e territoriale è importante confrontare le mappe relative ai diversi rischi presenti, così da avere un'informazione di sintesi tale da orientare le scelte di trasformazione spaziale. Ciò è possibile se le analisi di rischio fanno riferimento ad una stessa cornice teorica, come appunto quella, ormai consolidata, della teoria del rischio territoriale. Questo approccio è legato, infatti,

all'obiettivo di integrare nell'ordinaria attività di pianificazione territoriale e urbanistica la valutazione del rischio di periferizzazione, mentre i metodi usati per condurre valutazioni sulla povertà urbana sono elaborati in generale per supportare politiche sociali ed economiche.

Ulteriore novità dello studio è la struttura del set di indicatori. Nella maggior parte dei metodi citati, pur variando gli indicatori scelti, le dimensioni indagate riguardano il disagio sociale e abitativo (Cordoba Hernandez et al, 2018; Sedghi et al, 2016), trascurando i fattori di potenziale degrado del tessuto urbano o dell'ambiente urbano che qui sono stati considerati.

Nel presente lavoro, la scelta delle dimensioni e dei fattori di vulnerabilità, in assenza di un accordo tra i precedenti studi indagati, è stata condotta considerando sia gli aspetti spaziali sia quelli a-spaziali, che caratterizzano i processi di periferizzazione. Inoltre, la selezione degli indicatori con cui misurare tali fattori, descrittivi di un potenziale degrado delle aree urbane, è stata condizionata dalla possibilità di risposta, in termini di mitigazione, nell'ambito della pianificazione urbanistica e territoriale.

Ciò consente di tenere in conto le molteplici dimensioni di degrado e di disagio che oggi interessano i sistemi urbani e metropolitani complessi. Alla luce delle recenti tendenze di urbanizzazione e della crisi economica che ha accentuato le diseguglianze territoriali esistenti e ne ha create di nuove, queste ultime rischiano di non essere lette se si continua a considerare solo i tradizionali indicatori di disagio sociale ed edilizio. La persistenza di tale orientamento, oltre ad avere ripercussioni sulla scelta delle aree su cui intervenire, limita la possibilità di risposta in termini di mitigazione.

Altro elemento differente rispetto agli studi precedenti per localizzare aree di intervento è che nell'aggregazione degli indicatori non sono stati utilizzati pesi, largamente impiegati nei metodi citati (DCLG, 2015a; Cordoba Hernandez et al, 2018). L'attribuzione dei pesi è un momento critico, a prescindere dal metodo di aggregazione usato, perché è inevitabile una certa soggettività nella loro attribuzione, quando si valutano fenomeni caratterizzati da forte incertezza (Gasparatos, 2012). Ciò è particolarmente vero per la Valutazione della Vulnerabilità Aggregata, soprattutto a causa dell'assenza di valori soglia, ben stabiliti dalla letteratura o da normative specifiche, entro cui classificare gli indicatori e gli indici compositi.

Per ovviare a tale problematica, si è proposto un metodo di aggregazione basato sulla logica fuzzy. Inoltre, quando le regole di inferenza sono definite, viene privilegiata la condizione più gravosa a vantaggio di sicurezza. Infine, un'analisi di sensitività è stata condotta per ridurre la soggettività delle scelte effettuate, sulla base di un criterio statistico valido nella generalità dei casi. Ciò rende il metodo trasferibile a non pochi contesti geografici, mentre l'utilizzo di pesi, soprattutto quando legato al giudizio soggettivo di esperti, tiene conto dell'incidenza di un determinato fattore nella specifica area di studio.

6.1.3 Implicazioni innovative sulla pianificazione territoriale e urbanistica

Questo lavoro è innovativo in relazione alle implicazioni che ha sulla pianificazione urbanistica e territoriale. Gli studi menzionati nello stato dell'arte per individuare aree prioritarie di intervento, che fanno esplicito riferimento alla pianificazione urbanistica quale rimedio, identificano i programmi di rinnovo urbano o di rigenerazione urbana quale strumento di mitigazione. Tale approccio, che fa riferimento alla dimensione del progetto urbano, trascurando il ruolo che può avere la pianificazione strategica, a partire dall'area vasta, deriva dalla scala di applicazione dei metodi citati, generalmente quella comunale. Il riferimento alla pianificazione strategica di area vasta, o anche multi-scalare, si ritrova infatti per lo più negli studi che affrontano le problematiche legate ai processi di periferizzazione di tipo spaziale (**Appendice 1**).

I risultati, ottenuti dall'applicazione della metodologia proposta al caso studio, hanno dimostrato come, spostando la scala di indagine in area vasta ma mantenendo quale livello di dettaglio di analisi quello del quartiere urbano, rilevanti processi di periferizzazione, individuabili spazialmente nelle aree in cui il rischio è elevato e molto elevato, possano interessare sia quartieri tradizionalmente considerati periferici, sia quartieri tipicamente centrali, ricadenti in agglomerati storici, ma anche interi territori comunali. Ciò, oltre a confermare la multiscalarità dei processi di periferizzazione (Kuhn, 2015; Bernt&Colini, 2013), induce ad affermare come siano necessarie azioni di contrasto a differenti livelli di pianificazione, dalla scala locale di quartiere, con progetti di rigenerazione urbana inquadrati nell'ambito della pianificazione operativa comunale, all'area vasta, oggetto di una pianificazione tipicamente intercomunale o provinciale di tipo strategico.

Da tali considerazioni deriva come un primo step del processo decisionale debba stabilire il livello istituzionale al quale operare e il relativo strumento di pianificazione nel quale inquadrare strategie e interventi di mitigazione, anche in relazione alla loro programmazione temporale. D'altro canto, il livello di dettaglio dell'analisi condotta, a scala di quartiere, consente di supportare, in maniera più robusta, eventuali prescrizioni dettate dalla pianificazione territoriale di coordinamento ai piani urbanistici comunali.

Un approfondimento sulla pianificazione paesaggistica

Una riflessione approfondita meritano, inoltre, le possibili implicazioni della metodologia proposta sulla pianificazione paesaggistica.

La Convenzione Europea del Paesaggio, firmata a Firenze nel 2000, ha radicalmente mutato la concezione di paesaggio, estendendone la sfera di interesse non solo ai beni culturali e paesaggistici, ma a tutto il territorio, considerato nel suo complesso una risorsa significativa per la qualità della vita della popolazione, lo sviluppo e la crescita di competitività economica e sociale in chiave di sostenibilità (Consiglio d'Europa, 2000). La nuova concettualizzazione di paesaggio, ai fini di preservarne la qualità, rende imprescindibile tutelare non più solo le eccellenze paesaggistiche, ma l'intero territorio, individuando negli elementi di degrado e di decontestualizzazione ambientale potenziali minacce verso le quali rivolgere le necessarie azioni di contrasto.

In Italia, in recepimento del nuovo orientamento, il Codice dei Beni culturali e del Paesaggio, entrato in vigore con il D.Lgs. 42/2004, richiede, per la redazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR), l'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, oltre che la definizione degli interventi di recupero e riqualificazione delle aree gravemente compromesse e degradate.

Secondo la Convenzione Europea del Paesaggio, due sono i principali paesaggi riconoscibili sul territorio: il paesaggio naturale e il paesaggio antropico. Quest'ultimo, che corrisponde sostanzialmente al paesaggio urbano, è anche quello più frequentemente percepito, se si considera che la maggioranza della popolazione vive la propria quotidianità nelle aree urbane. L'individuazione delle aree degradate, nelle quali sono sviliti i valori paesaggistici, dunque, vale tanto per i paesaggi naturali che per quelli urbani, meno indagati nella pianificazione paesaggistica, anche in considerazione della scala di approfondimento, generalmente regionale, che consente un livello di approfondimento e di dettaglio limitato.

I recenti piani paesaggistici regionali, elaborati in applicazione del Codice²¹, considerano come oggetto di intervento tutto il territorio regionale, individuando nelle periferie urbane e nelle urbanizzazioni contemporanee un ambito rilevante di applicazione di interventi di riqualificazione e ricostruzione di paesaggi urbani degradati, per i quali propongono specifiche linee guida, come nei casi delle Regioni Toscana e Puglia.

Le periferie, infatti, intese nel loro significato etimologico di distanza geografico-spaziale da un centro urbano, in Italia, come in Europa, sono state tradizionalmente associate a condizioni di degrado o, in altri termini, ai paesaggi urbani degradati (Guiducci, 1993; Geneletti et al, 2017).

Come dimostrato dai risultati di questo lavoro, il paesaggio urbano, invece, è interamente suscettibile di periferizzazione, riguardabile come un processo dinamico che individua sullo stesso spazi interessati da condizioni di degrado, a prescindere dalla dislocazione spaziale.

In Italia, tale processo permea tutto il territorio, in particolare nelle regioni del Sud, a causa di una *questione meridionale* tuttora irrisolta e inasprita dalla crisi economica, costituendo un rischio non trascurabile per la perdita di qualità dei paesaggi urbani e, quindi, di competitività dei territori.

In tale quadro, si pone la sfida di individuare le aree degradate non solo già esistenti ma, in senso dinamico-evolutivo, come le aree a maggior rischio di degrado, suscettibili di attenzione già alla scala di approfondimento della pianificazione paesaggistica regionale, anche in considerazione del ruolo sovraordinato del PPR rispetto agli strumenti di pianificazione di area vasta e locale, ai quali rivolge indirizzi e prescrizioni. Il *framework* metodologico proposto in questo lavoro per l'individuazione delle aree urbane a maggiore rischio di periferizzazione, dunque, può essere impiegato per individuare paesaggi urbani suscettibili di degrado, prospettando un'integrazione del rischio di periferizzazione tra i rischi canonicamente considerati nella pianificazione regionale del paesaggio, ai sensi del D.Lgs. 42/2004²².

²¹ I piani paesaggistici regionali approvati a seguito del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio afferiscono alle seguenti regioni: Puglia, Toscana, Piemonte, Sardegna e Friuli Venezia Giulia (INU, 2019).

²² Il percorso metodologico di analisi del rischio di periferizzazione proposto in questo lavoro, applicato alla conurbazione casertana, è stato presentato in occasione del *Ciclo di Seminari sul tema "Verso il Piano Paesaggistico Regionale della Campania. Servizio di consulenza di alto profilo specialistico e scientifico ai fini dell'elaborazione del Piano Paesaggistico Regionale della Campania"*, presso l'Università degli studi di Napoli Federico II, il 5 novembre 2019. Il contributo presentato è oggetto del capitolo in volume *"L'Analisi del Rischio di Periferizzazione a supporto delle strategie regionali di Pianificazione Paesaggistica"* (in corso di

A tale scopo, considerando che la scala di applicazione della pianificazione paesaggistica è quella regionale, gli indicatori di input proposti per la valutazione della vulnerabilità sociale, edilizia, urbanistica ed ambientale, si prestano ad essere misurati anche con riferimento ad unità spaziali di mappatura di minore dettaglio rispetto alla sezione censuaria, come il comune. La scelta dipenderà dal grado di approfondimento che si vuole raggiungere, in relazione alle azioni di contrasto da porre in essere mediante tale strumento di governo del territorio.

