

POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio



STUDIO DELLE VARIAZIONI DI USO DEL SUOLO LUNGO LE FASCE FLUVIALI

I CASI DEI FIUMI PO E OGLIO

Relatore: Prof. Paolo Pileri
Correlatori: Prof. Francesca Pianosi
Dott. Simone Bizzi

Tesi di Laurea di : Fanny Sarrazin
Matricola: 779696

Anno Accademico 2012/2013

Ringraziamenti

Il mio primo ringraziamento va al mio relatore, il Prof. Paolo Pileri.

Ringrazio i miei correlatori, la Prof. Francesca Pianosi e il Dott. Simone Bizzi, per il prezioso contributo alla Tesi.

Ringrazio il Dott. Alessio Picarelli e il Dott. Tommaso Simonelli dell'Autorità di bacino del Fiume Po per avere condiviso le loro conoscenze sulla pianificazione di bacino.

Ringrazio l'Arch. Marco Sedazzari per la disponibilità.

Indice

Indice delle Figure	5
Indice delle Tabelle	8
Indice dei Grafici	12
Riassunto	15
Abstract	16
Capitolo 1 - Definizioni e obiettivi	17
1.1 - Definizione di rischio di alluvione	19
1.2 - Interventi per la riduzione del rischio di alluvione.....	20
1.3 - Quadro normativo per la gestione del rischio di alluvione	26
1.4 - Obiettivi della Tesi.....	29
1.5 - Descrizione dell'area di studio.....	30
1.6 - Struttura della Tesi	32
Capitolo 2 - Definizione di una metodologia per lo studio delle variazioni di uso del suolo in ambito perifluviale	33
2.1 - Dati utilizzati.....	34
2.2 - Coperture analizzate.....	41
2.3 - Indicatori utilizzati	46
2.4 - Elaborazione della base dati.....	50
2.4 - Conclusioni per il Capitolo 2	57
Capitolo 3 - Inquadramento territoriale dell'area di studio	58
3.1 - Estensione delle fasce fluviali e comuni interessati	59
3.2 - Analisi demografica nei comuni interessati dalle fasce fluviali	64
3.3 - Presenza di parchi	69
3.4 - Conclusioni per il Capitolo 3	72
Capitolo 4 - Studio preliminare delle variazioni di uso del suolo nelle fasce fluviali in Lombardia	73
4.1 - Studio delle coperture al livello I DUSAF	74
4.2 - Studio delle coperture ai livelli II e III DUSAF dentro e fuori dai parchi	86
4.3 - Conclusioni per il Capitolo 4	102

Capitolo 5 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate nelle fasce fluviali in Lombardia.....	104
5.1 - Studio al livello V DUSAF delle variazioni delle aree urbanizzate in fascia A e B	105
5.2 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate a scala provinciale	111
5.3 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate a scala di unità territoriale omogenea	114
5.4 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate a scala comunale.....	120
5.4 - Conclusioni per il Capitolo 5	148
Capitolo 6 - Approfondimento delle variazioni delle aree urbanizzate lungo il Po e l'Oglio	150
6.1 - Precisazioni metodologiche.....	151
6.2 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate nelle fasce A e B del Po.....	152
6.3 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate nelle fasce A e B dell'Oglio	175
6.4 - Verifica degli errori e incertezze della base dati utilizzata.....	194
6.5 – Approfondimento di casi di nuove urbanizzazioni nelle fasce A e B del Po e dell'Oglio	212
6.6 - Conclusioni per il Capitolo 6	216
Conclusioni generali	218
Bibliografia.....	221
Sitografia	223
Leggi, Piani, Programmi.....	224
Appendice.....	226
Appendice 1 - Legenda di destinazione d'uso (usi e coperture del suolo) delle aree di classe DUSAF 11 e 12.....	227
Appendice 2 - Dati e indicatori per l'analisi delle aree urbanizzate nelle unità territoriali omogenee.....	230
Appendice 3 - Comuni non considerati per l'analisi a scala comunale	239
Appendice 4 - Comuni che ricadono interamente nelle fasce	240
Appendice 5 - Classi di criticità per le aree urbanizzate nelle fasce fluviali a scala comunale.....	242
Appendice 6 - Classi per il confronto di $Tvar_{urb,99-07}$ dentro e fuori dalle fasce a scala comunale.....	247
Appendice 7 - Classi per il confronto di $\Delta Ccoeff_{urb,99-07}$ dentro e fuori dalle fasce a scala comunale.....	251
Appendice 8 - Risultati dell'analisi di dettaglio in fascia C per i Fiumi Po ed Oglio	255
Appendice 9 - Verifica delle transizioni verso le aree urbanizzate in fascia C dell'Oglio.....	268

Indice delle Figure

Figura 1.1: Definizione di rischio di alluvione secondo l'AdbPo	19
Figura 1.2: Incremento del rischio di alluvione in seguito alla realizzazione di un argine.....	20
Figura 1.3: Idrogramma di piena teorico: effetto potenziale della presenza di aree boscate nelle aree esondabili sull'onda di piena (Q , portata; t , tempo).....	24
Figura 1.4: Schema descrittivo delle fasce fluviali.....	27
Figura 2.1: Triangolo delle transizioni	42
Figura 2.2: Identificazione dei principali servizi ecosistemi dei principali ambienti della Terra	43
Figura 2.3: Delimitazione delle fasce fluviali in unità territoriali per la determinazione della lunghezza delle aste.....	51
Figura 2.4: Delimitazione delle sponde del Po e dell'Oglio e individuazione dei comuni che sono stati divisi in sponda sinistra e sponda destra	53
Figura 2.5: Costruzione dei conchi di lunghezza 10 km per i fiumi Po e Oglio	54
Figura 3.1: Fasce fluviali e i fiumi oggetto della delimitazione delle fasce in Lombardia	59
Figura 3.2: Comuni interessati dalle fasce fluviali	63
Figura 3.3: Densità abitativa nel 2007 nei comuni lombardi interessati dalle fasce fluviali.....	66
Figura 3.4: Tasso di variazione della popolazione tra il 1999 e il 2007 nei comuni lombardi interessati dalle fasce fluviali.....	67
Figura 3.5: Parchi presenti nelle fasce fluviali in Lombardia	71
Figura 4.1: Schematizzazione delle varie unità territoriali di analisi.....	86
Figura 5.1: Per ogni provincia e zona di quota proporzione della superficie totale che ricade nelle fasce A e B aggregate che ammette una criticità per le aree urbanizzate di grado 2, 3 o 4 / 3 o 4	131
Figura 5.2: Per ogni provincia e zona di quota proporzione della superficie totale che ricade in fascia C che ammette una criticità per le aree urbanizzate di grado 2, 3 o 4 / 3 o 4	132
Figura 5.3: Per ogni provincia e zona di quota proporzione dei comuni interessati dalle fasce nei quali $Tvar_{urb}$ è significativamente maggiore in fascia A, B o C rispetto al territorio fuori dalle fasce.....	137
Figura 5.4: Per ogni provincia e zona di quota proporzione dei comuni interessati dalle fasce nei quali $\Delta Coeff_{urb}$ è significativamente maggiore in fascia A, B o C rispetto al territorio fuori dalle fasce	143
Figura 5.5: Classi per il confronto di $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$ nei comuni che ricadono interamente nelle fasce	146

Figura 6.1: Fasce fluviali del Po in Lombardia e delimitazione dei conchi.....	152
Figura 6.2: Aumenti del tessuto residenziale nelle fasce A e B per la sponda sinistra del Po in Provincia di Pavia.....	154
Figura 6.3: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 nelle fasce del Po nei conchi compresi tra 90 km e 110 km.....	155
Figura 6.4: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 nelle fasce del Po nella zona critica dei conchi compresi tra 90 km e 110 km	156
Figura 6.5: Confronto tra le Ortofoto del 2000 e del 2006 delle zone 1 e 2 evidenziate in Figura 6.4	157
Figura 6.6: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B del Po nel conchio compreso tra 130 km e 140 km	158
Figura 6.7: Confronto tra le Ortofoto del 2000 e del 2006 delle zone 1 e 2 evidenziate in Figura 6.6	159
Figura 6.8: Transizione di una cascina (11213) verso prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive (2311) in fascia B in comune di Dosolo	160
Figura 6.9: Aumenti della superficie urbanizzata in fascia B di sponda destra del Po nei conchi compresi tra le distanze di 60 km e 80 km.....	167
Figura 6.10: Transizioni di aree urbanizzate (11 e 12) verso aree agricole (2) in fascia B in comune di Suzzara	168
Figura 6.11: Aumento del tessuto residenziale rado e nucleiforme in fascia A in comune di Revere.....	169
Figura 6.12: Individuazione dei conchi critici per il Po.....	174
Figura 6.13: Tratto delle fasce A e B del Fiume Oglio oggetto del primo PSFF.....	175
Figura 6.14: Fasce fluviali dell'Oglio e delimitazione dei conchi	176
Figura 6.15: Aumenti delle aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B in sponda sinistra dell'Oglio in montagna.....	178
Figura 6.16: Aumenti delle aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B in sponda destra dell'Oglio in montagna.....	185
Figura 6.17: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 nelle fasce dell'Oglio nel conchio compreso tra 130 km e 140 km	187
Figura 6.18: Confronto tra le Ortofoto del 2000 e del 2006 delle zone 1 e 2 individuate in Figura 6.17 ...	188
Figura 6.19: Esempio di aumento della superficie urbanizzata in fascia C di cui una parte viene contabilizzata per la fascia A a causa dello spostamento del limite tra la fascia A e la fascia C	195
Figura 6.20: Esempio di tratto dove il tracciato del limite tra la fascia B e la fascia C è coerente con la posizione dell'argine	196
Figura 6.21: Esempi di aumenti di spazi annessi agli edifici nelle fasce A e B.....	197
Figura 6.22: Immagini Google Earth per le due aree individuate in Figura 6.21	198
Figura 6.23: Esempi di aree per le quali il DUSAF riconosce una transizione verso aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 mentre appaiono già urbanizzate da ortofoto 2000	200
Figura 6.24: Esempio di errori di classificazione DUSAF.....	201
Figura 6.25: Immagini Google Earth per le due aree individuate in Figura 6.23	202

Figura 6.26: Esempio di area classificata come insediamenti industriali, artigianali e commerciali nel 1999 mentre non si osserva la presenza di impianti o edifici nel 2000.....	211
Figura 6.27: Area in Comune di Rogno che è stata interessata da un intervento di tessuto residenziale (1121) tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia B individuata dallo shapefile delle fasce fluviali.....	212
Figura 6.28: Area in Comune di Rogno che è stata interessata da un intervento di tessuto residenziale (1121) tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia B individuata dal PGT di Rogno	213
Figura 6.29: Aree in Comune di Costa Volpino che sono state interessate da interventi di tessuto residenziale tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia A individuata dallo shapefile delle fasce fluviali	213
Figura 6.30: Aree in Comune di Costa Volpino che sono state interessate da interventi di tessuto residenziale tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia A individuata dal PGT di Costa Volpino.....	214
Figura 6.31: Correzione della delimitazione della fascia B in Comune di San Rocco al Porto rispetto al PAI	215

Indice delle Tabelle

Tabella 1.1: <i>Classificazione dei servizi ecosistemici</i>	22
Tabella 1.2: <i>Ruoli e funzioni del patrimonio forestale</i>	24
Tabella 1.3: <i>Costi delle alluvioni negli ultimi 50 anni per la collettività in provincia di Varese</i>	31
Tabella 2.1: <i>Estensione media delle fasce A, B e C nelle diverse unità territoriali all'interno delle quali sono state realizzate le analisi</i>	35
Tabella 2.2: <i>Legenda DUSAF per i due primi livelli</i>	36
Tabella 2.3: <i>Legenda DUSAF per la classe 1 – Aree antropizzate</i>	37
Tabella 2.4: <i>Valutazione della densità degli errori nello shapefile del reticolo idrografico legati all'attraversamento del limite della fascia A</i>	39
Tabella 2.5: <i>Transizioni in valori assoluti avvenute tra il 1999 e il 2007 per le aree che rientravano nel 1999 nelle classi DUSAF 131, 132, 133 e 134 in Regione Lombardia</i>	42
Tabella 2.6: <i>Transizioni in valori percentuali avvenute tra il 1999 e il 2007 per le aree che rientravano nel 1999 nelle classi DUSAF 131, 132, 133 e 134 in Regione Lombardia</i>	43
Tabella 2.7: <i>Definizione delle classi di valore per gli indicatori analizzati</i>	48
Tabella 3.1: <i>Lunghezza dell'asta oggetto della delimitazione delle fasce fluviali per i diversi fiumi</i>	60
Tabella 3.2: <i>Superficie delle fasce fluviali nelle varie zone di quota</i>	61
Tabella 3.3: <i>Proporzione del territorio lombardo che ricade nelle fasce fluviali nelle varie zone di quota</i> ..	61
Tabella 3.4: <i>Superficie delle fasce fluviali nelle varie province</i>	61
Tabella 3.5: <i>Proporzione del territorio lombardo che ricade nelle fasce fluviali nelle varie province</i>	62
Tabella 3.6: <i>Presentazione dei comuni interessati dalle fasce fluviali nelle varie zone di quota</i>	62
Tabella 3.7: <i>Analisi demografica nei comuni lombardi interessati e non interessati dalle fasce fluviali</i>	64
Tabella 3.8: <i>Valori degli indicatori demografici nei capoluoghi di Provincia interessati dalle fasce</i>	65
Tabella 3.9: <i>Indicatori demografici per i comuni interessati dalle fasce del Po per le diverse province</i>	68
Tabella 3.10: <i>Rapporto tra la superficie della fascia A, B o C che ricade all'interno dei parchi rispetto alla superficie totale della fascia corrispondente per ogni fiume e zona di quota</i>	70
Tabella 4.1: Δ Coeff _{antrop} tra il 1999 e il 2007.....	78
Tabella 4.2: <i>Analisi delle transizioni tra aree agricole (2) e aree biopermeabili (3)</i>	80
Tabella 4.3: <i>Analisi delle transizioni tra aree biopermeabili (3) e aree idriche (5)</i>	83
Tabella 4.4: <i>Indicatori di incidenza delle aree antropizzate (1) e delle aree agricole (2) sulle aree biopermeabili (3)</i>	84

Tabella 4.5: <i>Uso del suolo e variazioni di uso del suolo nella zona di pianura dentro e fuori dai parchi in fascia A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce</i>	90
Tabella 4.6: <i>Uso del suolo e variazioni di uso del suolo nella zona di collina dentro e fuori dai parchi in fascia A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce</i>	96
Tabella 4.7: <i>Uso del suolo e variazioni di uso del suolo nella zona di montagna dentro e fuori dai parchi in fascia A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce</i>	100
Tabella 5.1: <i>Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in fascia A di pianura</i>	107
Tabella 5.2: <i>Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in fascia B di pianura</i>	108
Tabella 5.3: <i>Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in fascia A di montagna</i>	109
Tabella 5.4: <i>Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in fascia B di montagna</i>	110
Tabella 5.5: <i>Superficie urbanizzata totale provinciale nelle province lombarde nel 1999 e nel 2007.....</i>	111
Tabella 5.6: <i>Superficie urbanizzata nelle fasce fluviali delle province lombarde nel 1999 e nel 2007.....</i>	111
Tabella 5.7: <i>Proporzione della superficie urbanizzata provinciale che ricade all'interno delle fasce fluviali per le province lombarde nel 1999 e nel 2007</i>	112
Tabella 5.8: <i>Variazione assoluta della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 nelle fasce fluviali e per l'intera provincia nelle diverse province lombarde</i>	112
Tabella 5.9: <i>Proporzione dell'aumento provinciale della superficie urbanizzata che ricade all'interno delle fasce fluviali per le province lombarde</i>	113
Tabella 5.10: <i>Lunghezza dell'asta del fiume in ogni unità territoriale omogenea</i>	115
Tabella 5.11: <i>Definizione delle classi di criticità per lo studio delle aree urbanizzate</i>	116
Tabella 5.12: <i>Classi di criticità per le unità omogenee</i>	118
Tabella 5.13: <i>Caratterizzazione delle unità di fascia A dove $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}} \geq 1,1\%$</i>	119
Tabella 5.14: <i>Caratterizzazione delle unità di fascia B dove $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}} \geq 1,1\%$</i>	119
Tabella 5.15: <i>Classi per il confronto del valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce</i>	121
Tabella 5.16: <i>Classi per il confronto del valore $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce</i>	121
Tabella 5.17: <i>Definizione delle classi di valore per $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ e $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$</i>	122
Tabella 5.18: <i>Definizione delle classi 0, 1, 2 e 3 per il confronto del valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07} / T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce</i>	122

Tabella 5.19: Classi per il confronto del valore $Tvar_{urb,99-07}$ e $Tvar_{pop,99-07}$ nei comuni che ricadono interamente nelle fasce	123
Tabella 5.20: Definizione delle classi di valore per $Tvar_{pop,99-07}$ e $Tvar_{urb,99-07}$	123
Tabella 5.21: Classi di criticità per i capoluoghi di provincia per ogni fascia	124
Tabella 5.22: Proporzione della superficie comunale dei capoluoghi di provincia che ricade nelle fasce fluviali.....	125
Tabella 5.23: Ripartizione dei comuni interessati dalla fascia A , B e C tra le diverse classi di criticità rispettivamente per la fascia A, B e C	126
Tabella 5.24: Ripartizione della superficie totale che ricade nelle fasce A , B e C tra le diverse classi di criticità all'interno di ogni zona quota.....	127
Tabella 5.25: Ripartizione dei comuni, interessati dalla fascia A , B e C per i quali $Tvar_{pop,99-07} \leq 0,0\%$, tra le diverse classi di criticità rispettivamente per la fascia A, B e C.....	127
Tabella 5.26: Ripartizione tra le diverse classi di criticità della superficie totale che ricade nelle fasce A e B aggregate e in fascia C all'interno di ogni zona di quota e provincia.....	129
Tabella 5.27: Ripartizione dei comuni interessati dalla fascia A ,B o C nelle classi per il confronto del valore di $Tvar_{urb}$ fuori dalle fasce e rispettivamente in fascia A, B o C all'interno di ogni zona di quota e provincia.....	134
Tabella 5.28: Ripartizione dei comuni interessati dalla fascia A, B o C nelle classi per il confronto del valore di $\Delta Coeff_{urb}$ fuori dalle fasce e rispettivamente in fascia A, B o C all'interno di ogni zona di quota e provincia.....	140
Tabella 5.29: Ripartizione dei comuni che ricadono interamente nelle fasce in funzione del valore di $Tvar_{urb,99-07}$ e di $Tvar_{pop,99-07}$ per il comune totale.....	145
Tabella 5.30: Ripartizione dei comuni che ricadono interamente nelle fasce nelle classi di confronto per il valore di $Tvar_{urb,99-07}$ e di $Tvar_{pop,99-07}$	146
Tabella 6.1: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate nelle fasce A e B del Po	204
Tabella 6.2: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B del Po	204
Tabella 6.3: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio	206
Tabella 6.4: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio	206
Tabella 6.5: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in pianura	207
Tabella 6.6: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in pianura	207

Tabella 6.7: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in montagna.	208
Tabella 6.8: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in montagna.	208
Tabella 6.9: Variazione teorica del tessuto residenziale sparso (1123) e degli insediamenti industriali, artigianali, commerciali (12111) rispetto alla variazione totale delle aree urbanizzate nelle fasce A e B aggregate e in fascia C per il Po e l'Oglio.....	210
Tabella 6.10: Variazioni delle classi DUSAF 1123, 123 e 12111 e delle coperture urbanizzate totali (11 e 12) per le tre zone di quota nelle fasce fluviali di tutti i fiumi lombardi ad esclusione delle fasce del Po e dell'Oglio.....	217

Indice dei Grafici

Grafico 2.1: Andamento del tasso di variazione della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 in fascia C lungo la sponda destra del Fiume Oglio per diversi valori della lunghezza dei conchi	55
Grafico 2.2: Andamento del tasso di variazione della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 in fascia C lungo la sponda sinistra del fiume Oglio per diversi valori della lunghezza dei conchi.....	55
Grafico 2.3: Andamento del coefficiente di copertura urbanizzata nel 2007 in fascia A lungo la sponda destra del fiume Oglio per diversi valori della lunghezza dei conchi	56
Grafico 4.1: Analisi delle classi di copertura DUSAF al livello I nella zona di pianura nel 1999 e nel 2007: coefficienti di copertura e aree corrispondenti	74
Grafico 4.2: Analisi delle classi di copertura DUSAF al livello I nella zona di collina nel 1999 e nel 2007: coefficienti di copertura e aree corrispondenti	75
Grafico 4.3: Analisi delle classi di copertura DUSAF al livello I nella zona di montagna nel 1999 e nel 2007: coefficienti di copertura e aree corrispondenti	76
Grafico 4.4: Tassi di variazione della superficie antropizzata (1) tra il 1999 e il 2007 e variazioni assolute corrispondenti in pianura, in collina e in montagna.....	77
Grafico 4.5: Tassi di variazione della superficie agricola (2) tra il 1999 e il 2007 e variazioni assolute corrispondenti in pianura, in collina e in montagna.....	78
Grafico 4.6: Tassi di variazione della superficie biopermeabile (3) tra il 1999 e il 2007 e variazioni assolute corrispondenti in pianura, in collina e in montagna.....	81
Grafico 4.7: $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di pianura	87
Grafico 4.8: $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di pianura	88
Grafico 4.9: $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina	92
Grafico 4.10: $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina	93
Grafico 4.11: ΔCoeff tra il 1999 e il 2007 per le aree di classe DUSAF 11, 12 e 133 aggregate nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina.....	93
Grafico 4.12: $T\text{var}$ tra il 1999 e il 2007 per le aree di classe DUSAF 11, 12 e 133 aggregate nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina	94
Grafico 4.13: $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce per la zona di montagna fuori dai parchi.....	98
Grafico 4.14: $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce per la zona di montagna fuori dai parchi.....	99

Grafico 5.1: Ripartizione della variazione assoluta della superficie urbanizzata totale tra il 1999 e il 2007 nelle diverse categorie di coperture DUSAF in fascia A di pianura.....	107
Grafico 5.2: Ripartizione della variazione assoluta della superficie urbanizzata totale tra il 1999 e il 2007 nelle diverse categorie di coperture DUSAF in fascia B di pianura.....	108
Grafico 5.3: Ripartizione della variazione assoluta della superficie urbanizzata totale tra il 1999 e il 2007 nelle diverse categorie di coperture DUSAF in fascia B di montagna	110
Grafico 6.1 : Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po	162
Grafico 6.2: Andamento di $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po	163
Grafico 6.3 : Andamento di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ in ettari nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po.....	164
Grafico 6.4: Andamento di $\text{Coeff}_{\text{urb},1999}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po	165
Grafico 6.5 : Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Po	170
Grafico 6.6 : Andamento di $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Po	171
Grafico 6.7 : Andamento di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Po	172
Grafico 6.8 : Andamento di $\text{Coeff}_{\text{urb},99}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda destra del Fiume Po	173
Grafico 6.9: Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio.....	180
Grafico 6.10 : Andamento di $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio.....	181
Grafico 6.11 : Andamento di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ in ettari nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio	182
Grafico 6.12 : Andamento di $\text{Coeff}_{\text{urb},99}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio	183
Grafico 6.13 : Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio.....	189
Grafico 6.14 : Andamento di $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio.....	190
Grafico 6.15: Andamento di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ in ettari nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio	191
Grafico 6.16: Andamento di $\text{Coeff}_{\text{urb},99}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio	192
Grafico 6.17: Ripartizione dei guadagni delle aree urbanizzate realmente rilevati (Cat. 0) nelle fasce A e B del Po nelle diverse categorie di coperture DUSAF	205

Grafico 6.18: *Ripartizione dei guadagni delle aree urbanizzate realmente rilevati (Cat. 0) nelle fasce A e B dell'Oglio nelle diverse categorie di coperture DUSAF 207*

Riassunto

La gestione del rischio di alluvione, oggetto della Direttiva europea 2007/60/CE, non può prescindere da misure che vincolino l'uso del suolo nelle aree sottoposte a pericolosità da alluvione per limitare il valore esposto e preservare le condizioni di deflusso delle piene e le aree di espansione naturali.

L'obiettivo del presente lavoro di Tesi è di studiare le variazioni di uso del suolo tra il 1999 e il 2007 nelle fasce fluviali in Lombardia delimitate dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e di tentare di interpretare le dinamiche osservate in relazione al contesto normativo, alla morfologia del territorio e al contesto demografico. Lo studio si concentra sulle variazioni delle superfici urbanizzate, ossia il tessuto residenziale, gli insediamenti produttivi, gli grandi impianti e le reti di comunicazione, in quanto queste coperture incidono fortemente sull'entità del rischio di alluvione. Sono state impiegate tecniche di analisi spaziale con Sistemi Informativi Territoriali (SIT).

Dopo avere realizzato un quadro complessivo delle variazioni delle superfici urbanizzate nelle fasce dell'intera Regione Lombardia, i casi dei Fiumi Po ed Oglio sono stati approfonditi previa la definizione di una metodologia per lo studio dell'uso del suolo in ambiti fluviali. La metodologia sviluppata può essere applicata ad altre regioni dove fossero disponibili i dati necessari.

Nell'ambito dello studio di dettaglio per i Fiumi Po e Oglio, sono state verificate incertezze e errori nelle basi dati utilizzate che hanno rivelato una mancanza di strumenti adeguati per potere realizzare un monitoraggio efficace dell'attuazione del PAI. Sono stati comunque individuati guadagni reali di superfici urbanizzate nelle fasce A e B (fasce di esondazione). Essi hanno messo in evidenza l'inefficacia del PAI nel fermare la realizzazione o l'ampliamento di insediamenti produttivi agricoli e di opere pubbliche e di interesse pubblico. Inoltre, le forti dinamiche rilevate in fascia C (rischio residuale) mostrano le insufficienze del PAI che non prevede nessun controllo dell'uso del suolo in questa fascia sebbene il rischio residuale non possa essere trascurato.

Parole chiavi: uso del suolo; consumo di suolo; fasce fluviali; rischio di alluvione; danni.

Abstract

Flood risk management, purpose of the EU Directive 2007/60/CE, must include land use measures in order to limit exposed value and to preserve flood discharge conditions and natural flood retention lands.

The aim of this Master's Thesis work is to study land use changes between 1999 and 2007 in Lombardy along river floodplains (*fasce fluviali*) defined by the Hydrogeological Setting Plan (*Piano per l'Assetto Idrogeologico, PAI*). It attempts to discuss these changes in relation to normative context, territorial morphology and demographic context. The study focuses on changes in urbanized area extension, namely residential areas, production or commercial installations and communication networks, as these land covers strongly affect flood risk value. Spatial analysis techniques with Geographical Information Systems (GIS) were used.

After having made an overall assessment of the changes in urbanized land cover extension in river floodplain in Lombardy, the case of the Rivers Po and Oglio were examined closely with a methodology defined in this Thesis for the study of land use in river corridors. This methodology can be applied in other regions where the necessary data is available.

Within the study of the Rivers Po and Oglio the uncertainties and errors of the database were characterized and they revealed a lack of suitable tools to efficiently monitor the implementation of the PAI. Nevertheless, real increases in the urbanized surfaces were found in the high hazard areas (*fasce A, B*). These variations highlighted the inefficacy of the PAI to stop the construction of agricultural buildings and public structures or public interest structures. Furthermore, the significant change in urbanized area extension in *fascia C* (residual risk) pointed out the shortcomings of the PAI that doesn't control land use in this zone although residual risk cannot be overlooked.

Key words: land use; land consumption; river floodplain; flood risk; damage.

Capitolo 1 - Definizioni e obiettivi

I recenti eventi alluvionali drammatici che hanno colpito l'Italia rimandano alla questione della gestione delle aree allagabili. Si ricordi a titolo di esempio gli episodi alluvionali del 25 ottobre e del 4 novembre 2011 che colpirono la Regione Liguria provocando perdite umane e danni ingenti alle infrastrutture e agli edifici. In uno studio pubblicato nel 2003, il Ministero dell'Ambiente italiano e l'Unione delle Province d'Italia dipingono un quadro preoccupante per quanto riguarda la gestione dell'uso del suolo nelle aree sottoposte a pericolosità idrogeologica [20 p. 9]:

« Una gran parte dell'espansione urbana e periurbana e della realizzazione delle infrastrutture urbane e territoriali, soprattutto nella seconda metà del XX Secolo, è stata attuata senza porre la necessaria attenzione ai caratteri del territorio e dell'ambiente nella loro complessità e nella loro specificità. In particolare, non sono pochi gli interventi (infrastrutture, espansioni urbane, attività produttive), realizzati in aree soggette a rischio idrogeologico anche elevato. [...]

Questa impostazione [...] comporta oggi elevatissime spese che tendono a ricadere sulla collettività e che si manifestano in distruzioni e devastazioni di territori e manufatti, nel degrado diffuso della qualità ambientale di vaste aree del paese e dei tessuti urbani, per non parlare delle conseguenze in termini di vite umane.

Se in generale, è soprattutto nell'ultimo cinquantennio che si profila una situazione grave, come esito del periodo di veloce inurbamento, di crescita degli abitati e delle periferie metropolitane, i fattori di crisi non si sono attenuati nella più recente fase di espansione della città contemporanea. In particolare la frammentazione sul territorio di infrastrutture e residenze al di fuori di una politica di pianificazione integrata e ancora troppo spesso in assenza di legalità, producono un elevato consumo di suolo. »

Il fenomeno di consumo di suolo che ha portato per la sola Regione Lombardia tra il 1999 e il 2007 all'antropizzazione di 34.163 ettari in otto anni ossia di 117.000 m² al giorno (*Fonte DUSAF*), appare particolarmente critico in un territorio fragile come l'Italia. In questo contesto sembra necessario disporre di un quadro conoscitivo sull'uso del suolo nelle aree soggette a pericolosità da alluvione per potere adottare misure adeguate per la gestione del rischio di alluvione e per rispondere agli obiettivi della Direttiva europea 2007/60/CE anche detta Direttiva "Alluvioni" [L5]. Essa prevede la realizzazione, da parte degli stati membri, di una valutazione preliminare del rischio di esondazione entro la fine del 2011 e di mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni entro la fine del 2013. Sulla base di queste mappe, si dovranno stabilire piani di gestione del rischio di alluvione entro la fine del 2015 adottando strategie locali che considerino le particolarità dei territori.

Non va dimenticato che l'uso del suolo negli ambiti fluviali, oltre ad influire sull'entità del rischio di alluvione, condiziona lo stato dell'ecosistema fluviale e ripariale e la qualità delle acque. In particolare, gli usi del suolo devono essere resi compatibili con gli obiettivi della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva quadro sulle acque) che punta alla protezione delle risorse idriche e impone ai paesi membri di raggiungere entro il 2015 un buono stato di salute delle acque superficiali e sotterranee [L4].

La Tesi si prefigge l'obiettivo di studiare l'uso del suolo nelle aree a ridosso degli alvei fluviali, e quindi maggiormente soggette a rischio alluvioni, attraverso lo studio del caso lombardo. Si è scelto di analizzare il caso della Lombardia in ragione della disponibilità dei dati, fermo restando che la metodologia sviluppata si può applicare ad altre regioni dove fossero disponibili i dati necessari.

1.1 - Definizione di rischio di alluvione

Prima di esporre gli obiettivi della Tesi occorre dare una definizione di rischio di alluvione e interessarsi ai provvedimenti che possono essere adottati per ridurlo.

La Direttiva 2007/60/CE dà la seguente definizione di rischio di alluvione [L5]: «la combinazione della probabilità di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e l'attività economica derivati da tale evento». Da questa definizione è importante sottolineare che il rischio dipende non solo dalle caratteristiche dell'evento estremo ma anche dalle particolarità dell'ambiente colpita dall'alluvione e in particolare dall'uso del suolo.

Il rischio di esondazione è il risultato del prodotto tra tre termini la *pericolosità* dell'evento considerato, la *vulnerabilità* degli elementi esposti e il *valore* degli elementi esposti:

$$\text{Rischio} = \text{Pericolosità} \times \text{Vulnerabilità} \times \text{Valore esposto}$$

La *pericolosità* esprime la probabilità di accadimento per un dato evento calamitoso. La *vulnerabilità* di un territorio dipende contemporaneamente dalle proprietà intrinseche degli elementi esposti e dall'intensità dell'evento calamitoso (tirante dell'acqua, velocità dell'acqua, permanenza dell'acqua, stagione). Il *valore esposto* viene spesso espresso in termini monetari. Il rischio totale corrisponde al valore potenzialmente perso per unità di tempo, considerando tutti gli eventi possibili.

La *Figura 1.1* riporta la definizione di rischio data dall'Autorità di bacino del fiume Po (AdbPo) [4].

Figura 1.1: Definizione di rischio di alluvione secondo l'AdbPo



Fonte: AdbPo, 2006 [4 p.19]

1.2 - Interventi per la riduzione del rischio di alluvione

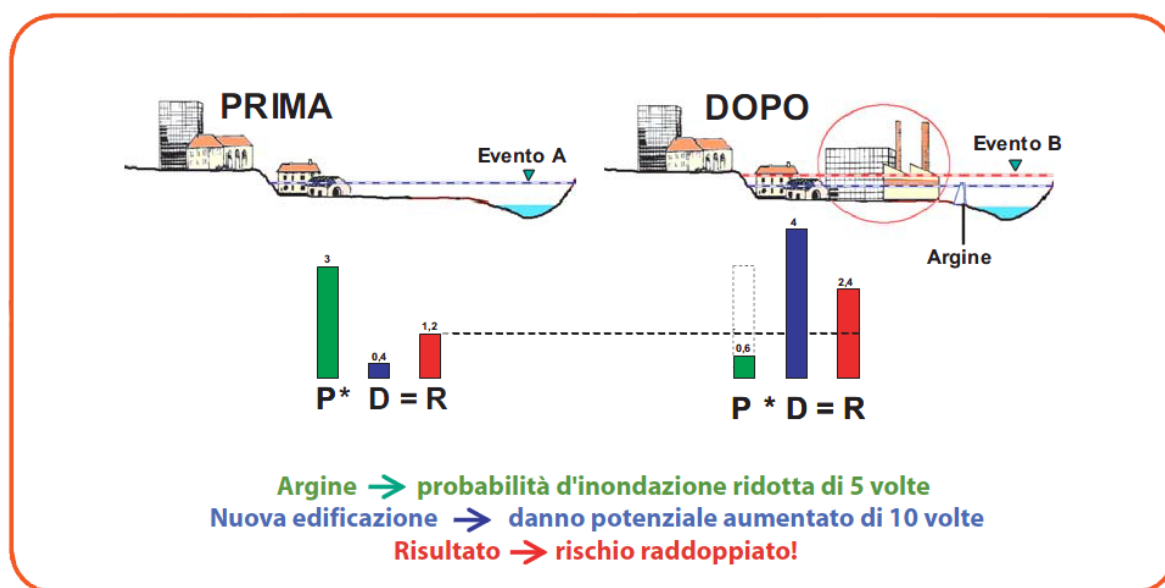
Si possono distinguere due tipologie di interventi volti alla riduzione del rischio di esondazione, interventi di tipo strutturale (misure di protezione) e di tipo non strutturale (misure di prevenzione e di previsione).

1.2.a - Interventi strutturali

I provvedimenti strutturali prevedono la manutenzione di opere idrauliche esistenti o la realizzazione di nuove opere. Esse permettono la riduzione dell'intensità o della frequenza degli alluvioni. Tuttavia, questa modalità di intervento presenta alcuni limiti:

- Un intervento strutturale non consente di mettere in sicurezza il territorio dato che sussiste un rischio di alluvione residuale nel caso di superamento dell'evento di progetto. Si può addirittura assistere ad un aumento del rischio. In questo senso, la *Figura 1.2* mostra un fenomeno di incremento della pressione insediativa a ridosso di un argine: il rischio residuale non viene percepito e costruzioni con alto valore intrinseco e alta vulnerabilità vengono edificate in seguito alla realizzazione dell'argine. Anche se la frequenza delle esondazioni risulta molto bassa, in caso di sormonto dell'argine l'entità del danno si rivela molto elevata a causa dell'aumento del valore esposto;
- In certi casi il rischio viene trasferito a valle dell'intervento: se il corso d'acqua non esonda più e se l'alveo convoglia tutta la portata di piena, il fiume può costituire una minaccia per i territori di valle;
- Gli interventi strutturali sono in genere molto costosi;
- Gli interventi di sistemazione idraulica hanno spesso impatti negativi sullo stato ecologico dei fiumi. In particolare, alterano i processi geomorfologici e provocano una perdita di continuità fluviale [S3].

Figura 1.2: Incremento del rischio di alluvione in seguito alla realizzazione di un argine



Fonte: CIRF, 2006 [20]

La gestione del rischio di esondazione non può quindi prescindere da misure non strutturali che agiscano sull'entità del danno attraverso interventi volti alla riduzione della vulnerabilità degli edifici, vincoli sull'uso del suolo nelle aree inondabili e sistemi di allerta e di protezione civile efficienti.

1.2.b - Interventi non strutturali

➤ **Riduzione della vulnerabilità degli edifici**

Innanzitutto, si può agire sulla vulnerabilità degli edifici attraverso misure attive o passive [11 p.15]:

- *le misure attive* richiedono l'intervento umano durante l'evento alluvionale e sono per questo motivo di scarsa efficacia. Consistono nell'impedire in situazione di urgenza l'ingresso dell'acqua con barriere o ancora sacchi di sabbia.

- *le misure passive* sono invece da favorire e possono consistere nell'elevazione delle strutture, nella loro impermeabilizzazione, nell'allagamento guidato o nella costruzione di barriere (mura) di contenimento intorno agli edifici.

➤ **Vincoli sull'uso del suolo**

Attraverso l'introduzione di vincoli sull'uso del suolo che disciplinino le costruzioni e le attività nelle aree sottoposte a pericolosità da alluvione, si può agire sull'entità del rischio. Infatti, le tipologie di uso del suolo presenti determinano il **valore esposto**, l'entità del **volume** che viene tolto al deflusso e all'espansione delle piene e i **servizi che gli ecosistemi** sono in grado di svolgere.

Per esplicitare la nozione di servizi ecosistemici, si prende come riferimento il Millenium Ecosystem Assessment che ne dà la seguente definizione [19]: « *Ecosystem services are the benefits people obtain from ecosystems* ». I servizi ecosistemi vengono quindi definiti come i benefici che le persone umane traggono dagli ecosistemi. Vengono individuati quattro tipi di servizi, i servizi di supporto, i servizi di approvvigionamento, i servizi culturali e i servizi di regolazione (*Tabella 1.1*). In questa ultima categoria figurano la regolazione delle alluvioni e la depurazione delle acque.

A seconda della copertura di uso del suolo, variano fortemente i servizi ecosistemici offerti. Negli ecosistemi complessi come le **aree boscate**, il suolo e la vegetazione sovrastante sono in grado di giocare un ruolo importante nel controllo delle alluvioni come si vedrà nella trattazione successiva (*Tabella 1.2*). Invece, per le aree cementificate le funzionalità dei suoli vengono totalmente perse con conseguenti criticità nel regolare il deflusso delle acque e le esondazioni.

Tabella 1.1: Classificazione dei servizi ecosistemici

Ecosystem services	
Supporting services	Nutrient cycling Soil formation Primary production ...
Provisioning services	Food Fresh water wood and fiber ...
Regulating services	Climate regulation Flood regulation Disease regulation Water purification ...
Cultural services	Aesthetic Spiritual Educational Recreational ...

Fonte: Millenium Ecosystem Assessment 2005 [19]

Gli **strumenti di pianificazione** permettono di imporre vincoli all'uso del suolo nelle aree soggette a pericolosità da alluvione. I diversi Piani che si applicano agli ambienti a ridosso dei corsi d'acqua, facendo riferimento in particolare alla Regione Lombardia per la quale saranno sviluppate le analisi e quindi al bacino del Po dove essa ricade, sono i seguenti:

- **I Piani di Bacino:** In Italia, la legge 183/1989 individua vari bacini idrografici sul territorio, di pertinenza nazionale, interregionale, regionale o provinciale, governati da un'*Autorità di Bacino* [L8]. La legge 267/1998 prevede l'adozione di un **Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** da parte delle Autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e da parte delle regioni per i restanti bacini [L10]. Nata in una situazione di emergenza dopo l'alluvione di Sarno il 5 maggio 1998, la legge ha per obiettivo principale la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e l'adozione di misure di salvaguardia per le aree a rischio elevato. **Il PAI ha valore di piano territoriale per la gestione del rischio idraulico e idrogeologico e vincola la pianificazione territoriale a scala regionale, provinciale e comunale.** Il PAI per il bacino del Po, i cui contenuti saranno precisati al *paragrafo 1.3*, è stato approvato nel 2001 [L16]. Esso fissa vincoli all'uso del suolo nelle aree soggette a pericolosità da alluvione in vista di preservare le condizioni di deflusso delle piene e le aree di espansione naturali per la laminazione delle piene, e di limitare il valore esposto.

- **I Piani dei Parchi:** Come i Piani di Bacino, i Piani dei Parchi di rilevanza nazionale o regionale hanno un carattere vincolante. Predisposti dagli Enti Parco hanno come obiettivo la tutela dei valori naturali ed ambientali e sono disciplinati dalla legge quadro per le aree protette [L9]. In Lombardia la L.R. 86/1983 istituisce il Piano regionale delle aree regionali protette [L7].

- **Il Piano Territoriale Regionale (PTR):** In Lombardia, la L.R 12/2005 definisce il PTR come « *atto fondamentale di indirizzo, agli effetti territoriali, della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province* » [L11].

- **Il Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PTPR)**: Dal 2001 la Regione Lombardia è dotata da un Piano Territoriale Paesaggistico Regionale ma soltanto dal 2008 [L3] esso riconosce la rilevanza paesistica dei sistemi fluviali e recepisce quindi il “Codice dei beni culturali e del paesaggio” che pone i fiumi e torrenti tra gli ambiti tutelati per legge [L1]. Il PTPR evidenzia « *la volontà regionale di promozione e valorizzazione dei processi di pianificazione integrata relativi a singoli sottobacini o parti di essi* » [L21 p.21] e quindi promuove la pianificazione a scala del singolo corso d’acqua. Si nota che sono state adottate in particolare delle disposizioni per il Fiume Po.

- **I Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP)**: Come sottolineato nello studio nazionale del 2003 sul rischio idrogeologico in Italia [20 p.10], il PTCP svolge un ruolo strategico fondamentale nei confronti della difesa dei suoli e della tutela del territorio. Costituisce un quadro di unione degli strumenti di pianificazione sovraordinati compresi i Piani di Bacino e Piani dei Parchi. In Lombardia la normativa di riferimento per il PTCP è la L.R 12/2005 [L17].

- **I Piani di Governo del Territorio (PGT)**: Le amministrazioni comunali gestiscono l’uso del suolo sul territorio comunale attraverso l’elaborazione dei piani comunali (PGT) , in coerenza con gli strumenti di pianificazione a scala provinciale e regionale, e il rilascio delle autorizzazioni per l’insediamento di nuove funzioni. In Lombardia, come il PTCP e il PTR, il PGT è disciplinato dalla L.R 12/2005 [L17].

Il PAI punta all’uniformazione della gestione dell’uso del suolo nelle aree sottoposte a pericolosità da alluvione a scala di bacino. Inoltre, le disposizioni contenute in alcuni Piani dei Parchi (per i Parchi detti “Parchi fluviali”) e nel PTPR (dal 2008) puntano ad un coordinamento della pianificazione negli ambiti fluviali a scala del singolo fiume. Tuttavia, altri strumenti di pianificazione che si applicano alle aree a ridosso dei corsi d’acqua lavorano ad una **scala diversa di quella del singolo fiume**, a scala provinciale per il PTCP e a scala comunale per il PGT. Ne risulta una **divisione amministrativa degli ambiti fluviali**: sono alla fine i singoli comuni a pianificare dell’uso del suolo delle aree soggette a pericolosità da alluvione che ricadono nel loro territorio.

➤ **Gestione delle aree boscate**

Le aree boscate sono tra gli ecosistemi più complessi e assolvono un ruolo polifunzionale e potrebbero giocare un ruolo nel controllo delle esondazioni. Infatti, nell’ambito del Programma Quadro per il Settore Forestale (PQSF) [L22], vengono elencate le funzioni svolte dalle aree boscate e le esternalità generate in termini di beni e servizi di fondamentale importanza per la società umana, tra le quali la depurazione e la regimentazione delle risorse idriche (Tabella 1.2). Da Forest Research, centro britannico di ricerca sulle aree boscate e le foreste, dalla sua struttura (elevato contenuto di materia organica, effetto delle radici, effetto degli organismi viventi), il suolo che supporta le aree boscate è in grado di realizzare una ritenzione di acqua e di ritardare il passaggio delle acque piovane nei corsi d’acqua [16]. Questo effetto, chiamato “effetto spugna” dipende fortemente dalle specie di alberi presenti e ha un impatto molto limitato per eventi idrologici intensi o di lunga durata.

Inoltre, come sottolineato nel rapporto del PQSF [L22 p.49] una corretta gestione dei boschi è di fondamentale importanza per garantire le sue funzioni economiche, protettive, ambientali e ricreative.

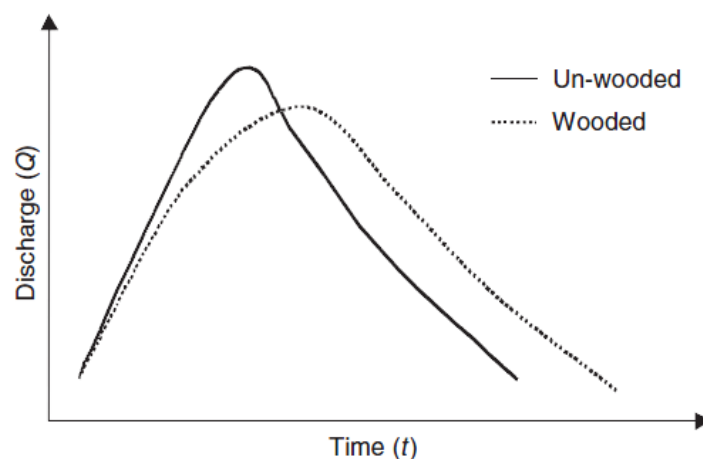
Tabella 1.2: Ruoli e funzioni del patrimonio forestale¹

RUOLO DELLE FORESTE	PRINCIPALI ESTERNALITÀ GENERATE
Produttivo	Produzione di materie prime rinnovabili e compatibili con l'ambiente Fornitura di prodotti secondari non legnosi
Protettivo - Ambientale - Ecologico - Paesaggistico	Depurazione dell'aria Emissione di ossigeno Assorbimento di anidride carbonica Depurazione e regimentazione delle risorse idriche
	Consolidamento dei suoli e dei versanti Contenimento dei fenomeni di desertificazione
	Conservazione della biodiversità animale e vegetale
	Definizione paesaggistica
Sociale-Culturale	Servizi storico-culturali, turistico-ricreativi e igienico-sanitari

Fonte: PQSF, 2008 [L22 p.47]

In particolare, i lavori condotti da Nisbet (2004) [23] hanno messo in evidenza le **potenzialità delle aree boscate situate nelle aree di esondazione nel controllare il fenomeno di alluvione**. In presenza di aree boscate la scabrezza idraulica è superiore rispetto ad altri tipi di vegetazione: a differenza dei cespugli che possono essere schiacciati durante eventi di piena di forte intensità, gli alberi costituiscono una vera e propria barriera fisica al deflusso della piena. Di conseguenza, la sua velocità di deflusso si riduce e lo stoccaggio di acqua aumenta. A valle delle aree boscate, ci si aspetta un abbassamento della portata al colmo di piena e un aumento del tempo di picco (Figura 1.3), ossia si prevede che l'area boscata svolga lo stesso ruolo di una cassa di laminazione in linea. Quest'ipotesi è stata confermata attraverso simulazione idraulica per il Fiume Parrett nella parte sud-ovest dell'Inghilterra.

Figura 1.3: Idrogramma di piena teorico: effetto potenziale della presenza di aree boscate nelle aree esondabili sull'onda di piena (Q , portata; t , tempo)



Fonte: Nisbet T., Thomas H., 2006 [24 p. 115]

¹ Nel rapporto PQSF i termini foresta e bosco vengono confusi.

Tuttavia, un'area boscata può avere impatti negativi sul rischio di alluvione. Infatti, ci si aspetta un aumento del rischio idraulico a monte con un innalzamento dei livelli idrici. Inoltre, la corrente di piena può trasportare materie legnose in provenienza dell'area boscata, le quali possono formare sbarramenti o ostruire le strutture quali i ponti a valle.

In conclusione, l'impatto delle aree boscate situate negli ambiti fluviali sul rischio idraulico deve essere verificato caso per caso mediante simulazione idraulica. Le aree boscate devono essere localizzate in posizioni strategiche per mitigare il rischio idraulico nel territorio situato a valle. L'effetto è anche fortemente influenzato dal modo di gestione dei boschi, che dovrebbe puntare alla minimizzazione del trasporto di materie legnose durante gli eventi di piena.

Inoltre, sempre da Nisbet (2004) [23], le aree boscate a ridosso dei corsi d'acqua potrebbero mitigare le potenziali variazioni di temperatura delle acque conseguenti ai cambiamenti climatici e quindi proteggere la fauna di acqua fresca.

➤ *Utilizzo di aree verdi urbane o agricole per l'espansione delle piene*

I campi sportivi e le aree ricreative potrebbero essere utilizzati come aree di espansione delle piene come viene raccomandato dal Cemagref, istituto di ricerca francese [7].

Inoltre, attraverso la coltivazione di specie igrofilie, ad esempio specie legnose, nelle aree esondabili e una pianificazione locale rigorosa, potrebbero essere create aree agricole di alluvionamento programmato. Si stanno sviluppando progetti pilota per la gestione di aree di alluvionamento programmato nella Regione Veneto [18].

➤ *Riqualficazione fluviale*

Anche se l'obiettivo primario della riqualficazione fluviale non è la riduzione del rischio idraulico ma il miglioramento dello stato ecologico degli ambienti perifluviali, potrebbe permettere di ripristinare i servizi ambientali di controllo delle esondazioni come la regimentazione del deflusso delle piene o la laminazione delle piene. Il Centro Italiano per la Riqualficazione Fluviale (CIRF) dà infatti la seguente definizione della riqualficazione fluviale [53].

«l'insieme integrato e sinergico di azioni e tecniche, di tipo anche molto diverso (dal giuridico-amministrativo-finanziario, allo strutturale), volte a portare un corso d'acqua, con il territorio ad esso più strettamente connesso ("sistema fluviale"), in uno stato più naturale possibile, capace di espletare le sue caratteristiche funzioni ecosistemiche (geomorfologiche, fisico-chimiche e biologiche) e dotato di maggior valore ambientale, cercando di soddisfare nel contempo anche gli obiettivi socio-economici.»

In particolare, la riprofilatura dei corsi d'acqua canalizzati per ricreare un ambiente naturale rappresenta un intervento possibile di riqualficazione fluviale che modifica fortemente il regime di deflusso delle acque. Riproducendo ad esempio meandri, i quali giocano un ruolo nel rallentare le piene, si potrebbe influire sull'idrogramma di piena [30].

Nell'ambito del progetto VALURI nel quale vengono considerate diverse alternative di assetto per il Fiume Mella, il CIRF ha messo in evidenza che per **il caso del Fiume Mella**, piuttosto che puntare soltanto su sistemazioni idrauliche per la difesa contro le esondazioni, conviene economicamente riqualficare [22].

1.3 - Quadro normativo per la gestione del rischio di alluvione

1.3.a- Strumenti anteriori alla Direttiva europea “Alluvioni”

➤ *Piano per l’Assetto Idrogeologico (PAI)*

Come anticipato alla *sezione 1.2.b*, il PAI per il bacino del Po è stato approvato nel **2001**. Nella relazione del piano, gli obiettivi vengono così definiti: «*Il “Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico” ha lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli, direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti ambientali ad esso connessi [...] »[L16 p.30].*

Costituisce un quadro di unione dei precedenti piani stralci e straordinari che hanno affrontato il rischio idraulico e idrogeologico tra i quali il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), il PS45 e il PS267.

È da notare che nel PAI sono emersi due ambiti territoriali per quanto riguarda i fenomeni alluvionali, il reticolo idrico principale e il reticolo idrico secondario.

Per il reticolo idrico principale, esiste una mappatura continua della pericolosità da alluvione: è oggetto della delimitazione delle fasce fluviali (PSFF). Inoltre, l’AdbPo si occupa dell’aggiornamento e dell’approfondimento del quadro conoscitivo nonché della definizione delle misure volte alla riduzione del rischio per i fiumi principali.

Il reticolo secondario è studiato e gestito in modo diverso. È stato oggetto di un’analisi semplificata della pericolosità da alluvione con la realizzazione di una mappatura discontinua dei dissesti idraulici. Mentre il lavoro di analisi è stato avviato dall’AdbPo con l’Atlante dei rischi del PAI [L17], i Comuni, coordinati dalle Regioni e le Province, aggiornano e approfondiscono le conoscenze relative ai dissesti idraulici e sviluppano strumenti urbanistici per fare fronte al rischio di esondazione.

➤ *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF): mappe di pericolosità da alluvione*

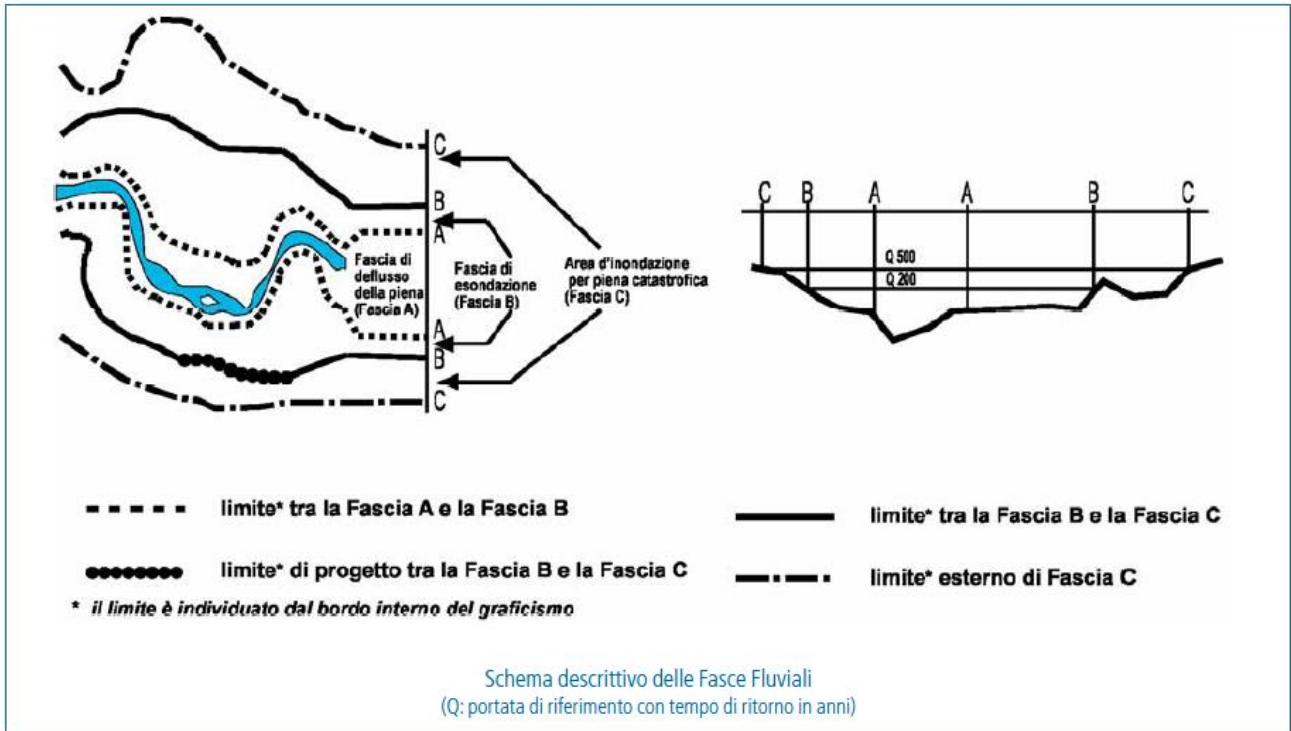
Il PSFF [L20], delimita **tre fasce di pericolosità** lungo il reticolo idrico principale (*Figura 1.4*). Queste fasce sono state definite mediante l’analisi della morfologia, dell’idrologia, della geometria e delle caratteristiche idrauliche dei corsi d’acqua. Inoltre, è stato adottato come **evento di riferimento la piena con tempo di ritorno 200 anni**.

Il primo PSFF approvato nel 1998 che delimitava in Lombardia soltanto le fasce fluviali del **Fiume Po** e dei tratti **dei Fiumi Oglio, Chiese, Adda e Mincio** nelle vicinanze della **confluenza con il Po**, è stato completato nell’ambito del PAI in un secondo PSFF. Nel PSFF vengono date le seguenti definizioni delle fasce fluviali [L20 pp. 26-29]:

-Le **fasce A e B** corrispondono alle **aree di esondazione** per l’alluvione di riferimento. I limiti esterni della fascia B coincidono quindi con i limiti delle aree di inondazione per la piena due centennale. La fascia A è la fascia di deflusso della corrente di tale piena;

-La **fascia C** segnala la **pericolosità residuale** in caso di superamento della piena di riferimento. Per la delimitazione di quest’ultima fascia, è stato scelto come evento alluvionale di riferimento la massima piena storicamente registrata se essa corrisponde a un tempo di ritorno superiore a 200 anni o in assenza di tale dato la piena con tempo di ritorno 500 anni.

Figura 1.4: Schema descrittivo delle fasce fluviali



Fonte: AdbPo, 2006 [4 p.27]

Si sottolinea il fatto che gli studi per la delimitazione delle fasce fluviali del secondo PSFF sono stati condotti con riferimento al nuovo assetto idrogeologico previsto dal PAI. Dove l'AdbPo ha ritenuto necessaria la realizzazione di nuove opere di contenimento dei livelli idrici, è stata individuata una fascia B detta "di progetto". I limiti di essa coincidono con i limiti tra la fascia B e la fascia C che dovranno essere effettivi dopo la realizzazione di nuove opere idrauliche. In attesa della loro costruzione, le condizioni di pericolosità in corrispondenza della fascia B di progetto sono quindi maggiori.

Il PAI definisce norme che vincolano l'uso del suolo nelle fasce fluviali [L19 pp. 39-43]². Per quanto riguarda le fasce A e B, raccomanda complessivamente la **delocalizzazione** degli edifici presenti, la limitazione delle nuove edificazioni e degli ampliamenti delle urbanizzazioni esistenti e la preservazione degli ecosistemi fluviali. Le attività e gli usi all'interno dei territori delimitati dalle fasce fluviali devono essere compatibili con gli obiettivi perseguiti dal PAI:

- In fascia A deve essere assicurato il deflusso della piena di riferimento e deve essere preservata la dinamica geomorfologica dell'alveo.
- In fascia B devono essere preservate le aree di espansione naturali per la laminazione delle piene e devono essere tutelate le condizioni naturali e ambientali.
- In fascia C deve essere gestito il rischio residuale di alluvione attraverso misure di previsione e di prevenzione elaborate dagli enti territoriali.

² Elaborato 7 del PAI, Norme di attuazione, Artt. 29, 30, 31.

➤ ***Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici: analisi di rischio a scala comunale***

Nell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici elaborato nell'ambito del PAI del Bacino del Po [L17] è stata condotta un'analisi di rischio a scala comunale che ha consentito la determinazione di un rischio medio per tutti i comuni il cui territorio ricade interamente nel bacino del Po. I comuni sono stati classificati secondo quattro classi di rischio idraulico (moderato, medio, elevato e molto elevato).

Tuttavia, tra le varie semplificazioni introdotte, il danno potenziale (prodotto della vulnerabilità e del valore esposto) è stato stimato con riferimento ai valori medi di densità degli insediamenti e di intensità delle attività per l'insieme del comune: l'uso del suolo nelle aree allagabili non è stato analizzato.

1.3.b- Recepimento della Direttiva "Alluvioni"

La Direttiva "Alluvioni" è stata recepita nella legislazione italiana con il D.lgs 49/2010 [L2]. Le analisi preliminari del rischio e la realizzazione delle mappe di pericolosità e di rischio di alluvione è a carico delle Autorità di Bacino.

Per il bacino del Po, l'attuazione del D.lgs. 49/2010, oltre ad introdurre nuove mappe, le mappe di rischio, impone un riesame e un aggiornamento dei contenuti del PAI.

Il 31 gennaio 2012 l'AdbPo ha approvato il *Progetto esecutivo delle attività per la redazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione* [5] dove viene definita la metodologia da seguire per realizzare le mappe, e le specifiche dei prodotti finali. La scadenza per la predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvione è fissata a giugno 2013 dalla Direttiva europea [L5].

L'AdbPo ha ritenuto che la prima fase di valutazione preliminare del rischio di alluvione fosse già stata compiuta con le analisi condotte nel quadro del PAI. Tuttavia, ha individuato la necessità di completare e di approfondire gli studi per potere elaborare mappe che rispondano ai requisiti della legislazione nazionale.

1.4 - Obiettivi della Tesi

I paragrafi precedenti hanno messo in evidenza i punti seguenti:

- gli interventi strutturali (sistemazioni idrauliche) non bastano a gestire il rischio di alluvione: si impone la necessità di regolamentare l'uso del suolo nelle aree sottoposte a pericolosità da alluvione per limitare il valore esposto, conservare aree per il deflusso e l'espansione delle piene e mantenere i servizi offerti dagli ecosistemi;
- il fenomeno di consumo di suolo che colpisce l'Italia e in particolare la Regione Lombardia ha causato danni ingenti durante eventi alluvionali recenti;
- appare essenziale mantenere un buon stato di salute degli ecosistemi in ambiti fluviali perché siano in grado di fornire i servizi indispensabili alla società umana tra i quali il controllo delle alluvioni;
- i confini amministrativi tra le province da una parte e i comuni d'altra parte dividono gli ambiti fluviali e potrebbero costituire un ostacolo a una pianificazione integrata a scala del singolo fiume.

Lo scopo del presente lavoro di Tesi è di studiare le **variazioni dell'uso del suolo nelle fasce fluviali** lombarde delimitate dall'AdbPo dopo l'introduzione del PAI e di **tentare di rintracciarne le cause**.

Si è scelto di realizzare l'analisi nelle fasce fluviali in quanto costituiscono l'unica mappatura continua della pericolosità da alluvione disponibile in Regione Lombardia. Si è deciso di analizzare l'uso del suolo non solo nelle **fasce A e B** di esondazione per la piena di riferimento ma anche in **fascia C** la quale segnala le condizioni di **rischio residuale** in caso di superamento delle portate di progetto o di fallanza delle sistemazioni idrauliche. Infatti, la Direttiva europea "Alluvioni" impone che il rischio residuale sia preso in considerazione [L5] e è da sottolineare che esso non può essere trascurato dato la vetustà di numerose opere idrauliche.

Con maggiore dettaglio, la Tesi persegue gli obiettivi di:

- quantificare l'estensione delle diverse tipologie di coperture di uso del suolo presenti nelle fasce A, B e C e quantificare le loro variazioni **rispetto al territorio fuori dalle fasce**;
- realizzare in particolare un bilancio sul consumo di suolo nelle fasce fluviali (il termine di consumo di suolo verrà esplicitato al *paragrafo 2.2.a*);
- individuare tra gli **strumenti urbanistici**, PTCP, PGT o Piani dei Parchi, quelli che hanno svolto un ruolo preponderante nel determinare l'uso del suolo nelle fasce fluviali, ossia apprezzare le differenze nell'uso del suolo nelle fasce fluviali legate al contesto amministrativo (Provincia, Comune) e alla presenza di aree protette;
- evidenziare un'eventuale influenza della **morfologia del territorio** e del **contesto demografico** sull'uso del suolo nelle fasce ;
- valutare l'**affidabilità dei risultati** ottenuti nei confronti dei dati utilizzati;
- valutare la variazione del danno in caso di fenomeno alluvionale conseguente alle variazioni di uso del suolo rilevate.

1.5 - Descrizione dell'area di studio

La Regione Lombardia ricade all'interno del bacino idrografico del Po, il fiume più lungo d'Italia con una lunghezza di oltre 650 km. Si pone fra le regioni italiane più densamente popolate con una densità abitativa che giunge a 410 abitanti/km² nel 2013 (*Fonte: Istat*). La morfologia del territorio lombardo è variegata. Le zone altimetriche sono per il 40% montuose, con rilievi alpini a nord e appenninici a sud in provincia di Pavia, per il 13% collinose e per il 47% pianeggianti³.

La Regione è caratterizzata da una concentrazione di popolazione, di aree densamente urbanizzate, di attività industriali e di infrastrutture su un territorio marcato da situazioni di dissesto idrogeologico e idraulico. L'AdbPo ha infatti individuato ampie aree soggette a potenziali esondazioni in Lombardia, le fasce fluviali (*paragrafo 1.3.a*). In particolare, a nord nella zona montuosa alpina e prealpina, i fenomeni di esondazione e di instabilità dei pendii sono spesso correlati. Il rischio di sbarramento dei corsi d'acqua successivamente ad eventi franosi vi è elevato.

Risulta importante notare che la regione ha visto l'accadersi di alluvioni catastrofiche nel passato, alcune delle quali sono riportate nelle trattazione successiva.

1.5.a - Alluvioni del fiume Po del 1951 e del 2000

Tra gli eventi idrogeologici più catastrofici del dopoguerra in Italia, si possono citare le esondazioni del fiume Po del 1951 e del 2000 che hanno colpito in parte la Lombardia [10].

In novembre 1951, in seguito a piogge intense, si verificarono gravi esondazioni del fiume che portarono a rotte arginali in provincia di Rovigo nel Veneto. La Lombardia fu anch'essa colpita con allagamenti nell'Oltrepò pavese, nel cremonese e in una parte della provincia di Mantova.

Nel novembre 2000 un evento idrogeologico di estrema intensità colpì maggiormente la Valle d'Aosta. In Lombardia, in provincia di Mantova, il Po ruppe l'argine golenale tra Borgofranco sul Po e Carbonarolo e a livello di Carbonarolo.

Nel susseguirsi dei secoli gli argini del Po sono stati innalzati e consolidati per contenere i livelli di piena registrati, secondo un processo di feedback. Oggi, il fiume comporta un **sistema di rilevati arginali pressoché continuo** dalla confluenza del fiume Ticino al mare e costituito da due tipologie di argini. Gli **argini golenali** difendono le golene dalle esondazioni ma possono essere sommersi dalle piene superiori alla piena di progetto. Invece, gli **argini maestri**, che sono stati costruiti ad una distanza maggiore dal letto, non dovrebbero mai essere superati e sono stati dimensionati per contenere i livelli d'acqua massimi prevedibili.

³ I dati sono stati elaborati a partire dalla delimitazione delle zone altimetriche dell'Istat e dalla base dati per i limiti amministrativi della Direzione Generale Territorio e Urbanistica (*paragrafo 2.1*)

1.5.b - Alluvione della Valtellina del 1987

L'alluvione della Valtellina del luglio 1987 [13] ebbe danni rilevanti per la Regione Lombardia. Piogge particolarmente intense e prolungate provocarono l'esondazione del fiume Brembo, del Fiume Adda e dei suoi tributari in vari punti, frane di terreni imbibiti di acqua e colate di detrito. Si può citare in particolare la tracimazione del Madrasco a Fusine, del Torreggio a Torre di S. Maria, del Poschiavino a livello della strada per la dogana di Piattamala, e l'esondazione dell'Adda a Morbegno e Ardenno.

La tragedia iniziò il 18 luglio 1987 in Val Tartano con smottamenti e colate detritiche e si concluse il 28 luglio 1987 con la frana del Val Polo. Essa creò uno sbarramento artificiale che interruppe il deflusso dell'Adda verso Tirano. Per potere procedere al rilascio delle acque immagazzinate tutti i centri abitati nei pressi del corso dell'Adda, da Grosotto a Sondrio, furono evacuati.

La Val Brembana fu anch'essa colpita il fiume Brembo esondò invasando numerosi paesi tra cui San Pellegrino Terme in provincia di Bergamo [28].

Il bilancio ammontò a più di 50 morti, migliaia di persone evacuate e 4.000 miliardi di lire di danni. In totale, 162 comuni furono colpiti in cinque province, Sondrio, Como, Lecco, Bergamo e Brescia.

1.5.c - Alluvioni in provincia di Varese

In provincia di Varese, il reticolo idrico, che conta principalmente i fiumi Olona, Arno, Rile e Tenore, costituisce una minaccia per il territorio circostante in particolare per le numerose aree densamente urbanizzate e industrializzate e per il territorio agricolo.

Si sono verificati danni ingenti negli ultimi 50 anni, per i quali la *Tabella 1.1* dà una stima. Nell'elaborato 3 del Piano per l'Assetto Idrogeologico [L18 p.20] viene riportato in particolare l'alluvione del 1995: «*I tre torrenti Arno, Rile e Tenore sono stati interessati dalla piena del settembre 1995 di gravosità straordinaria, che a causa dell'insufficienza generale delle sezioni idriche e soprattutto di quelle dei ponti di attraversamento, ha determinato estesi allagamenti sia di aree urbane ed industriali che di aree agricole*».

Tabella 1.3: Costi delle alluvioni negli ultimi 50 anni per la collettività in provincia di Varese

Anno	Stima del danno
1951	non c'è memoria dell'entità dei danni
1976	danni per oltre 56 miliardi (corrispondenti, se attualizzati ad oggi, a 380 miliardi)
1992	danni per 250 miliardi (ad oggi 319 miliardi)
1995	danni per 183 miliardi (ad oggi 204 miliardi)
2000	danni per 77 miliardi (prima stima)

Fonte: Unione degli Industriali della Provincia di Varese, 2000 [31]

1.5.d - Alluvioni del fiume Oglio

I 16 e 17 settembre del 1960, la Valcamonica fu colpita da un evento meteorologico intenso che provocò l'esondazione del fiume Oglio e fra l'altro danni agli impianti idroelettrici della Edison e della Edisonvolta [29].

Per citare un evento più recente, si può fare riferimento al fine luglio 2012. In Alta Valcamonica nelle vicinanze di Sonico (provincia di Brescia), il torrente Rabbia esondò e il livello del fiume Oglio si alzò pericolosamente a causa delle forti piogge e di smottamenti, con la conseguente chiusura della statale 42 per oltre 24 ore e l'evacuazione di alcune famiglie [14].

1.6 - Struttura della Tesi

Lo studio delle variazioni dell'uso del suolo nelle fasce fluviali lombarde oggetto di questo elaborato di Tesi è strutturato in quattro grandi fasi:

- In una prima fase di inquadramento territoriale ci si propone di caratterizzare il territorio delle fasce fluviali in Lombardia e di analizzare i fattori suscettibili di influire sulla gestione dell'uso del suolo all'interno di esse ossia la situazione demografica nei comuni interessati dalle fasce e la presenza di parchi (*Capitolo 3*);
- Si presenteranno poi i risultati dello studio preliminare dell'uso del suolo realizzato nelle fasce fluviali per le diverse coperture presenti (aree antropizzate, aree agricole e aree biopermeabili) in relazione alla morfologia del territorio e alla presenza di parchi (*Capitolo 4*);
- Ci si concentrerà in una terza parte sullo studio delle variazioni delle aree urbanizzate per l'insieme delle fasce del territorio lombardo, in quanto la presenza di tali coperture incide fortemente sul rischio di esondazione (*Capitolo 5*);
- Infine, si condurrà uno studio di dettaglio delle variazioni delle aree urbanizzate lungo i Fiumi Po ed Oglio per tentare di evidenziare le cause all'origine delle dinamiche osservate e per realizzare una verifica degli errori e incertezze delle basi dati (*Capitolo 6*).

Il *Capitolo 2* è dedicato alla presentazione dei dati utilizzati e all'esposizione della metodologia.

Capitolo 2 - Definizione di una metodologia per lo studio delle variazioni di uso del suolo in ambito perifluviale

Nel presente capitolo vengono presentate le caratteristiche dei dati utilizzati, le coperture di uso del suolo analizzate, le definizioni degli indicatori impiegati e i criteri adottati per la loro interpretazione e infine i metodi introdotti per l'elaborazione di una base dati funzionale allo studio dell'uso del suolo nelle fasce fluviali lombarde. Si è cercato di valutare l'affidabilità della base dati finale ottenuta.

2.1 - Dati utilizzati

Per svolgere le analisi sono stati utilizzati:

- basi dati in formato shapefile per l'uso del suolo (DUSAF), per le fasce fluviali, per i limiti amministrativi e per le aree protette in Lombardia, scaricati dal Geoportale della Lombardia [S4]⁴;
- una base dati in formato shapefile per il reticolo idrografico scaricata dal WebGis dell'AdbPo[S1]⁵;
- dati Istat relativi alla popolazione residente nei comuni lombardi e alla classificazione dei comuni per zone altimetriche scaricati dall'Annuario Statistico Regionale della Lombardia [S2]⁶;
- le ortofoto a colori per gli anni 2000 e 2006 del Geoportale nazionale [S5]⁷.

Le elaborazioni sono state realizzate con il software ArcGis®. Tutti i dati usati sono nel sistema di riferimento cartografico WGS 84 - UTM 32.

2.1.a - Base dati per l'uso del suolo

Nella scelta di una base dati digitale per l'uso del suolo, sono fondamentali due grandezze che determinano il suo grado di precisione e la sua scala di utilizzazione: la scala nominale della carta e l'unità minima rilevata e cartografata (UMR) [12].

La scala nominale è legata alla precisione planimetrica e dipende dalla risoluzione dell'immagine utilizzata per la fotointerpretazione. Corrisponde alla scala per la quale la stampa della carta ha la stessa precisione metrica della carta tradizionale, ossia un errore di graficismo convenzionalmente di 0,2 mm [6]. Ne discende che alla scala 1/10.000 la risoluzione è di 2 m e alla scala 1/100.000 è di 20 m.

L'unità minima rilevata è la superficie effettivamente riconosciuta a terra nella fase di interpretazione delle immagini: le geometrie che hanno dimensioni inferiori alla UMR non vengono distinte dalle matrici circostante e non sono riconosciute per l'effettiva copertura che le caratterizza [26].

Perciò, ad una scala nominale grande deve corrispondere una UMR bassa per potere effettivamente utilizzare la base dati a grande scala.

Si dispone di due basi dati per l'uso del suolo georeferenziate e a componente poligonale che coprono il territorio Lombardo: la base **Corine Landcover** e la base **DUSAF**. Esse hanno una legenda confrontabile ma un livello di precisione diverso.

⁴ Download effettuati nel novembre 2012

⁵ Download effettuati nel marzo 2013

⁶ Estrazione dei dati effettuata nel dicembre 2012

⁷ Dati utilizzati tra novembre 2012 e novembre 2013.

➤ *Base Corine Landcover*

La base dati Corine Landcover è il prodotto di un progetto europeo volto all'uniformazione dell'informazione geografica a scala europea e alla predisposizione di politiche comunitarie per la gestione dei territori. È stata ottenuta a partire dalla foto interpretazione di immagini satellitari. Ha una **scala nominale pari a 1/100.000**, e quindi una risoluzione di 20 m, e una **UMR pari a 25 ettari** [9]. Consente quindi lo studio dell'uso del suolo a piccola scala su vaste aree e non è adatta per questo lavoro di Tesi.

Infatti, la risoluzione di 20 m delle base Corine Landcover appare insufficiente rispetto alla larghezza delle fasce. Non di rado la larghezza della fascia A è inferiore a 200 m o addirittura a 100 m come ad esempio lungo una buona parte dell'asta del Fiume Lambro: per questi tratti, l'errore di graficismo della base Corine Landcover supera il 10% o persino il 20% della larghezza della fascia A.

Inoltre, la *Tabella 2.1* consente di cogliere gli ordini di grandezza delle unità elementari all'interno delle quali è stato studiato l'uso del suolo. Si nota che, trattandosi di valori medi, le superfici reali di alcune unità elementari assumono valori molto più bassi. Per potere svolgere uno studio di dettaglio lungo i Fiumi Po e Oglio, il territorio delle fasce è stato diviso in conci (*paragrafo 2.4*). Per il Fiume Oglio, la dimensione dei conci risulta essere molto più ridotta rispetto al Fiume Po. In particolare, la fascia B ha una superficie pari a 108 ettari ossia circa 4 volte l'UMR e perciò la base Corine Landcover non permette di dare una descrizione abbastanza fine dell'uso del suolo. Questa osservazione si applica allo studio dell'uso del suolo a scala comunale: nei comuni interessati dalla fascia A e dalla fascia B, l'estensione media rispettivamente della fascia A e della fascia B è di circa 105 ettari.

Tabella 2.1: Estensione media delle fasce A, B e C nelle diverse unità territoriali all'interno delle quali sono state realizzate le analisi

Unità territoriali di riferimento	Estensione media della fascia A (ha)	Estensione media della fascia B (ha)	Estensione media della fascia C (ha)
Conci del Fiume Oglio	155,3	108,0	380,3
Conci del Fiume Po	818,8	537,9	4.366,0
Comuni interessati dalla fascia corrispondente	105,1	104,7	412,2

Fonte: Elaborazioni da dati dell'AdbPo, delle Direzione Generale Territorio e Urbanistica

➤ *Base DUSAF*

La base dati DUSAF (Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali) è stata realizzata dall'Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura alle Foreste (ERSAF) con la collaborazione dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia (ARPA) con il finanziamento delle Direzioni Generali Territorio e Urbanistica, Agricoltura e Sistemi Verdi e Paesaggio della Regione Lombardia [2].

Proviene dalla foto interpretazione di immagini aeree del suolo lombardo (ortofoto) riprese negli anni 1998-1999 (DUSAF 1.1) e nel 2007 (DUSAF 2.1). L'utilizzo di ortofoto ha permesso di raggiungere un buon livello di dettaglio: **la scala nominale della carta è pari a 1/10.000. L'UMR è stata scelta pari a 0,16 ettari.**

Perciò, la base dati adottata per le analisi è il DUSAF. L'esistenza di dati per l'uso del suolo per due soglie temporali ha consentito di studiare le variazioni dell'uso del suolo nelle fasce fluviali tra il 1999 e il 2007.

La legenda DUSAF è articolata in 3 livelli principali con 5 classi al livello I, aree antropizzate, aree agricole, territori boscati e ambienti seminaturali, aree umide e corpi idrici, e 34 classi al livello III. Sono anche presenti eventuali classi ai livelli IV e V. La *Tabella 2.2* presenta la legenda DUSAF per i due primi livelli e la *Tabella 2.3* presenta la legenda ai livelli II, III, IV e V per le aree antropizzate.

Si nota che le aree classificate nella **classe DUSAF 3** saranno chiamate **aree biopermeabili** in quanto aree non interessate da urbanizzazioni o da altre forme di uso antropico intensivo [27 p.33]. Tali aree svolgono funzioni importanti di connessione ecologica.

Inoltre, le **classi DUSAF 11 e 12** sono raggruppate in un'unica classe che viene chiamata **aree urbanizzate**. In *Appendice 1* figurano le specifiche dettagliate della legenda delle classi 11 e 12 DUSAF.

Tabella 2.2: Legenda DUSAF per i due primi livelli

Livello I	Livello II (non sempre presente)
1. Aree antropizzate	11. Zone urbanizzate
	12. Insediamenti produttivi, grandi impianti e reti di comunicazione
	13. Aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati
	14. Aree verdi non agricole
2. Aree agricole	21. Seminativi
	22. Colture permanenti
	23. Prati stabili
3. Territori boscati e ambienti seminaturali	31. Aree boscate
	32. Ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione
	33. Zone aperte con vegetazione rada e assente
4. Aree umide	
5. Corpi idrici	

Fonte: da ERSAF [1]

Tabella 2.3: Legenda DUSAF per la classe 1 – Aree antropizzate

Livello II	Livello III	Livello IV (non sempre presente)	Livello V (non sempre presente)
11. Aree urbanizzate	111. Tessuto urbano continuo	1111. Tessuto residenziale denso	
		1112. Tessuto residenziale continuo mediamente denso	
	112. Insediamento discontinuo	1121. Tessuto residenziale discontinuo	
		1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	
12. Insediamenti produttivi, grandi impianti e reti di comunicazione	121. Zone produttive e insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati	1211. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali e agricoli con spazi annessi	12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali
		1212. Insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati	12112. Insediamenti produttivi agricoli
			12121. Insediamenti ospedalieri
			12122. Impianti di servizi pubblici e privati
			12123. Impianti tecnologici
			12124. Cimiteri
	12125. Aree militari obliterate		
	122. Reti stradali, ferroviarie e spazi accessori	1221. Reti stradali e spazi accessori	
		1222. Reti ferroviarie e spazi accessori	
	123. Aree portuali		
124. Aeroporti ed eliporti			
13. Aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati	131. Cave		
	132. Discariche		
	133. Cantieri		
	134. Aree degradate non utilizzate e non vegetate		
14. Aree verdi non agricole	141. Aree verdi urbane	1411. Parchi e giardini	
		1412. Aree verdi incolte	
		1421. Impianti sportivi	
	142. Aree sportive e ricreative	1422. Campeggi e strutture turistiche e ricettive	
		1423. Parchi divertimento	

Fonte: da ERSAF [1]

2.1.b - Ortofoto 2000 e 2006

Le ortofoto utilizzate per gli anni 2000 e 2006 sono fornite dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e provengono dal Geoportale nazionale [S5]. Sono alla scala **1/10.000**.

2.1.c - Fasce fluviali

I livelli informativi relativi alla fasce fluviali A, B e C, sono scaricabili sia dal WebGis dell'AdbPo, sia dal Geoportale della Lombardia. Nei due casi, i dati provengono dall'AdbPo e sono alla **scala 1/10.000**. Tuttavia, gli shapefiles disponibili sul WebGis dell'AdbPo non hanno un file di proiezione .prg. Esso ha la funzione di precisare il sistema di riferimento e la proiezione cartografica applicata al dato. Si è quindi scelto di utilizzare il dato del **Geoportale della Lombardia** [S4]. Sono state invece utilizzate le informazioni contenute nello shapefile del WebGis dell'AdbPo per potere associare ad ogni fascia il fiume corrispondente, un attributo non presente nel dato del Geoportale della Lombardia.

2.1.d - Reticolo idrografico

Si è scelto di utilizzare il livello informativo relativo al reticolo idrografico del WebGis dell'AdbPo [S1] che deriva dalla digitalizzazione di tavole IGM di vari anni di edizione (non precisati) alla scala 1/25.000. Come già sottolineato al paragrafo precedente, gli shapefiles provenienti dal WebGis dell'AdbPo non hanno un file .prg associato. Si è quindi dovuto realizzare un **operazione di riproiezione del dato** per rendere l'informazione compatibile con gli altri livelli informativi impiegati in questo lavoro di Tesi.

➤ **Riproiezione del dato**

Per questa operazione è stato utilizzato come dato di riferimento lo shapefile poligonale relativo alla fascia A: questo dato essendo disponibile sia sul Geoportale della Lombardia sia sul WebGis dell'AdbPo, è stato possibile valutare la trasformazione da applicare al dato del WebGis dell'AdbPo perché l'informazione spaziale si sovrapponga a quella contenuta nello shapefile del Geoportale della Lombardia.

Le riproiezione è stata realizzata mediante lo strumento Spatial Adjustment in ArcGis®. Tra i quattro metodi disponibili per effettuare una trasformazione spaziale, tre (*Affine*, *Projective*, *Similarity*) permettono di ottenere un risultato soddisfacente: l'errore spaziale tra i due shapefiles per la fascia A è inferiore a 1 m e è quindi inferiore alla risoluzione per un dato alla scala 1/10.000 pari a 2 m (*paragrafo 2.1.a*).

Si è scelto di adottare la trasformazione *Affine* che modifica la feature attraverso una rototraslazione con cambiamento di scala e distorsione obliqua.

➤ **Valutazione del dato**

Si è andato ad apprezzare la coerenza dell'informazione contenuta nello shapefile del reticolo idrografico riproiettato con l'andamento dei corsi d'acqua da Ortofoto 2006 importata in ArcGis® dal Geoportale nazionale [S5]. Sono stati rilevati scostamenti del percorso delle feature rispetto all'andamento reale dei fiumi.

Si possono citare due fonti di imprecisione:

- imprecisioni legate alla storicità del dato: il percorso attuale del fiume ha subito delle modifiche dove sono state realizzate sistemazioni idrauliche;
- imprecisioni legate alla soggettività dell'operazione di digitalizzazione oppure ad una difficile identificazione del tracciato dei fiumi dove l'alveo è ristretto o il livello del fiumi particolarmente basso al momento della digitalizzazione.

Si nota che il tracciato dei fiumi dovrebbe essere sempre interno alla fascia A per costruzione di quest'ultima. Si osserva tuttavia che in vari punti esso esce dalla fascia A. Si è andato a valutare la densità di tali errori (Tabella 2.4), in particolare per i Fiumi Oglio e Po che saranno oggetto di uno studio più dettagliato. Si nota che **per il Fiume Po la densità degli errori è bassa** dato che la sua fascia A è abbastanza larga. Invece, **per il Fiume Oglio** la cui fascia A è molto più stretta, in particolare nella parte montana **si osserva un valore di densità degli errori significativo**.

Tabella 2.4: Valutazione della densità degli errori nello shapefile del reticolo idrografico legati all'attraversamento del limite della fascia A

Fiume	Lunghezza dell'asta oggetto della delimitazione della Fascia A (km)	Lunghezza dell'asta fuori dalla Fascia A (km)	Densità degli errori
Fiumi oggetti della delimitazione delle fasce fluviali	1.563,8	54,2	3,5%
Po	346,0	3,1	0,9%
Oglio	209,4	7,8	3,7%
Oglio di montagna	55,6	5,1	9,1%

Fonte: Elaborazioni da dati dell'AdbPo, delle Direzione Generale Territorio e Urbanistica

2.1.e - Limiti amministrativi

La base dati dei confini comunali e provinciali disponibile sul Geoportale della Lombardia [S4] proviene dalla carta tecnica regionale CT10 aggiornata con l'aiuto dei database topografici e dai Piani del Governo del Territorio. È distribuita dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica e è alla scala 1/5.000.

Si nota che esistono spostamenti nei confini della Regione Lombardia delimitati dalla base DUSAF e dalla base dei limiti amministrativi superiori alla risoluzione di 2 m dei dati alla scala 1/10.000. La distanza tra i due confini supera su certi tratti 10 m e anche 20 m. Perciò, dopo operazioni di intersezione delle due basi dati con il software ArcGis® si osserva una variazione delle superficie comunali rispetto ai valori iniziali della base dati dei limiti amministrativi. Per i comuni interessati dalle fasce fluviali questi scarti sono trascurabili nella maggiore parte dei casi (per 541 comuni sui 561 comuni interessati dalle fasce fluviali lo scarto è inferiore al 0,1%). Per gli altri 20 comuni che sono tutti sul confine della Regione Lombardia, la variazione di superficie è compresa tra 0,1% e 2,2%.

La base dati utilizzata per le analisi e elaborata con operazioni di intersezioni a partire dagli shapefiles scaricati presenta quindi incertezze nei confronti della posizione dei limiti amministrativi dei comuni che sono al confine della Regione Lombardia.

2.1.f - Parchi

La base dati delle aree protette (parchi regionali e nazionali) disponibile sul Geoportale della Lombardia [S4] è stata elaborata alla **scala 1/10.000** dalla Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio – Unità Organizzativa Valorizzazione delle Aree protette e biodiversità a partire dalle cartografie dei Piani Territoriali di Coordinamento e dalla cartografia catastale.

2.1.g - Dati Istat

Per analizzare la pressione demografica nei comuni interessati dalle fasce fluviali negli anni relativi alle versioni 1.1 e 2.1 del DUSAF (1999 e 2007), è stato utilizzato il dato Istat della popolazione residente [S2]. Essa è data al 31 dicembre di ogni anno e è stata calcolata sommando al risultato dell'ultimo censimento (il censimento del 1991 per il dato del 1999 e il censimento 2001 per il dato del 2007) il movimento anagrafico dei periodi successivi.

È stata anche adottato il dato Istat per la classificazione dei comuni per zone altimetriche, tra zona di montagna, zona di collina e zona di pianura. Questo dato proviene dal sistema circoscrizionale statistico istituito nel 1958 [17 pp. 7-10].

È classificato nella zona di montagna « *il territorio caratterizzato dalla presenza di notevoli masse rilevate aventi altitudini, di norma, non inferiori a 600 metri nell'Italia settentrionale* » salvo spostamenti in relazione a criteri fitogeografici o culturali.

La zona di collina include « *il territorio caratterizzato dalla presenza di diffuse masse rilevate aventi altitudini, di regola, inferiori a 600 metri nell'Italia settentrionale* » con possibili variazioni legate a criteri fitogeografici o culturali.

La zona di pianura comprende « *il territorio basso e pianeggiante caratterizzato dall'assenza di masse rilevate* » nonché « *eventuali rilievi montagnosi o collinari, interclusi nella superficie pianeggiante e di estensione trascurabile* » all'esclusione dei « *fondivalle aperti ad essa oltre l'apice delle conoide fluviali* ».

2.2 - Coperture analizzate

Oltre alle tre principali classi di copertura DUSAF al primo livello che sono le aree antropizzate (1), le aree agricole (2) e le aree biopermeabili (3), si è deciso di analizzare classi di copertura al secondo o terzo livello, ossia:

- le aree urbanizzate (11 e 12);
- le aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati (13);
- le aree verdi non agricole (14);
- l'arboricoltura da legno (224);
- le aree boscate (31).

Le sezioni successive permettono di giustificare tale scelta. Nel *paragrafo 2.2.a* si cerca di determinare se le coperture di uso del suolo possono subire delle trasformazioni e, in questo caso, se alcune transizioni sono più probabili. Il *paragrafo 2.2.b* comporta considerazioni sull'entità del rischio idraulico per le diverse coperture analizzate e sulla natura dei servizi ecosistemici che l'ambiente è in grado di svolgere.

2.2.a – Analisi delle trasformazioni che le coperture analizzate possono subire

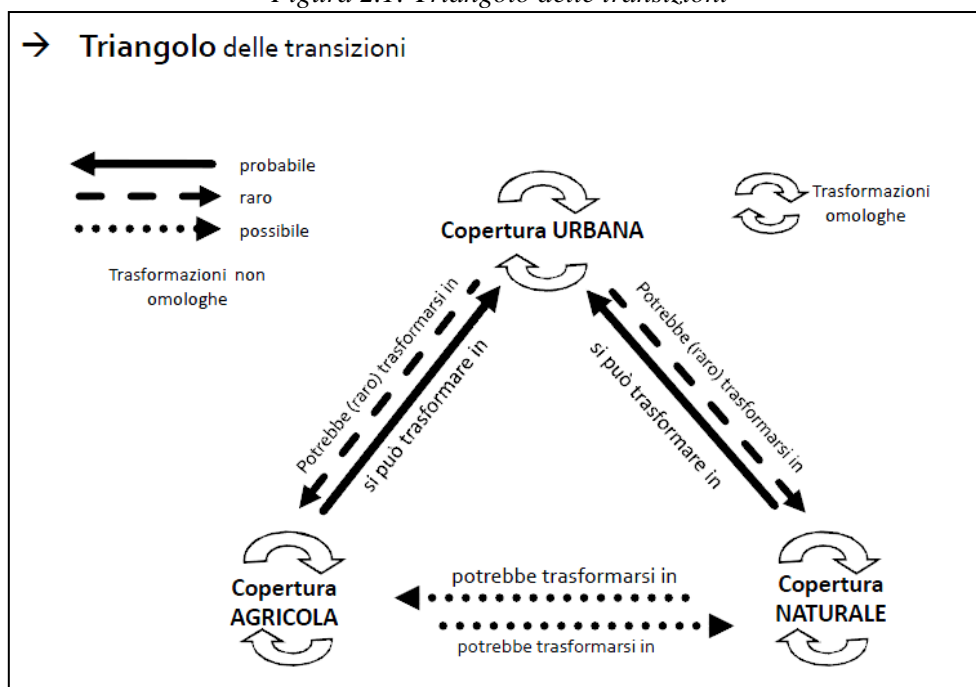
L'ONCS [24] distingue due categorie di trasformazioni di uso di suolo, illustrate in *Figura 2.1*: le transizioni permanenti e le transizioni non permanenti o reversibili.