6.1.4 Limitazioni e sviluppi futuri

La valutazione del rischio è condotta con riferimento a dati quantitativi, dunque non tiene conto, ad esempio del dato qualitativo rappresentato dalla percezione soggettiva del rischio complessivo da parte della popolazione (Ruiz-Varona & León-Casero, 2017; DMHDL, 2017). È auspicabile, soprattutto nella fase di delimitazione delle aree di intervento a scala urbana, favorire nel processo decisionale il coinvolgimento della popolazione, per verificare e discutere la corrispondenza dei risultati tecnici contenuti nelle mappe ottenute con la percezione soggettiva del rischio, oltre che per raccogliere osservazioni e proposte da parte di chi vive le aree urbane interessate dalle eventuali trasformazioni (EU, 2015; Un-Habitat, 2016; Grimaldi et al, 2019; Sebillio et al, 2019; Sebillio et al, 2020). Una volta stabilite le aree prioritarie, le varie mappe di vulnerabilità, nei differenti domini presi in esame, possono orientare la decisione in merito ai fattori sui cui concentrarsi per ridurre il potenziale degrado, sia per una più efficace mitigazione del rischio, sia per una maggiore ottimizzazione delle risorse necessarie per realizzare gli interventi previsti.

Ulteriore limite del lavoro è che l'applicazione del metodo proposto al caso studio ha sofferto di dati su scala intra-urbana non sempre aggiornati. In particolare, l'ultimo censimento della popolazione e delle abitazioni ISTAT, che fornisce i dati a tale livello di dettaglio, risale al 2011, mentre dati più aggiornati, se disponibili, lo sono generalmente a livello meno dettagliato del quartiere, su scala comunale. Tuttavia, l'uso

stampa). Una versione estesa di tale contributo, redatta in lingua inglese, è contenuta nell'articolo in rivista dal titolo "Landscapes at risk of peripheralization. A methodological framework for risk assessment to support regional planning strategies" in *Sustainable Mediterranean Construction*, ISSN 2420-8213 (in corso di stampa).

di dati censuari è ampiamente richiamato dai metodi analizzati nell'analisi dello stato dell'arte per la localizzazione di aree prioritarie, perché essi sono resi disponibili gratuitamente e periodicamente aggiornati dagli enti di ricerca statistica dei principali paesi, caratteristica che consente di trasferire il metodo a non pochi contesti geografici. Al fine di risolvere tale limitazione, una seconda analisi con gli stessi indicatori e le stesse tecniche dovrebbe essere effettuata in futuro con dati più aggiornati, anche con lo scopo di svelare cambiamenti emergenti che consentano di tracciare un'evoluzione diacronica del processo di periferizzazione.

Ciò è possibile proprio in quanto i dati di input sono forniti da autorità ufficiali e sistematicamente aggiornati, oppure ricavabili dagli ordinari strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale, altra caratteristica che rende il metodo proposto trasferibile a non pochi contesti geografici.

In tale cornice, il metodo è implementabile tanto per le aree urbane dei contesti metropolitani, quanto per quelle inserite in ambiti territoriali nei quali l'impatto antropico sia minore, come nelle cosiddette aree interne. Infatti, vengono considerati potenziali fattori di degrado sia connessi ad una tradizionale condizione di perifericità spaziale, sia ascrivibili ad aspetti a-spaziali, non necessariamente dipendenti dalla maggiore o minore prossimità ai centri urbani. A determinare un maggiore o minore rischio di periferizzazione concorreranno, in linea di massima, fattori diversi a seconda del contesto territoriale in cui le aree urbane esaminate ricadono.

Il metodo, inoltre, seguendo lo stesso approccio, può essere ulteriormente sviluppato per il paesaggio non urbano, esplorando i potenziali fattori di vulnerabilità per il territorio aperto, con riferimento, ad esempio, ai seguenti: aree percorse dal fuoco; aree interessate da agricoltura intensiva; siti con accumulo rifiuti; cave in condizioni di degrado; aree agricole dismesse o in condizioni di abbandono.

Sarà, dunque, interessante analizzare come i risultati ottenuti possano variare considerando anche tali aspetti nell'analisi effettuata, al fine di meglio orientare le scelte decisionali in merito alla mitigazione del rischio e all'eventuale allocazione di risorse per l'attuazione degli interventi.

A tal proposito, ulteriore approfondimento del lavoro può riguardare la comprensione di quali fattori, tra quelli di vulnerabilità al rischio di periferizzazione individuati, incidono sulla resilienza delle città agli eventi catastrofici, ossia sulla capacità di risposta delle aree urbane e metropolitane nel tornare alla condizione di equilibrio pre-evento (Tilio et al, 2012; UNISDR, 2015).

6.2 Mitigazione del rischio a scala urbana

6.2.1 Sintesi dei principali risultati ottenuti

Facendo seguito alla fase di valutazione del rischio di periferizzazione, la ricerca propone uno strumento di supporto alle decisioni basato sul metodo AHP per valutare l'efficacia degli interventi di rigenerazione urbana previsti in aree nelle quali i livelli di rischio sono significativi, con riferimento al primo scenario di rischio proposto. Nello specifico, è valutata l'efficacia degli interventi in termini di mitigazione della vulnerabilità preesistente, nelle diverse dimensioni prese in esame nello Scenario di Rischio 1: sociale, edilizia ed urbanistica.

A tale scopo, è definito un set di indicatori di mitigazione, con riferimento a ciascun fattore di vulnerabilità considerato per la localizzazione delle aree prioritarie di intervento nella fase di valutazione del rischio. Gli indicatori di mitigazione sono costruiti in modo da stimare analiticamente i benefici che i progetti sono in grado di generare, in termini di riduzione dei valori degli indicatori di vulnerabilità.

Una volta esplicitati i valori degli indicatori di mitigazione, si propone un modello multicriteri per la selezione tra possibili interventi di rigenerazione urbana. Il modello si basa su algoritmi di analisi gerarchica propri dell'AHP, che, rispetto ad analoghe tecniche multicriteri, permettono la gestione di un numero significativo di indicatori e di criteri. Il modello proposto consente di determinare la soluzione progettuale che massimizza l'abbattimento dei livelli di vulnerabilità preesistente. Inoltre, la soluzione migliore selezionata costituisce l'alternativa ideale con la quale confrontare differenti alternative progettuali tra le quali il decisore è chiamato a scegliere.

L'applicazione del metodo proposto al caso di studio dimostra che alternative progettuali in apparenza simili per numero e tipologia di interventi possono avere differente efficacia in relazione alla riduzione della vulnerabilità sociale, edilizia ed urbanistica.

La selezione del set di indicatori di mitigazione è effettuata allo scopo di costruire un set completo, non ridondante e coerente, così da favorire la consistenza nella successiva analisi gerarchica. Il set di indicatori, inoltre, è generalizzato per un intervento di rigenerazione urbana, pertanto il metodo proposto è trasferibile a non pochi contesti

geografici. Lo stesso set, inoltre, può essere utilizzato anche per il monitoraggio degli effetti migliorativi prodotti dall'intervento stesso sui singoli fattori di vulnerabilità che ne hanno giustificato l'attuazione.

6.2.2 Novità rispetto agli approcci esistenti

La principale novità del lavoro è l'approccio perseguito, basato sull'integrazione tra la fase di localizzazione degli interventi e la fase valutativa del progetto più efficace. Tale approccio, da un lato consente di intervenire laddove è prioritario; dall'altro, rende la decisione un processo intelligente, cioè informato dei livelli di vulnerabilità preesistente. Ciò permette al decisore di selezionare l'alternativa progettuale che minimizza la effettiva vulnerabilità di un'area urbana, dando maggiore risalto agli interventi realmente necessari. In tal modo, oltre a mitigare efficacemente il rischio, è possibile ottimizzare le risorse economiche da investire per la realizzazione delle azioni progettuali.

Occorre chiarire, tuttavia, che la metodologia proposta presuppone la preventiva individuazione delle aree prioritarie di interventi di rigenerazione, che coincidono con quelle a più alto rischio di periferizzazione. Dato che un livello di rischio elevato dipende da una vulnerabilità aggregata significativa, risulta fondamentale il metodo impiegato per la stima di quest'ultima. Ciò è particolarmente vero poiché manca un accordo nella comunità scientifica internazionale sia sul set più idoneo di indicatori di vulnerabilità, sia sui valori soglia entro cui classificarli per stabilire un più o meno elevato livello di rischio. Si comprende, dunque, maggiormente, come fosse necessario fare ricorso ad una metodologia di combinazione degli indicatori in grado di gestire l'incertezza legata al computo della vulnerabilità.

Nonostante questo, la conoscenza quantitativa della fragilità delle aree urbane nelle dimensioni sociale, edilizia ed urbanistica è fondamentale per costruire scenari di mitigazione realmente efficaci, contemporanee sfide dell'*Urban Intelligence* e dell'*Urban Knowledge*. Inoltre, tale conoscenza è utile a ridurre la soggettività del modello di valutazione multicriteri implementato secondo la logica dell'AHP, che generalmente risente del giudizio degli esperti coinvolti nella valutazione stessa.

Ulteriore novità del lavoro è rappresentata dal set di indicatori di mitigazione proposto, che permette di misurare i benefici apportati dai progetti ex-ante, ma anche ex-post l'attuazione degli stessi, costituendo uno strumento utile nella fase di monitoraggio e

periodico aggiornamento delle aree prioritarie. Ciò consente di inquadrare tutte le fasi del lavoro di ricerca, sia relativamente all'analisi che alla mitigazione del rischio di periferizzazione, nell'ambito di una procedura ciclica, integrabile nell'ordinaria attività di pianificazione territoriale e urbanistica, da quella strategica di lungo-periodo a quella operativa e attuativa di medio-breve periodo.

In una condizione di degrado generalizzato che interessa il tessuto urbano delle città, spesso travalicando i confini amministrativi comunali, infatti, la programmazione temporale delle strategie ed interventi di mitigazione rende tutto il processo di mitigazione stessa più efficace.