Per le **transizioni permanenti**, una copertura *i* viene trasformata in una copertura *j* e il processo di trasformazione inverso non può accadere o è altamente improbabile. **Si considerano in questa classe le trasformazioni verso le coperture di classe DUSAF 11 e 12.**

Infatti, dall'ONCS queste trasformazioni « *alterano tutte le funzioni dello spazio iniziale e soprattutto in modo permanente* » e « *possiamo appellarle come consumi di suolo* » [25 p.10]. **Il termine consumo di suolo è quindi inteso come sinonimo di urbanizzazione.** È importante sottolineare che, una volta cementificato, il suolo perde la sostanza organica essenziale alla crescita delle specie vegetali, la quale si forma in tempi estremamente lunghi (500 anni sono necessari per avere circa 2,5 cm di spessore) [26].

Per le **transizioni non permanenti o reversibili**, una copertura *i* viene trasformata in una copertura *j* e il processo di trasformazione inverso può avere luogo o è altamente probabile. Si ritiene che le trasformazioni verso le **coperture DUSAF 2 e 3** rientrino in questa tipologia nonché una grande parte delle transizioni verso la **copertura 14.**

Figura 2.1: Triangolo delle transizioni



Fonte: ONCS, 2009 [25 p.11]

Le transizioni associate alle coperture di classe DUSAF 13 sono meno evidenti tanto più che questa classe include delle coperture al livello III con caratteristiche eterogenee, ossia le cave (131), le discariche (132), i cantieri (133) e le aree degradate non utilizzate e non vegetate (134).

Al fine di determinare le trasformazioni di uso del suolo che possono essere associate a queste classi, sono state analizzate le transizioni avvenute per l'intera Regione Lombardia tra il 1999 e il 2007 (*Tabelle 2.5 e 2.6*).

Ne risulta che, mentre soltanto il 14% dei cantieri il 27% delle aree degradate sono rimasti tali tra il 1999 e il 2007, ben il 75% delle cave e il 61% delle discariche non hanno subito nessuna transizione. Siamo quindi portati ad attribuire una maggiore stabilità alle coperture 131 e 132 rispetto alle coperture 133 e 134. Inoltre interessandosi alle aree che hanno subito una trasformazione tra il 1999 e il 2007 ci si accorge che **i cantieri sono diventati principalmente aree urbanizzate** (il 66% della superficie coperta da cantieri nel 1999), le altre coperture hanno subito maggiormente delle transizioni reversibili (verso le classi 14, 2, 3, 4 e 5). Ne discende che **la classe 13 deve quindi essere studiata al livello III DUSAF**.

Tabella 2.5: Transizioni in valori assoluti avvenute tra il 1999 e il 2007 per le aree che rientravano nel 1999 nelle classi DUSAF 131, 132, 133 e 134 in Regione Lombardia

Superficie (ha)		Copertura nel 1999			
		131	132	133	134
Copertura nel 2007	11-12	125,7	1,1	2.029,6	811,7
	131	3.771,6	0	54,0	75,9
	132	44,0	85,5	21,8	8,6
	133	53,6	4,1	421,7	171,5
	134	121,4	6,4	82,1	935,4
	14-2-3-4-5	935,5	43,2	444,3	1.412,6
Superficie totale nel 1999		5.051,7	140,4	3.053,5	3.415,7

Fonte: DUSAF

Tabella 2.6: Transizioni in valori percentuali avvenute tra il 1999 e il 2007 per le aree che rientravano nel 1999 nelle classi DUSAF 131, 132, 133 e 134 in Regione Lombardia

Percentuale della superficie totale nel 1999		Copertura nel 1999			
		131	132	133	134
Copertura nel 2007	11-12	2%	1%	66%	24%
	131	75%	0%	2%	2%
	132	1%	61%	1%	0%
	133	1%	3%	14%	5%
	134	2%	5%	3%	27%
14-2-3-4-5		19%	31%	15%	41%

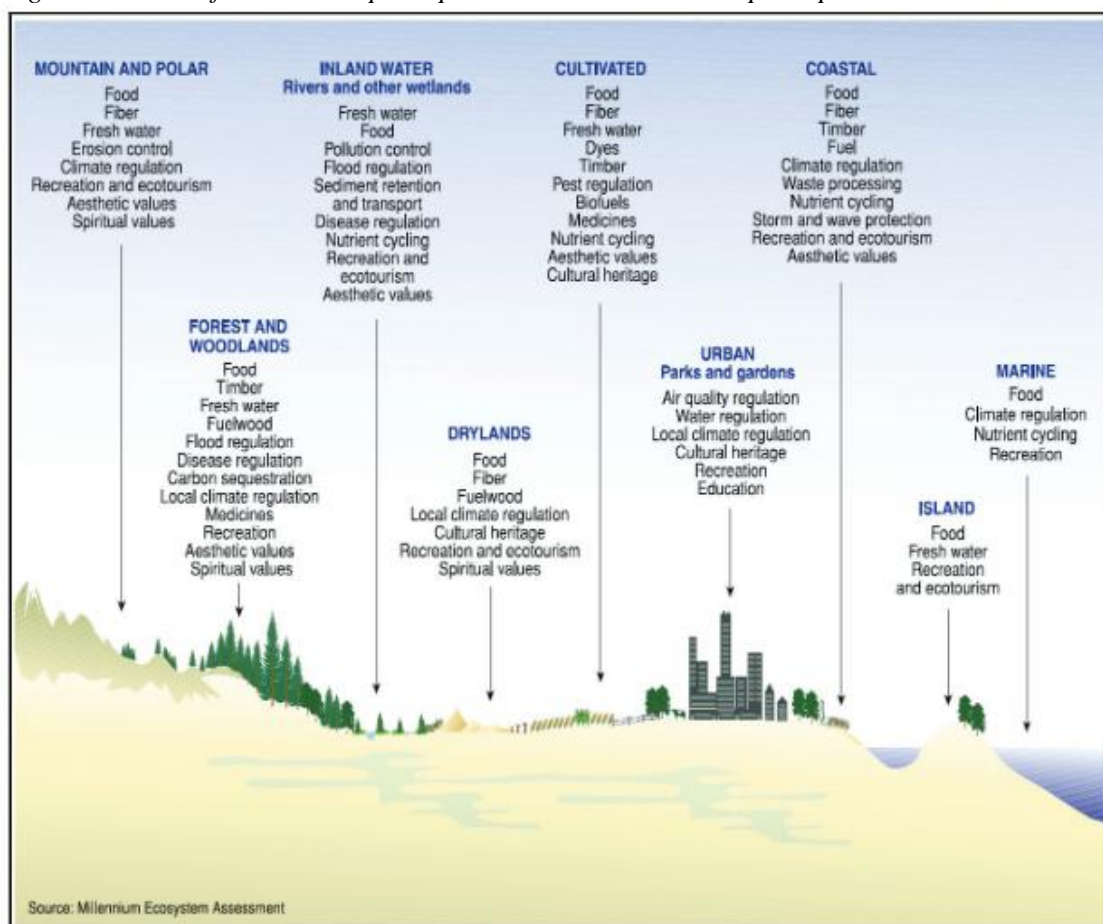
Fonte: DUSAF

2.2.b - Coperture analizzate: rischio di alluvione e servizi ecosistemici

La Figura 2.2 tratta dal Millenium Ecosystem Assessment identifica in modo semplificato i servizi ecosistemici forniti dai principali ambienti della Terra, tra i quali sono di particolare interesse per il presente lavoro di Tesi le aree verdi urbane (urban Parks and gardens), le aree agricole (cultivated), le aree biopermeabili non coperte da boschi (drylands) e le aree boscate (forest and woodlands).

Le aree urbanizzate non vengono prese in considerazione: il processo di urbanizzazione provoca una perdita di funzionalità dei suoli che non sono più in grado di svolgere i loro servizi di supporto, approvvigionamento e regolazione (paragrafo 1.2.b).

Figura 2.2: Identificazione dei principali servizi ecosistemi dei principali ambienti della Terra



Nella trattazione successiva vengono descritti gli effetti delle diverse coperture analizzate sul rischio idraulico e sulla natura dei servizi ecosistemici che l'ambiente è in grado di fornire.

➤ *Aree antropizzate*

Sotto la denominazione aree antropizzate (1) rientrano classi di coperture con caratteristiche ben distinte:

- *le aree urbanizzate* (11 e 12) implicano una perdita considerata **permanente** (*paragrafo 2.2.a*) di valori ambientali, un aumento rilevante del valore esposto in termini di danni agli edifici e alle infrastrutture e in termini di perdita di produzione industriale [22 p.66], e una modifica delle condizioni idrauliche in caso di piena se tolgono volumi alle aree di deflusso e di espansione delle piene: il processo di urbanizzazione aumenta fortemente il rischio di alluvione;

- *le aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati* (13) implicano un degrado degli ambiti fluviali e alcune sottoclassi, in particolare i cantieri, hanno una forte probabilità di trasformarsi in aree urbanizzate;

- *le aree verdi non agricole* (14) non cementificate sono in grado di fornire servizi essenziali agli ambiti urbani, fra i quali la regolazione delle acque. Si nota che la categoria delle aree verdi non agricole comprende sottoclassi ben diverse, quali i parchi e giardini, le aree verdi incolte, gli impianti sportivi, i campeggi, le strutture turistiche ricettive e i parchi divertimento, che presentano o meno delle strutture costruite e una cementificazione del suolo. Il valore esposto e i servizi forniti variano perciò in funzione della sottoclasse considerata. Si ricorda anche che le aree verdi non agricole come evidenziato al *paragrafo 1.2.b*, potrebbero costituire aree di espansione delle piene.

➤ *Aree agricole*

Anche se le aree agricole svolgono servizi essenziali per le società umane attraverso la produzione di cibo e di materie prime, la loro presenza negli ambiti fluviali presenta delle criticità. Infatti, le pratiche agricole **intensive** minacciano la biodiversità e l'equilibrio degli ecosistemi [8] e in particolare lo stato di salute delle acque con il rilascio di sostanze inquinanti nell'ambiente. Inoltre, eventi alluvionali possono arrecare danni alla produzione agricola.

Tuttavia, a secondo del loro modo di gestione, la presenza di aree agricole negli ambiti fluviali potrebbe associare produzione di materie prime e controllo del rischio alluvione attraverso **l'alluvionamento programmato** [18] come menzionato al *paragrafo 1.2.b*.

In particolare le aree coperte da *arboricoltura da legno* (224) potrebbero svolgere un ruolo nel ridurre il rischio di alluvione: pur non avendo lo stesso valore ecologico e lo stesso grado di biodiversità di un'area boscata, potrebbero allo stesso modo dei boschi (*paragrafo 1.2.b*), a patto di essere gestite rigorosamente, proteggere dalle alluvioni le aree situate a valle e potrebbero essere usate come aree di espansione delle piene per l'alluvionamento programmato in quanto gli alberi hanno delle proprietà igrofile.

➤ ***Aree biopermeabili***

Le aree biopermeabili permettono di alleviare il rischio di alluvione regolando il deflusso delle acque e invasando volumi di acqua in caso di piena.

Si è deciso di studiare in particolare l'estensione e le variazioni delle superfici coperte da ***aree boscate*** (13) in quanto queste aree, che sono oggetto di una tutela particolare attraverso ad esempio i Piani dei Parchi forestali [L7]⁸, si annoverano tra gli ecosistemi più complessi e sono in grado di fornire un ventaglio di servizi. Il Millenium Ecosystem Assessment considera infatti i boschi come una categoria a parte (Figura 2.2). Come esposto al *paragrafo 1.2.b*, una gestione rigorosa delle aree boscate potrebbe contribuire a ridurre il rischio di alluvione [16; 23; 24].

⁸ L.R 86/183, Art. 16 e allegato A

2.3 - Indicatori utilizzati

In questa sezione vengono definiti gli indicatori usati per studiare il territorio dei comuni interessati dalle fasce fluviali e in particolare le aree che ricadono all'interno delle fasce.

Si nota che le analisi saranno sempre condotte con riferimento alle aree esterne ai corpi idrici, dato che le aree idriche (classe DUSAF 5) sono considerate come non modificabili.

2.3.a- Indicatori demografici

Per studiare la demografia dei comuni interessati dalle fasce fluviali, due tipologie di indicatori sono stati calcolati, le densità abitative nel 1999 e nel 2007 e i tassi di variazione della popolazione tra il 1999 e il 2007.

➤ *Densità abitativa*

La densità abitativa all'anno t di un'area viene calcolata come rapporto tra il numero di abitanti residenti nell'area in esame all'anno t (Pop_t) e la superficie totale dell'area (Sup_{tot}) al netto delle aree dei corpi idrici $Sup_{5,t}$ per lo stesso anno t :

$$DP_t = \frac{Pop_t}{Sup_{tot} - Sup_{5,t}} [ab/km^2]$$

➤ *Tasso di variazione della popolazione residente*

Il tasso di variazione della popolazione residente per un dato intervallo temporale ($t_2 - t_1$) viene calcolato come rapporto tra la variazione assoluta della popolazione ($Pop_{t_2} - Pop_{t_1}$) e la popolazione relativa all'istante iniziale Pop_{t_1} :

$$Tvar_{pop,t_1-t_2} = \frac{Pop_{t_2} - Pop_{t_1}}{Pop_{t_1}} \times 100 [\%]$$

2.3.b - Indicatori per l'uso del suolo

Oltre allo studio delle superfici assolute e delle variazioni assolute delle aree classificate nelle diverse classi di copertura di uso del suolo, sono stati usati i coefficienti di copertura calcolati nel 1999 e nel 2007, i delta dei coefficienti di copertura e i tassi di variazione calcolati tra il 1999 e il 2007. Per le aree biopermeabili sono stati calcolati anche gli indicatori di incidenza

➤ *Coefficiente di copertura del suolo*

I coefficienti di copertura del suolo consentono di cogliere la **composizione del paesaggio** ad un determinato istante temporale. Per una determinata area, il coefficiente di copertura relativo all'anno t e alla classe di copertura i è calcolato come rapporto tra la superficie classificata nella classe i ($Sup_{i,t}$) e la superficie totale dell'area (Sup_{tot}) al netto delle aree dei corpi idrici per lo stesso anno t ($Sup_{5,t}$):

$$Coeff_{i,t} = \frac{Sup_{i,t}}{Sup_{tot} - Sup_{5,t}} \times 100 [\%]$$

➤ **Delta del coefficiente di copertura del suolo**

I delta dei coefficienti di copertura permettono di caratterizzare l'**entità del consumo di suolo rispetto alla superficie totale dell'area considerata**. Il delta del coefficiente di copertura del suolo per un dato intervallo temporale ($t_2 - t_1$) e una data copertura i viene di solito calcolato come rapporto tra il coefficiente di copertura tra l'anno t_2 e t_1 ($Coef_{i,t_2} - Coef_{i,t_1}$) e il coefficiente di copertura all'anno t_1 ($Coef_{i,t_1}$):

$$\Delta Coef_{i,t_1-t_2} = Coef_{i,t_2} - Coef_{i,t_1}$$

La formula precedente è stata usata per calcolare i delta dei coefficienti di copertura nel territorio **fuori dalle fasce fluviali**. Tuttavia, in ambito fluviale, dato che la superficie idrica rappresenta una quota importante della superficie totale, il valore del delta del coefficiente di copertura risente delle variazioni stagionali e meteorologiche della superficie idrica. Per ovviare a questo problema, si è calcolato **nelle fasce fluviali** il delta del coefficiente di copertura rispetto ad una **superficie standard**, ossia come rapporto tra la variazione assoluta della superficie classificata nella classe i ($Sup_{i,t_2} - Sup_{i,t_1}$) e la **superficie totale al netto della superficie idriche massima tra l'istante t_1 e l'istante t_2** :

$$(\Delta Coef_{i,t_1-t_2})_{fasce\ fluviali} = \frac{Sup_{i,t_2} - Sup_{i,t_1}}{Sup_{tot} - \max(Sup_{5,t_1}, Sup_{5,t_2})}$$

➤ **Tasso di variazione delle coperture**

I tassi di variazione forniscono informazioni sulla **rapidità del processo di trasformazione** ossia sulla **rapidità di sviluppo delle aree urbanizzate**. Il tasso di variazione per un dato intervallo temporale ($t_2 - t_1$) e una data classe di copertura i viene calcolato come rapporto tra la variazione assoluta della superficie classificata nella classe i ($Sup_{i,t_2} - Sup_{i,t_1}$) e l'ammontare della superficie relativa alla classe i all'istante iniziale (Sup_{i,t_1}):

$$Tvar_{i,t_1-t_2} = \frac{Sup_{i,t_2} - Sup_{i,t_1}}{Sup_{i,t_1}} \times 100 \text{ [%]}$$

Si nota che il tasso di variazione non è definito nel caso in cui la superficie iniziale è nulla, si è però considerato che il tasso di variazione fosse nullo quando entrambe le superfici iniziali e finali sono nulle.

➤ **Indicatore di incidenza**

Gli indicatori di incidenza permettono di misurare la trasformazione di una certa copertura i a scapito di una copertura di partenza j rapportata allo stock di copertura j esistente inizialmente. Permettono di studiare le transizioni di uso del suolo che sono avvenute. Per un dato intervallo temporale ($t_2 - t_1$), l'indicatore di incidenza della copertura i sulla copertura j viene calcolato come rapporto tra la superficie che si è trasformata dalla copertura j alla copertura i $Sup_{j \rightarrow i, t_1-t_2}$ e l'ammontare della superficie relativa alla classe j all'istante iniziale (Sup_{j,t_1}):

$$Inc_{i \rightarrow j, t_1-t_2} = \frac{Sup_{j \rightarrow i, t_1-t_2}}{Sup_{j,t_1}} \times 100 \text{ [%]}$$

2.3.c - Criteri per l'interpretazione degli indicatori

Per potere interpretare i valori ottenuti per gli indicatori sono state stabilite classi di valore (Tabella 2.7). Si nota che gli indicatori sono stati arrotondati per tenere **una sola cifra decimale** ad eccezione delle densità abitative che sono state arrotondate all'unità.

Tabella 2.7: Definizione delle classi di valore per gli indicatori analizzati⁹

Indicatore	Cl 0. Estremamente basso o negativo	Cl 1. Molto basso	Cl 2. Basso	Cl 3. Medio	Cl 4. Elevato	Cl 5. Molto elevato	Valore di riferimento
Coeff _{urb,t} [%]	≤ 2,0	2,1 ÷ 5,0	5,1 ÷ 10,0	10,1 ÷ 15,0	15,1 ÷ 30,0	≥ 30,1	15,6
ΔCoeff _{urb,1999-2007} [%]	≤ 0,0	0,1 ÷ 0,5	0,6 ÷ 1,0	1,1 ÷ 2,0	2,1 ÷ 3,0	≥ 3,1	1,1
Coeff _{biop,t} [%]		≤ 5,0	5,1 ÷ 25,0	25,1 ÷ 50,0	50,1 ÷ 75,0	≥ 75,1	32,4
Tvar _{urb,1999-2007} [%]	≤ 0,0	0,1 ÷ 2,0	2,1 ÷ 7,4	7,5 ÷ 15,0	15,1 ÷ 30,0	≥ 30,1	7,4
D _p [ab/km ²]		≤ 100	101 ÷ 200	201 ÷ 500	501 ÷ 1.000	≥ 1.001	501
Tvar _{pop,1999-2007} [%]	≤ 0,0	0,1 ÷ 2,0	2,1 ÷ 7,4	7,5 ÷ 15,0	15,1 ÷ 30,0	≥ 30,1	5,8

Le scale di valori per i coefficienti di copertura urbanizzata (Coeff_{urb}) e di copertura biopermeabile (Coeff_{biop,t}) provengono da Romano e Paolinelli [27] con tuttavia alcune modifiche per quanto riguarda le coperture urbanizzate.

È stata aggiunta la classe di copertura “urbanizzazione estremamente bassa” per valori inferiori al 2% per potere discriminare i valori dei coefficienti di copertura in fascia A e B inferiori al 5% (in particolare nella zona di pianura). È stato modificato il valore del limite superiore della classe “urbanizzazione media”: al posto del valore del 15% proposto da Romano e Paolinelli (2007), si considera come valore di riferimento il 15,6% che corrisponde al valore medio del coefficiente di copertura urbanizzata nel 2007 nei comuni lombardi interessati dalle fasce ma fuori dalle fasce. Si rilevano con particolare attenzione i valori di coefficiente di copertura urbanizzata che superano:

- **il 5% in fascia A** dove la pericolosità è molto elevata;
- **il 10% in fascia B** dove la pericolosità è elevata;
- **il 15,6% in fascia C** dove la pericolosità è più contenuta (rischio residuale).

Le altre classificazioni sono state elaborate nell'ambito di questo lavoro di Tesi. Per le **densità abitative** (D_p), si deve sottolineare che il valore **200 ab/km²** corrispondente alla densità abitativa media per l'Italia (fonte Istat) e la densità abitativa media nei comuni interessati dalle fasce fluviali nel 2007 vale **501 ab/km²**.

⁹ - I valori di riferimento per gli indicatori per l'uso del suolo corrispondono ai valori medi ottenuti nei comuni lombardi interessati ma fuori dalle fasce fluviali, nel 2007 per i coefficienti di copertura e tra il 1999 e il 2007 per i tassi di variazione e ΔCoeff_{urb}.

- I valori di riferimento per gli indicatori demografici corrispondono ai valori medi ottenuti nei comuni lombardi interessati ma fuori dalle fasce nel 2007 per la densità abitativa e tra il 1999 e il 2007 per il tasso di variazione della popolazione.

- Questi valori di riferimento sono stati calcolati a partire dai dati presentati al paragrafo 2.1.

Per quanto riguarda i **tassi di variazione della superficie urbanizzata** ($Tvar_{urb,99-07}$), si rilevano con particolare attenzione i valori che superano il **7,4%**. Quest'ultimo valore corrisponde al valore medio del tasso di variazione della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 nei comuni lombardi interessati dalle fasce ma fuori dalle fasce. In vista di un confronto tra i tassi di variazione della superficie urbanizzata e i tassi di variazione della popolazione ($Tvar_{pop,99-07}$), è stata adottata la stessa scala di valori per i due indicatori.

Si considera che $\Delta Ccoeff_{urb}$ è rilevante qualora superi l'**1%**: infatti, il valore dell'1% è considerato come valore medio dato che per i comuni interessati ma fuori dalle fasce il valore medio di $\Delta Ccoeff_{urb}$ tra il 1999 e il 2007 è pari all'1,1%.

2.4 - Elaborazione della base dati

2.4.a - *Attribuzione ad ogni Fiume dei comuni interessati dalle fasce*

Per potere studiare l'uso del suolo nei comuni interessati dalle fasce fluviali per i diversi fiumi, sono stato determinati per ogni fiume, mediante operazioni di selezione spaziale in ArcGis®, i comuni interessati dalle fasce. Si nota che il territorio di alcuni comuni interseca le fasce di più fiumi.

2.4.b – *Determinazione della lunghezza dell'asta dei fiumi in ogni Provincia e zona di quota*

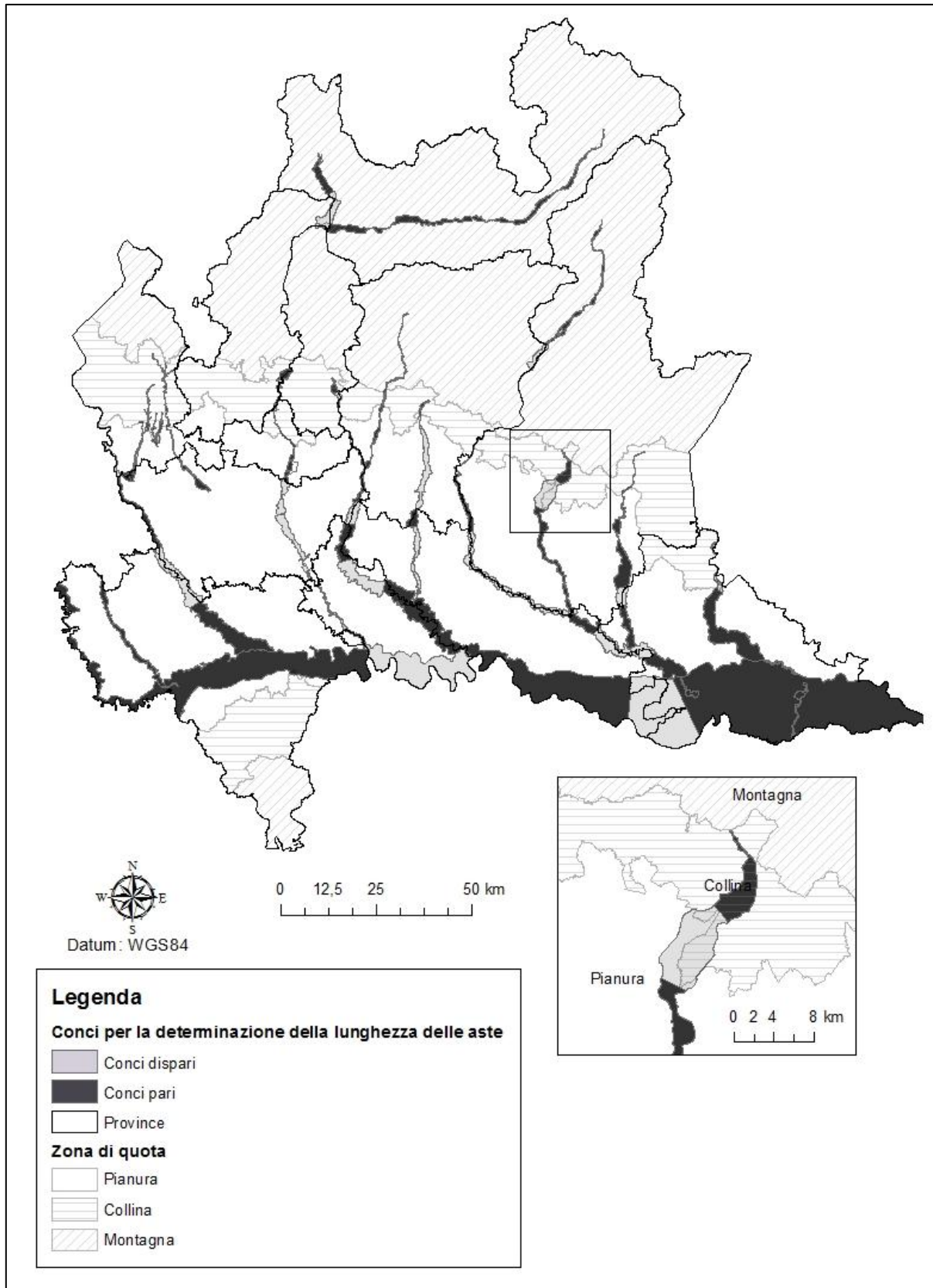
Sono state determinate le lunghezze delle aste interessate dalle delimitazione delle fasce fluviali per ogni fiume in ogni provincia e in ogni zona di quota a partire dallo shapefile del reticolo idrografico scaricato dal WebGis dell'AdbPo [SI].

Questa operazione non è tuttavia banale dato che i fiumi stanno spesso sul confine tra diverse province e anche tra zone di quota. Si è dovuto dividere trasversalmente alla direzione dell'asta le fasce di ogni fiumi in unità territoriali (*Figura 2.3*), all'interno delle quali sia il territorio ricade in un'unica provincia e un'unica zona di quota sia si rileva la presenza lungo tutta l'asta dell'unità territoriale di due Province e/o due zone di quota. La *Figura 2.3* ingrandisce a titolo di esempio le fasce del Fiume Mella in Provincia di Brescia a livello del limite tra le zone di collina e di pianura. Si vedono sull'ingrandimento tre unità territoriali interamente comprese nella Provincia di Brescia: la prima ricade interamente nella zona di collina, la seconda è presente in entrambe le zone di collina e di pianura e la terza è interamente compresa nella zona di pianura.

Si è allora potuto calcolare per ogni unità territoriale la lunghezza dell'asta del fiume. Per poi determinare la lunghezza totale di ogni fiume per provincia e zona di quota, si è dovuto procedere ad un'aggregazione dei valori ottenuti nelle diverse unità territoriali.

Si nota quindi che ogni volta che un fiume funge da limite tra due Province/due zone di quota, la lunghezza della sua asta viene contabilizzata due volte (in entrambe le Province/zone di quota).

Figura 2.3: Delimitazione delle fasce fluviali in unità territoriali per la determinazione della lunghezza delle aste¹⁰



Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

¹⁰ Per aiutare alla visualizzazione sono stati colorati in modo diverso i conchi di numero pari e dispari, i conchi essendo numerati per ordine crescente da monte verso valle

2.4.c - Divisione delle fasce fluviali tra sponda sinistra e sponda destra

Per potere svolgere uno studio di dettaglio dell'andamento dei vari indicatori per l'uso del suolo nelle fasce fluviali lungo le aste dei Fiumi Po e Oglio, le fasce sono state separate in sponda sinistra e in sponda destra e in conci di pari lunghezza.

Visto che i fiumi fungono spesso da limiti amministrativi tra comuni e anche tra province, si ritiene interessante studiare in modo differenziato l'uso del suolo in ogni sponda per apprezzare le differenze di gestione. Il dato per la fascia A essendo costituito di un unico poligono senza nessun distinzione tra le sponde, **è stato necessario definire una metodologia per la divisione delle fasce in sponda sinistra e sponda destra.**

Come descritto al 2.1.d, i percorsi dei fiumi della base dati dell'AdbPo si discostano su alcuni tratti dall'andamento reale del fiume in particolare nella zona montana del fiume Oglio. Perciò, invece di dividere le fasce fluviali lungo il tracciato dei corsi d'acqua, si è deciso di dividerle lungo i confini comunali laddove si è ritenuto che corrispondessero all'asta del fiume. Un'altra ragione per questa scelta metodologica è legata al fatto che si è voluto mantenere il più possibile integri i territori comunali in quanto unità di riferimento per la gestione dell'uso del suolo: una divisione sistematica delle sponde lungo il reticolo idrografico avrebbe condotto ad una frammentazione dei territori comunali (le features dello shapefile del reticolo idrografico non sono mai totalmente sovrapposte ai confini comunali).

Per questo ultimo motivo, per il Fiume Po, è stato attribuito ad ogni comune la sponda sulla quale la superficie delle fasce B e C che ricade nel comune è maggiore: anche se un comune è presente su entrambi le sponde del Po ossia anche se un comune attraversa l'intera fascia A (il che riguarda un numero ridotto di comuni), gli è stata riconosciuta una sola sponda. Si nota tuttavia che i comuni di Bastida de' Dossi Silvano Pietra e Mezzanino sono stati considerati a parte in quanto il loro territorio comunale è frammentato in più unità presenti su entrambe le sponde: ogni unità comunale è stata considerata a parte come se fosse un intero comune e le è quindi stato applicato il criterio precedente.

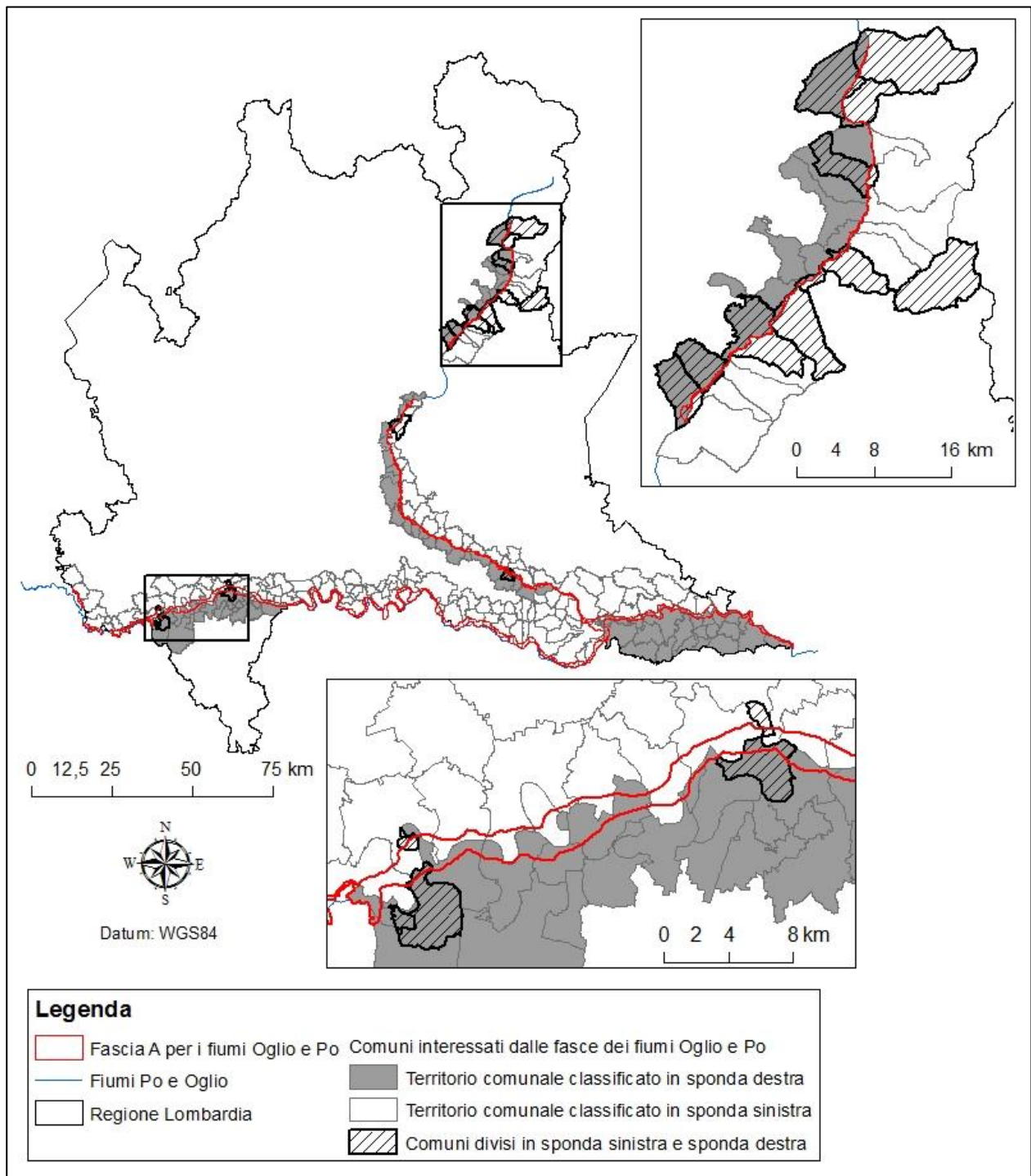
Per quanto riguarda il fiume Oglio, le fasce essendo molto più strette, è stato ritenuto opportuno tagliare i territori comunali in sponda sinistra e sponda destra nel caso in cui l'Oglio attraversa i comuni senza costituire un confine comunale. Se tutti i territori comunali fossero stati mantenuti integri si sarebbero verificati lunghi tratti di fasce appartenenti ad una sola sponda e si voleva mantenere una certa omogeneità del dato finale distinguendo sempre la sponda sinistra dalla sponda destra.

Si è deciso di dividere un territorio comunale lungo l'asta del fiume Oglio (dato dell'AdbPo) sui tratti per i quali la fascia A ricade interamente nel comune. Inoltre, per limitare la frammentazione dei territori comunali, si è deciso di non dividerli qualora il tratto avesse una lunghezza inferiore a 2km (minima lunghezza misurata lungo il limite esterno della fascia A) e di attribuire al comune, come per il fiume Po la sponda sulla quale la superficie delle fasce B e C che ricade nel comune è maggiore.

La *Figura 2.4* rappresenta il risultato ottenuto e evidenzia i territori comunali che sono stati tagliati. Si nota che tali comuni ricadono principalmente nella parte montana del Fiume Oglio. Il dato dell'AdbPo relativo al reticolo idrografico è quindi stato utilizzato per separare le sponde anche se è stata rilevata una forte densità degli errori in questa zona: non si trattava di dividere in modo preciso le fasce fluviali ma di ottenere un dato il più possibile omogeneo lungo tutta l'asta.

Si osserva che la sponda destra del Fiume Po è presente in Lombardia solo per alcuni tratti, nelle Province di Pavia e di Mantova.

Figura 2.4: Delimitazione delle sponde del Po e dell'Oglio e individuazione dei comuni che sono stati divisi in sponda sinistra e sponda destra



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica

2.4.d - Divisione delle fasce fluviali in conci

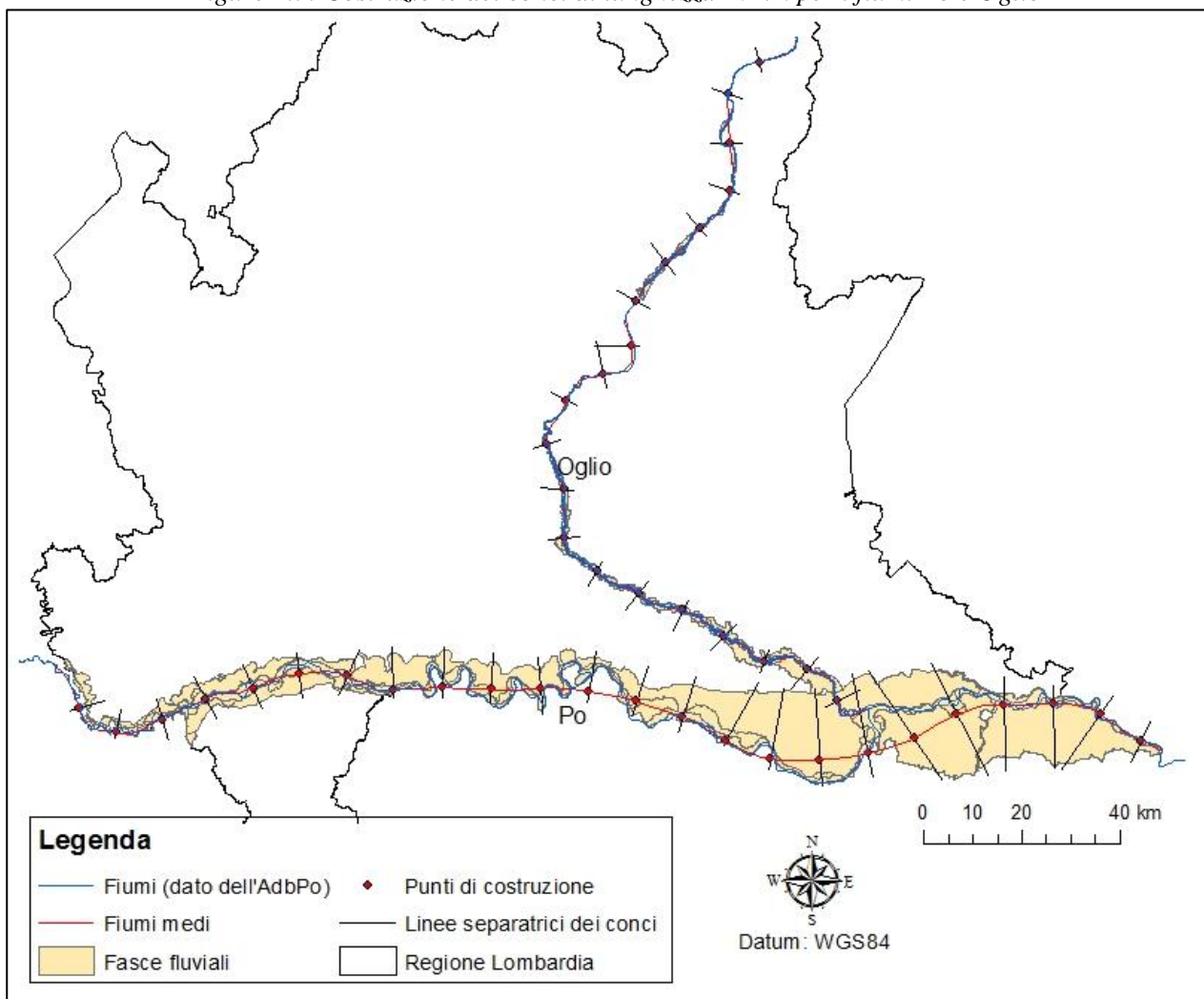
➤ Costruzione dei conci

Le fasce dei Fiumi Po e Oglio sono state divise trasversalmente al loro percorso in conci di pari lunghezza. Quest'ultima viene misurata lungo l'asta dei fiumi. Perché i vari conci non si intersechino ossia perché ogni porzione di territorio che ricade nelle fasce fluviali appartenga ad un solo conci, sono stati disegnati manualmente in ArcGis® **fiumi "medi"** che riproducono un andamento medio dei corsi d'acqua. Le curve e i meandri sono stati tagliati per ottenere un tracciato più liscio. È da notare che per il Po, il fiume "medio" si discosta significativamente dal percorso reale: le fasce fluviali del Po essendo molto larghe è stato necessario smorzare in modo marcato le sinuosità per evitare un'intersezione tra i conci.

Sono stati poi generati dei punti in modo automatico lungo l'asta dei fiumi, a distanza regolare a partire dal punto iniziale delle features dello shapefile del reticolo idrografico. In corrispondenza di ogni punto è allora stata creata una **linea separatrice** tra conci **perpendicolarmente all'asta dei fiumi medi**. Le fasce fluviali sono poi state divise lungo queste linee separatrici.

La *Figura 2.5* presenta il risultato ottenuto per una lunghezza dei conci di 10 km, ossia i punti generati ogni 10 km lungo l'asta dei fiumi Po e Oglio "medi" e le linee separatrici dei conci perpendicolari ai fiumi "medi".

Figure 2.5: Costruzione dei conci di lunghezza 10 km per i fiumi Po e Oglio

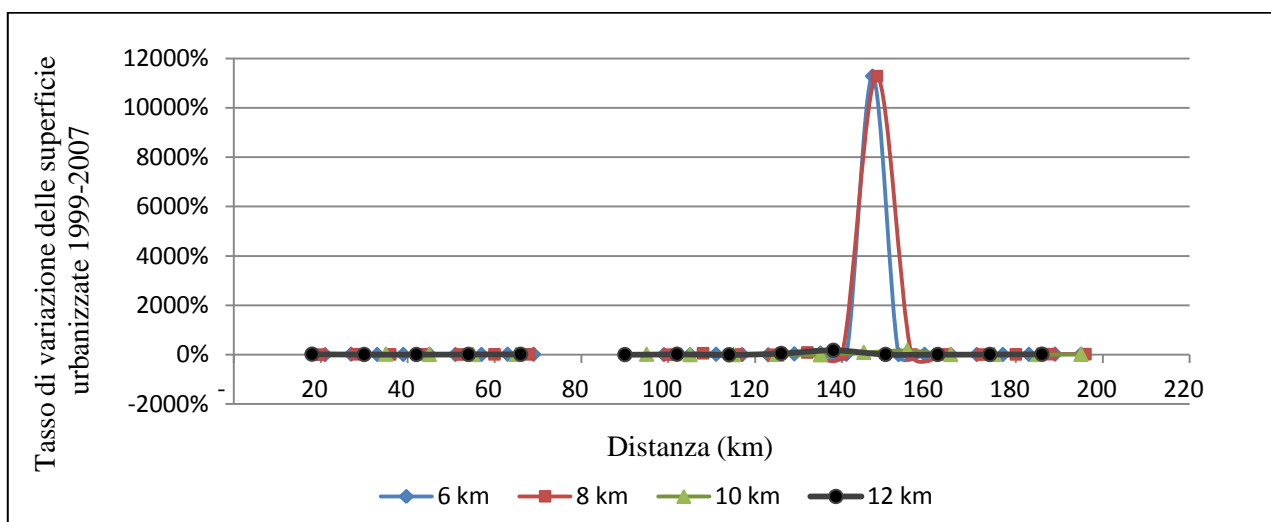


Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica

➤ **Analisi della sensitività del risultato alla lunghezza dei conchi**

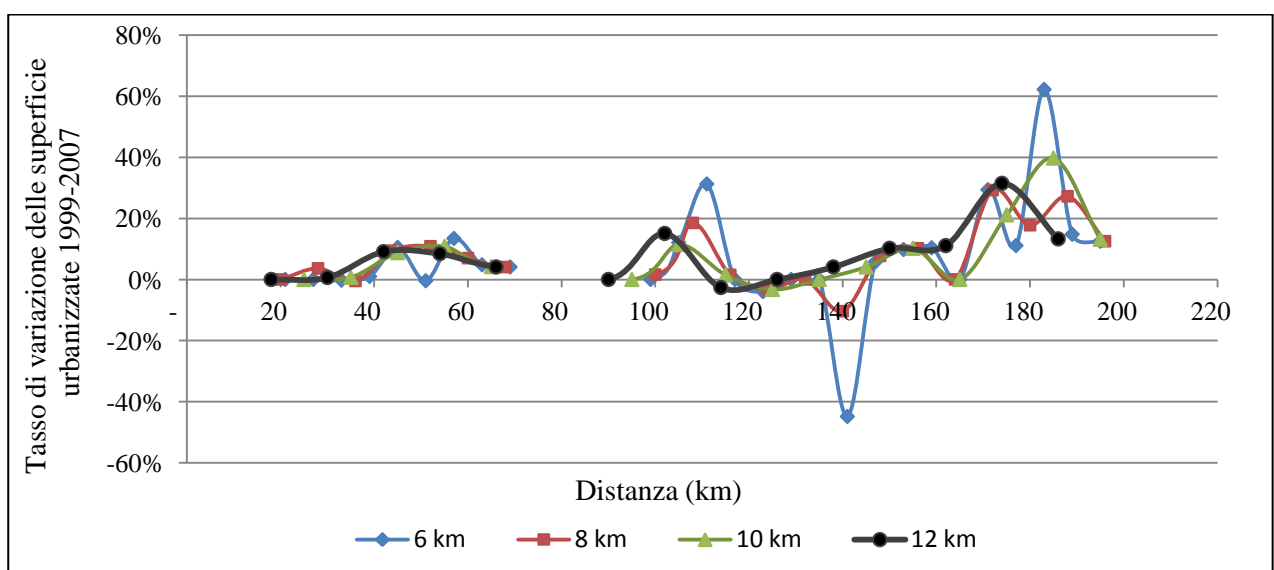
Per valutare l'incidenza della dimensione dei conchi sui risultati è stata condotta un'analisi di sensitività. Per diversi valori di lunghezza dei conchi (6 km, 8 km, 10 km e 12 km) si è andato a tracciare l'andamento dei coefficienti di copertura urbanizzata e dei tassi di variazione lungo l'asta del fiume Oglio per ogni fascia e ogni sponda. I grafici 2.1, 2.2 e 2.3 presentano alcune delle curve ottenute. I valori degli indicatori sono stati riportati in corrispondenza del punto centrale di ogni conchio. Sull'asse delle ascisse figura la distanza a partire dal punto iniziale della feature per il Fiume Oglio nello shapefile del reticolo idrografico.

Grafico 2.1: Andamento del tasso di variazione della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 in fascia C lungo la sponda destra del Fiume Oglio per diversi valori della lunghezza dei conchi



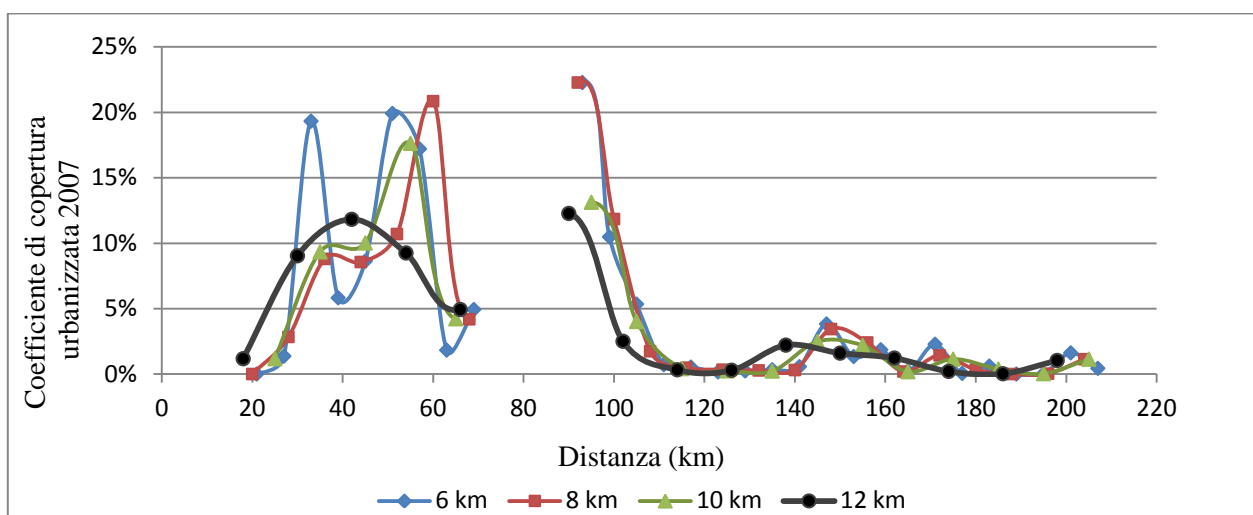
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 2.2: Andamento del tasso di variazione della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 in fascia C lungo la sponda sinistra del fiume Oglio per diversi valori della lunghezza dei conchi



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 2.3: Andamento del coefficiente di copertura urbanizzata nel 2007 in fascia A lungo la sponda destra del fiume Oglio per diversi valori della lunghezza dei conchi



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Complessivamente, si nota una similarità tra le diverse curve, con tuttavia una variabilità maggiore dei valori degli indicatori lungo l'asta del fiume per le lunghezze più basse (6 km e 8 km). I tracciati per 6 km e 8 km presentano infatti picchi marcati e catturano maggiormente la **variabilità locale**. A questo proposito, il *grafico 2.1* è significativo: a una distanza di circa 150 km dall'inizio del fiume, il tasso di variazione ottenuto con le lunghezze di 6 km e 8 km raggiunge valori molto elevati superiori al 10.000% mentre con le lunghezze di 10 km e 12 km non supera il 200%. Si vede allo stesso modo sul *grafico 2.2* la presenza di più picchi per una lunghezza di 6 km mentre le altre curve sono più lisce.

Invece, aumentando la lunghezza dei conchi si ottiene un tracciato più regolare che riproduce un **andamento medio** dei vari indicatori, implicando una perdita di informazioni sulle particolarità locali.

Nella ricerca di un valore di compromesso per cogliere sia le caratteristiche locali sia le tendenze globali, è stata adottata una lunghezza di 10 km per i conchi.

2.4 - Conclusioni per il Capitolo 2

Dalle basi dati per l'uso del suolo (DUSAF), per le fasce fluviali, per il reticolo idrografico, per i limiti amministrativi, per i parchi, per la popolazione residente e per la ripartizione dei comuni in zone altimetriche, è stata elaborata una base dati per lo studio dell'uso del suolo nelle fasce fluviali.

A partire di quest'ultima e mediante criteri e metodi presenti in letteratura [27] o definiti ad hoc, sono state svolte le analisi esposte in questo elaborato pur rimanendo consapevoli dei limiti della base dati in particolare:

- della presenza di errori nel dato per il **reticolo idrografico**;
- dei limiti della **base DUSAF** legati alla sua precisione planimetrica e tematica;
- delle incertezze relative alla localizzazione dei **limiti comunali** per i comuni lombardi confinanti con le altre regioni;
- dell'incertezza relativa all'**estensione della superficie idrica** e quindi della **superficie reale modificabile** nelle fasce dato che l'informazione fornita dalla base DUSAF risente delle variazioni meteorologiche della superficie idrica;
- della sensibilità dei risultati alla **lunghezza dei conchi** per lo studio di dettaglio dei Fiumi Po e Oglio.

Capitolo 3 - Inquadramento territoriale dell'area di studio

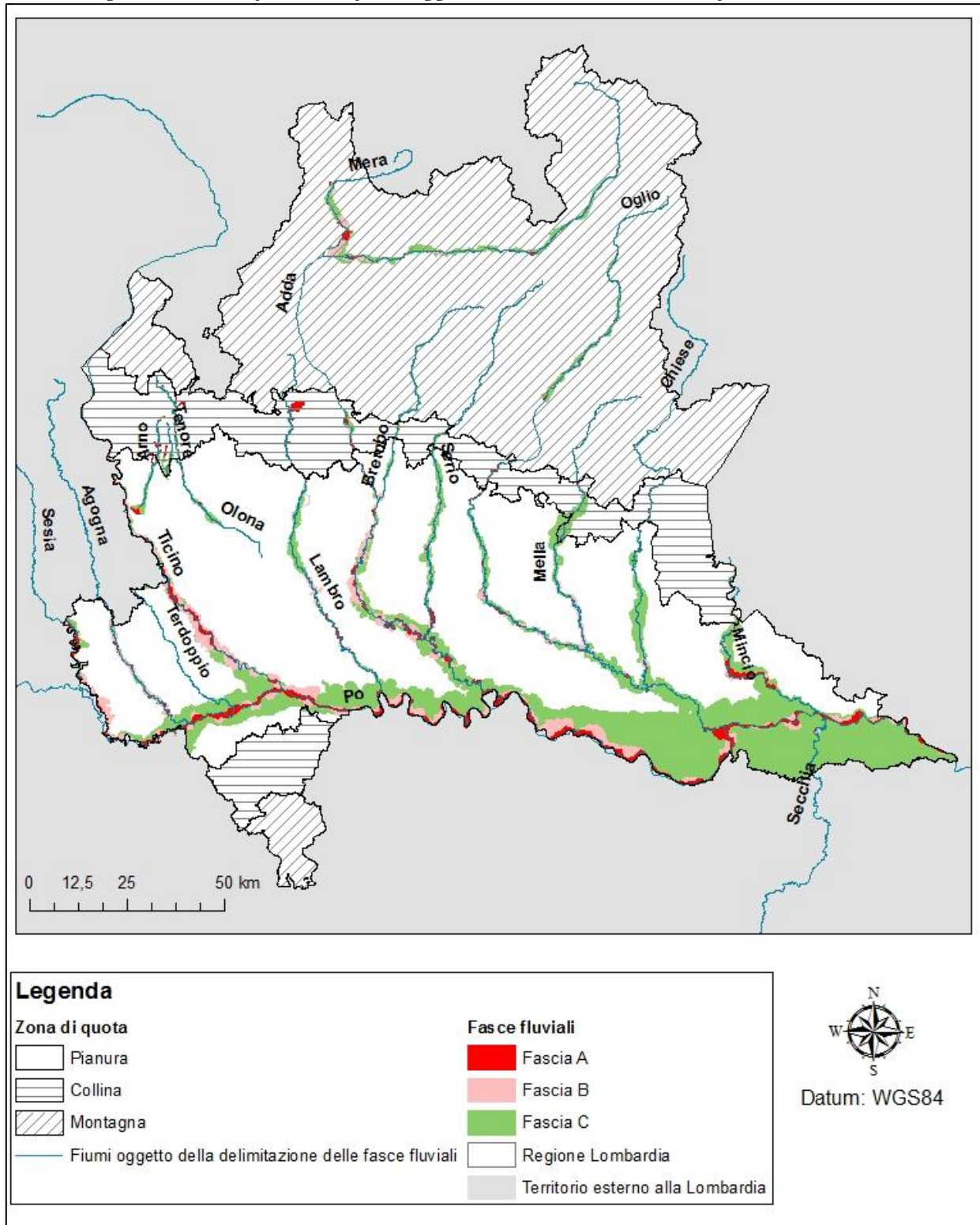
In questa parte di inquadramento territoriale viene presentato il territorio delle fasce fluviali e dei comuni interessati da esse. Al fine di studiare i fattori che possono influire sul modo di gestione dell'uso del suolo nelle fasce, è stata svolta un'analisi demografica nei comuni interessati dalle fasce e è stata rilevata la presenza di parchi nelle aree soggette a pericolosità da alluvione.

Le superfici delle fasce fluviali riportate in questa sezione sono state calcolate al netto delle aree idriche nel 2007.

3.1 - Estensione delle fasce fluviali e comuni interessati

Le fasce fluviali sono presenti nelle tre zone di quota della Lombardia (Figura 3.1) ma ricadono al 94% nel territorio pianeggiante.

Figura 3.1: Fasce fluviali e i fiumi oggetto della delimitazione delle fasce in Lombardia



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

19 fiumi del reticolo idrico principale lombardo sono stati oggetto della delimitazione delle fasce fluviali per una lunghezza di asta complessiva di 1564 km (*Tabella 3.1*).

Tabella 3.1: Lunghezza dell'asta oggetto della delimitazione delle fasce fluviali per i diversi fiumi

Fiume	Lunghezza dell'asta oggetto della delimitazione delle Fasce fluviali (km)
Po	346,0
Adda	231,6
Oglio	209,4
Lambro	119,5
Ticino	106,8
Chiese	72,5
Serio	71,2
Mella	65,2
Mincio	65,2
Agogna	57,7
Olona	55,7
Brembo	51,0
Arno	29,0
Secchia	26,9
Mera	23,0
Sesia	22,6
Tenore	10,4
Terdoppio	0,0
Rile	Dato non noto
Totale	1.563,8

Fonte: elaborazioni a partire da dati dell'AdbPo

Le fasce fluviali hanno un'estensione rilevante e coprono il 12,9% del territorio ossia quasi 300.000 ettari (*Tabelle 3.2 e 3.3*). In pianura, occupano perfino il quarto della superficie totale. La fascia C (dove la frequenza degli eventi di piena è più contenuta) è la più vasta: le superficie delle fasce A, B e C corrispondono rispettivamente al 2,3%, all'1,9% e all'8,7% dell'area della regione Lombardia.

Tabella 3.2: Superficie delle fasce fluviali nelle varie zone di quota ¹¹

Zona di quota	Sup. in fascia A (ha)	Sup. in fascia B (ha)	Sup. nelle fasce A o B (ha)	Sup. in fascia C (ha)	Sup. totale nelle fasce (ha)	Sup. totale della zona di quota (ha)
Pianura	48.486	40.156	88.643	189.817	278.460	1.108.175
Collina	1.382	800	2.182	4.248	6.430	276.829
Montagna	2.167	3.838	6.006	6.665	12.671	923.444
Totale Lombardia	52.035	44.795	96.830	200.730	297.560	2.308.447

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

Tabella 3.3: Proporzionamento del territorio lombardo che ricade nelle fasce fluviali nelle varie zone di quota

Zona di quota	% Sup. in fascia A (ha)	% Sup. in fascia B (ha)	% Sup. nelle fasce A o B (ha)	% Sup. in fascia C (ha)	% Sup. nelle fasce (ha)
Pianura	4,4%	3,6%	8,0%	17,1%	25,1%
Collina	0,5%	0,3%	0,8%	1,5%	2,3%
Montagna	0,2%	0,4%	0,7%	0,7%	1,4%
Totale Lombardia	2,3%	1,9%	4,2%	8,7%	12,9%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

Studiando la ripartizione delle fasce fluviali tra le diverse Province lombarde (Tabella 3.4) ci si accorge che la provincia con la superficie assoluta nelle fasce più elevata è quella di Mantova con quasi 115.826 ettari, seguita da Pavia e Cremona con rispettivamente 54.793 ettari e 53.815 ettari. È da notare che tutte e tre le province sono interessate dalle fasce molto larghe del fiume Po. Per quanto riguarda le fasce di esondazione (fasce A e B), sono le stesse province ad avere la maggiore superficie assoluta.

Tabella 3.4: Superficie delle fasce fluviali nelle varie province ¹¹

Provincia	Sup. in fascia A (ha)	Sup. in fascia B (ha)	Sup. nelle fasce A o B (ha)	Sup. in fascia C (ha)	Sup. totale nelle fasce (ha)	Sup. totale della provincia (ha)
Bergamo	2.162	1.399	3.561	2.891	6.452	270.869
Brescia	2.300	2.878	5.178	11.936	17.114	452.484
Como	158	880	1.038	153	1.191	116.951
Cremona	9.584	9.002	18.585	35.230	53.815	174.991
Lecco	372	209	582	88	670	73.962
Lodi	6.263	5.567	11.830	13.953	25.783	76.596
Mantova	12.921	4.760	17.682	98.144	115.826	228.654
Milano	2.823	3.181	6.003	3.453	9.457	155.593
Monza	156	246	402	588	990	40.420
Pavia	12.929	13.849	26.778	28.015	54.793	293.303
Sondrio	1.568	2.249	3.817	4.640	8.457	315.577
Varese	799	576	1.375	1.637	3.012	109.048
Totale Lombardia	52.035	44.795	96.830	200.730	297.560	2.308.447

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo e della Direzione Generale Territorio e Urbanistica

¹¹ Le superfici sono state determinate al netto delle aree idriche nel 2007.

In termini percentuali (*Tabella 3.5*), Mantova è la Provincia con la maggiore presenza delle fasce fluviali con il 50,7% del territorio coperto dalle fasce e il 7,7% è collocato nelle fasce A e B. Si nota che Pavia e Cremona si classificano tra le Province dove la concentrazione delle fasce è la più alta (rispettivamente il 18,7% e il 30,8%) ma la Provincia di Lodi, attraversata anch'essa dal fiume Po, arriva per seconda con il 33,7% del territorio occupato dalle fasce e perfino il 15,4% dalle fasce A e B.

Tabella 3.5: Proporzione del territorio lombardo che ricade nelle fasce fluviali nelle varie province

Provincia	% Sup. in fascia A (ha)	% Sup. in fascia B (ha)	% Sup. nelle fasce A o B (ha)	% Sup. in fascia C (ha)	% Sup. nelle fasce (ha)
Bergamo	0,8%	0,5%	1,3%	1,1%	2,4%
Brescia	0,5%	0,6%	1,1%	2,6%	3,8%
Como	0,1%	0,8%	0,9%	0,1%	1,0%
Cremona	5,5%	5,1%	10,6%	20,1%	30,8%
Lecco	0,5%	0,3%	0,8%	0,1%	0,9%
Lodi	8,2%	7,3%	15,4%	18,2%	33,7%
Mantova	5,7%	2,1%	7,7%	42,9%	50,7%
Milano	1,8%	2,0%	3,9%	2,2%	6,1%
Monza	0,4%	0,6%	1,0%	1,5%	2,4%
Pavia	4,4%	4,7%	9,1%	9,6%	18,7%
Sondrio	0,5%	0,7%	1,2%	1,5%	2,7%
Varese	0,7%	0,5%	1,3%	1,5%	2,8%
Totale Lombardia	2,3%	1,9%	4,2%	8,7%	12,9%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo e della Direzione Generale Territorio e Urbanistica

La *Tabella 3.6* precisa il numero di comuni interessati dalle fasce fluviali nelle diverse zone di quota, la superficie totale comunale nonché la proporzione della superficie comunale interessata dalle fasce. Si nota che più del terzo dei comuni lombardi è attraversato dalle fasce fluviali (**561 comuni** sui 1544 comuni della Lombardia) tra i quali più del 90% è interessato dalle fasce A e B (**511 comuni**). La maggioranza di questi comuni ha un territorio pianeggiante e si nota che le fasce sono presenti nel 45% dei comuni di pianura.

Una parte significativa dei territori dei comuni interessati dalle fasce è coperta dalle fasce con complessivamente il 29,2% della superficie comunale e questa percentuale raggiunge quasi il 39,4% in pianura.

*Tabella 3.6: Presentazione dei comuni interessati dalle fasce fluviali nelle varie zone di quota*¹²

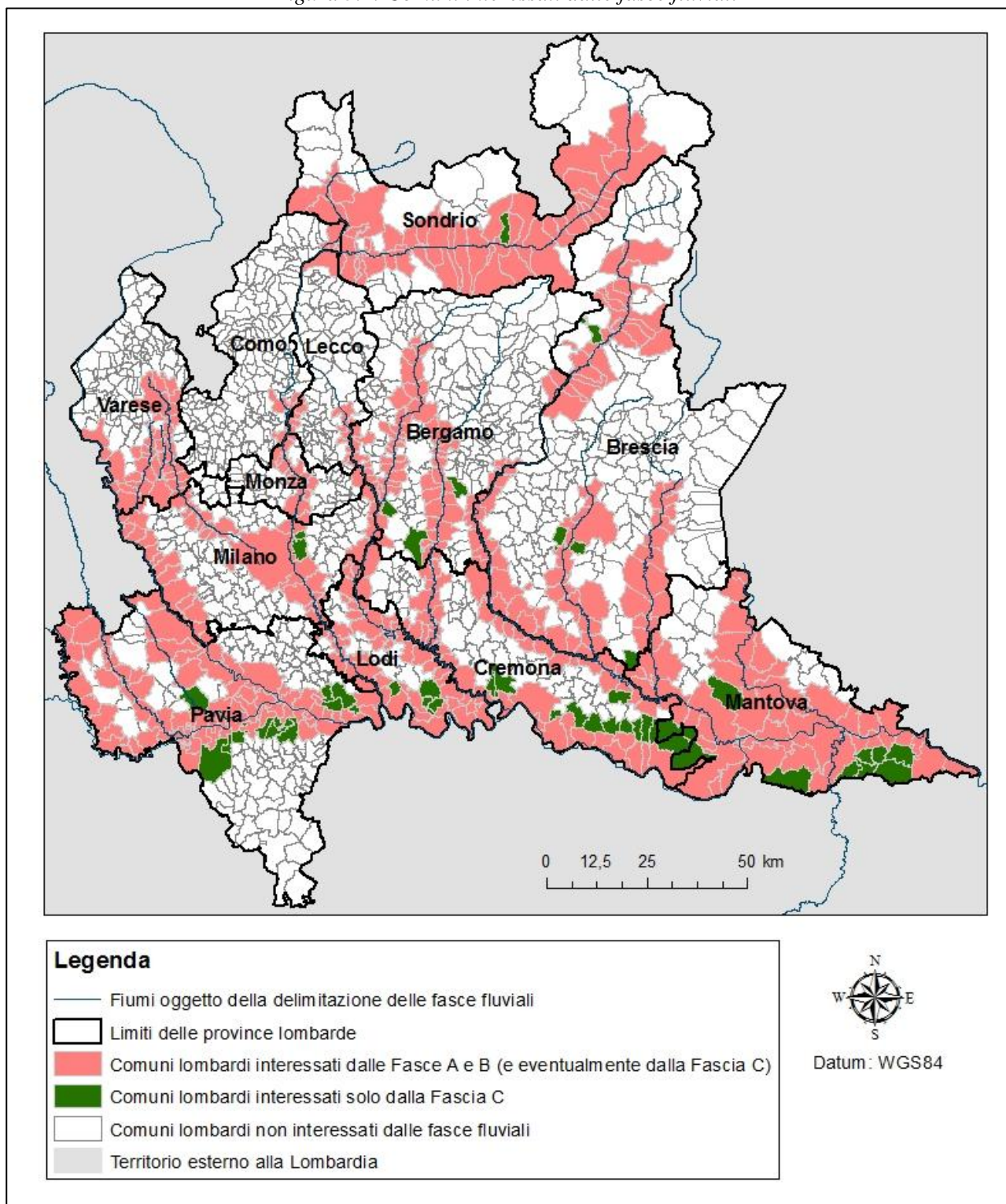
Provincia	Comuni interessati dalle fasce A e B			Comuni interessati dalle fasce			Tutti i comuni
	Num. di comuni	Sup. comunale (ha)	% della sup. comunale interessata dalle fasce A e B	Num. di comuni	Sup. comunale (ha)	% della sup. comunale interessata dalle fasce	Num. di comuni
Pianura	337	620.800	14,3%	385	706.966	39,4%	751
Collina	85	80.827	2,7%	85	80.827	8,0%	321
Montagna	89	229.871	2,6%	91	232.869	5,4%	472
Totale Lombardia	511	931.497	10,4%	561	1.020.661	29,2%	1544

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

¹² Le superfici sono state determinate al netto delle aree idriche nel 2007.

La Figura 3.2 cartografa i comuni interessati dalle fasce fluviali

Figura 3.2: Comuni interessati dalle fasce fluviali



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

3.2 - Analisi demografica nei comuni interessati dalle fasce fluviali

Le densità abitative e le variazioni della popolazione residente sono state analizzate per caratterizzare la pressione demografica nei comuni interessati dalle fasce fluviali.

Dalla *Tabella 3.7*, si rileva che, nella zona di collina, la densità abitativa è molto elevata nei comuni interessati dalle fasce (1.007 ab/km² nel 2007) e supera ampiamente quella dei comuni non interessati (602 ab/km²). Invece in pianura, la tendenza si inverte con valori di densità abitativa superiori nei comuni non interessati dalle fasce. Per quanto riguarda le aree montane, le densità abitative sono basse per tutto il territorio lombardo con valori intorno a 120 ab/km². I tassi di crescita medi della popolazione nei comuni interessati sono bassi (inferiori al 7,4%) e sono inferiori ai valori calcolati nei comuni non interessati in tutte le zone di quota.

Tabella 3.7: Analisi demografica nei comuni lombardi interessati e non interessati dalle fasce fluviali

	Zona di quota	Sup. totale (ha)	Pop ₁₉₉₉ (ab)	Pop ₂₀₀₇ (ab)	Dp ₁₉₉₉ (ab/km ²)	Dp ₂₀₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop.} 1999-2007
Comuni lombardi interessati dalle fasce fluviali	Pianura	706.966	3.802.067	4.018.022	539	568	5,7%
	Collina	80.827	762.194	813.573	943	1.007	6,7%
	Montagna	232.869	269.972	281.801	116	121	4,4%
	Totale	1.020.661	4.834.233	5.113.396	474	501	5,8%
Comuni lombardi non interessati dalle fasce fluviali	Pianura	401.209	2.336.223	2.592.051	582	646	11,0%
	Collina	196.002	1.078.364	1.179.184	550	602	9,3%
	Montagna	690.575	722.334	757.775	105	110	4,9%
	Totale	1.287.786	4.136.921	4.529.010	321	352	9,5%
Regione Lombardia	Pianura	1.108.175	6.138.290	6.610.073	554	596	7,7%
	Collina	276.829	1.840.558	1.992.757	665	720	8,3%
	Montagna	923.444	992.306	1.039.576	107	113	4,8%
	Totale	2.308.447	8.971.154	9.642.406	389	418	7,5%

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

Le densità abitative e i tassi di variazione della popolazione sono stati calcolati a scala comunale nei comuni interessati dalle fasce fluviali. Si nota innanzitutto la presenza tra questi comuni di capoluoghi provinciali densamente popolati (*Tabella 3.8*) ossia per ordine decrescente di densità abitativa Milano, Monza, Brescia, Varese, Pavia, Sondrio, Lodi, Cremona e Mantova. Tuttavia, i tassi di crescita della popolazione sono bassi e anche negativi per alcune di queste città, il valore massimo è raggiunto a Lodi con il 5%.

Tabella 3.8: Valori degli indicatori demografici nei capoluoghi di Provincia interessati dalle fasce

Comune	Dp ₁₉₉₉ (ab/km ²)	Dp ₂₀₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop,99-07}
Milano	7.029	7.205	2,5%
Monza	3.569	3.655	2,4%
Brescia	2.104	2.131	1,1%
Varese	1.583	1.602	1,1%
Pavia	1.147	1.136	-0,9%
Sondrio	1.071	1.103	3,0%
Lodi	1.006	1.056	5,0%
Cremona	1.024	1.038	1,4%
Mantova	863	857	-1,0%

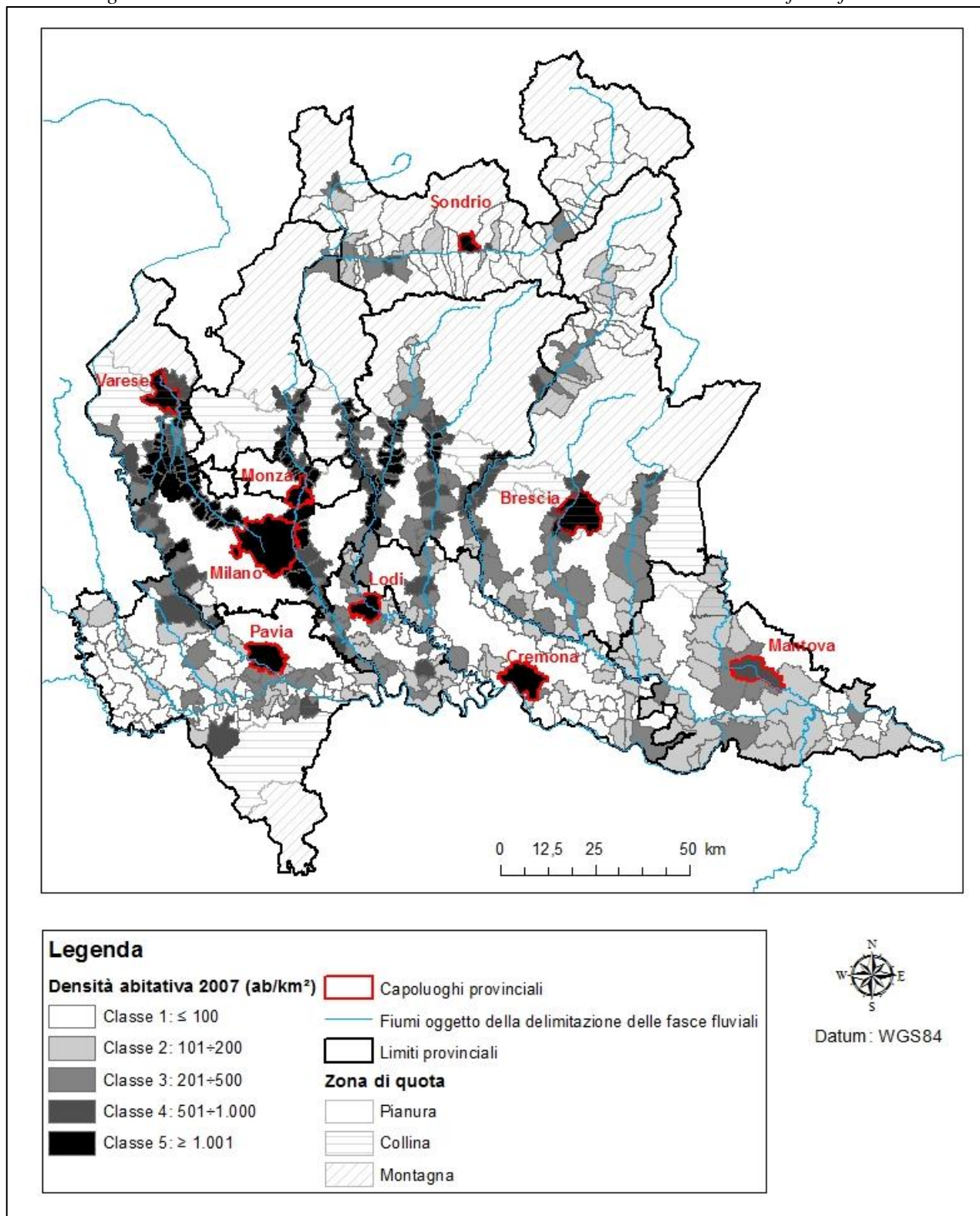
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

Le *Figure 3.3 e 3.4* presentano i valori di densità abitativa nel 2007 e di tasso di variazione della popolazione tra il 1999 e il 2007 nei comuni interessati dalle fasce fluviali..

Come già evidenziato con l'analisi a scala di zona di quota (*Tabella 3.8*), tra le aree con le più elevate densità abitative si possono citare le aree di collina: 74 degli 85 comuni di **collina** hanno una densità abitativa superiore a 500 ab/km². In pianura, le province di **Milano**, **Monza** e **Varese** presentano forti valori di densità abitativa, il valore supera 500 ab/km² per più del 75% dei comuni interessati dalle fasce. Questa quota raggiunge anche il 68% in provincia di Bergamo. Invece nelle province di Cremona, Lodi, Mantova, e Pavia le densità abitative sono complessivamente più basse. Le aree montane sono nell'insieme poco densamente popolate.

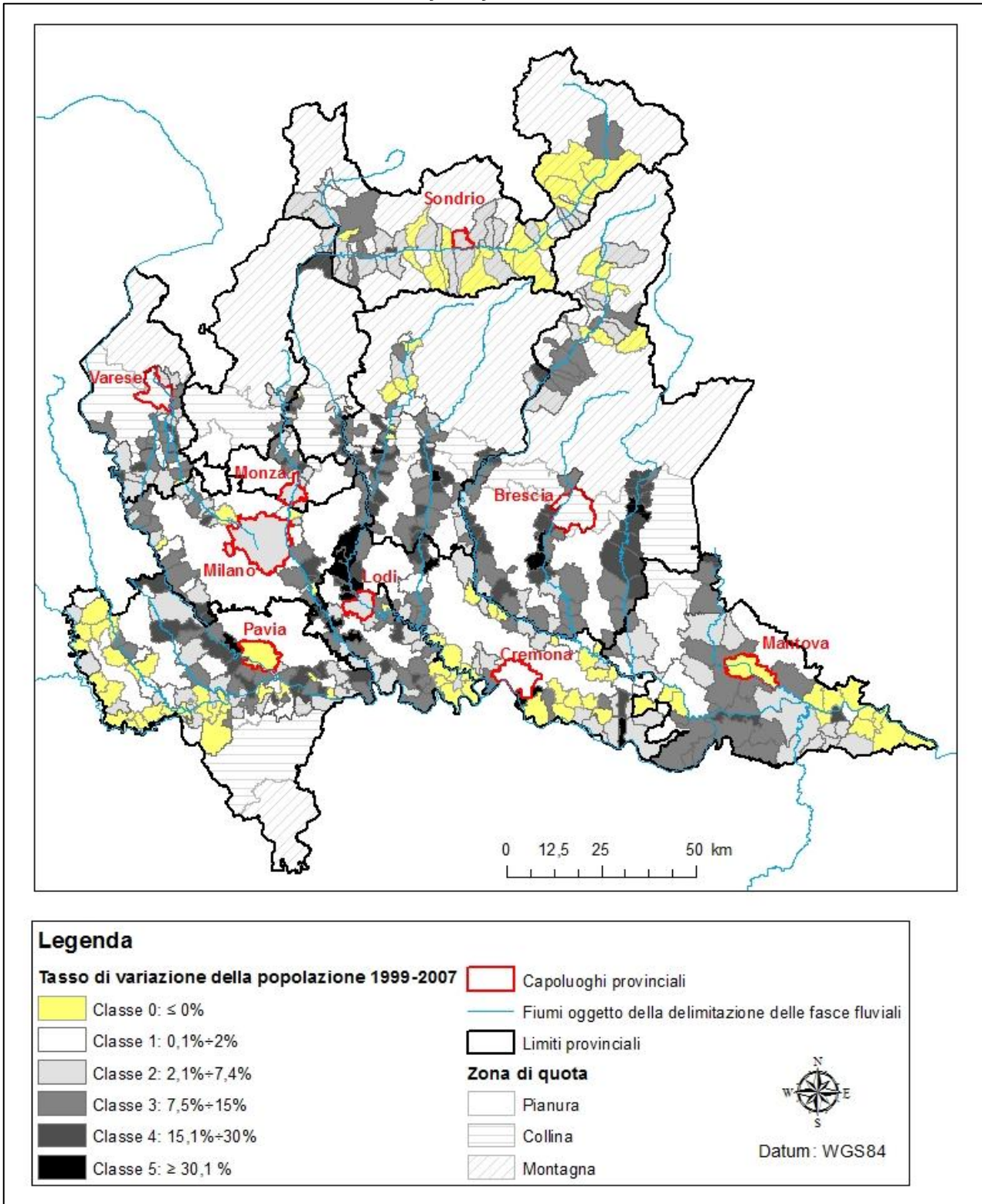
Si osserva un fenomeno di **spopolamento** per 98 comuni fra cui 44 sono interessati dalle fasce fluviali del Po e 14 dalle fasce del Fiume Adda in Provincia di Sondrio. Invece 22 comuni hanno dei tassi di variazione della popolazione molto elevati superiori al 30%.

Figura 3.3: Densità abitativa nel 2007 nei comuni lombardi interessati dalle fasce fluviali



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

Figura 3.4: Tasso di variazione della popolazione tra il 1999 e il 2007 nei comuni lombardi interessati dalle fasce fluviali



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

Esaminando i comuni interessati dalle fasce del **Fiume Po**, ci si accorge che il 47% ha una densità abitativa molto bassa inferiore a 100 ab/km² tra cui la metà subisce un fenomeno di spopolamento e comunque l'83% ha un tasso di variazione della popolazione basso inferiore al 7,4%. Inoltre, il 65% dei comuni ha una densità inferiore a 200 ab/km² tra cui la metà ha un tasso di variazione inferiore a 7,4%. Dalla *Tabella 3.9* si vede che nelle Province di Lodi, Mantova e Pavia, le densità abitative medie assumono valori bassi inferiori a 200 ab/km². Per quanto riguarda il tasso di variazione, è basso nelle Province di Cremona, Mantova e Pavia e comunque pari alla media regionale in Provincia di Lodi.

Anche se le fasce fluviali del Fiume Po che sono particolarmente larghe coprono una quota importante del territorio dei comuni interessati dalle sue fasce, la pressione demografica in questi comuni appare complessivamente contenuta.

Tabella 3.9: Indicatori demografici per i comuni interessati dalle fasce del Po per le diverse province

Provincia	Dp ₁₉₉₉ (ab/km ²)	Dp ₂₀₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop,99-07}
Pavia	169	177	4,6%
Lodi	177	190	7,7%
Cremona	222	228	3,3%
Mantova	167	174	4,9%

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e di Istat

Per quanto riguarda il **Fiume Oglio**, nella zona di **montagna** mentre la parte più a monte presenta valori contenuti delle densità abitative e dei tassi di variazione della popolazione che sono persino negativi per alcuni comuni, nel tratto terminale della zona di montagna la pressione demografica appare più forte. Inoltre, nella zona di collina e nel tratto iniziale della zona di pianura, la pressione demografica sul territorio è di rilevante entità mentre appare più contenuta in pianura.

3.3 - Presenza di parchi

Tra i parchi lombardi si contano **parchi fluviali regionali** (Ticino, Adda, Oglio, Serio, Mincio e Lambro), istituiti già dagli anni 80 per tutelare le zone umide, i boschi e gli habitat [L7]¹³. Costituiscono importanti corridoi ecologici che assicurano in particolare il collegamento tra gli ambienti alpini e prealpini e la pianura. Sono gestiti attraverso Piani Territoriali di Coordinamento. Una superficie significativa di questi parchi fluviali ricade all'interno delle fasce fluviali introducendo ulteriori norme nelle aree allagabili già regolamentate dal PAI.

Oltre ai parchi fluviali, le fasce sono interessate dal Parco Agricolo Sud Milano e in modo marginale da Parchi montani e/o forestali.

Prima dell'introduzione del primo PSFF nel 1998 e del PAI nel 2001, erano già vigenti i piani dei parchi per la tutela degli ambiti fluviali.

Le aree protette costituiscono l'essenziale del territorio che ricade all'interno delle fasce fluviali per i Fiumi Adda, Mincio, Oglio Ticino, nonché per i Fiumi Rile e Terdoppio nella sola zona di collina e i Fiumi Arno e Serio per la sola zona di pianura (*Tabella 3.10*). La *Figura 3.5* cartografa i parchi interessati dalle fasce fluviali in Lombardia.

¹³ L.R 86/183, Art. 16 e allegato A

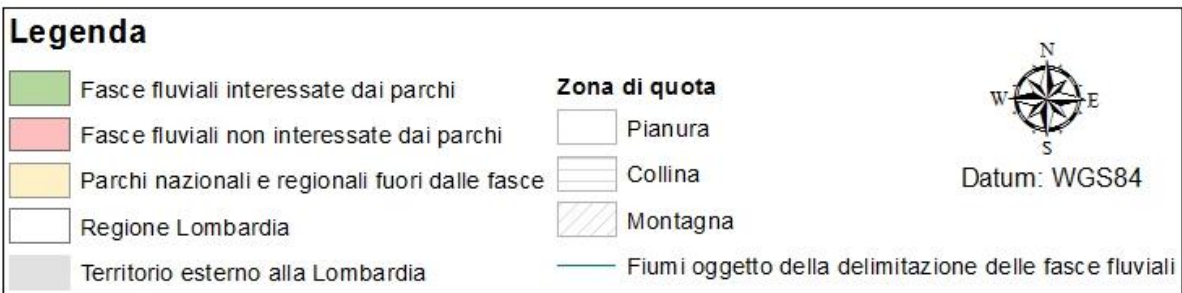
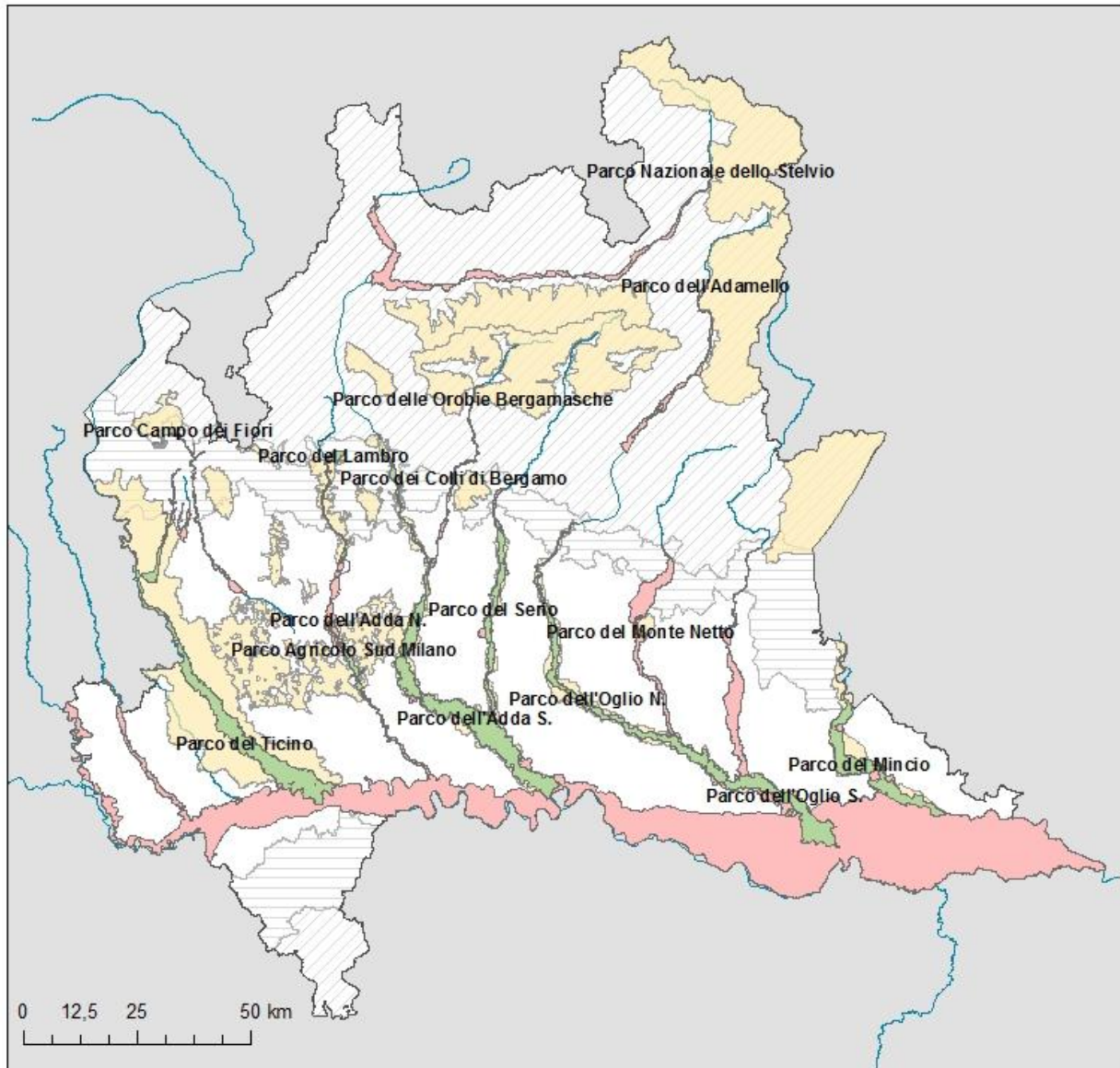
Tabella 3.10: Rapporto tra la superficie della fascia A, B o C che ricade all'interno dei parchi rispetto alla superficie totale della fascia corrispondente per ogni fiume e zona di quota¹⁴

Fiume	Collina			Pianura			Nomi dei parchi corrispondenti
	Fascia A	Fascia B	Fascia C	Fascia A	Fascia B	Fascia C	
Adda	99%	90%	74%	100%	98%	85%	- Parco dell'Adda Nord - Parco dell'Adda Sud
Arno	2%	0%	0%	100%	100%	100%	- Parco del Ticino
Brembo	0%	0%	1%	13%	27%	9%	- Parco dell'Adda Nord - Parco delle Orobie Bergamasche
Chiese	0%	0%	0%	6%	0%	2%	- Parco dell'Oglio Sud
Lambro	99%	100%	99%	36%	61%	15%	- Parco Del Lambro - Parco Agricolo Sud Milano
Mella	0%	0%	0%	9%	10%	10%	- Parco dell'Oglio Nord - Parco dell'Oglio Sud - Parco del Monte Netto
Mincio	100%	100%	100%	98%	97%	73%	- Parco del Mincio
Oglio	99%	100%	100%	100%	100%	78%	- Parco dell'Oglio Nord - Parco dell'Oglio Sud
Po		0%	0%	8%	4%	4%	- Parco del Ticino
Rile	0%	0%	0%		100%	100%	- Parco del Ticino
Serio	0%	0%	0%	98%	95%	68%	- Parco del Serio - Parco dell'Adda Sud
Tenore	0%	0%	0%	0%	57%	9%	- Parco del Ticino
Terdoppio				100%		100%	- Parco del Ticino
Ticino	100%	100%	100%	100%	100%	97%	- Parco del Ticino

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio e di Istat

¹⁴ - Le caselle grigie segnalano che le fasce fluviali non sono presenti nella zona di quota e per il Fiume corrispondente.
- Le superfici sono state determinate al netto delle aree idriche nel 2007.

Figura 3.5: Parchi presenti nelle fasce fluviali in Lombardia



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio e di Istat

3.4 - Conclusioni per il Capitolo 3

Il *Capitolo 3* ha messo in evidenza le caratteristiche territoriali delle fasce fluviali e le caratteristiche demografiche dei comuni interessati dalle fasce:

- Il territorio delle fasce fluviali è principalmente pianeggiante;
- Le fasce fluviali lombarde che sono state delimitate per 19 fiumi interessano ben il terzo dei comuni lombardi e hanno un'estensione rilevante, in particolare la fascia C che copre ben l'8,7% del territorio lombardo mentre le fasce A e B di esondazione ne coprono il 4,2%;
- La pressione demografica per alcuni comuni interessati dalle fasce fluviali appare elevata in particolare in collina e nelle province di Milano, Monza e Varese per la zona di pianura dove le densità abitative raggiungono valori elevati mentre per altri comuni in particolare nella parte montana e intorno al Fiume Po la pressione demografica è molto più contenuta.
- Oltre al PAI, ulteriori strumenti di tutela del suolo, incidono sul territorio compreso all'interno delle fasce fluviali, i Piani dei Parchi, e in particolare i Piani dei Parchi fluviali regionali istituiti negli anni 80.

Capitolo 4 - Studio preliminare delle variazioni di uso del suolo nelle fasce fluviali in Lombardia

Si tratta nel presente capitolo di realizzare uno studio preliminare dell'uso del suolo per caratterizzare il paesaggio delle fasce fluviali nel suo complesso e le dinamiche dell'uso del suolo. Le analisi svolte non prendono in considerazione il contesto amministrativo provinciale e comunale ma valutano le differenze nell'uso del suolo legate alla **morfologia del territorio** (*paragrafi 4.1 e 4.2*) e all'eventuale presenza di **parchi** (*paragrafo 4.2*).

Nel *paragrafo 4.1* viene presentato uno studio delle macroclassi di copertura di uso del suolo (classi DUSAF al livello I), al fine di determinare l'estensione delle aree antropizzate (DUSAF 1), agricole (DUSAF 2) e biopermeabili¹⁵ (DUSAF 3) e di valutare l'intensità delle variazioni di queste coperture.

Nel *paragrafo 4.2* è poi stata condotta un'analisi di maggior dettaglio per mettere in evidenza quali classi sono aumentate all'interno delle aree antropizzate, agricole e biopermeabili e quale è l'influenza della presenza di parchi sulle variazioni di uso del suolo.

Le analisi sono state realizzate con riferimento al **territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce**, ossia il territorio dei comuni interessati dalle fasce A, B o C detratte le aree che ricadono all'interno delle fasce.

Si rimanda ai paragrafi 2.2 e 2.3 per la definizione delle coperture di uso del suolo, degli indicatori e dei criteri adottati per l'interpretazione degli indicatori.

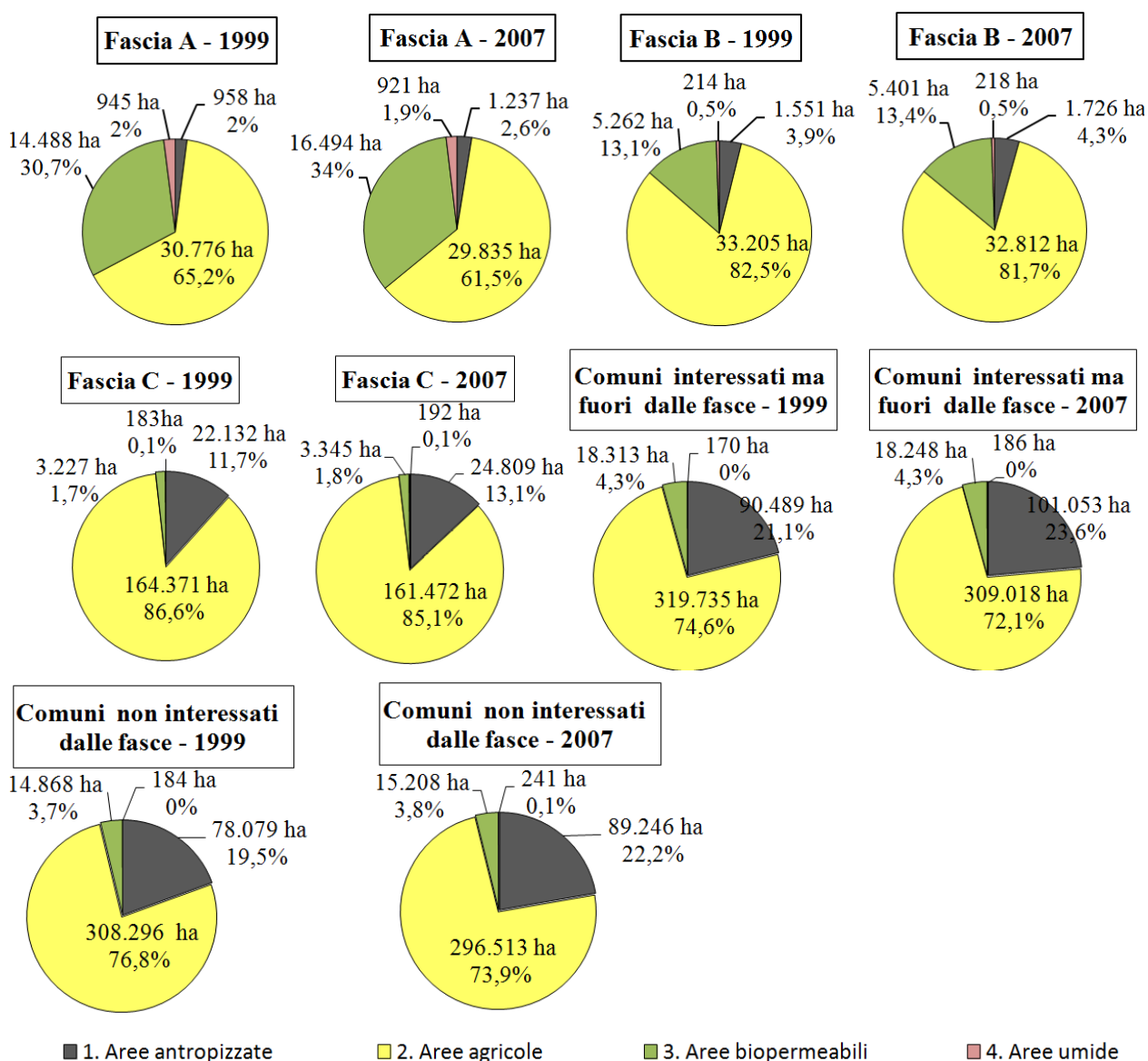
¹⁵ Il concetto di aree biopermeabili è stato definito nel paragrafo 2.1.a. Sono raggruppate in questa categoria le coperture della classe 3 DUSAF.

4.1 - Studio delle coperture al livello I DUSAF

4.1.a- Studio dei coefficienti di copertura

Nel territorio lombardo pianeggiante, si osserva complessivamente una prevalenza delle aree agricole in particolare nelle fasce B e C dove i valori dei coefficienti di copertura agricola superano l'80% (Grafico 4.1). Nelle fasce di esondazione (A e B) l'antropizzazione è molto bassa (inferiore al 5%) mentre in fascia C raggiunge valori medi (il 13,1% nel 2007), ma rimane ben al di sotto del dato calcolato fuori dalle fasce nei comuni interessati dalle fasce (il 23,6% nel 2007) e del dato calcolato nei comuni non interessati (il 22,2% nel 2007). Le aree biopermeabili hanno un'estensione molto ridotta salvo nelle fasce A e B che mantengono un grado medio-basso di biopermeabilità (il 30,7% in fascia e il 13,4% in fascia B nel 2007).

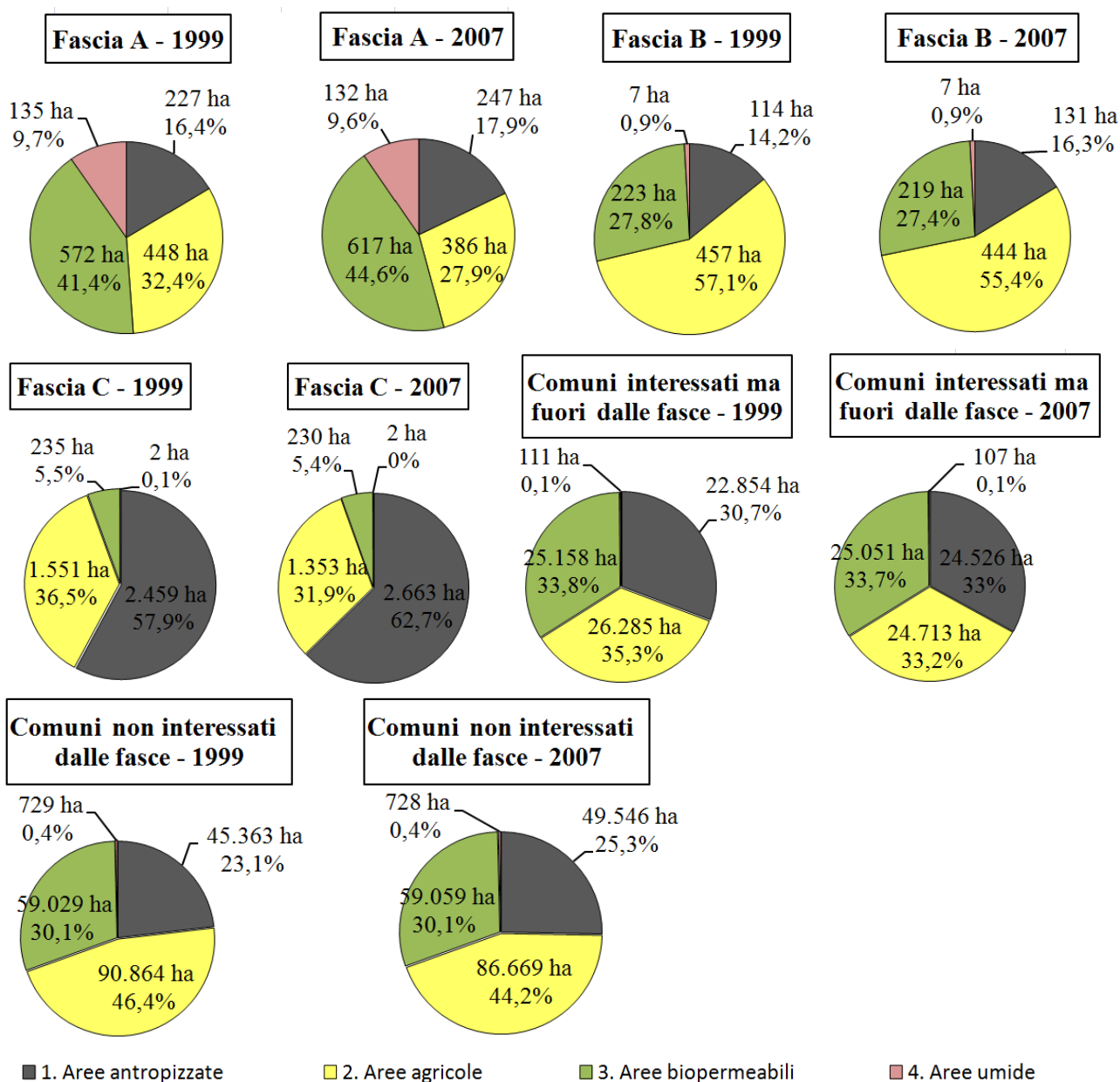
Grafico 4.1: Analisi delle classi di copertura DUSAF al livello I nella zona di pianura nel 1999 e nel 2007: coefficienti di copertura e aree corrispondenti



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Nella zona di collina (*Grafico 4.2*), il territorio è molto più antropizzato rispetto alla pianura. Nelle fasce A e B di esondazione si registrano valori elevati dei coefficienti di copertura antropizzata, anche se rimangono inferiori ai valori ottenuti per il resto del territorio: raggiungono nel 2007 il 17,9% in fascia A e il 16,3% in fascia B. Anche in fascia C la situazione appare critica, dove il 62,7% del territorio è coperto da aree antropizzate nel 2007, il che rappresenta quasi il doppio del valore per i comuni interessati fuori dalle fasce. Ad eccezione della fascia C, il tasso di biopermeabilità assume valori medi su tutto il territorio. Di conseguenza, le aree agricole sono più contenute rispetto alla zona di pianura con dei valori dei coefficienti di copertura agricola che si assestano intorno al 30% sia all'interno che all'esterno delle fasce. Si nota però che in fascia B questo valore supera il 50%.

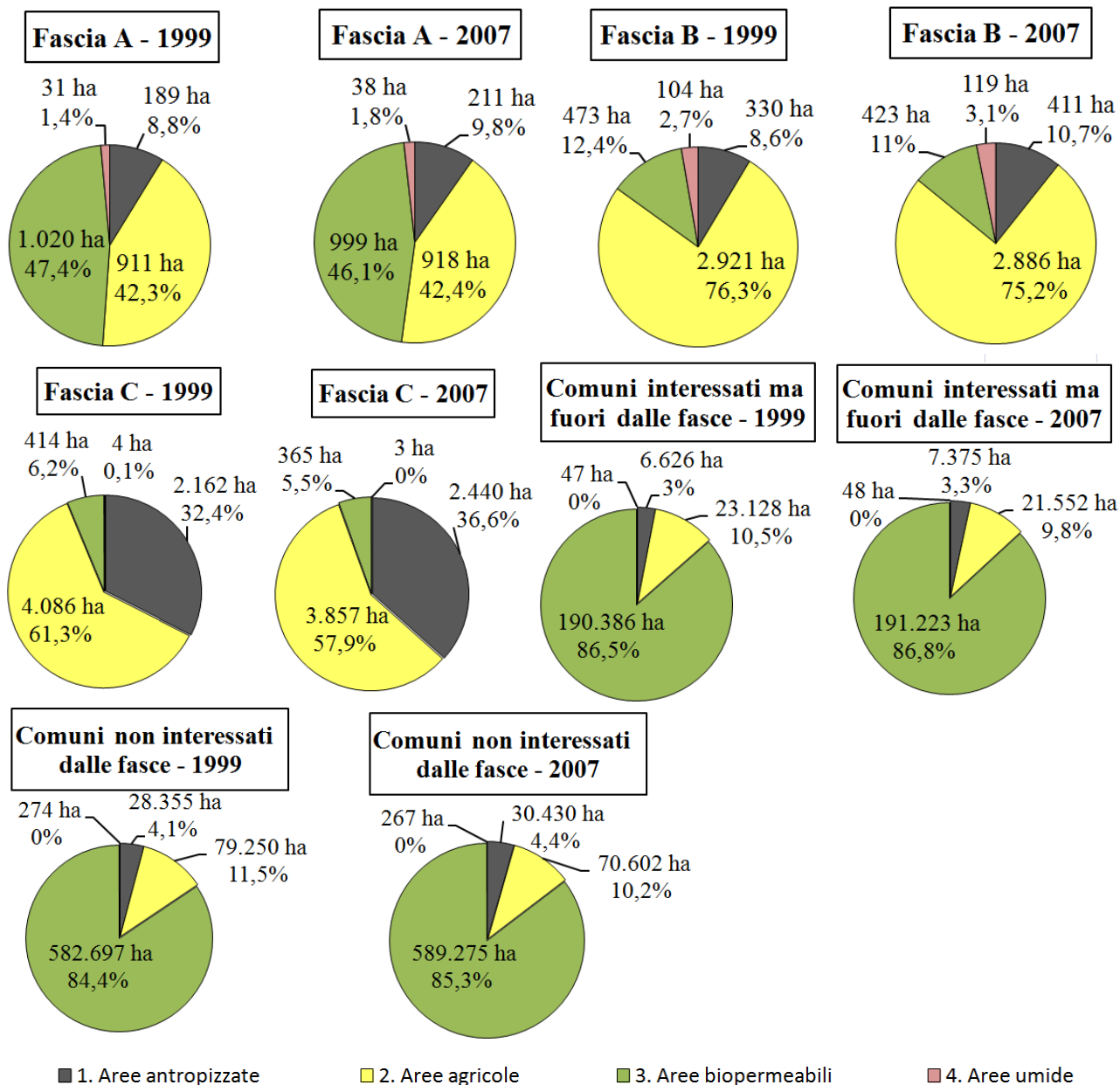
Grafico 4.2: Analisi delle classi di copertura DUSAF al livello I nella zona di collina nel 1999 e nel 2007: coefficienti di copertura e aree corrispondenti



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Le aree montane (Grafico 4.3) appaiono più densamente antropizzate all'interno delle fasce fluviali rispetto al resto del territorio, comprese le fasce A e B di esondazione. In queste ultime, i coefficienti di copertura antropizzata sono circa tre volte superiori al dato calcolato nei comuni interessati ma fuori dalle fasce e in fascia C dieci volte superiori. Le aree agricole sono anche molto più sviluppate nelle fasce fluviali con valori compresi nel 2007 tra il 42,4% in fascia A e il 75,2% in fascia B. Nella zona di montagna, si osservano quindi una concentrazione degli insediamenti e delle attività umane a ridosso dei corsi d'acqua mentre complessivamente il resto del territorio è prevalentemente coperto da superfici biopermeabili.

Grafico 4.3: Analisi delle classi di copertura DUSAF al livello I nella zona di **montagna** nel 1999 e nel 2007: coefficienti di copertura e aree corrispondenti



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

4.1.b - Studio delle variazioni

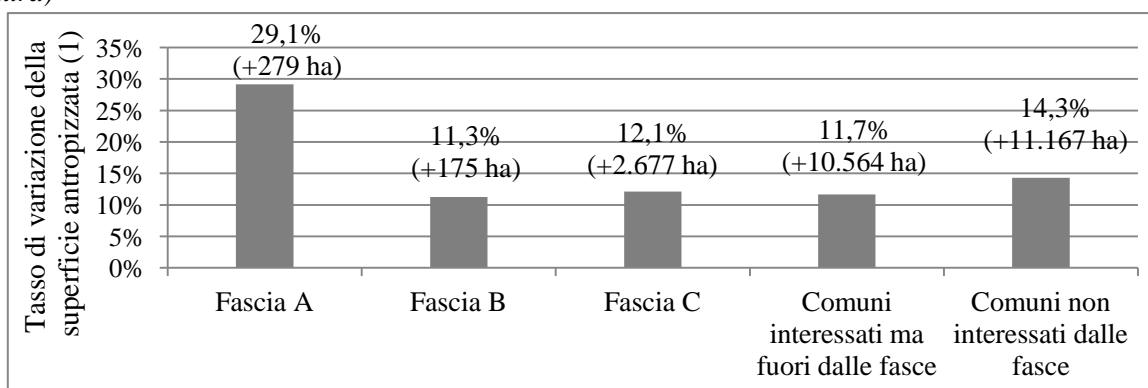
➤ Aree antropizzate

Analizzando le variazioni delle aree antropizzate (Grafico 4.4), ci si accorge che **si verificano situazioni in cui il tasso di variazione della superficie antropizzata nelle fasce è più elevato rispetto ai comuni interessati ma fuori dalle fasce**. In particolare, l'indicatore raggiunge il 29,1% in fascia A di pianura, il 15% in fascia B di collina e il 24,5% in fascia B di montagna, mentre vale rispettivamente il 12,1% , il 7,3% e l'11,3% nei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

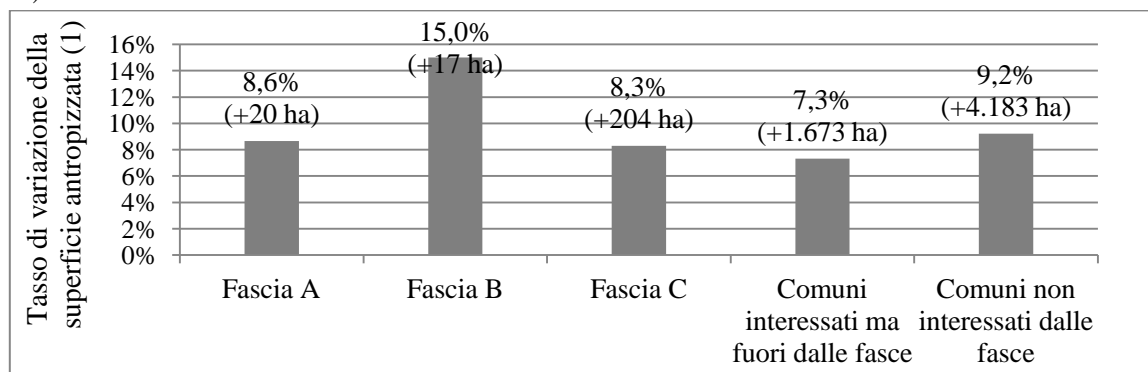
Inoltre, in fascia C, mentre i coefficienti di copertura antropizzata in collina e in montagna sono di molto superiori al dato calcolato nei comuni interessati ma fuori dalle fasce, i tassi di variazione sono anche loro più elevati.

Grafico 4.4: Tassi di variazione della superficie antropizzata (1) tra il 1999 e il 2007 e variazioni assolute corrispondenti in pianura, in collina e in montagna

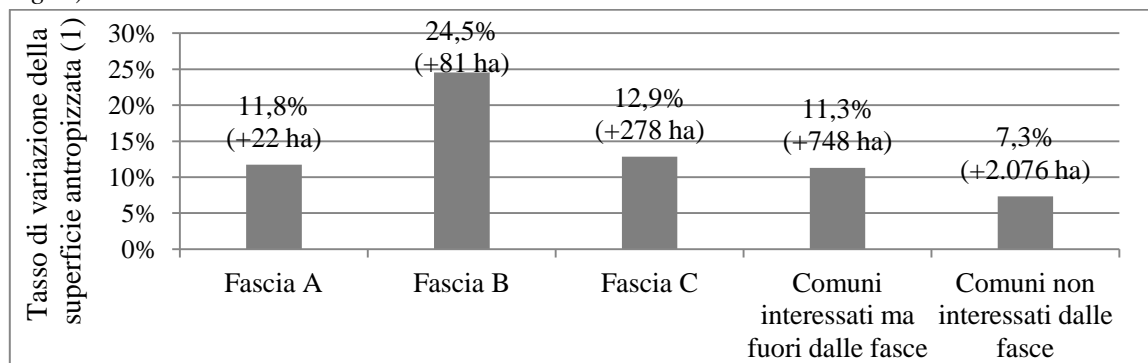
(pianura)



(collina)



(montagna)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Dato i valori contenuti dei coefficienti di copertura antropizzata nelle fasce A e B di pianura (*Grafico 2.1*), anche tassi di variazione elevati delle aree antropizzate implicano incrementi ridotti dei valori dei coefficienti di copertura (*Tabella 4.1*). Tuttavia, nelle zone di collina e di montagna dove il territorio delle fasce A e B è più antropizzato, $\Delta\text{Coeff}_{\text{antrop},99-07}$ vi raggiunge valori superiori o uguali all'1%, superando in montagna il valore ottenuto per i comuni interessati ma fuori dalle fasce.

Per quanto riguarda la fascia C, mentre in pianura l'incremento del coefficiente di copertura assume un valore medio di 1,4%, in collina e in montagna è molto elevato e supera il valore ottenuto nei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

Tabella 4.1: $\Delta\text{Coeff}_{\text{antrop}}$ tra il 1999 e il 2007

$\Delta\text{Coeff}_{\text{antrop},99-07}$	Fascia A	Fascia B	Fascia C	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	Comuni non interessati dalle fasce
Pianura	0,5%	0,4%	1,4%	2,5%	2,8%
Collina	1,4%	2,1%	4,8%	2,3%	2,1%
Montagna	1,0%	2,1%	4,2%	0,3%	0,3%

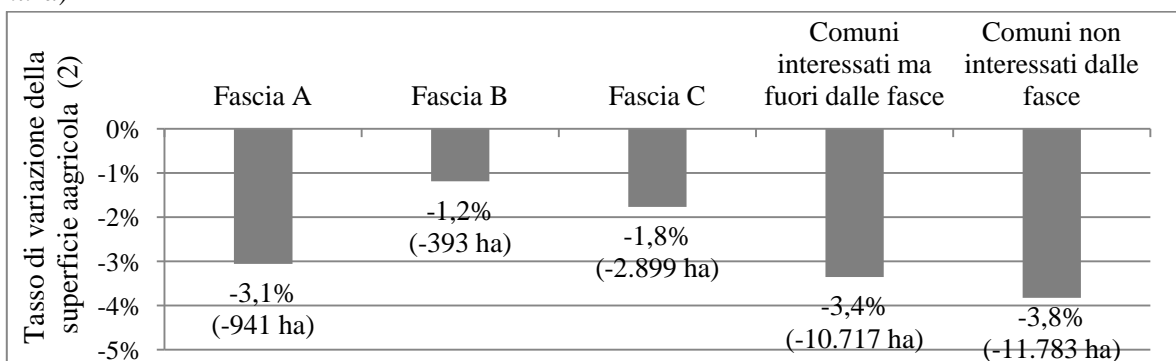
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

➤ *Aree agricole*

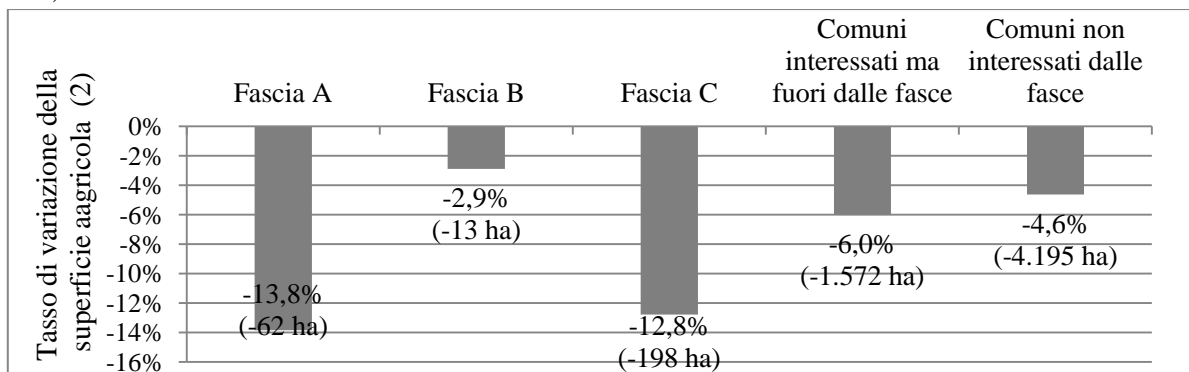
Ad eccezione della fascia A di montagna, si assiste ad una diminuzione delle aree agricole su tutto il territorio (*Grafici 4.5*), sia all'interno che all'esterno delle fasce. I tassi di variazione sono però più contenuti nelle fasce in pianura e in montagna. Invece, si rileva una diminuzione più marcata nelle fasce A e C di collina dove i tassi di variazione assumono rispettivamente il -13,8% e il -12,8%, mentre vale il -6% nei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

Grafico 4.5: Tassi di variazione della superficie agricola (2) tra il 1999 e il 2007 e variazioni assolute corrispondenti in pianura, in collina e in montagna

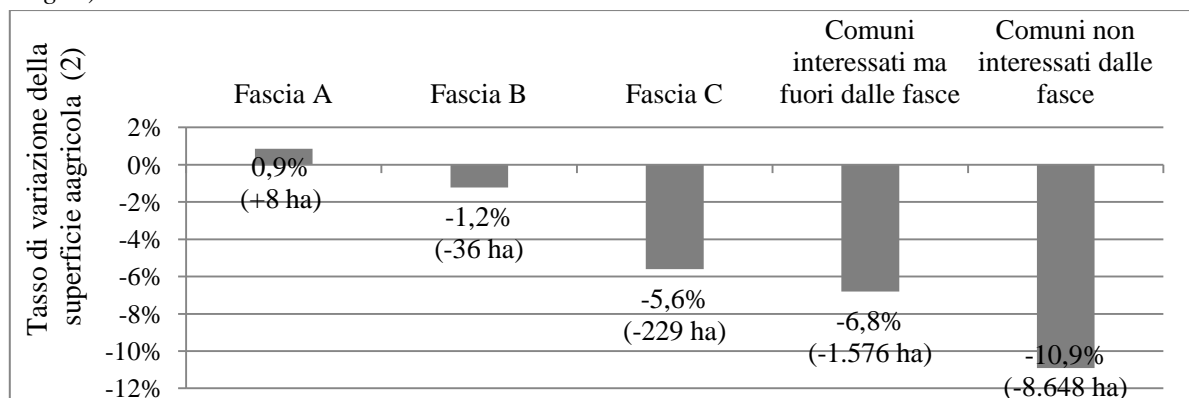
(pianura)



(collina)



(montagna)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Tuttavia, la diminuzione delle aree agricole non è dovuta soltanto al processo di antropizzazione: **una quota delle aree agricole è diventata area biopermeabile (Tabella 4.2)** e aree umida o idrica. L'impatto delle aree umide e idriche sulle aree agricole rimane tuttavia molto limitato.

Il fenomeno di diminuzione delle aree agricole a favore delle aree biopermeabili (Tabella 4.2) è stato più marcato nelle **fasce A di collina e di pianura** dove si osserva che rispettivamente 47,1 ettari e 567,7 ettari, ossia il 10,5% e l'1,8% delle superfici classificate come agricola nel 1999 era classificata come biopermeabile nel 2007. Quindi anche se per la fascia A di collina il tasso di variazione della superficie agricola (-13,8%) è di molto superiore in valore assoluto al dato ottenuto nei comuni interessati ma fuori dalle fasce (-6%), l'impatto delle aree antropizzate sulle aree agricole vi è minore.

Invece nella fascia C di collina dove il tasso di variazione della superficie agricola (-12,8%) è di molto superiore al valore ottenuto nei comuni interessati ma fuori dalle fasce (-6%), le transizioni tra le classi DUSAF 2 e 3 vi sono molto limitate: le aree antropizzate hanno avuto un impatto maggiore sulle aree agricole in fascia C di collina rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

Al contrario, in fascia B di collina e nelle fasce B e C di montagna, la diminuzione delle aree agricole è dovuta soltanto all'aumento delle aree antropizzate. In montagna, anche se il tasso di variazione della superficie agricola è superiore in valore assoluto nei comuni interessati ma fuori dalle fasce (-6,8%) rispetto alla fascia C (-5,6%), una quota rilevante delle aree agricole è diventata biopermeabile nei comuni interessati ma fuori dalle fasce e l'impatto delle aree antropizzate sulla diminuzione della superficie agricola è minore rispetto a quanto succede in fascia C.

Tabella 4.2: Analisi delle transizioni tra aree agricole (2) e aree biopermeabili (3)

Zona di quota	Territorio considerato	Sup _{2,99} (ha)	Sup _{2,07} (ha)	Var _{2,99,07} (ha)	Sup _{2→3,99-07} (ha)	Sup _{3→2,99-07} (ha)	Sup. agricola diventata biopermeabile	
							Sup. (ha) ¹⁶	% di Sup _{2,1999} ¹⁷
Pianura	Fascia A	30.775,5	29.835,0	- 940,5	846,9	279,1	- 567,7	-1,8%
	Fascia B	33.205,3	32.811,9	- 393,4	265,7	85,4	- 180,3	-0,5%
	Fascia C	164.370,9	161.472,0	- 2.898,9	292,1	99,7	- 192,5	-0,1%
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	319.734,8	309.018,3	- 10.716,5	1.169,2	420,1	- 749,1	-0,2%
Collina	Fascia A	447,9	385,9	- 62,0	58,7	11,6	- 47,1	-10,5%
	Fascia B	456,9	443,7	- 13,2	4,5	4,8	0,3	0,1%
	Fascia C	1.551,3	1.353,1	- 198,3	9,5	4,7	- 4,8	-0,3%
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	26.285,0	24.712,6	- 1.572,4	339,0	217,7	- 121,3	-0,5%
Montagna	Fascia A	910,7	918,5	7,8	6,4	26,0	19,5	2,1%
	Fascia B	2.921,1	2.885,5	- 35,6	2,7	32,0	29,3	1,0%
	Fascia C	4.086,4	3.857,1	- 229,3	5,6	25,7	20,1	0,5%
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	23.127,6	21.551,9	- 1.575,7	1.164,5	214,2	- 950,3	-4,1%

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

¹⁶ I valori riportati in questa colonna sono stati calcolati come differenza tra $Sup_{3→2,99-07}$ e $Sup_{2→3,99-07}$.

¹⁷ I valori riportati in questa colonna corrispondono al rapporto tra $(Sup_{3→2,99-07} - Sup_{2→3,99-07})$ fratto $Sup_{2,99}$.

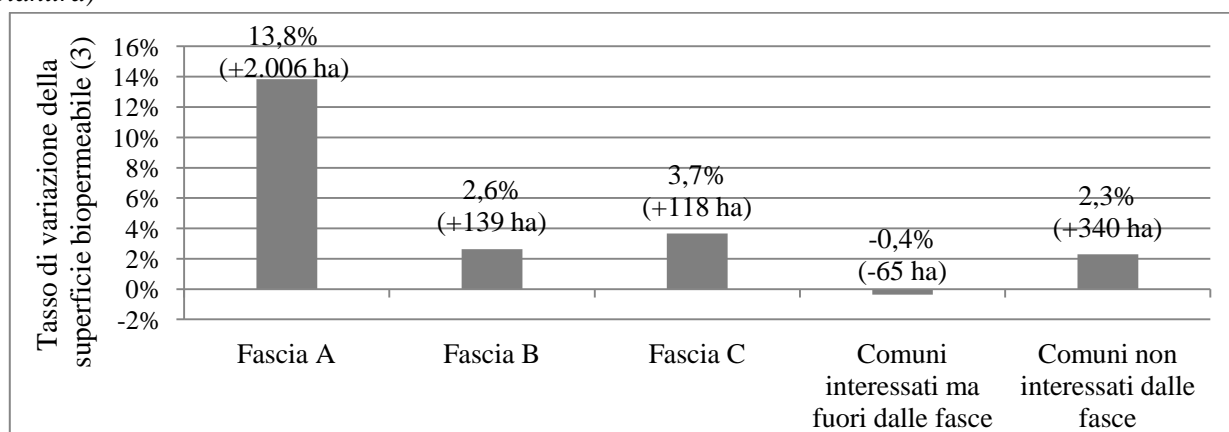
➤ **Aree biopermeabili**

Per quanto riguarda le variazioni delle aree biopermeabili (*Grafico 4.6*), esse sono complessivamente in aumento nelle fasce in pianura, mentre diminuiscono lievemente nei comuni interessati ma fuori dalle fasce. In fascia A si rileva perfino un incremento di circa 2.000 ettari. In montagna, la tendenza si inverte con tassi di variazione negativi nelle fasce fluviali e positivi nei comuni interessati ma fuori dalle fasce. Per quanto riguarda la zona di collina mentre in fascia A la superficie biopermeabile aumenta, diminuisce in fascia B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

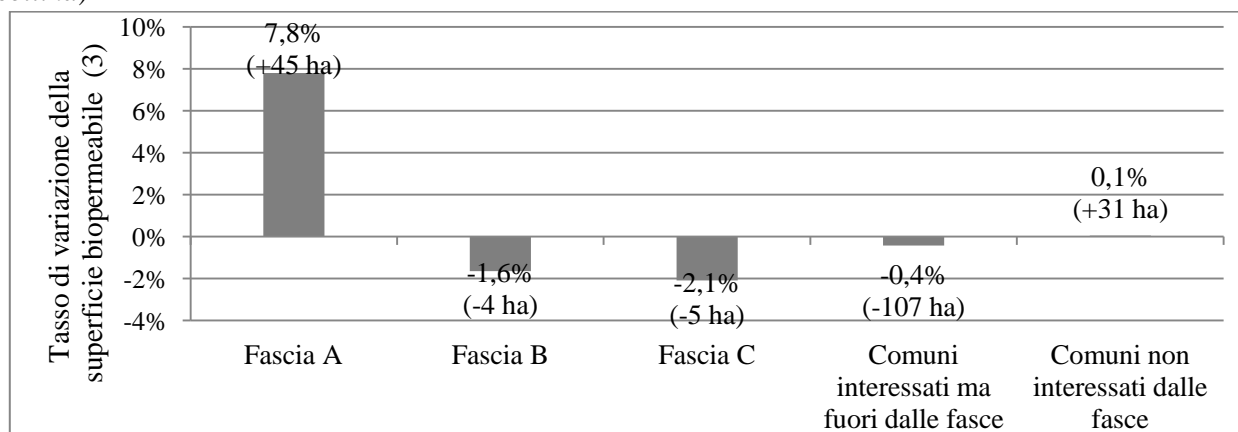
È importante sottolineare che in fascia A dove la pericolosità da alluvione è la più elevata, i tassi di variazione della superficie biopermeabile assumono valori più favorevoli alla conservazione delle aree biopermeabili rispetto alle fasce B e C all'interno della stessa zona di quota. Infatti, in pianura l'aumento della superficie biopermeabile è maggiore in fascia A. In collina, mentre le variazioni sono negative nelle fasce B e C sono positive in fascia A. In montagna, dove i tassi di variazione, della superficie biopermeabile sono negativi in tutte e tre le fasce, l'indicatore è inferiore in valore assoluto in fascia A.

Grafico 4.6: Tassi di variazione della superficie biopermeabile (3) tra il 1999 e il 2007 e variazioni assolute corrispondenti in pianura, in collina e in montagna

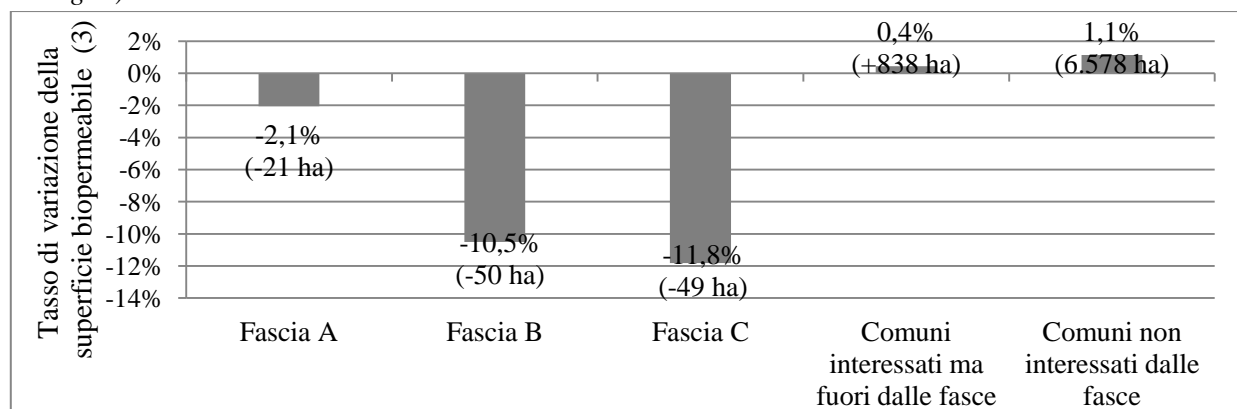
(pianura)



(collina)



(montagna)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Gli aumenti delle superfici biopermeabili osservati vanno tuttavia interpretati con cautela, come viene sottolineato nella trattazione successiva.

Le variazioni delle aree biopermeabili sono in parte dovute alle **variazioni della superficie idrica** (Tabella 4.3). Si possono distinguere due tipi di variazioni della superficie idrica: variazioni permanenti legate a modifiche della morfologia degli alvei fluviali per cause antropiche o naturali, o variazioni transitorie legate alle condizioni meteorologiche e stagionali presenti al momento in cui sono state riprese le ortofoto che sono state utilizzate per le versioni del 1999 e del 2007 della base DUSAF. Una quota delle variazioni delle superfici biopermeabili è perciò probabilmente legata alle differenze nelle condizioni meteorologiche e stagionali nei dati che hanno servito all'elaborazione della base DUSAF.

Dalla Tabella 4.3 si vede che è essenzialmente nella **fascia A di pianura** che le variazioni della superficie idrica hanno avuto un impatto sull'estensione delle aree biopermeabili.

Tabella 4.3: Analisi delle transizioni tra aree biopermeabili (3) e aree idriche (5)

Zona di quota	Territorio considerato	Sup _{3,1999} (ha)	Sup _{3,2007} (ha)	Var _{3,99-07} (ha)	Sup _{3→5,99-07} (ha)	Sup _{5→3,99-07} (ha)	Sup. agricola diventata biopermeabile (ha) ¹⁸
Pianura	Fascia A	14.488,0	16.493,7	2.005,7	849,1	2.296,2	1.447,1
	Fascia B	5.262,1	5.400,7	138,6	25,6	11,9	- 13,7
	Fascia C	3.226,5	3.344,7	118,1	1,3	15,0	13,7
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	18.313,0	18.247,6	- 65,4	59,3	9,8	- 49,5
Collina	Fascia A	572,0	616,7	44,6	5,0	7,3	2,3
	Fascia B	222,7	219,0	- 3,7	0,0	0	- 0,0
	Fascia C	235,2	230,2	- 4,9	0	0,0	0,0
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	25.158,5	25.051,4	- 107,1	2,6	1,1	- 1,6
Montagna	Fascia A	1.020,1	999,2	- 20,9	46,0	54,9	9,0
	Fascia B	472,8	423,1	- 49,7	3,4	3,8	0,4
	Fascia C	413,9	364,9	- 49,0	0,2	0,1	- 0,1
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	190.385,6	191.223,1	837,5	4,5	191.223,1	191.218,6

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Anche se in aumento nelle fasce di pianura e in fascia A di collina, **le aree biopermeabili hanno subito delle perdite**: si osserva una scomparsa di aree biopermeabili che vengono sostituite con altre aree biopermeabili collocate in un'altra area. Queste sostituzioni implicano una perdita di valori ecologici: le nuove aree biopermeabili non sono in grado di svolgere le stesse funzioni di un ecosistema più maturo. In questo senso la *Tabella 4.4* riporta i valori degli indicatori di incidenza¹⁹ delle aree antropizzate e delle aree agricole sulle aree biopermeabili (definizione degli indicatori di incidenza al *paragrafo 2.3.b*).

In fascia A di collina, mentre il tasso di variazione della superficie biopermeabile è positivo in fascia A (7,8%) e negativo nei comuni interessati ma fuori dalle fasce (-0,4%) dal *Grafico 4.6*, gli indicatori di incidenza delle aree antropizzate e delle aree agricole sulle aree biopermeabili sono superiori in fascia A. **Nella fascia A di collina si sono quindi verificate significanti sostituzioni di aree biopermeabili.**

¹⁸ I valori riportati in questa colonna sono stati calcolati come differenza tra $Sup_{5 \rightarrow 3,99-07}$ e $Sup_{3 \rightarrow 5,99-07}$.

¹⁹ L'indicatore di incidenza della copertura "i" sulla copertura "j" tra il 1999 e il 2007 viene calcolato come segue:

$$Inc_{i \rightarrow j,99-07} = \frac{Sup_{j \rightarrow i,99-07}}{Sup_{j,99}} \times 100 \text{ [%]}$$

Tabella 4.4: Indicatori di incidenza delle aree antropizzate (1) e delle aree agricole (2) sulle aree biopermeabili (3)

Zona di quota	Territorio considerato	Sup _{3,99} (ha)	Transizione cl. 3 → cl. 1		Transizione cl. 3 → cl. 2	
			Sup _{3→1,99-07} (ha)	Inc _{1→3,99-07}	Sup _{3→2,99-07} (ha)	Inc _{2→3,99-07}
Pianura	Fascia A	14.488,0	85,5	0,6%	279,1	1,9%
	Fascia B	5.262,1	43,4	0,8%	85,4	1,6%
	Fascia C	3.226,5	124,5	3,9%	99,7	3,1%
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	18.313,0	963,0	5,3%	420,1	2,3%
Collina	Fascia A	572,0	11,8	2,1%	11,6	2,0%
	Fascia B	222,7	3,9	1,8%	4,8	2,2%
	Fascia C	235,2	11,5	4,9%	4,7	2,0%
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	25.158,5	264,0	1,0%	217,7	0,9%
Montagna	Fascia A	1.020,1	17,0	1,7%	26,0	2,5%
	Fascia B	472,8	23,8	5,0%	32,0	6,8%
	Fascia C	413,9	32,7	7,9%	25,7	6,2%
	Comuni interessati ma fuori dalle fasce	190.385,6	144,1	0,1%	214,2	0,1%

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

4.1.c - Sintesi del punto 4.1

➤ *Influenza dell'entità della pericolosità da alluvione sulle dinamiche dell'uso del suolo*

Per quanto riguarda le variazioni delle aree antropizzate e agricole non si osserva una controtendenza nelle fasce fluviali rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce, mentre per le dinamiche delle aree biopermeabili sono ben diverse nelle fasce da una parte e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce d'altra parte.

Analizzando i tassi di variazione delle aree antropizzate, si è messo in evidenza il fatto che la crescita delle aree antropizzate nelle fasce tra il 1999 e il 2007 è stato maggiore o comunque della stessa entità rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce. Si osservano addirittura delle dinamiche più sostenute nelle fasce A e B rispetto alla fascia C e al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce. Si rilevano anche situazioni (fasce di montagna e fascia C di collina) in cui Δ Coeff per le aree antropizzate è maggiore nelle fasce rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce: le fasce sono quindi state in alcune zone maggiormente antropizzate rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

➤ *Aumento delle aree biopermeabili in pianura e nella fascia A di collina*

In fascia A di collina e di pianura una gran parte delle aree agricole perse sono diventate aree biopermeabili. Infatti, nelle fasce A di pianura e di collina e in modo più limitato nelle fasce B e C di pianura, le aree biopermeabili sono andate a ripopolare le aree a ridosso dei corsi d'acqua e scapito delle aree agricole. Si deve tuttavia tenere presente che anche se le aree biopermeabili hanno complessivamente aumentato la loro estensione nelle fasce di pianura e in fascia A di collina, si sono verificate delle **sostituzioni** di aree biopermeabili più mature con nuove aree biopermeabili.

➤ *Influenza della morfologia del territorio sull'uso del suolo nelle fasce*

La zona di **pianura**, dove il territorio si presta all'agricoltura in ragione della morfologia del territorio e della disponibilità in risorse idriche, rimane molto agricola sia all'interno che all'esterno delle fasce. Come già sottolineato, le aree agricole diminuiscono anche nella zona di pianura ma le diminuzioni contribuiscono in parte ad incrementare le superfici biopermeabili.

In **collina**, dove la densità abitativa media è molto elevata (1.007 ab/km² nel 2007), la **pressione demografica** potrebbe avere giocato un ruolo decisivo nel processo di antropizzazione delle fasce.

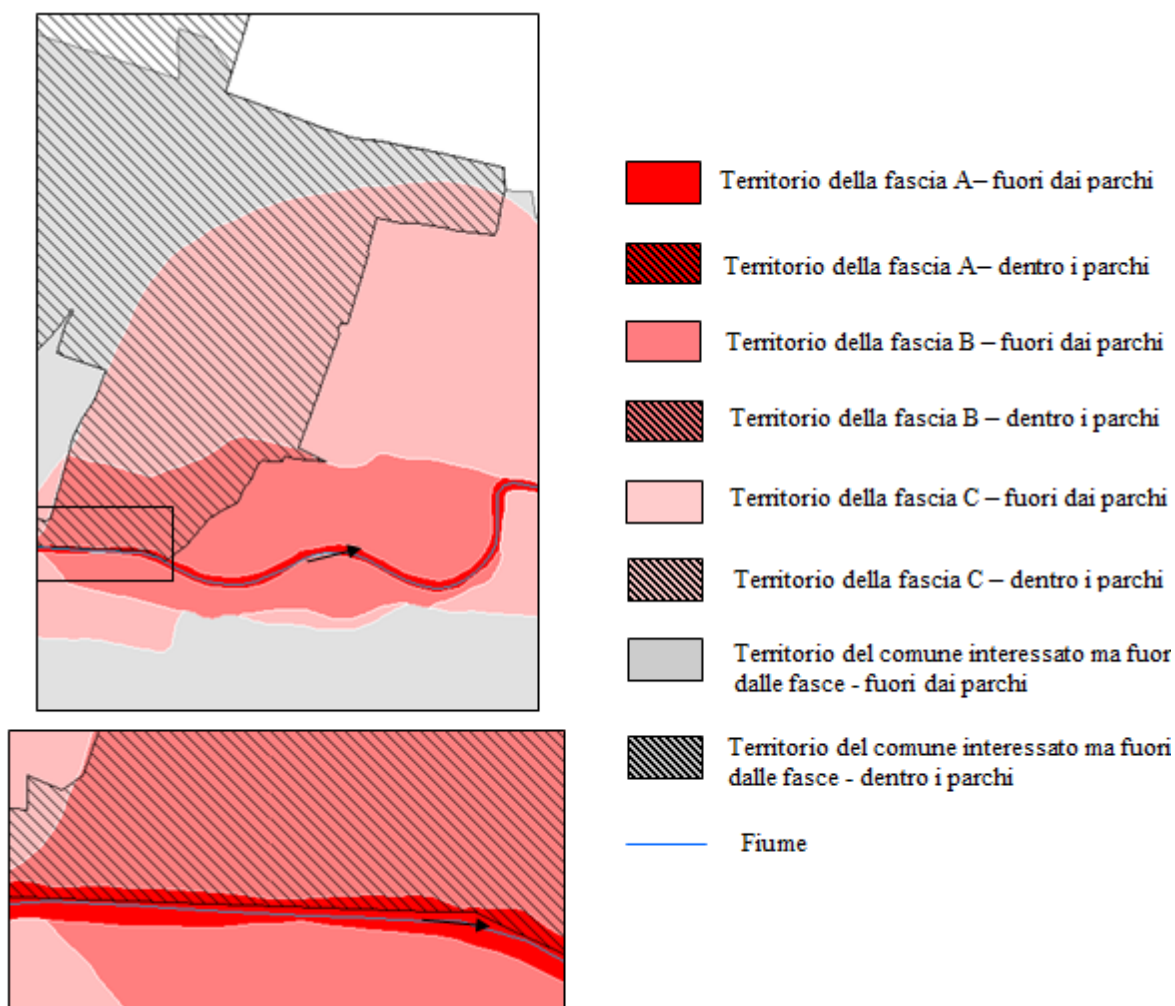
Per quanto riguarda la zona di **montagna**, dove invece la densità abitativa media è bassa (121 ab/km² nel 2007), si osserva una concentrazione delle aree antropizzate e delle attività umane (agricoltura) a ridosso dei corsi d'acqua. Infatti, per **ragioni morfologiche**, gli spazi disponibili per gli insediamenti umani sono ridotti nei comuni montani, il che potrebbe spiegare il fatto che le antropizzazioni siano maggiori nelle fasce fluviali.

I territorio delle fasce di collina e di montagna ha quindi un grado di antropizzazione superiore e è stato inoltre maggiormente antropizzato tra il 1999 e il 2007 rispetto al territorio delle fasce di pianura.

4.2 - Studio delle coperture ai livelli II e III DUSAF dentro e fuori dai parchi

In questa sezione, è stato condotto uno studio dell'uso del suolo nelle fasce fluviali considerando la presenza di **parchi** e sono state analizzate coperture ai livelli II e III DUSAF. Con riferimento allo schema descrittivo di *Figura 4.1*, l'uso del suolo è stato studiato nel territorio delle fasce A, B e C che ricade dentro e fuori dai parchi e nel territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce che ricade dentro e fuori dai parchi.

Figura 4.1: Schematizzazione delle varie unità territoriali di analisi



4.2.a - Studio nella zona di pianura

Le analisi svolte in questo paragrafo fanno riferimento alla **Tabella 4.5** (pp. 90-91) che riporta le superfici, i coefficienti di copertura e i tassi di variazione delle diverse coperture analizzate per le fasce A, B, C e per i comuni interessati ma fuori dalle fasce nella zona di **pianura**.

➤ Aree antropizzate

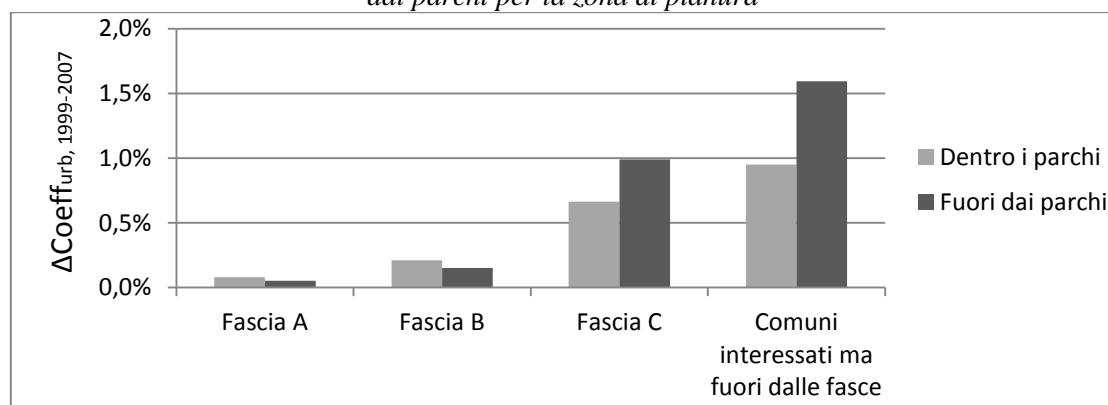
I *Grafici 4.7 e 4.8* illustrano i risultati presentati in *Tabella 4.5* per le aree urbanizzate. Dal *Grafico 4.7*, si vede che **per tutte e tre le fasce fluviali non si osservano differenze sostanziali tra l'entità del consumo di suolo dentro e fuori dai parchi**. Inoltre, i $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ sono inferiori nelle fasce dentro e fuori dai parchi rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce rispettivamente dentro e fuori dai parchi.

Nelle fasce A e B, le variazioni delle aree urbanizzate rimangono contenute: $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ non supera il 0,2% e i tassi di variazione rimangono al di sotto delle soglie del 7,4%. Per quanto riguarda i coefficienti di copertura rimangono bassi in fascia B (ossia inferiori al 5%) e molto bassi in fascia A (ossia inferiori al 2%).

In fascia C, il territorio che ricade fuori dai parchi è stato un po' più urbanizzato rispetto al territorio dentro i parchi: ΔCoeff per le aree urbanizzate è pari all'1% fuori dai parchi mentre vale il 0,7% dentro. Si nota quindi che i valori dei ΔCoeff per le aree antropizzate rimangono comunque bassi, ossia compresi tra il 0,5% e l'1%.

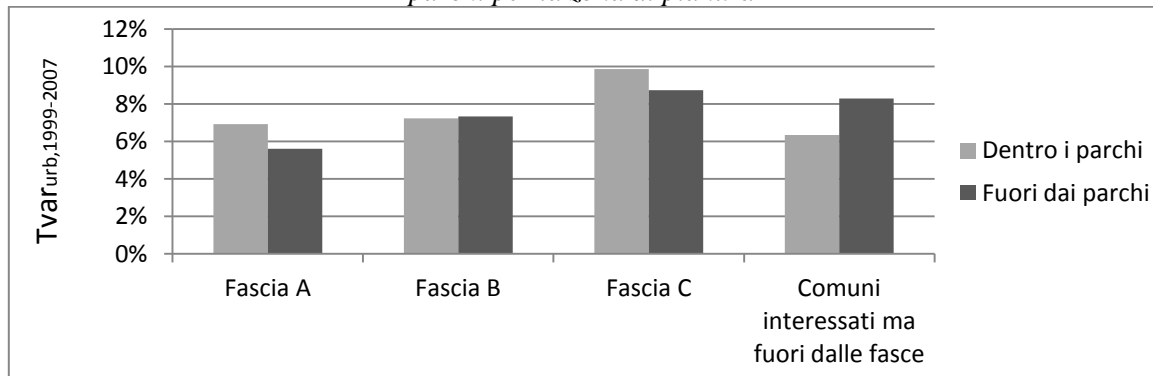
Per quanto riguarda i tassi di variazione della superficie urbanizzata, e quindi la rapidità dello sviluppo delle aree urbanizzate, assumono anche loro valori simili dentro e fuori dalle fasce. I tassi di variazione della superficie urbanizzata appaiono consistenti in fascia C sia dentro che fuori dai parchi: superano la soglia del 7,4% e i valori ottenuti fuori dalle fasce. In particolare, all'interno dei parchi dove in fascia C il tasso di variazione della superficie urbanizzata vale il 9,9%, esso vale il 6,4% nei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

Grafico 4.7: $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di pianura



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 4.8: $Tvar_{urb,99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di pianura



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Analizzando le aree di classe 13 (cave, cantieri, discariche, aree degradate non utilizzate e non vegetate) **ci si accorge che i coefficienti di copertura rimangono contenuti e inferiori al 2% sia all'interno che all'esterno delle fasce.** Inoltre, **gli incrementi dei coefficienti di copertura dei cantieri rimangono bassi nelle fasce.** Questo risultato è importante in quanto i cantieri rappresentano un potenziale consumo di suolo (*sezione 2.2.a*). In fascia A fuori dai parchi, l'estensione delle aree 13 nel 2007 appare maggiore rispetto al territorio fuori dai parchi: tra il 1999 e il 2007 si osserva un raddoppiamento delle aree di classe 13 in fascia A fuori dai parchi che spiega le forti variazioni rilevate delle aree antropizzate (il tasso di variazione della superficie antropizzata è pari al 40,5% in fascia A fuori dai parchi).

In fascia B, si rileva una variazione più marcata delle aree antropizzate nei parchi. Tuttavia, questo risultato è dovuto in gran parte all'incremento delle aree verdi non agricole (classe 14) considerate meno problematiche per il rischio di esondazione rispetto alle altre sottoclassi delle aree urbanizzate (*sezione 2.2.b*).

➤ *Aree agricole*

Nelle fasce, **le aree agricole si riducono sia all'interno che all'esterno dei parchi a favore non solo di un aumento della superficie antropizzata ma anche a favore di un aumento della superficie biopermeabile.**

È interessante notare che **l'arboricoltura da legno è complessivamente in diminuzione nelle fasce e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce.** In particolare, in fascia A dentro e fuori dai parchi e in fascia B fuori dai parchi, la superficie coperta da arboricoltura da legno subisce una diminuzione assoluta in ettari più marcata rispetto all'insieme delle aree agricole. In questo senso si rileva in fascia A fuori dai parchi che la variazione assoluta della superficie agricola vale -698,6 ettari mentre vale 1.184,6 ettari per l'arboricoltura da legno.

In fascia A, l'arboricoltura da legno occupa comunque ancora una larga porzione del territorio sia all'interno che all'esterno dei parchi. Nell'insieme, le colture legnose coprono il 45% del territorio di fascia A nel 2007 e il 40% della superficie totale dell'intera zona di pianura della Lombardia classificata come arboricoltura da legno nel 2007 ricade in fascia A.

➤ *Aree biopermeabili*

In tutte e tre le fasce e nel territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce, si osserva un grado di biopermeabilità più elevato nei parchi rispetto al territorio fuori dai parchi. Le aree biopermeabili aumentano sia dentro che fuori dai parchi a scapito delle aree agricole. Per quanto riguarda il forte incremento della

superficie biopermeabile rilevato in fascia A fuori dai parchi, si deve precisare che è dovuto in gran parte alle trasformazioni di aree idriche in aree biopermeabili e quindi alle variazioni transitorie della superficie idrica.

Tuttavia, ad aumentare sono le sottoclassi DUSAF 32 e 33 (ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione e zone aperte con vegetazione rada e assente) mentre le aree boscate, ad eccezione della fascia A fuori dai parchi dove sono in lieve aumento, diminuiscono in modo relativamente contenuto su tutto il territorio, sia all'interno che all'esterno delle fasce e dei parchi. I valori dei ΔCoeff per le aree boscate sono comunque sempre inferiori all'1% in valore assoluto.

Perciò, si osserva una tendenza alla diminuzione delle aree coperte da alberi, ossia da arboricoltura da legno (classe 224) e aree boscate (classe 31). La determinazione dell'implicazione per il rischio idraulico di queste diminuzioni necessita tuttavia uno studio idraulico spinto: a seconda della loro localizzazione e del loro modo di gestione, se le aree coperte da alberi possono giocare un ruolo nel controllo delle esondazioni, possono anche costituire un pericolo per le aree situate a monte di esse o per le aree a valle a causa del trasporto di materie legnose dentro e fuori dai parchi, la superficie coperta da arboricoltura da legno o aree boscate è comunque molto estesa.

➤ *Sintesi dello studio nella zona di pianura*

Nelle fasce fluviali di pianura, **la presenza dei parchi non ha un effetto significativo sulle dinamiche dell'uso del suolo** tra il 1999 e il 2007. Infatti, l'estensione del consumo di suolo ($\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$) rimane contenuto in tutte e tre le fasce fluviali sia dentro che fuori dai parchi. La rapidità dello sviluppo delle aree urbanizzate ($T\text{var}_{\text{urb}}$) rimane moderata nelle fasce A e B ma comunque **della stessa entità rispetto al territorio fuori dalle fasce**. Invece in fascia C si osservano valori più consistenti dei tassi di variazione della superficie urbanizzata.

Inoltre, le superfici biopermeabili aumentano sia dentro che fuori dai parchi a scapito delle aree agricole, anche se le superfici coperte da aree boscate tendono a diminuire lievemente. Si osserva alla fine una diminuzione delle aree coperte da alberi (aree boscate e arboricoltura da legno) in tutte e tre le fasce dentro e fuori dai parchi.

Nondimeno, la composizione del paesaggio appare ben diversa all'interno e all'esterno dei parchi: nelle fasce A e B, il territorio all'interno dei parchi appare più biopermeabile e meno agricolo rispetto al territorio fuori dai parchi e in fascia C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce il territorio dei parchi appare meno urbanizzato.

Tabella 4.5: Uso del suolo e variazioni di uso del suolo nella zona di **pianura** dentro e fuori dai parchi in fascia A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce

(fascia A)

Classi DUSAF	Fascia A - Fuori dai parchi							Fascia A - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	507,1	712,4	205,3	1,9%	2,6%	0,8%	40,5%	450,6	524,2	73,6	2,1%	2,5%	0,4%	16,3%
11 e 12	248,2	262,2	13,9	0,9%	1,0%	0,1%	5,6%	240,9	257,6	16,7	1,1%	1,2%	0,1%	6,9%
13	149,1	315,8	166,6	0,6%	1,2%	0,6%	111,7%	120,3	130,3	10,1	0,6%	0,6%	0,0%	8,4%
133	1,3	38,7	37,4	0,0%	0,1%	0,1%	2812,7%	4,2	11,6	7,4	0,0%	0,1%	0,0%	176,3%
14	109,7	134,4	24,7	0,4%	0,5%	0,1%	22,5%	89,4	136,3	46,9	0,4%	0,6%	0,2%	52,5%
2	19.199,4	18.500,8	- 698,6	73,3%	67,7%	-2,7%	-3,6%	11.576,1	11.334,2	- 241,9	55,2%	53,6%	-1,2%	-2,1%
224	11.276,1	10.091,6	- 1.184,6	43,1%	36,9%	-4,5%	-10,5%	3.855,4	3.524,4	- 331,0	18,4%	16,7%	-1,6%	-8,6%
3	6.390,1	8.061,6	1.671,5	24,4%	29,5%	6,4%	26,2%	8.097,9	8.432,1	334,2	38,6%	39,9%	1,6%	4,1%
31	2.611,7	2.781,9	170,2	10,0%	10,2%	0,7%	6,5%	5.385,8	5.217,1	- 168,6	25,7%	24,7%	-0,8%	-3,1%
4	80,1	58,3	- 21,9	0,3%	0,2%	-0,1%	-27,3%	864,5	862,5	- 1,9	4,1%	4,1%	0,0%	-0,2%
5	7.540,0	6.383,6	- 1.156,3					4.495,4	4.331,5	- 164,0				
Sup. totale	33.716,7	33.716,7						25.484,5	25.484,5					

(fascia B)

Classi DUSAF	Fascia B - Fuori dai parchi							Fascia B - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	661,8	722,0	60,2	2,9%	3,2%	0,3%	9,1%	889,1	1.003,8	114,7	5,1%	5,8%	0,7%	12,9%
11 e 12	472,9	507,6	34,7	2,1%	2,2%	0,2%	7,3%	508,1	544,9	36,8	2,9%	3,1%	0,2%	7,2%
13	88,6	92,5	3,9	0,4%	0,4%	0,0%	4,4%	172,4	182,4	10,0	1,0%	1,0%	0,1%	5,8%
133	4,8	19,6	14,8	0,0%	0,1%	0,1%	305,9%	13,6	32,1	18,6	0,1%	0,2%	0,1%	136,9%
14	100,3	122,0	21,6	0,4%	0,5%	0,1%	21,6%	208,6	276,6	67,9	1,2%	1,6%	0,4%	32,6%
2	20.672,7	20.503,8	- 168,9	90,9%	90,2%	-0,7%	-0,8%	12.532,6	12.308,1	- 224,5	71,7%	70,6%	-1,3%	-1,8%
224	4.162,2	3.747,6	- 414,6	18,3%	16,5%	-1,8%	-10,0%	1.557,0	1.513,4	- 43,7	8,9%	8,7%	-0,3%	-2,8%
3	1.310,1	1.390,2	80,2	5,8%	6,1%	0,4%	6,1%	3.952,1	4.010,5	58,5	22,6%	23,0%	0,3%	1,5%
31	648,6	645,6	- 3,0	2,9%	2,8%	0,0%	-0,5%	3.607,9	3.599,3	- 8,6	20,6%	20,6%	0,0%	-0,2%
4	106,6	108,3	1,8	0,5%	0,5%	0,0%	1,7%	107,3	109,6	2,3	0,6%	0,6%	0,0%	2,2%
5	130,8	157,6	26,8					258,5	307,5	49,1				
Sup. totale	22.882,0	22.882,0						17.739,6	17.739,6					

(fascia C)

Classi DUSAF	Fascia C - Fuori dai parchi							Fascia C - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	19.607,6	22.004,7	2.397,1	12,3%	13,9%	1,5%	12,2%	2.524,2	2.804,1	279,9	8,1%	9,0%	0,9%	11,1%
11 e 12	17.988,5	19.560,6	1.572,0	11,3%	12,3%	1,0%	8,7%	2.091,3	2.297,5	206,2	6,7%	7,4%	0,7%	9,9%
13	500,6	891,9	391,4	0,3%	0,6%	0,2%	78,2%	138,8	182,9	44,1	0,4%	0,6%	0,1%	31,8%
133	177,7	502,3	324,6	0,1%	0,3%	0,2%	182,7%	39,4	87,1	47,7	0,1%	0,3%	0,2%	121,3%
14	1.118,5	1.552,2	433,7	0,7%	1,0%	0,3%	38,8%	294,2	323,7	29,5	0,9%	1,0%	0,1%	10,0%
2	137.207,6	134.642,6	- 2.565,0	86,4%	84,8%	-1,6%	-1,9%	27.163,3	26.829,4	- 333,9	87,5%	86,5%	-1,1%	-1,2%
224	2.942,5	2.952,6	10,1	1,9%	1,9%	0,0%	0,3%	1.157,8	1.141,1	- 16,6	3,7%	3,7%	-0,1%	-1,4%
3	1.946,8	2.032,0	85,3	1,2%	1,3%	0,1%	4,4%	1.279,8	1.312,7	32,9	4,1%	4,2%	0,1%	2,6%
31	922,1	906,0	- 16,0	0,6%	0,6%	0,0%	-1,7%	919,3	908,5	- 10,8	3,0%	2,9%	0,0%	-1,2%
4	92,6	110,0	17,4	0,1%	0,1%	0,0%	18,8%	90,1	82,0	- 8,1	0,3%	0,3%	0,0%	-9,0%
5	1.119,9	1.185,0	65,2					205,6	234,9	29,3				
Sup. totale	159.974,3	159.974,3						31.263,0	31.263,0					

(comuni interessati ma fuori dalle fasce)

Classi DUSAF	Comuni interessati ma fuori dalle fasce - Fuori dai parchi							Comuni interessati ma fuori dalle fasce - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	ΔCoeff 1999-2007	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	72.454,5	81.120,3	8.665,8	21,8%	24,4%	2,6%	12,0%	18.034,7	19.932,9	1.898,2	18,5%	20,5%	1,9%	10,5%
11 e 12	64.002,9	69.309,0	5.306,1	19,2%	20,8%	1,6%	8,3%	14.597,2	15.524,2	927,0	15,0%	15,9%	1,0%	6,4%
13	2.813,6	4.737,5	1.924,0	0,8%	1,4%	0,6%	68,4%	972,9	1.517,4	544,5	1,0%	1,6%	0,6%	56,0%
133	908,6	2.639,7	1.731,0	0,3%	0,8%	0,5%	190,5%	264,6	719,1	454,6	0,3%	0,7%	0,5%	171,8%
14	5.638,1	7.073,8	1.435,7	1,7%	2,1%	0,4%	25,5%	2.464,6	2.891,4	426,8	2,5%	3,0%	0,4%	17,3%
2	251.578,3	242.808,1	- 8.770,1	75,5%	72,9%	-2,6%	-3,5%	68.156,6	66.210,2	- 1.946,4	69,9%	67,9%	-2,0%	-2,9%
224	4.215,9	3.756,4	- 459,5	1,3%	1,1%	-0,1%	-10,9%	3.022,8	2.807,5	- 215,3	3,1%	2,9%	-0,2%	-7,1%
3	7.954,3	7.872,0	- 82,3	2,4%	2,4%	0,0%	-1,0%	10.358,7	10.375,6	16,9	10,6%	10,6%	0,0%	0,2%
31	6.582,6	6.163,8	- 418,8	2,0%	1,9%	-0,1%	-6,4%	9.684,0	9.522,7	- 161,3	9,9%	9,8%	-0,2%	-1,7%
4	1.065,3	1.233,6	168,3	0,3%	0,4%	0,1%	15,8%	919,0	952,1	33,2	0,9%	1,0%	0,0%	3,6%
5	143,7	162,0	18,3					26,4	24,5	- 1,9				
Sup. totale	333.196,1	333.196,1						97.495,3	97.495,3					

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

4.2.b - Studio nella zona di collina

Le analisi svolte in questo paragrafo fanno riferimento alla **Tabella 4.6** (pp. 96-97) che riporta le superfici, i coefficienti di copertura e i tassi di variazione delle diverse coperture analizzate per le fasce A, B, C e per i comuni interessati ma fuori dalle fasce nella zona di **collina**.

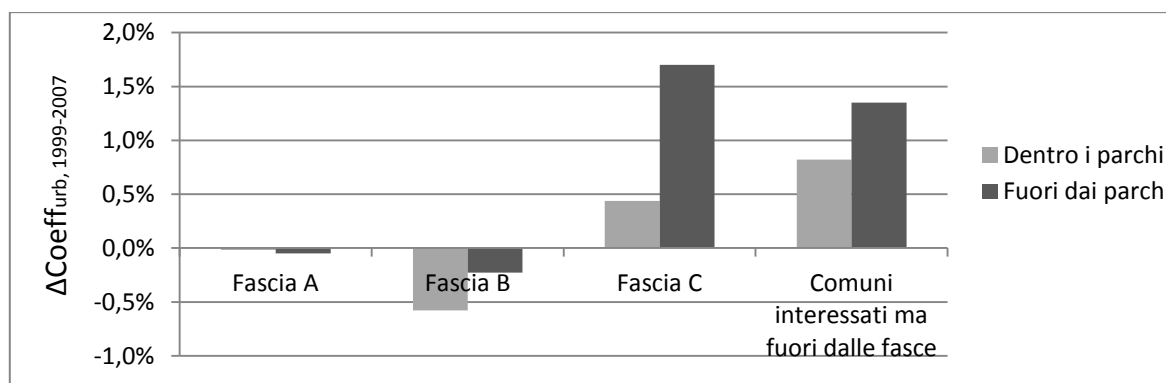
➤ Aree antropizzate

Nella zona di collina **si rilevano valori più ridotti dei coefficienti di copertura antropizzata e urbanizzata nei parchi rispetto ai valori ottenuti fuori dai parchi**. In particolare, in fascia A mentre i coefficienti di copertura urbanizzata superano la soglia del 15,6% all'esterno dei parchi, sono di poco superiori alla soglia di criticità del 5% all'interno. In fascia C e nel territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce, entrambi i coefficienti di copertura antropizzata e urbanizzata nelle aree protette sono pari a circa la metà del dato ottenuto fuori, anche se in fascia C i coefficienti di copertura urbanizzata rimangono comunque molto elevati con valori intorno al 30%.

I *Grafici 4.9 e 4.10* riportano i risultati presentati in *Tabella 4.6* per la variazione delle aree urbanizzate. A differenza della zona di pianura si osservano nelle fasce A e B una **diminuzione** delle aree urbanizzate mentre la fascia C e il territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce è colpito dal fenomeno di consumo di suolo (*Grafico 4.9*). Si rilevano infatti in fascia C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce valori rilevanti dei $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ fuori dai parchi, ossia superiore al 1%, mentre sono inferiori all'1% all'interno dei parchi. **Di conseguenza, in fascia C e fuori dalle fasce il territorio all'esterno dei parchi è stato maggiormente urbanizzato rispetto al territorio all'interno dei parchi**. Inoltre, realizzando un confronto tra il consumo di suolo in fascia C e fuori dalle fasce ci si accorge che la situazione è diversa dentro e fuori dai parchi: mentre nei parchi si rileva un $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ maggiore fuori dalle fasce rispetto alla fascia C, la situazione è opposta fuori dai parchi.

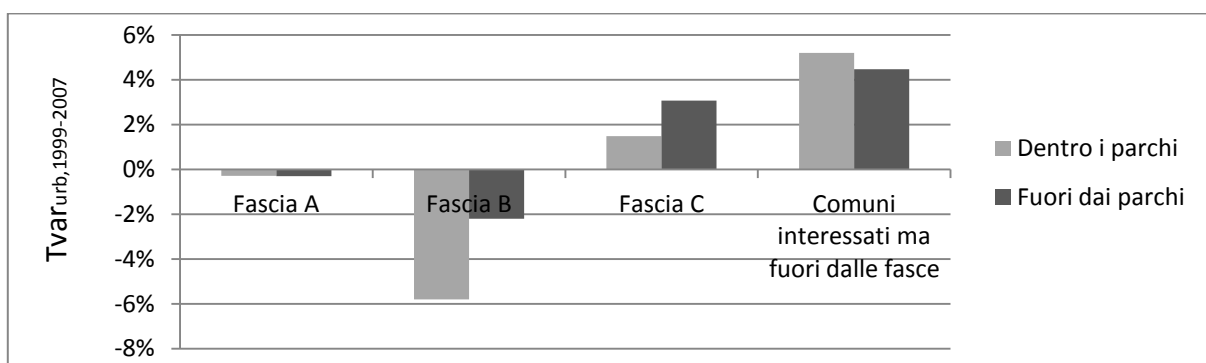
Tuttavia, i tassi di variazione della superficie urbanizzata in fascia C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce rimangono bassi ossia inferiori al 7,4% dato che i coefficienti di copertura urbanizzata sono elevati (*Grafico 4.10*). In fascia C, il tasso di variazione della superficie urbanizzata è comunque inferiore nei parchi.

Grafico 4.9: $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}, 99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

Grafico 4.10: $Tvar_{urb,99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina



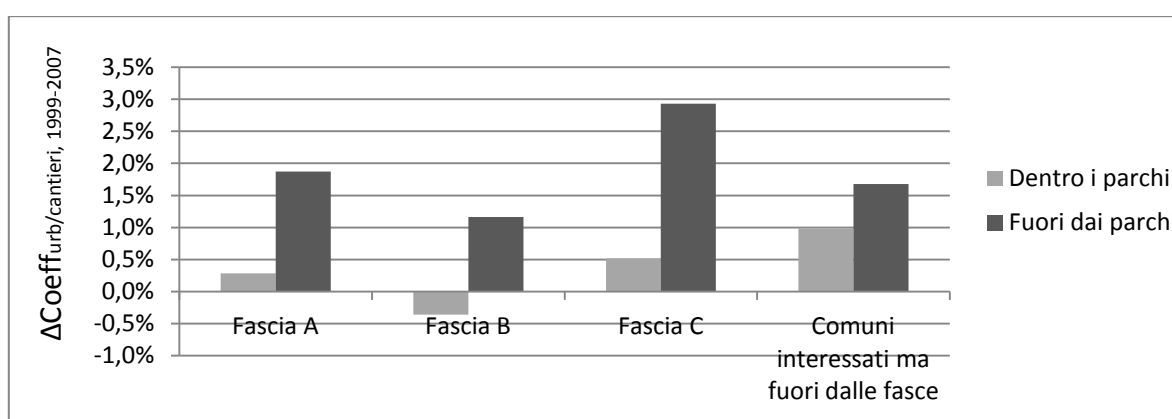
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

Le fasce A e B sono tuttavia state maggiormente antropizzate tra il 1999 e il 2007 rispetto ai comuni interessati ma fuori dalle fasce. Infatti, le dinamiche dei **cantieri** (classe 133) sono significanti in collina nelle fasce A e B. Si nota in particolare che in fascia A dentro e fuori dai parchi e in fascia B fuori dai parchi, l'aumento in ettari della superficie coperta da cantieri (classe 133) è maggiore della diminuzione in ettari della superficie coperta da aree urbanizzate. Perciò, è probabile che l'intera fascia A e la fascia B solo fuori dai parchi siano in realtà interessate dal **consumo di suolo**.

Se si studiano le dinamiche delle aree di classe DUSAF 11, 12 e 133 **aggregate** per le fasce A e B (Grafici 4.11 e 4.12), si ottiene che i valori dei Δ Coeff e dei tassi di variazione per queste coperture sono maggiori fuori dai parchi rispetto a dentro i parchi.

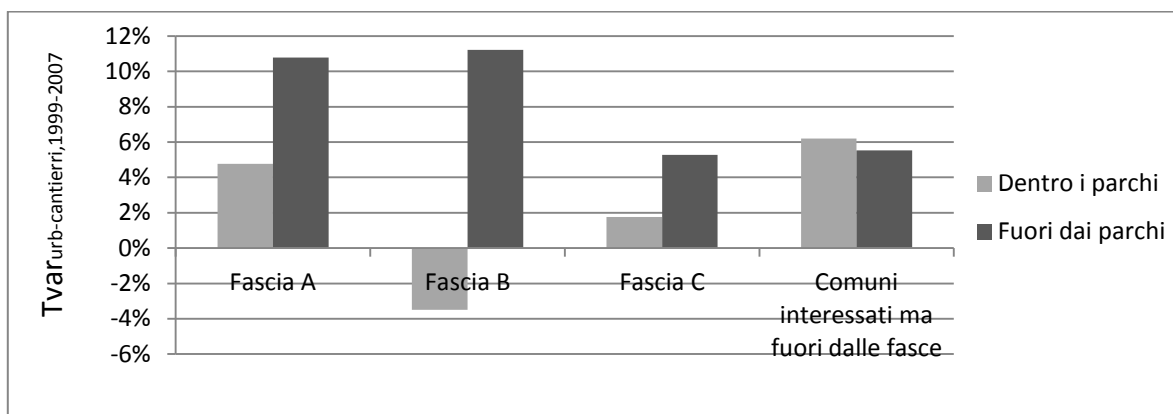
L'aumento tra il 1999 e il 2007 dei cantieri rilevato per la fascia C fuori dai parchi rafforza quanto affermato precedentemente ossia il fatto che in fascia C il consumo di suolo appare più importante fuori dai parchi rispetto al territorio dentro i parchi (Grafici 4.11 e 4.12).

Grafico 4.11: Δ Coeff tra il 1999 e il 2007 per le aree di classe DUSAF 11, 12 e 133 aggregate nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

Grafico 4.12: *Tvar* tra il 1999 e il 2007 per le aree di classe DUSAF 11, 12 e 133 aggregate nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce dentro e fuori dai parchi per la zona di collina



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

➤ *Aree agricole*

Le superfici agricole sono in diminuzione sull'intero territorio dei comuni di collina interessati dalle fasce. Per le fasce B e C e nel territorio fuori dalle fasce, i valori di Δ Coeff e del tasso di variazione per le aree agricole sono **superiori fuori dai parchi** dove si rileva una riduzione marcata delle aree agricole a favore delle aree antropizzate. **Per quanto riguarda la fascia A dentro i parchi, le aree agricole si riducono fortemente a favore delle aree biopermeabili:** il tasso di variazione della superficie agricola vi è pari al -20% e Δ Coeff vi è pari a circa il -7%.

I coefficienti di copertura agricola sono più contenuti rispetto alla zona di pianura e l'arboricoltura da legno è presente in modo marginale.

➤ *Aree biopermeabili*

Ad eccezione della **fascia A dentro i parchi dove una quota rilevante della superficie agricola è diventata superficie biopermeabile**, le superfici biopermeabili si riducono o sono in lieve aumento (fascia B fuori dai parchi).

In fascia B, in fascia C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce, si osserva invece che la situazione è più favorevole alla conservazione delle aree biopermeabili fuori dai parchi rispetto a quanto accade dentro i parchi, anche se il grado di biopermeabilità rimane più elevato dentro i parchi:

- in fascia B mentre la superficie biopermeabile aumenta fuori dai parchi diminuisce all'interno;
- in fascia C e nel territorio fuori dalle fasce il tasso di variazione e i Δ Coeff per le aree biopermeabili sono maggiori dentro i parchi rispetto al territorio fuori dai parchi.

Come già osservato in pianura, complessivamente le superfici coperte da aree boscate si riducono (ad eccezione della fascia B fuori dai parchi). Anche se si rileva un incremento della superficie biopermeabile nella fascia A dentro i parchi, le aree boscate vi sono in diminuzione: nella fascia A dentro i parchi sono le aree coperte dalle sottoclassi DUSAF 32 e 33 (ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione e zone aperte con vegetazione rada e assente) ad aumentare a scapito delle aree agricole.

➤ *Sintesi dello studio nella zona di collina*

Nel territorio delle fasce di collina, la composizione del paesaggio appare ben diversa dentro e fuori dai parchi: il territorio fuori dai parchi è meno antropizzato e urbanizzato rispetto al territorio dentro i parchi.

Inoltre, la presenza dei parchi sembra avere un impatto sulle dinamiche dell'uso del suolo nelle fasce fluviali:

- Il consumo di suolo è maggiore in fascia C fuori dai parchi rispetto a dentro i parchi;
- Le aree urbanizzate nelle fasce A e B sono in diminuzione sia dentro che fuori dalle fasce, ma considerando la superficie coperta da cantieri aumenta in modo significativo;
- Si osserva nelle fasce B e C una diminuzione della superficie agricola molto più marcata fuori dai parchi rispetto a dentro i parchi a favore delle aree urbanizzate e più generalmente antropizzate;
- In fascia A le aree biopermeabili non boscate tornano a colonizzare il territorio dentro i parchi ma si nota che per il resto del territorio i parchi non hanno contribuito ad una maggiore tutela delle aree biopermeabili.

Tabella 4.6: Uso del suolo e variazioni di uso del suolo nella zona di **collina** dentro e fuori dai parchi in fascia A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce

(fascia A)

Classi DUSAF	Fascia A - Fuori dai parchi							Fascia A - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	152,9	169,8	16,9	24,2%	26,9%	2,7%	11,0%	74,2	76,9	2,8	9,9%	10,3%	0,4%	3,7%
11 e 12	106,2	105,9	- 0,3	16,8%	16,8%	0,0%	-0,3%	44,3	44,1	- 0,1	5,9%	5,9%	0,0%	-0,3%
13	21,7	28,0	6,4	3,4%	4,4%	1,0%	29,4%	17,6	17,2	- 0,5	2,4%	2,3%	-0,1%	-2,6%
133	3,3	15,4	12,1	0,5%	2,4%	1,9%	368,5%	0,6	2,8	2,3	0,1%	0,4%	0,3%	393,9%
14	25,0	35,8	10,8	4,0%	5,7%	1,7%	43,2%	12,3	15,6	3,4	1,6%	2,1%	0,4%	27,4%
2	181,3	172,7	- 8,6	28,7%	27,3%	-1,4%	-4,8%	266,6	213,2	- 53,4	35,5%	28,4%	-7,1%	-20,0%
224	0,5	0,2	- 0,4	0,1%	0,0%	-0,1%	-65,6%	2,9	6,8	3,9	0,4%	0,9%	0,5%	133,3%
3	296,5	289,6	- 6,9	47,0%	45,8%	-1,1%	-2,3%	275,5	327,1	51,5	36,7%	43,6%	6,9%	18,7%
31	245,8	236,6	- 9,2	39,0%	37,4%	-1,5%	-3,7%	247,1	237,1	- 10,0	32,9%	31,6%	-1,3%	-4,1%
4	0,0	0,0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	134,6	132,2	- 2,3	17,9%	17,6%	-0,3%	-1,7%
5	137,9	136,5	- 1,3					839,6	841,0	1,4				
Sup. totale	768,6	768,6						1.590,4	1.590,4					

(fascia B)

Classi DUSAF	Fascia B - Fuori dai parchi							Fascia B - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	63,6	76,2	12,6	15,7%	18,8%	3,1%	19,8%	50,1	54,5	4,5	12,7%	13,8%	1,1%	9,0%
11 e 12	41,8	40,9	- 0,9	10,3%	10,1%	-0,2%	-2,2%	39,4	37,1	- 2,3	10,0%	9,4%	-0,6%	-5,8%
13	15,2	19,7	4,5	3,8%	4,9%	1,1%	29,6%	1,3	2,7	1,4	0,3%	0,7%	0,3%	101,7%
133	0,2	5,8	5,6	0,0%	1,4%	1,4%	3387,7%	0,9	1,8	0,9	0,2%	0,5%	0,2%	92,2%
14	6,7	15,6	9,0	1,6%	3,9%	2,2%	135,0%	9,3	14,7	5,4	2,4%	3,7%	1,4%	58,2%
2	223,2	210,6	- 12,6	55,1%	52,0%	-3,1%	-5,6%	233,7	233,1	- 0,6	59,1%	59,0%	-0,1%	-0,2%
224	19,1	12,6	- 6,5	4,7%	3,1%	-1,6%	-33,8%	4,4	15,2	10,8	1,1%	3,9%	2,7%	243,7%
3	118,2	118,3	0,1	29,2%	29,2%	0,0%	0,1%	104,5	100,8	- 3,7	26,4%	25,5%	-0,9%	-3,6%
31	113,4	116,9	3,4	28,0%	28,8%	0,8%	3,0%	93,7	91,1	- 2,6	23,7%	23,0%	-0,7%	-2,7%
4	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,1	6,9	- 0,2	1,8%	1,8%	0,0%	-2,5%
5	1,7	1,7	- 0,1					18,6	18,6	0				
Sup. totale	406,7	406,7						414,0	414,0					

(fascia C)

Classi DUSAF	Fascia C - Fuori dai parchi							Fascia C - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	2.349,5	2.547,2	197,7	60,3%	65,4%	5,1%	8,4%	109,2	115,3	6,1	31,0%	32,7%	1,7%	5,6%
11 e 12	2.156,5	2.222,7	66,2	55,4%	57,1%	1,7%	3,1%	104,0	105,6	1,5	29,5%	29,9%	0,4%	1,5%
13	17,1	85,6	68,4	0,4%	2,2%	1,8%	399,3%	0,0	1,0	0,9	0,0%	0,3%	0,3%	3164,7%
133	7,3	55,3	47,9	0,2%	1,4%	1,2%	656,2%	0	0,3	0,3	0,0%	0,1%	0,1%	non def.
14	175,9	238,9	63,0	4,5%	6,1%	1,6%	35,8%	5,2	8,8	3,7	1,5%	2,5%	1,0%	70,9%
2	1.364,0	1.170,0	- 194,1	35,0%	30,0%	-5,0%	-14,2%	187,3	183,1	- 4,2	53,1%	51,9%	-1,2%	-2,3%
224	5,5	12,4	6,9	0,1%	0,3%	0,2%	125,4%	0,6	1,7	1,1	0,2%	0,5%	0,3%	173,5%
3	181,2	177,9	- 3,4	4,7%	4,6%	-0,1%	-1,9%	53,9	52,3	- 1,6	15,3%	14,8%	-0,4%	-2,9%
31	168,7	158,5	- 10,3	4,3%	4,1%	-0,3%	-6,1%	49,8	44,5	- 5,2	14,1%	12,6%	-1,5%	-10,5%
4	0,1	0,1	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3	1,9	- 0,4	0,6%	0,5%	-0,1%	-15,7%
5	5,4	5,2	- 0,2					1,2	1,2	0				
Sup. totale	3.900,3	3.900,3						353,9	353,9					

(Comuni interessati ma fuori dalle fasce)

Classi DUSAF	Comuni interessati ma fuori dalle fasce - Fuori dai parchi							Comuni interessati ma fuori dalle fasce - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	20.414,0	21.900,7	1.486,7	33,7%	36,1%	2,5%	7,3%	2.439,7	2.625,6	185,9	17,7%	19,0%	1,3%	7,6%
11 e 12	18.270,8	19.088,7	817,9	30,1%	31,5%	1,3%	4,5%	2.171,5	2.284,6	113,1	15,8%	16,6%	0,8%	5,2%
13	599,7	907,3	307,6	1,0%	1,5%	0,5%	51,3%	53,3	80,8	27,4	0,4%	0,6%	0,2%	51,5%
133	129,4	329,7	200,3	0,2%	0,5%	0,3%	154,8%	9,8	32,1	22,3	0,1%	0,2%	0,2%	228,4%
14	1.543,5	1.904,8	361,3	2,5%	3,1%	0,6%	23,4%	214,9	260,2	45,3	1,6%	1,9%	0,3%	21,1%
2	20.953,7	19.496,2	- 1.457,5	34,6%	32,2%	-2,4%	-7,0%	5.331,3	5.216,4	- 114,9	38,7%	37,8%	-0,8%	-2,2%
224	86,8	143,7	56,9	0,1%	0,2%	0,1%	65,6%	11,5	38,8	27,2	0,1%	0,3%	0,2%	235,8%
3	19.216,9	19.174,6	- 42,3	31,7%	31,6%	-0,1%	-0,2%	5.941,6	5.876,9	- 64,8	43,1%	42,6%	-0,5%	-1,1%
31	18.434,3	18.295,0	- 139,3	30,4%	30,2%	-0,2%	-0,8%	5.787,6	5.717,9	- 69,7	42,0%	41,5%	-0,5%	-1,2%
4	39,5	36,1	- 3,4	0,1%	0,1%	0,0%	-8,5%	71,3	70,5	- 0,8	0,5%	0,5%	0,0%	-1,2%
5	776,0	792,4	16,5					376,9	371,4	- 5,5				
Sup. totale	61.400,0	61.400,0						14.160,7	14.160,7					

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

4.2.c - Studio nella zona di montagna

Come evidenziato al *paragrafo 3.3*, la presenza di parchi nelle fasce fluviali nella parte montana è del tutto marginale e saranno commentati in questa sezione soltanto i risultati ottenuti **fuori dai parchi** con riferimento alla **Tabella 4.7** (pp. 100-101).

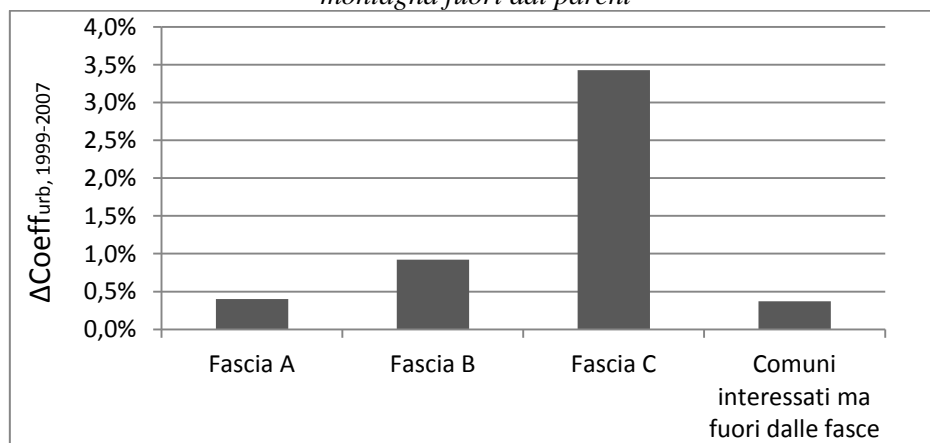
➤ *Analisi delle aree antropizzate*

L'analisi al secondo livello delle aree antropizzate evidenzia il fatto che **i coefficienti di copertura urbanizzata in tutte e tre le fasce sono superiori ai valori ottenuti nei comuni interessati ma fuori dalle fasce**. In particolare, nelle fasce A e C sono pari nel 2007 rispettivamente al 5,2% e al 33,4%, superando le soglie di criticità ossia il 5% per la fascia A e il 15,6% per la fascia C.

Tutte e tre le fasce e il territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce sono affetti dal consumo di suolo (*Grafici 4.13 e 4.14*). Si rileva che **nelle fasce B e C, i tassi di variazione e i Δ Coeff per le aree urbanizzate sono maggiori rispetto al territorio fuori dalle fasce**. Inoltre, si osserva un Δ Coeff significativo per i **cantieri** (classe 133) nelle fasce B e C pari al 0,5%: questi nuovi cantieri hanno una forte probabilità di trasformarsi in aree urbanizzate e quindi di rafforzare il fenomeno di consumo di suolo.

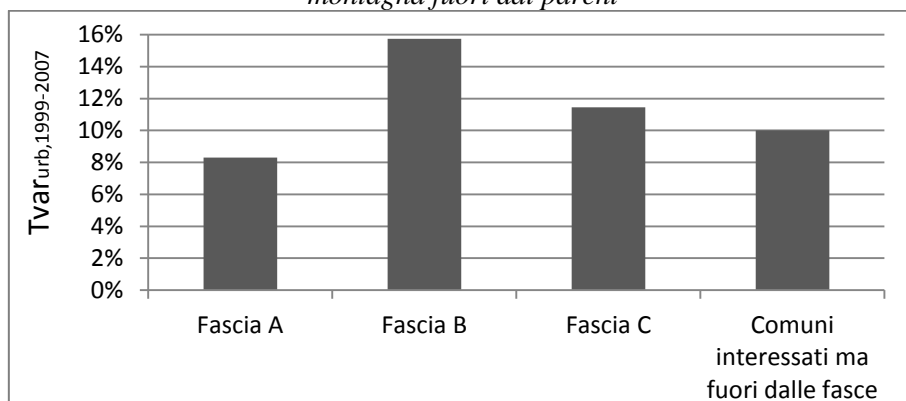
In fascia A, si osserva che il Δ Coeff_{urb} pari al 0,4% è uguale a quello rilevato fuori dalle fasce e il tasso di variazione della superficie urbanizzata del 8,3% è di poco inferiore al valore ottenuto fuori dalle fasce pari al 10%: **l'estensione del consumo di suolo e la velocità del processo di urbanizzazione sono della stessa entità in fascia A e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce**.

Grafico 4.13: Δ Coeff_{urb,1999-07} nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce per la zona di montagna fuori dai parchi



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

Grafico 4.14: $Tvar_{urb,99-07}$ nelle fasce A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce per la zona di montagna fuori dai parchi



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

Inoltre nelle fasce A e B si nota un aumento delle aree di classe 13 non cantieri (cave, discariche e aree degradate non utilizzate e non vegetate) : queste aree, i cui coefficienti di copertura sono già ben più elevati nel 1999 nelle fasce A e B rispetto al territorio fuori dalle fasce, sono ancora in progressione tra il 1999 e il 2007, il che implica un **degrado** degli ambiti fluviali.

➤ *Analisi delle aree agricole e biopermeabili*

Le dinamiche delle aree biopermeabili e delle aree agricole nella zona di montagna sono già state commentate al *paragrafo 4.1*. In questa sezione ci si interessa maggiormente alle aree boscate (classe 31), l'arboricoltura da legno essendo presente in modo marginale in montagna.