In tal modo si può superare la logica emergenziale che nel nostro Paese sottende agli interventi di contrasto al degrado nelle aree urbane e metropolitane.

6.2.3 Limitazioni e sviluppi futuri

Il modello è stato espressamente definito con riferimento allo Scenario di Rischio 1, proposto nella fase di valutazione e analisi del rischio di periferizzazione.

Come detto nella descrizione dell'approccio metodologico, infatti, tale scenario è costruito a partire da dati disponibili a livello di sezione di censimento, dunque si ritiene coerente con la scala d'indagine trattata. Lo Scenario di Rischio 2, invece, è utile per supportare la definizione di azioni di contrasto nella pianificazione strategica di area vasta e a fornire una prima lettura dei livelli di rischio a scala infra-comunale, laddove tuttavia ulteriori indagini sono necessarie per validare le aree di intervento.

Infatti il secondo scenario di rischio richiede la valutazione della Vulnerabilità Ambientale, costruita a partire dagli indici di prestazione energetica Ve_1 , di emissioni inquinanti Ve_2 e di gestione dei rifiuti urbani Ve_3 . La carenza di dati per sezione censuaria ha reso necessario stimare tali indici: secondo un approccio *bottom-up* per l'indice Ve_1 , partendo da dati disponibili allo stesso livello spaziale o a scala più dettagliata, di edificio; con un approccio *top-down* per gli altri due indici Ve_2 e Ve_3 , basato sulla disaggregazione di dati riferiti ad un livello meno dettagliato, quello comunale. L'approccio *top-down*, se da un lato rende il metodo applicabile a non pochi casi di studio, dall'altro comporta un certo grado di incertezza, di cui tenere conto nell'interpretazione dei risultati della mappatura della vulnerabilità.

Ne consegue che la metodologia di mitigazione del rischio a scala urbana, essendo riferita al primo scenario di rischio, non tiene in conto il dominio ambientale, ma è

formulata per stimare i benefici apportati dai progetti di rigenerazione nel dominio sociale, edilizio ed urbanistico.

Sviluppi futuri della ricerca risiedono, dunque, nell'integrazione di specifici indicatori di mitigazione della vulnerabilità ambientale nello schema del modello proposto, così da computare gli effetti degli interventi su tutti i domini di periferizzazione individuati. È interessante rimarcare, inoltre, che gli interventi di rigenerazione urbana possono avere anche effetti negativi nel tempo, in particolare in relazione al già citato fenomeno della *gentrification*. Il modello proposto di supporto ai decisori nella scelta dell'alternativa progettuale più efficace è specificatamente mirato a selezionare il programma di rigenerazione urbana che massimizza la riduzione dei livelli di vulnerabilità preesistenti. Tuttavia, ulteriore fattore di cui tenere conto nella decisione può essere in che misura gli interventi producono effetti negativi, come l'espulsione degli abitanti originari a causa dell'aumento di valore degli immobili. Diverse strategie sono proposte nella letteratura tecnica e nella pratica per mitigare il fenomeno del *displacement*, tra cui: evitare la demolizione e privatizzazione degli edifici di edilizia residenziale pubblica; dare avvio a campagne di sensibilizzazione riguardo agli interventi speculativi; istituire zone anti-sfratto (LeGates & Hartman, 1982); prevedere specifici programmi *anti-displacement*, anche di iniziativa privata (Metropolitan Area Planning Council, 2015; Levy et al, 2006). Nel caso studio, in nessuna delle proposte progettuali all'esame del decisore è prevista la demolizione o la privatizzazione degli edifici IACP. Questa caratteristica può certamente contribuire ad assicurare una certa *mixité* sociale nell'area di studio e a mitigare la *gentrification* conseguente all'attuazione degli interventi.

Tuttavia, ulteriori approfondimenti del lavoro possono riguardare la modalità con cui tenere conto, nel processo decisionale, della misura in cui gli interventi sono in grado di mitigare eventuali effetti negativi prodotti dagli interventi stessi nel tempo, come appunto il fenomeno della *gentrification*. Tale aspetto è di fondamentale importanza per scoraggiare la creazione di condizioni di periferia determinate da fattori di vulnerabilità sociale in altri luoghi della città.

APPENDICE 1. SELEZIONE DI STUDI CHE INDIVIDUANO AZIONI DI CONTRASTO AI RISCHI CONNESSI AGLI ASPETTI SPAZIALI DEI PROCESSI DI PERIFERIZZAZIONE ATTRAVERSO LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E TERRITORIALE

RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO	TERMINE USATO PER DEFINIRE LA PERIFERIA	CONTESTO GEOGRAFICO (CASO DI STUDIO)	RISCHI INDIVIDUATI	RIFERIMENTO A MAPPE	MODELLO DI MAPPATURA	RIFERIMENTO ALLA PIANIFICAZIONE
Overcoming unsustainability: retrofitting American suburbs with high-density built Environment - Armstrong et al, 2012	<i>suburbs, suburban centers, satellite cities, suburban and peripheral communities</i>	Chicago, USA Miami, USA	Sprawl sub-urbano, consumo di risorse (energia, suolo, impronta di carbonio)	no	no	sì (Pianificazione strategica di area vasta)
	SOLUZIONI PROPOSTE					
Viene proposta una strategia per la sostenibilità dei sobborghi delle città metropolitane americane (o non americane ma con simili caratteristiche) che combina la pianificazione strategica dell'area metropolitana con la densificazione e l' <i>infilling</i> delle aree suburbane. Tali aree, caratterizzate da insediamenti a bassa densità (urban sprawl) hanno assunto nel tempo un carattere di centralità, perciò vengono definite "città satellite" o "centri suburbani", tuttavia la loro configurazione, sviluppatesi in senso orizzontale, determina un notevole consumo di risorse, per cui è necessario orientarne l'ulteriore crescita e sviluppo, attesi in futuro, in senso verticale, promuovendo la realizzazione di grattacieli in cui si svolgano funzioni diversificate, piuttosto che assecondare il vecchio modello pianificatorio di zonizzazione basata sulla segregazione degli usi. In altre parole, la strategia proposta mira a veicolare l'ulteriore sviluppo delle aree suburbane attraverso una pianificazione strategica che preveda la densificazione verticale multi-funzione di tali aree, seguendo il principio della compattezza dell'ambiente costruito e scoraggiando l'ulteriore sviluppo in senso orizzontale.						
The edge of disorder - Barelkowski, 2012	<i>suburban areas, suburbs, the edge of the city, peripheral urban areas</i>	Comuni al confine della città principale di Poznan, Polonia	Disordine ai bordi della città (carenza di servizi e infrastrutture)	no	no	sì (Pianificazione strategica di area vasta)
	SOLUZIONI PROPOSTE					
Viene proposta una strategia di sviluppo sostenibile delle aree suburbane per gestire lo sviluppo urbano, o meglio l'evoluzione della città. La strategia prevede i seguenti obiettivi: 1. ridurre il consumo di risorse (consumo di suolo; consumo di energia); 2. dare priorità allo sviluppo di sistemi urbani e infrastrutture tali da ridurre i costi ambientali, sociali e culturali; 3. definire i punti nodali urbani, cioè le aree urbane particolarmente responsabili del potenziale urbano; 4. mantenere l'integrità del tessuto urbano;						

	<p>5. mantenere la proporzione tra particolari tipologie di spazi nella città; 6. promuovere il coordinamento degli strumenti di pianificazione e sviluppo.</p> <p>Come caso di studio vengono presi in esame alcuni comuni al confine della città principale di Poznan, definiti come aree periferiche, nelle quali gli abitanti denunciano la presenza di quartieri dormitorio e la carenza di spazi pubblici, di servizi di pubblica utilità, di zone commerciali locali, del sistema stradale e infrastrutturale, che risulta perciò sottosviluppato. L'approccio alla base della strategia proposta muove dalla critica alla pianificazione che considera le aree suburbane come completamento della struttura urbana e non come aree autonomamente portatrici di valore. Inoltre, lo studio evidenzia la necessità di un maggiore coordinamento degli strumenti di pianificazione alle diverse scale, da quella strategica di area vasta a quella generale e locale, e degli organismi istituzionali competenti, oltre che di un maggiore coinvolgimento della popolazione.</p>											
<p>Characterization and spatial modeling of urban sprawl in the Wuhan Metropolitan Area, China - Zeng, Liu, Stein, Jiao, 2014</p>	<p><i>periphery, neighbors, suburban area</i></p>	<p>Wuhan, Cina</p>	<p>Sprawl urbano, consumo di aree coltivabili, problemi ambientali</p>	<p>sì</p>	<p>Le tecniche proposte si basano sull'integrazione di telerilevamento, sistemi informativi geografici (GIS) e statistica spaziale. Tale studio in generale ha lo scopo di esplorare le variazioni spazio-temporali e le interazioni tra i distretti delle aree metropolitane caratterizzate da sprawl. Vengono proposte due procedure: 1. la caratterizzazione di schemi (urban patterns) per valutare quantitativamente la struttura urbana; 2. la modellazione dello sprawl urbano, procedura che consente di esplorare i fattori esplicativi dello sprawl urbano e le correlazioni spazio-temporali nel processo di espansione.</p>	<p>sì (generico)</p>						
							SOLUZIONI PROPOSTE					
							<p>Vengono suggerite tecniche per misurare e modellare lo sprawl urbano delle aree periferiche delle città metropolitane cinesi, di cui la pianificazione e la gestione sostenibile del territorio dovrebbero tenere conto, allo scopo di formulare adeguate politiche per contrastare tale fenomeno. Il caso di studio è rappresentato dall'area metropolitana della città di Wuhan, capitale della provincia di Hubei, costituita da 13 distretti, alcuni considerati come "centrali", altri considerati come "distretti periferici". Il caso studio esaminato mostra come politiche di sviluppo del passato abbiano favorito e quindi risultino tra le cause dello sprawl che attualmente caratterizza l'area metropolitana di Wuhan.</p>					
<p>Supporting planning activities with the assessment and the prediction of urban sprawl using spatio-temporal analysis - Amato, Pontrandolfi, Murgante, 2015</p>	<p><i>extra-urban territory, extra-urban areas</i></p>	<p>Pisticci, Basilicata, Italia</p>	<p>Consumo di suolo, sprawl urbano</p>	<p>sì</p>	<p>Il modello consente di simulare, in un tempo futuro di riferimento, i cambiamenti nell'uso del suolo, in particolare l'incremento delle aree costruite, producendo come output una mappa che evidenzia la distribuzione spaziale del fenomeno sul territorio. Si tratta di una mappa di probabilità, in formato raster, nella quale a ciascun pixel è associato un valore compreso tra 0 e 100, rappresentativo della probabilità condizionata che un certo cambiamento dell'uso del suolo possa avvenire in quella data cella.</p>	<p>sì (Pianificazione comunale)</p>						

SOLUZIONI PROPOSTE							
<p>È proposto un modello spazio-temporale di previsione dell'<i>urban sprawl</i> di supporto alle decisioni, da attuare attraverso la pianificazione urbanistica, al fine di contenere il fenomeno. Il modello è configurato come uno strumento utile per valutare la sostenibilità delle scelte di pianificazione, consentendo di identificare la migliore alternativa di piano possibile per la riduzione del consumo di suolo.</p>							
<p>Urban Growth Control DSS Techniques for De-Sprinkling Process in Italy - Romano, Fiorini, Zullo, Marucci, 2017</p>	<p><i>extra-urban territory, extra-urban areas</i></p>	<p>Zona pianura-bassa collina dell'Italia settentrionale (non specificata)</p>	<p>Consumo di suolo, sprawl urbano</p>	<p>sì</p>	<p>Il modello consente di individuare, tra gli insediamenti dispersi, quelli che possono costituire nuove centralità potenziali. Le nuove centralità vengono identificate con tecniche di <i>kernel density estimation</i> e analisi multiparametriche che consentono di calcolare un indice di <i>ranking</i> e successivamente si valuta la loro propensione ad ospitare specifiche funzioni.</p>	<p>sì (Pianificazione comunale)</p>	
	SOLUZIONI PROPOSTE						
	<p>Lo studio propone la densificazione di nuove centralità potenziali, attraverso la delocalizzazione degli insediamenti dispersi in tali nuove centralità, creando una struttura policentrica. Tutto il processo temporale di delocalizzazione e <i>infilling</i> è sostenuto e favorito da interventi a ciò specificatamente mirati, passando dalla pianificazione strategica e strutturale a quella operativa e normativo-fiscale, cioè distinguendo le azioni nel lungo periodo da quelle nel medio e breve periodo.</p>						
<p>Connecting Local to Global Geographic Information Systems and Ecological Footprints as Tools for Sustainability - Klinsky, Sieber & Meredith, 2010</p>	<p><i>suburban context, suburban borough</i></p>	<p>Montreal, Canada</p>	<p>Insostenibilità ambientale, consumo di risorse (impronta ecologica)</p>	<p>sì</p>	<p>Le mappe di supporto alla discussione proposte, entrambe prodotte tramite software GIS, sono due: 1. "atlante ambientale", mappa online che evidenzia l'uso del suolo nei vari quartieri, simile alle comuni mappe di uso del suolo implementate tramite applicazioni GIS per facilitare il coinvolgimento della popolazione nel processo di pianificazione urbanistica; 2. "mappa di impronta ecologica", che mostra, per singolo quartiere, il consumo di risorse, o in altri termini, l'impronta, in differenti ambiti (trasporto, energia, rifiuti, uso del cibo, aree costruite, deforestazione, acqua). Le impronte relative a ciascun ambito di ogni quartiere sono mostrate attraverso immagini estruse in 3d, laddove l'altezza di estrusione è proporzionale al consumo di risorse prodotto.</p>	<p>sì (Pianificazione locale)</p>	
	SOLUZIONI PROPOSTE						
	<p>È proposto un modello partecipativo per il coinvolgimento della popolazione nel processo di pianificazione locale orientato alla sostenibilità delle scelte. Il coinvolgimento pubblico è considerato infatti cruciale per una efficace pianificazione sostenibile, che può arricchirsi delle proposte e dei suggerimenti emersi dal processo partecipativo. Il modello partecipativo proposto prevede la</p>						

	creazione di focus groups, nei quali i partecipanti, rappresentanti dei diversi quartieri indagati, appartenenti ad un contesto suburbano, sono invitati a discutere di specifici temi connessi alla sostenibilità dei propri quartieri, con il supporto di due mappe, di cui una interattiva, per facilitare la discussione.					
Towards a new development model for housing regeneration in greyfield residential precincts - Newton et al, 2011	<i>middle suburbs</i>	Melbourne, Australia	Degrado fisico, tecnologico e ambientale, carenza di servizi ed infrastrutture	no	no	sì (Pianificazione locale)
	SOLUZIONI PROPOSTE					
	<p>La ricerca mira a definire un modello di gestione strategica del procedimento di <i>infilling</i> per lo sviluppo dei quartieri suburbani delle città Australiane, che nel futuro dovranno soddisfare il 50-70% del fabbisogno residenziale di nuovi alloggi. Tali quartieri, detti "<i>greyfield residential precincts</i>" e situati nelle periferie - definite sobborghi - delle grandi città australiane, risultano caratterizzati da uno stock di edifici residenziali in condizioni di degrado fisico, tecnologico e ambientale, e da sistemi dell'energia e dell'acqua, oltre che da infrastrutture di comunicazione, non adeguati. Lo studio propone quindi un modello di sviluppo e rigenerazione di tali quartieri, finalizzato a fornire alloggi più accessibili e sostenibili. Il modello proposto prevede un processo partecipativo, che consiste in una sequenza ordinata di quattro workshop, ai quali partecipano esperti provenienti da vari settori (amministratori, imprenditori, accademici,...) e al termine dei quali vengono prodotti report finali con la sintesi dei temi trattati nei differenti incontri partecipativi. Tali temi riguardano il progetto di rigenerazione, a scala di quartiere (<i>precint</i>), gli aspetti connessi ai finanziamenti e alla <i>governance</i> del progetto, oltre che le modalità di comunicazione più efficaci per il coinvolgimento delle comunità locali. Il modello è stato sperimentato nella città di Melbourne e la sua reale efficacia, come emerge dai report finali dei workshop, richiede il superamento di una serie di ostacoli istituzionali, finanziari e di pianificazione urbanistica. Con riferimento alla pianificazione, in particolare, si evidenzia la necessità di adottare uno strumento regolativo della rigenerazione di quartiere, detto "<i>Regen Code</i>", in cui prevedere prescrizioni obbligatorie, relative sia ad interventi di tipo fisico (su edifici, vegetazione, ecc.) che sociale, che assicurino un certo livello di performance relativamente alla sostenibilità. Tali interventi dovrebbero essere favoriti da nuovi strumenti di gestione finanziaria o da incentivi economici, che derivino dalla fiscalità locale.</p>					

APPENDICE 2. REGOLE DI INFERENZA NELL'ANALISI FUZZY PROPOSTA PER DETERMINARE LA VULNERABILITÀ SOCIALE, EDILIZIA ED URBANISTICA

Regole di inferenza per il Sottodominio "Occupazione" del Dominio Sociale

Livello di criticità in termini di Occupazione		Tasso di Inattività		
		Basso	Medio	Alto
Tasso di Disoccupazione	Basso	Basso	Medio	Medio
	Medio	Medio	Medio	Alto
	Alto	Medio	Alto	Alto

Regole di inferenza per il Sottodominio "Istruzione e Cultura" del Dominio Sociale

Livello di criticità in Istruzione e Cultura		Incidenza di Analfabetismo		
		Basso	Medio	Alto
Indice di non completamento del ciclo di scuola secondaria di I grado	Basso	Basso	Medio	Medio
	Medio	Basso	Medio	Alto
	Alto	Medio	Medio	Alto

Regole di inferenza per il Sottodominio "Struttura Demografica" del Dominio Sociale

Livello di criticità dell'Assetto Demografico		Incidenza di Famiglie Numerose		
		Basso	Medio	Alto
Indice di Vecchiaia	Basso	Basso	Medio	Medio
	Medio	Medio	Medio	Alto
	Alto	Medio	Alto	Alto

Regole di inferenza per determinare la Vulnerabilità Sociale

Livello Vulnerabilità Sociale			
IF	AND	AND	THEN
Criticità Occupazione	Criticità in Istruzione e Cultura	Criticità dell'Assetto Demografico	VULNERABILITÀ SOCIALE
Basso	Basso	Basso	Bassa
Basso	Basso	Medio	Bassa
Basso	Basso	Alto	Bassa
Medio	Basso	Basso	Media
Medio	Basso	Medio	Media
Medio	Basso	Alto	Media
Alto	Basso	Basso	Media
Alto	Basso	Medio	Elevata
Alto	Basso	Alto	Elevata
Basso	Medio	Basso	Media
Basso	Medio	Medio	Media
Basso	Medio	Alto	Media
Medio	Medio	Basso	Media
Medio	Medio	Medio	Elevata
Medio	Medio	Alto	Elevata
Alto	Medio	Basso	Elevata
Alto	Medio	Medio	Elevata
Alto	Medio	Alto	Molto Elevata
Basso	Alto	Basso	Media
Basso	Alto	Medio	Elevata
Basso	Alto	Alto	Elevata
Medio	Alto	Basso	Elevata
Medio	Alto	Medio	Elevata
Medio	Alto	Alto	Molto Elevata
Alto	Alto	Basso	Molto Elevata
Alto	Alto	Medio	Molto Elevata
Alto	Alto	Alto	Molto Elevata

Regole di inferenza per il Sottodominio "Uso" del Dominio Edilizio

Livello di criticità legato all'uso del patrimonio edilizio		Alloggi in Affitto		
		Basso	Medio	Alto
Alloggi Vuoti	Basso	Basso	Basso	Medio
	Medio	Medio	Medio	Medio
	Alto	Medio	Alto	Alto

Regole di inferenza per determinare la Vulnerabilità Edilizia

Vulnerabilità EDILIZIA		Criticità Qualità Patrimonio Edilizio		
		Basso	Medio	Alto
Criticità Uso Patrimonio Edilizio	Basso	Bassa	Media	Elevata
	Medio	Bassa	Elevata	Molto Elevata
	Alto	Media	Elevata	Molto Elevata

Regole di inferenza per il Sottodominio "Qualità Edilizia" del Dominio Edilizio

Livello Criticità Qualità Patrimonio Edilizio			
IF	AND	AND	THEN
Edifici con valore storico, architettonico o artistico vulnerabili	Edifici in pessimo e mediocre stato di conservazione	Indice di Alloggi Impropri	Livello di criticità legate alla qualità del patrimonio edilizio
Basso	Basso	Basso	Basso
Basso	Basso	Medio	Basso
Basso	Basso	Alto	Medio
Medio	Basso	Basso	Basso
Medio	Basso	Medio	Medio
Medio	Basso	Alto	Medio
Alto	Basso	Basso	Medio
Alto	Basso	Medio	Medio
Alto	Basso	Alto	Alto
Basso	Medio	Basso	Basso
Basso	Medio	Medio	Medio
Basso	Medio	Alto	Alto
Medio	Medio	Basso	Medio
Medio	Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Alto	Alto
Alto	Medio	Basso	Medio
Alto	Medio	Medio	Medio
Alto	Medio	Alto	Alto
Basso	Alto	Basso	Medio
Basso	Alto	Medio	Medio
Basso	Alto	Alto	Alto
Medio	Alto	Basso	Medio
Medio	Alto	Medio	Alto
Medio	Alto	Alto	Alto
Alto	Alto	Basso	Alto
Alto	Alto	Medio	Alto
Alto	Alto	Alto	Alto