Le aree boscate diminuiscono in tutte e tre le fasce e nel territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce. Tuttavia, questa riduzione appare più marcata nelle fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce: i valori dei Δ Coeff e dei tassi di variazione per le aree boscate sono maggiori nelle fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce.

➤ *Sintesi sullo studio nella zona di montagna*

La situazione nelle fasce di montagna appare particolarmente preoccupante:

- il consumo di suolo e la rapidità di sviluppo delle aree urbanizzate sono maggiori nelle fasce B e C rispetto al territorio fuori dalle fasce e della stessa entità in fascia A rispetto al territorio fuori dalle fasce;
- l'impatto delle variazioni della superficie di classe 13 sulla composizione del territorio è maggiore nelle fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce;
- le aree biopermeabili comprese le aree boscate si riducono nelle fasce mentre fuori dalle fasce esse aumentano.

Tabella 4.7: Uso del suolo e variazioni di uso del suolo nella zona di **montagna** dentro e fuori dai parchi in fascia A, B e C e nei comuni interessati ma fuori dalle fasce

(fascia A)

Classi DUSAF	Fascia A - Fuori dai parchi							Fascia A - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	188,8	211,1	22,3	8,8%	9,8%	1,0%	11,8%	0,5	0,4	- 0,1	4,2%	3,4%	-0,8%	-19,1%
11 e 12	103,6	112,2	8,6	4,8%	5,2%	0,4%	8,3%	0,3	0,4	0,0	2,9%	3,1%	0,3%	9,6%
13	70,0	79,4	9,4	3,3%	3,7%	0,4%	13,5%	0,1	0,0	- 0,1	1,3%	0,3%	-1,1%	-81,0%
133	2,5	5,0	2,5	0,1%	0,2%	0,1%	97,9%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
14	15,2	19,5	4,3	0,7%	0,9%	0,2%	28,4%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	907,2	915,1	8,0	42,4%	42,4%	0,4%	0,9%	3,5	3,3	- 0,2	31,1%	29,5%	-1,6%	-5,2%
224	11,2	4,3	- 6,9	0,5%	0,2%	-0,3%	-61,9%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	1.012,8	991,6	- 21,2	47,3%	46,0%	-1,0%	-2,1%	7,3	7,6	0,3	64,7%	67,1%	2,4%	3,7%
31	771,6	730,6	- 41,1	36,1%	33,9%	-1,9%	-5,3%	7,2	7,2	- 0,1	64,2%	63,6%	-0,6%	-1,0%
4	31,1	38,1	7,0	1,5%	1,8%	0,3%	22,5%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	1.487,5	1.471,4	- 16,1					8,3	8,3	0				
Sup. totale	3.627,4	3.627,4						19,5	19,5					

(fascia B)

Classi DUSAF	Fascia B - Fuori dai parchi							Fascia B - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	324,6	405,1	80,5	8,5%	10,6%	2,1%	24,8%	5,2	5,6	0,5	28,0%	30,4%	2,4%	8,7%
11 e 12	223,2	258,4	35,1	5,9%	6,8%	0,9%	15,7%	3,8	4,3	0,5	20,6%	23,2%	2,6%	12,4%
13	68,9	96,7	27,8	1,8%	2,5%	0,7%	40,4%	1,4	1,3	- 0,0	7,3%	7,2%	-0,1%	-1,7%
133	5,3	23,5	18,2	0,1%	0,6%	0,5%	341,3%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
14	32,5	50,0	17,5	0,9%	1,3%	0,5%	54,1%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	2.914,2	2.879,0	- 35,2	76,5%	75,4%	-0,9%	-1,2%	6,9	6,5	- 0,5	37,5%	35,0%	-2,4%	-6,5%
224	12,5	18,6	6,1	0,3%	0,5%	0,2%	48,7%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	466,4	416,7	- 49,7	12,2%	10,9%	-1,3%	-10,7%	6,4	6,4	0	34,6%	34,6%	0,0%	0,0%
31	374,3	342,1	- 32,2	9,8%	9,0%	-0,8%	-8,6%	6,4	6,4	0	34,6%	34,6%	0,0%	0,0%
4	104,4	119,0	14,6	2,7%	3,1%	0,4%	14,0%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	96,0	85,8	- 10,2					6,6	6,6	0				
Sup. totale	3.905,6	3.905,6						25,2	25,2					

(fascia C)

Classi DUSAF	Fascia C - Fuori dai parchi							Fascia C - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	2.160,2	2.439,0	278,8	32,6%	36,8%	4,2%	12,9%	1,7	0,9	- 0,8	4,3%	2,3%	-1,9%	-45,2%
11 e 12	1.983,2	2.210,5	227,2	29,9%	33,4%	3,4%	11,5%	1,7	0,9	- 0,8	4,3%	2,3%	-1,9%	-45,2%
13	77,8	110,0	32,2	1,2%	1,7%	0,5%	41,4%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
133	10,8	42,5	31,7	0,2%	0,6%	0,5%	294,3%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
14	99,1	118,5	19,4	1,5%	1,8%	0,3%	19,6%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	4.057,0	3.827,3	- 229,7	61,2%	57,8%	-3,5%	-5,7%	29,5	29,8	0,4	73,9%	74,8%	0,9%	1,2%
224	7,5	6,8	- 0,7	0,1%	0,1%	0,0%	-9,6%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	405,1	355,8	- 49,4	6,1%	5,4%	-0,7%	-12,2%	8,7	9,1	0,4	21,8%	22,9%	1,0%	4,7%
31	310,0	284,4	- 25,6	4,7%	4,3%	-0,4%	-8,3%	8,5	8,3	- 0,2	21,4%	20,9%	-0,5%	-2,4%
4	3,7	3,1	- 0,6	0,1%	0,0%	0,0%	-15,5%	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	34,7	35,5	0,8					0,2	0,2	0				
Sup. totale	6.660,7	6.660,7						40,1	40,1					

(Comuni interessati ma fuori dalle fasce)

Classi DUSAF	Comuni interessati ma fuori dalle fasce - Fuori dai parchi							Comuni interessati ma fuori dalle fasce - Dentro i parchi						
	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇	Sup ₁₉₉₉ (ha)	Sup ₂₀₀₇ (ha)	Var ₁₉₉₉₋₂₀₀₇ (ha)	Coeff ₁₉₉₉	Coeff ₂₀₀₇	ΔCoeff 1999-2007	Tvar ₁₉₉₉₋₂₀₀₇
1	6.539,5	7.283,4	743,9	4,1%	4,6%	0,5%	11,4%	86,8	91,3	4,5	0,1%	0,2%	0,0%	5,2%
11 e 12	5.908,6	6.500,2	591,6	3,7%	4,1%	0,4%	10,0%	78,7	85,0	6,3	0,1%	0,1%	0,0%	8,0%
13	216,0	312,9	96,9	0,1%	0,2%	0,1%	44,8%	5,4	4,9	- 0,5	0,0%	0,0%	0,0%	-9,7%
133	23,9	90,1	66,2	0,0%	0,1%	0,0%	276,5%	0,5	0,5	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
14	414,9	470,3	55,4	0,3%	0,3%	0,0%	13,4%	2,7	1,4	- 1,3	0,0%	0,0%	0,0%	-47,7%
2	21.023,5	19.588,6	- 1.434,9	13,2%	12,3%	-0,9%	-6,8%	2.104,1	1.963,3	- 140,8	3,5%	3,2%	-0,2%	-6,7%
224	16,6	19,6	3,0	0,0%	0,0%	0,0%	18,1%	0,8	0,8	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	132.141,7	132.843,6	701,9	82,7%	83,2%	0,4%	0,5%	58.243,9	58.379,5	135,7	96,4%	96,6%	0,2%	0,2%
31	87.393,7	87.267,0	- 126,7	54,7%	54,6%	-0,1%	-0,1%	25.455,0	25.577,2	122,2	42,1%	42,3%	0,2%	0,5%
4	42,8	44,2	1,4	0,0%	0,0%	0,0%	3,4%	4,0	4,0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	2.440,0	2.427,7	- 12,3					357,4	358,1	0,6				
Sup. totale	162.187,5	162.187,5						60.796,2	60.796,2					

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

4.3 - Conclusioni per il Capitolo 4

➤ *Analisi comparativa delle dinamiche dell'uso del suolo dentro e fuori dalle fasce*

Si rilevano all'interno delle fasce fluviali tassi di variazione della superficie antropizzata (DUSAF 1) e urbanizzata (DUSAF 11 e 12) superiori o dello stesso ordine di grandezza rispetto al territorio dei comuni interessati fuori dalle fasce ad eccezione delle fasce A e B di collina per le quali la superficie urbanizzata è in diminuzione. In alcune zone, il territorio delle fasce è stato persino **maggiormente antropizzato e urbanizzato** tra il 1999 e il 2007 rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce:

- **in tutte e tre le fasce di montagna e in fascia C di collina** si rilevano valori superiori o uguali dei Δ Coeff per le aree antropizzate e urbanizzate rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce;
- si verificano **nelle fasce A e B di collina** valori superiori dei Δ Coeff per le aree antropizzate rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

Le **aree agricole** (DUSAF 2) sono complessivamente in **diminuzione** in tutte e tre le zone di quota, sia dentro che fuori dalle fasce, ad eccezione della fascia A di montagna. In pianura l'**arboricoltura da legno** (DUSAF 224) subisce una diminuzione significativa anche se la superficie coperta da colture legnose rimane molto estesa nelle fasce di esondazione, in particolare in fascia A .

Si rilevano invece delle **controtendenze per le dinamiche delle aree biopermeabili** (DUSAF 3) nelle fasce fluviali rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce, ossia sono state individuate situazioni in cui il segno della variazione della superficie biopermeabile è diverso dentro le fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce:

- **in tutte e tre le fasce di pianura e in fascia A di collina** la superficie biopermeabile aumenta a scapito delle aree agricole mentre diminuisce fuori dalle fasce, anche se si verificano in queste fasce delle sostituzioni di aree biopermeabili più mature con nuove aree biopermeabili;
- **in tutte e tre le fasce di montagna**, la superficie biopermeabile si riduce mentre aumenta fuori dalle fasce.

Le aree boscate (DUSAF 31) sono comunque complessivamente in diminuzioni sia dentro che fuori dalle fasce.

➤ *Bilancio sul consumo di suolo*

Nonostante il PSFF e il PAI puntino alla **delocalizzazione** degli insediamenti e delle attività umane fuori dalle fasce A e B di esondazione, le fasce A e B sono complessivamente affette dal **consumo di suolo** in montagna e in pianura.

Inoltre, si osservano ancora **cantieri** (DUSAF 133) nel 2007, in particolare nelle fasce di collina e nelle fasce B e C di montagna, i quali hanno una forte probabilità di trasformarsi in aree urbanizzate e quindi di contribuire maggiormente al consumo di suolo: essi mostrano un processo di consumo di suolo ancora in atto nel 2007.

Il fenomeno di consumo di suolo è particolarmente marcato nella **zona di montagna**, dove gli spazi disponibili per l'edificazione fuori dalle fasce sono limitati per ragioni morfologiche, e **nella fascia C di collina fuori dai parchi**.

➤ *Effetto dei parchi sulle dinamiche dell'uso del suolo (zone di pianura e di collina)*

Nemmeno i parchi istituiti negli anni 80 hanno consentito di fermare il consumo di suolo nelle aree a ridosso dei corsi d'acqua in **pianura**: non si rilevano differenze marcate tra le dinamiche dell'uso del suolo nelle fasce di pianura dentro e fuori dai parchi.

In **collina**, dove le forti pressioni demografiche minacciano di urbanizzazione le aree a ridosso dei corsi d'acqua, i parchi sembrano avere giocato un ruolo nel limitare l'aumento delle aree antropizzate nelle fasce fluviali e nel tutelare le aree biopermeabili in fascia A rispetto alle aree fuori dai parchi. Tuttavia, si osserva comunque un aumento della superficie antropizzata nelle fasce A e B dentro i parchi e in particolare dei cantieri che hanno una forte probabilità di generare un consumo di suolo. In fascia C dentro i parchi è stato comunque rilevato un aumento della superficie urbanizzata anche se in misura minore.

Dato il fenomeno di consumo di suolo rilevato nelle fasce fluviali, si è scelto di concentrarsi nei capitoli seguenti sullo studio delle variazioni delle aree urbanizzate (DUSAF 11 e 12) in quanto queste coperture incidono fortemente sull'entità del rischio di alluvione.

Capitolo 5 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate nelle fasce fluviali in Lombardia

Lo studio delle aree urbanizzate (**DUSAF 11 e 12**) prende le mosse da un'analisi al livello V DUSAF per tentare di interpretare le dinamiche delle aree urbanizzate nelle fasce fluviali rilevate al *Capitolo 4*. È poi stata condotta un'analisi aggregata a scala provinciale per determinare la quota delle nuove urbanizzazioni provinciali totali che ricade nelle fasce fluviali. Si è allora andato ad analizzare l'uso del suolo all'interno di unità territoriali omogenee rispetto alla morfologia del territorio e al contesto provinciale. Infine, è stato realizzato uno studio a scala comunale per individuare le aree dove il consumo di suolo appare maggiormente preoccupante e per svolgere un confronto tra le dinamiche dentro e fuori dalle fasce.

Sono stati analizzati le superfici urbanizzate, le loro variazioni assolute, i loro tassi di variazione, i coefficienti di copertura urbanizzata e i $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ nelle fasce fluviali, adottando come dati di riferimento le stesse quantità calcolate nei comuni interessati ma fuori dalle fasce. I valori medi per l'insieme dei comuni interessati dalle fasce in Lombardia dei coefficienti di copertura urbanizzata nel 1999 e nel 2007 sono rispettivamente il **14,5%** e il **15,6%**, il tasso di variazione medio della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 vi è pari al **7,4%** e il valore medio per $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ tra il 1999 e il 2007 vi è pari all'**1,1%**.

Si rimanda alla sezione 2.3 per la definizione degli indicatori e dei criteri adottati per l'interpretazione degli indicatori.

5.1 - Studio al livello V DUSAF delle variazioni delle aree urbanizzate in fascia A e B

Il PAI è stato approvato nel 2001 e quindi, fatto salvo le fasce del Fiume Po e le fasce dei tratti dei suoi tributari vicino alla confluenza che sono state oggetto del primo PSFF approvato nel 1998, i vincoli per l'uso del suolo nelle fasce fluviali non erano effettivi tra il 1999 e il 2001.

Il PAI impone l'adeguamento degli strumenti urbanistici alle disposizioni previste per le fasce fluviali entro 9 mesi dall'approvazione del Piano e quindi nel corso del **2002** le norme sull'uso del suolo nelle fasce A e B dovevano essere attuate [L19]²⁰.

Le urbanizzazioni realizzate post PSFF e PAI in **fascia A e B**, possono essere di varie tipologie:

- interventi **non conformi**;
- interventi che al momento dell'entrata in vigore del PSFF e del PAI erano già stati **autorizzati** [L19]²¹;
- interventi ricompresi nei **centri edificati** (si intende centro edificato al senso della legge 457/78 [L6]²²) dove, dopo **studio idraulico specifico** per valutare le condizioni di rischio, le norme per le fasce fluviali contenute nel PAI non sono più vincolanti: si applicano gli **strumenti urbanistici vigenti** ma **modificati** per minimizzare le condizioni di rischio [L19]²³ ;
- interventi consentiti dalle disposizioni del PSFF e del PAI [L19] (interventi per la **realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico** nelle fasce A e B e interventi legati alle **attività agricole** in fascia B) come esplicitato nella trattazione successiva.

Infatti, il PAI consente la realizzazione di **opere pubbliche o di interesse pubblico** nelle **fasce A e B** se non possono essere realizzate diversamente:

« all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. » [L19]²⁴

Nel PAI non vengono precisati quali interventi rientrano nella categoria delle opere pubbliche o di interesse pubblico lasciando spazio per l'interpretazione del termine di "opere pubbliche o di interesse pubblico". Le infrastrutture per **le reti di trasporto** rientrano sempre in questa tipologia e gli **impianti tecnologici** sono quasi tutti considerati di interesse pubblico. Le **aree portuali** sono anch'esse consentite.

Inoltre, sono autorizzati dal PAI gli interventi legati alle **attività agricole** in **fascia B** (cascine, insediamenti produttivi agricoli) ossia:

« opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purché le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento [...] » [L19]²⁵

²⁰ PAI, Elaborato 7: Norme di attuazione, Art. 27 comma 2

²¹ PAI, Elaborato 7: Norme di attuazione, Art. 27 comma 1

²² Legge n. 457 del 5 agosto 1978, Art. 18

²³ PAI, Elaborato 7: Norme di attuazione, Art. 39 comma 2

²⁴ PAI, Elaborato 7: Norme di attuazione, Art. 38

²⁵ PAI, Elaborato 7: Norme di attuazione, Art. 39 comma 4 lettera a

È stata condotta un'analisi al livello V DUSAF nelle fasce A e B per la zona di pianura e di montagna (*Tabelle 5.1-5.4 e Grafici 5.1-5.3* presenti nelle pp. 107-110) dove si verificano complessivamente aumenti delle aree urbanizzate come evidenziato al *Capitolo 4*. Alcune coperture sono state raggruppate in macro categorie, ossia:

- il tessuto residenziale (1111, 1112, 1121, 1122 e 1123);
- le reti di trasporto (1221 e 1222) in quanto questi interventi sono considerati opere di interesse pubblico e la loro realizzazione è perciò consentita dal PAI nelle fasce A e B;
- gli insediamenti legati alle attività agricole (cascine 11231 e insediamenti produttivi agricoli 1211) in quanto il loro ampliamento è consentito dal PAI in fascia B.

In fascia A di pianura, una quota importante delle nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 è costituita da insediamenti industriali, artigianali o commerciali (il 26,3%) o è classificata nella categoria del tessuto residenziale (il 22,6%). Invece, il 41,1% di queste nuove urbanizzazioni sono reti di trasporto, impianti tecnologici e aree portuali, ossia il 41,1% della variazione totale della superficie urbanizzata in fascia A di pianura rientra nelle opere di interesse pubblico consentite dal PAI (*Tabella 5.1 e Grafico 5.1*).

In fascia B di pianura, più del 75% delle nuove urbanizzazioni sono attività agricole o reti di trasporto, opere consentite dal PAI, ma gli ampliamenti del tessuto residenziale rappresentano comunque il 20% della variazione totale della superficie urbanizzata (*Tabella 5.2 e Grafico 5.2*).

In fascia A di montagna, si osserva complessivamente una diminuzione dell'estensione del tessuto residenziale (*Tabella 5.3*). Tuttavia aumentano fortemente le superfici delle classi DUSAF degli impianti tecnologici (che sono in genere di interesse pubblico) la cui superficie subisce quasi un raddoppiamento, e le superfici degli insediamenti industriali, artigianali e commerciali.

Anche in fascia B di montagna si rileva un aumento molto marcato degli insediamenti industriali, artigianali e commerciali che rappresenta il 50,9% dell'aumento totale della superficie urbanizzata (*Tabella 5.4 e Grafico 5.3*). Tuttavia a differenza della fascia A, l'incremento della superficie del tessuto residenziale costituisce il 21,1% della variazione complessiva della superficie urbanizzata. Alla fine, per la fascia B di montagna, la superficie dei nuovi insediamenti agricoli e delle nuove reti di trasporto, opere consentite dal PAI, hanno un'estensione piuttosto ridotta e rappresentano il 28% delle nuove urbanizzazioni.

Per concludere, in fascia B di pianura, dove si rileva il maggiore valore assoluto in ettari della variazione della superficie urbanizzata (71,5 ettari) rispetto alla fascia A di pianura (30,6 ettari), alle fasce A di montagna (8,6 ettari) e alla fascia B di montagna (35,6 ettari), è stato messo in evidenza che teoricamente, ossia dall'analisi DUSAF, più dei tre quarti delle nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 sono legate alle **attività agricole** o alle **infrastrutture per la mobilità**, opere consentite dal PAI previa verifica di compatibilità idraulica.

La base dati individua tuttavia importanti aumento del **tessuto residenziale** in fascia A e B di pianura e in fascia B di montagna (in particolare il tessuto residenziale sparso 1123) e degli **insediamenti industriali, artigianali e commerciali** in fascia A di pianura e nelle fasce A e B di montagna. Nel *Capitolo 6* verrà svolta un'analisi approfondita per i Fiumi Po ed Oglio per rilevare casi in cui queste coperture sono aumentate e tentare di rintracciarne le cause.

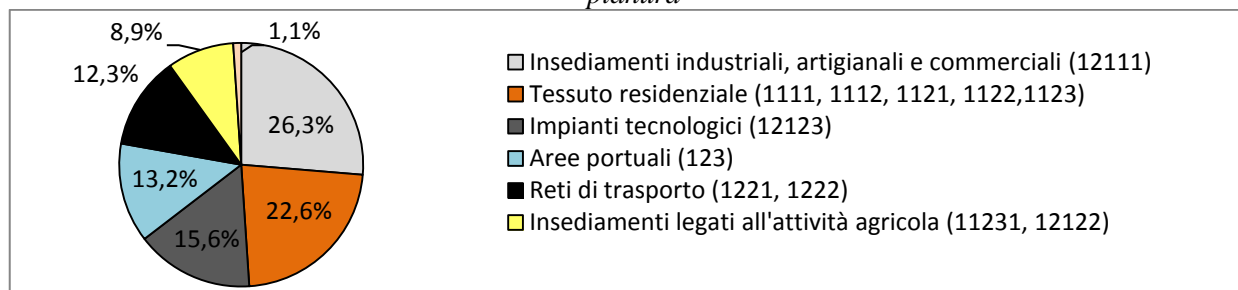
La trattazione successiva oggetto del presenta capitolo è volta a determinare la ripartizione spaziale degli aumenti della superficie urbanizzata in Lombardia.

Tabella 5.1: Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in fascia A di pianura

Descrizione	Classe DUSAF	Sup ₉₉ (ha)	Sup ₀₇ (ha)	Var ₉₉₋₀₇ (ha)	% di Var _{urb,99-07}	Tvar ₉₉₋₀₇
Insedimenti industriali, artigianali e commerciali	12111	87,9	96,0	8,1	26,3%	9,2%
Tessuto residenziale	1111	2,9	3,0	0,2	0,5%	5,7%
	1112	19,2	19,6	0,4	1,3%	2,1%
	1121	46,0	46,2	0,2	0,5%	0,3%
	1122	49,0	53,3	4,3	14,0%	8,7%
	1123	69,2	71,1	1,9	6,3%	2,8%
Impianti tecnologici	12123	13,0	17,8	4,8	15,6%	36,8%
Aree portuali	123	3,4	7,5	4,0	13,2%	117,6%
Reti di trasporto	1221	54,0	56,1	2,1	6,9%	3,9%
	1222	2,4	4,1	1,6	5,4%	67,7%
Insediamenti legati all'attività agricola	11231	55,0	56,7	1,7	5,6%	3,1%
	12112	44,2	45,2	1,0	3,2%	2,2%
Altre coperture urbanizzate	12121	1,1	1,2	0,1	0,4%	10,4%
	12122	16,8	16,9	0,1	0,3%	0,6%
	12124	1,2	1,2	0,0	0,1%	3,8%
	12125	0,4	0,4	0	0,0%	0,0%
	124	23,4	23,5	0,1	0,2%	0,3%
Totale urbanizzato		489,2	519,8	30,6	100,0%	6,3%

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Grafico 5.1: Ripartizione della variazione assoluta della superficie urbanizzata totale tra il 1999 e il 2007 nelle diverse categorie di coperture DUSAF in fascia A di pianura



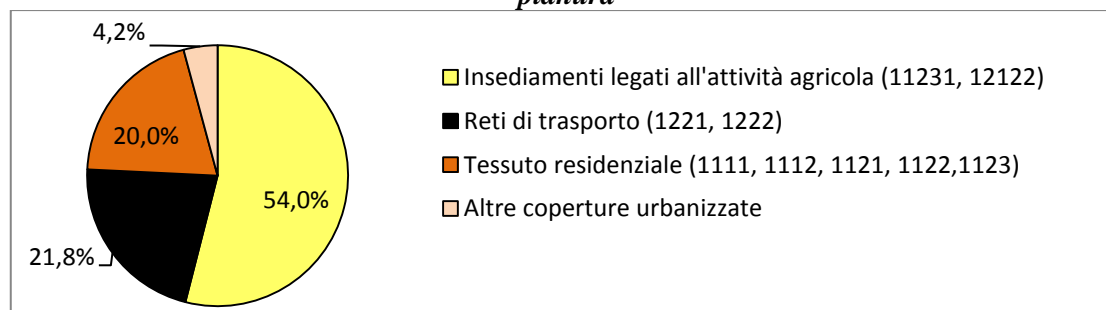
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Tabella 5.2: Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in fascia B di pianura

Descrizione	Classe DUSAF	Sup ₉₉ (ha)	Sup ₀₇ (ha)	Var ₉₉₋₀₇ (ha)	% di Var _{urb,99-07}	Tvar ₉₉₋₀₇
Insediamenti legati all'attività agricola	11231	235,1	236,7	1,5	2,1%	0,7%
	12112	230,0	267,0	37,1	51,8%	16,1%
Reti di trasporto	1221	82,5	94,3	11,9	16,6%	14,4%
	1222	30,9	34,6	3,7	5,2%	12,0%
Tessuto residenziale	1111	0,7	0,5	- 0,2	-0,3%	-29,1%
	1112	10,1	10,8	0,7	1,0%	6,8%
	1121	58,1	59,8	1,7	2,4%	2,9%
	1122	91,8	90,2	- 1,6	-2,2%	-1,7%
	1123	68,1	81,8	13,7	19,2%	20,2%
Altre coperture urbanizzate	12111	127,6	125,8	- 1,8	-2,5%	-1,4%
	12121	1,4	1,4	0	0,0%	0,0%
	12122	4,6	6,4	1,7	2,4%	37,0%
	12123	14,3	16,8	2,5	3,5%	17,5%
	12124	4,2	4,8	0,6	0,8%	14,3%
	12125	11,8	11,8	0	0,0%	0,0%
	123	1,7	1,7	0	0,0%	0,0%
	124	8,0	8,0	0	0,0%	0,0%
Totale urbanizzato		981,0	1.052,5	71,5	100,0%	7,3%

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Grafico 5.2: Ripartizione della variazione assoluta della superficie urbanizzata totale tra il 1999 e il 2007 nelle diverse categorie di coperture DUSAF in fascia B di pianura



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Tabella 5.3: Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in fascia A di montagna

Descrizione	Classe DUSAF	Sup ₉₉ (ha)	Sup ₀₇ (ha)	Var ₉₉₋₀₇ (ha)	Tvar ₉₉₋₀₇
Impianti tecnologici	12123	1,91	5,68	3,78	198,3%
Insedimenti industriali, artigianali e commerciali	12111	46,22	49,28	3,06	6,6%
Reti di trasporto	1221	12,48	12,34	- 0,14	-1,1%
	1222	0,32	2,04	1,72	543,8%
Insedimenti legati all'attività agricola	11231	0,16	0,16	0	0,0%
	12112	3,81	4,67	0,86	22,7%
Altre coperture urbanizzate	12121	0,17	0,17	0	0,0%
	12122	0,87	0,88	0,01	1,5%
	12124	0,09	0,09	0	0,0%
Tessuto residenziale	1112	1,28	0,85	- 0,43	-33,6%
	1121	20,36	21,20	0,83	4,1%
	1122	10,84	11,46	0,62	5,7%
	1123	5,34	3,65	- 1,68	-31,5%
Totale urbanizzato		103,84	112,46	8,63	8,3%

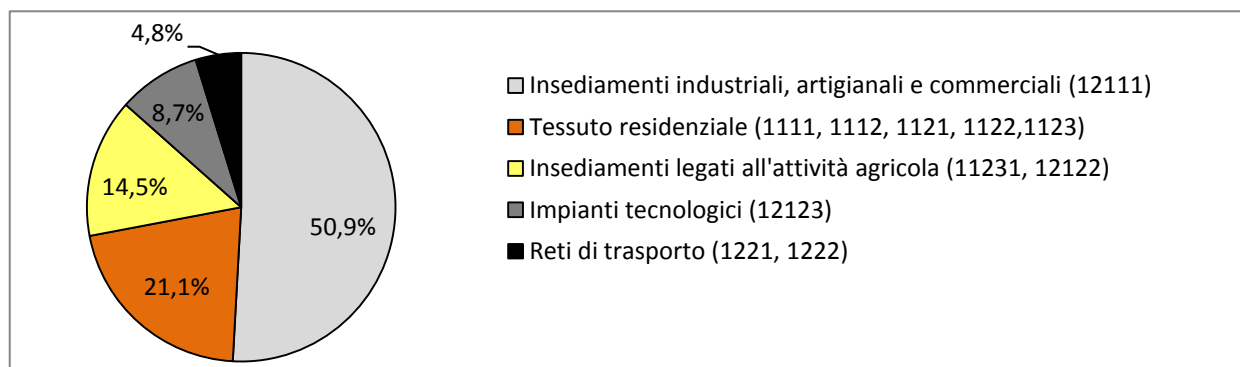
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Tabella 5.4: Per le coperture urbanizzate al livello V DUSAF superficie nel 1999 e nel 2007, variazione assoluta e percentuale della variazione assoluta totale della superficie urbanizzata, tasso di variazione in **fascia B di montagna**

Descrizione	Classe DUSAF	Sup99 (ha)	Sup07 (ha)	Var ₉₉₋₀₇ (ha)	% di Var _{urb,99-07}	Tvar ₉₉₋₀₇
Insedimenti industriali, artigianali e commerciali	12111	70,63	88,75	18,11	50,9%	25,6%
Tessuto residenziale	1112	0,62	0,52	- 0,10	-0,3%	-15,6%
	1121	31,34	33,79	2,44	6,9%	7,8%
	1122	49,37	52,78	3,41	9,6%	6,9%
	1123	10,55	12,33	1,78	5,0%	16,8%
Insediamenti legati all'attività agricola	11231	2,63	2,89	0,26	0,7%	10,0%
	12112	31,89	36,80	4,91	13,8%	15,4%
Impianti tecnologici	12123	13,08	16,17	3,09	8,7%	23,6%
Reti di trasporto	1221	14,91	16,61	1,70	4,8%	11,4%
	1222	1,56	1,56	0,00	0,0%	0,2%
Altre coperture urbanizzate	12124	0,36	0,36	0	0,0%	0,0%
	123	0,12	0,12	0	0,0%	0,0%
Totale urbanizzato		227,06	262,66	35,61	100,0%	15,7%

Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Grafico 5.3: Ripartizione della variazione assoluta della superficie urbanizzata totale tra il 1999 e il 2007 nelle diverse categorie di coperture DUSAF in **fascia B di montagna**



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

5.2 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate a scala provinciale

Le *Tabelle 5.5 e 5.6* presentano rispettivamente i valori delle superfici urbanizzate provinciali totali e delle superfici urbanizzate nelle fasce fluviali per le varie province lombarde. La *Tabella 5.7* precisa i valori percentuali della proporzione delle aree urbanizzate totali che ricade nelle fasce fluviali.

Per ogni Provincia le aree urbanizzate all'interno delle fasce A e B, che mostrano una larghezza limitata, sono contenute rispetto alla superficie urbanizzata totale. Il valore massimo è raggiunto in Provincia di Sondrio dove nel 2007 il 3,1% delle superfici urbanizzate totali ricade nelle fasce di inondazione. Invece, una quota rilevante delle urbanizzazioni sono ubicate in fascia C, in particolare nelle Province di Mantova (il 44,8% nel 2007), Sondrio (il 19,1% nel 2007), Cremona (il 19,1% nel 2007) e Lodi (15,2% nel 2007). Complessivamente in Lombardia, il 0,8% delle aree urbanizzate sono situate nelle aree a pericolosità elevata di alluvione (fasce A e B) e il 9,2% in aree dove la pericolosità è più moderata ma non trascurabile (fascia C).

In termini assoluti, Mantova rimane la provincia con la maggiore superficie urbanizzata nelle fasce con più di 11.000 ettari nel 2007. Invece, per quanto riguarda le fasce A e B, è la Provincia di Pavia ad avere la maggiore superficie urbanizzata con 340 ettari nel 2007.

Tabella 5.5: Superficie urbanizzata totale provinciale nelle province lombarde nel 1999 e nel 2007

Provincia	Sup. urbanizzata (ha)		Provincia	Sup. urbanizzata (ha)	
	1999	2007		1999	2007
Bergamo	30.621	33.288	Milano	47.964	50.506
Brescia	41.869	46.035	Monza	17.358	18.266
Como	17.358	18.152	Pavia	21.649	23.412
Cremona	14.940	16.377	Sondrio	5.426	6.069
Lecco	9.797	10.459	Varese	29.444	30.367
Lodi	7.417	8.632	Totale Lombardia	143.692	157.468
Mantova	21.693	24.526			

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica e della base DUSAF

Tabella 5.6: Superficie urbanizzata nelle fasce fluviali delle province lombarde nel 1999 e nel 2007

Provincia	Sup. urbanizzata (ha)							
	Fascia A		Fascia B		Fasce A e B		Fascia C	
	1999	2007	1999	2007	1999	2007	1999	2007
Bergamo	114	115	96	104	210	218	775	812
Brescia	64	66	91	100	155	165	3.127	3.332
Como	11	11	40	43	50	54	35	37
Cremona	61	64	208	231	269	295	2.853	3.127
Lecco	15	14	27	24	42	37	47	47
Lodi	27	33	135	161	161	194	1.130	1.310
Mantova	138	152	117	118	255	270	9.992	10.989
Milano	66	71	128	137	195	207	1.856	1.879
Monza	15	17	14	15	30	32	363	367
Pavia	82	87	251	253	333	340	2.378	2.544
Sondrio	44	52	110	137	154	189	996	1.160
Varese	105	103	73	71	179	174	773	793
Totale Lombardia	744	782	1.289	1.393	2.033	2.175	24.325	26.398

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica e della base DUSAF

Tabella 5.7: Proporzione della superficie urbanizzata provinciale che ricade all'interno delle fasce fluviali per le province lombarde nel 1999 e nel 2007²⁶

Provincia	Fascia A		Fascia B		Fasce A e B		Fascia C	
	1999	2007	1999	2007	1999	2007	1999	2007
Bergamo	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,7%	0,7%	2,5%	2,4%
Brescia	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,4%	0,4%	7,5%	7,2%
Como	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
Cremona	0,4%	0,4%	1,4%	1,4%	1,8%	1,8%	19,1%	19,1%
Lecco	0,2%	0,1%	0,3%	0,2%	0,4%	0,4%	0,5%	0,4%
Lodi	0,4%	0,4%	1,8%	1,9%	2,2%	2,2%	15,2%	15,2%
Mantova	0,6%	0,6%	0,5%	0,5%	1,2%	1,1%	46,1%	44,8%
Milano	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	3,9%	3,7%
Monza	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	2,1%	2,0%
Pavia	0,4%	0,4%	1,2%	1,1%	1,5%	1,5%	11,0%	10,9%
Sondrio	0,8%	0,9%	2,0%	2,3%	2,8%	3,1%	18,4%	19,1%
Varese	0,4%	0,3%	0,2%	0,2%	0,6%	0,6%	2,6%	2,6%
Totale Lombardia	0,3%	0,3%	0,5%	0,5%	0,8%	0,8%	9,2%	9,2%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica e della base DUSAF

La Tabella 5.8 riporta le variazioni assolute della superficie urbanizzata totale per le province lombarde e all'interno delle fasce fluviali e la Tabella 5.9 la proporzione dell'aumento delle superfici urbanizzate provinciali che ricade all'interno delle fasce fluviali. In tutte le province lombarde, le superfici urbanizzate hanno subito un aumento tra il 1999 e il 2007. **Le fasce fluviali sono anch'esse state affette dal consumo di suolo**, salvo nella Provincia di Lecco e nelle fasce A e B della Provincia di Varese. Una parte importante delle nuove urbanizzazioni sono state realizzate in fascia C nelle province già sopracitate ossia Mantova, Cremona, Sondrio e Lodi. **In Provincia di Sondrio, una parte non trascurabile dell'aumento delle aree urbanizzate ricade nelle fasce A e B (il 5,3%)**.

Tabella 5.8: Variazione assoluta della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 nelle fasce fluviali e per l'intera provincia nelle diverse province lombarde

Provincia	Variazioni assolute della superficie urbanizzata tra il 1999 e il 2007 (ha)				
	Fascia A	Fascia B	Fasce A e B	Fascia C	Dato per la provincia
Bergamo	0	8	9	37	2.667
Brescia	1	9	10	206	4.166
Como	0	4	4	2	794
Cremona	3	22	26	274	1.437
Lecco	-1	-3	-4	-0	662
Lodi	6	27	32	181	1.215
Mantova	14	1	15	997	2.833
Milano	4	8	13	23	2.543
Monza	1	1	2	4	908
Pavia	5	2	7	166	1.763
Sondrio	8	27	34	164	643
Varese	-2	-2	-5	20	923
Totale Lombardia	39	104	143	2.073	20.555

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica e della base DUSAF

²⁶ La tabella riporta, per le diverse fasce nelle diverse province e per gli anni 1999 e 2007, la superficie urbanizzata nella fascia corrispondente fratto la superficie urbanizzata totale nella provincia corrispondente.

Tabella 5.9: Proporzione dell'aumento provinciale della superficie urbanizzata che ricade all'interno delle fasce fluviali per le province lombarde²⁷

	Fascia A	Fascia B	Fasce A e B	Fascia C
Bergamo	0,0%	0,3%	0,3%	1,4%
Brescia	0,0%	0,2%	0,2%	4,9%
Como	0,0%	0,5%	0,5%	0,2%
Cremona	0,2%	1,5%	1,8%	19,1%
Lecco				
Lodi	0,5%	2,2%	2,7%	14,9%
Mantova	0,5%	0,0%	0,5%	35,2%
Milano	0,2%	0,3%	0,5%	0,9%
Monza	0,1%	0,1%	0,2%	0,5%
Pavia	0,3%	0,1%	0,4%	9,4%
Sondrio	1,2%	4,2%	5,3%	25,5%
Varese			0,0%	2,1%
Totale Lombardia	0,2%	0,5%	0,7%	10,1%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica e della base DUSAF

²⁷ - La tabella riporta, per le diverse fasce nelle diverse province, la variazione assoluta in ettari tra il 1999 e il 2007 della superficie urbanizzata nella fascia corrispondente fratto la variazione assoluta in ettari tra il 1999 e il 2007 della superficie urbanizzata totale nella provincia corrispondente.

- Le caselle grigie indicano una diminuzione delle aree urbanizzate nella fascia corrispondente: i cambiamenti di uso del suolo in essa non hanno portato nessun contributo all'aumento delle aree urbanizzate della provincia.

5.3 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate a scala di unità territoriale omogenea

In quasi tutte le province, le fasce fluviali hanno quindi visto aumentare le loro superfici urbanizzate tra il 1999 e il 2007 anche se in fascia A e B esse rimangono ridotte.

In questa sezione viene svolta un'analisi più approfondita ad un livello di aggregazione inferiore. Le fasce fluviali di ogni fiume sono state suddivise in unità territoriali omogenee rispetto alla **morfologia** e al **contesto provinciale**. Sono state delimitate in questo modo 66 unità di analisi per le quali la *Tabella 5.10* precisa la lunghezza dell'asta del fiume collegato. Per ciascuna zona omogenea sono stati studiati:

- l'uso del suolo nelle fasce A, B e C;
- l'uso del suolo nel territorio dei comuni interessati dalle fasce della zona omogenea ma fuori dalle fasce (anche fuori dalle fasce appartenenti ad un'altra zona omogenea, qualora un comune fosse interessato dalle fasce di più fiumi);
- la demografia dei comuni interessati dalle fasce della zona omogenea.

Le Tabelle complete che contengono i valori delle superfici totali e urbanizzate, degli indicatori per l'uso del suolo all'interno delle fasce e all'esterno delle fasce nei comuni interessati dalle fasce e degli indicatori demografici per gli **interi comuni** interessati dalle fasce sono presenti in *Appendice 2*.

Tabella 5.10: Lunghezza dell'asta del fiume in ogni unità territoriale omogenea²⁸

Fiume	Provincia	Lunghezza dell'asta (km) nelle diverse zone di quota		
		Pianura	Collina	Montagna
Po	Cremona	82,7		
	Lodi	58,1		
	Mantova	116,8		
	Pavia	112,8	-	
Adda	Bergamo	28,1	7,5	
	Como			3,6
	Cremona	73,2		
	Lecco		17,3	3,6
	Lodi	86,1		
	Milano	27,3		
	Monza	4,2		
Sondrio			92,9	
Oglio	Bergamo	28,8	10,9	8,4
	Brescia	85,0	8,2	55,6
	Cremona	91,9		
	Mantova	47,8		
Lambro	Como		16,2	
	Lecco		11,5	
	Lodi	37,6		
	Milano	53,8		
	Monza	17,9	18,3	
	Pavia	3,0		
Ticino	Milano	46,5		
	Pavia	50,3		
	Varese	25,5	5,7	
Chiese	Brescia	43,1	14,4	
	Mantova	22,4		
Serio	Bergamo	36,5	4,8	
	Cremona	36,6		
	Lodi	-		
Mella	Brescia	55,1	19,7	
	Cremona	4,1		
Mincio	Mantova	54,3	16,5	
Agogna	Pavia	57,7		
Olona	Milano	24,8		
	Varese	10,7	30,9	-
Brembo	Bergamo	18,4	5,0	27,6
Arno	Milano	1,3		
	Varese	15,2	13,7	
Secchia	Mantova	26,9		
Mera	Como			10,3
	Sondrio			23,0
Sesia	Pavia	22,6		
Tenore	Varese	5,6	10,4	
Terdoppio	Pavia	-		
Rile	Varese	non noto	non noto	

²⁸ Le caselle sono vuote quando le fasce fluviali di un determinato fiume non sono presenti nella provincia e nella zona di quota considerata. Le altre 66 caselle corrispondono alle 66 unità di analisi. Le lunghezze sono state determinate a partire del dato dell'AdbPo con la metodologia presentata al paragrafo 2.4.b.

➤ **Definizione di classi di criticità per le aree urbanizzate**

Per l'analisi delle aree urbanizzate nelle fasce fluviali sono state individuate cinque classi che corrispondono a cinque livelli di criticità:

- **Classe 0:** la superficie urbanizzata ha un'estensione contenuta e la sua crescita è contenuta (o la superficie urbanizzata diminuisce);
- **Classe 1:** la superficie urbanizzata ha un'estensione rilevante ma è in diminuzione;
- **Classe 2:** la superficie urbanizzata ha un'estensione contenuta ma la sua crescita è rilevante;
- **Classe 3:** la superficie urbanizzata ha un'estensione rilevante e subisce una crescita contenuta;
- **Classe 4:** la superficie urbanizzata ha un'estensione rilevante e la sua crescita è rilevante.

La classificazione di una data area in una delle cinque classi precedenti si fa sulla base del valore del coefficiente di copertura urbanizzata nel 2007 e del valore del tasso di variazione della superficie urbanizzata tra il 1999 e 2007. La *Tabella 5.11* precisa i valori soglia dei due indicatori. In particolare i valori limiti dei coefficienti di copertura dipendono dal livello di pericolosità, ossia dalla fascia nelle quale si eseguono le analisi (il 5% in fascia A, il 10% in fascia B e il 15,6% in fascia C).

Tabella 5.11: Definizione delle classi di criticità per lo studio delle aree urbanizzate

	Fascia A	Fascia B	Fascia C
Classe 0			
Coeffurb,07	≤ 5%	≤ 10%	≤ 15,6%
Tvarurb,99-07	≤ 7,4%	≤ 7,4%	≤ 7,4%
Classe 1			
Coeffurb,07	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvarurb,99-07	≤ 0%	≤ 0%	≤ 0%
Classe 2			
Coeffurb,07	≤ 5%	≤ 10%	≤ 15,6%
Tvarurb,99-07	≥ 7,5%	≥ 7,5%	≥ 7,5%
Classe 3			
Coeffurb,07	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvarurb,99-07	0,1% ÷ 7,4%	0,1% ÷ 7,4%	0,1% ÷ 7,4%
Classe 4			
Coeffurb,07	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvarurb,99-07	≥ 7,5%	≥ 7,5%	≥ 7,5%

Si nota che si presterà un'attenzione particolare alla classi 2, 3, 4 in quanto segnalano un processo di consumo di suolo ritenuto preoccupante.

➤ *Classi di criticità per le aree urbanizzate nelle diverse unità di analisi*

Dalla *Tabella 5.12* che presenta per ogni unità di analisi omogenea la classe di criticità per le aree urbanizzate (in particolare le **classi 2, 3 e 4**) si possono trarre i seguenti risultati:

- In tutte le province e in tutte e tre le fasce si rilevano valori rilevanti dei tassi di variazione ossia valori superiori al 7,4% (classi di criticità 2 e 4);
- **In pianura** dove i coefficienti di copertura per le aree urbanizzate sono in genere bassi nelle **fasce A e B** si rilevano soprattutto criticità di grado 2 per le fasce di esondazione. Tuttavia, si osservano criticità di grado 3 o 4 nelle province di Milano (Fiumi Adda, Lambro, Olona), Monza (fiume Lambro), Varese (Fiume Rile) e Bergamo (Fiume Brembo), dove le densità abitative sono elevate (pari a 750 ab/km² per il Fiume Adda in Provincia di Milano e superiori a 1.000 ab/km² per tutte le altre unità). In fascia C, le criticità di grado 3 e 4 sono più frequenti;
- **In collina**, se si rilevano molte unità di analisi con coefficienti di copertura urbanizzata rilevante nel 2007 (classi di criticità 1, 3 e 4), si nota che per molte zone la superficie urbanizzata diminuisce o rimane della stessa estensione tra il 1999 e il 2007 (classe di criticità 1) in particolare per le fasce A e B. Le criticità rilevate nella zona di collina sono principalmente di grado 3 e 4.
- **In montagna**, si rilevano numerose situazioni per le quali il consumo di suolo è preoccupante e le criticità di classe 3 e 4 sono frequenti in particolare in fascia C;
- Anche all'interno dei **parchi** (caselle verdi) si rilevano situazioni preoccupanti nei confronti del consumo di suolo con in particolare **criticità di grado 3 e 4**:
 - nella fascia C dell'Adda in pianura (BG);
 - nella fascia A dell'Adda in pianura (MI);
 - nella fascia C dell'Oglio in pianura (BG);
 - nella fascia A del Mincio in collina e nella sua fascia C in pianura (MN);
 - nelle fasce del Lambro in collina (CO, MB);
 - nelle fasce B e C del Rile in pianura (VA);
 - nella fascia A del Ticino in collina (VA) anche se la lunghezza dell'asta coinvolta è ridotta (5,7 km);

Per molte di queste aree i risultati ottenuti potrebbero essere spiegati dai valori elevati delle **densità abitativa** nel 2007 per i comuni interessati dalle fasce (superiore a 700 ab/km² o anche a 1.000 ab/km² per alcune unità) ma per il fiume Oglio in provincia di Bergamo e nella zona di pianura e per il fiume Mincio le densità abitative sono medie-basse inferiori a 350 ab/km².

- Nelle fasce del **Fiume Po** si rilevano in tutte le province classi di criticità di grado 0 o 2 dato che i coefficienti di copertura urbanizzata sono nell'insieme contenuti lungo questo fiume.
- Per quanto riguarda il **Fiume Oglio**, mentre in montagna si rilevano criticità di grado 3 e 4 per quasi tutte le fasce, in collina e in pianura le classi di criticità sono di grado 0 o 2, ad eccezione della fascia C in provincia di Bergamo). È anche importante sottolineare che in provincia di Brescia nelle zone di collina di pianura, complessivamente, la situazione non appare particolarmente preoccupante nei confronti del consumo del suolo (classe di criticità 0).

Tabella 5.12: Classi di criticità per le unità omogenee²⁹

Prov.	Fiume	Classe di criticità per la Fascia A			Classe di criticità per la Fascia B			Classe di criticità per la Fascia C		
		Pian.	Coll.	Mont.	Pian.	Coll.	Mont.	Pian.	Coll.	Mont.
BG	Adda	2	0		1	1		4	1	
	Brembo	3	1	1	2	0	1	0	3	3
	Oglio	2	1	2	0		3	3		4
	Serio	0	3		0	0		0	1	
BS	Chiese	2	3		2	0		2	4	
	Mella	0	1		2	0		4	3	
	Oglio	0	0	3	0	0	3	0	0	3
CO	Adda			0			0			3
	Lambro		3			0			3	
	Mera			1			2			0
CR	Adda	2			2			2		
	Mella	0			2			0		
	Oglio	2			2			0		
	Po	0			2			2		
	Serio	0			2			0		
LC	Adda		0	4		1	2		1	3
	Lambro		0			0			1	
LO	Adda	2			2			2		
	Lambro	0			2			0		
	Po	2			2			2		
	Serio	0								
MN	Chiese	0			2			2		
	Mincio	0	4		0	0		3	0	
	Oglio	2			0			2		
	Po	2			0			2		
	Secchia	2			2					
MI	Adda	3			0			0		
	Arno	0						0		
	Lambro	3			2			3		
	Olona	4			0			3		
	Ticino	0			0			0		
MB	Adda	0			0					
	Lambro	4	4		0	3		3	3	
PV	Agogna	0			0			3		
	Lambro	0			0			2		
	Po	2			0	0		0	0	
	Sesia	0			0			0		
	Terdoppio	0						0		
	Ticino	0			0			2		
SO	Adda			2			2			4
	Mera			0			2			4
VA	Arno	1	1		2	0		1	3	
	Olona	1	1	0	1	3		3	1	
	Rile		4		4	2		4	1	
	Tenore	1	4		2	0		4	4	
	Ticino	2	3		0	1		0	1	

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio, di Istat e della base DUSAF

²⁹ Le caselle sono vuote quando le fasce fluviali di un determinato fiume non sono presenti nella provincia e nella zona di quota considerata. Le caselle sono verdi quando l'unità territoriale è coperta per più del 70% da parchi. Sono state evidenziate in rosso le classi 3 e 4 che ricadono in aree coperte per più del 70% da parchi.

➤ *Analisi di ΔCoeff_{urb}*

L'analisi di ΔCoeff_{urb} a scala di unità omogenee ha anche consentito di stabilire un risultato interessante. In Fascia C, si rileva che **più del terzo** delle unità di fascia C hanno un ΔCoeff_{urb} superiore all'1% (23 unità sulle 61 unità totali di fascia C) e ben 10 unità hanno un ΔCoeff_{urb} superiore al 2%.

Invece per le fasce A e B, anche se si osservano tassi di variazione della superficie urbanizzata rilevanti, i valori di ΔCoeff_{urb} sono in genere bassi ossia inferiori all'1%. Tuttavia in 3 unità di fascia A (Tabella 5.13) e di 5 unità di fascia B (Tabella 5.14) ΔCoeff_{urb} supera l'1%. Queste unità dove il consumo di suolo appare essere di rilevante entità (Tabelle 5.13 e 5.14) sono:

- **zone montane** (Adda nelle province di Sondrio e di Lecco) dove le aree adatte all'urbanizzazione sono limitate fuori dalle fasce per ragioni morfologiche;
- **zone in cui la pressione demografica sul territorio è importante** ossia la densità abitativa è superiore a 1.000 ab/km².

Tabella 5.13: Caratterizzazione delle unità di fascia A dove $\Delta\text{Coeff}_{urb} \geq 1,1\%$

Quota	Prov.	Fiume	Sup _{tot} (ha)	L. asta (km)	Var _{urb} (ha)	ΔCoeff_{urb}	ΔCoeff_{urb} fuori fasce	Tvar _{urb}	Tvar _{urb} fuori fasce	Tvar _{pop}	Dp ₀₇ (ab/km ²)
Mont.	LC	Adda	5,3	3,6	0,1	1,1%	3,1%	non def.	25,8%	16,3%	312
Pian.	MI	Olona	118,7	24,8	2,1	1,7%	3,6%	12,0%	8,1%	5,1%	2.111
Col.	VA	Rile	22,6		0,5	2,1%	1,2%	13,4%	3,2%	4,5%	1.177

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Tabella 5.14: Caratterizzazione delle unità di fascia B dove $\Delta\text{Coeff}_{urb} \geq 1,1\%$

Quota	Prov.	Fiume	Sup _{tot} (ha)	L. asta (km)	Var _{urb} (ha)	ΔCoeff_{urb}	ΔCoeff_{urb} fuori fasce	Tvar _{urb}	Tvar _{urb} fuori fasce	Tvar _{pop}	Dp ₀₇ (ab/km ²)
Mont.	SO	Adda	1.537,8	92,9	23,0	1,5%	0,2%	36,2%	10,7%	2,7%	97
Mont.	LC	Adda	57,5	3,6	1,4	2,5%	3,1%	76,5%	25,8%	16,3%	312
Pian.	BG	Brembo	245,5	18,4	4,6	1,9%	3,2%	31,6%	8,1%	13,3%	1.302
Pian.	VA	Tenore	13,6	5,6	0,5	3,6%	2,9%	208,7%	5,3%	7,5%	2.354
Pian.	VA	Rile	10,8		0,8	7,8%	1,1%	non def.	1,7%	10,4%	2.391

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

In breve, le analisi svolte a scala di unità omogenee hanno mostrato il fatto che il consumo di suolo (aumento della superficie urbanizzata ossia di classe DUSAF 11 e 12) colpisce tutte le fasce fluviali in tutte le province anche all'interno dei parchi. Inoltre, hanno rivelate dei legami tra forti densità abitative e morfologia del territorio da un parte e situazioni di consumo di suolo preoccupante nelle fasce d'altra parte.

5.4 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate a scala comunale

5.4.a - Metodologia

In questa sezione è stata svolta un'analisi delle aree urbanizzate nelle fasce fluviali a scala comunale per apprezzare le differenze nel modo di gestire l'uso del suolo e per svolgere un confronto tra le variazioni della superficie urbanizzata dentro e fuori dalle fasce nei comuni interessati dalle fasce.

➤ *Comuni considerati per le analisi*

Per lo studio dell'uso del suolo in ciascuna delle tre fasce, sono stati considerati tutti i comuni interessati da una determinata fascia ad eccezione dei comuni per i quali la superficie al netto delle aree idriche (minima superficie tra il 1999 e il 2007) nella fascia corrispondente è **inferiore a 0,16 ettari**. Infatti, quest'ultimo valore corrisponde all'unità minima rilevata della base dati DUSAF (*paragrafo 2.1*): non viene riconosciuta la copertura di un'area di dimensione inferiore e essa viene confusa con la matrice circostante. Inoltre, si è ritenuto poco significativo studiare l'uso del suolo su aree troppo ridotte per caratterizzare il modo di gestione dell'uso del suolo dei comuni. Sono stati così scartati 5 comuni per lo studio della fascia A, 19 comuni per la fascia B e 13 comuni per la fascia C (*Appendice 3*). Alla fine, si contano **490** comuni interessati dalla fascia A, **409** comuni interessati dalla fascia B e **474** comuni interessati dalla fascia C per i quali sono state studiate le aree urbanizzate nella fascia corrispondente.

Per quanto riguarda il confronto svolto tra gli indicatori per l'uso del suolo dentro e fuori dalle fasce, non si è potuto svolgere l'analisi per i comuni che ricadono interamente nelle fasce fluviali e per i comuni per i quali il territorio fuori dalle fasce ha una superficie al netto delle aree idriche inferiore a 0,16 ettari per i motivi sopracitati. Sono stati esclusi **37** comuni tutti interessati dalle fasce del Fiume Po e, in aggiunta per alcuni di questi comuni, dalle fasce di un suo tributario.

Inoltre, si è considerato che **18** ulteriori comuni lombardi, interessati dalle fasce del Po e situati sul confine con la Regione Emilia Romagna, ricadono interamente nelle fasce. Infatti, nella base dati si ottiene per questi comuni una superficie fuori dalle fasce superiore a 0,16 ha perché i confini della Lombardia determinati dallo shapefile delle fasce fluviali (fonte adbPo) e lo shapefile dei limiti amministrativi (fonte: Direzione Generale Territorio e Urbanistica) non sono totalmente sovrapposti. I **55** comuni per i quali si è considerato che ricadono interamente nelle fasce sono presentati in *Appendice 4*.

Per il confronto tra gli indicatori per l'uso del suolo dentro e fuori dalle fasce ($\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ e $T\text{var}_{\text{urb}}$), sono allora stati considerati **448** comuni interessati dalla fascia A, **373** comuni interessati dalla fascia B e **419** comuni interessati dalla fascia C.

Si ricorda che le classi di criticità per le aree urbanizzate sono state definite al paragrafo 5.3.c. La sezione successiva definisce invece le classi adottate per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ e di $T\text{var}_{\text{urb}}$ dentro e fuori dalle fasce e per il confronto di $T\text{var}_{\text{urb}}$ con $T\text{var}_{\text{pop}}$ per i comuni che ricadono interamente nelle fasce.

➤ **Definizione di una metodologia per l'analisi di confronto tra gli indicatori per l'uso del suolo dentro e fuori dalle fasce**

Per realizzare un confronto tra il consumo di suolo nel territorio comunale che ricade in fascia A, B o C e il consumo di suolo nel territorio comunale che ricade fuori dalle fasce fluviali, è stata definita una metodologia di analisi.

Sono state definite delle **classi per il confronto del valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ e Tvar_{urb}** in fascia A, B e C e fuori dalle fasce:

- **Classe 0:** $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}} / \text{Tvar}_{\text{urb}}$ in fascia A, B o C assume un valore **contenuto** e è **inferiore** al valore ottenuto fuori dalle fasce;
- **Classe 1:** $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}} / \text{Tvar}_{\text{urb}}$ in fascia A, B o C assume un valore **contenuto** ma è **superiore** al valore ottenuto fuori dalle fasce;
- **Classe 2:** $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}} / \text{Tvar}_{\text{urb}}$ in fascia A, B o C assume un valore **rilevante** ma è **inferiore** al valore ottenuto fuori dalle fasce;
- **Classe 3:** $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}} / \text{Tvar}_{\text{urb}}$ in fascia A, B o C assume un valore **rilevante** e è **superiore** al valore ottenuto fuori dalle fasce.

È stata adottata la soglia dell'1% per $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$, e la soglia del 7,4% per Tvar_{urb} come riportato nelle *Tabelle 5.15 e 5.16*.

Tabella.5.15: Classi per il confronto del valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce

Classe 0
$(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 1,0\%$ $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Classe 1
$(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 1,0\%$ $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Classe 2
$(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 1,0\%$ $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Classe 3
$(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 1,0\%$ $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$

Tabella 5.16: Classi per il confronto del valore $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce

Classe 0
$(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 7,4\%$ $(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Classe 1
$(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 7,4\%$ $(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Classe 2
$(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 7,4\%$ $(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Classe 3
$(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 7,4\%$ $(\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\text{Tvar}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$

Si è scelto di non confrontare direttamente i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ e $T\text{var}_{\text{urb}}$ calcolati dentro e fuori dalle fasce ma le **classi di valore** di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ e $T\text{var}_{\text{urb}}$ ottenute dentro e fuori dalle fasce (da non confondere con le **classi per il confronto del valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ e $T\text{var}_{\text{urb}}$**). Si tratta infatti di determinare se l'ordine di grandezza degli indicatori per l'uso del suolo è inferiore o superiore dentro le fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce. Si ricordano in *Tabella 5.17* le **classi di valore** adottate per $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ e $T\text{var}_{\text{urb}}$ che sono state definite al *paragrafo 2.3.c*.

Tabella 5.17: Definizione delle classi di valore per $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ e $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$

	Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Cl. 4	Cl. 5
$\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ [%]	≤ 0	$0 \div 0,5$	$0,5 \div 1,0$	$1,1 \div 2,0$	$2,1 \div 3,0$	$\geq 3,0$
$T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ [%]	≤ 0	$0,1 \div 2,0$	$2,1 \div 7,4$	$7,5 \div 15,0$	$15,1 \div 30$	$\geq 30,1$

La *Tabella 5.18* riassume la metodologia adottata per il confronto tra i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07} / T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce.

Tabella 5.18: Definizione delle classi 0, 1, 2 e 3 per il confronto del valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07} / T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce

		Classi di valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07} / T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ fuori dalle fasce					
		0	1	2	3	4	5
Classi di valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07} / T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ in fascia A, B o C	0	Classe 0					
	1						
	2	Classe 3				Classe 2	
	3						
	4						
	5	Classe 3					Classe 2

➤ **Definizione di una metodologia per l'analisi di confronto tra $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$ nei comuni che ricadono interamente nelle fasce**

Per i comuni che ricadono interamente nelle fasce (presentati in *Appendice 4*) è stata condotta un'analisi di confronto tra i tassi di variazione della superficie urbanizzata per l'intero comune e tassi di variazione della popolazione residente **per l'intero comune** (ossia per le fasce A, B e C aggregate) per determinare se l'aumento della superficie urbanizzata vi è proporzionato all'aumento della popolazione residente.

La metodologia è identica a quella usata per confrontare i valore dei tassi di variazione dentro e fuori dalle fasce per i comuni che non ricadono interamente nelle fasce (sezione precedente). Si basa sulla classificazione dei comuni in quattro classi per il confronto del valore di $Tvar_{urb,99-07}$ e $Tvar_{pop}$ (*Tabella 5.19*). Sono state quindi confrontate le **classi di valore** di $Tvar_{urb}$ e di $Tvar_{pop}$ nei comuni interessati dalle fasce, la legenda essendo identica per $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$ (*Tabella 5.20*).

Tabella 5.19: Classi per il confronto del valore $Tvar_{urb,99-07}$ e $Tvar_{pop,99-07}$ nei comuni che ricadono interamente nelle fasce

Classe 0
$(Tvar_{urb})_{comune} \leq 7,4\%$ $(Tvar_{urb})_{comune} \leq (Tvar_{pop})_{comune}$
Classe 1
$(Tvar_{urb})_{comune} \leq 7,4\%$ $((Tvar_{urb})_{comune} > (Tvar_{pop})_{comune})$
Classe 2
$(Tvar_{urb})_{comune} > 7,4\%$ $(Tvar_{urb})_{comune} \leq (Tvar_{pop})_{comune}$
Classe 3
$(Tvar_{urb})_{comune} > 7,4\%$ $(Tvar_{urb})_{comune} > (Tvar_{pop})_{comune}$

Tabella 5.20: Definizione delle classi di valore per $Tvar_{pop,99-07}$ e $Tvar_{urb,99-07}$

	Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Cl. 4	Cl. 5
$Tvar_{pop,99-07}$ [%]	≤ 0	0,1 ÷ 2	2,1 ÷ 7,4	7,5 ÷ 15	15,1 ÷ 30	$\geq 30,1$
$Tvar_{urb,99-07}$ [%]	≤ 0	0,1 ÷ 2	2,1 ÷ 7,4	7,5 ÷ 15	15,1 ÷ 30	$\geq 30,1$

5.4.b -Classi di criticità per i capoluoghi di provincia

Nei capoluoghi di provincia si rilevano situazioni di criticità di livello 2, 3 e 4 (Tabella 5.21). Nelle fasce A e B, salvo a Cremona e Pavia, si incontrano delle criticità che corrispondono però a situazioni ben diverse. I coefficienti di copertura urbanizzata sono compresi tra il 2,6% (Lodi) e il 31,7% (Brescia) in fascia A e tra il 2,5% (Brescia) e il 43,3% (Varese) in fascia B.

In fascia C, i coefficienti di copertura urbanizzata sono sempre superiori al 15,6% con tuttavia dei valori molto diversi dei tassi di variazione della superficie urbanizzata. A Milano e a Varese, dove si vede dalla Tabella 5.23 che la quota della superficie comunale coperta dalle fasce è ridotta, è addirittura negativo.

È anche importante notare che a Mantova dove ben il 48% della superficie comunale ricade all'interno delle fasce e il 17,8% nelle fasce A e B (Tabella 5.22) si ottengono valori rilevanti dei coefficienti di copertura urbanizzata in tutte e tre le fasce. A Lodi, anche se ben il 37% della superficie comunale ricade nelle fasce e il 19,2% nelle fasce A e B, i coefficienti di copertura urbanizzata sono stati mantenuti al di sotto delle soglie di criticità nelle fasce A e B ma i tassi di crescita della superficie urbanizzata vi sono rilevanti.

Tabella 5.21: Classi di criticità per i capoluoghi di provincia per ogni fascia³⁰

Comune	Classi di criticità per le aree urbanizzate		
	Fascia A	Fascia B	Fascia C
Milano	4	4	1
Monza	3	0	3
Brescia	1	0	3
Varese	1	1	1
Pavia	0	0	3
Sondrio	1	3	3
Lodi	2	2	4
Cremona	0	0	3
Mantova	1	1	3

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e DUSAF

³⁰ Si ricorda la definizione delle classi di criticità con la seguente Tabella.

	Fascia A	Fascia B	Fascia C
Classe 0			
Coeff _{urb,07}	≤ 5%	≤ 10%	≤ 15,6%
Tvar _{urb,99-07}	≤ 7,4%	≤ 7,4%	≤ 7,4%
Classe 1			
Coeff _{urb,07}	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvar _{urb,99-07}	≤ 0%	≤ 0%	≤ 0%
Classe 2			
Coeff _{urb,07}	≤ 5%	≤ 10%	≤ 15,6%
Tvar _{urb,99-07}	≥ 7,5%	≥ 7,5%	≥ 7,5%
Classe 3			
Coeff _{urb,07}	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvar _{urb,99-07}	0,1% ÷ 7,4%	0,1% ÷ 7,4%	0,1% ÷ 7,4%
Classe 4			
Coeff _{urb,07}	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvar _{urb,99-07}	≥ 7,5%	≥ 7,5%	≥ 7,5%

Tabella 5.22: *Proporzione della superficie comunale dei capoluoghi di provincia che ricade nelle fasce fluviali*

	% della Sup. in fascia A	% della Sup. in fascia B	% della Sup. nelle fasce A e B	% della Sup. in fascia C	% della Sup. nelle fasce
Milano	0,2%	0,7%	1,0%	5,6%	6,5%
Monza	1,6%	4,6%	6,2%	10,7%	16,9%
Brescia	0,2%	0,0%	0,2%	21,9%	22,1%
Varese	1,4%	0,0%	1,4%	1,1%	2,5%
Pavia	4,9%	12,4%	17,3%	2,7%	20,0%
Sondrio	2,3%	1,3%	3,6%	11,3%	14,9%
Lodi	8,0%	11,2%	19,2%	17,9%	37,0%
Cremona	3,7%	2,1%	5,8%	23,4%	29,2%
Mantova	15,7%	2,1%	17,8%	30,2%	48,0%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo e della Direzione Generale Territorio e Urbanistica

5.4.c - Classi di criticità per l'insieme dei comuni interessati dalle fasce

Le mappe delle classi di criticità a scala comunale sono riportate in *Appendice 5* e in particolare sono individuati gli **80 comuni** interessati dalle fasce di esondazione ossia dalle fasce A e /o B che ammettono delle criticità di grado 2, 3 o 4 sull'insieme del territorio delle fasce di esondazione.

Le *Tablelle 5.23 e 5.25* indicano il numero dei comuni nelle varie classi di criticità per le aree urbanizzate rispettivamente per tutti i comuni interessati dalle fasce e per i comuni che ammettono un tasso di variazione della popolazione negativo o nullo. Le *Tablelle 5.22 e 5.24* presentano i risultati in termini di superficie delle fasce (al netto delle aree idriche) **aggregando i risultati ottenuti a scala comunale**.

Dalle *Tablelle 5.23 e 5.24*, si rileva che ricadono nelle classi di criticità 2, 3 o 4 per le aree urbanizzate rispettivamente in fascia A, in fascia B e in fascia C:

- il **23%** dei comuni interessati dalla **fascia A** ossia il **26%** della superficie totale di fascia A;
- il **30%** dei comuni interessati dalla **fascia B** ossia il **41%** della superficie totale di fascia B;
- il **55%** dei comuni interessati dalla **fascia C** ossia il **73%** della superficie totale di fascia C.

Dalla *Tabella 5.24* si rileva che la proporzione della superficie totale che ricade nelle classi di criticità 2, 3 e 4 è maggiore in montagna per tutte e tre le fasce, dove raggiunge il 47% per la fascia A, il 72% per la fascia B e l'96% per la fascia C.

Se in pianura le criticità di grado 3 o 4 sono poco presenti, in fascia A e C di collina e di montagna la loro estensione è rilevante con valori intorno al 25% in fascia A e all'80% in fascia C.

La *Tabella 5.25* mostra che una quota non trascurabile dei comuni per i quali $Tvar_{pop,99-07} \leq 0,0\%$ presentano una **criticità** di grado 2, 3 o 4 nelle fasce: **anche se la popolazione è diminuita o è rimasta costante tra il 1999 e il 2007, le fasce fluviali sono state urbanizzate**. Il 24% dei comuni interessati dalla fascia A, il 27% dei comuni per la fascia B e ben il 59% dei comuni per la fascia C per i quali $Tvar_{pop,99-07} \leq 0,0\%$ sono in questa situazione.

Tabella 5.23: Ripartizione dei comuni interessati dalla fascia A, B e C tra le diverse classi di criticità rispettivamente per la fascia A, B e C

		Classi di criticità per le aree urbanizzate per la fascia corrispondente						Totale comuni
		Crit. 0	Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Crit. 2,3,4	
Fascia A	Num.di comuni	293	83	54	24	36	114	490
	Proporzione dei comuni totali	60%	17%	11%	5%	7%	23%	100%
Fascia B	Num.di comuni	251	35	87	12	24	123	409
	Proporzione dei comuni totali	61%	9%	21%	3%	6%	30%	100%
Fascia C	Num.di comuni	156	58	118	68	74	260	474
	Proporzione dei comuni totali	33%	12%	25%	14%	16%	55%	100%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Tabella 5.24: Ripartizione della superficie totale che ricade nelle fasce A , B e C tra le diverse classi di criticità all'interno di ogni zona quota³¹

Fascia	Zona di quota	Sup _{tot} (ha)						% della Sup. totale di Crit. 2-3-4	% della Sup. totale di Crit. 3-4
		Crit. 0	Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Totale		
A	Totale	36.613	1.929	11.467	880	1.146	52.035	26%	4%
	Pianura	35.256	1.168	10.919	534	609	48.486	25%	2%
	Collina	498	479	42	225	138	1.381	29%	26%
	Montagna	858	282	506	121	399	2.167	47%	24%
B	Totale	25.872	583	17.329	410	602	44.794	41%	2%
	Pianura	24.322	348	14.860	375	251	40.156	39%	2%
	Collina	531	173	52	1	43	800	12%	6%
	Montagna	1.019	61	2.417	33	308	3.838	72%	9%
C	Totale	51.297	2.024	114.608	12.801	20.000	200.730	73%	16%
	Pianura	50.947	1.423	113.297	8.537	15.613	189.817	72%	13%
	Collina	214	453	17	2.576	988	4.248	84%	84%
	Montagna	137	148	1.294	1.688	3.398	6.665	96%	76%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Tabella 5.25: Ripartizione dei comuni, interessati dalla fascia A , B e C per i quali $Tvar_{pop,99-07} \leq 0,0\%$, tra le diverse classi di criticità rispettivamente per la fascia A, B e C

Numero di comuni interessati dalla fascia corrispondente per i quali $Tvar_{pop,99-07} \leq 0,0\%$	Classi di criticità per le aree urbanizzate per la fascia corrispondente					Totale comuni	% di comuni di Crit. 2,3,4	% di comuni di Crit. 3,4
	Crit. 0	Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4			
Fascia A	58	8	15	1	5	87	24%	7%
Fascia B	47	5	15		4	71	27%	6%
Fascia C	30	6	27	11	14	88	59%	28%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

La Tabella 5.26 (pp. 129-130) illustrata dalle Figure 5.1 e 5.2 (pp. 131-132) presenta per ogni provincia e zona di quota la percentuale di criticità di grado 2, 3, o 4 e di criticità 3 o 4 per le fasce A e B **aggregate** e la fascia C ottenuta aggregando i risultati a scala comunale.

Per le fasce A e B aggregate in pianura le province di Varese, Lodi, Mantova e Cremona la superficie delle criticità di grado 2, 3 e 4 è particolarmente elevata ossia superiore al 40% della superficie totale delle fasce A e B. Si nota che nelle province di Lodi, Mantova e Cremona la superficie in ettari coinvolta è particolarmente importante. In collina, dove l'estensione delle fasce è tuttavia molto più ridotta, si rileva che addirittura il 72% e il 63% del territorio delle fasce A e B subisce un consumo di suolo preoccupante, per rispettivamente le province di Monza e Como, dove le densità abitative sono superiori a 500 ab/km² per tutti i comuni interessati dalle fasce. In montagna la situazione appare particolarmente preoccupante per tutte le province (ad eccezione della provincia di Varese per la quale però un unico comune è interessato), sia per le percentuali elevate delle criticità di grado 2 che di grado 3 o 4.

Se complessivamente la percentuale di criticità di grado 3 e 4 è molto bassa per l'insieme delle fasce A e B in Lombardia (il 3%), queste criticità sono però presenti in modo non trascurabile in alcune zone che sono:

³¹ Le superfici sono state determinate al netto delle aree idriche nel 2007.

- zone densamente popolate ossia nelle Provincia di Monza, Provincia di Milano, Provincia di Bergamo in pianura, Provincia di Varese in collina e provincia di Como in collina;
- zone di montagna nelle Province di Sondrio, Brescia e Bergamo.

Si notano anche criticità di grado 3 o 4 in Provincia di Mantova in collina dove le densità abitative sono inferiori a 200 ab/km² per tutti i comuni, ma la superficie coinvolta è ridotta, soltanto tre comuni sono interessati dalle fasce fluviali in provincia di Mantova.

In fascia C la situazione appare più preoccupante per il consumo di suolo rispetto alle fasce A e B per tutte le province e le percentuali di criticità di grado 3 o 4 vi sono anche molto più elevate in particolare nelle province di Brescia in collina, Monza in collina e in pianura, Varese in collina e in pianura e in tutte le province di montagna.

In particolare, in fascia C di pianura, si rileva che in tutte le province la percentuale delle criticità di grado 2, 3 e o 4 è superiore al 40% e ad eccezione delle province di Mantova e Cremona la percentuale delle criticità di grado 3 o 4 è superiore al 15%.

In conclusione, la situazione appare particolarmente preoccupante nelle seguenti province:

- in Provincia di **Sondrio** dove si rileva il 61% e il 99% di criticità di grado 2, 3 o 4 rispettivamente per le fasce A e B con ben in fascia C il 73% di criticità di grado 3 o 4 tanto più che la superficie totale coinvolta sia per le fasce A e B (3.817 ettari) che per la fascia C (4.640 ettari) è rilevante;
- in Provincia di **Varese** dove si rileva in pianura il 44% e il 94% di criticità di grado 2,3,4 rispettivamente per le fasce A e B aggregate e per la fascia C, e per le fasce di collina e la fascia C di pianura la percentuale di criticità di grado 3 o 4 è elevata;
- in Provincia di **Monza** dove si rileva il 20% e il 96% di criticità di grado 3 o 4 in pianura rispettivamente per le fasce A e B aggregate e per la fascia C e il 72% e l'81% di criticità di grado 3 o 4 in collina rispettivamente per le fasce A e B aggregate e per la fascia C

Invece in Provincia di **Pavia** il consumo di suolo appare limitato rispetto alle altre Province: si rileva per la zona di pianura che il 14% della superficie delle fasce A e B aggregate e il 44% della superficie della fascia C ammette una criticità di grado 2, 3 o 4.

Tabelle 5.26: Ripartizione tra le diverse classi di criticità della superficie totale che ricade nelle fasce A e B aggregate e in fascia C all'interno di ogni zona di quota e provincia³²

(fasce A e B aggregate)

Zona di quota	Provincia	Sup _{tot} (ha)						% della Sup. totale di Crit. 2-3-4	% della Sup. totale di Crit. 3-4
		Crit. 0	Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Totale		
Pian.	Totale Pian.	59.579	1.516	25.779	908	860	88.642	31%	2%
	Varese	264	132	263	42	9	710	44%	7%
	Lodi	6.710		5.063	8	48	11.830	43%	0%
	Mantova	9.322	991	7.065		93	17.472	41%	1%
	Cremona	11.182		7.106		297	18.585	40%	2%
	Brescia	2.988	15	1.216	33		4.253	29%	1%
	Bergamo	1.777	196	509	165	141	2.788	29%	11%
	Milano	4.193	137	1.007	402	263	6.003	28%	11%
	Monza	228	26		53	9	316	20%	20%
	Pavia	22.914	18	3.549	205		26.686	14%	1%
Col.	Totale Col.	1.029	652	94	227	181	2.181	23%	19%
	Monza	4	20		25	38	86	72%	72%
	Como	55	14	48	68		185	63%	36%
	Varese	213	255		99	97	665	30%	30%
	Mantova	104	51	20	34		210	26%	16%
	Brescia	61	53	8		27	149	24%	18%
	Bergamo	112	151	4	1	9	276	5%	4%
	Lecco	388	108	14		10	519	5%	2%
	Pavia	92					92	0%	0%
Mont.	Totale Mont.	1.877	344	2.923	154	707	6.005	63%	14%
	Lecco			58		5	63	100%	9%
	Como	9	30	814			853	96%	0%
	Sondrio	1.411	84	1.816	79	427	3.817	61%	13%
	Brescia	278	101	235	69	93	776	51%	21%
	Bergamo	179	129		7	181	496	38%	38%
	Varese	1					1	0%	0%
Totale Lombardia		62.485	2.512	28.796	1.289	1.748	96.829	33%	3%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

³² Le superfici sono state determinate al netto delle aree idriche nel 2007.

(fascia C)

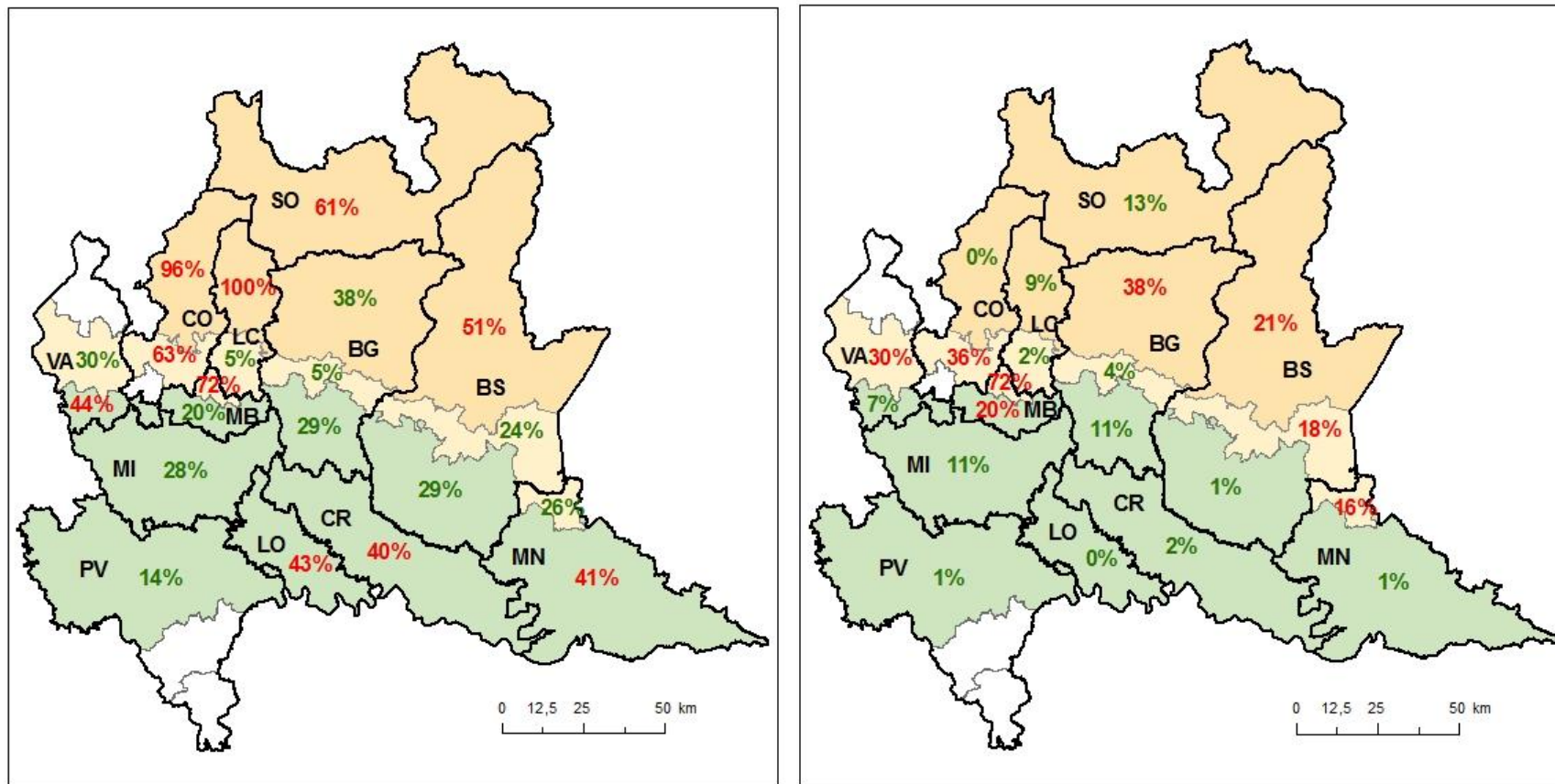
Zona di quota	Provincia	Sup _{tot} (ha)						% della Sup. totale di Crit. 2-3-4	% della Sup. totale di Crit. 3-4
		Crit. 0	Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Totale		
Pian.	Totale Pian.	50.947	1.423	113.297	8.537	15.613	189.817	72%	13%
	Monza	1	21		500	4	526	96%	96%
	Varese	16	36		762		814	94%	94%
	Cremona	6.024	0	25.389	1.817	2.000	35.230	83%	11%
	Mantova	18.732	11	71.582	1.850	5.825	98.001	81%	8%
	Bergamo	646	42	317	615	396	2.015	66%	50%
	Brescia	2.810		3.141	728	1.171	7.851	64%	24%
	Lodi	6.570	4	4.810		2.569	13.953	53%	18%
	Milano	398	1.271	28	1.566	190	3.453	52%	51%
	Pavia	15.750	38	8.030	698	3.457	27.974	44%	15%
Col.	Totale Col.	214	453	17	2.576	988	4.248	84%	84%
	Brescia				1.953	900	2.853	100%	100%
	Monza	0	12		36	15	62	81%	81%
	Varese	0	220	17	565	21	824	73%	71%
	Como	18			13		31	43%	43%
	Bergamo	11	171		8	36	225	19%	19%
	Mantova	131				12	143	8%	8%
	Lecco	13	51			5	69	7%	7%
	Pavia	41					41	0%	0%
Mont.	Totale Mont.	137	148	1.294	1.688	3.398	6.665	96%	76%
	Lecco				19		19	100%	100%
	Sondrio	34	18	1.200	518	2.870	4.640	99%	73%
	Brescia	56	19	69	715	373	1.233	94%	88%
	Bergamo		111	25	359	155	651	83%	79%
	Como	46			77		123	63%	63%
Totale Lombardia		51.297	2.024	114.608	12.801	20.000	200.730	73%	16%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Figura 5.1: Per ogni provincia e zona di quota proporzione della superficie totale che ricade nelle fasce A e B aggregate che ammette una criticità per le aree urbanizzate di grado 2, 3 o 4 / 3 o 4

(Crit 2, 3, 4)

(Crit. 3, 4))



Legenda

Zone interessate dalle fasce A e B

- Pianura
- Collina
- Montagna

Zone non interessate dalle fasce A e B o interessate in modo marginale

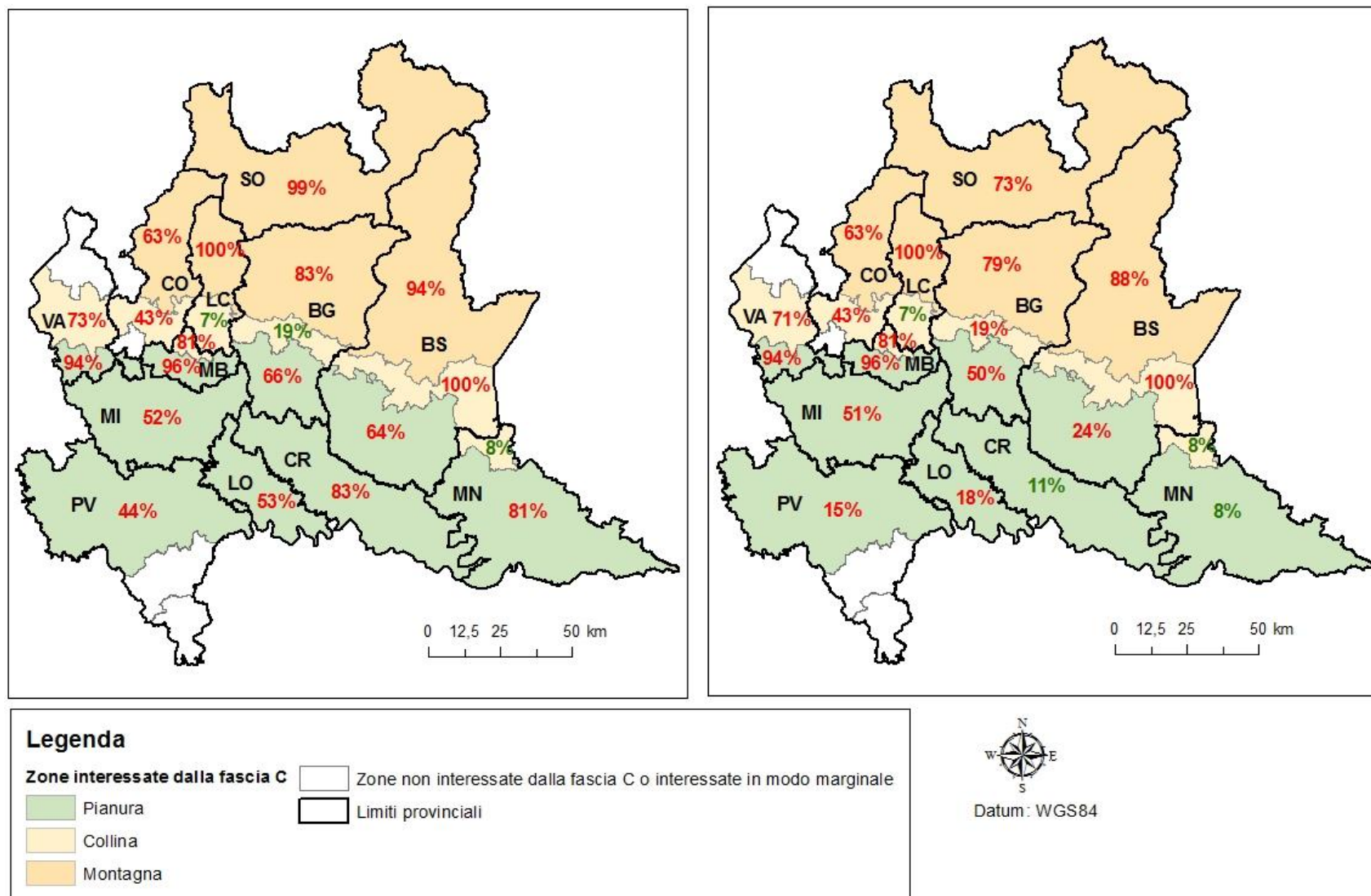
Limiti provinciali



Datum: WGS84

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Figura 5.2: Per ogni provincia e zona di quota proporzione della superficie totale che ricade in fascia C che ammette una criticità per le aree urbanizzate di grado 2, 3 o 4 / 3 o 4
 (Crit. 2, 3, 4) (Crit. 3, 4)



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

5.4.c - Confronto tra i valori dei tassi di variazione della superficie urbanizzata dentro e fuori dalle fasce

La metodologia utilizzata per confrontare il tasso di variazione della superficie urbanizzata dentro e fuori dalle fasce è stata definita al *paragrafo 5.4.a*. In *Appendice 6* sono presenti le mappe delle classi per il confronto del tasso di variazione della superficie urbanizzata dentro e fuori dalle fasce a scala comunale.

Si studiano in particolare i casi in cui i valori dei tassi di variazione della superficie urbanizzata sono significativamente superiori nelle fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce (**Classi 1 e 3**).

La *Tabella 5.27* (pp. 134-136) illustrata dalla *Figura 5.3* (pp. 137- 138) presenta per ogni provincia e zona di quota la percentuale di comuni che ricadono nelle classi 1 e 3 per il confronto del tasso di variazione in fascia A, B o C e fuori dalle fasce.

Complessivamente per il **14%** dei comuni interessati dalla **fascia A**, il **17%** dei comuni interessati dalla **fascia B** e il **25%** dei comuni interessati dalla **fascia C** i tassi di variazione della superficie urbanizzata sono significativamente maggiori nella fascia corrispondente rispetto al territorio fuori dalle fasce. La proporzione di comuni per i quali lo sviluppo delle aree urbanizzate nelle fasce è stato più rapido rispetto al territorio fuori dalle fasce rimane quindi contenuta anche se questo fenomeno non è trascurabile.

In tutte le province si trovano comuni che versano in questa situazione ma si concentrano maggiormente in montagna dove il 23% dei comuni interessati dalla fascia A, il 37% dei comuni interessati dalla fascia B e il 42% dei comuni interessati dalla fascia C ammettono un tasso di variazione della superficie urbanizzata significativamente maggiore nella fascia corrispondente rispetto al territorio fuori dalle fasce. Si nota inoltre che in Provincia di Pavia (pianura), la percentuale di comuni che rientra nelle classi 1 e 3 appare molto ridotta per le fasce A e B , con il 2% per la fascia A, il 4% per la fascia B mentre raggiunge il 23% in fascia C.

Tabella 5.27: Ripartizione dei comuni interessati dalla fascia A ,B o C nelle classi per il confronto del valore di $Tvar_{urb}$ fuori dalle fasce e rispettivamente in fascia A, B o C all'interno di ogni zona di quota e provincia³³

(fascia A)

Zona di quota	Provincia	Numero di comuni						% di Crit. 1 e 3
		Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	non def.	Totale	
Pian.	Totale Pian.	241		9	28	3	281	10%
	Mantova	13		2	5		20	25%
	Monza	7			2		9	22%
	Milano	33		1	6		40	15%
	Varese	12			2		14	14%
	Cremona	33		2	5	1	41	12%
	Lodi	30			4		34	12%
	Bergamo	34		1	2	2	39	5%
	Brescia	28		3	1		32	3%
	Pavia	51			1		52	2%
Col.	Totale Col.	68	2	1	12		83	17%
	Monza	4			3		7	43%
	Mantova	2			1		3	33%
	Varese	20	2		3		25	20%
	Brescia	8		1	2		11	18%
	Lecco	12			2		14	14%
	Bergamo	16			1		17	6%
	Como	6					6	0%
Mont.	Totale Mont.	61		2	19	2	84	23%
	Sondrio	34		2	13	1	50	26%
	Brescia	15			5		20	25%
	Bergamo	9			1		10	10%
	Como	2					2	0%
	Lecco					1	1	0%
	Varese	1					1	0%
Totale Lombardia		370	2	12	59	5	448	14%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

³³ Cl. 0: $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

Cl. 1: $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} > (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

Cl. 2: $(Tvar_{urb})_{fascia} > 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

Cl. 3: $(Tvar_{urb})_{fascia} > 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} > (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

Non def.: Se il tasso di variazione non è definito nella fascia, la classe per il confronto del valore di $Tvar_{urb}$ fuori dalle fasce e nella fascia non è definito.