Regole di inferenza per il Sottodominio “Configurazione e Composizione” del Dominio Urbanistico

Livello di Criticità in termini di Configurazione e Composizione			
IF Edge Density	AND Livello di Densità Abitativa	AND Aree non Permeabili	THEN Livello di criticità in termini di CONFIGURAZIONE e COMPOSIZIONE
Basso	Basso	Basso	Basso
Basso	Basso	Medio	Basso
Basso	Basso	Alto	Medio
Medio	Basso	Basso	Basso
Medio	Basso	Medio	Medio
Medio	Basso	Alto	Medio
Alto	Basso	Basso	Medio
Alto	Basso	Medio	Medio
Alto	Basso	Alto	Alto
Basso	Medio	Basso	Basso
Basso	Medio	Medio	Medio
Basso	Medio	Alto	Medio
Medio	Medio	Basso	Medio
Medio	Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Alto	Alto
Alto	Medio	Basso	Medio
Alto	Medio	Medio	Alto
Alto	Medio	Alto	Alto
Basso	Alto	Basso	Medio
Basso	Alto	Medio	Medio
Basso	Alto	Alto	Alto
Medio	Alto	Basso	Medio
Medio	Alto	Medio	Alto
Medio	Alto	Alto	Alto
Alto	Alto	Basso	Alto
Alto	Alto	Medio	Alto
Alto	Alto	Alto	Alto

Regole di inferenza per determinare la Vulnerabilità Urbanistica

Livello Vulnerabilità Urbanistica			
IF Criticità Configurazione e Composizione	AND Criticità Servizi e Accessibilità	AND Criticità Urbana	THEN Livello di VULNERABILITÀ
Basso	Basso	Basso	Bassa
Basso	Basso	Medio	Media
Basso	Basso	Alto	Elevata
Medio	Basso	Basso	Bassa
Medio	Basso	Medio	Media
Medio	Basso	Alto	Elevata
Alto	Basso	Basso	Media
Alto	Basso	Medio	Elevata
Alto	Basso	Alto	Molto Elevata
Basso	Medio	Basso	Bassa
Basso	Medio	Medio	Media
Basso	Medio	Alto	Elevata
Medio	Medio	Basso	Media
Medio	Medio	Medio	Elevata
Medio	Medio	Alto	Molto Elevata
Alto	Medio	Basso	Elevata
Alto	Medio	Medio	Elevata
Alto	Medio	Alto	Molto Elevata
Basso	Alto	Basso	Media
Basso	Alto	Medio	Elevata
Basso	Alto	Alto	Molto Elevata
Medio	Alto	Basso	Elevata
Medio	Alto	Medio	Elevata
Medio	Alto	Alto	Molto Elevata
Alto	Alto	Basso	Molto Elevata
Alto	Alto	Medio	Molto Elevata
Alto	Alto	Alto	Molto Elevata

Regole di inferenza per il Sottodominio “Criticità urbane” del Dominio Urbanistico

Livello di Criticità Urbana		Indice delle Aree Abbandonate		
		Basso	Medio	Alto
Indice di Abusivismo	Basso	Basso	Medio	Medio
	Medio	Medio	Medio	Alto
	Alto	Medio	Alto	Alto

APPENDICE 3. CODICE DI CALCOLO NEL SOFTWARE MATLAB PER DETERMINARE LA VULNERABILITÀ SOCIALE, EDILIZIA ED URBANISTICA

Codice di calcolo per la Vulnerabilità Sociale

```

1 - clear all;
2 - clc;
3 - load('vitianno');
4
5 - x=readfis('occupazione');
6 - X=[disoccupazione, inattivita];
7
8 - Occupazione=evalfis([X],x);
9
10 - y=readfis('istruzionecultura');
11 - Y=[scuolasecondaria, analfabetismo];
12
13 - IstruzioneCultura=evalfis([Y],y);
14
15 - z=readfis('assettodemografico');
16 - Z=[vecchiaia, famiglienumerose];
17
18 - AssettoDemografico=evalfis([Z],z);
19
20 - w=readfis('VulnerabilitaSociale');
21 - W=[Occupazione, IstruzioneCultura, AssettoDemografico];
22
23 - VulnerabilitaSociale=evalfis([W],w);

```

Codice di calcolo per la Vulnerabilità Edilizia

```

1 - clear all;
2 - clc;
3 - load('vitianno');
4
5 - a=readfis('QualitaEdilizia');
6 - D=[storicivulnerabili, pessimomediocri, alloggiimpropri];
7
8 - QualitaEdilizia=evalfis([D],a);
9
10 - c=readfis('Uso');
11 - F=[alloggiuotati, affitto];
12
13 - Uso=evalfis([F],c);
14
15 - b=readfis('VulnerabilitaEdilizia');
16 - G=[QualitaEdilizia, Uso];
17
18 - VulnerabilitaEdilizia=evalfis([G],b);
19
20 - boxplot(DegradoEdilizio,'Colors','k')
21 - xlabel('Schema Fuzzy 1')
22 - ylabel('Vulnerabilità Edilizia')

```

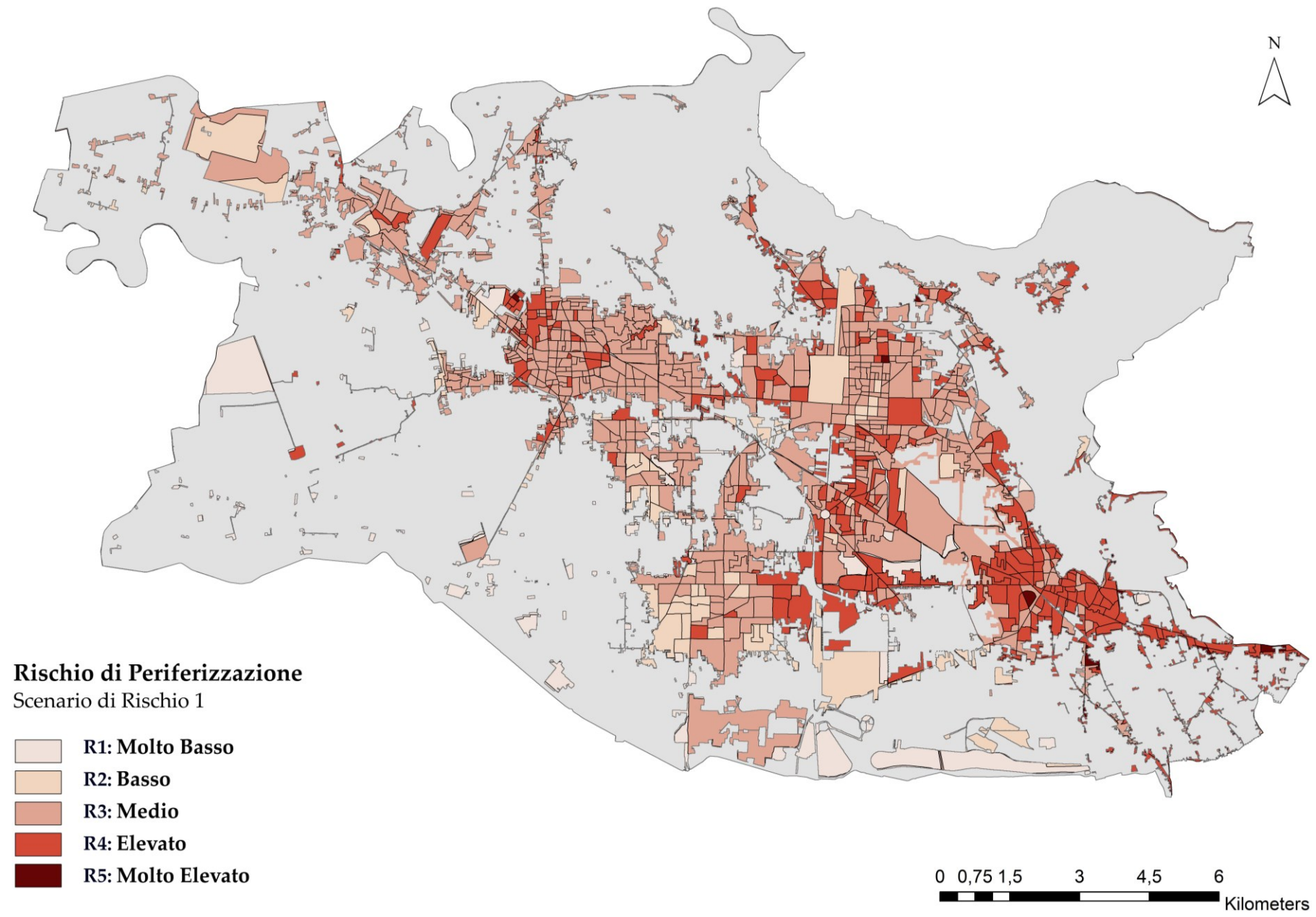
Codice di calcolo per la Vulnerabilità Urbanistica

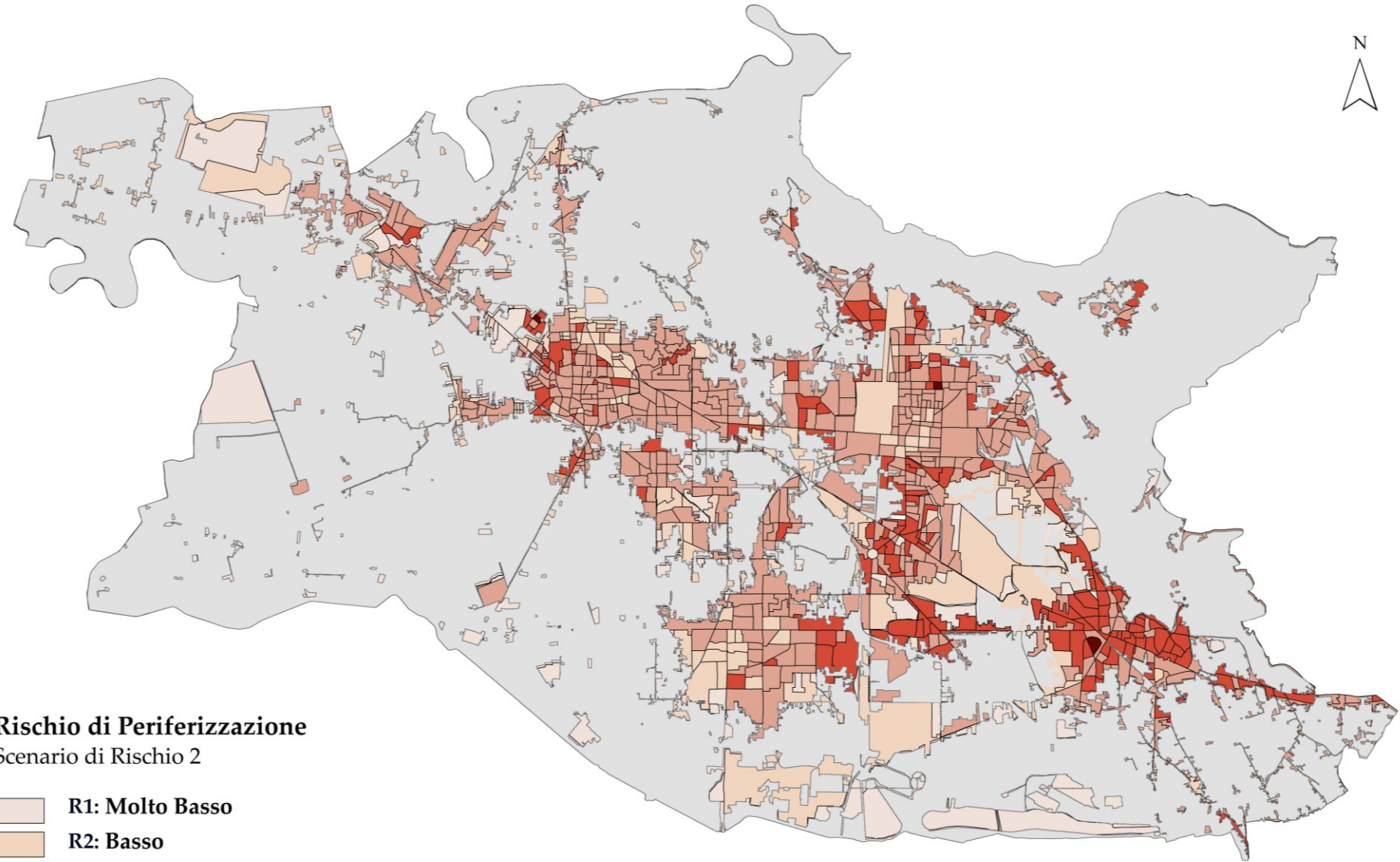
```

1 - clear all;
2 - clc;
3 - load('vitianno');
4
5 - x=readfis('ConfigurazioneComposizione');
6 - X=[frammentazione, densita, nonpermeabili];
7
8 - ConfigurazioneComposizione=evalfis([X],x);
9
10 - y=readfis('ServiziAccessibilita');
11 - Y=[distanzastazioni, centralita];
12
13 - ServiziAccessibilita=evalfis([Y],y);
14
15 - z=readfis('CriticitaUrbana');
16 - Z=[abusivismo, areenegate];
17
18 - CriticitaUrbana=evalfis([Z],z);
19
20 - w=readfis('VulnerabilitaTessutoUrbano');
21 - W=[ConfigurazioneComposizione, ServiziAccessibilita, CriticitaUrbana];
22
23 - VulnerabilitaTessutoUrbano=evalfis([W],w);

```

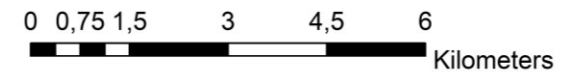
APPENDICE 4. MAPPE DEL RISCHIO DI PERIFERIZZAZIONE PER LA CONURBAZIONE CASERTANA





Rischio di Periferizzazione
Scenario di Rischio 2

- R1: Molto Basso
- R2: Basso
- R3: Medio
- R4: Elevato
- R5: Molto Elevato



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Amadio, I. (2017) "L'esplosione della periferia nell'urbano contemporaneo", in *Working papers. Rivista online di Urban@it*, Vol. 1, pp. 1-9.
- Amato, F., Pontrandolfi, P., Murgante, B. (2015), "Supporting planning activities with the assessment and the prediction of urban sprawl using spatio-temporal analysis", in *Ecological Informatics*, Vol. 30, pp. 365-378. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.07.004>
- ANCI-URBAN@IT (2017), *Rigenerazione urbana. Un progetto per l'Italia. Dossier sui Progetti di Comuni e città metropolitane per il Bando Periferie*. ANCI-URBAN@IT, Roma, IT.
Disponibile al link: http://www.anci.it/Contenuti/Allegati/Dossier_periferieok.pdf
- Andriantiatsaholiniaina L. A., Kouikoglou V. S., Phillis Y. A. (2004), "Evaluating strategies for sustainable development: fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis", in *Ecological Economics*, Vol. 48, pp. 149-172. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.08.009>
- ANPA, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (2001), *Linee guida agli inventari locali di emissioni in atmosfera. RTI CTN_ ACE 3/2001*. ANPA, Roma, IT.
- Armstrong, P.J., Mir, M.A. (2012), "Overcoming unsustainability: Retrofitting American suburbs with high-density built environment", in *The Sustainable City*, Vol. 155, pp 11-22.
- Baharaoglu D., Kessides, C., (2002), "Urban Poverty," in *A Sourcebook for Poverty Reduction Strategies*, Chapter 16, World Bank, Washington D.C., USA.
- Baker J., Schuler N. (2004), *Analyzing urban poverty. A summary of methods and approaches*, Policy Research Paper N. 3399, World Bank, Washington D.C., USA.
- Barelkowski, R. (2012), "The edge of [dis]order", In *The Sustainable City VII. Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Press, Vol. 2, pp. 759-771.

Batty, M. (2015), *Data about cities: redefining big, recasting small*, Presentazione. Disponibile al link: <http://www.spatialcomplexity.info/files/2015/08/Data-Cities-Maynooth-Paper-BATTY.pdf>.

Bernt, M., Colini, L. (2013), *Exclusion, Marginalization and Peripheralization. Conceptual concerns in the study of urban inequalities*, Working Paper, Erkner, Leibniz Institute for Regional Development and Structural Planning, Erkner, DE.

Bruegmann, R. (2005), *Sprawl: A Compact History*, University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Caldaretti, S., Fabietti, W., Riggio, A. (1987), *La vulnerabilità sismica dei sistemi territoriali*, Edizioni DEI, Roma, IT.

Caputo, P., Costa, G., Ferrari, S. (2013), "A supporting method for defining energy strategies in the building sector at urban scale", in *Energy Policy*, Vol. 55, pp. 261–270. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.006>

Cheli, B., Lemmi, A. (1995), "A Totally Fuzzy and Relative Approach to the Multidimensional Analysis of Poverty", in *Economic Notes*, Vol. 24, n.1, pp. 115–134.

Città metropolitana di Bologna (2017), *Le mappe della fragilità nei comuni della Città metropolitana di Bologna*. Disponibile al link: https://www.cittametropolitana.bo.it/portale/Engine/RAServeFile.php/f/Provincia_oggi/Le_Mappe_della_Fragilita_def_4__.pdf

Comune di Marciariane (2011), *Programma di Recupero Urbano - Area 167*, Presentazione. Disponibile al link: <http://www.comune.marciariane.ce.it/c061049/zf/index.php/serviziaggiuntivi/index/index/idtesto/2>

Comune di Bologna (2015), *Periferie a Bologna: vulnerabilità e opportunità. Una proposta di misurazione per le città italiane*. Disponibile al link:

<http://www.comune.bologna.it/iperbole/piancont/poverta/PRES%20Periferie%20a%20Bologna30maggio.pdf>

Consiglio d'Europa (2000), *Convenzione Europea del Paesaggio*, Firenze, IT.

Conway, M., Konvitz, J. (2000), "Meeting the Challenge of Distressed Urban Areas", in *Urban Studies*, Vol. 37, n. 4, pp. 749-774. <https://doi.org/10.1080/00420980050004008>

Copus, A. K. (2001), "From Core-periphery to Polycentric Development: Concepts of Spatial and Aspatial Peripherality", in *European Planning Studies*, Vol. 9, n. 4, p. 539-552.

Cordoba Hernández, R., Gonzáles García, I., Guerrero Periñan, G. (2018), *Urban poverty partnership: report about urban deprivation/poverty observatories in the European Union*. Monograph (Otros), E.T.S. Arquitectura (UPM), European Commission, Bruxelles, BE.

Corrado, V., Ballarini, I., Corgnati, S.P. (2012), *National scientific report on the TABULA activities in Italy*, Politecnico di Torino, Dipartimento di Energia, Torino, IT.

Cremonini, I. (1994). *Rischio sismico e pianificazione nei centri storici*, Alinea Editrice, Firenze, IT.

DCLG, Department for Communities and Local Government (2015a), *The English Indices of Deprivation 2015. Statistical Release*, DCLG, London, UK.

DCLG, Department for Communities and Local Government (2015b), *The English Indices of Deprivation 2015. Technical Report*, DCLG, London, UK.

DCLG, Department for Communities and Local Government (2019a), *The English Indices of Deprivation 2019. Statistical Release*, DCLG, London, UK.

DCLG, Department for Communities and Local Government (2019b), *The English Indices of Deprivation 2019. Technical Report*, DCLG, London, UK.

DMHDL, Departamento de Desenvolvimento Local (2017), *Good Practice Summary. Lisbon Local Development Strategy for Neighbourhoods or Areas of Priority Intervention (BIP/ZIP): an integrated toolbox*, DMHDL, Lisbon, PT.

De Kluizenaar, Y., Aherne, J., Farrell, E.P. (2001), "Modelling the spatial distribution of SO₂ and NO_x emissions in Ireland", in *Environmental Pollution*, Vol. 112, n.2, pp. 171–182. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00120-2](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00120-2)

Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n.42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio", in Gazzetta Ufficiale n. 45 del 24 febbraio 2004 - Suppl. Ordinario n. 28.

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", in Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010 - Suppl. Ordinario n. 217.

Decreto Ministeriale 26 giugno 2015, "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici", in Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.162 del 15 luglio 2015 - Suppl. Ordinario n. 39.

DPCM, Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 15 ottobre 2015, "Interventi per la riqualificazione sociale e culturale delle aree urbane degradate", in Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.249 del 26 ottobre 2015.