(fascia B)

Zona di quota	Provincia	Numero di comuni					% di Crit. 1 e 3
		Cl. 0	Cl. 2	Cl. 3	non def.	Totale	
Pian.	Totale Pian.	192	24	29	2	247	12%
	Milano	26	1	6		33	18%
	Mantova	6	4	2		12	17%
	Varese	10		2	1	13	15%
	Lodi	19	4	4	1	28	14%
	Bergamo	30	2	5		37	14%
	Monza	7		1		8	13%
	Brescia	19	3	3		25	12%
	Cremona	26	5	4		35	11%
Pavia	49	5	2		56	4%	
Col.	Totale Col.	42		5	1	48	10%
	Como	2		1		3	33%
	Monza	3		1	1	5	20%
	Varese	13		2		15	13%
	Bergamo	9		1		10	10%
	Brescia	3				3	0%
	Lecco	8				8	0%
	Mantova	3				3	0%
	Pavia	1				1	0%
Mont.	Totale Mont.	37	10	29	2	78	37%
	Como			2		2	100%
	Lecco			1		1	100%
	Sondrio	22	6	20	1	49	41%
	Brescia	11	4	5	1	21	24%
Bergamo	4		1		5	20%	
Totale Lombardia		271	34	63	5	373	17%

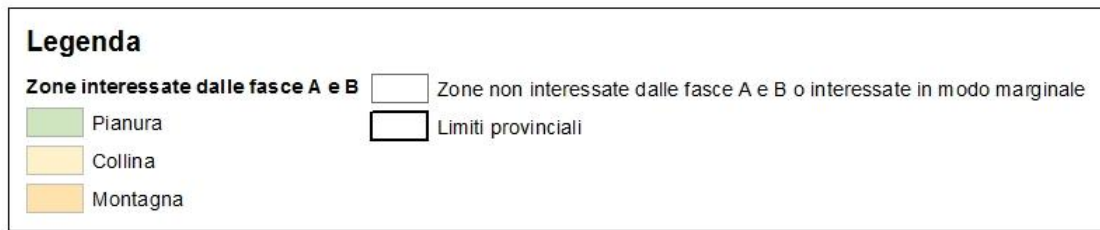
Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

(fascia C)

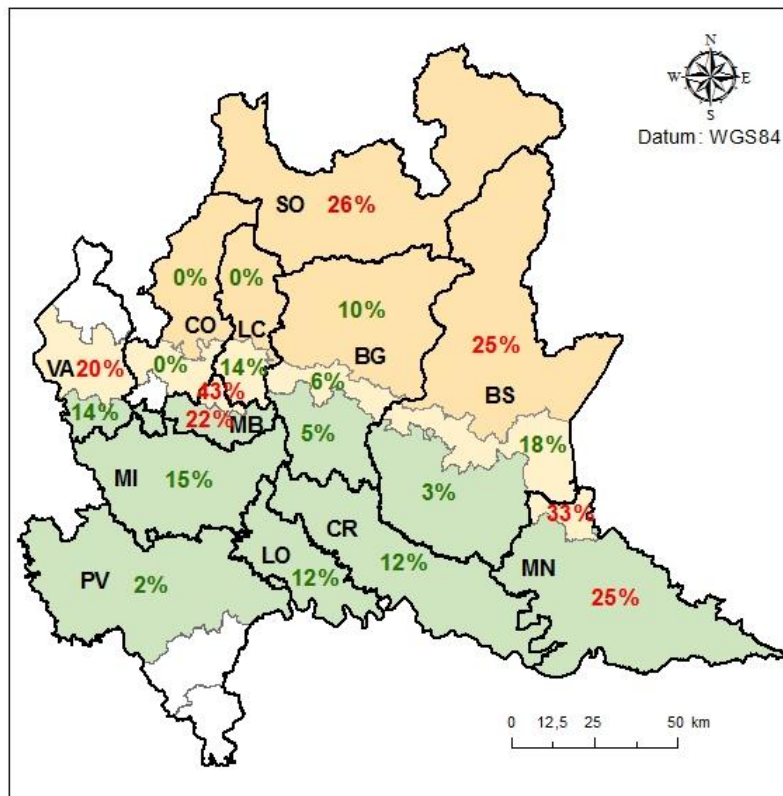
Zona di quota	Provincia	Numero di comuni						% di Crit. 1 e 3
		Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	non def.	Totale	
Pian.	Totale Pian.	174	5	42	53	2	276	21%
	Lodi	15		5	8		28	29%
	Cremona	26	1	11	13	1	52	27%
	Pavia	36	3	6	10	1	56	23%
	Mantova	7		10	5		22	23%
	Brescia	18		6	6		30	20%
	Bergamo	27		3	6		36	17%
	Milano	27		1	4		32	13%
	Monza	7			1		8	13%
	Varese	11	1				12	8%
Col.	Totale Col.	47	4	1	9	1	62	21%
	Brescia	1		1	3		5	60%
	Monza	5	1		1		7	29%
	Varese	17	3		2		22	23%
	Bergamo	11			2		13	15%
	Lecco	7			1		8	13%
	Como	3					3	0%
	Mantova	2				1	3	0%
	Pavia	1					1	0%
Mont.	Totale Mont.	33	2	14	32		81	42%
	Bergamo	10	1	11	24		46	54%
	Brescia	14	1	2	6		23	30%
	Como	6		1	2		9	22%
	Lecco	2					2	0%
	Sondrio	1					1	0%
Totale Lombardia		254	11	57	94	3	419	25%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Figura 5.3: Per ogni provincia e zona di quota proporzione dei comuni interessati dalle fasce nei quali $Tvar_{urb}$ è significativamente maggiore in fascia A, B o C rispetto al territorio fuori dalle fasce³⁴



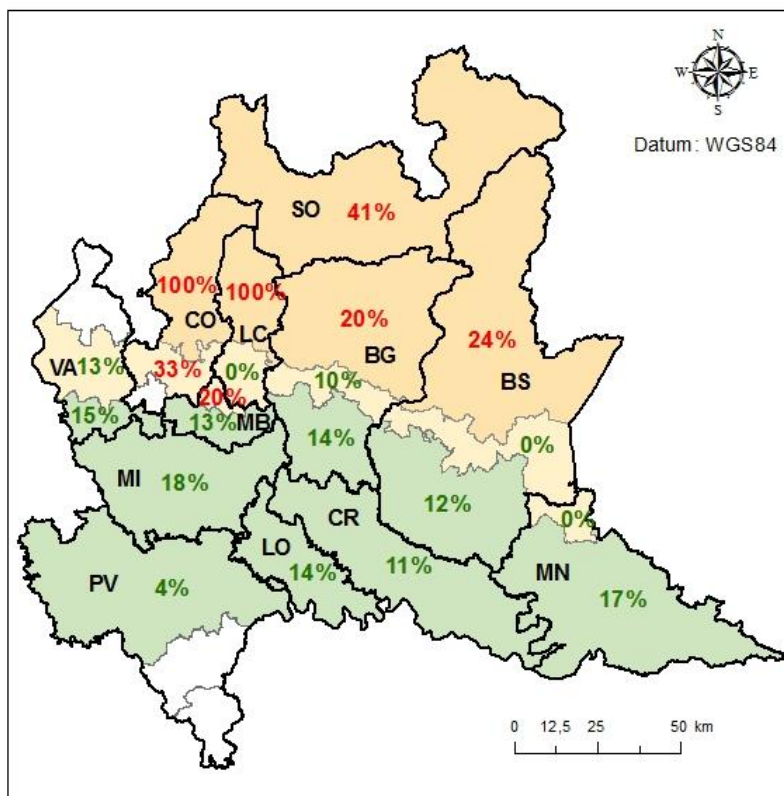
(fascia A)



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

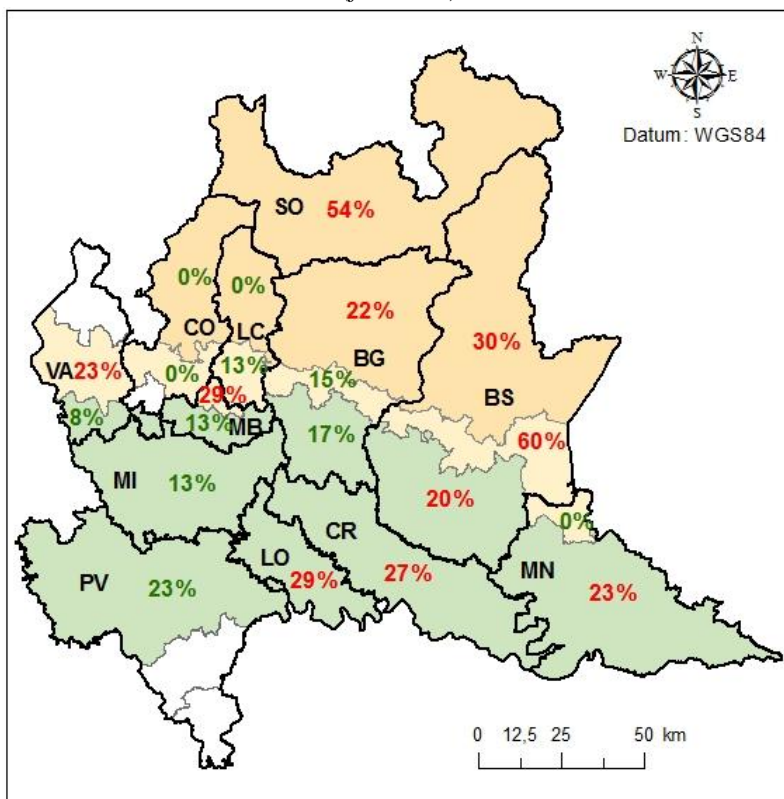
³⁴ Proporzione di comuni per i quali la classe per il confronto di $Tvar_{urb}$ dentro e fuori dalle fasce è 1 o 3.

(fascia B)



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

(fascia C)



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

5.4.d - Confronto tra i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce

La metodologia utilizzata per confrontare i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ dentro e fuori dalle fasce è stata definita al *paragrafo 5.4.a*. In *Appendice 7* sono presenti le mappe delle classi per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ dentro e fuori dalle fasce a scala comunale.

Si studiano in particolare i casi in cui i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ sono significativamente superiori nelle fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce (**classi 1 e 3**).

La *Tabella 5.28* (pp. 140-142) illustrata dalla *Figura 5.4* (pp. 143-144) presenta per ogni provincia e zona di quota la percentuale di comuni che ricadono nelle classi 1 e 3 per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ in fascia A, B o C e fuori dalle fasce.

Complessivamente per il **2%** dei comuni interessati dalla **fascia A**, il **3%** dei comuni interessati dalla **fascia B** e il **15%** dei comuni interessati dalla **fascia C** i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ sono significativamente maggiori nella fascia corrispondente rispetto al territorio fuori dalle fasce. La proporzione di comuni per i quali l'estensione delle nuove urbanizzazioni è maggiore nelle fasce è quindi molto ridotta in particolare per le fasce A e B dove la pericolosità è più elevata. Anche se qualche comune di pianura e di collina si trova in questa situazione, la maggioranza dei comuni con un valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ superiore nelle fasce rispetto al territorio fuori dalle fasce è situata in montagna e in particolare nelle Province di Brescia e di Sondrio.

Tabella 5.28: Ripartizione dei comuni interessati dalla fascia A, B o C nelle classi per il confronto del valore di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ fuori dalle fasce e rispettivamente in fascia A, B o C all'interno di ogni zona di quota e provincia³⁵

(fascia A)

Zona di quota	Provincia	Numero di comuni					% di Crit. 1 e 3
		Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Totale	
Pian.	Totale Pian.	270		5	6	281	2%
	Milano	35		2	3	40	8%
	Varese	13			1	14	7%
	Lodi	33			1	34	3%
	Cremona	40			1	41	2%
	Bergamo	38		1		39	0%
	Brescia	31		1		32	0%
	Mantova	20				20	0%
	Monza	8		1		9	0%
	Pavia	52				52	0%
Col.	Totale Col.	73	1	6	3	83	5%
	Mantova	2			1	3	33%
	Monza	4		2	1	7	14%
	Brescia	9	1	1		11	9%
	Bergamo	16			1	17	6%
	Como	6				6	0%
	Lecco	14				14	0%
	Varese	22		3		25	0%
Mont.	Totale Mont.	65	4	1	14	84	21%
	Brescia	14	1		5	20	30%
	Sondrio	39	2		9	50	22%
	Bergamo	9	1			10	10%
	Como	2				2	0%
	Lecco			1		1	0%
Varese	1				1	0%	
Totale Lombardia		408	5	12	23	448	6%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

³⁵ Cl. 0: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
 Cl. 1: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
 Cl. 2: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
 Cl. 3: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$

(fascia B)

Zona di quota	Provincia	Numero di comuni					% di Crit. 1 e 3
		Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Totale	
Pian.	Totale Pian.	227	1	12	7	247	3%
	Varese	10			3	13	23%
	Cremona	33			2	35	6%
	Lodi	24	1	3		28	4%
	Milano	31		1	1	33	3%
	Bergamo	33		3	1	37	3%
	Brescia	23		2		25	0%
	Mantova	10		2		12	0%
	Monza	7		1		8	0%
	Pavia	56				56	0%
Col.	Totale Col.	43		2	3	48	6%
	Monza	3		1	1	5	20%
	Bergamo	9			1	10	10%
	Varese	13		1	1	15	7%
	Brescia	3				3	0%
	Como	3				3	0%
	Lecco	8				8	0%
	Mantova	3				3	0%
	Pavia	1				1	0%
Mont.	Totale Mont.	44	8	1	25	78	42%
	Como		2			2	100%
	Sondrio	27	5		17	49	45%
	Brescia	13	1		7	21	38%
	Bergamo	4			1	5	20%
	Lecco			1		1	0%
Totale Lombardia		314	9	15	35	373	12%

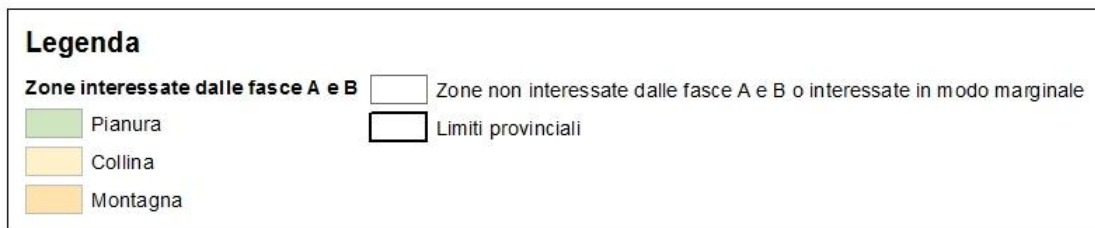
Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

(fascia C)

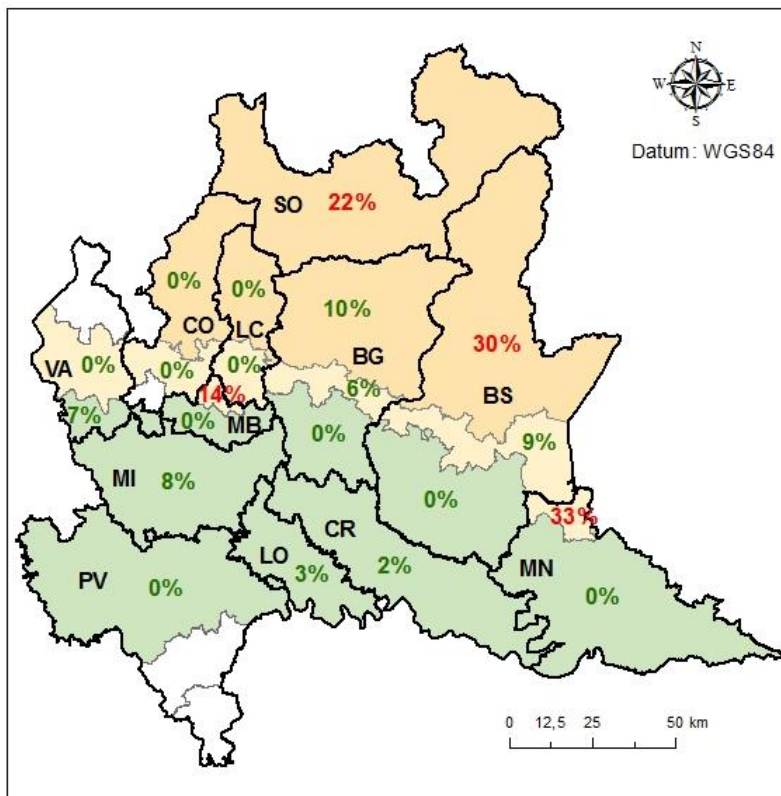
Zona di quota	Provincia	Numero di comuni					% di Crit. 1 e 3
		Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Totale	
Pian.	Totale Pian.	204	10	31	31	276	15%
	Cremona	40	4	1	7	52	21%
	Pavia	43	4	2	7	56	20%
	Mantova	15	2	3	2	22	18%
	Lodi	20		4	4	28	14%
	Monza	5		2	1	8	13%
	Bergamo	30		2	4	36	11%
	Brescia	18		9	3	30	10%
	Varese	9		2	1	12	8%
	Milano	24		6	2	32	6%
Col.	Totale Col.	45		4	13	62	21%
	Brescia	1			4	5	80%
	Mantova	2			1	3	33%
	Varese	16		1	5	22	23%
	Bergamo	11			2	13	15%
	Lecco	7			1	8	13%
	Como	3				3	0%
	Monza	4		3		7	0%
Pavia	1				1	0%	
Mont.	Totale Mont.	20	5	1	55	81	74%
	Sondrio	8	2		36	46	83%
	Brescia	6	3		14	23	74%
	Como	1			1	2	50%
	Bergamo	5			4	9	44%
Lecco			1		1	0%	
Totale Lombardia		269	15	36	99	419	27%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Figura 5.4: Per ogni provincia e zona di quota proporzione dei comuni interessati dalle fasce nei quali ΔCoeff_{urb} è significativamente maggiore in fascia A, B o C rispetto al territorio fuori dalle fasce³⁶



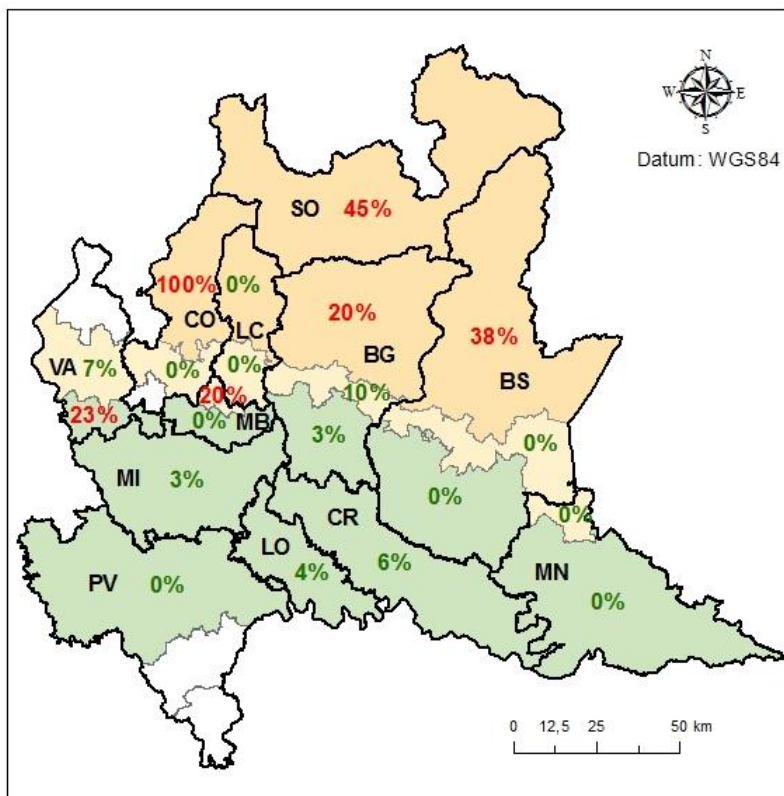
(fascia A)



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

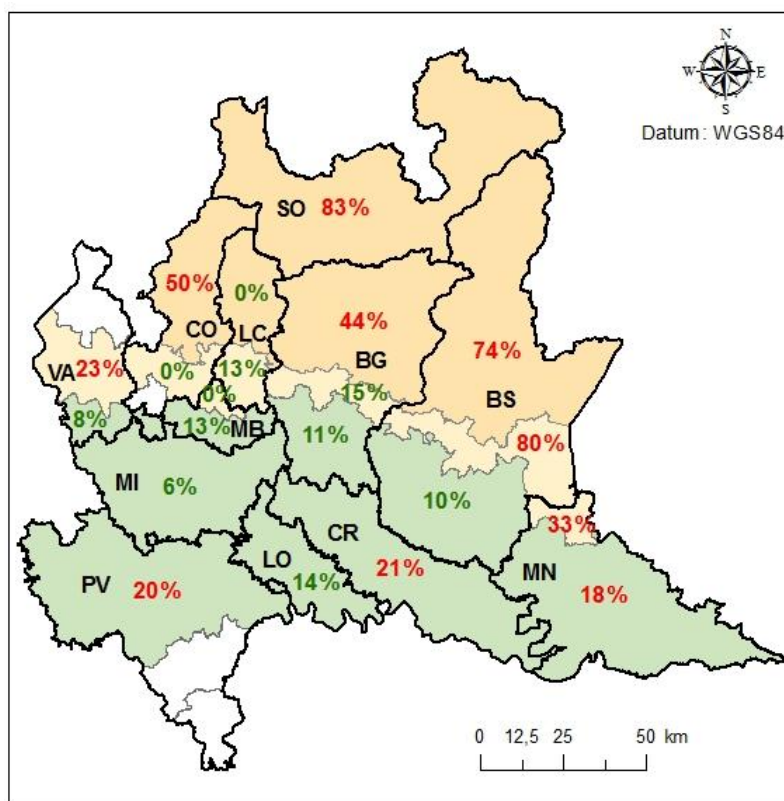
³⁶ Proporzioni di comuni per i quali la classe per il confronto di ΔCoeff_{urb} dentro e fuori dalle fasce è 1 o 3.

(fascia B)



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

(fascia C)



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

5.3.e - Studio dei tassi di variazione della superficie urbanizzata nei comuni che ricadono interamente nelle fasce

In questa sezione è stata condotta per i 55 comuni che ricadono interamente nelle fasce (*Appendice 4*), un'analisi di confronto tra i tassi di variazione della superficie urbanizzata e i tassi di variazione della popolazione tra il 1999 e il 2007 per gli interi comuni. La metodologia adottata è stata definita al *paragrafo 5.4.a*. L'obiettivo dell'analisi è di determinare se lo sviluppo delle aree urbanizzate è stato proporzionato all'aumento della popolazione ossia se $Tvar_{urb,99-07} \leq Tvar_{pop,99-07}$ o se invece è stato consumato una quantità importante di suolo rispetto al numero di nuovi abitanti insediati ossia se $Tvar_{urb,99-07} > Tvar_{pop,99-07}$.

Dalla *Tabella 5.29* che presenta la ripartizione dei comuni che ricadono interamente nelle fasce in funzione del valore di $Tvar_{urb,99-07}$ e $Tvar_{pop,99-07}$ sono stati ricavati i risultati presentati in *Tabella 5.30*, ossia le classi per il confronto del valore di $Tvar_{urb,99-07}$ e $Tvar_{pop,99-07}$. Si ottiene che per ben il 64% dei comuni che ricadono interamente nelle fasce $Tvar_{urb,99-07}$ è significativamente maggiore di $Tvar_{pop,99-07}$ (classi 1 e 3 per il confronto di $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$): **per il 64% dei comuni che ricadono interamente nelle fasce la crescita della superficie urbanizzata avviene più rapidamente di quella della popolazione.**

Inoltre il 49% dei comuni che ricadono interamente nelle fasce presentano un tasso di variazione della superficie urbanizzata rilevante ossia superiore al 7,4% e superiore al tasso di variazione della popolazione (classe 3 per il confronto di $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$). Dalla *Figura 5.5* che mappa le classi per il confronto di $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$ si vede che si incontrano un numero rilevante di comuni di classe 3 in Provincia di Cremona e nel tratto terminale del Po in Provincia di Mantova.

Infine, dalla *Tabella 5.29*, si osserva che la situazione è particolarmente critica per **8 comuni** il cui tasso di variazione della superficie urbanizzata è rilevante ossia superiore al 7,4% (Classi di valore 3, 4 e 5) mentre la popolazione è stazionaria o in diminuzione (Classe di valore 0). Dalla *Figura 5.5* si vede che 5 di questi comuni sono collocati in provincia di Mantova nel tratto terminale del Fiume Po in Lombardia. Questi comuni sono Borgofranco sul Po, Carbonara di Po, Magnacavallo, Quingentole, Scandolara Ravara, Sermide, San Daniele Po e Maccastorna.

Tabella 5.29: Ripartizione dei comuni che ricadono interamente nelle fasce in funzione del valore di $Tvar_{urb,99-07}$ e di $Tvar_{pop,99-07}$ per il comune totale³⁷

Numero di Comuni		Classi di valore di $Tvar_{pop,99-07}$						Num. totale di comuni
		0	1	2	3	4	5	
Classi di valore di $Tvar_{urb,99-07}$	0	3						3
	1	2						2
	2	4	2	4	3			13
	3	6	1	14	5	2	1	29
	4	1		1	2	1	1	6
	5	1			1			2
Num. totale di comuni		17	3	19	11	3	2	55

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

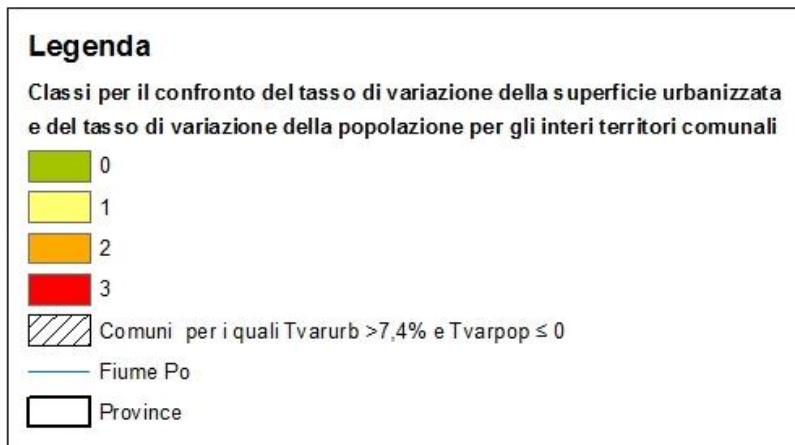
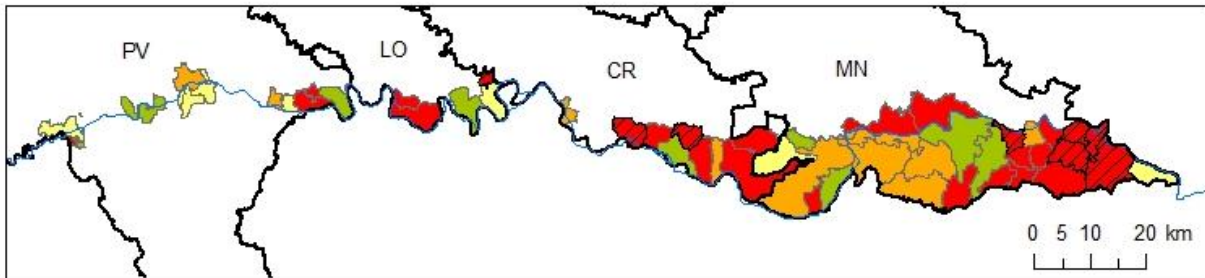
³⁷ Cl. 0: $\leq 0,0\%$
 Cl. 1: $0,1\% \div 2,0\%$
 Cl. 2: $2,1\% \div 7,4\%$
 Cl. 3: $7,4\% \div 15,0\%$
 Cl. 4: $15,1\% \div 30\%$
 Cl. 5: $\geq 30,1\%$

Tabella 5.30: Ripartizione dei comuni che ricadono interamente nelle fasce nelle classi di confronto per il valore di $Tvar_{urb,99-07}$ e di $Tvar_{pop,99-07}$ ³⁸

	Classi per il confronto del valore di $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$					Totale comuni
	Cl. 0	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Cl. 1+3	
Num.di comuni	10	8	10	27	35	55
Proporzione dei comuni totali	18%	15%	18%	49%	64%	100%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

Figura 5.5: Classi per il confronto di $Tvar_{urb}$ e $Tvar_{pop}$ nei comuni che ricadono interamente nelle fasce



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, dalla Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e della base DUSAF

³⁸ Cl. 0: $Tvar_{urb} \leq 7,4\%$ e $Tvar_{urb} \leq Tvar_{pop}$
 Cl. 1: $Tvar_{urb} \leq 7,4\%$ e $Tvar_{urb} > Tvar_{pop}$
 Cl. 2: $Tvar_{urb} > 7,4\%$ e $Tvar_{urb} \leq Tvar_{pop}$
 Cl. 3: $Tvar_{urb} > 7,4\%$ e $Tvar_{urb} > Tvar_{pop}$

5.3.e - Sintesi dello studio a scala comunale

L'analisi delle variazioni delle aree urbanizzate (DUSAF 11 e 12) a scala comunale ha messo in evidenza che per una proporzione rilevante dei comuni il consumo di suolo tra il 1999 e il 2007 appare preoccupante nelle fasce fluviali ossia per:

- il **23%** dei comuni per la **fascia A**, che gestiscono il **26%** della superficie totale di fascia A;
- il **30%** dei comuni per la **fascia B**, che gestiscono il **41%** della superficie totale di fascia B;
- il **55%** dei comuni per la **fascia C**, che gestiscono il **73%** della superficie totale di fascia C.

La situazione nelle Province di **Sondrio**, **Varese** e **Monza** appare particolarmente critica mentre in Provincia di **Pavia** il consumo di suolo appare complessivamente più contenuto rispetto alle altre province anche se non è nullo. Per alcuni capoluoghi di provincia le dinamiche delle aree urbanizzate appaiono rilevanti nelle **fasce A e/o B**, ossia a Milano, Monza, Lodi e Sondrio.

L'analisi ha anche mostrato che:

- per alcuni comuni le dinamiche delle aree urbanizzate sono maggiori in fascia A, B o C rispetto al territorio fuori dalle fasce, una quota rilevante dei quali sono situati in montagna;
- le variazioni della superficie urbanizzata nelle fasce appaiono scollegate dai tassi di variazione della popolazione in alcuni comuni: una proporzione rilevante dei comuni per i quali $Tvar_{pop,99-07} \leq 0$ ha comunque realizzato nuove urbanizzazioni nelle fasce tra il 1999 e il 2007 e per il 64% dei comuni che ricadono interamente nelle fasce la crescita della superficie urbanizzata per l'intero comune appare significativamente maggiore della crescita della popolazione.

5.4 - Conclusioni per il Capitolo 5

In questo Capitolo è stata svolta un'analisi delle variazioni delle aree urbanizzate (DUSAF 11 e 12) a scala di unità territoriale che ha permesso di caratterizzare il consumo di suolo (aumento della superficie urbanizzata ossia delle classi 11 e 12 DUSAF) medio tra il 1999 e il 2007 nelle fasce fluviali di ogni fiume all'interno di ogni zona di quota e provincia. Ha messo in evidenza i punti seguenti:

- **in fascia A e B** nonostante il fatto che il PAI punti alla **delocalizzazione** degli insediamenti sono stati rilevati casi di **consumo di suolo preoccupante** in tutte le province e zone di quota e anche all'interno dei parchi. In particolare si osservano casi di consumo di suolo di notevole entità ($\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ rilevante) in aree dove il contesto morfologico (zona di montagna) o le forti densità abitative rilevate nei comuni interessati nelle fasce esercitano una pressione sul territorio più a ridosso dei corsi d'acqua;
- **in fascia C** dove la pericolosità è più bassa e dove il PAI non fissa vincoli all'uso del suolo il consumo di suolo è stato particolarmente intenso per numerose unità di analisi comprese unità che ricadono all'interno dei parchi fluviali anche se si applicano all'interno di essi norme per la tutela del suolo;
- Nella maggior parte dei casi, si possono interpretare i casi più critici di consumo di suolo **nei parchi** (classi di criticità 3 e 4) come legati alle **forti densità abitative** nei comuni interessati dalle fasce.

L'analisi a scala comunale ha consentito di studiare i comportamenti locali e ha dato i risultati seguenti:

- Per una proporzione notevole del territorio delle fasce si ritiene che il consumo di suolo sia **preoccupante**, ossia per il 26% territorio di fascia A, il 41% territorio di fascia B e il 73% territorio di fascia C;
- Si rilevano comuni in cui la crescita della superficie urbanizzata ($T_{\text{var}_{\text{urb}}}$) o l'estensione del consumo di suolo ($\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$) sono **più elevate nelle fasce**, comprese le fasce A e B, rispetto al territorio fuori dalle fasce;
- Si osservano fenomeni di urbanizzazione nelle fasce che **non sono in rapporto con l'aumento della popolazione residente**. Sono stati individuati comuni che hanno urbanizzato nelle fasce sebbene la popolazione sia in diminuzione o in stagnazione, una parte di questi aumenti sono imputabili a ampliamenti di insediamenti produttivi agricoli come verrà evidenziato al *Capitolo 6 (paragrafo 6.3.c)*. Per una quota significativa dei comuni che ricadono interamente nelle fasce la crescita della superficie urbanizzata è stata significativamente maggiore della crescita della popolazione.

Alla fine, il consumo di suolo appare molto preoccupante:

- in **montagna** e in particolare in Provincia di **Sondrio** dove ben il **5,3%** delle nuove urbanizzazioni provinciali totali sono situate nelle fasce A e B;
- nelle province di **Varese** e **Monza** dove le **densità abitative** sono molto elevate nei comuni interessati dalle fasce e dove si rileva un consumo di suolo in aree fortemente urbanizzate.

L'analisi svolta in questo Capitolo ha quindi evidenziato un legame tra la densità abitativa e il contesto morfologico da una parte e il modo di gestire l'uso del suolo dall'altra parte e ha mostrato invece che le nuove urbanizzazioni nelle fasce appaiono scorrelate dagli aumenti della popolazione residente in un numero significativo di casi. Inoltre, i risultati ottenuti sollevano due principali problematiche:

- Una quota rilevante delle nuove urbanizzazioni osservate nelle fasce A e B sono consentite dal PAI in quanto legate alle **attività agricole** o considerate come **opere pubbliche o di interesse pubblico**, soprattutto in fascia B di pianura dove più del 75% degli aumenti della superficie urbanizzata sono insediamenti legati alle attività agricole o reti di trasporto. Nel PAI sono quindi contenute delle disposizioni che impediscono di fermare il consumo nelle fasce fluviali;
- Il PAI non ha consentito una presa di coscienza del **rischio residuale** in fascia C, dato le forti dinamiche rilevate in questa fascia, sebbene il rischio di fallanza delle opere idrauliche non sia trascurabile.

I risultati ottenuti in questo Capitolo sono tuttavia affetti da incertezze:

- Rimane difficile valutare con certezza le dinamiche delle aree urbanizzate dato che come evidenziato, al *Capitolo 4*, i **cantieri** sono tendenzialmente in aumento tra il 1999 e il 2007 nelle fasce fluviali (in particolare in collina e in montagna) e essi hanno una forte probabilità di trasformarsi in aree urbanizzate anche se è possibile che diventino aree agricole o biopermeabili (*paragrafo 2.2*);
- L'estensione della **superficie idrica** e quindi della superficie reale modificabile nelle fasce fluviali rimane incerta dato che l'informazione fornita dalla base DUSAF risente delle variazioni stagionali e meteorologiche della superficie idrica: l'area disponibile per l'urbanizzazione potrebbe essere inferiore a quella presa in considerazione con conseguenti valori superiori dei coefficienti di copertura urbanizzata nelle fasce e dei delta dei coefficienti di copertura urbanizzata;
- L'analisi a scala comunale si confronta con il **limite di precisione tematica della base dati DUSAF** (UMR pari a 0,16 ha): per alcuni comuni, per i quali la superficie al netto delle aree idriche che ricade nelle fasce fluviali è molto ridotta, l'analisi dell'uso del suolo nelle fasce con la base dati DUSAF non dà risultati affidabili.
- La base dati presenta **limiti** nel determinare la reale estensione delle nuove urbanizzazioni e nel *Capitolo 6* questi limiti verranno **caratterizzati e quantificati**.

Capitolo 6 - Approfondimento delle variazioni delle aree urbanizzate lungo il Po e l'Oglio

Si è deciso di realizzare uno studio di dettaglio delle variazioni delle aree urbanizzate (**DUSAF 11 e 12**) nelle fasce fluviali per i Fiumi Po e Oglio. Infatti, il Po è il fiume principale del Nord Italia. Le sue fasce fluviali sono particolarmente larghe in Lombardia, coinvolgendo ben 139 comuni, di cui 55 ricadono interamente nelle sue fasce. Per quanto riguarda l'Oglio, si trattava di completare il quadro conoscitivo su questo fiume e ci è sembrato un caso di studio interessante dato che le analisi condotte nel *Capitolo 5* hanno messo in evidenza situazioni preoccupanti nei confronti del consumo di suolo nelle fasce fluviali del Fiume Oglio per alcuni comuni. Come evidenziato nella parte introduttiva (*paragrafo 1.5*), entrambi i fiumi sono stati interessati da fenomeni di esondazione intensi in particolare nel 1951 e nel 2000 per il Po. Inoltre, ognuno attraversa quattro province: l'analisi è stata svolta con riferimento al contesto amministrativo provinciale.

In un primo luogo, in questo capitolo vengono analizzate le dinamiche dell'uso del suolo lungo i Fiumi Po e Oglio nelle **fasce A e B** in vista di individuare eventuali zone in cui il consumo di suolo è stato particolarmente intenso tra il 1999 e il 2007. In *Appendice 8* sono invece riportati i grafici ottenuti per la fascia C. In un secondo luogo, dato che lo studio ha messo in evidenza delle problematiche nella base dati, sono presentati i risultati delle analisi quantitative degli errori e incertezze della base dati che incidono sui risultati teorici ottenuti con l'analisi DUSAF.

Si ricorda come esplicitato al *paragrafo 5.1* che le nuove urbanizzazioni rilevate tra il 1999 e il 2007 possono essere [L19]:

- urbanizzazioni anteriori al PAI: per l'Oglio di montagna e di collina e una parte dell'Oglio di pianura le cui fasce fluviali sono state delimitate dal PAI approvato nel 2001 (mentre per il Po e per il tratto dell'Oglio vicino alla confluenza con il Po le fasce sono state delimitate dal primo PSFF approvato nel 1998);
- urbanizzazioni già autorizzate alla data di approvazione del PAI;
- urbanizzazioni nei centri edificati;
- urbanizzazioni consentite dalle disposizioni del PAI (opere pubbliche e di interesse pubblico tali reti di trasporto, impianti tecnologici o aree portuali / interventi legati alle attività agricole);
- interventi non conformi.

Si rimanda al *paragrafo 2.3* per la definizione degli indicatori.

6.1 - Precisazioni metodologiche

Come esplicitato ai *paragrafi 2.4.c e 2.4.d*, le fasce del Po e dell'Oglio sono state separate in sponda sinistra e sponda destra e sono state divise trasversalmente al loro percorso in conci di **lunghezza 10 km**, la lunghezza essendo misurata lungo l'asta dei fiumi (in realtà lungo l'asta di **fiumi "medi"** come spiegato al *paragrafo 2.4.d*).

Per le fasce A e B aggregate, le fasce A e B separate e la fascia C, i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, del tasso di variazione della superficie urbanizzata $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$, della variazione assoluta in ettari della superficie urbanizzata $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ e del coefficiente di copertura urbanizzata nel 1999 $\text{Coeff}_{\text{urb},1999}$ sono stati calcolati per i diversi conci del Po e dell'Oglio e riportati su vari grafici.

Sull'asse delle ascisse dei grafici ottenuti figura per il Po la distanza misurata lungo l'asta del fiume **a partire dal punto iniziale delle fasce fluviali del Po in Lombardia**, e per l'Oglio la distanza misurata a partire dal **punto iniziale della feature corrispondente al Fiume Oglio nello shapefile del reticolo idrografico dell'AdbPo**.

I valori delle diverse grandezze sono stati riportati in corrispondenza della distanza del **punto centrale di ogni concio**. Sono anche riportate sui grafici le province attraversate dalle fasce e le zone di quota per l'Oglio.

Gli ampliamenti delle aree urbanizzate individuati dalla base dati sono stati poi confrontati con le **ortofoto 2000 e 2006** del Geoportale nazionale [S5].

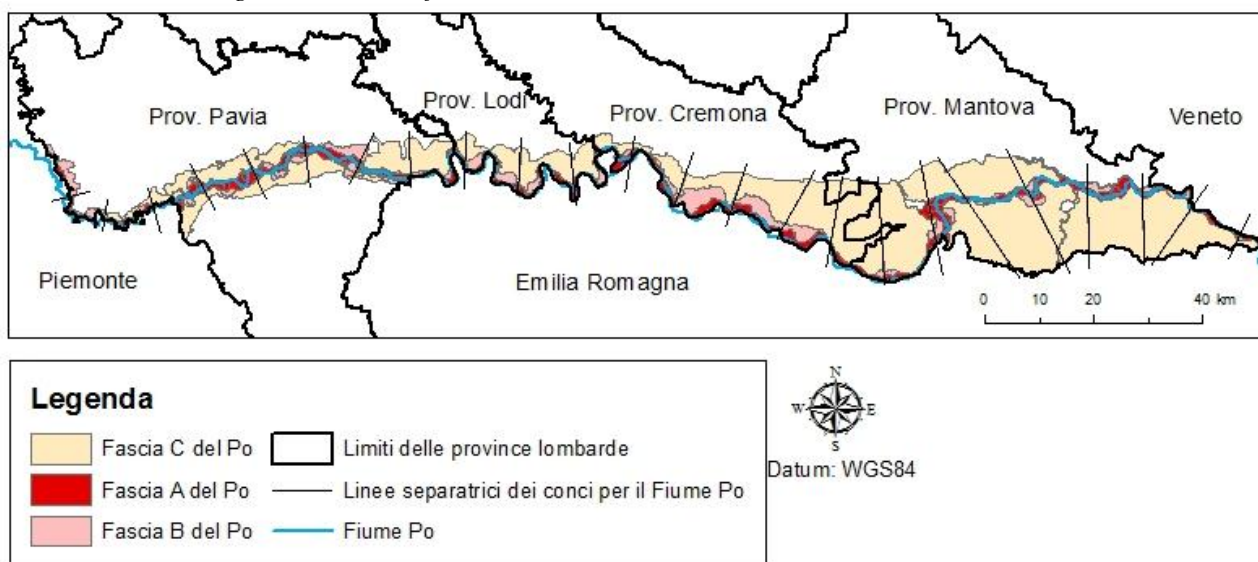
6.2 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate nelle fasce A e B del Po

6.2.a - Inquadramento territoriale per il Po

La dinamica delle aree urbanizzate è stata studiata nei diversi conchi delle fasce del Po che attraversano le Province di Pavia, Lodi, Cremona e Mantova (*Figura 6.1*). La sponda destra è presente in Lombardia soltanto tra le distanze di 30 km e 80 km in Provincia di Pavia e tra le distanze di 170 km e 250 km in Provincia di Mantova (distanza misurata dal punto iniziale delle fasce del Po in Lombardia). Tra le distanze di 0 km e 30 km, essa ricade in Regione Piemonte e tra le distanze di 80 km e 170 km in Regione Emilia Romagna. La sponda sinistra è presente fino alla distanza di 230 km a partire dalla quale ricade in Regione Veneto.

Il territorio intorno al Fiume Po è molto agricolo e le densità abitative nei comuni lombardi interessati dalle fasce del Po sono complessivamente bassi con valori medi intorno a 200 ab/km² in tutte e quattro le province attraversate (*paragrafo 3.2*). Tuttavia, in provincia di Mantova e di Cremona, le fasce appaiono particolarmente larghe e includono il territorio di interi comuni.

Figura 6.1: Fasce fluviali del Po in Lombardia e delimitazione dei conchi



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo e della Direzione Generale Territorio e Urbanistica

6.2.b - Studio delle dinamiche delle aree urbanizzate nelle fascie A e B lungo la sponda sinistra del Po

Le analisi svolte in questa sezione fanno riferimento ai *Grafici 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4* (pp. 162-165) che riportano gli andamenti lungo la sponda sinistra del Fiume Po per le fasce A e B aggregate e separate di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ e di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ e di $\text{Coeff}_{\text{urb},99}$.

In prima osservazione, si nota dal *Grafico 6.1* che i valori dei $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ rimangono moderati, ossia al di sotto della soglia dell'1% lungo tutta la sponda sinistra del Fiume Po per la **fascia A** e le **fasce A e B aggregate** mentre per la fascia B si osserva un picco ad una distanza di 105 km per il quale $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ supera il 2%. Invece, dal *Grafico 6.4* che riporta l'andamento dei coefficienti di copertura urbanizzata nel 1999, si vede che in fascia B $\text{Coeff}_{\text{urb},99}$ rimane sempre basso ossia inferiore alla soglia del 5% e in fascia A molto basso ossia inferiore alla soglia del 2%. Di conseguenza, anche se il consumo di suolo è di estensione limitata, si rilevano valori elevati dei tassi di variazione della superficie urbanizzata per alcuni conici (*Grafico 6.2*).

Dai *Grafici 6.1, 6.2 e 6.3* si osserva che $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ e $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ presentano un andamento simile per le fasce A e B **aggregate** lungo la sponda sinistra del Fiume Po. Per le curve delle fasce A e B **aggregate**, sono state messe in evidenza quattro parti che corrispondono a quattro famiglie di andamenti.

Analizzando **separatamente** gli andamenti dei vari indicatori in **fascia A e in fascia B** (sempre dai *Grafici 6.1, 6.1 e 6.3*) ci si accorge che per le curve di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ e $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ si verificano complessivamente gli stessi trend in fascia A e in fascia B separate. Si osserva tuttavia che in fascia A ad una distanza di 185 km la variazione della superficie urbanizzata è positiva mentre in fascia B e per le fasce A e B aggregata appare negativa: in fascia A la terza parte della curve per la quale le variazioni della superficie urbanizzata appaiono negative è più breve.

Nella trattazione successiva, vengono analizzate le dinamiche nelle quattro parti evidenziate per le curve.

➤ **Parte 1 (0 km – 100 km)**

In questo primo tratto le fasce A e B ricadono essenzialmente in provincia di **Pavia**. Le dinamiche delle aree urbanizzate appaiono **contenute**: ad eccezione del conico compreso tra le distanze di 60 km e 70 km dove $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ è pari al 18,5%, $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ al 0,1% e $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ a 2,78 ettari, i valori di $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ rimangono inferiori al 3%, $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ al 0,01% e di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ a 0,2 ettari.

Anche se contenute le variazioni delle aree urbanizzate non sono nulle. La *Figura 6.2* mette in evidenza alcuni interventi di urbanizzazione che sono avvenuti in fascia B per la sponda sinistra del Po in provincia di Pavia. Si tratta di due casi di aumento del tessuto residenziale avvenuti tra il 2000 e il 2006 dato che sono visibili da ortofoto 2000 e 2006:

- aumento del tessuto residenziale rado e nucleiforme (1122) in comune di Breme (conico 0 km – 10 km), si tratta di un intervento fuori da centro edificato;
- aumento del tessuto residenziale discontinuo (1121) in comune di Belgioioso (conico 60 km – 70 km).

Figura 6.2: Aumenti del tessuto residenziale nelle fasce A e B per la sponda sinistra del Po in Provincia di Pavia



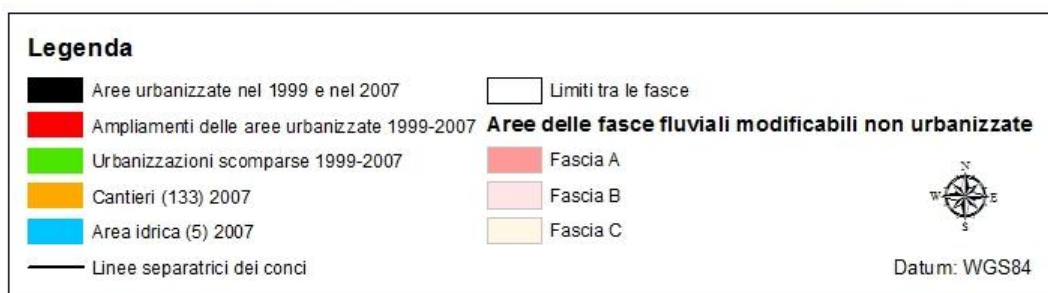
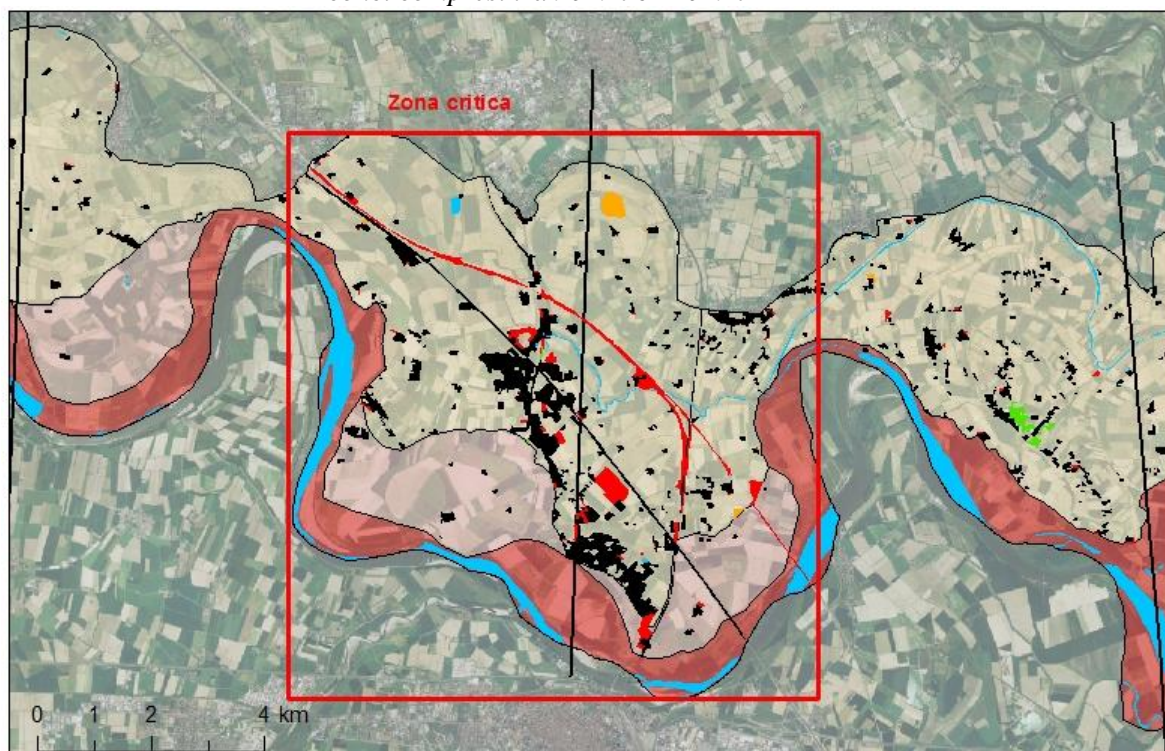
Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006), della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e dal DUSAF

➤ Parte 2 (100 km -160 km)

In questo tratto situato nelle province di **Lodi e Cremona**, si osservano dinamiche più elevate con la presenza di due picchi in corrispondenza delle distanze 105 km e 135 km (conci compresi tra 100 km e 110 km e tra 130 km e 140 km) per tutte e tre le curve di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ e $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ per le fasce A e B aggregate: l'entità del consumo di suolo e la velocità del processo di urbanizzazione sono più elevati rispetto alla Parte 1 delle curve.

Le trasformazioni avvenute nel concio compreso tra le distanze di **100 km e 110 km** sono state studiate tanto più che in fascia C si osservano delle forti dinamiche per i due conci compresi tra le distanze di **90 km e 110 km** (Grafici in *Appendice 8.1*). La *Figura 6.3* evidenzia per questi due conci le aree urbanizzate nel 1999 e gli ampliamenti delle aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 dal DUSAF. Si vede che le dinamiche si concentrano nella parte centrale dell'area studiata segnata in *Figura 6.3* come zona critica.

Figura 6.3: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 nelle fasce del Po nei conci compresi tra 90 km e 110 km



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006), e dal DUSAF

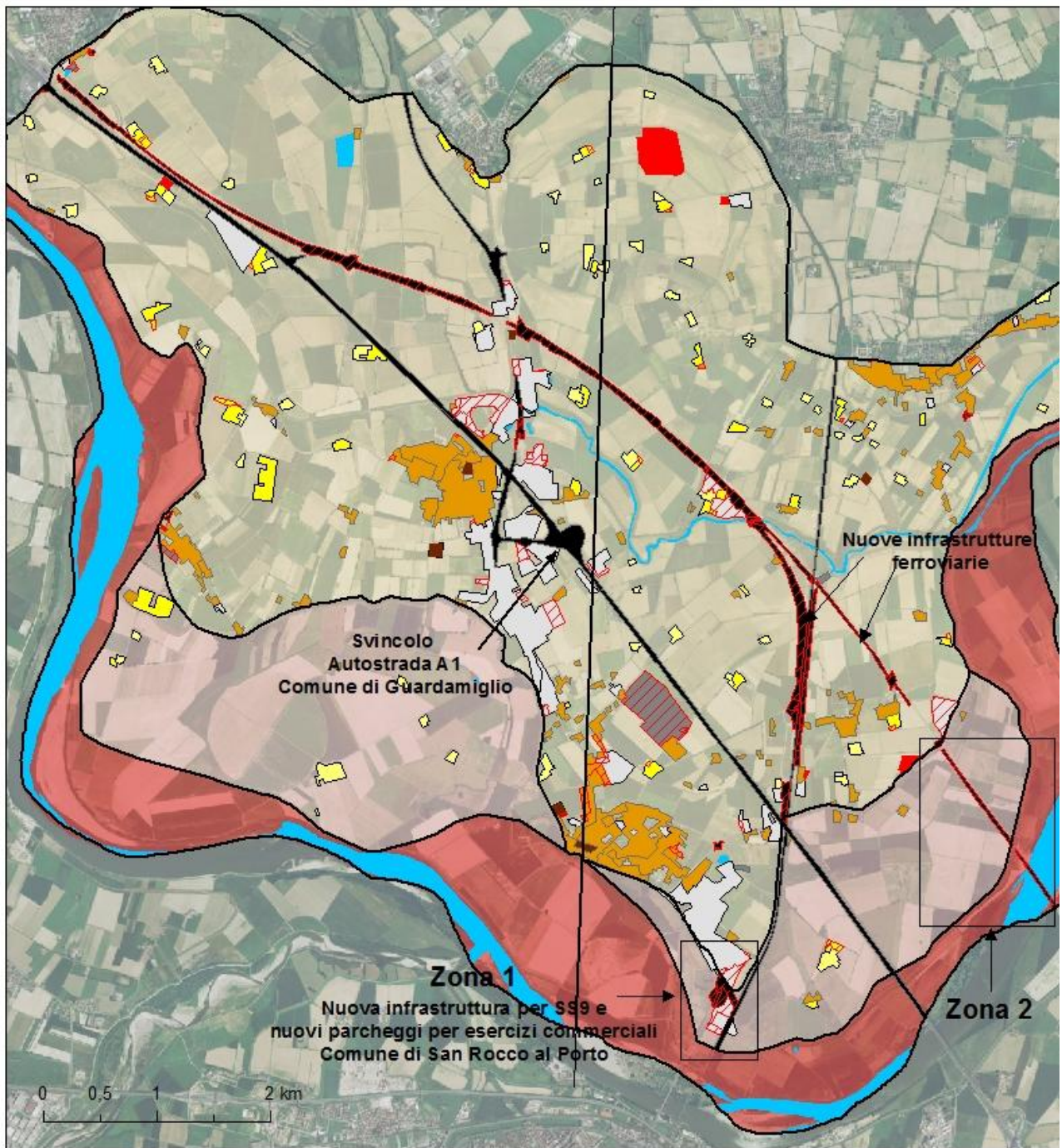
La *Figura 6.4* ingrandisce la zona critica individuata in *Figura 6.3* e presenta al livello DUSAF V le aree urbanizzate nel 2007 e le nuove urbanizzazioni comparse tra il 1999 e il 2007. Quest'area comprende importanti reti di trasporto sia stradali, ovvero l'autostrada Milano-Napoli A1 e la strada statale SS9, che ferroviarie. Tra il 1999 e il 2007, si osserva un ampliamento delle infrastrutture ferroviarie con in particolare una nuova ferrovia che attraversa le **fasce A e B** in comune di San Rocco al Porto (*Zona 2* in *Figura 6.5*). Si tratta quindi di un'opera pubblica o di interesse pubblico consentita dal PAI [L19].

In **fascia B**, si rileva in comune di San Rocco al Porto la creazione di infrastrutture per la SS9 e parcheggi per gli esercizi commerciali già insediati nel 1999 (*Zona 1* in *Figura 6.5*). Questi aumenti in fascia B sono approfonditi nel *paragrafo 6.5*.

Per quanto riguarda la **fascia C**, oltre alla presenza di infrastrutture ferroviarie, l'espansione delle aree urbanizzate sembra legata alla presenza dello svincolo dell'autostrada A1 in località di Guardamiglio che consente un'elevata accessibilità dell'area per le strutture produttive o i servizi.

Il consumo di suolo appare quindi particolarmente elevato nel comune di San Rocco al Porto che ricade interamente nelle fasce del Po. Nell'ambito dello studio realizzato al *Capitolo 5* è infatti stato messo in evidenza che il **tasso di crescita della superficie urbanizzata per l'intero comune di San Rocco al Porto tra il 1999 e il 2007 (il 36,7%) è ben maggiore del tasso di crescita della popolazione tra il 1999 e il 2007 (il 10,1%)** (*Figura 5.5*).

Figura 6.4: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 nelle fasce del Po nella zona critica dei conchi compresi tra 90 km e 110 km



Legenda

Aree urbanizzate 2007

- Tessuto residenziale (1111, 1112, 1121, 1122, 1123)
- Insediamenti legati alle attività agricole (11231, 12112)
- Insediamenti industriali, artigianali e commerciali (12111)
- Impianti tecnologici (12123)
- Reti di trasporto (1221, 1222)
- Altre coperture urbanizzate
- Ampliamenti delle aree urbanizzate 1999-2007

- Cantieri (133) 2007
- Area idrica (5) 2007
- Linee separatrici dei conchi
- Limiti delle fasce fluviali

Aree delle fasce fluviali modificabili non urbanizzate

- Fascia A
- Fascia B
- Fascia C



Datum: WGS 84

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Figura 6.5: Confronto tra le Ortofoto del 2000 e del 2006 delle zone 1 e 2 evidenziate in Figura 6.4

Zona 1 - Comune di San Rocco al Porto - Anno 2000



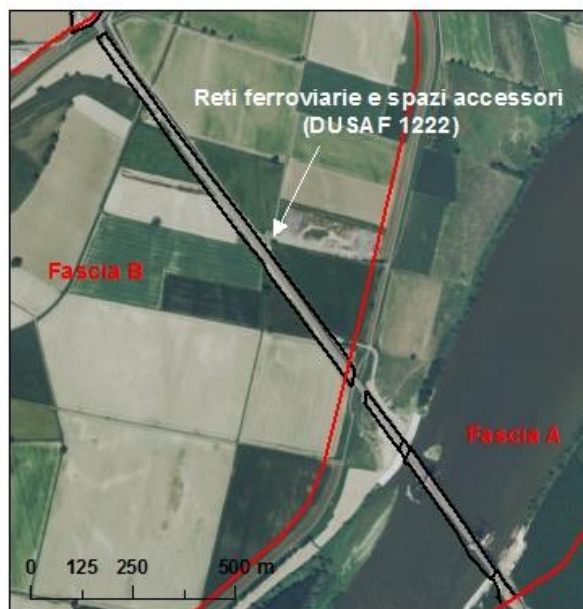
Zona 1 - Comune di San Rocco al Porto - Anno 2006





Zona 2 - Comune di San Rocco al Porto - Anno 2000



Zona 2 - Comune di San Rocco al Porto - Anno 2006



Legenda

-  Limiti tra le fasce
-  Nuove urbanizzazioni 1999-2007 (DUSAF)



Datum: WGS84

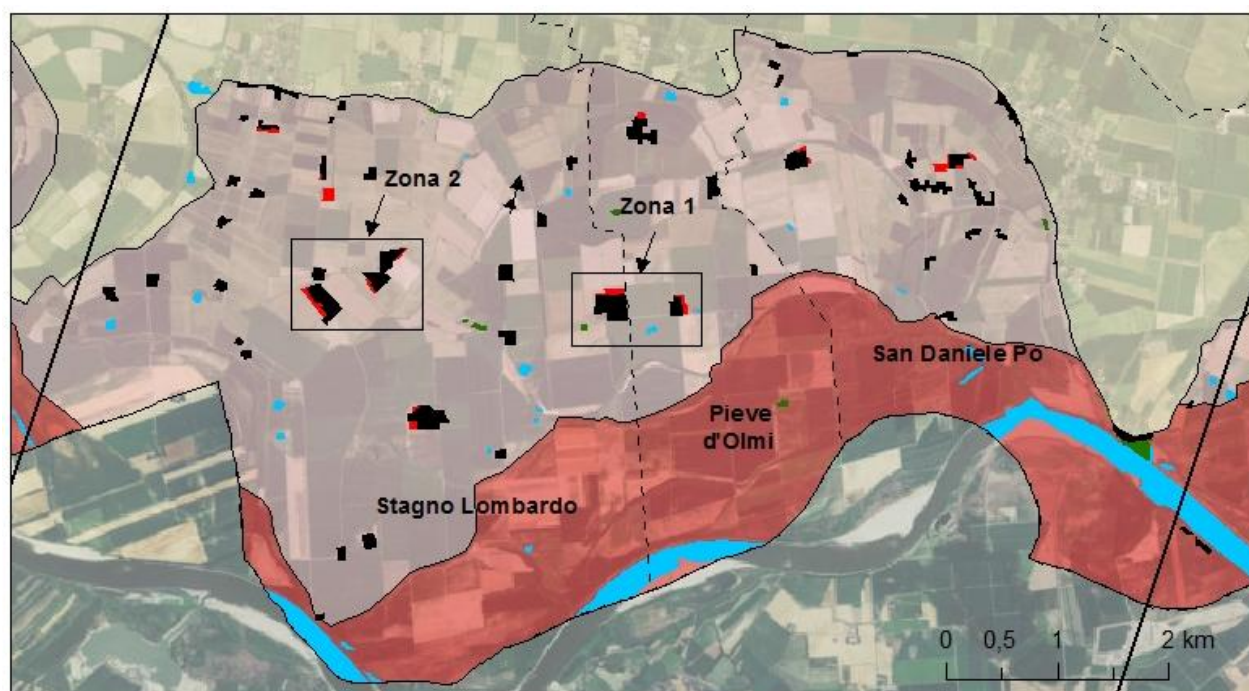
Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Per quanto riguarda il concio compreso tra le distanze di **130 km e 140 km** si osservano multipli ampliamenti di insediamenti produttivi agricoli.

La *Figura 6.6* individua le aree urbanizzate nel 1999 nelle fasce A e B di questo concio e gli ampliamenti avvenuti tra il 1999 e il 2006. La base dati individua tuttavia ampliamenti della superficie urbanizzata che in realtà non si verificano con il confronto delle ortofoto 2000 e 2006 (segnati in verde in *Figura 6.6*). Un'analisi dettagliata degli errori e incertezze delle basi dati è presentata al *paragrafo 6.4*.

Si rilevano nondimeno in **fascia B** transizioni di aree agricole verso aree urbanizzate e le nuove urbanizzazioni rilevate sono tutte **insediamenti produttivi agricoli**. La *Figura 6.7* riporta esempi di queste nuove urbanizzazioni. Le trasformazioni avvenute sono tutte localizzate in fascia B e sono legate alla conduzione delle attività agricole: sono consentite dal PAI [L19].

*Figura 6.6: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 **nelle fasce A e B** del Po nel concio compreso tra 130 km e 140 km³⁹*

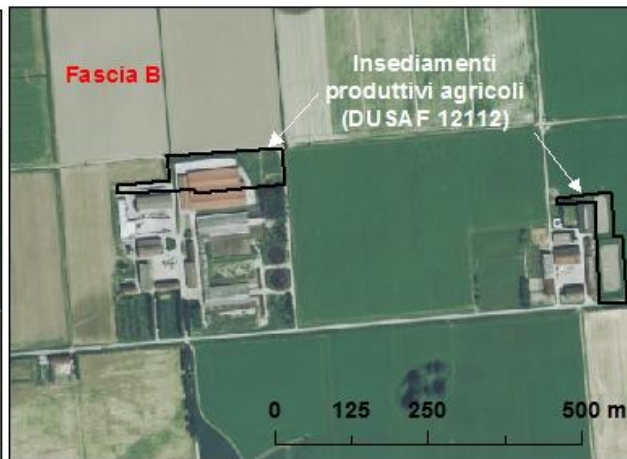
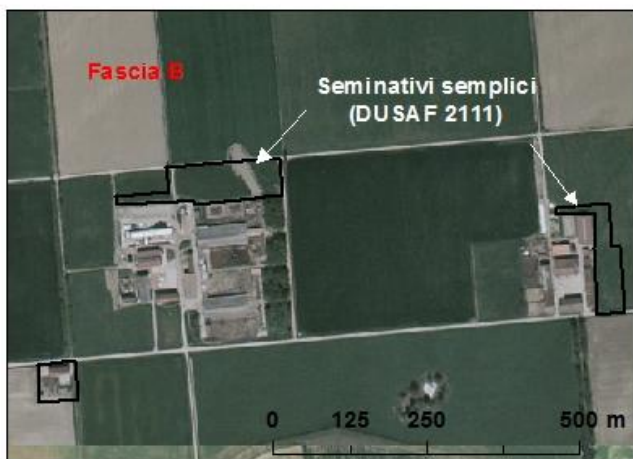


Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

³⁹ Con **ampliamenti teorici** si intende ampliamenti delle aree urbanizzate rilevati con la base dati (con il DUSAF e il dato delle fasce fluviali dell'AdbPo). Invece con **ampliamenti reali** si intende ampliamenti delle aree urbanizzate rilevati con la base dati e verificati con il confronto delle ortofoto 2000 e 2006 del Geoportale nazionale.

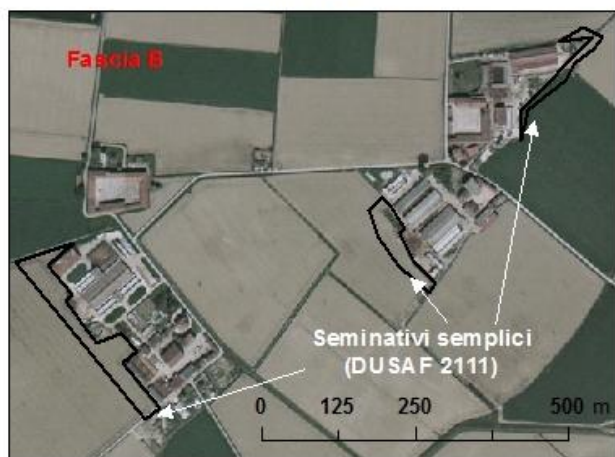
Figura 6.7: Confronto tra le Ortofoto del 2000 e del 2006 delle zone 1 e 2 evidenziate in Figura 6.6

Zona 1 - Comuni di Pieve d'Olimi e Stagno lombardo (CR) - Anno 2000 Zona 1 - Comuni di Pieve d'Olimi e Stagno lombardo (CR) - Anno 2006





Zona 2 - Comune di Stagno Lombardo (CR) - Anno 2000

Zona 2 - Comune di Stagno Lombardo (CR) - Anno 2006



Legenda

-  Nuove urbanizzazioni 1999 - 2007 (DUSAF)
-  Limiti tra le fasce



Datum: WGS84

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

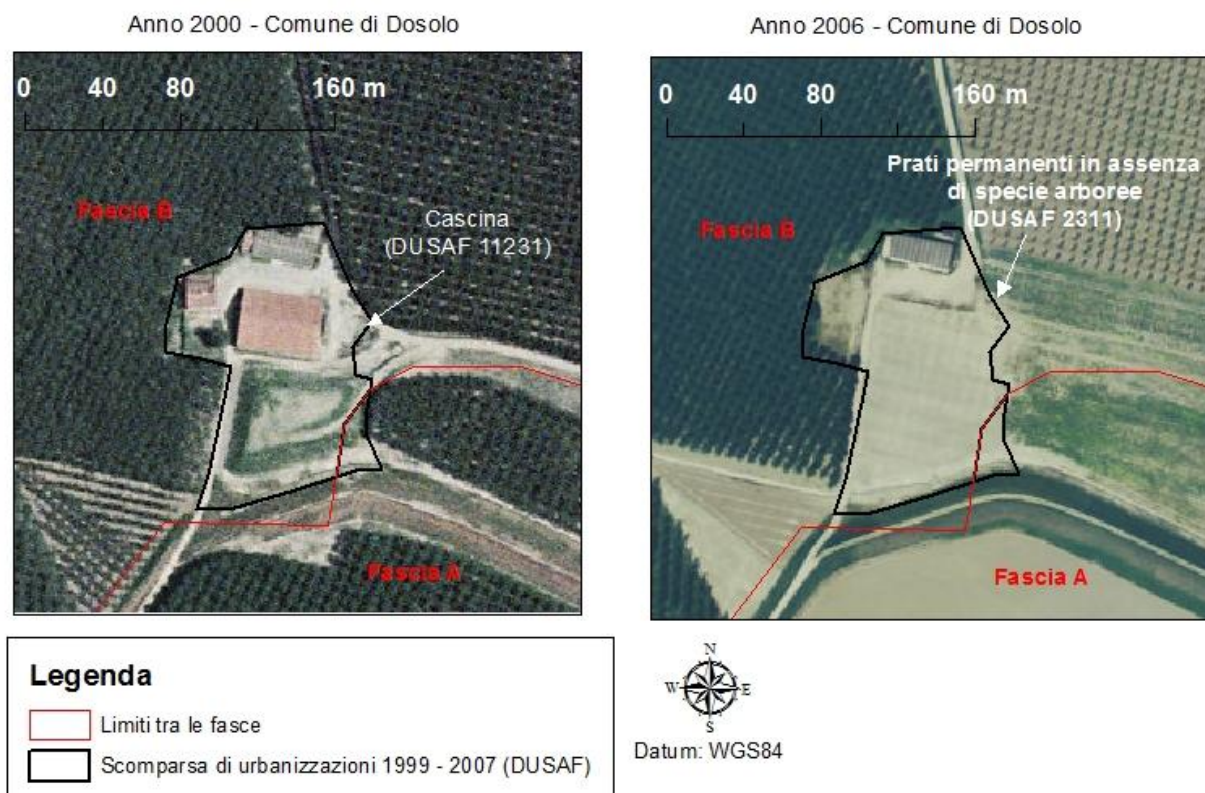
➤ Parte 3 (160 km-190 km)

Nel terzo tratto delle curve situato nelle province di Cremona e di Mantova, si nota un'inversione di tendenza: la superficie urbanizzata si riduce. In particolare per il concio compreso tra le distanze di 160 km e 170 km si rileva una diminuzione abbastanza marcata: $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ vi è pari al -0,4%, $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ è pari a -18,1% e la superficie urbanizzata si riduce di 3,61 ettari.

Svolgendo un'analisi di confronto tra le ortofoto 2000 e 2006 del Geoportale nazionale per le aree per le quali il DUSAF indica una transizione verso aree urbanizzate o una scomparsa di aree urbanizzate è stato messo in evidenza che:

- per i tre conci non si rilevano nuove urbanizzazioni;
- per il concio compreso tra le distanze di 160 km e 170 km non si verificano in realtà scomparse di aree urbanizzate in fascia B: il DUSAF classifica due aree come aree urbanizzate nel 1999, una in fascia A nella classe delle aree portuali (123) e l'altra in fascia B nella classe degli insediamenti industriali, artigianali e commerciali (12111) e il DUSAF classifica queste due aree come aree degradate abbandonate non utilizzate e non vegetate (classe 134) nel 2007 mentre dal confronto con le ortofoto queste aree appaiono già essere nella classe 134 nel 2000 (non si osservano differenze nelle coperture di uso del suolo da confronto tra le ortofoto 2000 e 2006);
- per il concio compreso tra le distanze di 180 km e 190 km in provincia di Mantova si rileva invece un caso di transizione di un'area urbanizzata verso la copertura agricola, ossia la transizione di una cascina (11231) verso prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive (2311) in comune di Dosolo (Figura 6.8). Questo intervento di demolizione non è tuttavia avvenuto indipendentemente dalle azioni del PAI.

Figura 6.8: Transizione di una cascina (11213) verso prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive (2311) in fascia B in comune di Dosolo



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

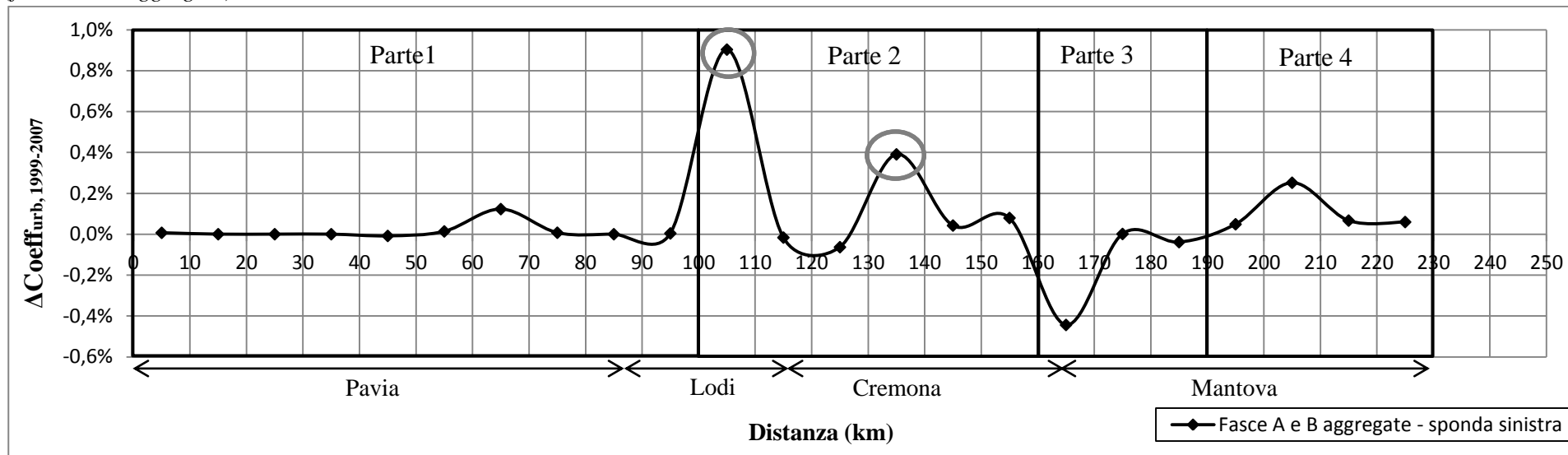
In breve, nel tratto delle fasce A e B di sponda sinistra tra 160 km e 190 km non si rilevano situazioni di consumo di suolo.

➤ **Parte 4 (190 km – 230 km)**

Nell'ultimo tratto delle fasce A e B in sponda sinistra si torna ad avere delle variazioni positive della superficie urbanizzata ma contenute.

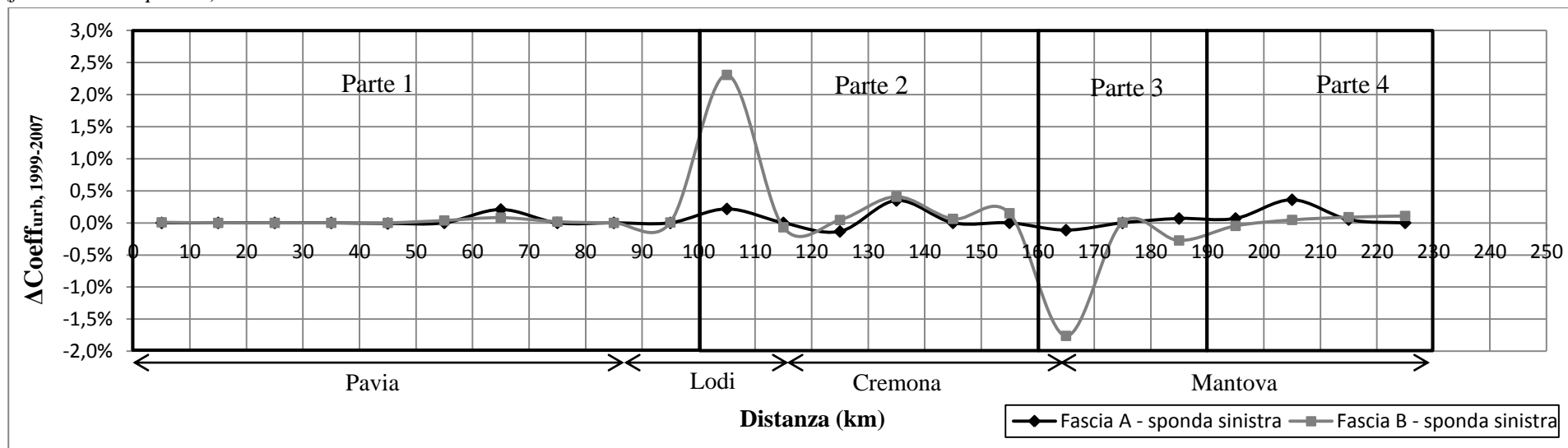
Grafico 6.1 : Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po

(fasce A e B aggregate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

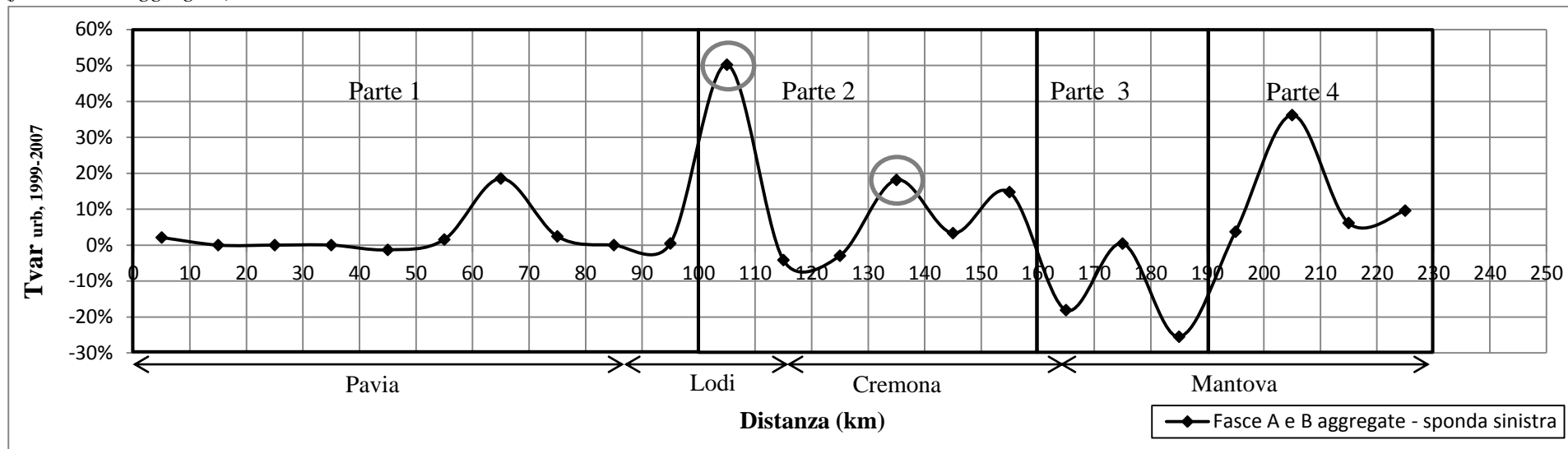
(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

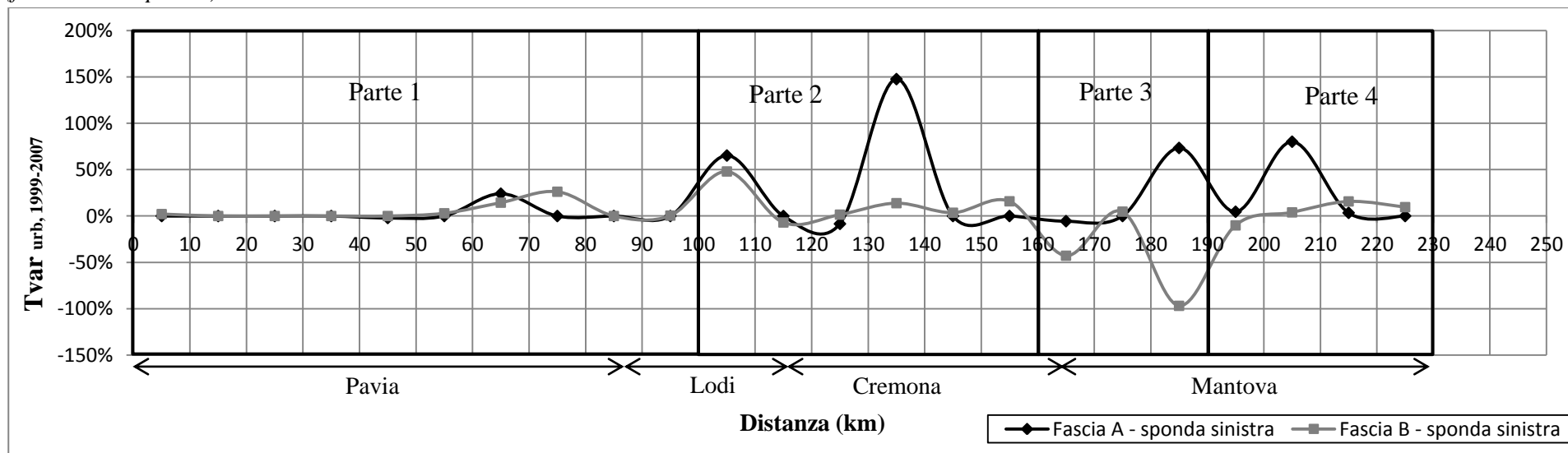
Grafico 6.2: Andamento di $Tvar_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po

(fasce A e B aggregate)



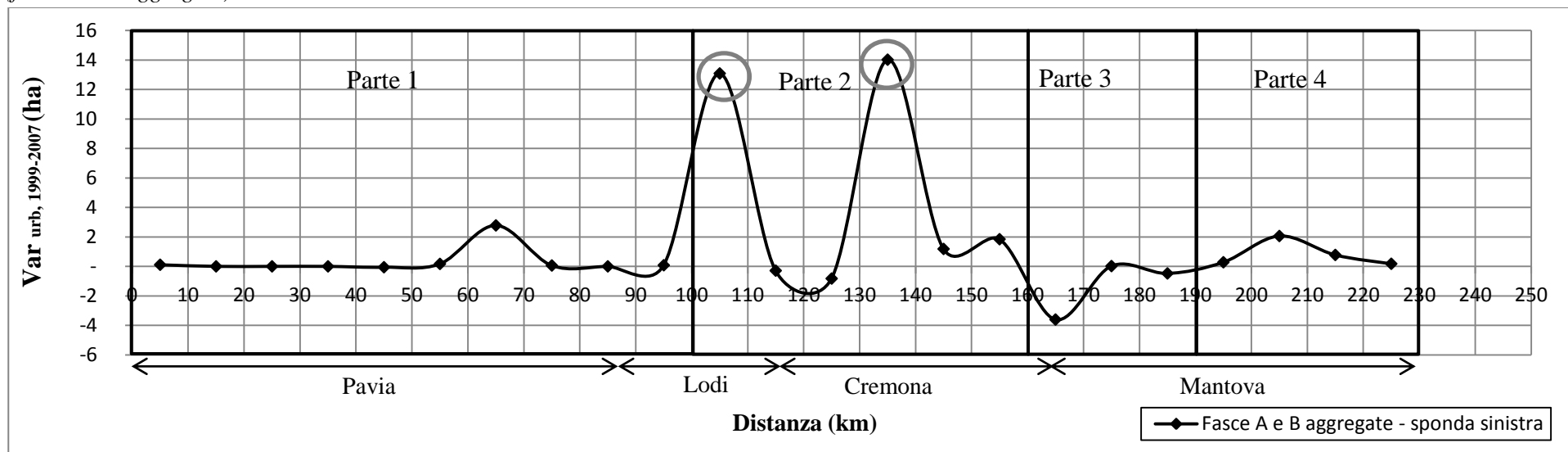
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

(fasce A e B separate)



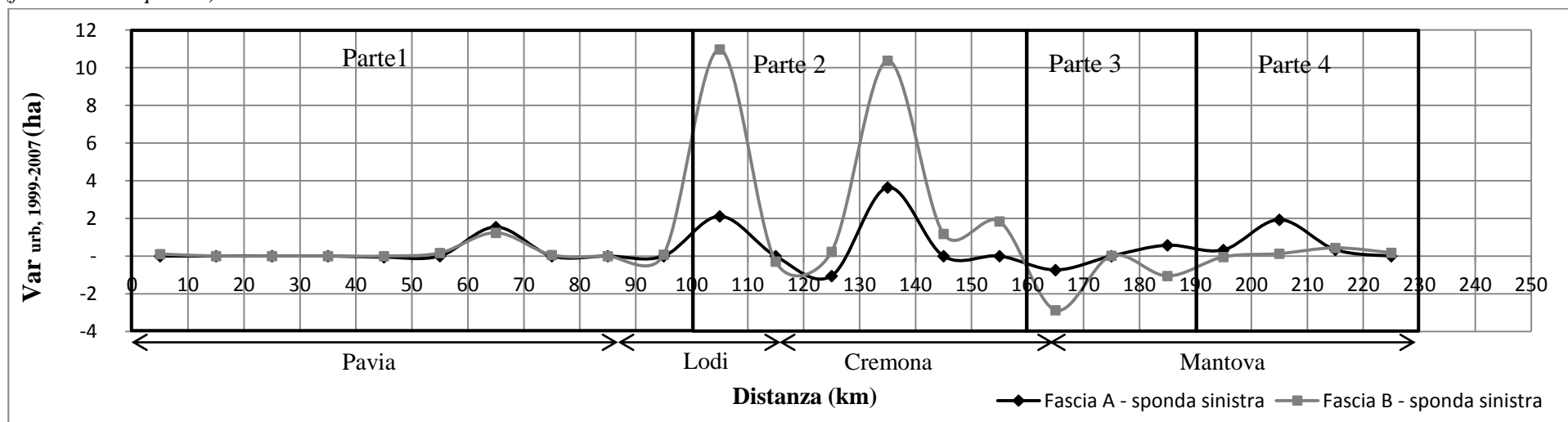
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 6.3 : Andamento di $Var_{urb,99-07}$ in ettari nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po (fasce A e B aggregate)



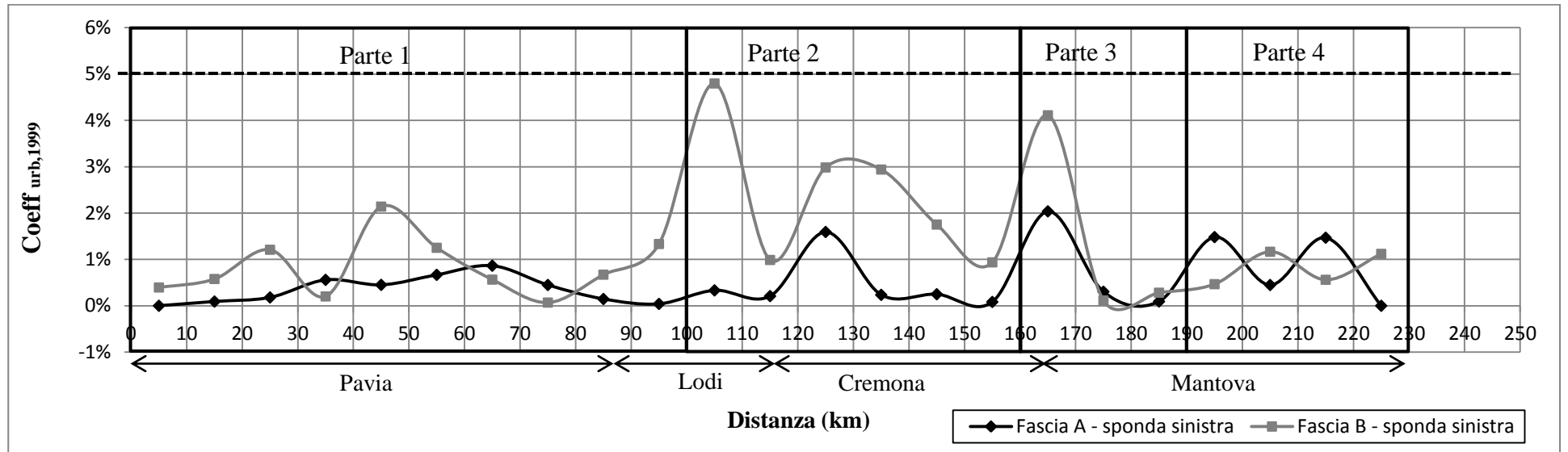
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 6.4: Andamento di $Coeff_{urb,1999}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda sinistra del Fiume Po



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

6.2.c - Studio delle dinamiche delle aree urbanizzate nelle fasce A e B lungo la sponda destra del Po

Le analisi svolte per la sponda destra fanno riferimento ai *Grafici 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8* (pp. 170-173) che riportano gli andamenti lungo la sponda destra del Fiume Po per le fasce A e B aggregate e separate di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ e di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ e di $\text{Coeff}_{\text{urb},99}$.

Si osserva dal *Grafico 6.5* che i valori dei $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ rimangono bassi nelle fasce A e B di sponda destra ossia inferiori al 0,5%. Si rilevano invece valori rilevanti di $\text{Tvar}_{\text{urb},99-07}$ dal *Grafico 6.6*. Infatti, ad eccezione del concio compreso tra le distanze di 60 km e 80 km, i valori di $\text{Coeff}_{\text{urb},99}$ rimangono molto bassi in fascia A ossia inferiori al 2% e bassi in fascia B ossia inferiori al 5% (*Grafico 6.8*): anche se l'estensione del consumo di suolo è limitata i tassi di variazione della superficie urbanizzata possono assumere valori elevati.

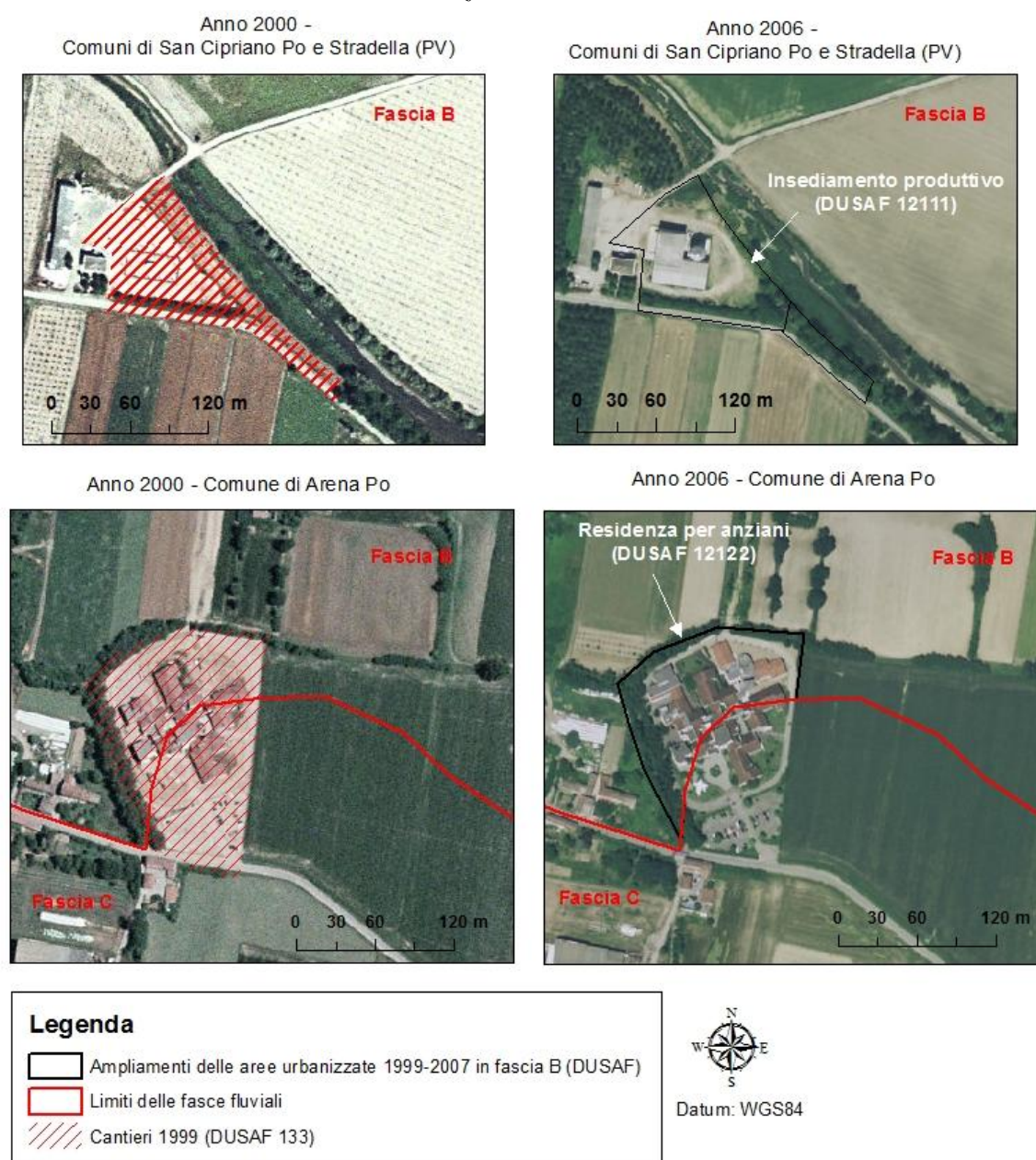
Sono state individuate tre parti nelle curve caratterizzate nella trattazione successiva.

➤ **Parte 1 (30 km – 80 km)**

In questa prima parte che ricade in Provincia di Pavia, si rilevano dinamiche maggiori rispetto alla sponda sinistra: mentre $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ è sempre inferiore al 0,1% in sponda sinistra e per le fasce A e B aggregate, supera il 0,1% per la sponda destra per tre conci. I due ultimi conci presentano i valori maggiori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ con tuttavia un tasso di variazione più contenuto nell'ultimo concio dato che la superficie urbanizzata di partenza è già di estensione rilevante (Grafico 6.8). Si osserva in particolare in questi due conci la comparsa di un insediamento produttivo al limite tra i comune di San Cipriano Po e Stradella e la comparsa di una casa di riposo e residenza per anziani (Fondazione Conte F. Cella di Ravara) in comune di Arena Po (Figura 6.9).

Questi due interventi erano già avviati nel 1999 dato che il DUSAF classifica queste aree come cantieri nel 1999: si tratta quindi probabilmente di interventi già autorizzati alla data di approvazione del PSFF nel 1998. Nel paragrafo 6.9 viene approfondito il caso della residenza per anziani in Comune di Arena Po.

Figura 6.9: Aumenti della superficie urbanizzata in fascia B di sponda destra del Po nei conci compresi tra le distanze di 60 km e 80 km

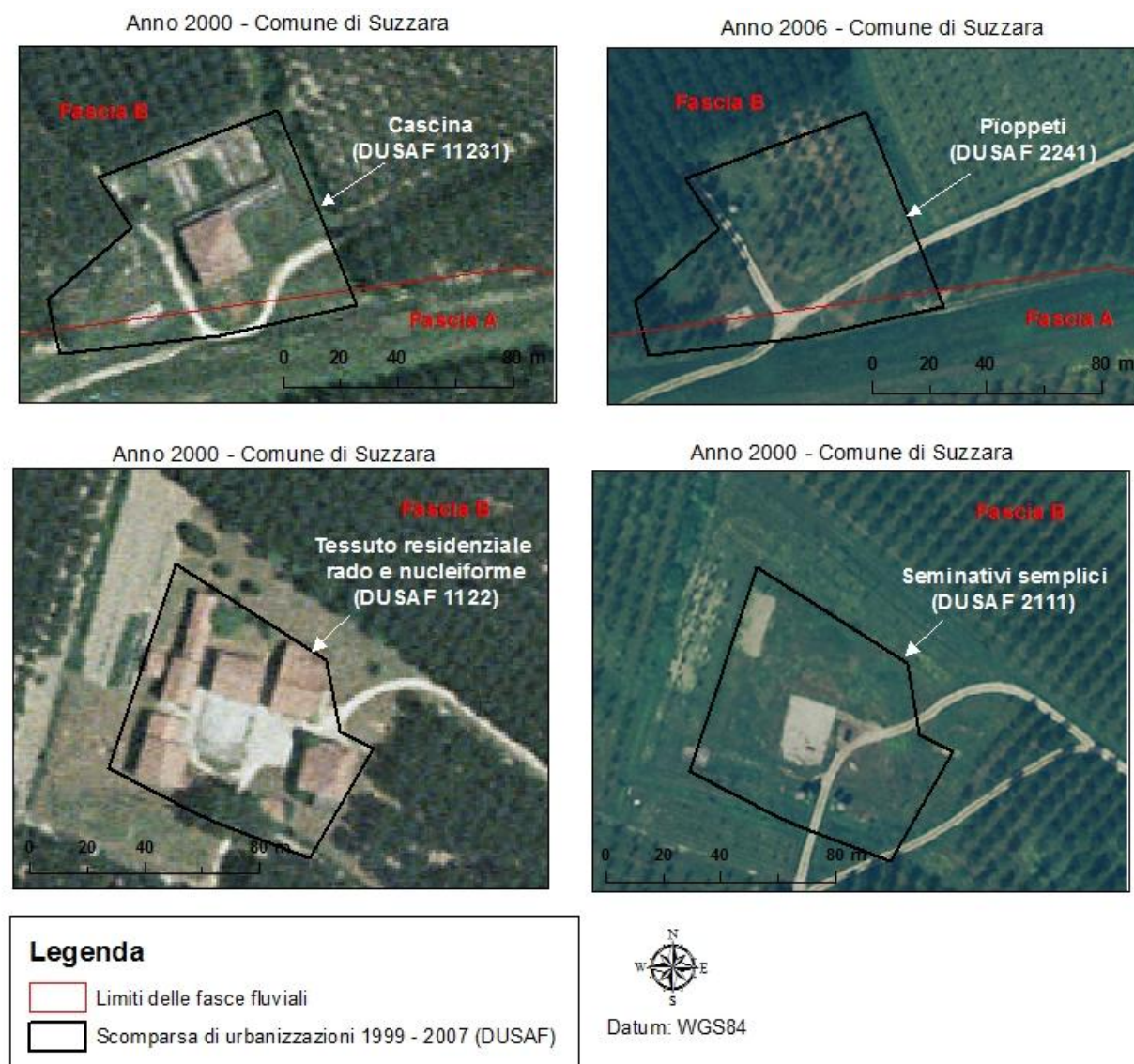


Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Parte 2 (170 km– 190 km)

Come per la sponda sinistra la superficie urbanizzata tende a diminuire tra il 1999 e il 2007 tra le distanze di 170 km e 190 km. Infatti, la base dati DUSAF non individua nessun intervento di nuova urbanizzazione tra il 1999 e il 2007 per questi due conici ma invece due transizioni di aree urbanizzate verso aree agricole in comune di Suzzara che sono state verificate con confronto delle ortofoto 2000 e 2006 dal Geoportale della Lombardia (Figura 6.10). Si tratta della transizione di una cascina (11213) verso pioppeti (2241) e la transizione di un complesso del tessuto rado e nucleiforme verso seminativi semplici (2111). Come per il caso della demolizione della cascina in comune di Dosolo (Figura 6.8) si trattano di interventi indipendenti dalle azioni del PAI.

Figura 6.10: Transizioni di aree urbanizzate (11 e 12) verso aree agricole (2) in fascia B in comune di Suzzara

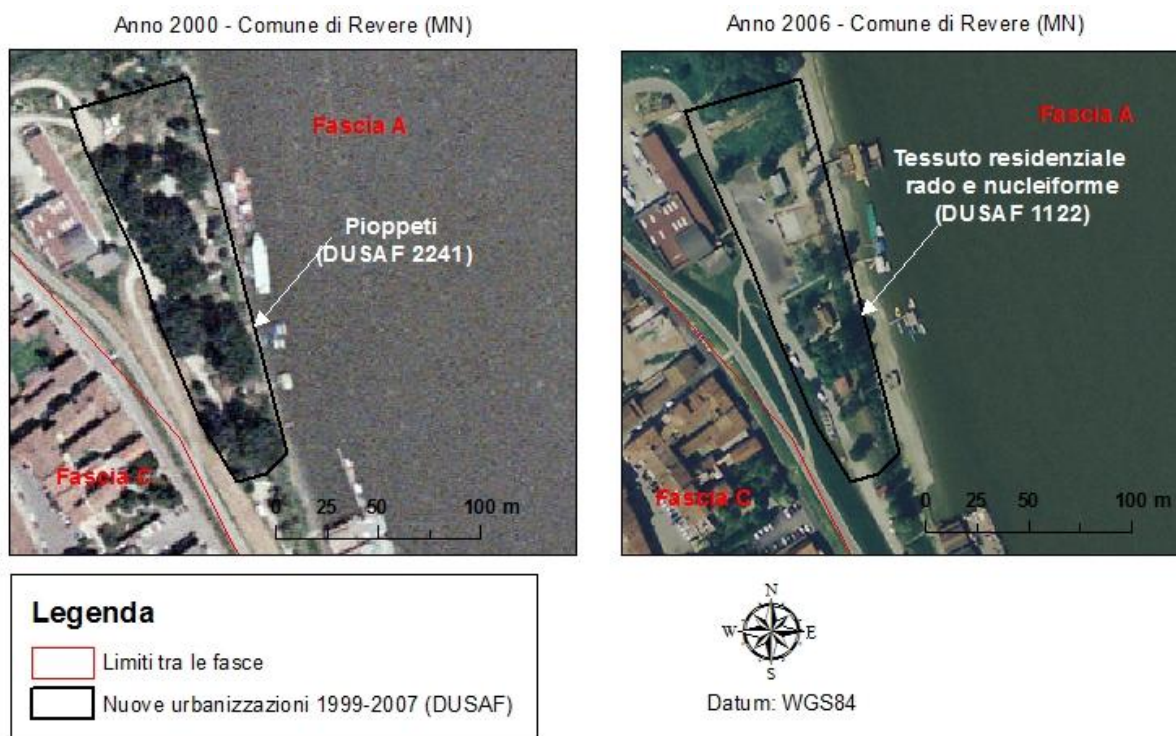


Fonte: Elaborazioni da ortofoto del Geoportale nazionale e dal DUSAF

Parte 3 (190 km – 250 km)

Si rilevano in questa parte delle curve aumenti della superficie urbanizzata conformemente a quanto succede per la sponda sinistra. Si osserva in particolare un intervento di nuove edificazione (tessuto residenziale rado e nucleiforme) in **fascia A** in comune di Revere (concio compreso tra le distanze di 210 km e 220 km) (Figura 6.11). Il comune di Revere ricade interamente nelle fasce fluviali e dallo studio condotto al *Capitolo 5* il tasso di variazione della superficie urbanizzata per l'intero comune (il 15%) appare significativamente maggiore del tasso di variazione della popolazione che invece assume un valore quasi nullo (il 0,5%) (Figura 5.5).

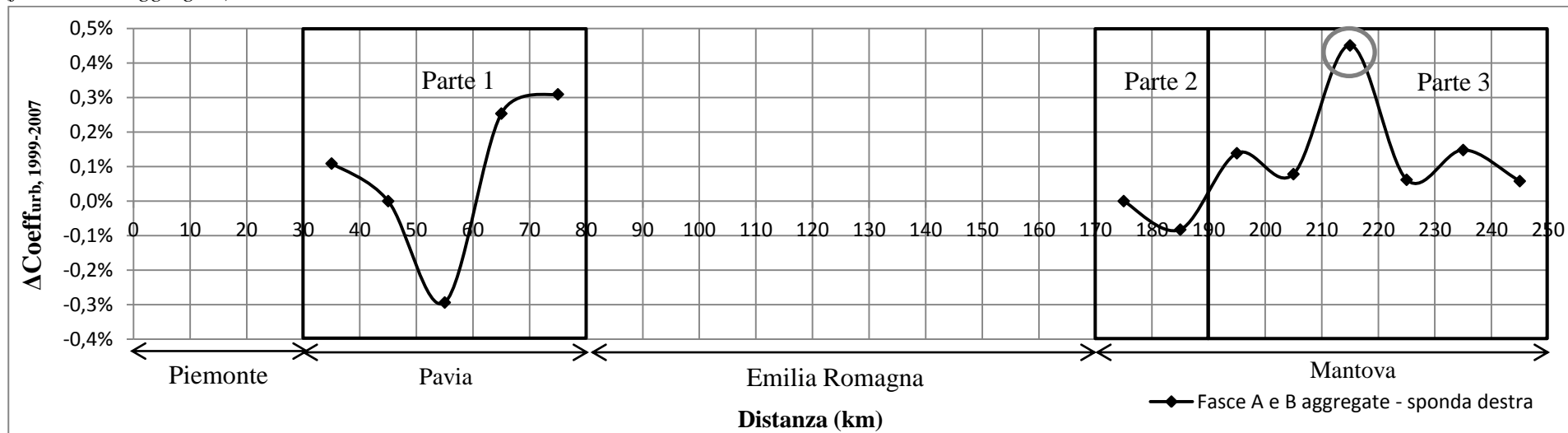
Figura 6.11: Aumento del tessuto residenziale rado e nucleiforme in fascia A in comune di Revere



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

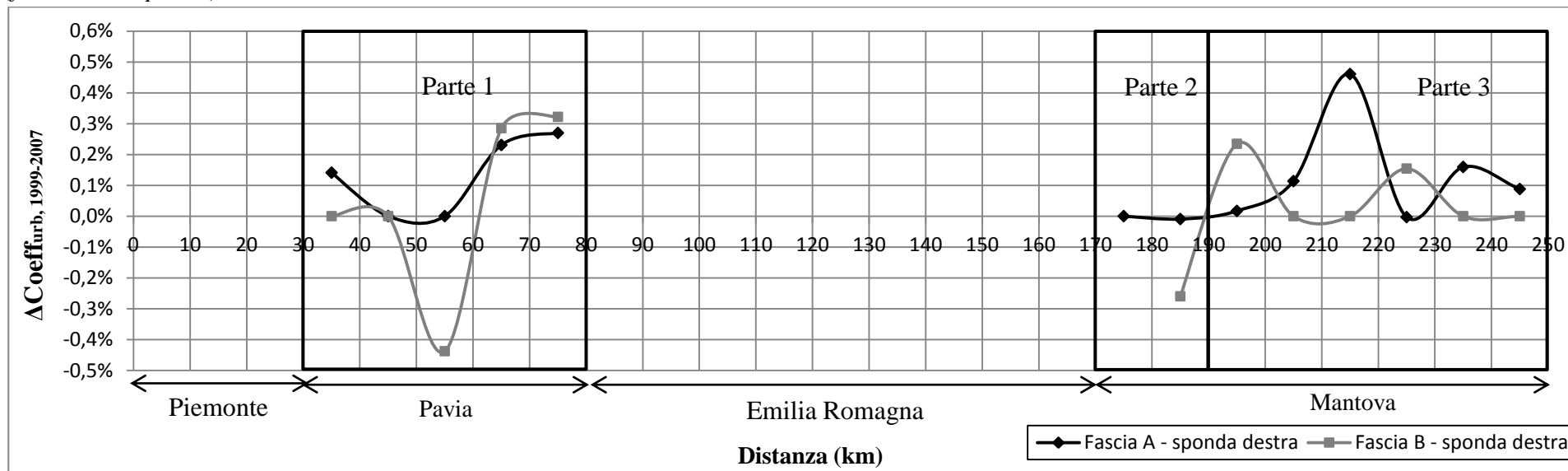
Grafico 6.5 : Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Po

(fasce A e B aggregate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

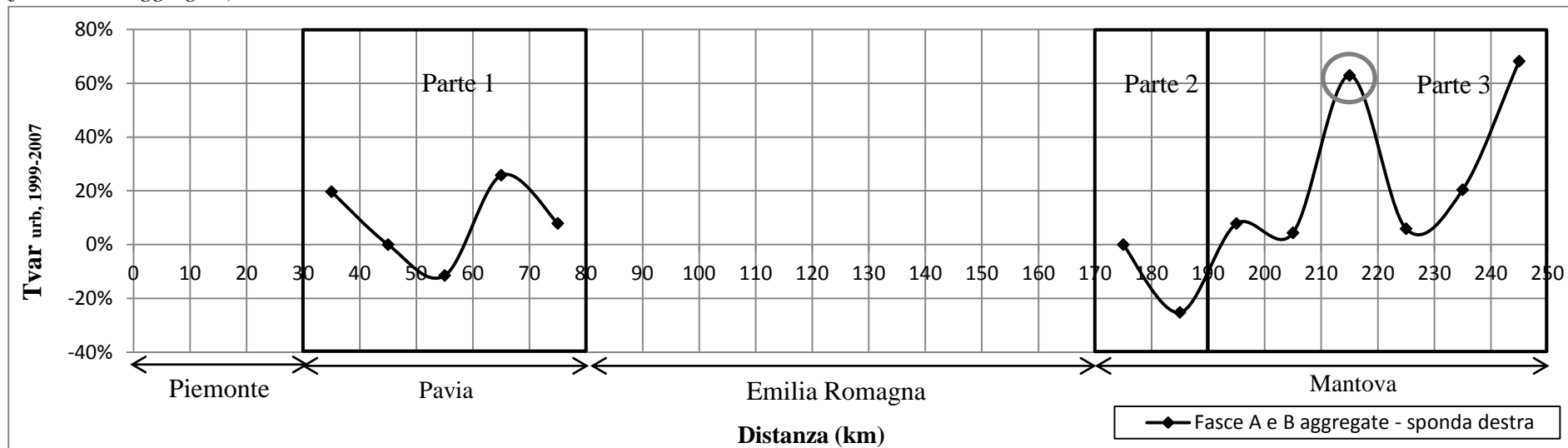
(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

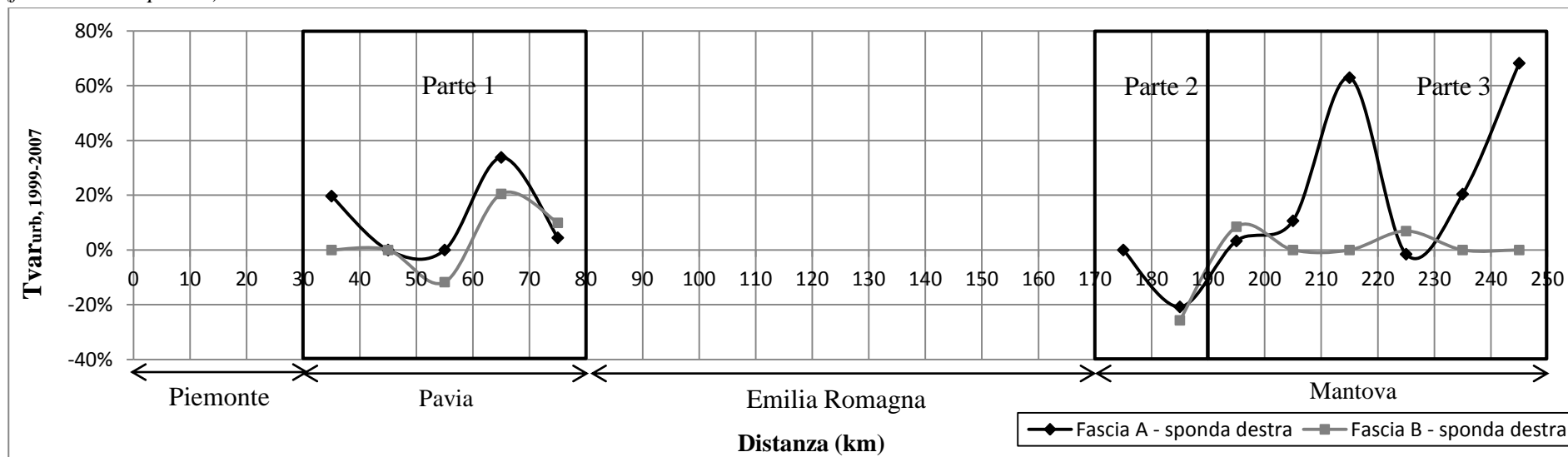
Grafico 6.6 : Andamento di $Tvar_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Po

(fasce A e B aggregate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

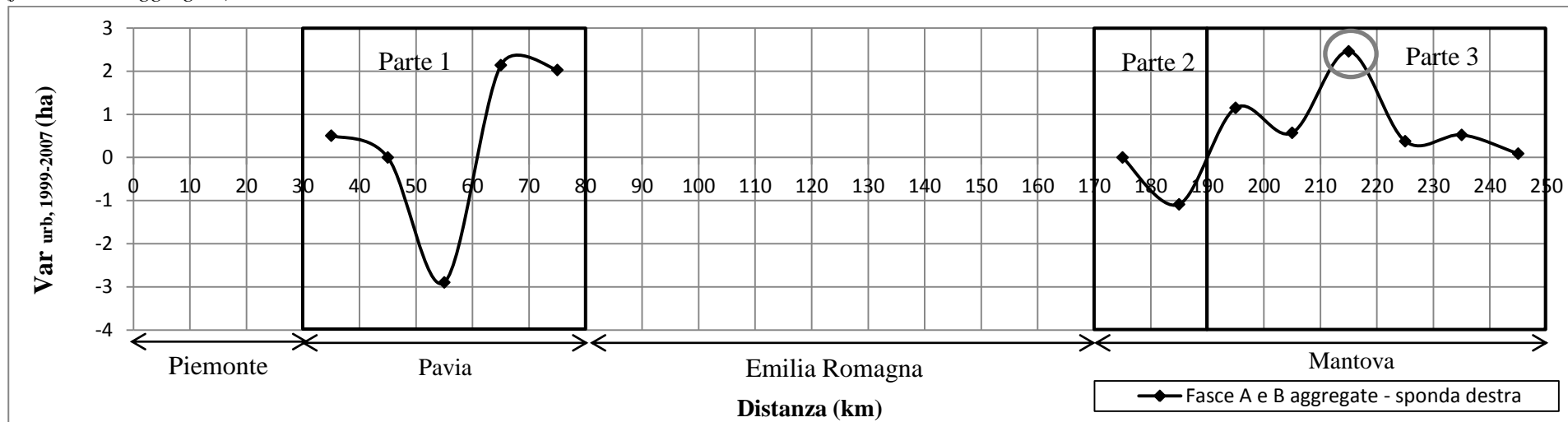
(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

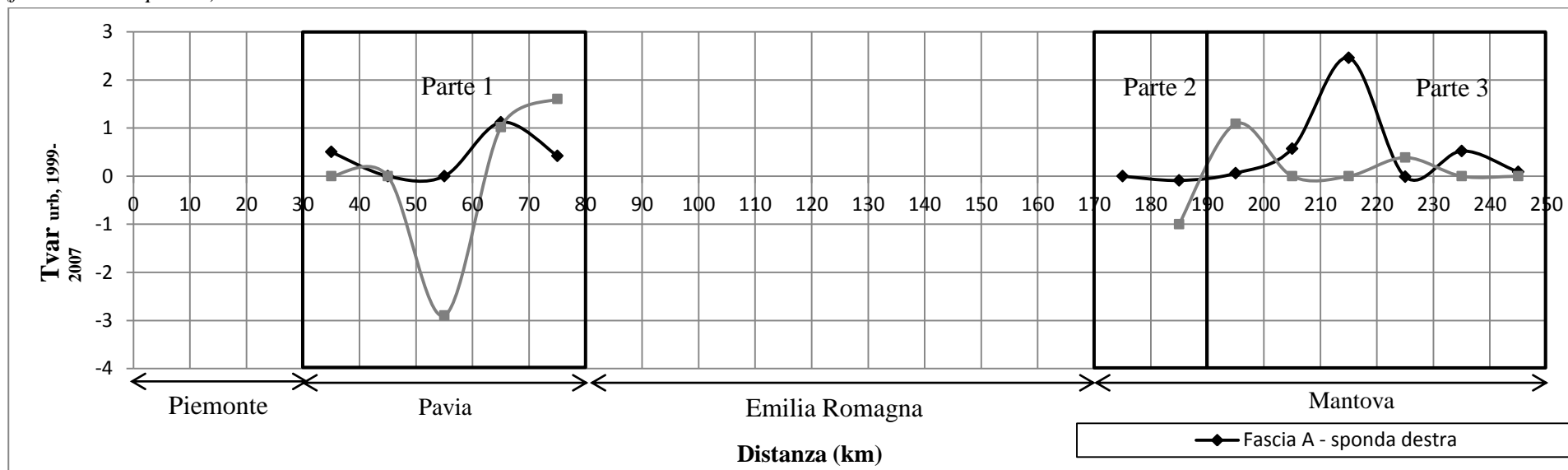
Grafico 6.7 : Andamento di $Var_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Po

(fasce A e B aggregate)



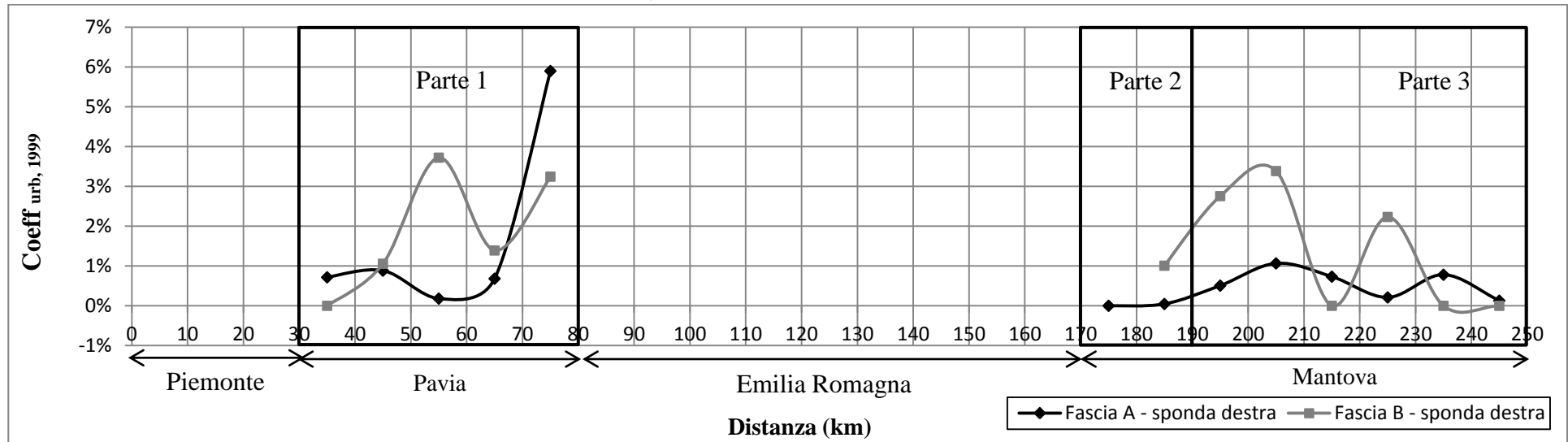
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 6.8 : Andamento di $Coeff_{urb,99}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda destra del Fiume Po



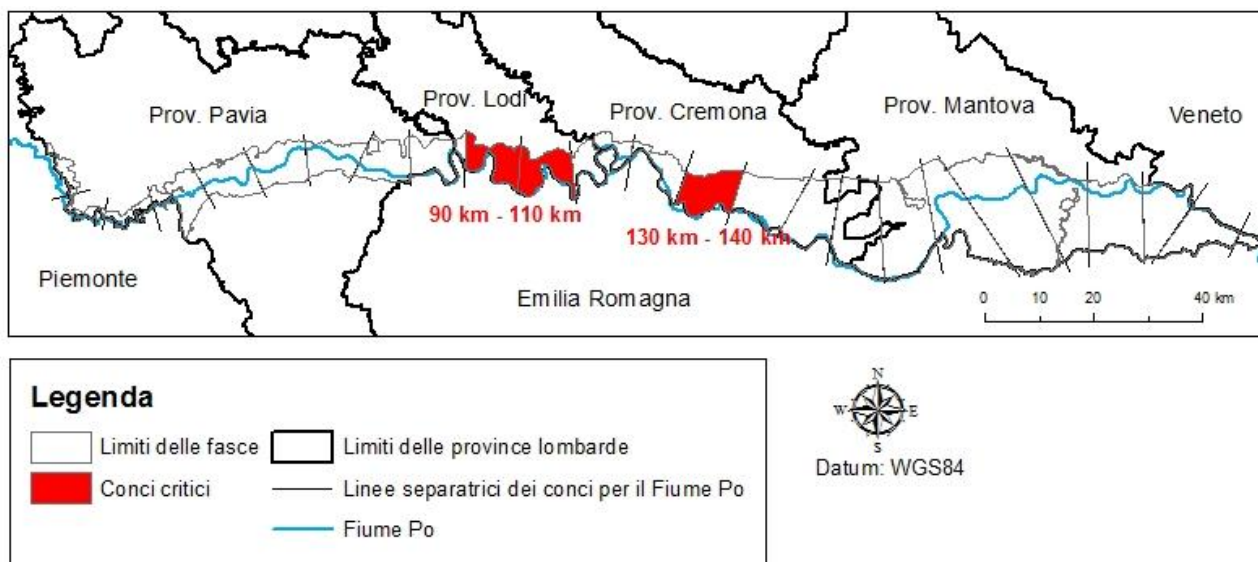
Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

6.2.d - Sintesi delle analisi per il Po

L'analisi delle dinamiche delle aree urbanizzate in **fascia A e B** lungo il Po ha quindi messo in evidenza due conici in cui la situazione appare particolarmente preoccupante nei confronti del consumo di suolo, ossia il conico compreso tra le distanze di 100 km e 110 km in comune di **San Rocco al Porto** (LO) dove sono state realizzate nuove infrastrutture per le reti di trasporto nelle fasce A e B e parcheggi per edifici commerciali in fascia B e il conico compreso tra le distanze di **130 km e 140 km** (CR) dove si osserva l'ampliamento di numerosi insediamenti produttivi agricoli. Inoltre, in **fascia C** si rilevano delle forti variazioni della superficie urbanizzata per i conici compresi tra le distanze di 100 km e 110 km ma anche per il conico precedente compreso tra le distanze di 90 km e 100 km che sono state interpretate come legate alla presenza dello svincolo dell'A1 in località Guardamiglio. Questi conici critici sono individuati in *Figura 6.12*.

Oltre a ampliamenti di opere autorizzate nel senso delle disposizioni del PAI (opere pubbliche o di interesse pubblico e opere legate alle attività agricole) [L19] sono stati rilevati aumenti reali in fascia A e B nella classe del tessuto residenziale (DUSAF 11), degli impianti produttivi, artigianali, commerciali (DUSAF 12111), e degli impianti di servizi (DUSAF 12122). Se gli interventi riportati in *Figura 6.9* e avvenuti al confine tra i comuni di San Cipriano Po e Stradella (insediamento produttivo DUSAF 12111) e in comune di Arena Po (residenza per anziani DUSAF 12122) erano probabilmente stati autorizzati alla data di approvazione del PSFF (erano cantieri nel 1999), l'analisi degli altri casi di aumento della superficie urbanizzata richiede uno studio approfondito. Al *paragrafo 6.5* viene esaminato il caso dell'ampliamento dei parcheggi in fascia B per il centro commerciale in Comune di San Rocco al Porto (Zona 1 in *Figura 6.5*) e della realizzazione della residenza per anziani in Comune di Arena Po.

Figura 6.12: Individuazione dei conici critici per il Po



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo e della Direzione Generale Territorio e Urbanistica

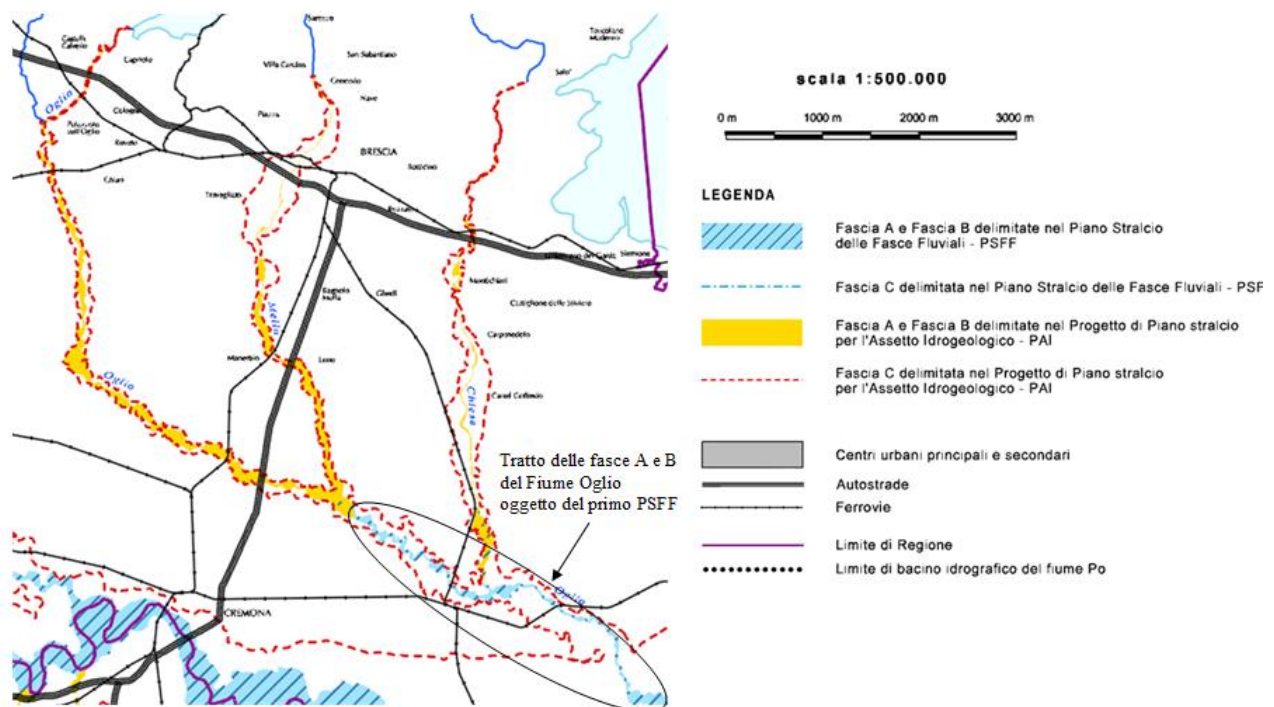
6.3 - Studio delle variazioni delle aree urbanizzate nelle fasce A e B dell'Oglio

6.3.a - Inquadramento territoriale per l'Oglio

La dinamica delle aree urbanizzate è stata studiata nelle fasce fluviali lungo l'Oglio che attraversano tutte e tre le zone di quota e le Province di Brescia, Bergamo, Cremona e Mantova. In particolare, nella zona di pianura e di collina le fasce A e B ricadono interamente nei parchi fluviali (Parco dell'Oglio Nord e Parco dell'Oglio Sud). La fascia C ricade interamente nei parchi fino alla confluenza con il Fiume Mella ad una distanza di 150 km e in modo parziale dalla distanza di 150 km fino alla confluenza con il Fiume Po.

Al fine di aiutare all'interpretazione delle trasformazioni di uso del suolo avvenute nelle fasce A e B dell'Oglio tra il 1999 e il 2007, si precisa il tratto delle fasce A e B oggetto del primo PSFF ossia il tratto per il quale i vincoli per l'uso del suolo nelle fasce A e B erano già effettivi nel 1999: si tratta della zona dalla confluenza con il Mella fino all'immissione nel Po come individuato in *Figura 6.13*.

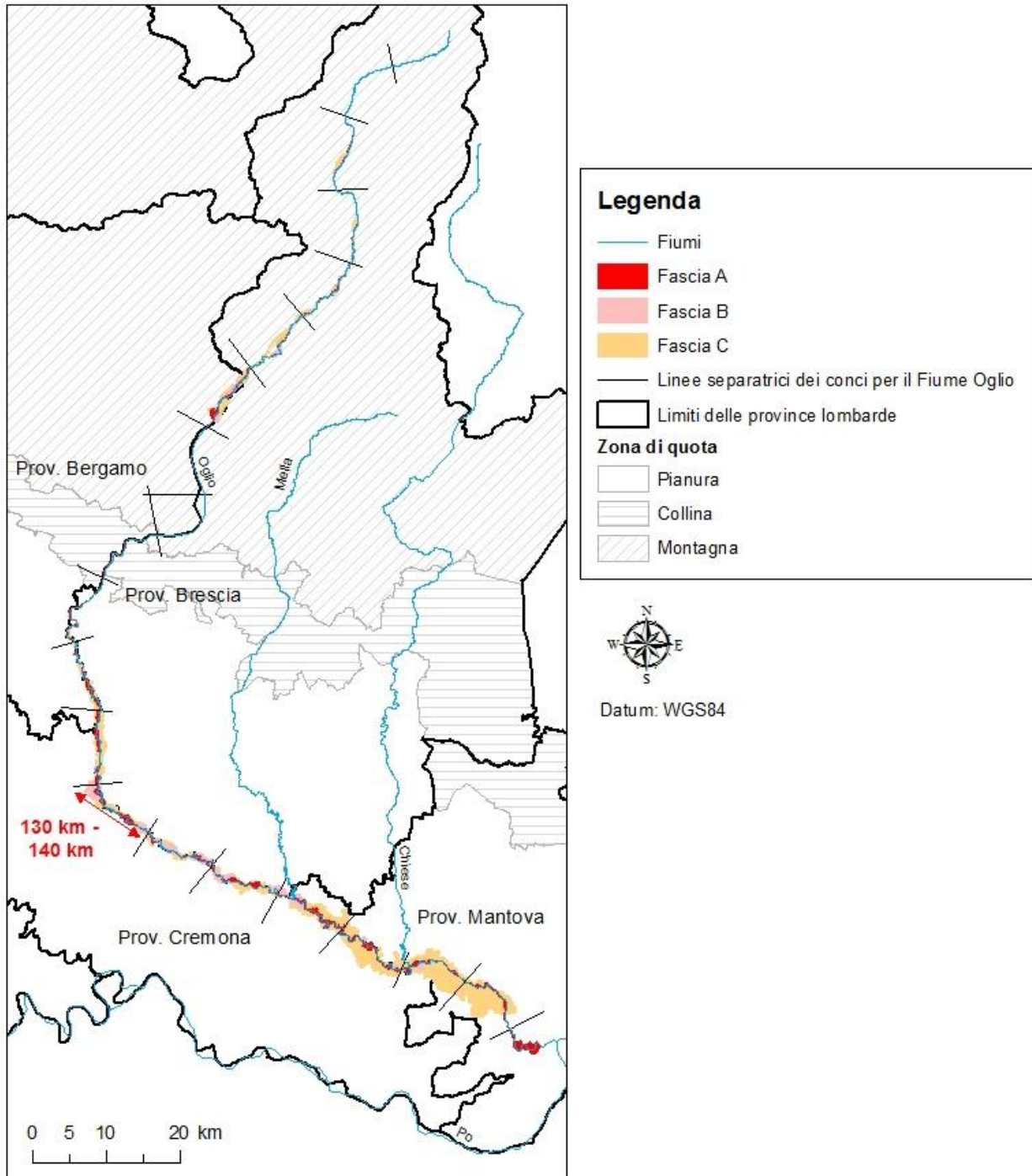
Figura 6.13: Tratto delle fasce A e B del Fiume Oglio oggetto del primo PSFF



Fonte: Da PAI, Elaborato 6: Cartografia di Piano, Tav. 3

La Figura 6.14 cartografa le fasce del Po e i vari concii. Viene anche evidenziato il concio compreso tra le distanze di 135 km e 145 km che come si vedrà al *paragrafo 6.3.c* ha subito delle forti dinamiche delle aree urbanizzate in sponda destra tra il 1999 e il 2007.

Figura 6.14: Fasce fluviali dell'Oglio e delimitazione dei concii



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica e Istat

6.3.b - Studio delle dinamiche delle aree urbanizzate nelle fasce A e B lungo la sponda sinistra dell' Oglio

I Grafici 6.9, 6.10 e 6.11 (pp. 180-182) riportano gli andamenti lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio per le fasce A e B aggregate e separate di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ e di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$. Per queste curve, che presentano tutte e tre andamenti simili, sono state messe in evidenza due parti distinte: una prima parte che presenta forti dinamiche delle aree urbanizzate e una seconda parte dove le dinamiche sono più moderate.

Dal Grafico 6.12 (p.183), si osserva che i valori dei coefficiente di copertura urbanizzata nel 1999 superano la soglia del 5% in fascia A in montagna e in collina e superano la soglia del 10% in fascia B in montagna, dove si rilevano anche le dinamiche delle aree urbanizzate più elevate.

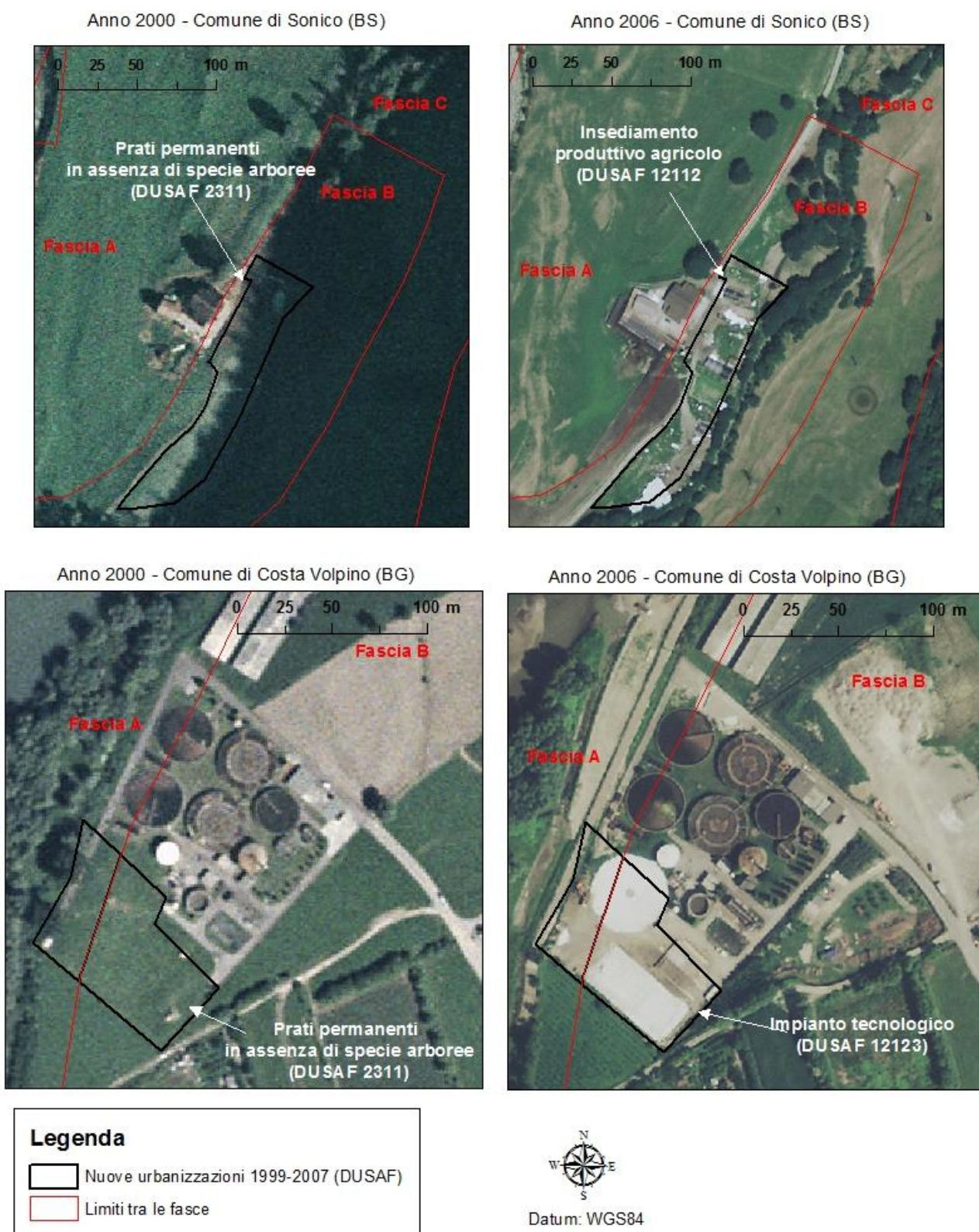
Nella trattazione successiva è stata svolta un'analisi delle dinamiche delle aree urbanizzate nelle due parti evidenziate per le curve.

- **Parte 1: 20 km –110 km** (ad esclusione del tratto compreso tra 70 km e 90 km dove è presente il lago d'Iseo)

Si rilevano nella **parte montana** e nel primo concio della zona di pianura **forti dinamiche** delle aree urbanizzate. Per il primo concio compreso tra le distanze di 20 km e 30 km il tasso di variazione è addirittura pari a 458% (non è riportato in Grafico 6.10 essendo fuori scala), il che è dovuto a un ampliamento di un insediamento produttivo agricolo in fascia B in comune di Sonico (Figura 6.15). Dal Grafico 6.9 si vede che tre dei cinque concetti di montagna ammettono valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ superiori all'1%. Analizzando i Grafici per le fasce separate ci si accorge che complessivamente (ad eccezione del concio compreso tra le distanze di 40 km e 50 km) i tassi di variazione della superficie urbanizzata e i valori di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$, $T\text{var}_{\text{urb}}$ e Var_{urb} sono maggiori in **fascia B** rispetto alla fascia A dove la pericolosità è più elevata. In Figura 6.15 viene riportato a titolo di esempio l'ampliamento di un impianto tecnologico in comune di Costa Volpino, comune che ammette una classe di criticità di grado 4 per le aree urbanizzate per entrambi le fasce A e B (classi di criticità definite al paragrafo 5.3): gli impianti tecnologici essendo quasi sempre di interesse pubblico, si assume che questo intervento sia consentito dalle disposizioni del PAI.

Anche per il **primo tratto della zona di pianura**, a livello del concio compreso tra le distanze di 100 km e 110 km si rilevano aumenti teorici rilevanti della superficie urbanizzata in **fascia A**. Tuttavia, il confronto delle ortofoto 2000 e 2006 per le aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate non ha messo in evidenza aumenti reali della superficie urbanizzata: le dinamiche appaiono in realtà nulle in questo concio.

Figura 6.15: Aumenti delle aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B in sponda sinistra dell'Oglio in montagna



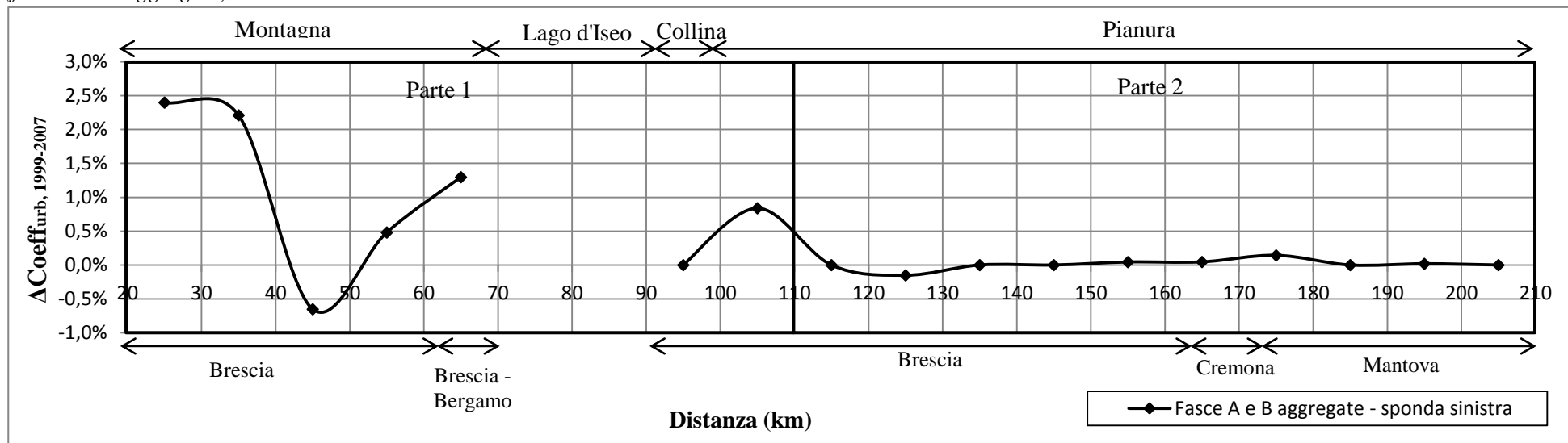
Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

➤ **Parte 2: 110 km – 210 km**

In questo tratto le curve si appiattiscono sia per le fasce A e B aggregate che per le fasce A e B separate. $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}}$ rimane molto basso in tutti in concii ossia inferiore al 0,2% e ad eccezione del concio compreso tra le distanze di 170 km e 180 km $T\text{var}_{\text{urb}}$ è sempre contenuto ossia inferiore al 7,4%. Si rileva infatti un picco più marcato ad una distanza di 175 km. Infatti, il DUSAF indica per questo concio un intervento di ampliamento del tessuto residenziale sparso in comune di Canneto sull'Oglio che il confronto tra le ortofoto 2000 e 2006 non riesce tuttavia a catturare: l'area appare già urbanizzata nel 2000.

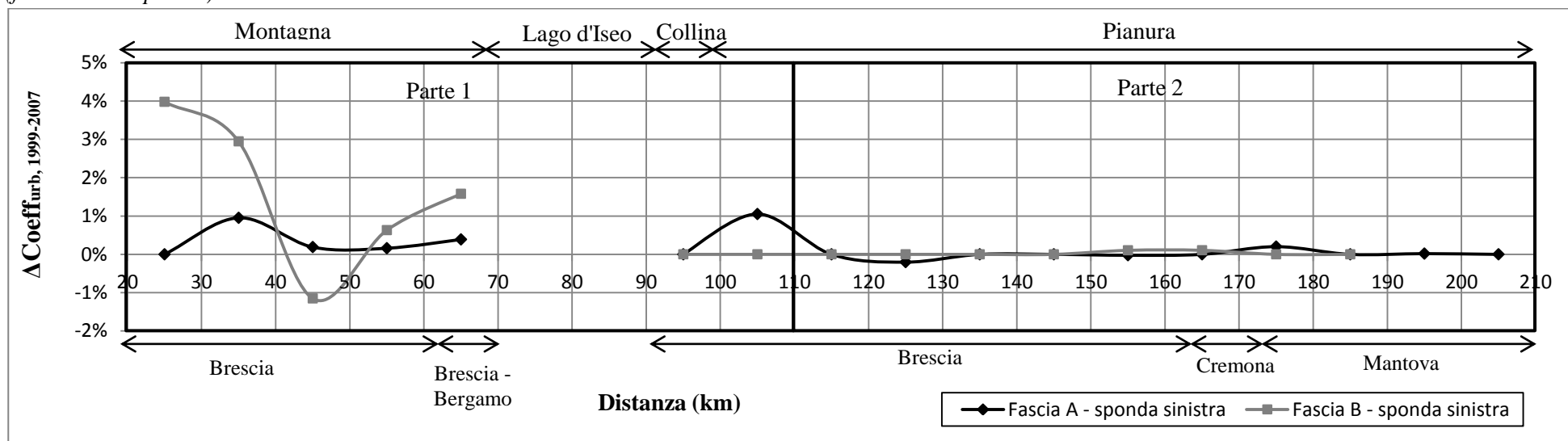
Grafico 6.9: Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio

(fasce A e B aggregate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

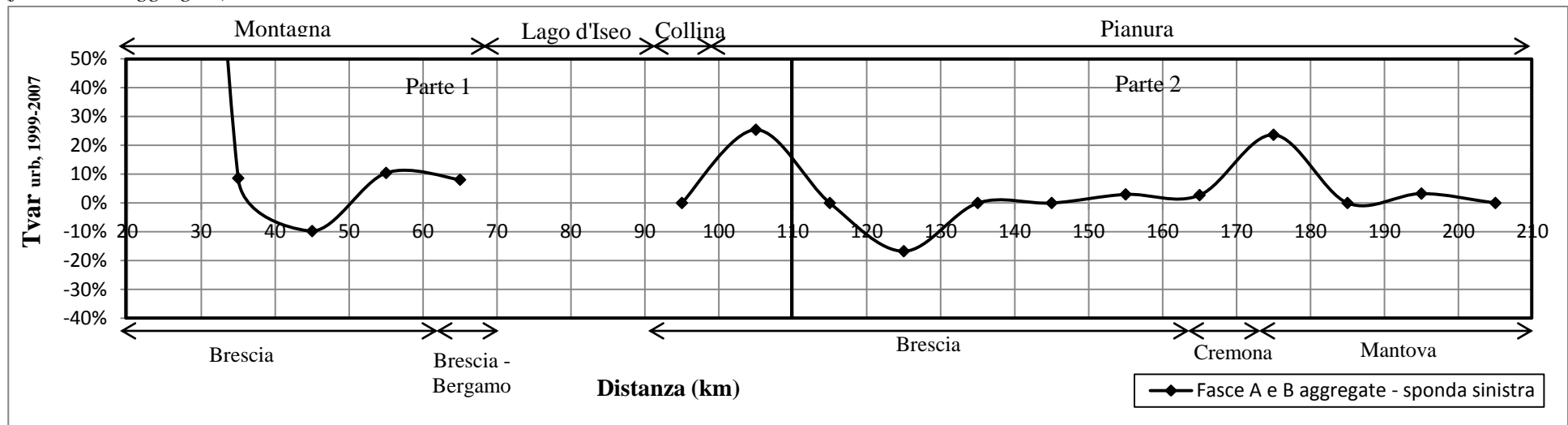
(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

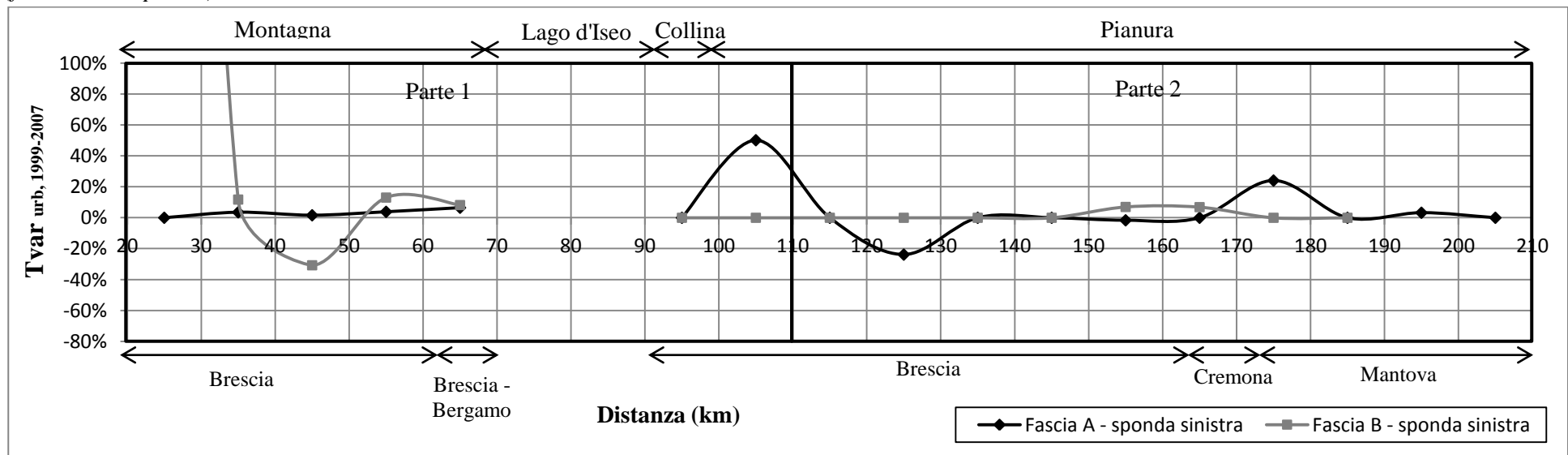
Grafico 6.10: Andamento di $Tvar_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio

(fasce A e B aggregate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

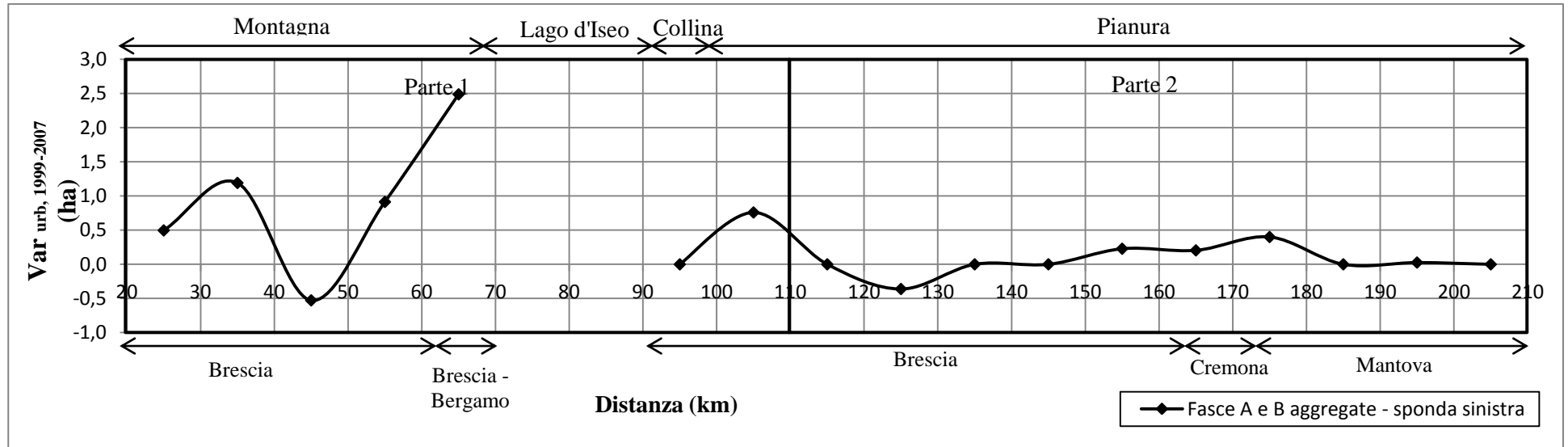
(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

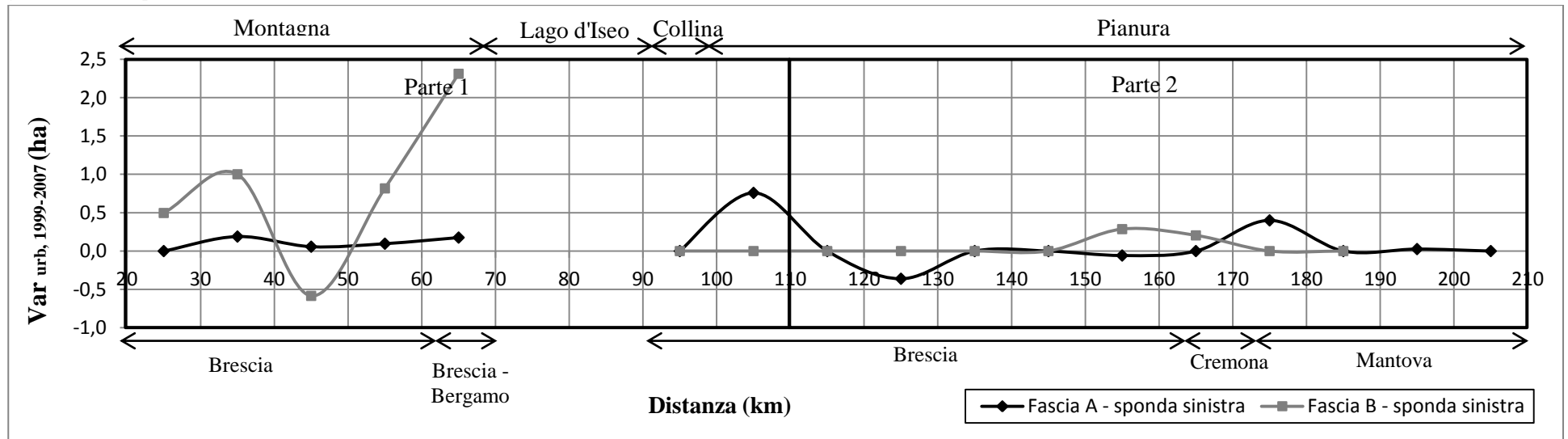
Grafico 6.11 : Andamento di $Var_{urb,99-07}$ in ettari nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio

(fasce A e B aggregate)



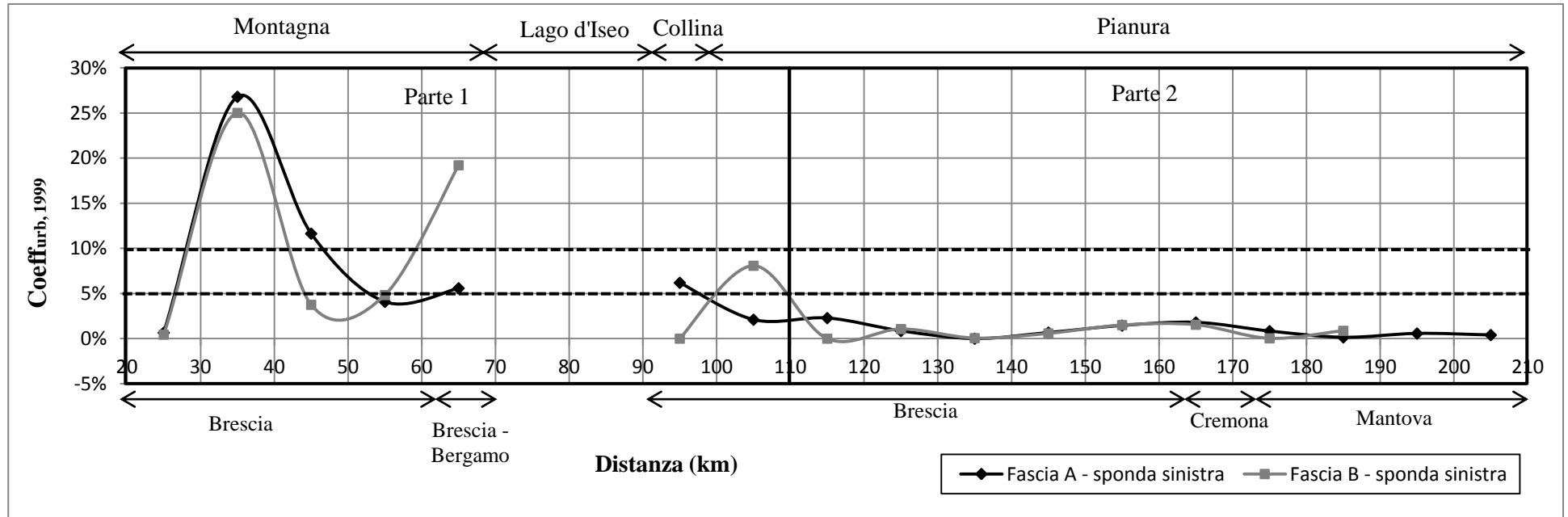
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 6.12 : Andamento di $Coeff_{urb,99}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

6.3.c - Studio delle dinamiche delle aree urbanizzate nelle fasce A e B lungo la sponda destra del Oglio

I Grafici 6.13, 6.14 e 6.15 (pp. 189-191) riportano gli andamenti lungo la sponda destra del Fiume Oglio per le fasce A e B aggregate e separate di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$ e di $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$. L'analisi dei grafici per le **fasce A e B aggregate**, che mostrano le stesse tendenze, ha messo in evidenza cinque parti nelle curve che corrispondono a cinque famiglie di andamenti. A differenza della sponda sinistra non si rilevano dinamiche elevate delle aree urbanizzate nelle fasce del Fiume Oglio soltanto nel tratto di monte del Fiume Oglio ma anche più a valle nella zona di pianura e quindi all'interno del Parco dell'Oglio Nord.

Dal Grafico 6.16 (p. 192), si osserva come per la sponda destra che i valori del coefficiente di copertura urbanizzata nel 1999 superano la soglia del 5% in fascia A in montagna e in collina dove le densità abitative sono elevate (paragrafo 3.2) e supera la soglia del 10% in fascia B in montagna.

➤ **Parte 1: 20 km - 40 km**

A differenza della sponda sinistra, nei due primi conchi la superficie urbanizzata non aumenta tra il 1999 e il 2007 sia in fascia A che in fascia B.

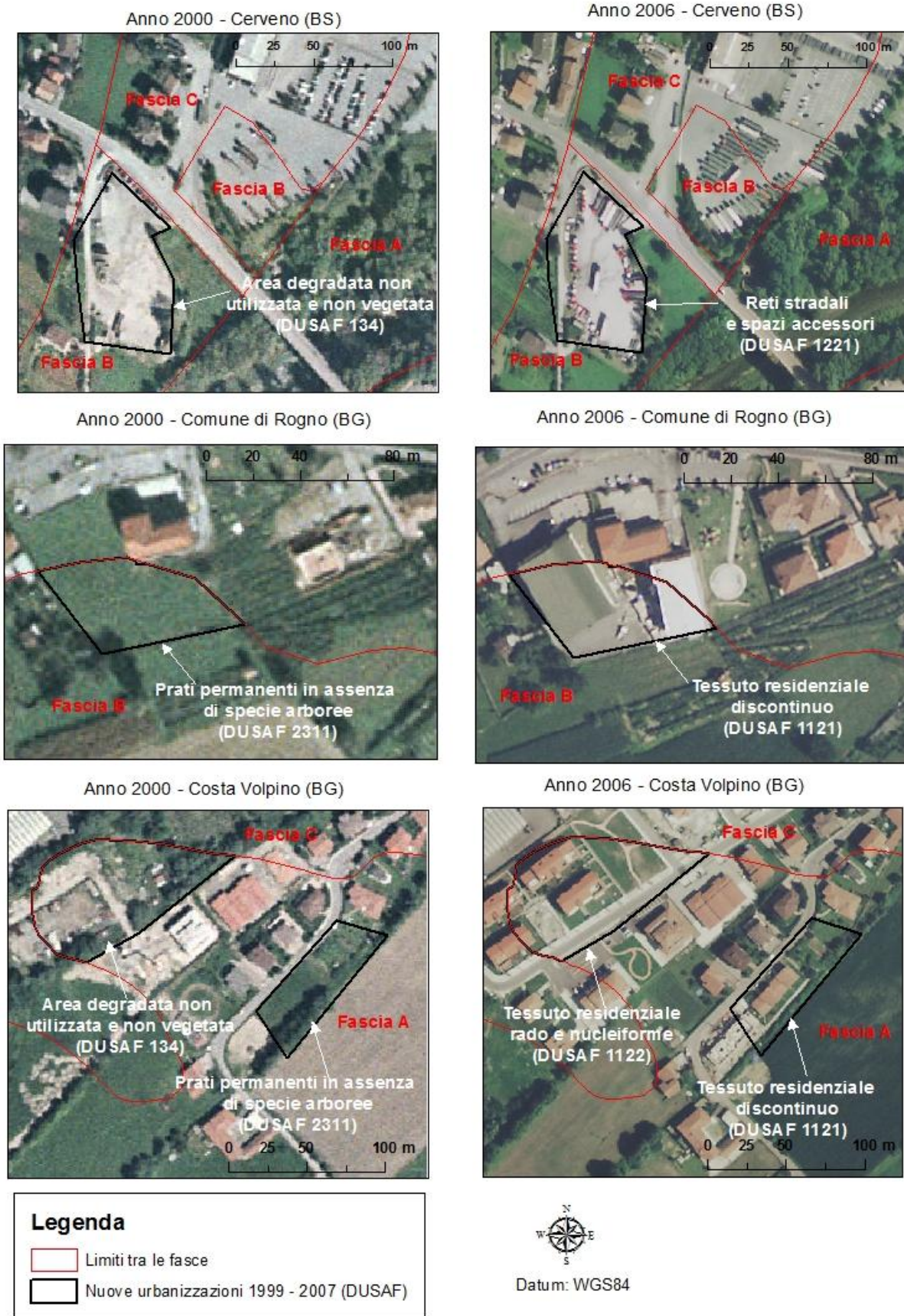
➤ **Parte 2: 40 km – 70 km**

Come per la sponda sinistra, si osservano dinamiche elevate nella seconda parte delle curve. Tuttavia, il consumo di suolo appare dalle analisi DUSAF più moderato in sponda destra rispetto alla sponda sinistra. A differenza della sponda sinistra dove la superficie urbanizzata è aumentata per quattro dei cinque conchi di montagna, in sponda destra questo accade per solo due conchi.

Si rilevano aumenti del tessuto residenziale come mostrato in *Figura 6.16* dove sono riportati a titolo di esempio aumenti in comune di Rogno e in comune di Costa Volpino dove è anche stato messo in evidenza l'ampliamento di un impianto tecnologico in sponda sinistra in *Figura 6.15* (il comune di Costa Volpino è presente sia in sponda sinistra che in sponda destra del Fiume Oglio). Questo ultimo comune che ammette una classe di criticità di grado 4 per le aree urbanizzate per entrambi le fasce A e B (classi di criticità definite al *paragrafo 5.3*) e ammette un valore di densità abitativa elevato ossia superiore a 500 ab/km² che potrebbe permettere di interpretare gli aumenti osservati oltre al contesto morfologico (zona di montagna). Al *paragrafo 6.5* è presentato un approfondimento per gli interventi di nuova urbanizzazione nei comuni di Rogno e Costa Volpino riportati in *Figura 6.16*.

La *Figura 6.16* riporta anche la comparsa di un parcheggio (1221), ossia di un'opera pubblica o di interesse pubblico, su un area degradata non utilizzata e non vegetata (134) in comune di Cerveno.

Figura 6.16: Aumenti delle aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B in sponda destra dell'Oglio in montagna



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

➤ **Parte 3: 90 km – 130 km**

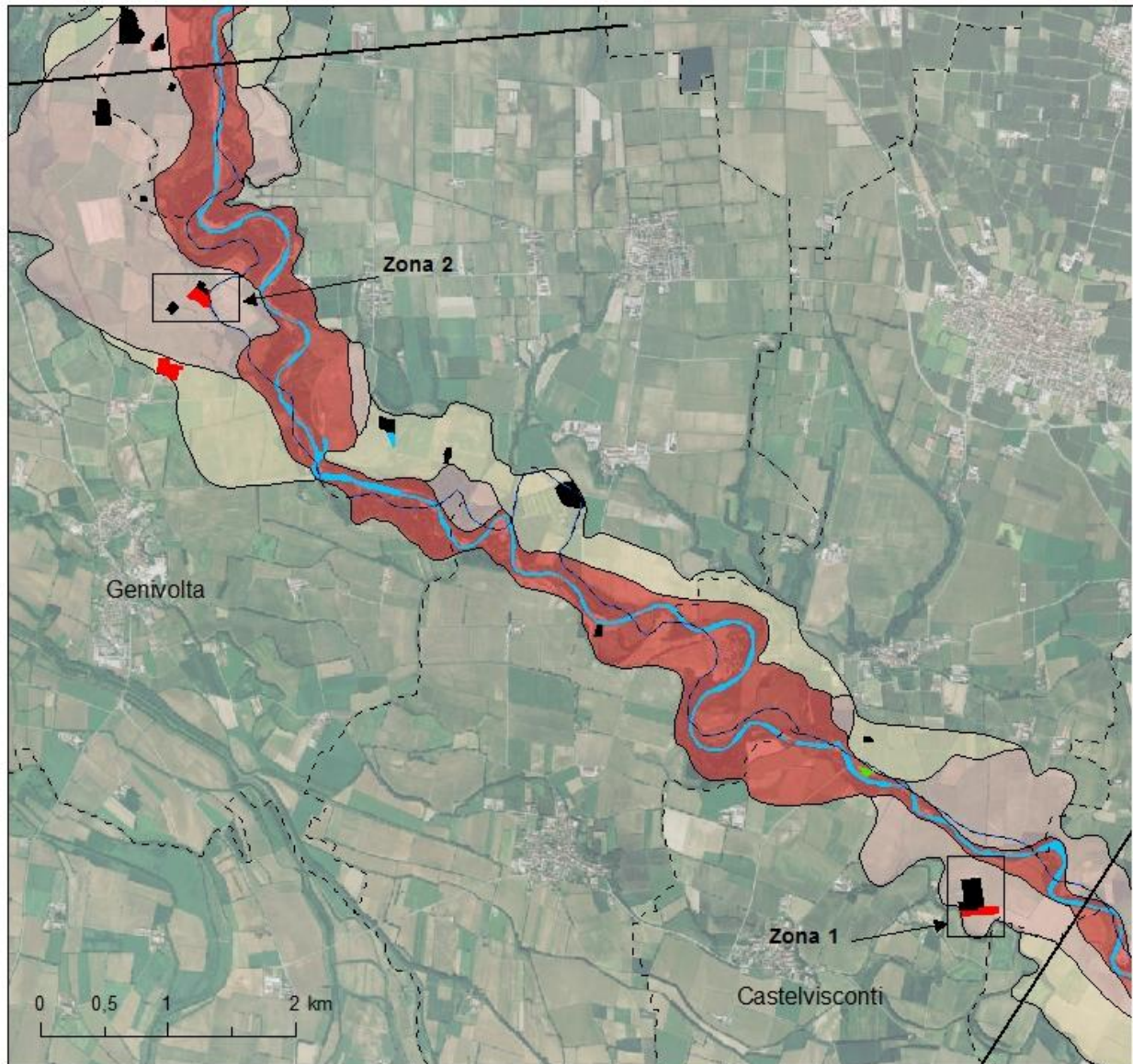
Nella zona di collina e nel primo tratto della zona di pianura si rilevano aumenti contenuti della superficie urbanizzata ad eccezione di un picco ad una distanza di 105 km dovuto ad un incremento in fascia A come nelle curve per la sponda sinistra. Tuttavia, come in sponda sinistra non si osservano in realtà aumenti della superficie urbanizzata dal confronto con le ortofoto 2000 e 2006.

➤ **Parte 4: 130 km – 160 km**

A differenza della sponda sinistra, si rilevano in questa parte delle curve notevoli dinamiche delle aree urbanizzate, in particolare tra le distanze di 130 km e 150 km in Provincia di Cremona: alla distanza di 135 km si rileva un picco nei tracciati per la fascia B e alla distanza di 145 km per la fascia A. Tuttavia, gli aumenti della superficie urbanizzata nel concio compreso tra le distanze di 140 km e 150 km non vengono verificati con l'analisi delle ortofoto 2000 e 2006.

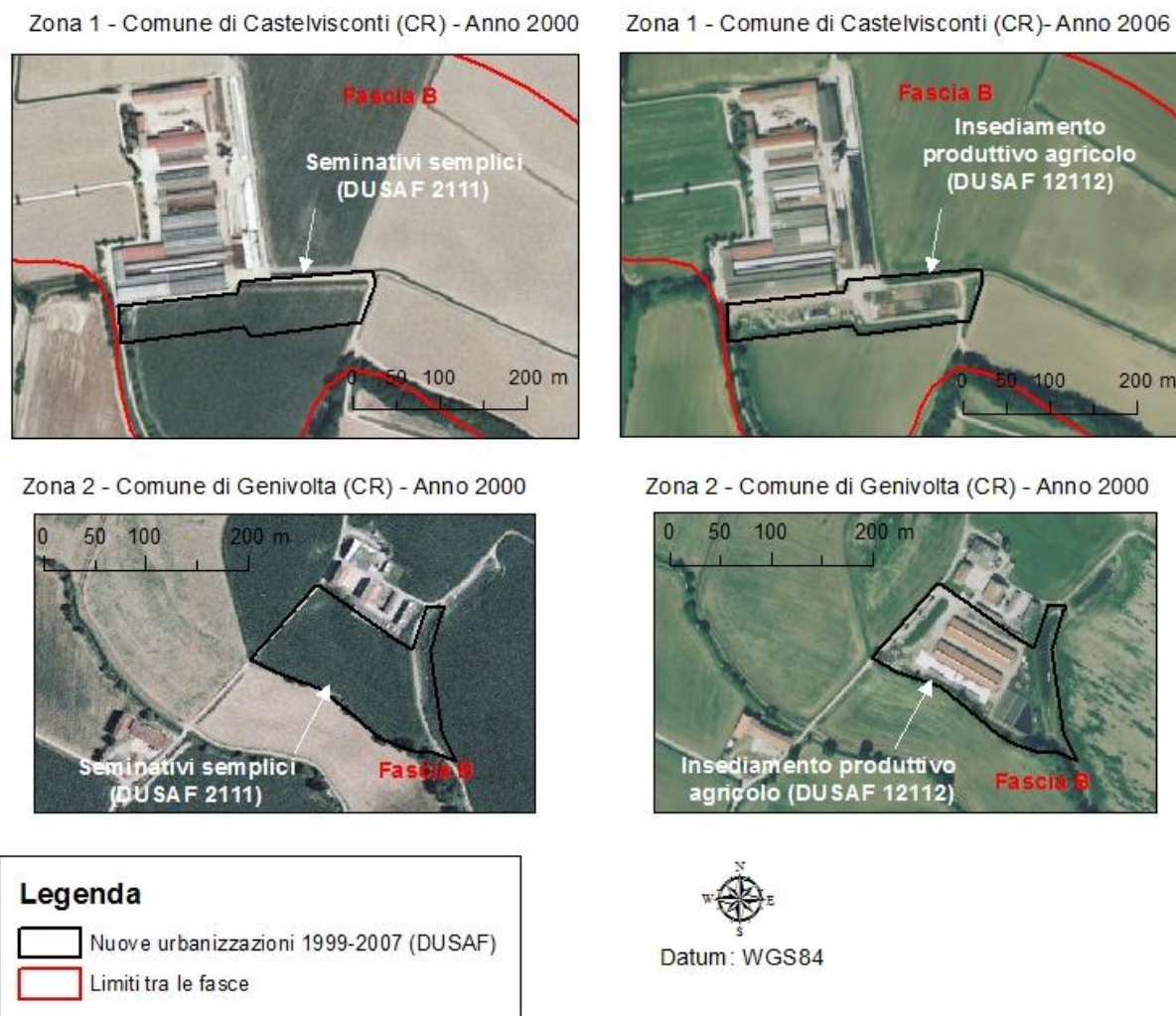
Si osservano invece delle criticità nel concio compreso tra le distanze di 130 km e 140 km dove si rilevano due ampliamenti di insediamenti produttivi agricoli (*Figure 6.17 e 6.18*) in fascia B nei comuni di Genivolta e di Castelvisconti. Si nota che in questi comuni il tasso di variazione della popolazione tra il 1999 e il 2007 appare negativo (il -0,1% per Genivolta e il -2,5% per Castelvisconti): si tratta di esempi di comuni per i quali si rileva un aumento della superficie urbanizzata nelle fasce con in particolare una criticità per le aree urbanizzate di grado 2 in fascia B mentre il tasso di variazione della popolazione è negativo.

Figura 6.17: Aree urbanizzate nel 1999 e nuove urbanizzazioni tra il 1999 e il 2007 nelle fasce dell'Oglio nel concio compreso tra 130 km e 140 km



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Figura 6.18: Confronto tra le Ortofoto del 2000 e del 2006 delle zone 1 e 2 individuate in Figura 6.17



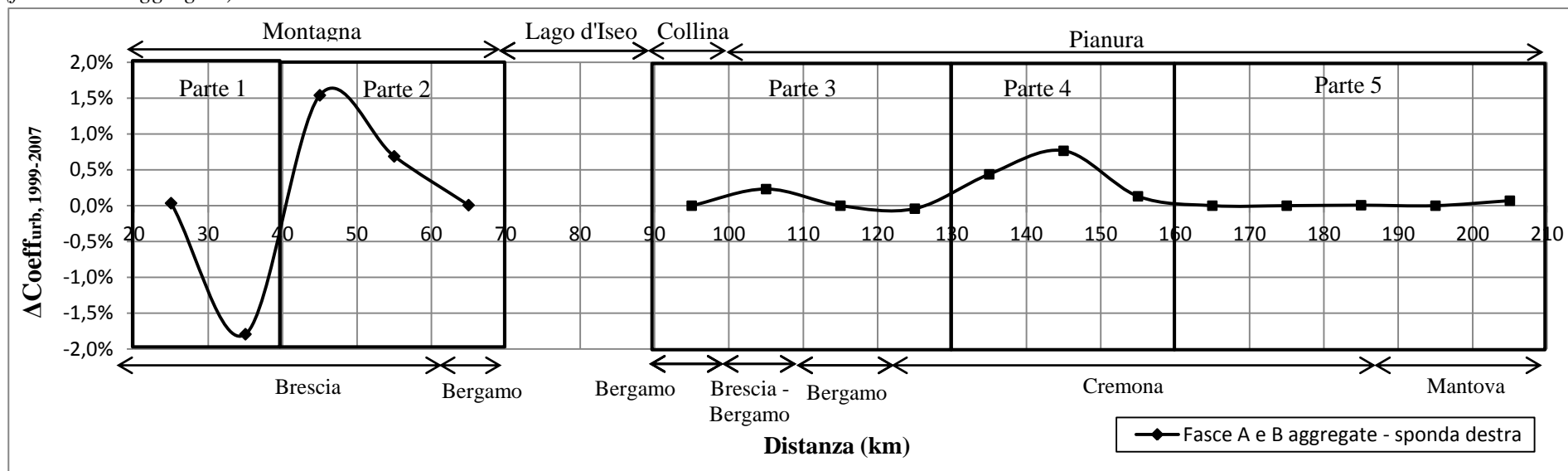
Fonte: elaborazioni da dati dell' AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

➤ **Parte 5: 160km – 210 km**

In questo tratto che si estende dalla confluenza con il Mella all'immissione in Po e che ricade all'interno del parco dell'Oglio Sud, come per la sponda sinistra le dinamiche sono molto basse. Si ricorda che questo tratto è stato oggetto del primo PSFF.

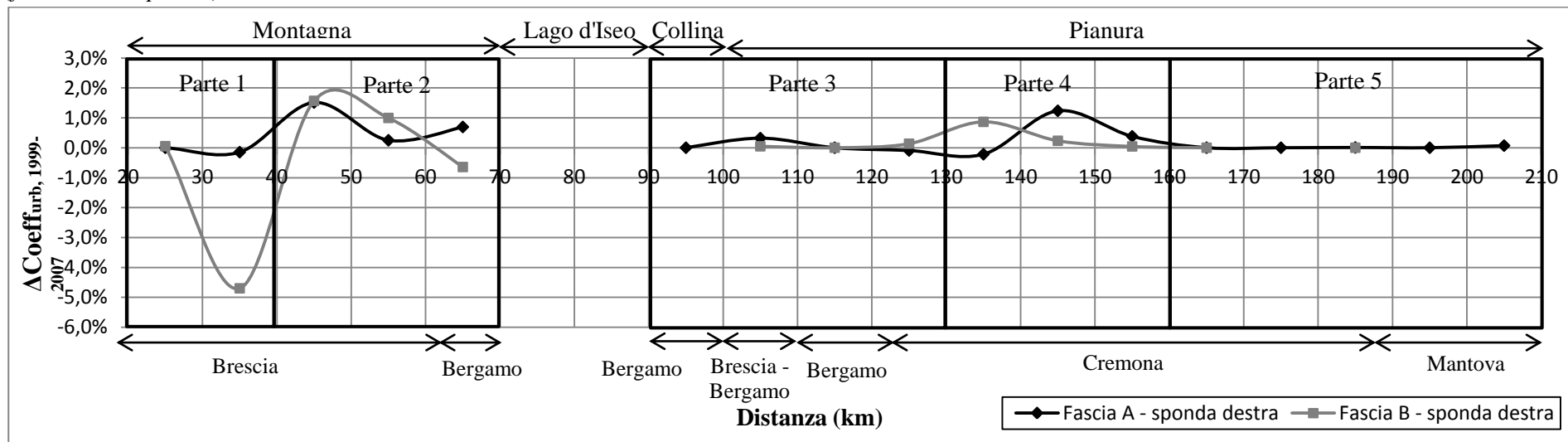
Grafico 6.13 : Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio

(fasce A e B aggregate)



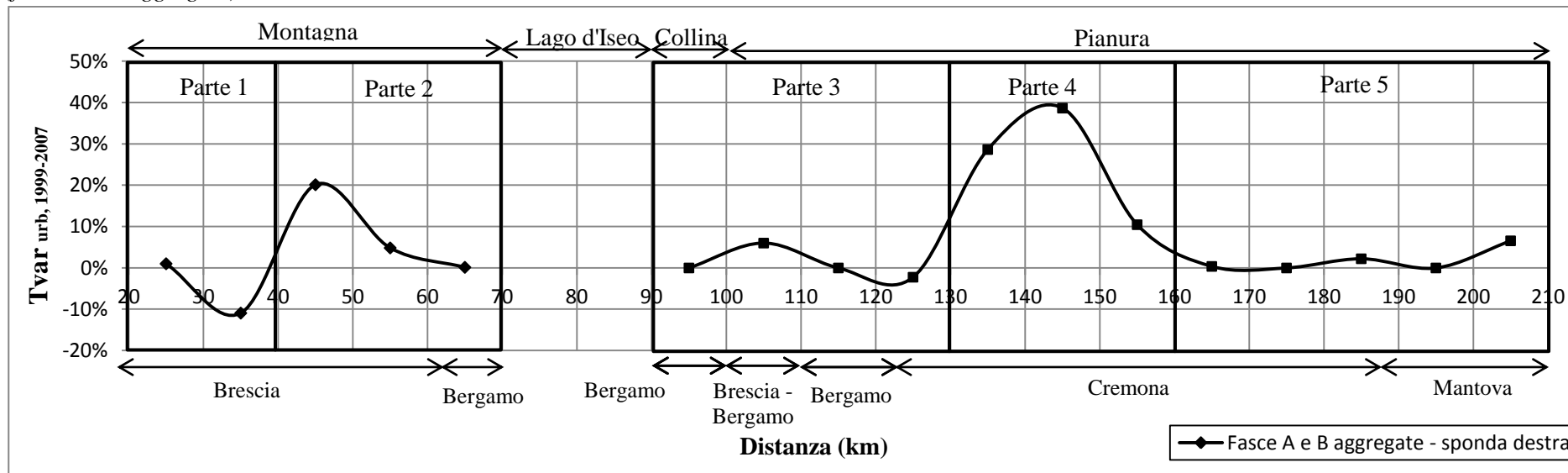
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

(fasce A e B separate)



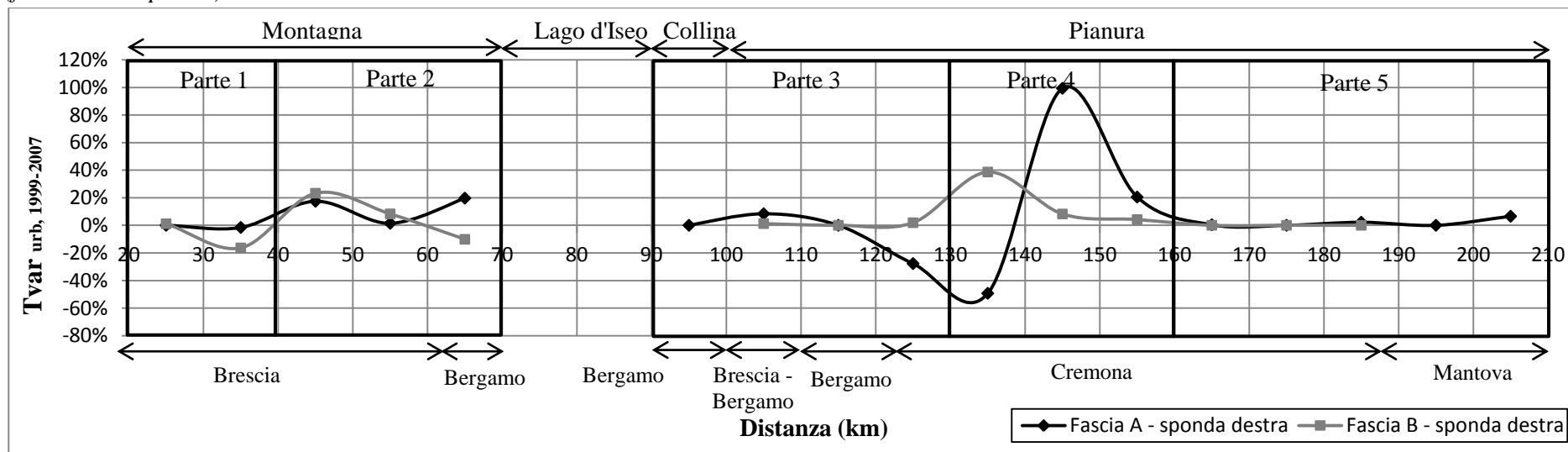
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 6.14 : Andamento di $Tvar_{urb,99-07}$ nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio (fasce A e B aggregate)



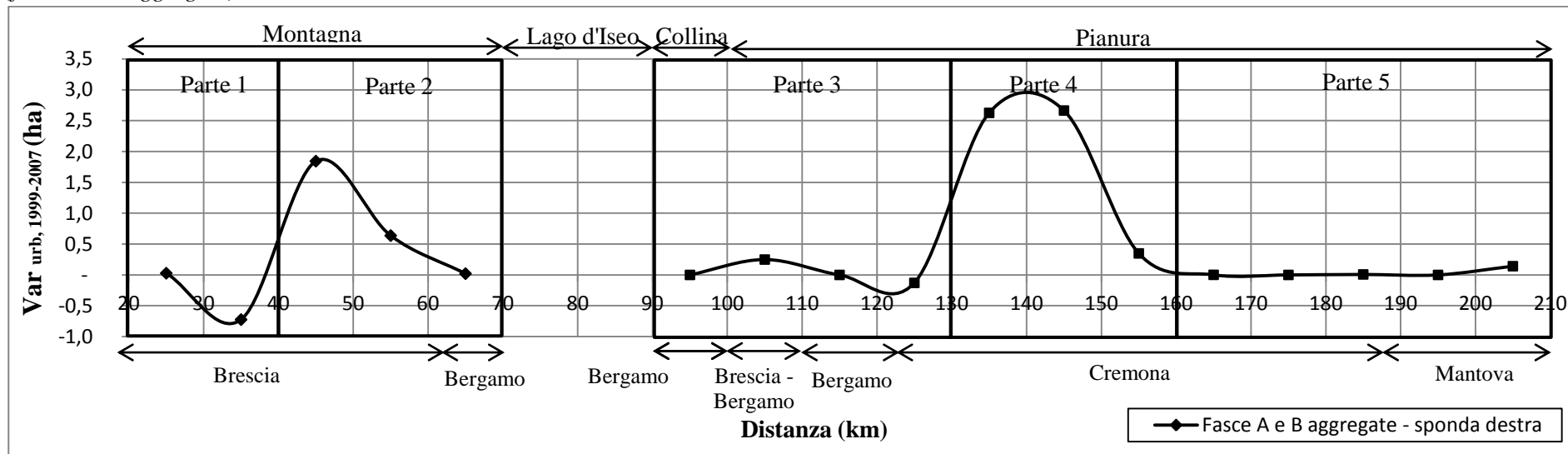
Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

(fasce A e B separate)



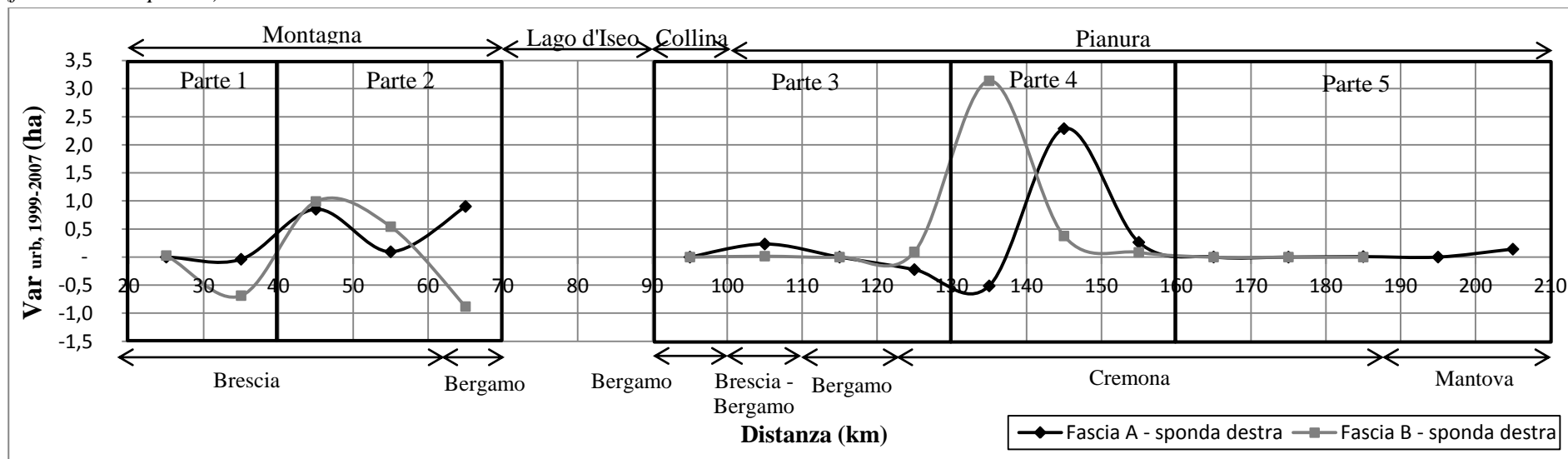
Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 6.15: Andamento di $Var_{urb,99-07}$ in ettari nelle fasce A e B aggregate e separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio (fasce A e B aggregate)



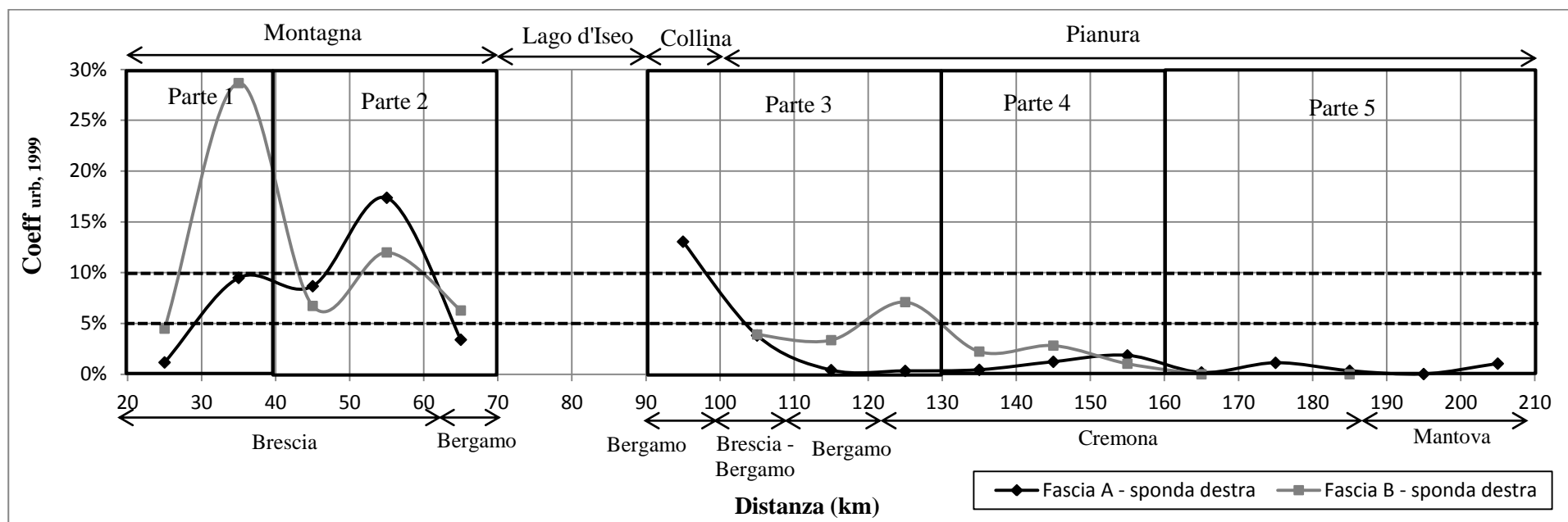
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

(fasce A e B separate)



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Grafico 6.16: Andamento di $Coeff_{urb,99}$ nelle fasce A e B separate lungo la sponda destra del Fiume Oglio



Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

6.3.d - Sintesi delle analisi per l'Oglio

Nelle fasce A e B dell'Oglio si rilevano forti dinamiche in **montagna** e invece dinamiche basse in pianura ad eccezione del concio compreso tra le distanze di **130 km e 140 km** per il quale si rilevano **ampliamenti di impianti produttivi agricoli** in fascia B di sponda destra all'interno del Parco dell'Oglio Nord (CR). Le dinamiche sono basse nel tratto terminale dell'Oglio tra la confluenza con il Mella e l'immissione in Po dove i vincoli in fascia A e B si applicano dal 1999 (primo PSFF).