DPCM, Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 6 dicembre 2016, "Bando per la presentazione di progetti per la predisposizione del Programma straordinario di intervento per la riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie delle città metropolitane e dei comuni capoluogo di provincia", in Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.4 del 5 gennaio 2017.

DPS, Dipartimento per le Politiche di Coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri (2014), *Strategia nazionale per le Aree Interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*, Documento tecnico collegato alla bozza di Accordo di Partenariato 2014-

2020 trasmessa alla CE il 9 dicembre 2013. Disponibile al link:
<http://www.agenziacoesione.gov.it/it/arint>

De Mare, G., Nesticò, A., Tajani, F. (2013), "Building Investments for the Revitalization of the Territory: A Multisectoral Model of Economic Analysis", in Murgante, B., Misra, S., Carlini, M., Torre, C.M., Nguyen, H.Q., Taniar, D., Apduhan, B.O., Gervasi, O. (Eds.), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2013 – Proceedings, Part III, Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 7973, pp. 493–508, Springer, Berlin/Heidelberg, DE. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39646-5_36

EA, Environment Agency (2008), *Addressing environmental inequalities: waste management*, Environment Agency, Bristol, UK.

Eder, J. (2018), "Peripheralization and knowledge bases in Austria: towards a new regional typology", in *European Planning Studies*, Vol. 27/2019, n.1, pp. 42–67. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1541966>

EEA, European Environment Agency (2018), *Unequal exposure and unequal impacts: social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe*, European Environment Agency, Luxembourg.

ESPON, European Spatial Planning Observation Network (2017), *PROFECY – Processes, Features and Cycles of Inner Peripheries in Europe, Final Report, Annex 4: From Conceptualization to Delineation of Inner Peripherality in Europe*, ESPON EGTC, Luxembourg.

EU, European Commission (2012), *Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing*, Luxembourg. Disponibile al link:
https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_en.pdf

EU, European Commission (2015), *Integrated regeneration of deprived areas and the new cohesion policy approach. An URBACT contribution to the European Urban Agenda*, Luxembourg. Disponibile al link:
https://urbact.eu/sites/default/files/20150909_urbact_deprived-areas_gb_md_1.pd

- Fabietti, W., Eds. (1999), *Vulnerabilità sismica e trasformazione dello spazio urbano*, Alinea, Firenze, IT.
- Fasolino, I., Grimaldi, M., Zarra, T., Naddeo, V. (2016), "Odour control strategies for a sustainable nuisances action plan", in *Global nest journal*, Vol. 4, pp. 734–741. <https://doi.org/10.30955/gnj.002109>
- Fasolino, I., Grimaldi, M., Zarra, T., Naddeo, V. (2016), "Implementation of integrated nuisances action plan", in *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 54, pp. 19–24. <https://doi.org/10.3303/CET1654004>
- Fera, G. (1991), *La città antisismica*, Gangemi Editore, Roma, IT.
- Fishburn, P.C. (1967), *Additive Utilities with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignment*, ORSA, Baltimora, MD, USA.
- Gasparatos, A., Scolobig, A. (2012), "Choosing the most appropriate sustainability assessment tool", in *Ecological Economics*, Vol. 80, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.05.005>
- Geneletti, D., La Rosa, D., Spyra, M., Cortinovis, C. (2017), "A review of approaches and challenges for sustainable planning in urban peripheries", in *Landscape and Urban Planning*, Vol. 165, pp. 231-243. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.01.013>
- Gerundo, R., Marra, A. (2018) "Il rischio nei fenomeni di periferizzazione delle aree urbane e metropolitane", in *Urbanistica Informazioni*, vol. 278 s.i., p. 338-342.
- Gerundo, R., Eds. (2000), *I Programmi Urbani Complessi*, Materiali INU Campania, Graffiti, Napoli, IT.
- Gerundo, R., Fasolino, I., Grimaldi, M. (2016), "ISUT Model. A composite index to measure the sustainability of the urban transformation", in Papa, R., Fistola, R. (Eds.),

Smart energy in the smart city. Urban planning for a sustainable future, pp. 117-130, Springer International Publishing, CH. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31157-9_7

Gerundo, R., Fasolino, I. (2010), *Sicurezza territoriale ed efficienza urbanistica*, in *Collana Tecnica Urbanistica*, Vol. 1, Esi - Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, IT.

Gerundo, R., Grimaldi, M., Marra, A. (2016), "A methodology hazard-based for the mitigation of the radon risk in the urban planning", in *UPLanD – Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design*, Vol. 1, n.1, pp. 27-38. <https://doi.org/10.6092/2531-9906/5031>

Gerundo, R., Marra, A., De Salvatore V. (2020) "Construction of a Composite Vulnerability Index to Map Peripheralization Risk in Urban and Metropolitan Areas", in *Sustainability*, Vol. 12, n.11, pp. 4641. <https://doi.org/10.3390/su12114641>

Gerundo, R., Nesticò, A., Marra, A., Carotenuto M. (2020) "Peripheralization Risk Mitigation. A Decision Support Model to Evaluate Urban Regeneration Programs Effectiveness", in *Sustainability*, Vol. 12, n.19, pp. 8024. <https://doi.org/10.3390/su12198024>

Giddens, A. (1999), *Runaway World. How Globalization is Reshaping our Lives*, Profile Books, London, UK; ed. it., Giddens, A., (2000) *Il mondo che cambia. Come la globalizzazione ridisegna la nostra vita*, Il Mulino, Bologna, IT.

Grimaldi, M., Sebillio, M., Vitiello, G., Pellecchia V. (2019), "An Ontology Based Approach for Data Model Construction Supporting the Management and Planning of the Integrated Water Service", in Misra, S., Gervasi, O., Murgante, B., Stankova, E., Korkhov, V., Torre, C.A.C., Rocha, A.M., Taniar, D.O., Apduhan, B., Tarantino, E. (Eds.), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2019 – Proceedings, Part VI, Lecture Notes In Computer Science*, Vol. 11624, pp. 243-252, Springer Nature, Cham, CH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24311-1_17

Guiducci, R. (1993), *Periferie tra degrado e riqualificazione*, Laterza, Bari, IT.

Hills, J. (2012), *Getting the measure of fuel poverty. Final Report of the Fuel Poverty Review*. CASE report n. 72, London, UK.

Indovina, F. (2015), "Il ritorno delle periferie", in *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, anno XLVI, n. 112, pp. 5-10. <https://doi.org/10.3280/ASUR2015-112001>

Indovina, F. (2009), "La nuova dimensione urbana: l'arcipelago metropolitano", in Indovina, F. (Eds.) *Dalla città diffusa all'arcipelago metropolitano*, Franco Angeli, Milano, IT.

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2015), *Qualità dell'ambiente urbano – XI Rapporto*, Stato dell'Ambiente 63/15, ISPRA, Roma, IT.

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2015a), *Indicatori per il calcolo delle aree urbane degradate* (Documento diffuso per agevolare l'identificazione delle aree oggetto del Bando per la presentazione di proposte per la riqualificazione sociale e culturale delle aree urbane degradate, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 249 del 26 ottobre 2015), ISTAT, Roma, IT.

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2015b), *Rapporto BES Benessere equo e sostenibile*, ISTAT, Roma, IT.

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2017), *COMIC – Guida all'uso*, ISTAT, Roma, IT.

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2018a), *Indice di vulnerabilità sociale e materiale*, ISTAT, Roma, IT.

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2018b), *Rapporto SDGs 2018. Informazioni statistiche per l'Agenda 2030 in Italia*, ISTAT, Roma, IT.

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2017), *Commissione parlamentare di inchiesta sulle condizioni di sicurezza e sullo stato di degrado delle città e delle loro periferie, audizione del Presidente dell'Istituto Nazionale di Statistica, 31 maggio 2017*, ISTAT, Roma, IT.

- ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2019), *Rapporto BES Benessere equo e sostenibile*, ISTAT, Roma, IT.
- INU, Istituto Nazionale di Urbanistica (2019), *Rapporto dal Territorio 2019*. INU Edizioni, Roma, IT.
- Jenks, G.F. (1967), "The Data Model Concept in Statistical Mapping", in Konrad Frenzel (Eds.), *International Yearbook of Cartography*, n.7, George Philip, London, UK.
- Klinsky, S., Sieber, R., Meredith, T. (2010), "Connecting Local to Global: Geographic Information Systems and Ecological Footprints as Tools for Sustainability", in *The Professional Geographer*, Vol. 62, n. 1, pp 84-102. <https://doi.org/10.1080/00330120903404892>
- Kühn, M. (2015), "Peripheralization: Theoretical concepts explaining socio-spatial inequalities", in *European Planning Studies*, Vol. 23, n. 2, pp. 367-378. <https://doi.org/10.1080/09654313.2013.862518>
- Kühn, M., Bernt, M. (2013), "Peripheralization and power – Theoretical debates", in Fischer-Tahir, A. & Naumann, M. (Eds.), *Peripheralization: The making of spatial dependencies and social injustice*, pp. 302-317, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, DE.
- Las Casas, G., Scardaccione, G. (2005), "Contributi per una Geografia del Rischio sismico: analisi della vulnerabilità e danno differito", in Di Gangi, M. (Eds.), *Modelli e metodi per l'analisi delle reti di trasporto in condizioni di emergenza: contributi metodologici ed applicativi*, Editrice Ermes, Potenza, IT.
- Lanier, C., Derama, A., Cunyb, M.A., Cunya, D., Ocellia, F. (2019), "Spatial analysis of environmental inequalities caused by multiple air pollutants: A cumulative impact screening method, applied to the north of France", in *Ecological Indicators*, Vol. 99, pp. 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.011>

Leidelmeijer, K., Marlet, G., Ponds, R., Schulenberg, R. & Van Woerkens, C. (2014), *Leefbaarometer 2.0: instrumentontwikkeling*, Rigo Research en Advies & Atlas voor de gemeenten. Disponibile al link: <https://doc.leefbaarometer.nl/resources/Leefbaarometer%202.0%20Instrumentontwikkeling%20CONCEPT.pdf>

Le Gates, R.T., Hartman, C. (1982), "Gentrification-caused displacement", in *Urban Lawyer*, Vol. 14, pp. 31–55.

Legge Regionale della Campania n. 16 del 22 dicembre 2004, "Norme sul governo del territorio".

Legge Regionale della Toscana n. 65 del 2014, "Norme per il governo del territorio".

Levy, D.K., Comey, J., Padilla, S. (2006), *Keeping the Neighborhood Affordable: A Handbook of Housing Strategies for Gentrifying Areas*, The Urban Institute, Metropolitan Housing and Communities Policy Center, Washington, DC, USA. Disponibile al link: www.urban.org/uploadedPDF/411295_gentrifying_areas.pdf

Maes, J., Vliegen, J., Van de Vel, K., Janssen, S., Deutsch, F., De Ridder, K., Mensink, C. (2009), "Spatial surrogates for the disaggregation of CORINAIR emission inventories", in *Atmospheric Environment*, Vol. 43, n.6, pp. 1246–1254. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.11.040>

Marchand, R., Genovese, A., Lenny Koha, S.C. (2019) "Examining the relationship between energy poverty and measures of deprivation", in *Energy Policy*, Vol. 130, pp. 206–217. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.026>

Metropolitan Area Planning Council (2015), *Managing neighborhood change: Anti-displacement strategies. Technical Report*, Metropolitan Area Planning Council, Boston, MA, USA.

- Murgante, B., Danese, M., Las Casas, G. (2012), "Analyzing Neighbourhoods Suitable for Urban Renewal Programs with Autocorrelation Techniques", in Burian, J. (Eds.), *Advances in Spatial Planning*, InTech. <https://doi.org/10.5772/33747>
- Nesticò, N., Sica, F. (2017), "The sustainability of urban renewal projects: A model for economic multi-criteria analysis", in *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 35, pp. 397–409. <https://doi.org/10.1108/JPIF-01-2017-0003>
- Nesticò, N., Somma, P. (2019), "Comparative Analysis of Multi-Criteria Methods for the Enhancement of Historical Buildings", in *Sustainability*, Vol. 11, n. 17, pp. 4526. <https://doi.org/10.3390/su11174526>.
- Newton, P., Murray, S., Wakerfield, R., Murphy, C., Khor, L.A., Morgan, T. (2011), *Towards a new development model for housing regeneration in greyfield residential precincts*. AHURI Final Report N. 171. Australian Housing and Urban Research Institute Limited, Melbourne, AU. Disponibile al link: <https://www.ahuri.edu.au/research/final-reports/171>
- Nijkamp, P., Rietveld, P., Voogd, H. (1990), *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*, North Holland Publications, Amsterdam, NL.
- OECD, Organization for Economic Cooperation and Development (2008), *Handbook on constructing composite indicators. Methodology and User guide*, OECD Publications, Paris, FR.
- Oliva, F. (2010), "Il sistema insediativo", in Selicato F. & Rotondo F., *Progettazione Urbanistica. Teorie e Tecniche*, McGrawHill, Milano, IT.
- Pellow, D.N. (2000), "Environmental Inequality Formation: Toward a Theory of Environmental Injustice", in *American Behavioral Scientist*, Vol. 43, n.4, pp. 581–601. <https://doi.org/10.1177/0002764200043004004>
- Perchinunno, P., Rotondo, F., Torre, C.M. (2008), "A Multivariate Fuzzy Analysis for the Regeneration of Urban Poverty Areas" in Gervasi O., Murgante B., Laganà A., Taniar

- D., Mun Y., Gavrilova M.L. (Eds.), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2008, Proceedings, Part I, Lecture Notes In Computer Science*, Vol. 5072, pp. 137–152, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, DE. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69839-5_11
- Phillis Y. A., Andriantiatsaholiniana L. A. (2001), “Sustainability an ill-defined concept and its assessment”, in *Ecological Economics*, Vol. 37, pp. 435-456. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.08.009>
- Proske, D. (2008), *Catalogue of Risks. Natural, Technical, Social and Health Risks*. Springer-Verlag Berlin/Heidelberg, DE. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-79555-1>
- Provincia di Caserta (2014), Piano territoriale di coordinamento della Provincia di Caserta, Elaborati grafici del quadro conoscitivo.
Disponibile al link: <ftp://ftp.provincia.caserta.it/pub/Ptc%20Caserta/PTCP/>
- Regione Campania (2008), *Piano territoriale Regionale*.
Disponibile al link: <https://sit2.regione.campania.it/content/piano-territoriale-regionale-0>
- Romano, B., Fiorini L., Zullo F., Marucci A. (2017), “Urban Growth Control DSS Techniques for De-Sprinkling Process in Italy”, in *Sustainability*, Vol. 9, n.10, pp. 1852. <https://doi.org/10.3390/su9101852>
- Ruiz-Varona, A.R., León-Casero, J.L. (2017), “Social risk map. The design of a complementary methodology to vulnerability indexes applied to urban regeneration activity”, in *City and territory in the Globalization Age, Proceedings of 24th ISUF International Conference, Valencia, 27–29 September 2017*, pp. 157–166, Universitat Politècnica de València, Valencia, ES. <https://doi.org/10.4995/ISUF2017.2017.5060>
- Rufino, A., Pizzo, C. (2012), *Intelligenza territoriale come propulsore di sviluppo sostenibile*, FrancoAngeli, Milano, IT.
- Saaty, T.L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, USA.

- Saaty, T.L. (1977), "A scaling method for priorities in hierarchy structures", in *Journal of Math. Psychol.*, Vol. 15, n.3, pp. 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Saaty, T.L. (1999), *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decision in a Complex World*. RWS Publications, Pittsburg, CA, USA.
- Salzano, E. (2000), "La città nel Terzo millennio: Domande", in *L'Universo*, Vol. 80, n.5, pp. 580–595.
- Schaefer, M., Thinh, N. X., Greiving, S. (2020), "How Can Climate Resilience Be Measured and Visualized? Assessing a Vague Concept Using GIS-Based Fuzzy Logic", in *Sustainability*, Vol. 12, n. 2, pp. 635. <https://doi.org/10.3390/su12020635>
- Sebillo, M., Vitiello, G., Grimaldi, M., De Piano, A. (2020), "A Citizen-Centric Approach for the Improvement of Territorial Services Management", in *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol. 9, n. 4, pp. 223. <https://doi.org/10.3390/ijgi9040223>
- Sebillo, M., Vitiello, G., Grimaldi, M., Dello Buono, S. (2019), "SAFE (Safety for Families in Emergency): A Citizen-Centric Approach for Risk Management", in Misra, S., Gervasi, O., Murgante, B., Stankova, E., Korkhov, V., Torre, C., A.C. Rocha, A.M., Taniar, D., O. Apduhan, B., Tarantino, E. (Eds.) *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2019 – Part II, Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 11620, pp. 424–440, Springer Nature, Cham, CH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24296-1_34
- Sedghi, V., Nematimehr, M. (2016), "Identification and prioritization of decline factors in Karaj distressed areas by applying the fuzzy analytic hierarchy process (FAHP)", in *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, Vol. 26, n. 2, pp. 173–182. <https://doi.org/10.22068/ijaup.26.2.173>
- Shang, K., Hossen, Z. (2013), *Applying Fuzzy Logic to Risk Assessment and Decision-Making*, Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries, Ottawa, ON, CA.

- Shapiro, A.F., Koissi, M.C. (2015), *Risk Assessment Applications of Fuzzy Logic*, Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries, Ottawa, ON, CA.
- Smith, N. (1996) *The New Urban Frontier. Gentrification and the Revanchist City*, Routledge, London, UK.
- Stanghellini, S.; Mambelli, T. (2003), *La Valutazione dei Programmi di Riqualificazione Urbana Proposti dai Soggetti Privati*, Franco Angeli, Milano, IT.
- Taylor, P. J., Lang, R. E. (2004), "The shock of the new: 100 concepts describing recent urban change", in *Environment and Planning A*, n. 36, pp. 951–958. <https://doi.org/10.1068/a375>
- Thomson, H., Bouzarovski, S. (2018), *Addressing Energy Poverty in the European Union: State of Play and Action*. European Commission Energy Poverty Observatory, Luxembourg.
- Tilio, L., Murgante, B., Di Trani, F., Vona, M., Masi, A. (2012), "Mitigation of urban vulnerability through a spatial multicriteria approach", in *Disaster Advances*, Vol. 5, n.3, pp. 138–143. Disponibile al link: <https://www.preventionweb.net/go/27873>
- Tosics, I. (2009), *Dilemmas of Integrated Area-Based Urban Renewal Programmes*, The Urbact Tribune, European Union, Urbact, Saint-Denis, FR.
- Townsend, P. (1987), "Deprivation", in *Journal of Social Policy*, Vol. 16, n. 2, pp. 125-146. <https://doi.org/10.1017/S0047279400020341>
- Tzeng, G.H., Huang, J.J. (2011) *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, NY, USA.
- UN-Habitat, United Nations Human Settlements Programme (2016), *The fundamentals of Urbanization. Evidence base for Policy Making*, UN-Habitat. Disponibile al link:

<https://unhabitat.org/the-fundamentals-of-urbanization-evidence-base-for-policy-making>.

UN, United Nations (2017), *A/RES/71/256*, Disponibile al link: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/New-Urban-Agenda-GA-Adopted-68th-Plenary-N1646655-E.pdf>

UNDRO, United Nations Disaster Relief Organization (1979), *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*, in Report of Expert Group Meeting, Geneva, July 9-12 1979. United Nations, Geneva, CH. Disponibile al link: <https://digitallibrary.un.org/record/95986>

UNISDR, The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2015), *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. UNISDR, Geneva, CH.

USEPA, United States Environmental Protection Agency (2003), *Framework for Cumulative Risk Assessment (EPA/600/P-02/001F, 200)*, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Risk Assessment Forum, Washington, DC, USA.

Vargas-Franco, V., Restrepo-Tarquino, I. (2018), "Construction of index with artificial intelligence to evaluate vulnerability to climate change in Andean tropical micro-watersheds. Study case in Colombia", in *DYNA*, Vol. 85, n. 204, pp. 194-203. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n204.67048>

Vincke, P. (1992), *Multicriteria Decision-Aid*, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.

WRAP, The Waste and Resources Action Programme (2015), *Analysis of recycling performance and waste arisings in the UK 2012/13*, WRAP, Banbury, UK.

Zadeh, L.A. (1956), *Fuzzy sets*, in *Information and Control*, Vol. 8, pp. 338–353. Disponibile al link: https://www-liphy.univ-grenoble-alpes.fr/pagesperso/bahram/biblio/Zadeh_FuzzySetTheory_1965.pdf

Zeng, C., Liu, Y., Stein, A., Jiao, L. (2014), "Characterization and spatial modeling of urban sprawl in the Wuhan Metropolitan Area, China", in *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, Vol. 34, n. 1, pp 10-24. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.06.012>

Zheng, B., Bedra, K.B. (2018), "Recent Sustainability Performance in China: Strength-Weakness Analysis and Ranking of Provincial Cities", in *Sustainability*, Vol. 10, n. 9, pp. 3063. <https://doi.org/10.3390/su10093063>