Oltre a aumenti di insediamenti produttivi agricoli, reti stradali o impianti tecnologici nelle fasce A e B dell'Oglio, si rilevano in montagna casi di aumento del tessuto residenziale come illustrato in *Figura 6.16* la cui interpretazione richiede uno studio approfondito. Al *paragrafo 6.5* vengono analizzati gli aumenti in comune di Costa Volpino e di Rogno riportati in *Figura 6.16*.

6.4 - Verifica degli errori e incertezze della base dati utilizzata

6.4.a - Classificazione degli errori e incertezze incontrati in fascia A e B

Lo studio svolto di confronto delle ortofoto 2000 e 2006 del Geoportale nazionale [S5] per le aree **di fascia A e B** per le quali il DUSAF indica una transizione verso le aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007, ha messo in evidenza i limiti della base dati nel riconoscere le effettive variazioni della superficie urbanizzata in fascia A e B.

Le aree per le quali la base dati indica una transizione teorica verso le classi di copertura DUSAF urbanizzate (11 e 12) in fascia A e B per i Fiumi Oglio e Po sono state analizzate e classificate in cinque categorie a seconda del fatto che si rilevi da ortofoto una reale comparsa di superfici urbanizzate (Categoria 0) o che in realtà non si osservi un ampliamento della superficie urbanizzata (Categorie 1 a 4).

Mentre gli errori di Categoria 1 sono dovuti al dato delle **fasce fluviali** (dato AdbPo), gli errori e incertezze di Categoria 2, 3 e 4 sono dovuti alla **base dati DUSAF**.

➤ Categoria 0

L'area **ricade nelle fasce A e/o B** e ha veramente subito un processo di **urbanizzazione**. Infatti, mentre non si rilevano urbanizzazioni da ortofoto 2000 si nota una comparsa di urbanizzazioni da ortofoto 2006. Vengono anche classificate in questa categoria le aree per le quali si rilevano già urbanizzazioni da ortofoto 2000 ma che sono classificate come **cantieri** dal DUSAF nel 1999: si assume che per queste aree le urbanizzazioni sono comparse tra il 1999 e il 2000.

➤ Categoria 1

L'area appare collocata **fuori dalle fasce di esondazione**: da ortofoto, si osserva che per certi tratti il limite esterno delle fasce A e B di esondazione non coincide con l'argine ma è spostato. La *Figura 6.19* riporta un esempio di aumento della superficie urbanizzata in fascia C che viene contabilizzato come aumento in fascia A nella base dati dal fatto che il limite tra la fascia A e la fascia C appare spostato di circa 20m rispetto all'argine visibile da ortofoto.

La precisione planimetrica del dato delle fasce fluviali è quindi più bassa di un dato alla scala 1/10.000 (risoluzione di 2m) come viene indicato sul Geoportale dalla Lombardia dove il dato è stato scaricato [S4]. Si nota che la distanza rilevata tra i limiti esterni delle fasce di esondazione e gli argini non è costante lungo tutto il fiume Po e quindi non si tratta di un semplice problema di traslazione del dato. Come evidenziato in *Figura 6.20*, il limite della fascia appare corretto per certi tratti;

Si nota che si può rilevare questa tipologia di errore soltanto laddove i fiumi sono arginati ovvero lungo quasi tutto l'asta del Po in Lombardia e dalla confluenza del Fiume Mella all'immissione in Po per l'Oglio.

Figura 6.19: Esempio di aumento della superficie urbanizzata in **fascia C** di cui una parte viene contabilizzata per la **fascia A** a causa dello spostamento del limite tra la fascia A e la fascia C

Anno 2000 - Comune di Bagnolo San Vito (MN)



Anno 2006 - Comune di Bagnolo San Vito (MN)



Legenda

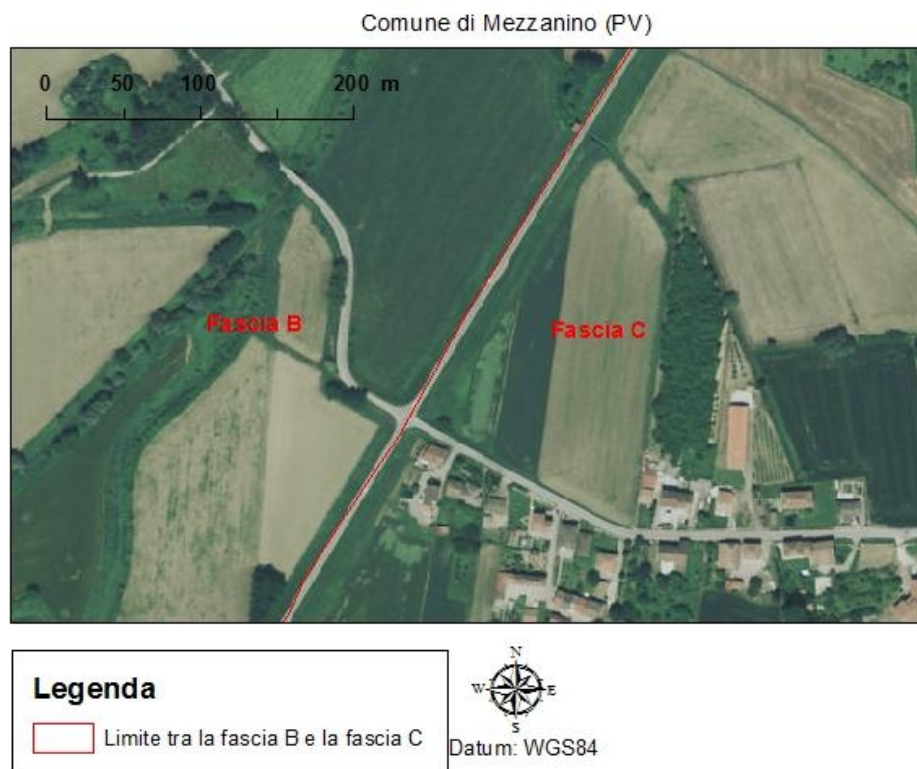
- Limiti delle fasce fluviali
- Nuove urbanizzazioni 1999 - 2007 (DUSAF)
- Aree urbanizzate 1999 (DUSAF)



Datum: WGS84

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Figura 6.20: Esempio di tratto dove il tracciato del limite tra la fascia B e la fascia C è coerente con la posizione dell'argine



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Categoria 2

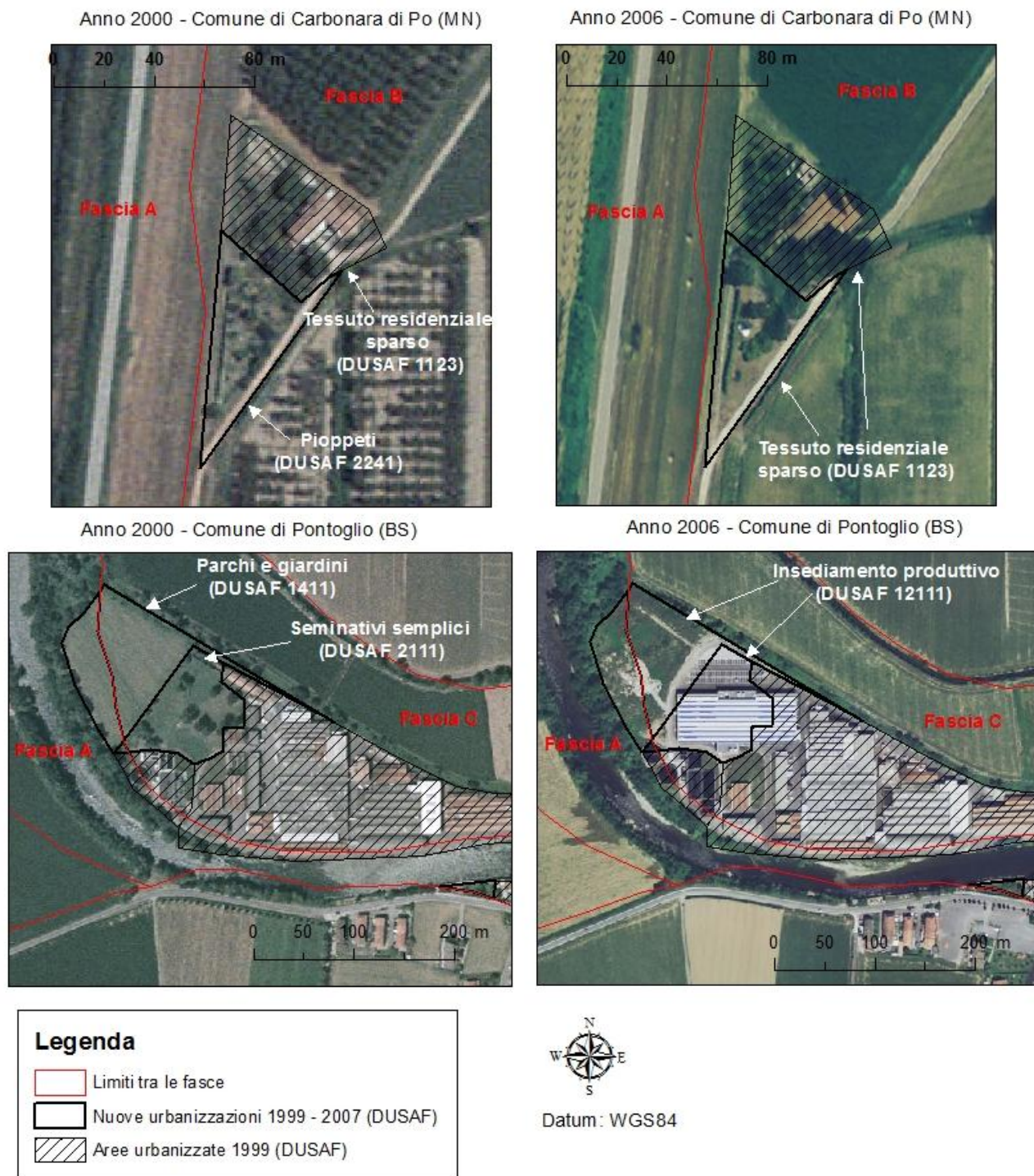
L'area è stata riconosciuta come urbanizzata dal DUSAF nel 2007 in quanto **spazio annesso** a edifici o impianti che sia erano già presenti nel 1999 nelle fasce A o B o fuori dalle fasce di esondazione, sia sono comparsi tra il 1999 e il 2007 ma fuori dalle fasce di esondazione.

Infatti, le aree urbanizzate edificate (classi 111, 112 e 121) non comprendono soltanto le superfici coperte da edifici o impianti ma anche spazi annessi artificializzati (viabilità, parcheggi, spazi annessi accessori, binari per trasporto merci per impianti industriali) e non artificializzati. Ad esempio, per il tessuto residenziale sparso le superfici artificializzate coprono soltanto tra il 30% e il 10% della superficie totale dell'unità cartografata (*Appendice 1*).

Si rilevano variazioni nell'interpretazione di alcuni spazi annessi la cui classificazione cambia tra il 1999 e il 2007. Ad esempio, la *Figura 6.21* individua in comune di Carbonara di Po una transizione da pioppeto (2241) a tessuto residenziale sparso (1123) mentre in realtà l'area non viene urbanizzata ma viene semplicemente considerata come spazio annesso agli edifici nel 2007 mentre veniva confusa con i pioppeti presenti nell'intorno nel 1999. Si verifica dalle immagini Google Earth che l'area non ha subito cambiamenti di copertura tra il 2000 e il 2012 (*Figura 6.22*).

Il secondo esempio riportato in *Figura 6.21* mostra un ampliamento degli edifici della fabbrica di velluti Pontoglio S.P.A in fascia C. Viene tuttavia riconosciuta come spazio annesso agli impianti un'area che ricade in fascia A e che in realtà non è stata urbanizzata. Si verifica da immagine Google Earth che l'area in fascia A non è urbanizzata nel 2012 (*Figura 6.22*).

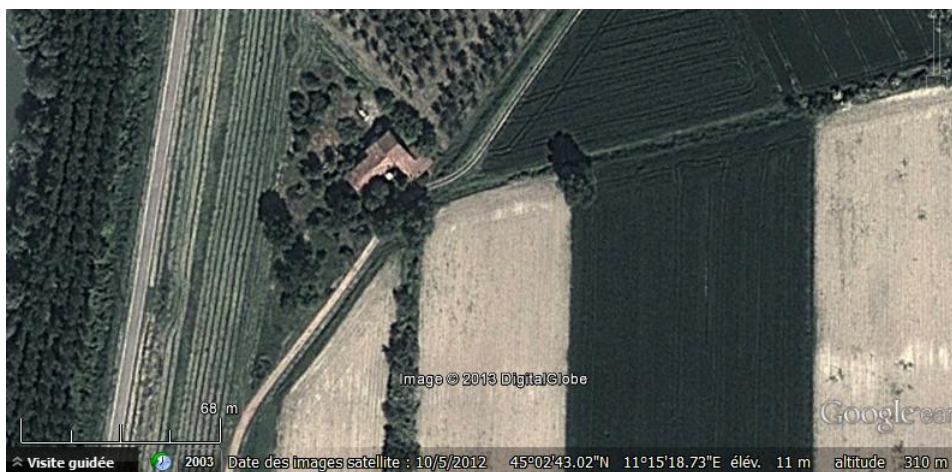
Figura 6.21: Esempi di aumenti di spazi annessi agli edifici nelle fasce A e B



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Figura 6.22: Immagini Google Earth per le due aree individuate in Figura 6.21

Anno 2012 – Comune di Carbonara Po



Anno 2012 – Comune di Pontoglio



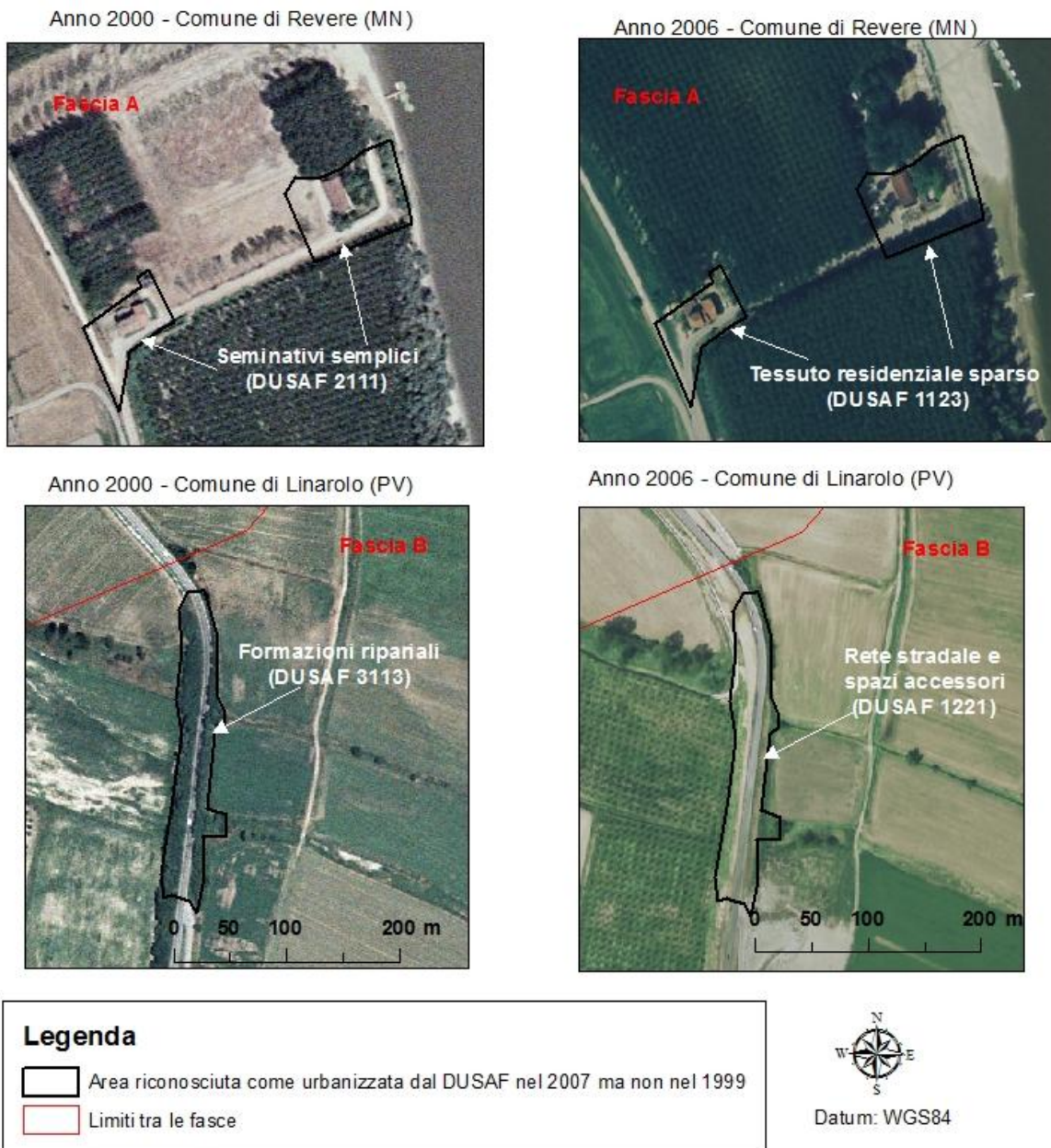
➤ **Categoria 3**

L'area appare **già urbanizzata da ortofoto 2000** e il DUSAF non rileva la presenza di cantieri nel 1999. Per questa tipologia di area, sia l'urbanizzazione è avvenuta tra il 1999 e il 2000 e quindi l'aumento non può essere rilevato da ortofoto, sia si tratta di problemi di classificazione o riconoscimento del DUSAF e l'area non stata in realtà urbanizzata tra il 1999 e il 2007.

Infatti, la precisione tematica del DUSAF (UMR) non permette di riconoscere le coperture delle aree che hanno un'estensione minore di 0,16 ettari e le strade che hanno una larghezza minore di 25 m (*Appendice I*). A seconda delle coperture presenti nell'intorno degli edifici o delle reti di trasporto, queste aree urbanizzate possono venire riconosciute o meno dal DUSAF. Dalla *Figura 6.23* che presenta tre esempi di aree che entrano nella Categoria 3 nelle fasce del Fiume Po, si vede infatti che le coperture presenti intorno alle aree urbanizzate variano tra il 1999 e il 2007. In comune di Revere gli edifici erano circondati da seminativi semplici nel 1999 e da pioppeti nel 2007. In comune di Linarolo la presenza di alberi sul lungo strada rendeva quest'ultima poco visibile e quindi presumibilmente di larghezza troppo ridotta per essere rilevata dal DUSAF. Per quanto riguarda l'area portuale in comune di Ostiglia, la variazione dell'area idrica tra le riprese DUSAF per il 1999 e il 2007 potrebbe incidere sul riconoscimento o meno di questa copertura urbanizzata.

Occorrerebbe disporre di ortofoto che coincidano con le date delle riprese per le versioni del DUSAF per potere determinare con certezza, se le aree hanno subito realmente un aumento della superficie urbanizzata oppure se l'aumento rilevato dalla base dati è dovuto ai limiti della base DUSAF.

Figura 6.23: Esempi di aree per le quali il DUSAF riconosce una transizione verso aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 mentre appaiono già urbanizzate da ortofoto 2000

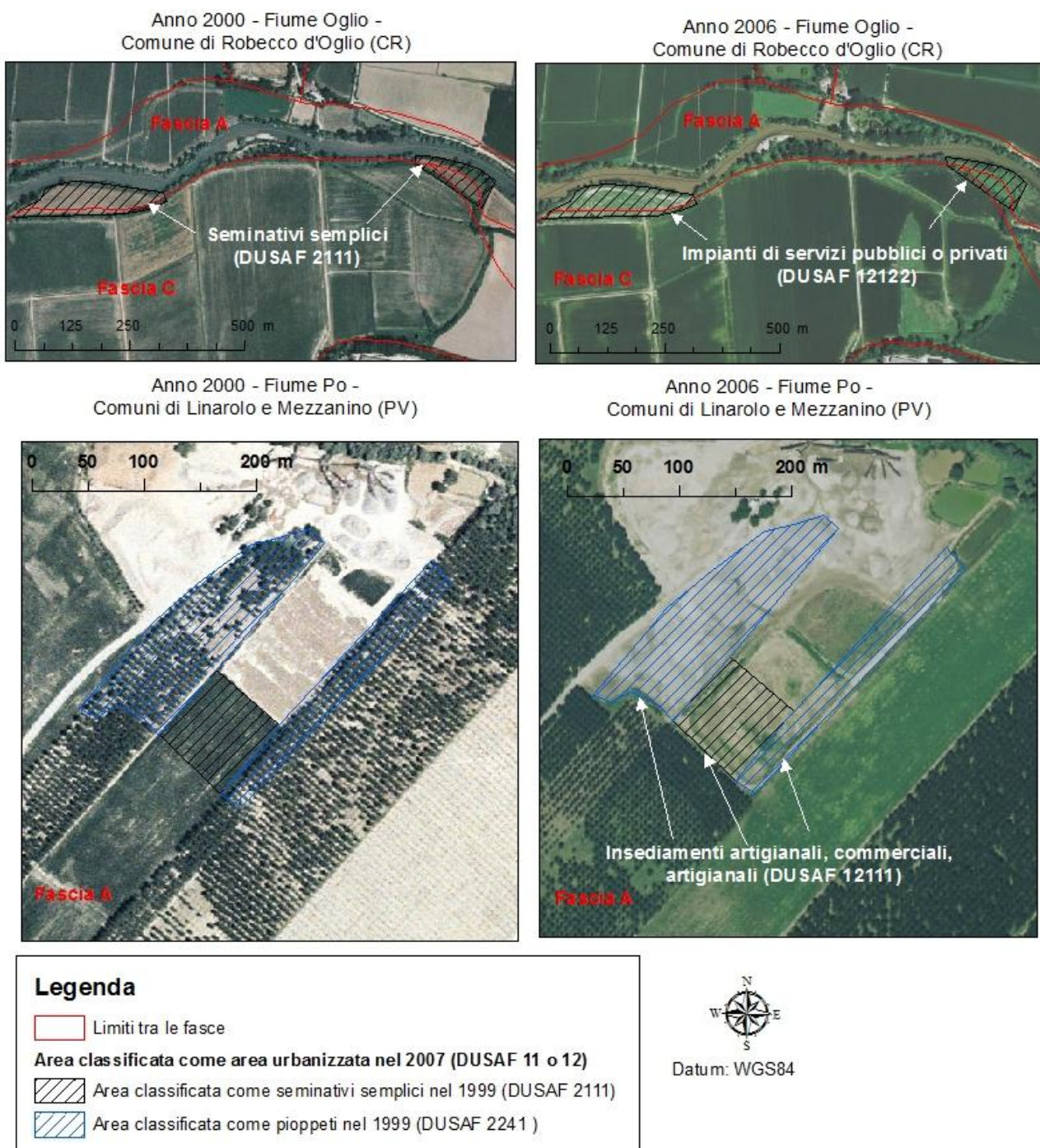


Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

➤ **Categoria 4**

L'area **non è urbanizzata** da ortofoto 2000 e 2006 né da immagine 2012 Google Earth. L'area viene riconosciuta come urbanizzata nel 2007 dal DUSAF mentre né costituisce spazi annessi a edifici o impianti né comporta urbanizzazioni. Si trattano di **errori di classificazione DUSAF**. La *Figura 6.24* presenta due esempi di tali errori confrontando le ortofoto 2000 e 2006 mentre la *Figura 6.25* riporta l'immagine Google Earth 2012 per queste aree. Si vede che su tutte le riprese le aree non appaiono urbanizzate.

Figura 6.24: Esempio di errori di classificazione DUSAF



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

Figura 6.25: Immagini Google Earth per le due aree individuate in Figura 6.23

Anno 2012 – Comune di Robecco d'Oglio (CR)



Anno 2012 – Comuni di Linarolo e Mezzanino (PV)



I paragrafi 6.4.b e 6.4.c presentano i risultati della classificazione delle aree di **fascia A e B** per le quali il DUSAF indica una transizione verso le aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007. Si nota che lo studio è stato condotto senza distinzione tra la fascia A e la fascia B ossia non è stato verificato il fatto che le aree urbanizzate ricadano in fascia A piuttosto che in fascia B.

6.4.b - Errori e incertezze rilevati nelle fasce A e B del Po

La *Tabella 6.1* presenta il risultato della classificazione nelle categorie definite al *paragrafo 6.4.a* delle aree di fascia A e B del Fiume Po per le quali il DUSAF indica una **transizione verso le aree urbanizzate** tra il 1999 e il 2007 (**guadagno teorico di superficie urbanizzata**). La *Tabella 6.2* presenta invece il risultato in percentuale. Si ricorda che la Categoria 0 corrisponde ai guadagni realmente osservati. Dalle *Tablelle 6.1 e 6.2 (p. 204)* e dal *Grafico 6.17 (p. 205)* si trae che:

- Si rilevano teoricamente e realmente transizioni verso **insediamenti produttivi agricoli** (12112) e dal *Grafico 6.17* si vede che questa classe di copertura subisce il maggiore guadagno e conta per il 37% dei guadagni totali di superficie urbanizzata;
- Anche per **le reti di trasporto** (1221 e 1222) una gran parte della superficie che è stata teoricamente urbanizzata è stata realmente urbanizzata e dal *Grafico 6.17* si osserva che i guadagni in questa categoria costituiscono ben il 34% dei guadagni totali della superficie urbanizzata. Si deve tuttavia notare che il 97% di questi aumenti sono collocati in comune di San Rocco al Porto studiato al *paragrafo 6.2.b*;
- Gli **impianti tecnologici, impianti di servizi pubblici o privati** (12122) (casa per anziani in comune di Arena Po) e i cimiteri presentano tutti guadagni ma le superfici coinvolte sono più modeste;
- Invece le coperture per le quali si rilevano maggiori problematiche (Categorie 1 a 4) sono il **tessuto residenziale** e in particolare il **tessuto residenziale sparso** (1123 e 11231), gli **insediamenti industriali, artigianali e commerciali** (12111) anche se questi ultimi rappresentano comunque il 17% dei guadagni reali totali della superficie urbanizzata (*Grafico 6.17*) e le **aree portuali** (123). Infatti, per il tessuto residenziale sparso per il quale l'88% della superficie ricade nella Categoria 3 (*Tabella 6.2*), le superfici coperte artificialmente coprono una parte ridotta dell'area totale (tra il 10% e il 30%) e per il riconoscimento di queste coperture ci si confronta con la precisione tematica del DUSAF (UMR). Per gli insediamenti industriali, artigianali e commerciali sono stati rilevati aree di categoria 4: si tratta di aree teoricamente in transizione verso insediamenti industriali, artigianali e commerciali ma che appaiono essere in realtà aree degradate non utilizzate e non vegetate (DUSAF 134). Per quanto riguarda le aree portuale, il loro riconoscimento dalla base DUSAF potrebbe essere influenzato dal livello idrico.
- Tra le Categorie 1, 2, 3 e 4 è nella **Categorie 3** che ricade la maggiore superficie (il 28% della superficie totale teoricamente in aumento): questo risultato evidenzia **la necessità di disporre di ortofoto per il 1999** per potere analizzare queste problematiche.

Finalmente, circa **la metà** dei guadagni teorici della superficie urbanizzata in fascia A e B sono stati verificati (*Tabella 6.2*). Più del **70%** dei guadagni realmente verificati sono dovuti a **insediamenti produttivi agricoli** e a **reti di trasporto** ma si rilevano comunque guadagni per il tessuto residenziale e gli insediamenti industriali, artigianali e commerciali (*Grafico 6.17*) come è stato evidenziato al *paragrafo 6.2*.

Tabella 6.1: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate nelle fasce A e B del Po⁴⁰

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)					
	Cat. 0	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Totale
1121. Tessuto residenziale discontinuo	0,3	0,6				0,9
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	1,3	0,3	0,3	0,9		2,8
1123. Tessuto residenziale sparso	0,3	0,4	0,5	8,4		9,6
11231. Cascine		0,4	0,8	1,0		2,2
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	4,3	0,8	1,1		5,5	11,7
12112. Insediamenti produttivi agricoli	9,4	0,9		0,7	0,2	11,2
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	1,0					1,0
12123. Impianti tecnologici	0,1					0,1
12124. Cimiteri	0,2					0,2
1221. Reti stradali e spazi accessori	4,0	0,4		1,0		5,4
1222. Reti ferroviarie e spazi accessori	4,6	0,1				4,7
123. Aree portuali				2,7		2,7
Totale (11 e 12)	25,5	4,0	2,6	14,7	5,7	52,5

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Tabella 6.2: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B del Po

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Percentuale della superficie totale				
	Cat. 0	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
1121. Tessuto residenziale discontinuo	32%	68%	0%	0%	0%
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	46%	11%	9%	33%	0%
1123. Tessuto residenziale sparso	3%	4%	5%	88%	0%
11231. Cascine	0%	20%	35%	46%	0%
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	37%	7%	9%	0%	47%
12112. Insediamenti produttivi agricoli	84%	8%	0%	6%	2%
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	100%	0%	0%	0%	0%
12123. Impianti tecnologici	100%	0%	0%	0%	0%
12124. Cimiteri	100%	0%	0%	0%	0%
1221. Reti stradali e spazi accessori	73%	8%	0%	18%	0%
1222. Reti ferroviarie e spazi accessori	98%	2%	0%	0%	0%
123. Aree portuali	0%	0%	0%	100%	0%
Totale (11 e 12)	49%	8%	5%	28%	11%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

⁴⁰ Cat.0: L'aumento teorico della superficie urbanizzata è realmente verificato da ortofoto.

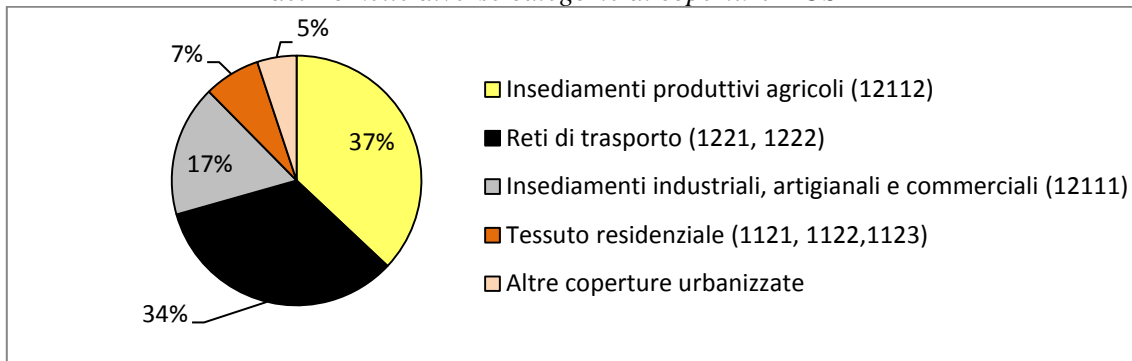
Cat. 1: L'aumento teorico della superficie urbanizzata ricade fuori dalle fasce ossia di tratta di un problema di precisione nello shapefile delle fasce fluviali (dato AdbPo).

Cat. 2: L'aumento teorico della superficie urbanizzata corrisponde a un aumento di spazi annessi a edifici o impianti (problema legato al DUSAF).

Cat. 3: L'area teoricamente in transizione verso aree urbanizzate appare in realtà già urbanizzata nel 2000 (incertezza legata al DUSAF).

Cat.4: L'area teoricamente in transizione verso aree urbanizzate non è in realtà urbanizzata nel 2007 (errore DUSAF).

Grafico 6.17: Ripartizione dei guadagni delle aree urbanizzate **realmente** rilevati (Cat. 0) nelle fasce A e B del Po nelle diverse categorie di coperture DUSAF



Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

6.4.c - Errori e incertezze rilevati nelle fasce A e B dell'Oglio

Le analisi fanno riferimento alle *Tablelle 6.3 e 6.4* (p.206) e al *Grafico 6.18* (p.207) che presentano i risultati per le tre zone di quota aggregate, le *Tablelle 6.5 e 6.6* (p.207) per le zone di pianura e le *Tablelle 6.7 e 6.8* (p.208) per la zona di montagna (non si rilevano guadagni teorici di superficie urbanizzata nelle fasce A e B dell'Oglio in collina). Si ritrovano per l'Oglio alcuni dei risultati ottenuti per il Po. Si ottiene infatti che:

- Si rilevano teoricamente e realmente transizioni verso **insediamenti produttivi agricoli** (12112) e dal *Grafico 6.18* si vede che questa classe di copertura subisce il maggiore guadagno e conta per il 55% degli aumenti totali. Queste nuove urbanizzazioni sono presenti maggiormente in **pianura** dove gli insediamenti legati alle attività agricole sono le uniche categorie DUSAF che subiscono reali incrementi di superficie (*Tablelle 6.5 e 6.6*);
- Si osservano anche teoricamente e realmente transizioni verso **reti stradali e spazi accessori** (1221 e 1222) come per il Po (*Tablelle 6.3 e 6.4*) ma rappresentano soltanto il 6% dei guadagni totali (*Grafico 6.18*). Anche le transizioni verso **impianti tecnologici** sono per più l'80% realmente verificate, tuttavia le superfici coinvolte sono marginali.
- Il riconoscimento dei guadagni del **tessuto residenziale** e degli **insediamenti industriali, artigianali e commerciali** (12111) è affetto da problematiche e in particolare il tessuto residenziale sparso (1123) per il quale il 70% dei guadagni teorici della superficie urbanizzata ricade in categoria 3 (*Tabella 6.4*). A differenza del Po dove il tessuto residenziale costituisce una proporzione limitata delle nuove urbanizzazioni reali, per l'Oglio contano per ben il 19% dei guadagni totali reali delle aree urbanizzate (*Grafico 6.18*). Si rilevano alla fine transizioni verso il tessuto residenziale soltanto in montagna (*Tablelle 6.7 e 6.8*);
- Come osservato per il Po, tra le categorie 1, 2, 3 e 4 è nella **categoria 3** (*Tabella 6.4*) che ricade la maggiore superficie (il 26% dei guadagni reali). Si noti che non si rilevano aree di **categoria 1** in quanto l'Oglio è arginato principalmente nel tratto tra la confluenza con il Mella e l'immissione in Po dove le dinamiche rilevate teoricamente sono molto basse. Invece, la **categoria 2** conta per ben il 14% delle superfici teoricamente in transizione verso aree urbanizzate: si tratta il più delle volte di casi di edificazioni avvenute fuori dalle fasce di esondazione ma per le quali viene riconosciuta come spazio annesso agli edifici un'area che ricade nelle fasce di esondazione. L'area di **categoria 4** è l'area in comune di Robecco d'Oglio riportata in (*Figura 6.24*);

In sintesi come per il Po, per l'Oglio circa **la metà** degli aumenti teorici della superficie urbanizzata in fascia A e B sono stati verificati (*Tabella 6.4*). Anche se gli insediamenti legati alle attività agricole e le reti di trasporto contano per circa 59% dei guadagni totali della superficie urbanizzata, i guadagni del tessuto residenziale sono anche rilevanti (*Grafico 6.18*). Viene anche confermato il risultato teorico ossia il fatto che le transizioni verso aree urbanizzate hanno un'estensione maggiore in **montagna**.

Tabella 6.3: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)				
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Totale
1121. Tessuto residenziale discontinuo	0,7	0,5			1,2
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0,6	0,4	0,4		1,4
1123. Tessuto residenziale sparso	0,4	0,3	1,6		2,3
11231. Cascine	0,1	0,4			0,5
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	1,3	0,9	1,6		3,9
12112. Insediamenti produttivi agricoli	5,0	0,1	1,2		6,4
12122. Impianti di servizi pubblici e privati		0,0		2,1	2,1
12123. Impianti tecnologici	0,5	0,0	0,1		0,6
12124. Cimiteri		0,0			0,0
1221. Reti stradali e spazi accessori	0,5	0,0	0,1		0,6
Totale (11 e 12)	9,3	2,8	5,0	2,1	19,1

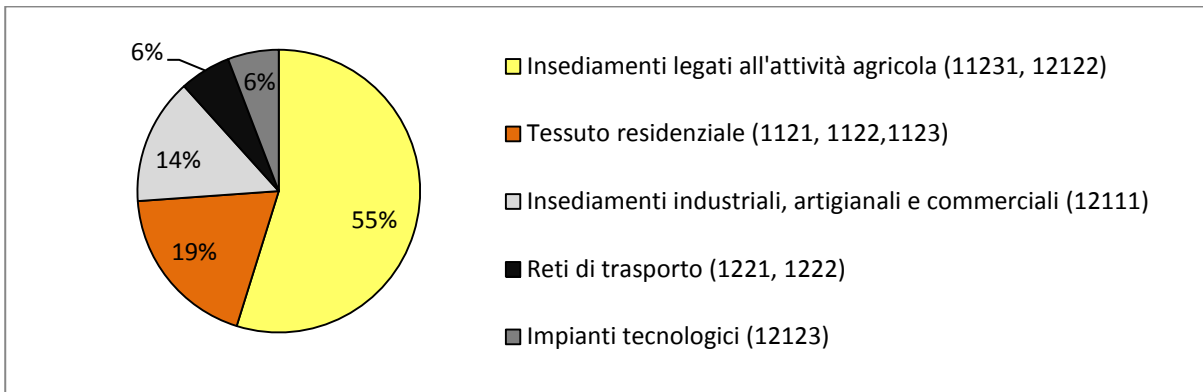
Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Tabella 6.4: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Percentuale della superficie totale			
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
1121. Tessuto residenziale discontinuo	60%	40%	0%	0%
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	44%	29%	26%	0%
1123. Tessuto residenziale sparso	18%	12%	70%	0%
11231. Cascine	13%	87%	0%	0%
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	34%	24%	42%	0%
12112. Insediamenti produttivi agricoli	79%	2%	20%	0%
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	0%	0%	0%	100%
12123. Impianti tecnologici	86%	5%	9%	0%
12124. Cimiteri	0%	100%	0%	0%
1221. Reti stradali e spazi accessori	84%	2%	13%	0%
Totale (11 e 12)	48%	14%	26%	11%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Grafico 6.18: Ripartizione dei guadagni delle aree urbanizzate **realmente** rilevati (Cat. 0) nelle fasce A e B dell'Oglio nelle diverse categorie di coperture DUSAF



Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Tabella 6.5: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in **pianura**

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)				Totale
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme		0,0			0,0
1123. Tessuto residenziale sparso		0,2	1,5		1,8
11231. Cascine	0,1	0,4			0,5
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali		0,5			0,5
12112. Insediamenti produttivi agricoli	3,5	0,1			3,6
12122. Impianti di servizi pubblici e privati				2,1	2,1
12123. Impianti tecnologici		0,0	0,1		0,1
12124. Cimiteri		0,0			0,0
1221. Reti stradali e spazi accessori			0,0		0,0
Totale (11 e 12)	3,6	1,4	1,6	2,1	8,7

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Tabella 6.6: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in **pianura**

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Percentuale della superficie totale			
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0%	100%	0%	0%
1123. Tessuto residenziale sparso	0%	14%	86%	0%
11231. Cascine	13%	87%	0%	0%
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	0%	100%	0%	0%
12112. Insediamenti produttivi agricoli	98%	2%	0%	0%
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	0%	0%	0%	100%
12123. Impianti tecnologici	0%	35%	65%	0%
12124. Cimiteri	0%	100%	0%	0%
1221. Reti stradali e spazi accessori	0%	0%	100%	0%
Totale (11 e 12)	41%	16%	18%	24%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Tabella 6.7: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in **montagna**

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)			
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Totale
1121. Tessuto residenziale discontinuo	0,7	0,5		1,2
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0,6	0,4	0,4	1,3
1123. Tessuto residenziale sparso	0,4	0,0	0,1	0,6
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	1,3	0,4	1,6	3,4
12112. Insediamenti produttivi agricoli	1,5	0,0	1,2	2,7
12122. Impianti di servizi pubblici e privati		0,0		0,0
12123. Impianti tecnologici	0,5			0,5
1221. Reti stradali e spazi accessori	0,5	0,0	0,0	0,6
Totale (11 e 12)	5,7	1,3	3,4	10,4

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Tabella 6.8: Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 nelle fasce A e B dell'Oglio in **montagna**

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Percentuale della superficie totale		
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3
1121. Tessuto residenziale discontinuo	60%	40%	0%
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	46%	27%	27%
1123. Tessuto residenziale sparso	72%	7%	21%
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	40%	12%	49%
12112. Insediamenti produttivi agricoli	53%	1%	45%
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	0%	100%	0%
12123. Impianti tecnologici	100%	0%	0%
1221. Reti stradali e spazi accessori	91%	2%	7%
Totale (11 e 12)	54%	13%	33%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

6.4.c - Considerazioni sugli errori e incertezze rilevati nelle fasce A e B dei Fiumi Po e Oglio

La verifica degli errori e incertezze della base dati nelle fasce A e B del Po ha quindi messo in evidenza le problematiche ricorrenti dovute al **DUSAF** ossia:

- le incertezze legate al riconoscimento del **tessuto residenziale sparso** (1123 e 11231) che rappresenta teoricamente la maggior parte dei guadagni all'interno del tessuto residenziale (11);
- le incertezze legate al riconoscimento **delle aree portuali** (123) ;
- gli errori di classificazione degli **insediamenti industriali, artigianali e commerciali** (12111) che si sono rivelati essere in realtà in alcuni casi aree non urbanizzate.

Sono anche state evidenziate tipologie di incertezze o errori che possono potenzialmente interessare tutte le classi urbanizzate (11 e 12), ossia:

- gli errori legati alla precisione del dato delle fasce fluviali;
- i problemi di riconoscimento degli spazi annessi di edifici o impianti presenti in fascia A o B (problema DUSAF);
- i problemi di riconoscimento in fascia A e B di spazi annessi a edifici o impianti che sono presenti fuori dalle fasce di esondazione (problema DUSAF);
- gli errori puntuali di classificazione DUSAF.

L'analisi presentata riguarda i **guadagni** di superficie urbanizzata ossia le transizioni di aree non urbanizzate verso coperture urbanizzate. Per quanto riguarda le **perdite** di superficie urbanizzata si ritrovano le stesse problematiche e le perdite realmente verificate appaiono essere minori delle perdite teoriche.

6.4.d - Verifica delle incertezze e degli errori della base dati per la fascia C

Dato il forte grado di incertezza rilevato per le fasce A e B, il presente paragrafo si prefigge l'obiettivo di verificare le incertezze e gli errori delle base dati per la fascia C.

È stata determinata l'estensione per la fascia C dell'Oglio e del Po delle **variazioni** (ossia la differenza tra i **guadagni** e le **perdite**) delle coperture per le quali si rilevano maggiori errori o incertezze dall'analisi realizzata per le fasce A e B (Tabella 6.9).

Dalla Tabella 6.9 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- gli **aumenti teorici del tessuto residenziale sparso e delle cascine** (1123) appaiono molto più contenuti in fascia C il rispetto alle fasce A e B;
- gli **impianti industriali, artigianali, commerciali** (12111) appaiono essere in forte aumento e quindi sono una fonte di incertezza da tenere in considerazione nello studio delle variazioni delle aree urbanizzate in fascia C del Po e dell'Oglio.

Si nota che gli aumenti delle aree portuali (123) sono trascurabili in fascia C per il Po e l'Oglio.

Tabella 6.9: *Variazione teorica del tessuto residenziale sparso (1123) e degli insediamenti industriali, artigianali, commerciali (12111) rispetto alla variazione totale delle aree urbanizzate nelle fasce A e B aggregate e in fascia C per il Po e l'Oglio*⁴¹

Fiume	Fascia	Var ₁₁₂₃ (ha)	Var ₁₂₁₁₁ (ha)	Var _{urb} (ha)	$\frac{Var_{1123}}{Var_{urb}}$	$\frac{Var_{12111}}{Var_{urb}}$
Po	A e B	8,1	3,8	37,2	22%	10%
	C	123,5	504,0	1.355,8	9%	37%
Oglio	A e B	1,5	0,7	13,5	11%	5%
	C	3,9	32,9	105,7	4%	31%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Le aree teoricamente in transizione (**guadagni**) verso aree urbanizzate tra il 1999 e il 2007 lungo la fascia C dell'intero Fiume **Oglio** sono state classificate nelle cinque categorie di incertezze o errori definite al 6.4.a. I risultati sono riportati in *Appendice 9* la trattazione successiva ne dà una breve analisi.

Il **93%** dei guadagni teorici di superficie urbanizzata sono stati realmente verificati in fascia C di **montagna** e il **79%** in fascia C di **pianura**. Il risultato per la fascia C dell'Oglio appare quindi meno affetto da incertezze e errori rispetto al risultato per le fasce A e B. Si incontrano comunque anche se in misura minore le stesse problematiche evidenziate per le fasce A e B ovvero:

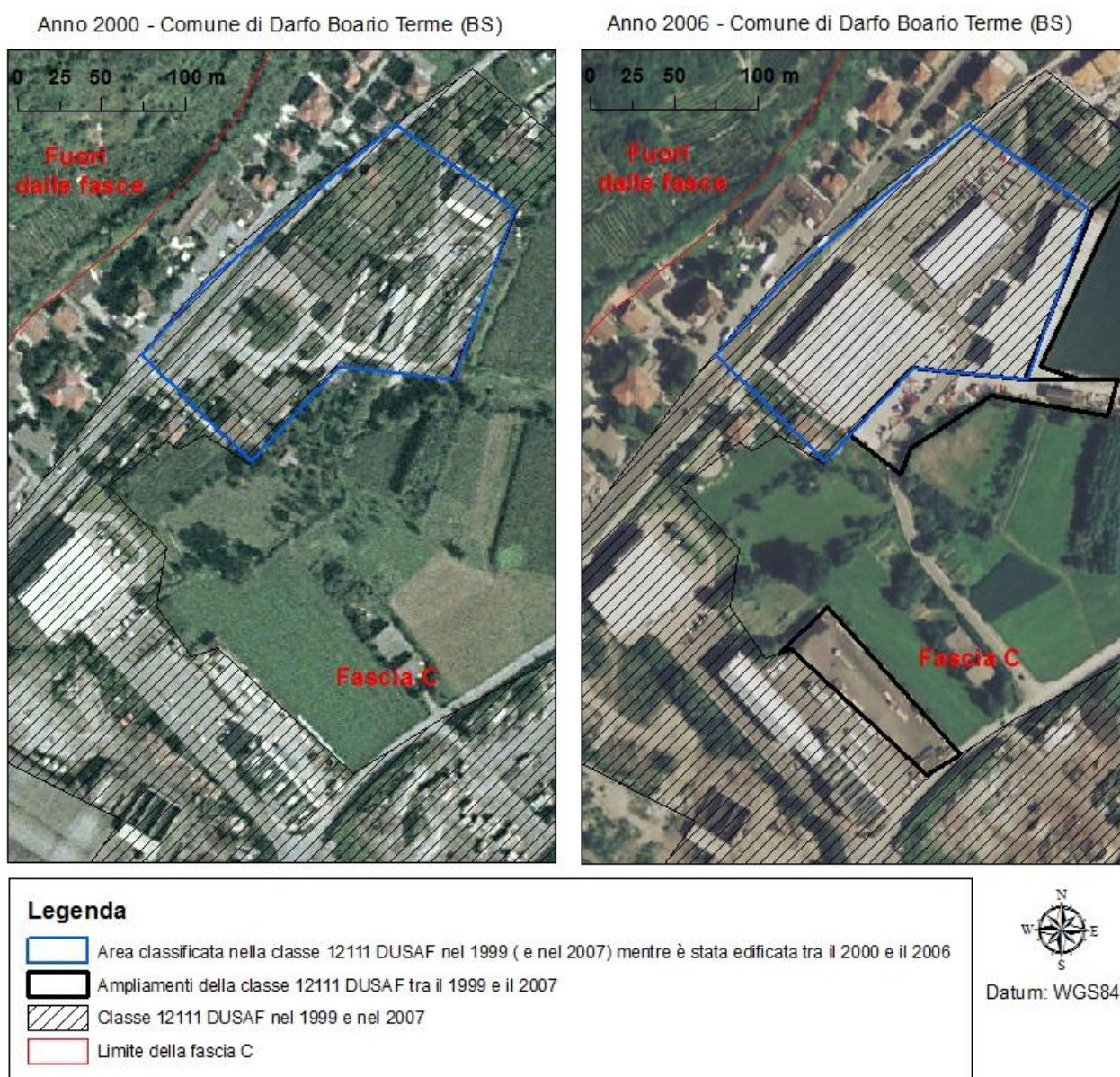
- il problema di riconoscimento del tessuto residenziale sparso (1123) o dei suoi spazi annessi (Cat. 2 e 3);
- il problema di riconoscimento degli spazi annessi a edifici per tutte le coperture edificate;
- gli errori di classificazione delle aree industriali, artigianali e commerciali (12111) che si rivelano essere in alcuni casi aree non urbanizzate.

⁴¹ La classe DUSAF 1123 comprende sia il tessuto residenziale sparso (1123) che le cascine (11231).

Anche se i guadagni teorici di insediamenti industriali, artigianali, commerciali sono stati realmente verificati a meno di qualche problematica legata agli aumenti di spazi annessi a impianti (Cat. 2), si rilevano casi in cui i guadagni reali per questa copertura potrebbero essere in realtà **maggiori**.

Infatti, la *Figura 6.26* mostra un esempio di un'area in comune di Darfo Boario Terme (segnata in blu) classificata nella classe DUSAF 12111 nel 1999 e nel 2007 anche se non si osserva la presenza di impianti o edifici nel 2000. La situazione per questa area rimane incerta: sia nel 1999 erano realmente presenti edifici che sono stati demoliti tra il 1999 e il 2000 sia l'area non comportava edifici nel 1999. Comunque l'area è stata edificata tra il 2000 e il 2006.

Figura 6.26: Esempio di area classificata come insediamenti industriali, artigianali e commerciali nel 1999 mentre non si osserva la presenza di impianti o edifici nel 2000



Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo (fasce fluviali), del Geoportale nazionale (ortofoto 2000 e 2006) e dal DUSAF

6.5 – Approfondimento di casi di nuove urbanizzazioni nelle fasce A e B del Po e dell’Oglio

Nelle fasce A e B dei Fiumi Po ed Oglio sono stati rilevati aumenti per le classi di coperture DUSAF 1221 o 1222 (reti di trasporto), 123 (aree portuali), 12123 (impianti tecnologici), 11231 (cascine) e 12112 (insediamenti produttivi agricoli). Questi interventi sono consentiti dal PAI in quanto opere pubbliche o di interesse pubblico o insediamenti legati alle attività agricole [L19]. Al fine di rintracciare le cause di interventi di urbanizzazione che riguardano le altre classi di coperture DUSAF, sono stati approfonditi i seguenti casi:

- l’aumento del tessuto residenziale discontinuo (1121) in Comune di Rogno (BG) in fascia B del Fiume Oglio individuato in *Figura 6.16*;
- l’aumento del tessuto residenziale rado e nucleiforme (1122) e l’aumento del tessuto residenziale discontinuo (1121) in Comune di Costa Volpino (BG) in fascia A del Fiume Oglio individuati in *Figura 6.16*;
- l’ampliamento del parcheggio per gli esercizi commerciali (12111) in Comune di San Rocco al Porto (LO) individuato in *Figura 6.5*;
- la realizzazione della residenza per anziani (impianto di servizi 12122) in Comune di Arena Po (PV) in fascia B del Fiume Po individuata in *Figura 6.9*.

È stato evidenziato il fatto che nei Piani per il Governo del Territorio (PGT) dei Comuni di Rogno e di Costa Volpino (*Figure 6.28 e 6.30*) [L15, L12] il limite esterno rispettivamente della fascia B e della fascia A non coincide con il limite contenuto nello shapefile delle fasce fluviali (*Figura 6.27 e 6.29*): in realtà le aree nelle quali sono stati realizzati gli interventi di nuova urbanizzazione di cui sopra si trovano rispettivamente **fuori dalle fasce** per il Comune di Rogno e in **fascia C** per il Comune di Costa Volpino.

Il PAI attribuisce infatti ai Comuni e alle Province la facoltà di **ridefinire i limiti delle fasce** per farli coincidere con i **limiti morfologici** che possono essere rilevati a scala di maggior dettaglio [L19]⁴².

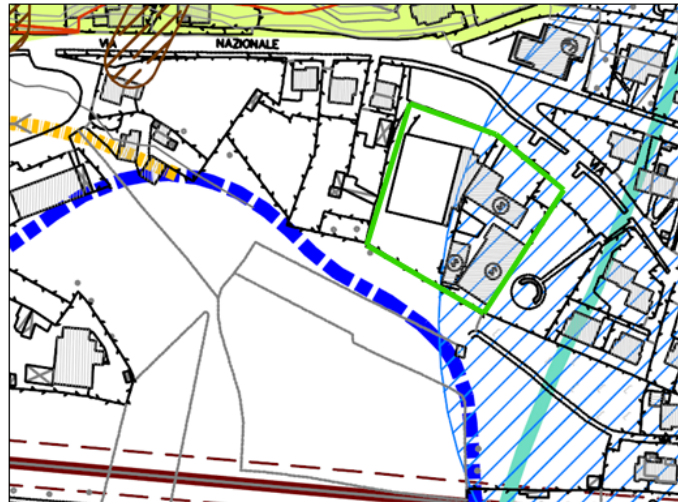
Figura 6.27: Area in Comune di Rogno che è stata interessata da un intervento di tessuto residenziale (1121) tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia B individuata dallo shapefile delle fasce fluviali



Fonte : elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali), Geoportale nazionale (ortofoto 2006)

⁴² PAI, *Elaborato 7: Norme di attuazione, Art. 27 comma 3*

Figura 6.28: Area in Comune di Rogno che è stata interessata da un intervento di tessuto residenziale (1121) tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia B individuata dal PGT di Rogno



Legenda

- - - - - Limite fascia C PAI L. 183/89 (PGT Rogno)
- - - - - Limite fascia B PAI L. 183/89 (PGT Rogno)
- Area di interesse che ha subito delle trasformazioni tra il 1999 e il 2007

Fonte: Estratto da Variante al PGT del Comune di Rogno, Piano delle Regole, tav. C1: Vincoli e tutele ambientali sovraordinati, 2012 [L15]

Figura 6.29: Aree in Comune di Costa Volpino che sono state interessate da interventi di tessuto residenziale tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia A individuata dallo shapefile delle fasce fluviali



Legenda

- Limite tra la fascia A e la fascia C
- Aree di interesse che hanno subito delle trasformazioni tra il 1999 e il 2007



Datum: WGS84

Fonte : elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali), Geoportale nazionale (ortofoto 2006)

Figura 6.30: Aree in Comune di Costa Volpino che sono state interessate da interventi di tessuto residenziale tra il 1999 e il 2007 e limite esterno della fascia A individuata dal PGT di Costa Volpino



Legenda

- 4fluvA: Aree ricadenti in fascia fluviale A (PGT Costa Volpino)
- 3fluvC: Aree ricadenti in fascia fluviale C (PGT Costa Volpino)
3b: Aree a bassa soggiacenza della falda (PGT Costa Volpino)
- Aree di interesse che hanno subito delle trasformazioni tra il 1999 e il 2007

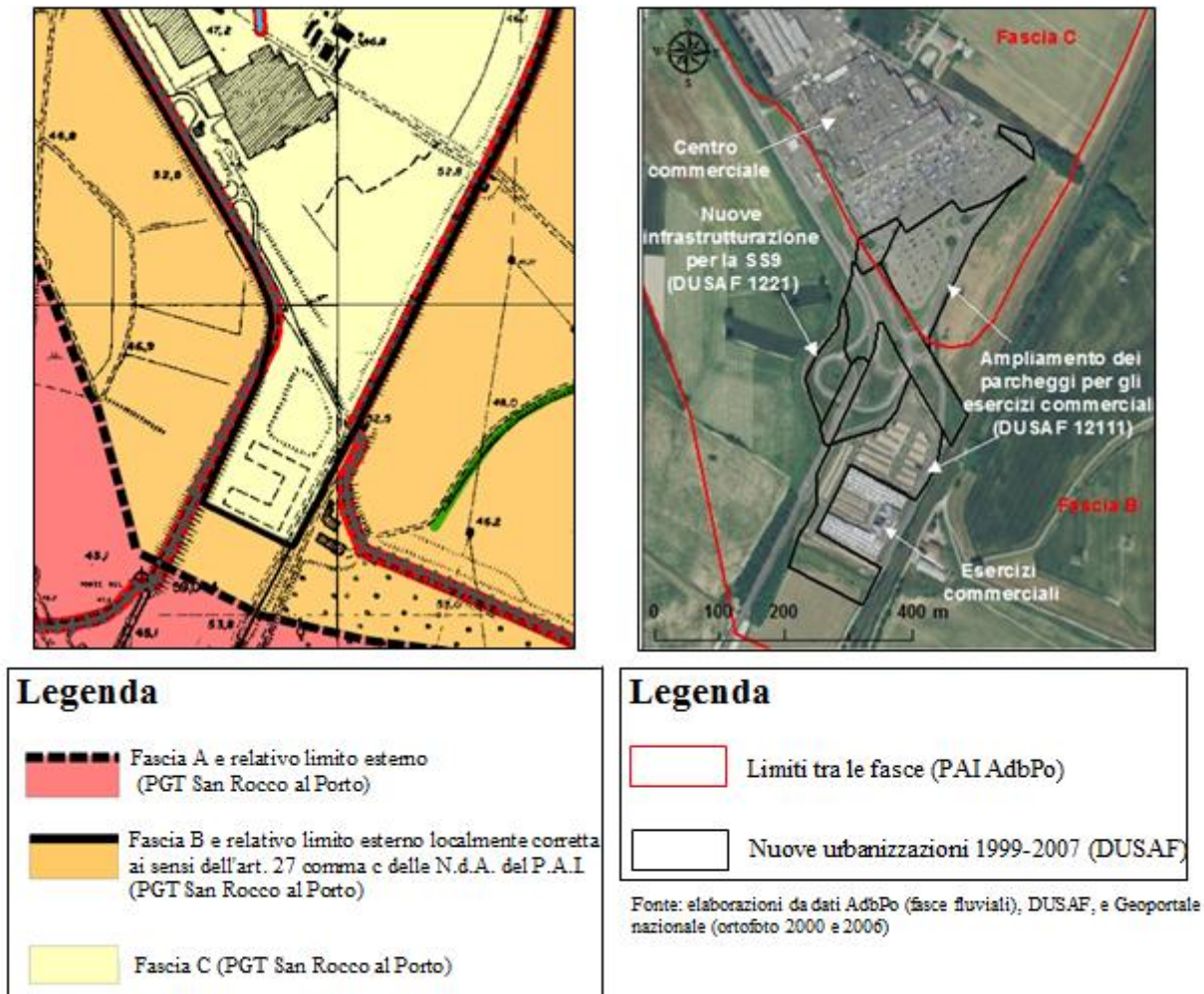
Fonte: estratto del PGT del Comune di Costa Volpino, Carta di fattibilità geologica, 2009 [L12]

Per quanto riguarda il Comune di San Rocco al Porto, in sede di elaborazione del PGT è stato condotto uno studio idrogeologico nel 2011 [L14]⁴³ che ha consentito una correzione della delimitazione della fascia B a livello dei parcheggi per il centro commerciale, costruiti tra il 1999 e il 2007 (Figura 6.5). Infatti, le opere realizzate di recente nell'area, ossia il rialzo degli argini e la ricostruzione del ponte stradale della SS9, hanno modificato l'assetto locale e il limite delle fasce B è stato corretto in modo da farlo coincidere con i nuovi limiti morfologici. Come mostrato in Figura 6.31 la quale riporta la posizione del limite tra la fascia B e la fascia C a livello del centro commerciale secondo il PAI (dato AdbPo usato per le elaborazioni) e secondo il PGT di San Rocco al Porto, le nuove urbanizzazioni realizzate tra il 1999 e il 2007 intorno al centro commerciale si trovano quasi in totalità in fascia C secondo la nuova delimitazione introdotta nel PGT.

Si nota tuttavia che la correzione del limite tra fascia B e fascia C è avvenuta a posteriori ossia dopo la realizzazioni dei parcheggi.

⁴³ PGT di San Rocco al Porto, Studio geologico, idrogeologico e sismico: relazione di sintesi e cura di Dott. Marco Daguati, 2011, pp. 9-17.

Figura 6.31: Correzione della delimitazione della fascia B in Comune di San Rocco al Porto rispetto al PAI



Fonte: estratto da PGT di San Rocco al Porto, Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica, Tav.3: Carta dei vincoli geologici, 2011. [L14]

In Comune di Arena Po dato che la residenza per anziani realizzata (Figura 6.9) si trova al confine tra la fascia B e la fascia C, è stato verificato nelle cartografie del PGT [L13]⁴⁴ la posizione del limite tra la fascia B e la fascia C a livello della residenza per anziani. È apparso che per il Comune di Arena Po è stato realizzato di recente un argine per proteggere la città. Tuttavia esso è collocato a monte dell'area di studio e comunque le modifiche nella delimitazione delle fasce fluviali introdotte dall'argine sono contenute nel dato delle fasce fluviali dell'AdbPo (fascia B di progetto). Una parte della residenza per anziani è quindi effettivamente sottoposta a una pericolosità da alluvione elevata (fascia B). Come già sottolineato al paragrafo 6.2.c è fortemente probabile che la realizzazione della residenza per anziani fosse già stata autorizzata all'entrata in vigore del PSFF nel 1998 dato che il DUSAF indica che era in stato di cantiere (133) nel 1999.

Per concludere, il paragrafo 6.5 ha rivelato la necessità di una **centralizzazione delle modifiche realizzate dai Comuni** nella delimitazione delle fasce fluviali così da potere realizzare un'azione di monitoraggio efficace delle azioni del PAI. Nell'ambito della Direttiva 2007/60/CE, l'AdbPo sta realizzando delle correzioni nelle mappe delle fasce fluviali. Si spera che un dato aggiornato delle fasce fluviali sarà presto disponibile.

⁴⁴ PGT di Arena Po, Studio geologico del territorio comunale, Carta valutazione del rischio, 2011.

6.6 - Conclusioni per il Capitolo 6

In questa sezione è stato condotto uno studio dell'andamento delle variazioni delle aree urbanizzate lungo le fasce fluviali dei Fiumi Po ed Oglio che sono state divise in conci e in sponda sinistra e sponda destra. La **metodologia** sviluppata nell'ambito di questo lavoro di Tesi può essere applicata ad altri casi di studio dove fossero disponibili i dati necessari. Sono stati rilevati **casi di forti dinamiche** nelle fasce A e B in particolare in montagna per l'Oglio e nelle province di Lodi e di Cremona per il Po ma anche **incertezze** e **errori** nelle basi dati utilizzate.

Oltre a problematiche che possono interessare tutti i tipi di coperture (spostamento delle fasce fluviali, problemi nel riconoscimento degli spazi annessi nel DUSAF o errori puntuali del DUSAF), lo studio ha rivelato problematiche specifiche a alcune coperture DUSAF ossia il tessuto residenziale sparso (1123 e 11231) e le aree portuali: le variazioni di queste coperture appaiono affette da un forte grado di incertezza. Sono state rilevate incertezze anche per gli insediamenti industriali, artigianali e commerciali (12111) ma meno frequentemente.

L'approfondimento di alcuni casi di intervento di nuove urbanizzazioni nelle fasce A e B, tramite l'analisi degli strumenti urbanistici comunali, ha messo in evidenza la necessità di predisporre di un dato aggiornato delle fasce fluviali che contenga le correzioni realizzate dai Comuni nella delimitazione delle fasce fluviali.

Al fine di capire l'impatto sui risultati dei *Capitolo 4 e 5* delle incertezze che sono state messe in evidenza per le classi DUSAF 1123, 123 e 12111, la *Tabella 6.10* presenta le variazioni di queste coperture nelle fasce lombarde ad **esclusione delle fasce del Po e dell'Oglio** nelle diverse zone di quota .

Si nota che in fascia A e B di pianura, dato le forti percentuali rispettivamente delle variazioni delle coperture di classi 123 e 1123 rispetto alle variazioni totali della superficie urbanizzata, i risultati ottenuti sono affetti da una forte incertezza. Si notano delle diminuzioni per la classe 1123 in fascia A di pianura e di montagna che hanno un impatto significativo sulle variazioni totali delle aree urbanizzate.

Per quanto riguarda le fasce A e B di collina per le quali sono state rilevate diminuzioni della superficie urbanizzata, si osserva che la superficie della classe 12111 si riduce in modo marcato e quindi per assicurarsi dei risultati converrebbe studiare in modo approfondito le **perdite reali per la classe 12111**.

Per quanto riguarda la fascia C, se le variazioni delle classi 1123 e 123 contano poco rispetto alle variazioni totali delle aree urbanizzate, invece la classe 12111 subisce dinamiche significative: anche se le incertezze per la classe 12111 sono meno frequenti rispetto alle classi 1123 e 123, potrebbero avere un peso nei valori totali delle variazioni delle aree urbanizzate.

Le incertezze messe in evidenza per le coperture di classi 123, 1123 e 12111 sono quindi suscettibili di influenzare in modo non trascurabile i risultati ottenuti nelle fasce lombarde in particolare nelle fasce A e B di pianura.

Tabella 6.10: Variazioni delle classi DUSAF 1123, 123 e 12111 e delle coperture urbanizzate totali (11 e 12) per le tre zone di quota nelle fasce fluviali di tutti i fiumi lombardi **ad esclusione delle fasce del Po e dell'Oglio**⁴⁵

Quota	Fascia	Var ₁₁₂₃ (ha)	Var ₁₂₃ (ha)	Var ₁₂₁₁₁ (ha)	Var _{urb} (ha)	$\frac{Var_{1123}}{Var_{urb}}$	$\frac{Var_{123}}{Var_{urb}}$	$\frac{Var_{12111}}{Var_{urb}}$
Pian.	A	- 1,2	2,4	2,3	13,4		18%	17%
	B	10,3	0	- 0,2	44,5	23%	0%	
	C	6,6	0	94,6	374,7	2%	0%	25%
Colli.	A	2,0	0	- 5,0	- 0,4			
	B	0,2	0	- 3,5	- 3,4			
	C	- 1,0	0	35,8	67,8		0%	53%
Mont.	A	- 1,9	0	3,6	6,3		0%	57%
	B	2,4	0	17,5	31,6	8%	0%	55%
	C	2,4	0	103,1	168,4	1%	0%	61%

Fonte: elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, Istat e DUSAF

⁴⁵ La classe DUSAF 1123 comprende sia il tessuto residenziale sparso (1123) che le cascate (11231).

Conclusioni generali

L'uso del suolo in ambiti perifluviali determina il valore esposto in caso di fenomeno alluvionale, le condizioni di deflusso delle piene, le aree disponibili per l'espansione delle piene nonché i servizi ecosistemici che il suolo è in grado di svolgere e quindi la capacità del suolo a controllare le esondazioni. La gestione dell'uso del suolo svolge perciò un ruolo importante nella gestione del rischio di alluvione. L'obiettivo del presente lavoro di Tesi era di studiare le variazioni dell'uso del suolo nelle fasce fluviali lombarde tra il **1999 e il 2007**, di tentare di interpretare le dinamiche osservate e di determinare l'effetto del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e degli altri strumenti di pianificazione territoriale sull'uso del suolo nelle fasce.

Il lavoro svolto ha consentito di dare un contributo metodologico per lo studio dell'uso del suolo lungo elementi lineari, ha evidenziato e analizzato casi reali di aumento di aree urbanizzate nelle fasce fluviali e ha individuato incertezze, errori e mancanze nella base dati che meritano un approfondimento. La metodologia sviluppata nell'ambito di questo lavoro di Tesi per lo studio di dettaglio dei Fiumi Po ed Oglio può essere applicata ad altri casi di studio dove fossero disponibili i dati necessari.

➤ *Risultati teorici ottenuti con la base dati (DUSAF e dato delle fasce fluviali dell'AdbPo)*

Lo studio preliminare dell'uso del suolo nelle fasce fluviali ha messo in evidenza il fatto che le aree biopermeabili (DUSAF 3) tornano a popolare le aree a ridosso dei corsi d'acqua in pianura e in fascia A di collina a scapito delle aree agricole (DUSAF 2).

Tuttavia l'analisi delle aree antropizzate (DUSAF 1) ha mostrato che nelle fasce si osserva una crescita delle aree antropizzate della stessa entità o anzi superiore rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce. In particolare, mentre il PAI puntava a **fermare il consumo di suolo** (aumento della superficie urbanizzata ossia delle aree di classe DUSAF 11 e 12) nelle fasce A e B (fasce di esondazione) e a favorire la **delocalizzazione** degli insediamenti fuori dalle fasce di esondazione, **al contrario** si osservano situazioni di consumo di suolo all'interno delle fasce A e B.

Per quanto riguarda la fascia C, si rilevano forti dinamiche delle aree urbanizzate che mostrano che il **rischio residuale** non viene considerato seppure esso non possa essere trascurato.

Inoltre, il forte aumento dei **cantieri** (DUSAF 133) osservato tra il 1999 e il 2007 in collina e in montagna rivela un potenziale fenomeno di consumo di suolo ancora in atto nel 2007.

In tutte le province le fasce fluviali sono state affette dal consumo di suolo e si rilevano addirittura casi in cui la crescita o l'estensione delle variazioni delle aree urbanizzate è stata maggiore all'interno delle fasce rispetto al territorio dei comuni interessati ma fuori dalle fasce.

La situazione appare molto critica in **montagna**, e in particolare in provincia di **Sondrio**, dove la morfologia del territorio esercita una forte pressione sulle aree a ridosso dei corsi d'acqua e anche nelle Province di **Monza** e **Varese** dove le densità abitative nei comuni interessati dalle fasce sono molto elevate.

Inoltre, 55 comuni ricadono **interamente nelle fasce** e perciò il loro territorio appare molto fragile. Nonostante ciò per alcuni di questi comuni si sono verificate dinamiche elevate delle aree urbanizzate, **sproporzionate** rispetto all'aumento della popolazione e quindi rispetto al bisogno reale di nuove urbanizzazioni per i nuovi insediati.

Per quanto riguarda l'influenza dei vari strumenti della pianificazione territoriale sull'uso del suolo in ambito perifluviale, lo studio non ha consentito di determinare in che modo i piani Provinciali hanno potuto influenzare il modo di gestione delle aree urbanizzate nelle fasce fluviali per le province sopracitate (ossia Sondrio, Monza e Varese) tanto più che tanti fattori entrano in gioco come la densità abitativa o la morfologia del territorio.

È stato invece stabilito che i **parchi** non hanno giocato un ruolo preponderante per la gestione delle aree urbanizzate nelle fasce: in tutte e tre le fasce di pianura e nelle fasce A e B di collina non si osservano complessivamente differenze sostanziali tra le variazioni delle aree urbanizzate dentro e fuori dai parchi. Inoltre, in fascia C di collina, anche se il consumo di suolo appare più contenuto dentro i parchi rispetto a fuori dai parchi si notano comunque in fascia C di collina nei parchi situazioni di consumo di suolo rilevante.

➤ *Approfondimento lungo i Fiumi Po e Oglio e verifica dei risultati teorici*

L'approfondimento dell'analisi lungo i Fiumi Po ed Oglio tramite il confronto tra i risultati delle elaborazioni DUSAF e le ortofoto del Geoportale nazionale ha consentito di verificare i risultati teorici ottenuti con le basi dati. Ha messo in evidenza delle **incertezze e errori**: nell'ambito dello studio dei guadagni delle superfici urbanizzate nelle fasce A e B del Po e dell'Oglio questi errori o incertezze affettano il 50% dei risultati teorici.

Nondimeno, sono stati osservati casi reali di transizioni di aree non urbanizzate verso aree urbanizzate nelle fasce A e B. Sono state rilevate dinamiche particolarmente elevate nella zona di montagna per il Fiume Oglio e nelle province di Lodi e Cremona per il Fiume Po.

Le principali coperture urbanizzate verso le quali si sono verificate delle transizioni nelle fasce A e B di pianura sono gli **insediamenti produttivi agricoli** (DUSAF 12112) e le **reti di comunicazione** (DUSAF 1221 e 1222): questo risultato mette in evidenza l'inefficacia del PAI nel fermare il consumo di suolo nelle fasce di esondazione dato che prevede disposizioni che consentono l'ampliamento di queste coperture [L19].

Invece nelle fasce A e B di montagna, oltre ai guadagni degli insediamenti produttivi agricoli, il tessuto residenziale (DUSAF 11) e gli insediamenti industriali, artigianali e commerciali (DUSAF 12111) rappresentano una proporzione rilevante dei guadagni totali di superfici urbanizzate. Tuttavia, è stato evidenziato un mancato aggiornamento del dato delle fasce fluviali e **in realtà** alcuni aumenti di queste coperture non sono avvenuti dentro ma **fuori** dalle fasce A e B.

Per quanto riguarda la fascia C, si è ottenuto nel caso dell'Oglio una proporzione di errori e incertezze molto più contenuta per i guadagni teorici di superfici urbanizzate, ovvero pari al 14%. Vengono quindi confermate le problematiche legate al **rischio residuale** emerse dall'analisi teorica.

Per gli altri fiumi, è stato stabilito che le incertezze della base dati sono suscettibili di influenzare in modo non trascurabile i risultati teorici ottenuti nel presente elaborato e in modo più marcato i risultati per le fasce A e B di pianura.

➤ *Prospettive future*

Il lavoro di verifica delle incertezze e errori della base dati ha rivelato una mancanza di strumenti adeguati per potere realizzare un monitoraggio efficace dell'attuazione del PAI e una necessità di lavorare sulle base dati esistenti:

- Il dato delle **fasce fluviali** non è sufficientemente accurato per potere catturare con precisione le variazioni delle aree urbanizzate nelle fasce fluviali e si spera che arrivino presto delle mappe delle fasce fluviali aggiornate che contengano le correzioni realizzate dai Comuni nella delimitazione delle fasce;

- Sono inoltre state evidenziate delle problematiche nella base **DUSAF** che meritano un approfondimento, ossia il problema del riconoscimento del **tessuto residenziale sparso** (DUSAF 1123 e 11231) e **delle aree portuali** (DUSAF 123), il problema dell'interpretazione di aree come parte degli **spazi annessi** a edifici o impianti o come parte della matrice circostante e gli errori di classificazione degli **impianti industriali artigianali e commerciali** (12111). Si nota che il tessuto residenziale sparso conta per circa il 20% degli aumenti teorici della superficie urbanizzata in fascia B di pianura e quindi le incertezze per questa copertura DUSAF incidono fortemente sui risultati ottenuti;
- Si impone la necessità di disporre di **ortofoto** che corrispondano alle riprese per le versioni del DUSAF in modo da potere confrontare le interpretazioni del DUSAF con le immagini aeree;
- Le **mappe del danno** sono gravemente assenti e non è quindi possibile ora mettere in correlazione i risultati degli studi dell'uso del suolo con l'entità dei danni che si sono verificati durante gli eventi alluvionali storici e valutare l'aumento del danno conseguente ai cambiamenti di uso del suolo. Occorrerebbe quindi segnare in caso di evento alluvionale i danni che si verificano;
- Infine, occorrerebbe un dato della **popolazione residente nelle fasce fluviali** (in particolare nelle fasce A e B) per conoscere il numero di persone esposte a rischio di alluvione.

Un prolungamento possibile del lavoro di Tesi potrebbe consistere nell'approfondimento delle variazioni delle superfici urbanizzate in provincia di **Sondrio** dove le analisi teoriche hanno messo in evidenza che il **5,3%** delle nuove urbanizzazioni provinciali totali tra il 1999 e il 2007 sono state collocate nelle **fasce A e B** dei Fiumi Adda e Mera. Tale risultato in un territorio fragile come la Provincia di Sondrio desta preoccupazione: si ricorda infatti la terribile alluvione della Valtellina del 1987. Dato le criticità rilevate per i comuni che **ricadono interamente nelle fasce** in particolare nel tratto terminale del Po in Provincia di Mantova, sarebbe interessante studiare i modelli insediativi in questi comuni.

Infine dal punto di vista della pianificazione di bacino, alla data di redazione di questo lavoro di Tesi non si possono ancora citare casi significativi di delocalizzazione di insediamenti fuori dalle fasce A e B conseguenti al PAI. Infatti, la delocalizzazione delle attività fuori dalle fasce di esondazione appare difficile da attuare per ragioni economiche o per ragioni di fattibilità (si pensa ad esempio al caso delle aree fortemente urbanizzate), e per le attività ricreative questa misura è spesso non opportuna. Appare perciò necessario predisporre di misure che puntino alla riduzione della **vulnerabilità** degli elementi esposti al rischio di alluvione, soprattutto in montagna dove si trovano molte zone densamente urbanizzate a ridosso dei corsi d'acqua e dove le alluvioni possono essere particolarmente violenti. La Direttiva "Alluvioni" prevede infatti una stretta correlazione tra azioni di riduzione della pericolosità (interventi strutturali), del valore esposto (vincoli all'uso del suolo) e della vulnerabilità. In questo senso l'AdbPo ha avviato studi sulla riduzione della vulnerabilità [11].

Le forti dinamiche teoriche osservate in fascia C, che sono state verificate in gran parte nel caso dell'Oglio, e in particolare il fenomeno di urbanizzazione a ridosso degli argini, mettono in evidenza le insufficienze del PAI che non prevede nessuna misura per la gestione dell'uso del suolo in questa fascia. Il **rischio residuale** non può tuttavia essere trascurato e deve comunque essere preso in considerazione per rispondere alla Direttiva "Alluvioni".

Non devono essere dimenticate le potenzialità offerte dall'**alluvionamento programmato**, la **gestione delle aree boscate** e la **riqualificazione fluviale** nel controllo del rischio di alluvione, provvedimenti per i quali sarebbe necessario un approfondimento delle analisi per le aree agricole (DUSAF 2) e biopermeabili (DUSAF 3).

Bibliografia

- [1] Aa.Vv. (2010), *Usa del suolo in Lombardia, Atlante descrittivo*, ERSAF, Regione Lombardia, Milano.
- [2] Aa.Vv. (2011), *L'uso del suolo in Lombardia negli ultimi 50 anni*, ERSAF, Regione Lombardia, Milano.
- [3] Aa.Vv. (2013), *Sistema informativo territoriale (S.I.T) gestione del Polo Centrale, DUSAF il progetto*, Regione Lombardia Territorio ed Urbanistica, Milano.
- [4] Autorità di bacino del fiume Po (2006), *Il Territorio del Fiume Po, L'evoluzione della pianificazione lo stato delle risorse e gli scenari di riferimento*, Edizioni Diabasis, Reggio Emilia.
- [5] Id (2012), *Progetto esecutivo delle attività per la redazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione*.
- [6] Berti C. (2011), *Dispense del Corso di Topografia e Cartografia a.a 2010-2011*, Università degli studi di Firenze, Firenze.
- [7] Cemagref (2004), *Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations, Guide des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages*, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Paris, pp.14-16.
- [8] Commissione Europea (2009), *Beni e servizi ecosistemici*.
- [9] Commission of the European Communities (2005), *Corine Landcover*, Copenhagen.
<http://www.eea.europa.eu/publications>
- [10] Comune di Sannazzaro de' Burgondi, *Il Fiume Po* [online].
<http://www.comune.sannazzarodeburgondi.pv.it/territorio/il-fiume-po>
- [11] Corni I., Ghilardi P. (2009), *Linee generali per la riduzione di vulnerabilità di edifici e impianti nelle fasce fluviali*, Relazione dell' Università degli Studi di Pavia, Autorità di bacino del fiume Po.
- [12] Cuniberti E., Frandon C., Giraud E. (2005), *Les bases de données géographiques d'occupation du sol, Volet tache urbaine*, Relazione di CETE de Lyon, Certu, Lyon, pp. 31-35.
- [13] Dei Cas M., *L'alluvione del 1987* [online].
<http://www.paesidivaltellina.it/alluvione87/index.htm>
- [14] Draghi S. (2012), *Valcamonica: strada riaperta ma si teme l'esondazione del fiume Oglio*, Montagna TV [online], 30 luglio 2012.
<http://www.montagna.tv/cms/?p=42269>
- [15] Ecodecision (2006), *Evaluation économique des dommages liés aux inondations, Synthèse du rapport, E05591*, Agence de l'eau Artois Picardie, Douai.
- [16] Forest Research (2013), *Cases for and against forestry reducing flooding* [online].
<http://www.forestry.gov.uk/fr/INFD-7T9JF8>
- [17] Istituto Centrale di Statistica (1958), *Circoscrizioni statistiche, metodi e norme, serie C n. 1*, Edizioni ABETE, Roma, pp. 7-10.

- [18] Mezzalana G. (2012), *Un esempio di buone prassi: l'alluvionamento programmato*, Presentazione del Convegno di Legnaro (PD), "Suolo Agricoltura e Territorio: un equilibrio possibile", 8 giugno 2012.
- [19] Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and Human Well-being, Synthesis*, Island Press, Washington DC.
- [20] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e dell'Unione delle Province d'Italia (2003), *Pianificazione territoriale provinciale e rischio idrogeologico, Previsione e tutela*, Roma.
- [21] Nardini A., Sansoni G. et al. (2006), *La riqualificazione fluviale in Italia, Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*, Manuale del CIRF, Mazzanti Editore, Mestre.
- [22] Nardini A. et al (2010), *VALURI, Sviluppo di un approccio/metodologia di VALUtazione integrata a supporto della definizione di assetto idraulico-morfologico efficiente, sostenibile e ambientalmente compatibile di un corso d'acqua per fronteggiare il RISchio idraulico, Rapporto di Progetto*, CIRF, Mestre.
- [23] Nisbet T. (2004), *Interactions between floodplain woodland and the freshwater environment*, in Forest Research Annual Report and Account 2004-2005, The Stationery Office, Edinburgh, pp. 32-39.
- [24] Nisbet T., Thomas T. (2006), *An assessment of the impact of floodplain woodland on flood*, in Water and Environment Journal, 20 ottobre 2006, pp. 115-126, ISSN 1747-6585.
- [25] Pileri P. (2009), *Una definizione di partenza per il consumo di suolo, il metodo dei flussi e alcune questioni aperte*, in ONCS, *Primo Rapporto*, pp. 10-14.
- [26] Id. (2012), Dispense del corso di Ingegneria del Territorio a.a 2011-2012, Politecnico di Milano, Milano.
- [27] Romano B., Paolinelli G (2007), *L'interferenza insediativa nelle strutture ecosistemiche*, Gangemi, Roma.
- [28] Sanfilippo M., (2010), *La tremenda alluvione del 1987, Oggi il ricordo a piazza Brembana*, L'Eco di Bergamo [online], 17 luglio 2010.
<http://www.ecodibergamo.it>
- [29] Società Edison D.C.I.I. Ufficio lavori di Edolo (1960), *Relazione dei danni causati in Vallecamonica agli impianti idroelettrici della Edison e della Edisonvolta dalla piena del fiume Oglio e dei suoi affluenti in seguito al violento nubifragio scatenatosi nella zona, la notte dal 16 al 17 settembre 1960*, Edolo.
<http://francorino.altervista.org/alluvione.htm>
- [30] Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique de la Vallée de l'Yvette (2013), *Renaturation des berges*, [online].
http://www.siahvy.org/index.php?option=com_content&view=article&id=221&Itemid=295&36714d2b47d6b80dcf87d8291d1e40e2=f124b988701c6dc76c40403c4d598bb1.
- [31] Unione degli Industriali della Provincia di Varese (2000), *Troppe alluvioni, il Varesotto va sempre K.O.*, *VARESEFOCUS* [online], novembre 2000.
http://www.univa.va.it/varesefocus/VF5/Varesefocus/pag/ter_05_01.htm

Sitografia

[S1] Sito dell'Autorità di bacino del fiume Po: <http://www.adbpo.it>

[S2] Annuario Statistico Regionale della Lombardia: <http://www.asr-lombardia.it>

[S3] Sito del CIRF: <http://www.cirf.org/italian/home.html>

[S4] Geoportale della Lombardia: <http://www.cartografia.regione.lombardia.it/geoportale>

[S5] Geoportale nazionale: <http://www.pcn.minambiente.it/GN>

Leggi, Piani, Programmi

- [L1] Decreto Legislativo n.42 del 22 gennaio 2004, *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, Art. 124.
- [L2] Decreto Legislativo n.49 del 23 febbraio 2010, *Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*.
- [L3] Deliberazione della Giunta Regionale 6447 del 16 gennaio 2008.
- [L4] Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- [L5] Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvione.
- [L6] Legge n. 457 del 5 agosto 1978, *Norme per l'edilizia residenziale*, Art. 18.
- [L7] Legge Regionale n.86 del 30 novembre 1983, *Piano regionale delle aree regionali protette, Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale*.
- [L8] Legge n. 183 del 18 maggio 1989, *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*.
- [L9] Legge n. 394 del 6 dicembre 1991, *Legge quadro sulle aree protette*.
- [L10] Legge n.267 del 3 agosto 1998, *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania*.
- [L11] Legge Regionale n.12 dell'11 marzo 2005, *Legge per il governo del territorio*.
- [L12] Piano di Governo del Territorio, Comune di Costa Volpino, 2009.
- [L13] Piano di Governo del Territorio, Comune di Arena Po, 2011.
- [L14] Piano di Governo del Territorio, Comune di San Rocco al Porto, 2011.
- [L15] Variante al Piano di Governo del Territorio, Comune di Rogno, 2012
- [L16] Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, *Relazione generale*, Autorità di bacino del fiume Po, 2001.
- [L17] Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, *Elaborato 2: Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici*, Autorità di bacino del fiume Po, 2001.
- [L18] Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, *Elaborato 3.5: Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico - Arno, Rile, Tenore*, Autorità di bacino del fiume Po, 2001.
- [L19] Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, *Elaborato 7: Norme di attuazione*, Autorità di bacino del fiume Po, 2001.

- [L20] Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Elaborato 9: *Relazione generale al secondo Piano Stralcio delle Fasce Fluviali*, Autorità di bacino del fiume Po, 2001.
- [L21] Piano territoriale della Lombardia, Piano Paesaggistico, Regione Lombardia, 2010
- [L22] Programma Quadro per il Settore Forestale, Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali e dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, 2008

Appendice

Appendice 1 - Legenda di destinazione d'uso (usi e coperture del suolo) delle aree di classe DUSAF 11 e 12

La trattazione successiva precisa le caratteristiche delle coperture che rientrano nelle classi 11 e 12 DUSAF (aree che chiamiamo aree urbanizzate nell'ambito di questo lavoro di Tesi) tratta da *Sistema informativo territoriale (S.I.T) gestione del Polo Centrale, DUSAF il progetto*, Regione Lombardia Territorio ed Urbanistica, Milano. [3].

« Per la realizzazione di questa parte del progetto è stata fotointerpretata, classificata al suo interno e digitalizzata la classe U (urbanizzato) del progetto Destinazione d'Uso dei Suoli Agrari e Forestali (DUSAF).

Nella copertura Arcinfo la codifica della classe di urbanizzato compare nel campo label e corrisponde, per ciascun poligono, al massimo livello gerarchico riconosciuto per fotointerpretazione (compare solo il codice numerico senza essere preceduto da alcun suffisso es. P_, U_, ecc.)

U Aree urbanizzate/ superfici artificiali

Tutti gli elementi areali sottoelencati costituiscono lo strato "Aree urbanizzate U" come riportato nella legenda del progetto "DUSAF".

U_11 Zone Urbanizzate

Si tratta di vasti agglomerati a carattere urbano con forte localizzazione centrale la cui struttura edilizia e delle superfici artificiali presenta connotazione di città.

U_111 Tessuto urbano continuo

Si intendono spazi strutturati dagli edifici e dalla viabilità .Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente occupano più del 80% della superficie totale.

U_1111 tessuto residenziale denso

Si tratta di aree urbane occupate da grandi edifici residenziali (edifici a blocco, isolati, grattacieli), comprese le superfici di pertinenza anche estese; nonché i centri urbani (per lo più centri storici), dove più edifici formano unità edilizie complesse.

U_1112 tessuto residenziale continuo mediamente denso

Si tratta di aree urbane occupate da edifici residenziali occupate da piccole unità edilizie comprese le rispettive aree di pertinenza.

U_112 Insedimento discontinuo

Si tratta di spazi caratterizzati dalla presenza significativa di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili .Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 10% all'80%.

U_1121 Tessuto residenziale discontinuo

Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 50% all'80% della superficie totale.

U_1122 Tessuto residenziale rado e nucleiforme

Superfici occupate da costruzioni residenziali distinte ma raggruppate in nuclei che formano zone insediative di tipo diffuso a carattere estensivo. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 50% al 30% della superficie totale.

U_1123 Tessuto residenziale sparso

Superfici occupate da costruzioni residenziali isolate che formano zone insediative disperse negli spazi seminaturali o agricoli .gli edifici, la viabilità e le superfici coperte artificialmente coprono meno del 30% a più del 10% della superficie totale dell'unità cartografata.

U_11231 Cascine

Si tratta di superfici occupate da costruzioni isolate dal contesto urbano disperse negli spazi seminaturali e caratterizzate dalla compresenza di edifici adibiti a residenza con altri aventi funzionalità produttiva agricola. Se quest'ultimi occupano spazi considerevoli, concentrandosi in parti dedicate alla sola attività produttiva, sono distinti e classificati come 12112. Altrimenti l'agglomerato viene classificato interamente come cascina (11231).

P_12 Insediamenti produttivo, grandi impianti e reti di comunicazione

P_121 Zone produttive e insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati

P_1211 Insediamenti industriali, artigianali , commerciali e agricoli con spazi annessi

P_12111 Insediamenti industriali, artigianali , commerciali

Si tratta di superfici per impianti industriali e produttivi diversi, inclusi gli spazi annessi accessori e le superfici occupate dai binari per il trasporto merci all'interno delle aree industriali.

P_12112 insediamenti produttivi agricoli

Sono compresi in questa classe gli edifici utilizzati per le attività produttive del settore primario, come capannoni, rimesse per macchine agricole, fienili, stalle, silos, ecc, unitamente agli spazi accessori. Quando tali edifici sono presenti insieme a quelli residenziali configurando un aggregato rurale, se le due tipologie non risultano separabili in modo evidente si classifica tutto il nucleo come cascina (11231).

Si tratta di superfici per impianti industriali e produttivi diversi, inclusi gli spazi annessi accessori e le superfici occupate dai binari per il trasporto merci all'interno delle aree industriali.

P_1212 Insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati

P_12121 Insediamenti ospedalieri

Risultano gli impianti annessi (parcheggi viabilità interna verde di arredo). Sono riportati quelli cartografati e presenti sulla CTR, è ammesso un loro aggiornamento.

P_12122 Impianti di servizi pubblici e privati

Comprendono strutture scolastiche dei vari ordini e gradi, tribunali, uffici, prigioni e luoghi di culto.

P_12123 Impianti tecnologici

Comprendono impianti di depurazione, centrali elettriche, acquedotti, impianti per le telecomunicazioni, comprensivi di spazi annessi , verde di arredo, viabilità e parcheggi.

P_12124 Cimiteri

P_122 reti stradali e ferroviarie e spazi accessori

P_1221 reti stradali e spazi accessori

Larghezza minima considerata m.25

Sono comprese aree della rete stradale rappresentate sulla CTR nonché le loro superfici accessorie. Sono comprese le attrezzature come le aree di servizio autostradale, le stazioni di rifornimento e i parcheggi, ma anche le scarpate e le sistemazioni a verde che non rientrino nella legenda.

P_1222 reti ferroviarie e spazi accessori

Larghezza minima da considerare m.25

Sono compresi tutti gli elementi lineari e le aree della rete ferroviaria rappresentate sulla CTR nonché le stazioni merci e di smistamento comprese le infrastrutture annesse.

P_123 aree portuali

Infrastrutture delle zone portuali lacuali, raccordi ferroviari, compresi zone di porto, banchine, cantieri, porti-canali

P_124 Aeroporti ed eliporti

Vi sono comprese le superfici per le infrastrutture aeroportuali , nonché le piste di decollo e di atterraggio, gli hangar, il terminal , i parcheggi e gli spazi annessi ».

Appendice 2 - Dati e indicatori per l'analisi delle aree urbanizzate nelle unità territoriali omogenee

Appendice 2.1 - Dati e indicatori per l'analisi delle aree urbanizzate nelle unità territoriali omogenee in fascia A

Nota: la superficie totale Sup_{tot} è stata determinata al netto delle aree idriche nel 2007.

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup_{tot} (ha)	$Sup_{urb,99}$ (ha)	$Sup_{urb,07}$ (ha)	Var_{urb} (ha)	$Coeff_{urb,99}$	$Coeff_{urb,07}$	$\Delta Coeff_{urb}$	$Tvar_{urb}$	$Coeff_{urb,07}$ fuori dalle fasce	$Tvar_{urb}$ fuori dalle fasce	$\Delta Coeff_{urb}$ fuori dalle fasce	Dp_{07} (ab/km ²)	$Tvar_{pop}$
BG	Adda	Col.	7,5	0	53,5	2,2	2,2	0,0	4,1%	4,1%	0,0%	-0,1%	22,3%	5,4%	1,1%	579	11,3%
BG	Adda	Pian.	28,1	2	149,9	1,9	2,1	0,3	1,3%	1,4%	0,2%	13,8%	27,6%	11,1%	2,8%	810	10,4%
BG	Brembo	Col.	5,0	1	75,9	11,1	10,9	-0,2	15,4%	14,4%	-0,3%	-2,0%	30,4%	5,2%	1,5%	1.097	7,7%
BG	Brembo	Mont.	27,6	1	116,0	24,9	23,6	-1,3	21,5%	20,4%	-1,1%	-5,1%	4,5%	7,3%	0,3%	193	2,1%
BG	Brembo	Pian.	18,4	3	304,4	30,3	30,5	0,2	9,7%	10,0%	0,1%	0,7%	43,0%	8,1%	3,2%	1.302	13,3%
BG	Oglio	Col.	10,9	1	37,9	4,6	4,6	0,0	12,2%	12,3%	0,0%	0,0%	33,6%	7,2%	2,3%	1.096	14,3%
BG	Oglio	Mont.	8,4	2	164,3	6,5	7,6	1,1	3,8%	4,6%	0,7%	16,4%	6,5%	6,0%	0,4%	383	10,5%
BG	Oglio	Pian.	28,8	2	295,3	2,2	2,4	0,2	0,8%	0,8%	0,1%	10,1%	13,9%	17,1%	2,0%	333	9,3%
BG	Serio	Col.	4,8	3	63,4	14,8	15,2	0,3	23,4%	23,9%	0,5%	2,2%	21,6%	5,0%	1,0%	973	8,0%
BG	Serio	Pian.	36,5	0	901,1	15,6	15,3	-0,3	1,7%	1,7%	0,0%	-1,7%	23,2%	11,5%	2,4%	632	14,4%
BS	Chiese	Col.	14,4	3	42,5	4,2	4,2	0,0	10,0%	10,0%	0,0%	0,2%	16,0%	14,8%	2,1%	439	20,4%
BS	Chiese	Pian.	43,1	2	278,8	2,8	3,1	0,3	1,0%	1,1%	0,1%	12,0%	18,9%	15,3%	2,5%	283	18,5%
BS	Mella	Col.	19,7	1	59,9	9,0	8,9	0,0	14,8%	14,9%	-0,1%	-0,5%	35,7%	2,8%	1,0%	1.812	2,7%
BS	Mella	Pian.	55,1	0	606,6	8,3	7,6	-0,6	1,4%	1,3%	-0,1%	-7,8%	14,5%	13,4%	1,7%	311	15,3%
BS	Oglio	Col.	8,2	0	37,6	1,8	1,8	0,0	4,8%	4,9%	0,0%	0,0%	30,3%	9,3%	2,5%	827	14,1%
BS	Oglio	Mont.	55,6	3	274,9	26,3	27,6	1,3	9,6%	10,0%	0,5%	4,8%	3,4%	9,9%	0,3%	141	6,4%
BS	Oglio	Pian.	85,0	0	999,7	12,0	12,4	0,4	1,2%	1,2%	0,0%	2,9%	14,0%	11,0%	1,4%	290	11,3%
CO	Adda	Mont.	3,6	0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,5%	0,5%	0,0%	0,0%	4,1%	2,7%	0,1%	80	5,3%
CO	Lambro	Col.	16,2	3	119,7	8,7	9,0	0,2	7,3%	7,5%	0,2%	2,5%	31,6%	4,4%	1,3%	919	8,4%
CO	Mera	Mont.	10,3	1	30,8	1,8	1,8	0,0	6,3%	5,8%	-0,1%	-1,3%	4,1%	2,7%	0,1%	80	5,3%
CR	Adda	Pian.	73,2	2	1.783,2	12,4	13,5	1,1	0,7%	0,8%	0,1%	9,2%	11,3%	11,4%	1,2%	194	8,2%

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
CR	Mella	Pian.	4,1	0	37,4	-	-	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,8%	4,6%	0,6%	158	0,1%
CR	Oglio	Pian.	91,9	2	1.434,6	13,7	15,5	1,8	1,0%	1,1%	0,1%	13,4%	8,7%	9,6%	0,8%	104	1,4%
CR	Po	Pian.	82,7	0	5.045,3	24,9	26,3	1,5	0,5%	0,5%	0,0%	5,9%	15,7%	3,7%	0,6%	228	3,3%
CR	Serio	Pian.	36,6	0	1.283,1	10,1	9,0	-1,2	0,8%	0,7%	-0,1%	-11,6%	17,9%	7,4%	1,2%	439	6,2%
LC	Adda	Col.	17,3	0	293,1	12,8	11,6	-1,1	4,3%	4,0%	-0,4%	-8,9%	32,9%	7,1%	2,2%	1.032	10,8%
LC	Adda	Mont.	3,6	4	5,3	-	0,1	0,1	0,0%	1,1%	1,1%	non def.	15,0%	25,8%	3,1%	312	16,3%
LC	Lambro	Col.	11,5	0	74,0	1,9	2,0	0,1	2,6%	2,7%	0,1%	3,5%	32,3%	7,9%	2,4%	797	8,9%
LO	Adda	Pian.	86,1	2	3.360,2	18,0	21,3	3,4	0,5%	0,6%	0,1%	18,7%	13,9%	12,2%	1,5%	289	10,5%
LO	Lambro	Pian.	37,6	0	356,6	3,1	3,4	0,2	0,9%	0,9%	0,1%	6,7%	13,4%	17,9%	2,0%	326	13,4%
LO	Po	Pian.	58,1	2	2.523,0	5,7	7,8	2,1	0,2%	0,3%	0,1%	37,0%	19,4%	16,2%	2,7%	190	7,7%
LO	Serio	Pian.	-	0	22,9	-	-	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,9%	4,3%	0,4%	58	5,0%
MB	Adda	Pian.	4,2	0	16,5	0,1	0,1	0,0	0,7%	0,7%	0,0%	0,0%	22,6%	9,8%	2,0%	710	8,8%
MB	Lambro	Col.	18,3	4	62,4	5,9	6,4	0,5	9,5%	10,3%	0,9%	9,0%	46,5%	5,2%	2,3%	1.617	9,5%
MB	Lambro	Pian.	17,9	4	77,5	9,3	10,0	0,7	12,0%	12,9%	0,9%	7,5%	56,0%	4,2%	2,3%	3.028	4,5%
MI	Adda	Pian.	27,3	3	336,9	16,6	17,4	0,8	4,9%	5,2%	0,2%	4,7%	24,3%	9,7%	2,2%	747	12,4%
MI	Arno	Pian.	1,3	0	278,3	8,7	8,9	0,2	3,3%	3,2%	0,1%	1,9%	27,1%	6,3%	1,6%	573	8,4%
MI	Lambro	Pian.	53,8	3	423,6	20,3	21,7	1,4	4,8%	5,1%	0,3%	7,1%	48,0%	1,6%	0,8%	4.503	2,9%
MI	Olona	Pian.	24,8	4	118,7	17,4	19,4	2,1	14,6%	16,4%	1,7%	12,0%	48,8%	8,1%	3,6%	2.111	5,1%
MI	Ticino	Pian.	46,5	0	1.665,2	3,4	3,4	0,0	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	18,8%	5,8%	1,0%	493	7,8%
MN	Chiese	Pian.	22,4	0	398,2	2,9	2,9	0,0	0,7%	0,7%	0,0%	0,3%	9,7%	13,7%	1,2%	141	5,7%
MN	Mincio	Col.	16,5	4	55,3	3,3	3,6	0,3	6,1%	6,5%	0,5%	7,7%	10,5%	15,5%	1,4%	156	11,4%
MN	Mincio	Pian.	54,3	0	2.633,4	73,7	77,1	3,4	2,8%	2,9%	0,1%	4,6%	14,5%	17,1%	2,1%	270	5,7%
MN	Oglio	Pian.	47,8	2	1.033,3	5,2	5,8	0,6	0,5%	0,6%	0,1%	10,8%	11,0%	13,0%	1,3%	139	5,3%
MN	Po	Pian.	116,8	2	8.230,2	46,9	54,0	7,1	0,6%	0,7%	0,1%	15,2%	12,0%	16,7%	1,7%	174	4,9%
MN	Secchia	Pian.	26,9	2	571,0	6,5	8,6	2,1	1,1%	1,5%	0,4%	32,7%	10,8%	0,0%	0,0%	137	3,4%
PV	Agogna	Pian.	57,7	0	1.385,9	9,6	9,8	0,1	0,7%	0,7%	0,0%	1,3%	6,5%	5,7%	0,4%	87	0,7%
PV	Lambro	Pian.	3,0	0	29,1	0,9	1,0	0,1	3,2%	3,3%	0,2%	7,0%	20,6%	27,9%	4,5%	165	18,8%

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
PV	Po	Pian.	112,8	2	7.924,4	47,0	50,5	3,5	0,6%	0,6%	0,0%	7,5%	11,4%	8,0%	0,8%	167	4,4%
PV	Sesia	Pian.	22,6	0	1.227,7	3,3	3,3	0,0	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	4,8%	2,4%	0,1%	62	2,2%
PV	Terdoppio	Pian.	-	0	10,0	-	-	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,7%	6,7%	0,6%	217	20,4%
PV	Ticino	Pian.	50,3	0	2.352,1	21,1	22,1	1,0	0,9%	0,9%	0,0%	4,9%	15,0%	6,1%	0,9%	422	5,4%
SO	Adda	Mont.	92,9	2	1.261,4	36,1	43,8	7,7	2,9%	3,5%	0,6%	21,3%	2,3%	10,7%	0,2%	97	2,7%
SO	Mera	Mont.	23,0	0	306,5	8,1	8,0	-0,2	2,8%	2,6%	-0,1%	-2,0%	2,5%	7,7%	0,2%	90	3,4%
VA	Arno	Col.	13,7	1	66,2	16,6	16,4	-0,2	25,1%	24,8%	-0,3%	-1,2%	46,7%	0,9%	0,4%	1.260	5,0%
VA	Arno	Pian.	15,2	1	87,1	17,8	17,3	-0,5	14,6%	19,8%	-0,6%	-3,0%	47,0%	4,2%	1,9%	1.197	9,6%
VA	Olona	Col.	30,9	1	264,1	42,2	41,2	-1,0	16,0%	15,6%	-0,4%	-2,4%	33,3%	-0,3%	-0,1%	1.188	4,1%
VA	Olona	Mont.	-	0	0,5	-	-	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	23,6%	3,1%	0,7%	819	6,8%
VA	Olona	Pian.	10,7	1	63,3	14,4	12,6	-1,8	22,8%	19,9%	-2,9%	-12,6%	47,5%	8,7%	3,8%	1.382	6,5%
VA	Rile	Col.	non noto	4	22,6	3,5	4,0	0,5	15,5%	17,6%	2,1%	13,4%	37,1%	3,2%	1,2%	1.177	4,5%
VA	Tenore	Col.	10,4	4	35,4	2,3	2,6	0,3	6,2%	7,4%	0,8%	12,5%	35,9%	2,8%	1,0%	1.098	3,3%
VA	Tenore	Pian.	5,6	1	2,9	0,9	0,9	0,0	31,2%	31,2%	0,0%	0,0%	57,5%	5,3%	2,9%	2.354	7,5%
VA	Ticino	Col.	5,7	3	17,9	5,4	5,4	0,0	30,1%	30,1%	0,0%	0,0%	20,7%	1,8%	0,3%	447	8,5%
VA	Ticino	Pian.	25,5	2	238,8	2,3	2,6	0,4	0,8%	1,1%	0,2%	17,0%	27,3%	4,7%	1,2%	460	5,1%

Appendice 2.2 - Dati e indicatori per l'analisi delle aree urbanizzate nelle unità territoriali omogenee in fascia B

Nota: la superficie totale Sup_{tot} è stata determinata al netto delle aree idriche nel 2007.

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
BG	Adda	Col.	7,5	1	9,0	2,3	2,3	0,0	25,1%	25,1%	0,0%	0,0%	22,3%	5,4%	1,1%	579	11,3%
BG	Adda	Pian.	28,1	1	65,5	7,3	7,3	0,0	11,1%	11,1%	0,0%	0,0%	27,6%	11,1%	2,8%	810	10,4%
BG	Brembo	Col.	5,0	0	22,5	1,9	1,9	0,0	8,5%	8,4%	0,0%	0,0%	30,4%	5,2%	1,5%	1.097	7,7%
BG	Brembo	Mont.	27,6	1	20,7	6,4	6,1	-0,3	30,8%	29,4%	-1,4%	-4,6%	4,5%	7,3%	0,3%	193	2,1%
BG	Brembo	Pian.	18,4	2	245,5	14,5	19,1	4,6	5,9%	7,8%	1,9%	31,6%	43,0%	8,1%	3,2%	1.302	13,3%
BG	Oglio	Mont.	8,4	3	195,0	21,3	22,5	1,2	10,7%	11,6%	0,6%	5,8%	6,5%	6,0%	0,4%	383	10,5%
BG	Oglio	Pian.	28,8	0	105,0	3,6	3,7	0,0	3,5%	3,5%	0,0%	0,5%	13,9%	17,1%	2,0%	333	9,3%
BG	Serio	Col.	4,8	0	14,1	0,5	0,3	-0,1	3,2%	2,4%	-0,9%	-26,5%	21,6%	5,0%	1,0%	973	8,0%
BG	Serio	Pian.	36,5	0	721,8	37,9	40,7	2,8	5,2%	5,6%	0,4%	7,3%	23,2%	11,5%	2,4%	632	14,4%
BS	Chiese	Col.	14,4	0	5,5	0,2	0,2	0,0	3,2%	3,2%	0,0%	0,0%	16,0%	14,8%	2,1%	439	20,4%
BS	Chiese	Pian.	43,1	2	151,8	2,5	3,6	1,0	1,7%	2,3%	0,7%	40,1%	18,9%	15,3%	2,5%	283	18,5%
BS	Mella	Col.	19,7	0	0,1	0,0	0,0	0,0	2,5%	2,5%	0,0%	0,0%	35,7%	2,8%	1,0%	1.812	2,7%
BS	Mella	Pian.	55,1	2	1.214,9	27,2	31,8	4,6	2,2%	2,6%	0,4%	16,8%	14,5%	13,4%	1,7%	311	15,3%
BS	Oglio	Col.	8,2	0	3,0	-	-	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30,3%	9,3%	2,5%	827	14,1%
BS	Oglio	Mont.	55,6	3	501,3	49,6	52,4	2,8	10,0%	10,4%	0,6%	5,6%	3,4%	9,9%	0,3%	141	6,4%
BS	Oglio	Pian.	85,0	0	1.001,2	11,0	11,7	0,7	1,1%	1,2%	0,1%	6,6%	14,0%	11,0%	1,4%	290	11,3%
CO	Adda	Mont.	3,6	0	173,3	6,5	6,8	0,4	3,7%	3,9%	0,2%	5,7%	4,1%	2,7%	0,1%	80	5,3%
CO	Lambro	Col.	16,2	0	65,4	1,7	1,8	0,1	2,6%	2,8%	0,2%	6,5%	31,6%	4,4%	1,3%	919	8,4%
CO	Mera	Mont.	10,3	2	641,1	31,4	34,7	3,3	4,9%	5,4%	0,5%	10,5%	4,1%	2,7%	0,1%	80	5,3%
CR	Adda	Pian.	73,2	2	1.277,4	40,4	43,6	3,2	3,2%	3,4%	0,3%	8,0%	11,3%	11,4%	1,2%	194	8,2%
CR	Mella	Pian.	4,1	2	26,8	0,3	0,5	0,1	1,3%	1,8%	0,5%	41,8%	12,8%	4,6%	0,6%	158	0,1%
CR	Oglio	Pian.	91,9	2	1.022,6	19,9	23,3	3,5	1,9%	2,3%	0,3%	17,4%	8,7%	9,6%	0,8%	104	1,4%
CR	Po	Pian.	82,7	2	6.303,1	135,6	149,3	13,6	2,1%	2,4%	0,2%	10,0%	15,7%	3,7%	0,6%	228	3,3%
CR	Serio	Pian.	36,6	2	371,7	12,2	14,0	1,8	3,3%	3,8%	0,5%	14,6%	17,9%	7,4%	1,2%	439	6,2%

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
LC	Adda	Col.	17,3	1	141,7	24,7	20,2	-4,5	17,5%	14,3%	-3,2%	-18,2%	32,9%	7,1%	2,2%	1.032	10,8%
LC	Adda	Mont.	3,6	2	57,5	1,9	3,3	1,4	3,3%	5,8%	2,5%	76,5%	15,0%	25,8%	3,1%	312	16,3%
LC	Lambro	Col.	11,5	0	10,2	0,2	0,2	-0,1	2,3%	1,7%	-0,6%	-26,5%	32,3%	7,9%	2,4%	797	8,9%
LO	Adda	Pian.	86,1	2	3.240,1	88,7	104,5	15,8	2,7%	3,2%	0,5%	17,8%	13,9%	12,2%	1,5%	289	10,5%
LO	Lambro	Pian.	37,6	2	283,9	2,6	2,8	0,2	0,9%	1,0%	0,1%	8,4%	13,4%	17,9%	2,0%	326	13,4%
LO	Po	Pian.	58,1	2	2.042,8	43,3	54,1	10,8	2,1%	2,6%	0,5%	24,9%	19,4%	16,2%	2,7%	190	7,7%
MB	Adda	Pian.	4,2	0	56,7	0,6	0,6	0,0	1,1%	1,1%	0,0%	0,0%	22,6%	9,8%	2,0%	710	8,8%
MB	Lambro	Col.	18,3	3	23,9	2,5	2,7	0,2	10,4%	11,1%	0,8%	7,3%	46,5%	5,2%	2,3%	1.617	9,5%
MB	Lambro	Pian.	17,9	0	164,9	11,3	11,6	0,3	6,9%	7,1%	0,2%	3,0%	56,0%	4,2%	2,3%	3.028	4,5%
MI	Adda	Pian.	27,3	0	675,1	35,6	36,2	0,6	5,3%	5,4%	0,1%	1,7%	24,3%	9,7%	2,2%	747	12,4%
MI	Lambro	Pian.	53,8	2	993,3	60,4	67,2	6,7	6,1%	6,8%	0,7%	11,2%	48,0%	1,6%	0,8%	4.503	2,9%
MI	Olona	Pian.	24,8	0	45,4	2,8	2,8	0,0	6,2%	6,2%	0,0%	0,0%	48,8%	8,1%	3,6%	2.111	5,1%
MI	Ticino	Pian.	46,5	0	1.466,8	29,6	30,5	0,9	2,0%	2,1%	0,1%	2,9%	18,8%	5,8%	1,0%	493	7,8%
MN	Chiese	Pian.	22,4	2	279,2	3,3	3,6	0,3	1,2%	1,3%	0,1%	10,1%	9,7%	13,7%	1,2%	141	5,7%
MN	Mincio	Col.	16,5	0	154,3	12,6	13,1	0,5	8,2%	8,5%	0,3%	3,7%	10,5%	15,5%	1,4%	156	11,4%
MN	Mincio	Pian.	54,3	0	625,4	49,4	52,1	2,7	7,9%	8,3%	0,4%	5,6%	14,5%	17,1%	2,1%	270	5,7%
MN	Oglio	Pian.	47,8	0	152,0	0,7	0,7	0,0	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%	11,0%	13,0%	1,3%	139	5,3%
MN	Po	Pian.	116,8	0	3.369,0	46,6	43,8	-2,7	1,4%	1,3%	-0,1%	-5,9%	12,0%	16,7%	1,7%	174	4,9%
MN	Secchia	Pian.	26,9	2	180,1	4,3	4,9	0,6	2,4%	2,7%	0,3%	13,3%	10,8%	0,0%	0,0%	137	3,4%
PV	Agogna	Pian.	57,7	0	1.657,5	21,4	21,1	-0,2	1,3%	1,3%	0,0%	-1,1%	6,5%	5,7%	0,4%	87	0,7%
PV	Lambro	Pian.	3,0	0	1,3	-	-	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,6%	27,9%	4,5%	165	18,8%
PV	Po	Col.	-	0	92,1	2,1	2,2	0,2	2,2%	2,4%	0,2%	7,3%	24,4%	11,1%	2,4%	608	6,5%
PV	Po	Pian.	112,8	0	6.882,1	76,8	77,9	1,2	1,1%	1,1%	0,0%	1,5%	11,4%	8,0%	0,8%	167	4,4%
PV	Sesia	Pian.	22,6	0	356,6	2,8	2,8	0,0	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	4,8%	2,4%	0,1%	62	2,2%
PV	Ticino	Pian.	50,3	0	4.859,3	147,9	148,9	1,1	3,0%	3,1%	0,0%	0,7%	15,0%	6,1%	0,9%	422	5,4%
SO	Adda	Mont.	92,9	2	1.537,8	63,6	86,6	23,0	4,1%	5,6%	1,5%	36,2%	2,3%	10,7%	0,2%	97	2,7%
SO	Mera	Mont.	23,0	2	711,5	46,5	50,2	3,7	6,7%	7,1%	0,5%	8,1%	2,5%	7,7%	0,2%	90	3,4%
VA	Arno	Col.	13,7	0	82,6	4,3	4,3	0,1	5,1%	5,2%	0,1%	1,4%	46,7%	0,9%	0,4%	1.260	5,0%

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
VA	Arno	Pian.	15,2	2	53,1	0,1	0,4	0,4	0,1%	0,8%	0,7%	503,2%	47,0%	4,2%	1,9%	1.197	9,6%
VA	Olona	Col.	30,9	3	71,7	21,2	21,5	0,3	29,6%	30,0%	0,4%	1,4%	33,3%	-0,3%	-0,1%	1.188	4,1%
VA	Olona	Pian.	10,7	1	78,8	33,3	29,3	-4,0	42,3%	37,1%	-5,1%	-12,1%	47,5%	8,7%	3,8%	1.382	6,5%
VA	Rile	Col.	non noto	2	26,9	1,1	1,3	0,2	4,1%	5,0%	0,8%	19,6%	37,1%	3,2%	1,2%	1.177	4,5%
VA	Rile	Pian.	non noto	4	10,8	-	0,8	0,8	0,0%	7,8%	7,8%	no def.	63,8%	1,7%	1,1%	2.391	10,4%
VA	Tenore	Col.	10,4	0	73,8	2,5	2,5	0,0	3,3%	3,3%	0,0%	0,0%	35,9%	2,8%	1,0%	1.098	3,3%
VA	Tenore	Pian.	5,6	2	13,6	0,2	0,7	0,5	1,7%	5,3%	3,6%	208,7%	57,5%	5,3%	2,9%	2.354	7,5%
VA	Ticino	Col.	5,7	1	3,5	3,5	3,5	0,0	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	20,7%	1,8%	0,3%	447	8,5%
VA	Ticino	Pian.	25,5	0	161,2	7,0	6,6	-0,4	4,1%	4,1%	-0,2%	-5,1%	27,3%	4,7%	1,2%	460	5,1%

Appendice 2.3 - Dati e indicatori per l'analisi delle aree urbanizzate nelle unità territoriali omogenee in fascia C

Nota: la superficie totale Sup_{tot} è stata determinata al netto delle aree idriche nel 2007.

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
BG	Adda	Col.	7,5	1	76,8	37,2	36,5	-0,7	48,4%	47,5%	-0,9%	-1,8%	22,3%	5,4%	1,1%	579	11,3%
BG	Adda	Pian.	28,1	4	56,3	6,9	9,0	2,1	12,2%	16,0%	3,8%	30,9%	27,6%	11,1%	2,8%	810	10,4%
BG	Brembo	Col.	5,0	3	41,8	24,7	24,7	0,0	59,1%	59,0%	0,0%	0,0%	30,4%	5,2%	1,5%	1.097	7,7%
BG	Brembo	Mont.	27,6	3	279,2	185,8	188,1	2,3	66,6%	67,4%	0,8%	1,3%	4,5%	7,3%	0,3%	193	2,1%
BG	Brembo	Pian.	18,4	0	139,9	7,6	7,7	0,1	5,4%	5,5%	0,1%	1,8%	43,0%	8,1%	3,2%	1.302	13,3%
BG	Oglio	Mont.	8,4	4	371,5	178,4	196,0	17,6	48,0%	52,8%	4,7%	9,8%	6,5%	6,0%	0,4%	383	10,5%
BG	Oglio	Pian.	28,8	3	272,4	48,9	51,9	3,0	17,9%	19,0%	1,1%	6,1%	13,9%	17,1%	2,0%	333	9,3%
BG	Serio	Col.	4,8	1	106,6	70,0	68,8	-1,2	65,7%	64,6%	-1,1%	-1,7%	21,6%	5,0%	1,0%	973	8,0%
BG	Serio	Pian.	36,5	0	1.546,4	215,4	229,0	13,6	13,9%	14,8%	0,9%	6,3%	23,2%	11,5%	2,4%	632	14,4%
BS	Chiese	Col.	14,4	4	3,9	3,2	3,5	0,3	82,7%	89,6%	7,0%	8,4%	16,0%	14,8%	2,1%	439	20,4%
BS	Chiese	Pian.	43,1	2	4.125,4	297,3	339,0	41,7	7,2%	8,2%	1,0%	14,0%	18,9%	15,3%	2,5%	283	18,5%
BS	Mella	Col.	19,7	3	2.849,1	1.586,6	1.644,1	57,5	55,7%	57,7%	2,0%	3,6%	35,7%	2,8%	1,0%	1.812	2,7%
BS	Mella	Pian.	55,1	4	2.586,8	588,3	651,2	62,9	22,7%	25,2%	2,4%	10,7%	14,5%	13,4%	1,7%	311	15,3%
BS	Oglio	Col.	8,2	0	0,0	-	-	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30,3%	9,3%	2,5%	827	14,1%
BS	Oglio	Mont.	55,6	3	1.232,7	588,4	628,9	40,5	47,7%	51,0%	3,3%	6,9%	3,4%	9,9%	0,3%	141	6,4%
BS	Oglio	Pian.	85,0	0	1.138,5	62,9	65,8	2,9	5,5%	5,8%	0,3%	4,6%	14,0%	11,0%	1,4%	290	11,3%
CO	Adda	Mont.	3,6	3	82,2	22,1	23,7	1,6	26,9%	28,8%	1,9%	7,2%	4,1%	2,7%	0,1%	80	5,3%
CO	Lambro	Col.	16,2	3	30,9	7,7	7,7	0,0	25,0%	25,0%	0,0%	0,0%	31,6%	4,4%	1,3%	919	8,4%
CO	Mera	Mont.	10,3	0	40,3	5,4	5,4	0,0	13,5%	13,5%	0,0%	0,0%	4,1%	2,7%	0,1%	80	5,3%
CR	Adda	Pian.	73,2	2	4.033,9	370,1	417,7	47,6	9,1%	10,4%	1,2%	12,9%	11,3%	11,4%	1,2%	194	8,2%
CR	Mella	Pian.	4,1	0	125,9	4,2	3,7	-0,5	3,3%	2,9%	-0,4%	-12,6%	12,8%	4,6%	0,6%	158	0,1%
CR	Oglio	Pian.	91,9	0	4.266,4	155,6	164,3	8,7	3,6%	3,9%	0,2%	5,6%	8,7%	9,6%	0,8%	104	1,4%
CR	Po	Pian.	82,7	2	26.169,9	2.231,3	2.446,1	214,8	8,5%	9,3%	0,8%	9,6%	15,7%	3,7%	0,6%	228	3,3%
CR	Serio	Pian.	36,6	0	634,2	91,4	94,9	3,6	14,4%	15,0%	0,6%	3,9%	17,9%	7,4%	1,2%	439	6,2%

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
LC	Adda	Col.	17,3	1	56,2	32,2	31,6	-0,6	57,2%	56,2%	-1,0%	-1,8%	32,9%	7,1%	2,2%	1.032	10,8%
LC	Adda	Mont.	3,6	3	19,2	8,9	9,2	0,4	46,1%	48,1%	2,0%	4,3%	15,0%	25,8%	3,1%	312	16,3%
LC	Lambro	Col.	11,5	1	12,4	6,3	6,1	-0,2	50,3%	49,0%	-1,2%	-2,5%	32,3%	7,9%	2,4%	797	8,9%
LO	Adda	Pian.	86,1	2	3.893,8	319,0	364,7	45,8	8,2%	9,4%	1,2%	14,3%	13,9%	12,2%	1,5%	289	10,5%
LO	Lambro	Pian.	37,6	0	211,0	11,0	11,0	0,0	5,0%	5,2%	0,0%	0,0%	13,4%	17,9%	2,0%	326	13,4%
LO	Po	Pian.	58,1	2	9.848,2	799,7	934,7	135,0	8,1%	9,5%	1,4%	16,9%	19,4%	16,2%	2,7%	190	7,7%
MB	Lambro	Col.	18,3	3	62,4	31,9	32,8	0,9	51,1%	52,5%	1,4%	2,8%	46,5%	5,2%	2,3%	1.617	9,5%
MB	Lambro	Pian.	17,9	3	525,9	331,2	334,6	3,4	63,0%	63,6%	0,6%	1,0%	56,0%	4,2%	2,3%	3.028	4,5%
MI	Adda	Pian.	27,3	0	78,0	2,4	2,4	0,0	3,1%	3,1%	0,0%	0,0%	24,3%	9,7%	2,2%	747	12,4%
MI	Arno	Pian.	1,3	0	216,6	0,2	0,2	0,0	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	27,1%	6,3%	1,6%	573	8,4%
MI	Lambro	Pian.	53,8	3	2.299,9	1.480,8	1.499,9	19,0	64,4%	65,2%	0,8%	1,3%	48,0%	1,6%	0,8%	4.503	2,9%
MI	Olona	Pian.	24,8	3	780,1	371,7	375,6	3,9	47,6%	48,2%	0,5%	1,1%	48,8%	8,1%	3,6%	2.111	5,1%
MI	Ticino	Pian.	46,5	0	78,8	1,1	1,1	0,0	1,4%	1,4%	0,0%	0,0%	18,8%	5,8%	1,0%	493	7,8%
MN	Chiese	Pian.	22,4	2	1.663,1	164,5	192,1	27,6	9,9%	11,6%	1,7%	16,8%	9,7%	13,7%	1,2%	141	5,7%
MN	Mincio	Col.	16,5	0	143,2	14,9	16,0	1,1	10,4%	11,2%	0,8%	7,3%	10,5%	15,5%	1,4%	156	11,4%
MN	Mincio	Pian.	54,3	3	4.687,3	1.044,7	1.108,4	63,7	22,3%	23,6%	1,4%	6,1%	14,5%	17,1%	2,1%	270	5,7%
MN	Oglio	Pian.	47,8	2	4.459,0	165,2	198,2	33,1	3,7%	4,4%	0,7%	20,0%	11,0%	13,0%	1,3%	139	5,3%
MN	Po	Pian.	116,8	2	87.191,6	8.602,9	9.474,4	871,5	9,9%	10,9%	1,0%	10,1%	12,0%	16,7%	1,7%	174	4,9%
PV	Agogna	Pian.	57,7	3	103,7	26,4	27,1	0,7	25,5%	26,1%	0,7%	2,6%	6,5%	5,7%	0,4%	87	0,7%
PV	Lambro	Pian.	3,0	2	53,5	5,6	6,3	0,6	10,5%	11,7%	1,2%	11,0%	20,6%	27,9%	4,5%	165	18,8%
PV	Po	Col.	-	0	40,9	0,3	0,3	0,0	0,7%	0,7%	0,0%	0,0%	24,4%	11,1%	2,4%	608	6,5%
PV	Po	Pian.	112,8	0	23.989,5	1.981,0	2.115,5	134,5	8,2%	8,8%	0,6%	6,8%	11,4%	8,0%	0,8%	167	4,4%
PV	Sesia	Pian.	22,6	0	715,6	36,4	37,9	1,4	5,1%	5,3%	0,2%	3,9%	4,8%	2,4%	0,1%	62	2,2%
PV	Terdoppio	Pian.	non noto	0	142,2	1,3	1,3	0,0	0,9%	0,9%	0,0%	0,0%	9,7%	6,7%	0,6%	217	20,4%
PV	Ticino	Pian.	50,3	2	2.970,0	327,4	355,6	28,3	11,0%	12,0%	1,0%	8,6%	15,0%	6,1%	0,9%	422	5,4%
SO	Adda	Mont.	92,9	4	3.516,8	848,9	974,7	125,7	24,1%	27,7%	3,6%	14,8%	2,3%	10,7%	0,2%	97	2,7%
SO	Mera	Mont.	23,0	4	1.123,2	147,1	185,4	38,4	13,1%	16,5%	3,4%	26,1%	2,5%	7,7%	0,2%	90	3,4%
VA	Arno	Col.	13,7	3	192,5	108,3	110,4	2,1	56,3%	57,4%	1,1%	1,9%	46,7%	0,9%	0,4%	1.260	5,0%

Prov.	Fiume	Quota	L. asta (km)	Classe di crit.	Sup _{tot} (ha)	Sup _{urb,99} (ha)	Sup _{urb,07} (ha)	Var _{urb} (ha)	Coeff _{urb,99}	Coeff _{urb,07}	ΔCoeff _{urb}	Tvar _{urb}	Coeff _{urb,07} fuori dalle fasce	Tvar _{urb} fuori dalle fasce	ΔCoeff _{urb} fuori dalle fasce	Dp ₀₇ (ab/km ²)	Tvar _{pop}
VA	Arno	Pian.	15,2	1	631,4	247,8	247,0	-0,8	39,2%	39,1%	-0,1%	-0,3%	47,0%	4,2%	1,9%	1.197	9,6%
VA	Olona	Col.	30,9	1	221,8	126,9	126,3	-0,6	57,2%	56,9%	-0,3%	-0,5%	33,3%	-0,3%	-0,1%	1.188	4,1%
VA	Olona	Pian.	10,7	3	66,1	48,4	48,5	0,1	73,2%	73,3%	0,1%	0,2%	47,5%	8,7%	3,8%	1.382	6,5%
VA	Rile	Col.	non noto	1	108,8	91,4	90,9	-0,6	84,1%	83,5%	-0,5%	-0,6%	37,1%	3,2%	1,2%	1.177	4,5%
VA	Rile	Pian.	non noto	4	10,2	0,1	6,5	6,4	0,7%	63,7%	63,0%	9339,4%	63,8%	1,7%	1,1%	2.391	10,4%
VA	Tenore	Col.	10,4	4	294,6	114,0	123,7	9,7	38,7%	42,0%	3,3%	8,5%	35,9%	2,8%	1,0%	1.098	3,3%
VA	Tenore	Pian.	5,6	4	83,7	30,5	34,0	3,4	36,5%	40,6%	4,1%	11,3%	57,5%	5,3%	2,9%	2.354	7,5%
VA	Ticino	Col.	5,7	1	6,0	4,9	4,9	0,0	81,4%	81,4%	0,0%	0,0%	20,7%	1,8%	0,3%	447	8,5%
VA	Ticino	Pian.	25,5	0	22,2	0,7	0,7	0,0	3,3%	3,3%	0,0%	0,0%	27,3%	4,7%	1,2%	460	5,1%

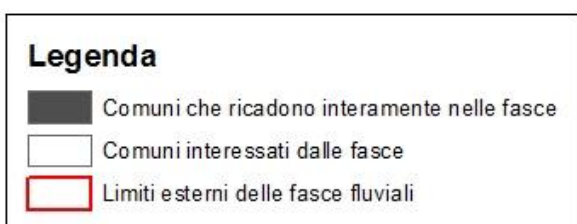
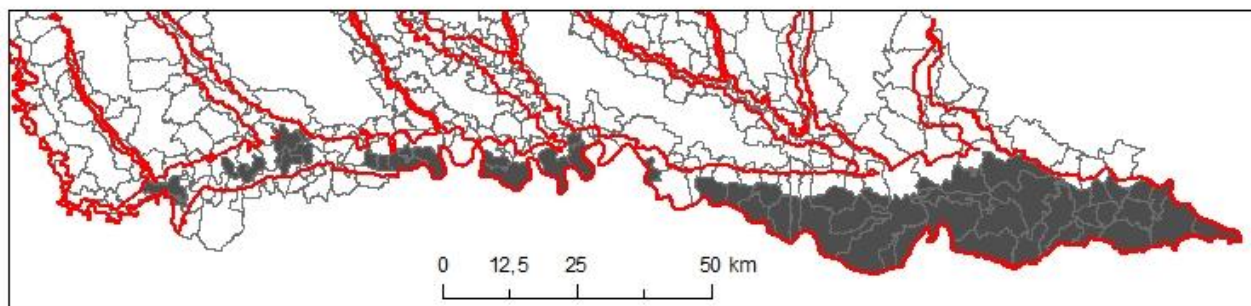
Appendice 3 - Comuni non considerati per l'analisi a scala comunale

La *Tabella* seguente riporta per ogni fascia i comuni che sono stati scartati per l'analisi a scala comunale in quanto la loro superficie totale al netto delle aree idriche (massimo delle aree idriche tra il 1999 e il 2007) è inferiore all'UMR della base DUSAF pari a 0,16 ha.

Fascia	Zona di quota	Provincia	Comune	Fiume	Sup. al netto delle aree idriche in ettari (Sup.minima tra il 1999 e il 2007)
A	Pianura	Varese	Busto Arsizio	Tenore	0,010
A	Pianura	Mantova	Commessaggio	Oglio	0,116
A	Montagna	Brescia	Pian Camuno	Oglio	0,009
A	Montagna	Bergamo	Piazza Brembana	Brembo	0,030
A	Collina	Brescia	Roe' Volciano	Chiese	0,069
B	Collina	Brescia	Brescia	Mella	0,056
B	Pianura	Brescia	Calvisano	Chiese	0,003
B	Collina	Varese	Castiglione Olona	Olona	0,067
B	Pianura	Milano	Dresano	Lambro	0,062
B	Pianura	Varese	Ferno	Arno	0,076
B	Collina	Brescia	Gavardo	Chiese	0,003
B	Collina	Monza	Giussano	Lambro	0,003
B	Pianura	Lodi	Maccastorna	Po	0,015
B	Collina	Varese	Malnate	Olona	0,010
B	Pianura	Mantova	Pegognaga	Po	0,071
B	Pianura	Cremona	Piadena	Oglio	0,019
B	Collina	Bergamo	Pontida	Adda	0,120
B	Pianura	Brescia	Remedello	Chiese	0,057
B	Montagna	Bergamo	Ubiale Clanezzo	Brembo	0,011
B	Montagna	Sondrio	Valdisotto	Adda	-
B	Collina	Varese	Varese	Olona	0,028
B	Collina	Monza	Verano Brianza	Lambro	0,159
B	Montagna	Sondrio	Verceia	Mera	0,115
B	Collina	Brescia	Villanuova sul Clisi	Chiese	0,020
C	Pianura	Pavia	Borgo San Siro	Ticino	0,073
C	Montagna	Bergamo	Brembilla	Brembo	0,109
C	Collina	Brescia	Capriolo	Oglio	0,008
C	Pianura	Lodi	Casaleto Lodigiano	Lambro	0,002
C	Pianura	Milano	Cassano D'Adda	Adda	0,087
C	Pianura	Brescia	Fiesse	Oglio	0,051
C	Pianura	Varese	Gorla Maggiore	Olona	0,102
C	Montagna	Bergamo	Piazza Brembana	Brembo	0,002
C	Pianura	Bergamo	Pontirolo Nuovo	Brembo	0,078
C	Montagna	Sondrio	Postalesio	Adda	0,151
C	Pianura	Milano	San Zenone al Lambro	Lambro	0,004
C	Montagna	Sondrio	Valdisotto	Adda	0,001
C	Pianura	Milano	Vimodrone	Lambro	0,014

Appendice 4 - Comuni che ricadono interamente nelle fasce

Comuni interessati dalle fasce per i quali è stato considerato che ricadono interamente nelle fasce (comuni interessati dalle fasce del Po e in aggiunta per alcuni comuni di un suo tributario)



Nome della provincia, nome del comune e fiumi ai quali le fasce che ricadono nel comune sono collegate per i 55 comuni per i quali è stato considerato che ricadono interamente nelle fasce

Provincia	Comune	Fiumi
Cremona	Casalmaggiore	Po
Cremona	Gerre de`Caprioli	Po
Cremona	Gussola	Po
Cremona	Martignana di Po	Po
Cremona	Motta Baluffi	Po
Cremona	Rivarolo del Re ed Uniti	Po
Cremona	San Daniele Po	Po
Cremona	Scandolara Ravara	Po
Cremona	Torricella del Pizzo	Po
Lodi	Caselle Landi	Po
Lodi	Castelnuovo Bocca d`Adda	Adda-Po
Lodi	Guardamiglio	Po
Lodi	Maccastorna	Adda-Po
Lodi	San Rocco al Porto	Po
Mantova	Bagnolo san Vito	Mincio-Po
Mantova	Borgoforte	Po
Mantova	Borgofranco sul Po	Po
Mantova	Carbonara di Po	Po
Mantova	Commessaggio	Oglio-Po
Mantova	Dosolo	Po
Mantova	Felonica	Po
Mantova	Gonzaga	Po

Provincia	Comune	Fiumi
Mantova	Magnacavallo	Po
Mantova	Moglia	Po-Secchia
Mantova	Motteggiana	Po
Mantova	Pegognaga	Po
Mantova	Pieve di Coriano	Po
Mantova	Poggio Rusco	Po
Mantova	Pomponesco	Po
Mantova	Quingentole	Po
Mantova	Quistello	Po-Secchia
Mantova	Revere	Po
Mantova	Sabbioneta	Po
Mantova	San Benedetto Po	Po-Secchia
Mantova	San Giacomo delle Segnate	Po
Mantova	San Giovanni del Dosso	Po
Mantova	Schivenoglia	Po
Mantova	Sermide	Po
Mantova	Suzzara	Po
Mantova	Viadana	Oglio-Po
Mantova	Villa Poma	Po
Pavia	Badia Pavese	Po
Pavia	Bastida de` Dossi	Po
Pavia	Bastida Pancarana	Po
Pavia	Cornale	Po
Pavia	Mezzana Bigli	Agogna-Po
Pavia	Mezzana Rabattone	Po
Pavia	Mezzanino	Po-Ticino
Pavia	Monticelli Pavese	Po
Pavia	Pieve Porto Morone	Po
Pavia	Rea	Po
Pavia	San Zenone al Po	Po
Pavia	Travaco` Siccomario	Po-Ticino
Pavia	Verrua Po	Po
Pavia	Zerbo	Po

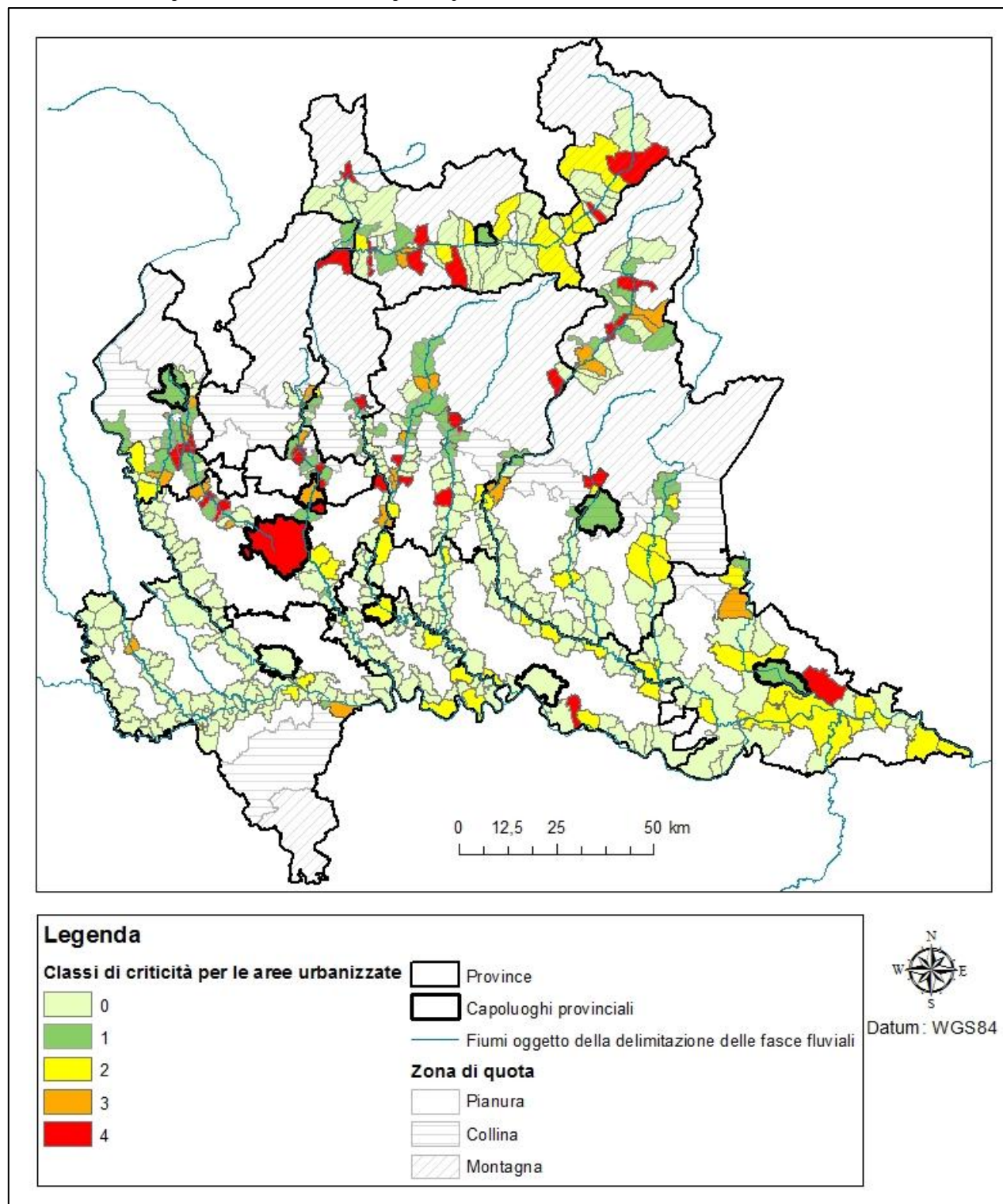
Appendice 5 - Classi di criticità per le aree urbanizzate nelle fasce fluviali a scala comunale

In *Appendice 5* vengono riportate le mappe delle classi di criticità per le aree urbanizzate in fascia A, B o C per i comuni interessati rispettivamente dalla fascia A, B o C nonché una mappa che individua i comuni interessati dalle fasce A e B di esondazione che ammettono una criticità di grado 2, 3 o 4 in tutto il territorio delle fasce di esondazione.⁴⁶

⁴⁶ Si ricorda la definizione delle classi di criticità con la seguente Tabella.

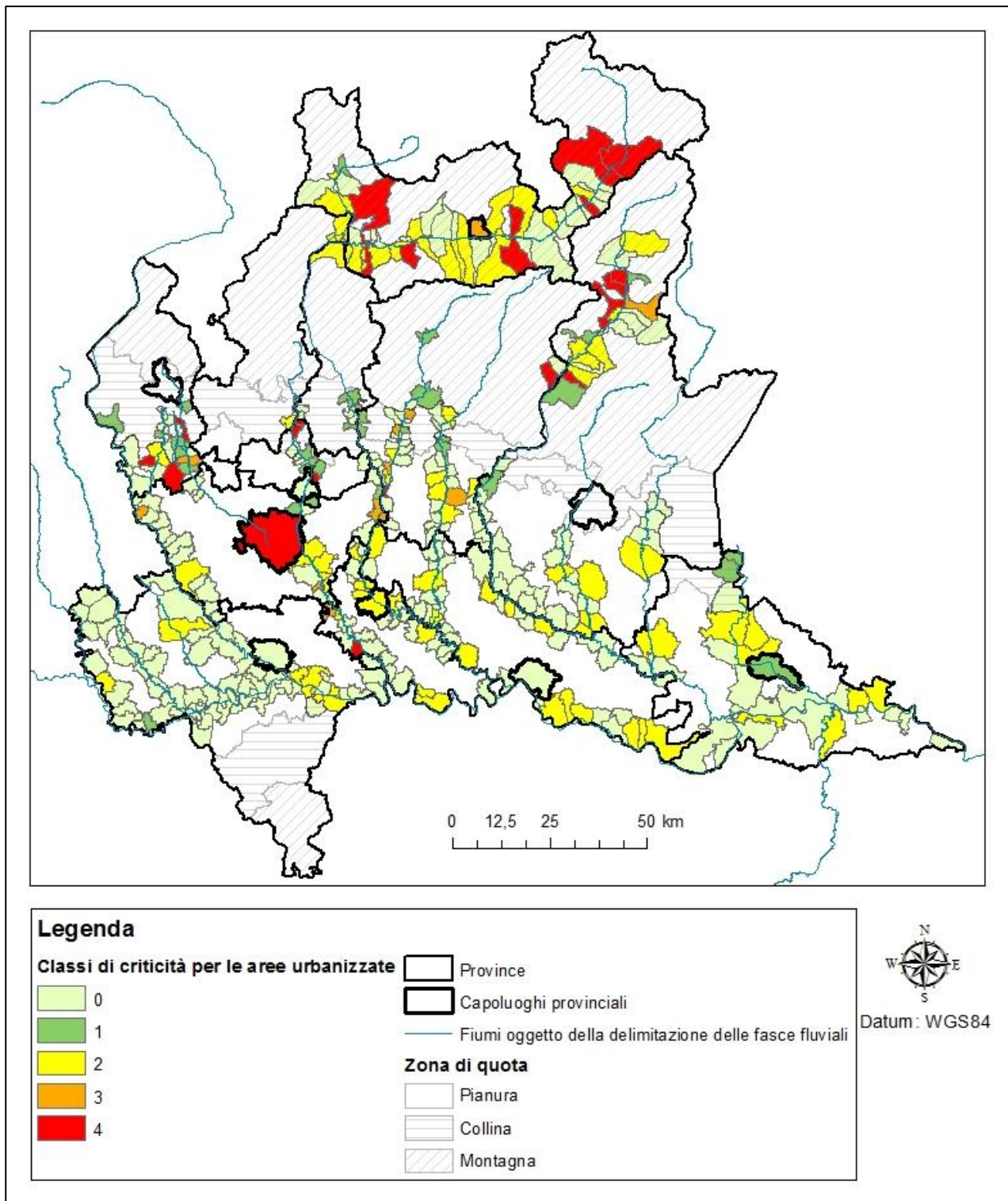
	Fascia A	Fascia B	Fascia C
Classe 0			
Coeff _{urb,07}	≤ 5%	≤ 10%	≤ 15,6%
Tvar _{urb,99-07}	≤ 7,4%	≤ 7,4%	≤ 7,4%
Classe 1			
Coeff _{urb,07}	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvar _{urb,99-07}	≤ 0%	≤ 0%	≤ 0%
Classe 2			
Coeff _{urb,07}	≤ 5%	≤ 10%	≤ 15,6%
Tvar _{urb,99-07}	≥ 7,5%	≥ 7,5%	≥ 7,5%
Classe 3			
Coeff _{urb,07}	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvar _{urb,99-07}	0,1% ÷ 7,4%	0,1% ÷ 7,4%	0,1% ÷ 7,4%
Classe 4			
Coeff _{urb,07}	≥ 5,1%	≥ 10,1%	≥ 15,7%
Tvar _{urb,99-07}	≥ 7,5%	≥ 7,5%	≥ 7,5%

Classi di criticità per le aree urbanizzate per la fascia A



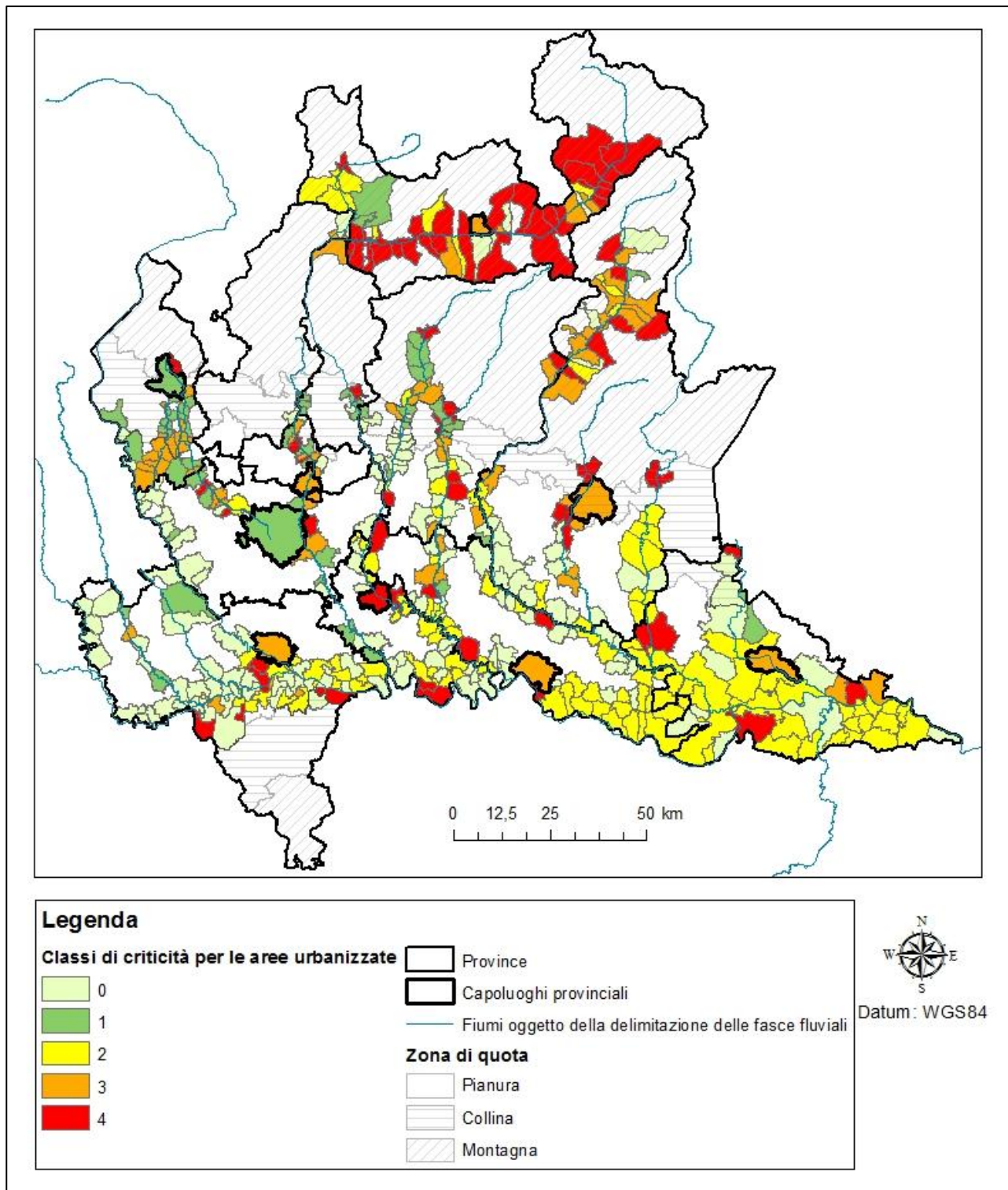
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Classi di criticità per le aree urbanizzate per la fascia B



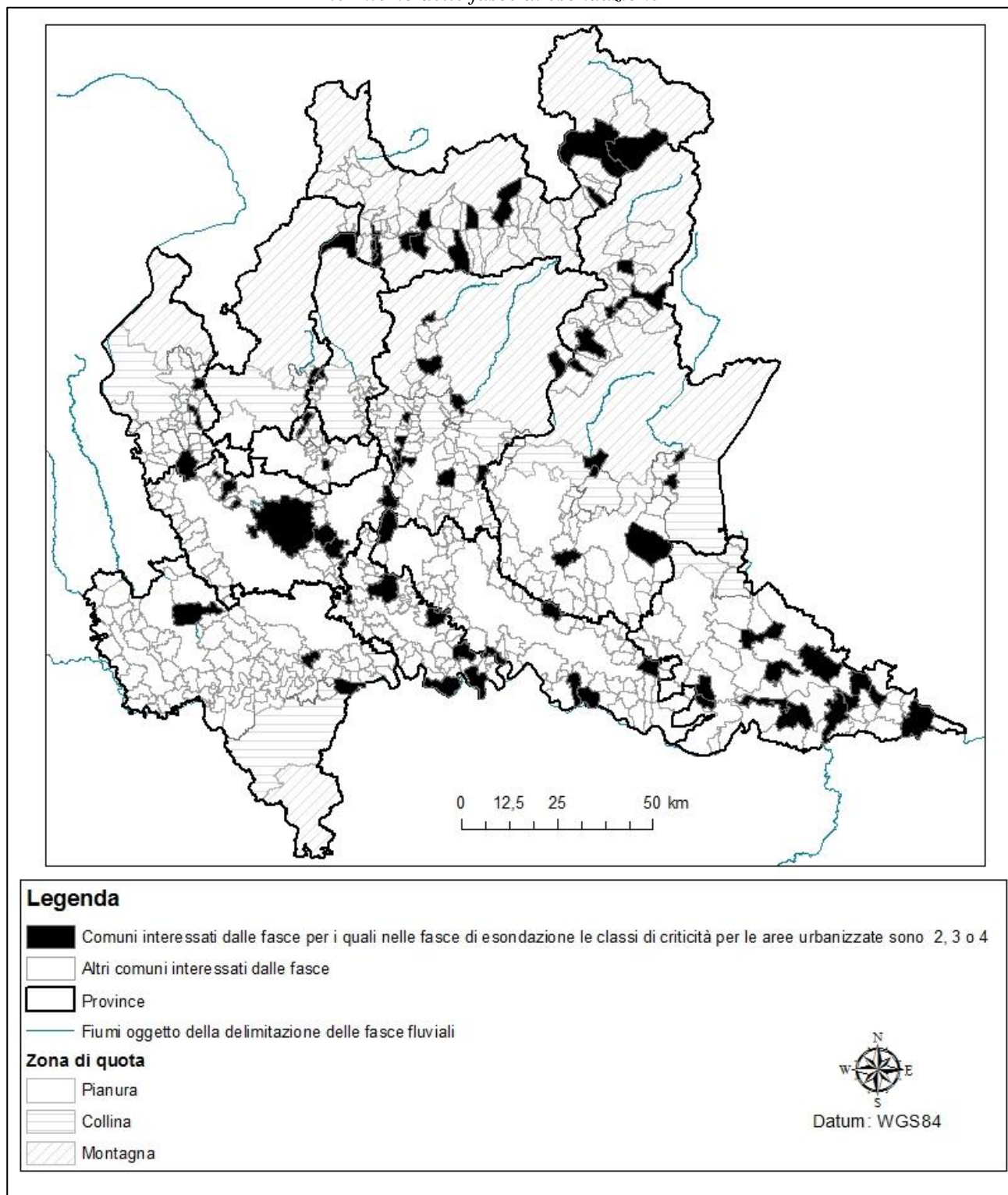
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Classi di criticità per le aree urbanizzate per la fascia C



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Comuni interessati dalle fasce A e B di esondazione che ammettono una criticità di grado 2, 3 o 4 in tutto il territorio delle fasce di esondazione⁴⁷ -



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

⁴⁷ Sono evidenziati in nero sulla mappa:

- I comuni interessati dalle fasce A e B per i quali in entrambi le fasce A e B si rileva una criticità per le aree urbanizzate di grado 2, 3 o 4;
- I comuni interessati soltanto dalla fascia A o B per i quali rispettivamente nella fascia A o nella fascia B si rileva una criticità per le aree urbanizzate di grado 2, 3 o 4.

Appendice 6 - Classi per il confronto di $Tvar_{urb,99-07}$ dentro e fuori dalle fasce a scala comunale

In *Appendice 6* vengono presentate le mappe delle classi per il confronto di $Tvar_{urb,99-07}$ in fascia A, B o C e fuori dalle fasce per i comuni interessati rispettivamente dalla fascia A, B o C.⁴⁸

⁴⁸ - Cl. 0: $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

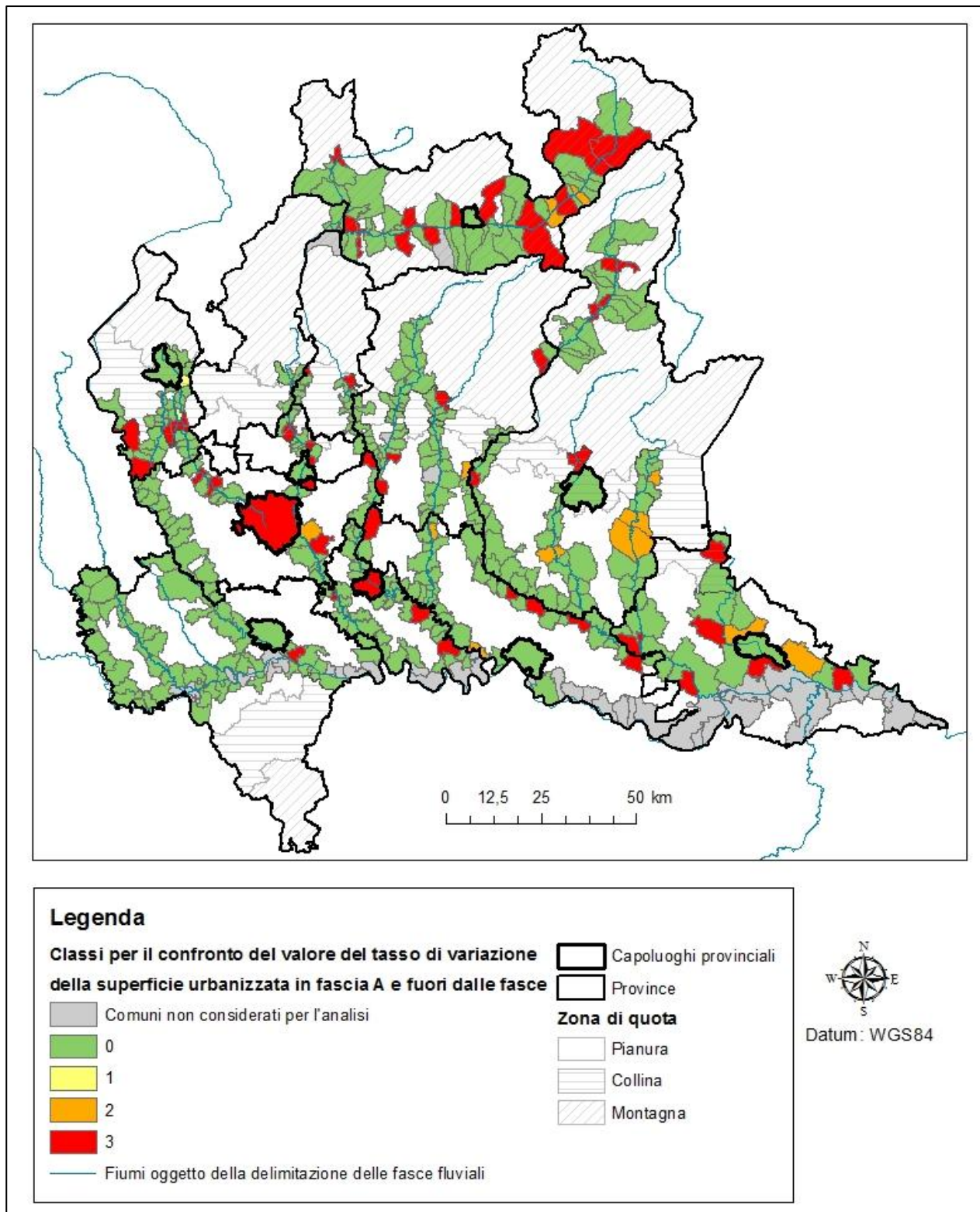
Cl. 1: $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} > (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

Cl. 2: $(Tvar_{urb})_{fascia} > 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} \leq (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

Cl. 3: $(Tvar_{urb})_{fascia} > 7,4\%$ e $(Tvar_{urb})_{fascia} > (Tvar_{urb})_{fuori\ dalle\ fasce}$

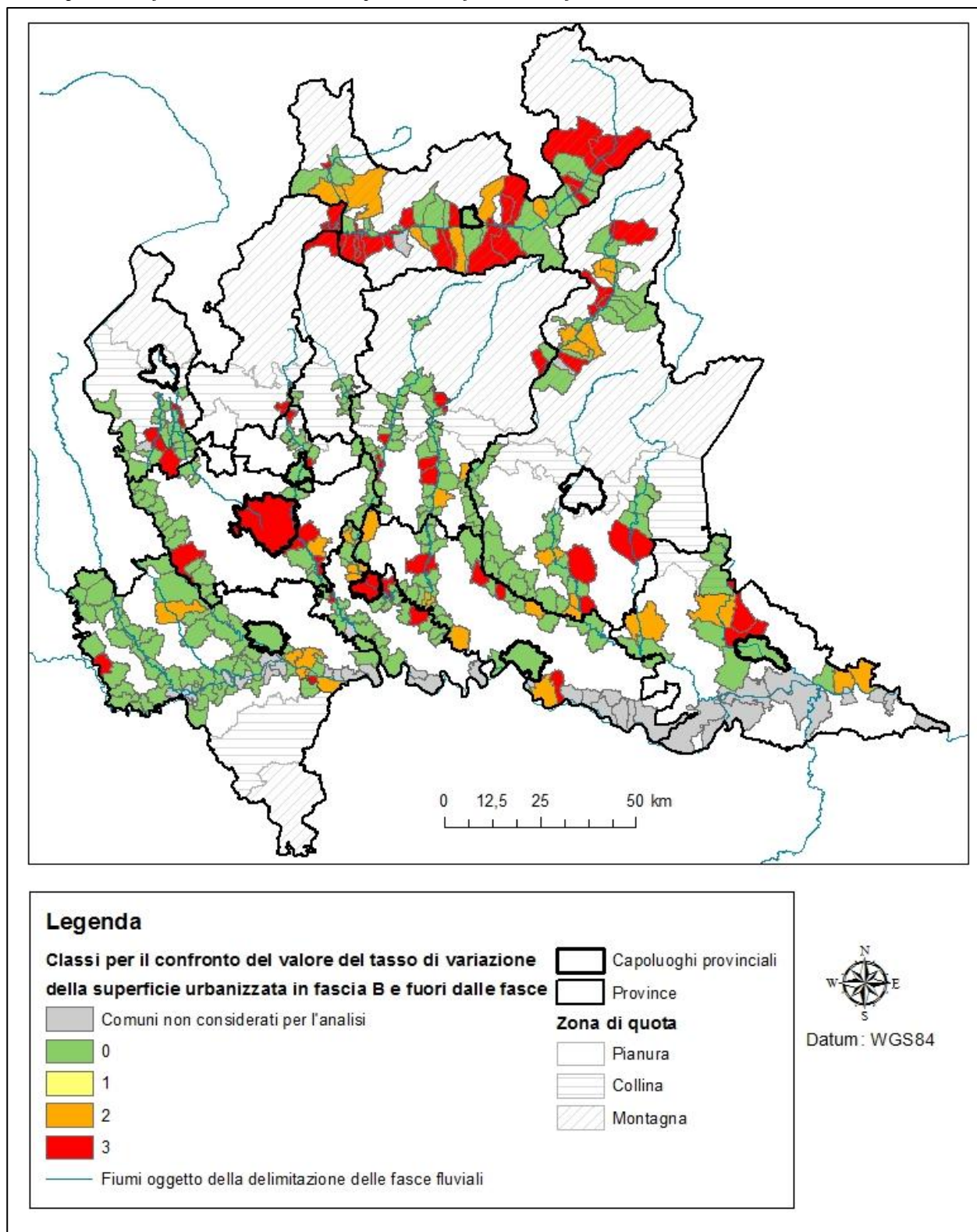
- I comuni non considerati per l'analisi sono i comuni che ricadono interamente nelle fasce (*Appendice 4*) o i comuni per i quali il tasso di variazione della superficie urbanizzata non è definito nella fascia corrispondente.

Classi per il confronto di $Tvar_{urb99-07}$ in fascia A e fuori dalle fasce



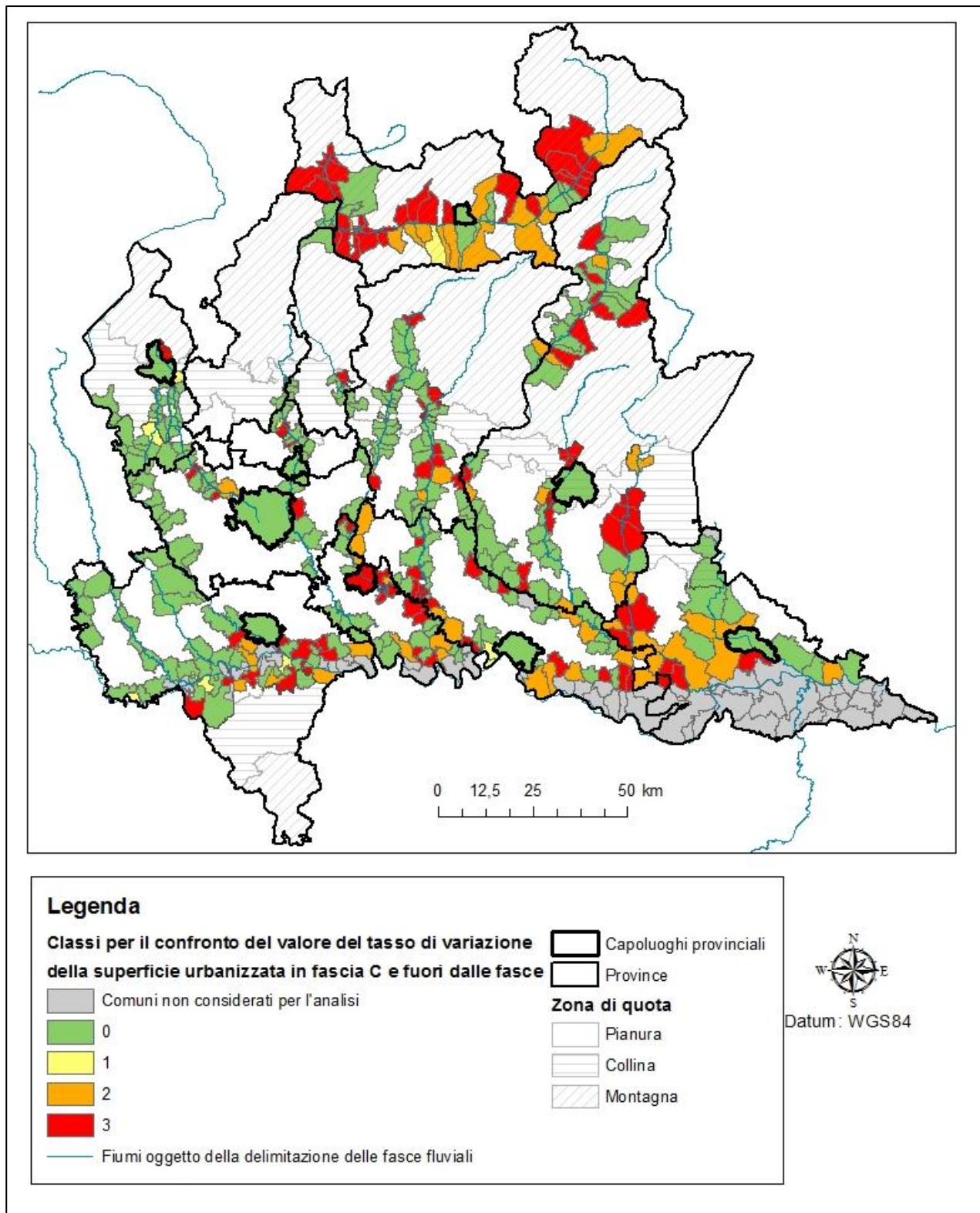
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Classi per il confronto di $Tvar_{urb99-07}$ in fascia B e fuori dalle fasce



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Classi per il confronto di $Tvar_{urb99-07}$ in fascia C e fuori dalle fasce



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

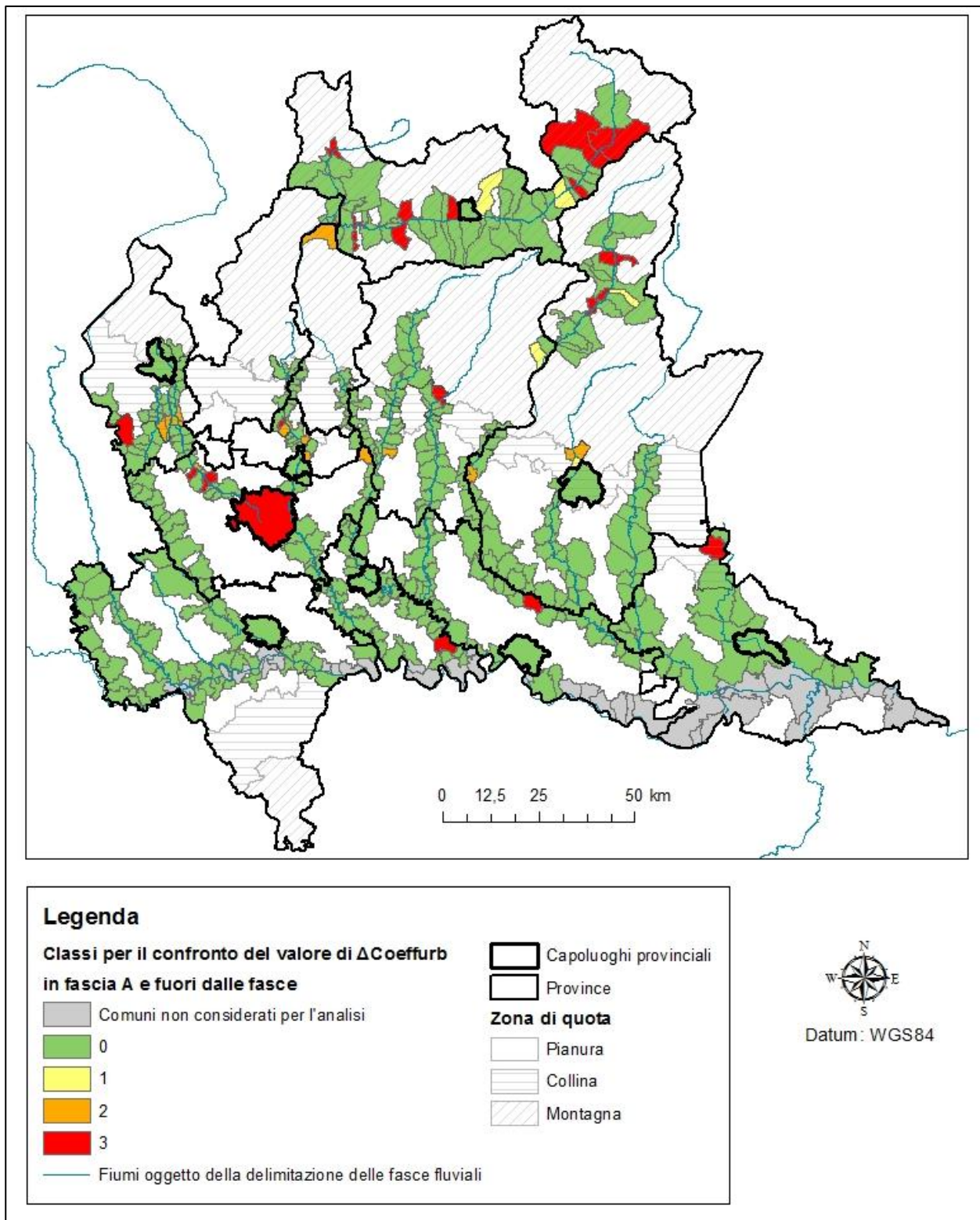
Appendice 7 - Classi per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ dentro e fuori dalle fasce a scala comunale

In *Appendice 7* vengono presentate le mappe delle classi per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$ in fascia A, B o C e fuori dalle fasce per i comuni interessati rispettivamente dalla fascia A, B o C.⁴⁹

⁴⁹ 1) Cl. 0: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Cl. 1: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Cl. 2: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} \leq (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$
Cl. 3: $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > 1,0\%$ e $(\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fascia}} > (\Delta\text{Coeff}_{\text{urb}})_{\text{fuori dalle fasce}}$

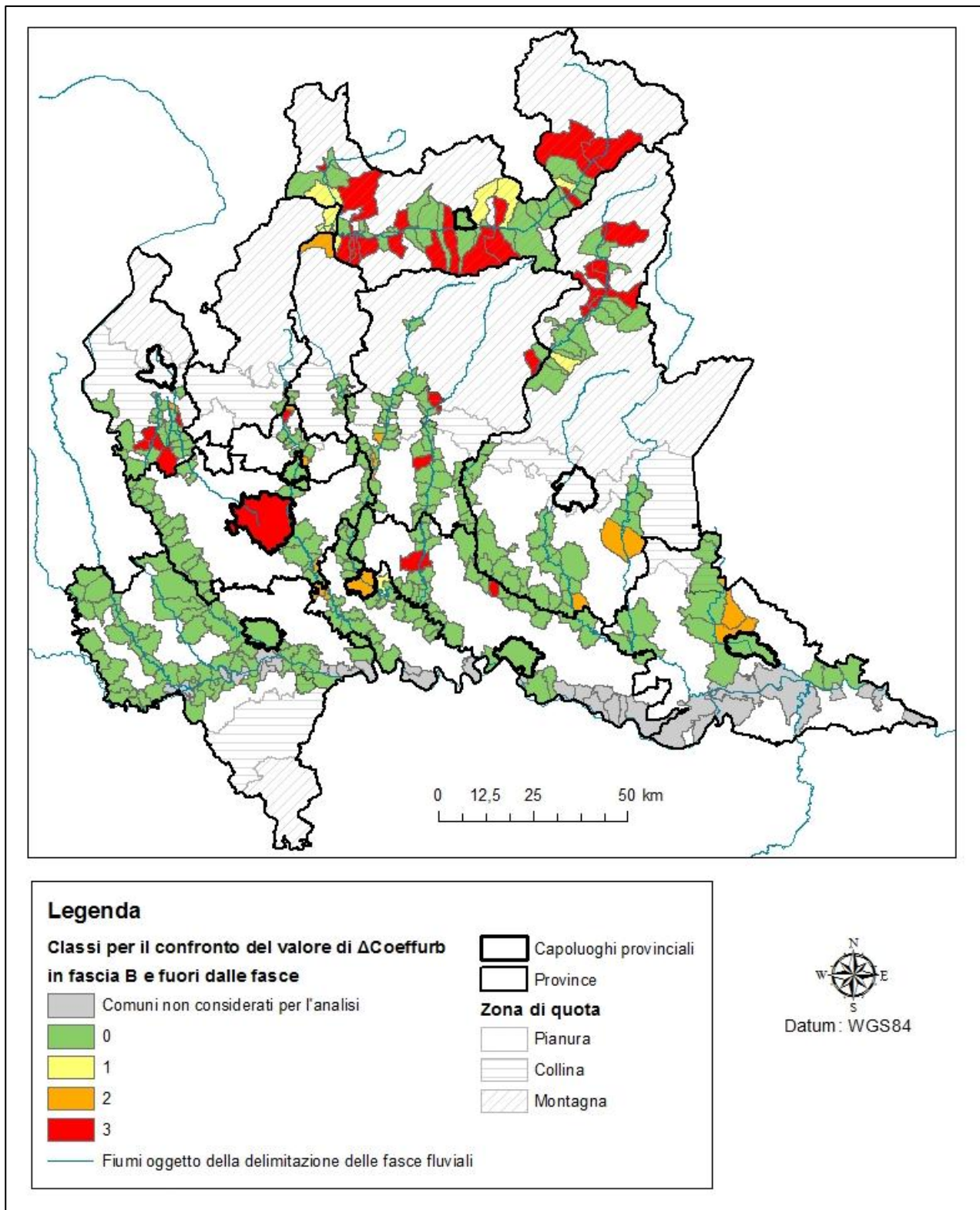
2) I comuni non considerati per l'analisi sono i comuni che ricadono interamente nelle fasce (*Appendice 4*).

Classi per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{urb99-07}$ in fascia A e fuori dalle fasce



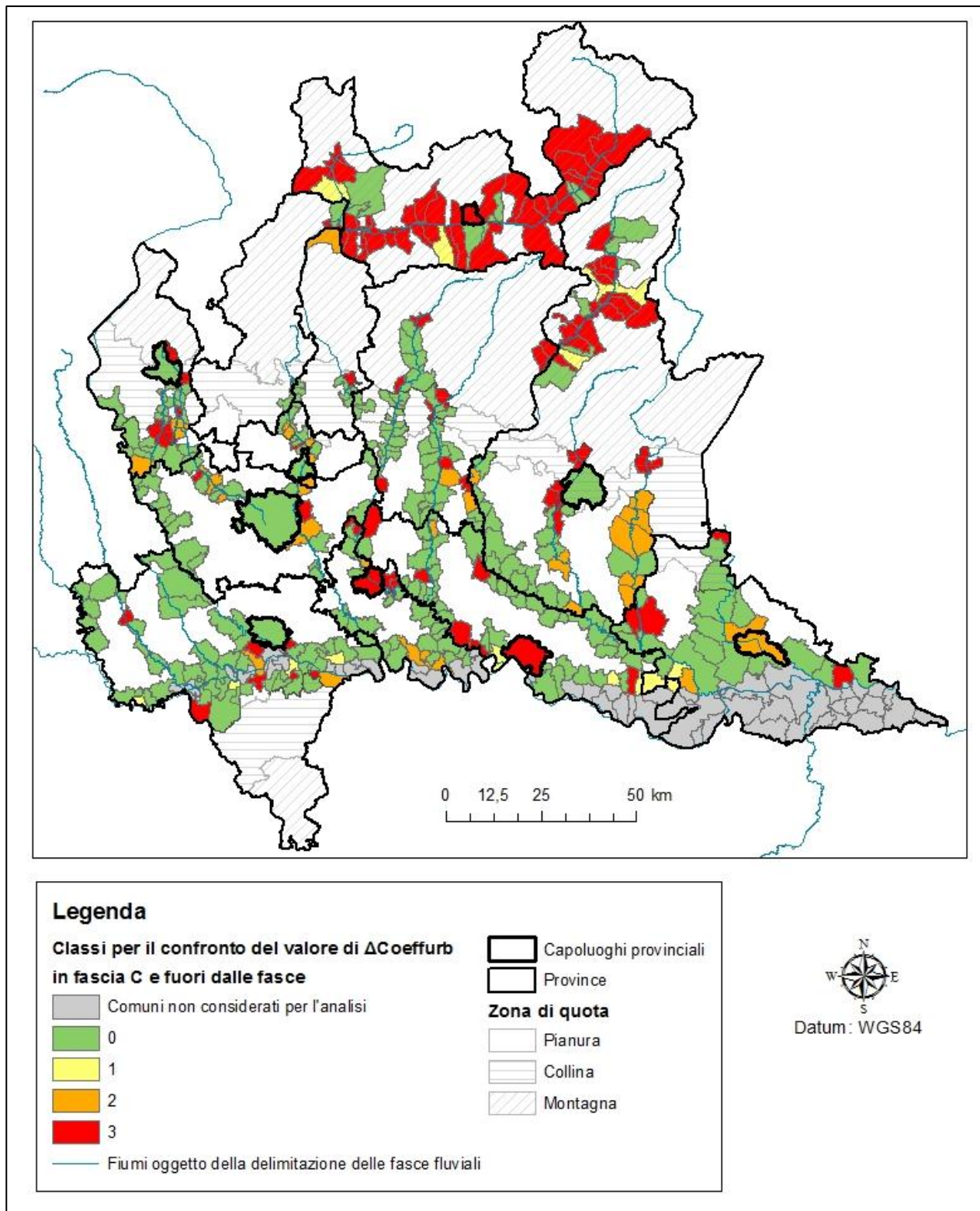
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Classi per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{urb99-07}$ in fascia B e fuori dalle fasce



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Classi per il confronto di $\Delta\text{Coeff}_{urb99-07}$ in fascia C e fuori dalle fasce



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

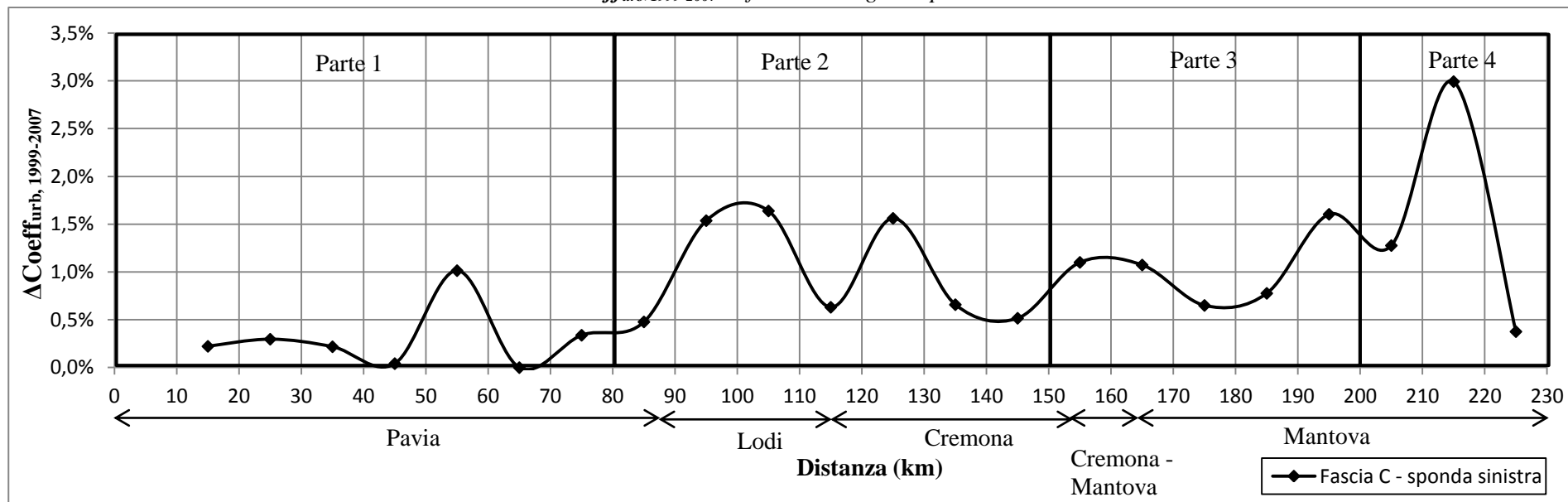
Appendice 8 - Risultati dell'analisi di dettaglio in fascia C per i Fiumi Po ed Oglio

In *Appendice 8* vengono presentati i grafici dell'andamento di $\Delta\text{Coeff}_{\text{urb},99-07}$, di $T\text{var}_{\text{urb},99-07}$, $\text{Var}_{\text{urb},99-07}$ $\text{Coeff}_{\text{urb},1999}$ e della superficie totale della fascia C lungo la fascia C per la sponda destra e e la sinistra dei Fiumi Po ed Oglio (metodologia esplicitata al *paragrafo 2.4*).

Sull'asse delle ascisse dei grafici figura per il Po la distanza dal punto iniziale delle fasce fluviali del Po in Lombardia, e per l'Oglio la distanza dal punto iniziale della feature corrispondente al Fiume Oglio del shapefile del reticolo idrografico dell'AdbPo. I valori delle diverse grandezze sono stati riportati sui grafici in corrispondenza della distanza del punto centrale di ogni concio.

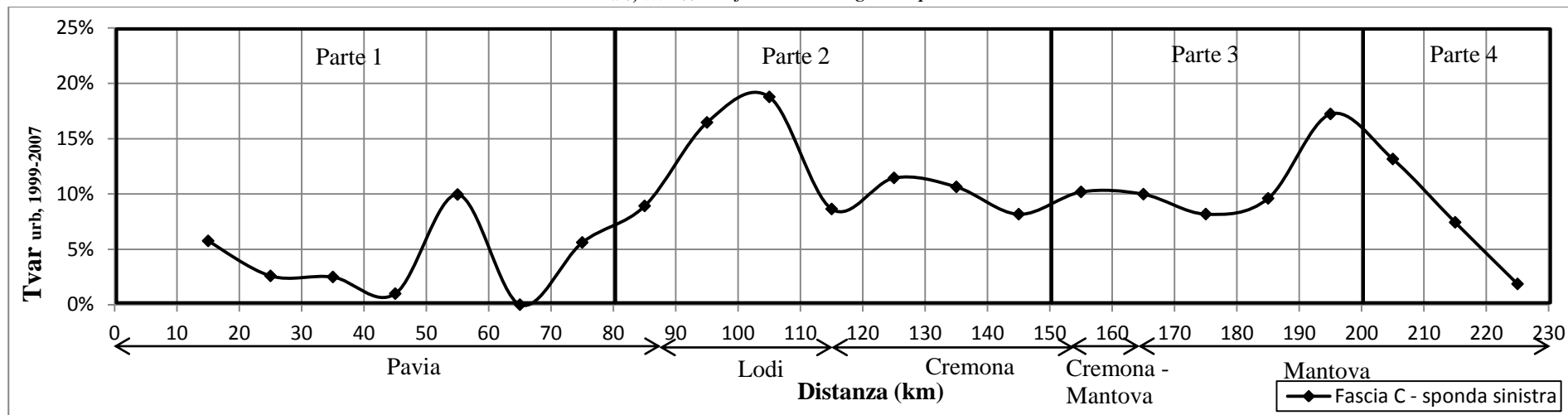
Appendice 8.1 – Risultati per la sponda sinistra del Fiume Po

Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb, 1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Po



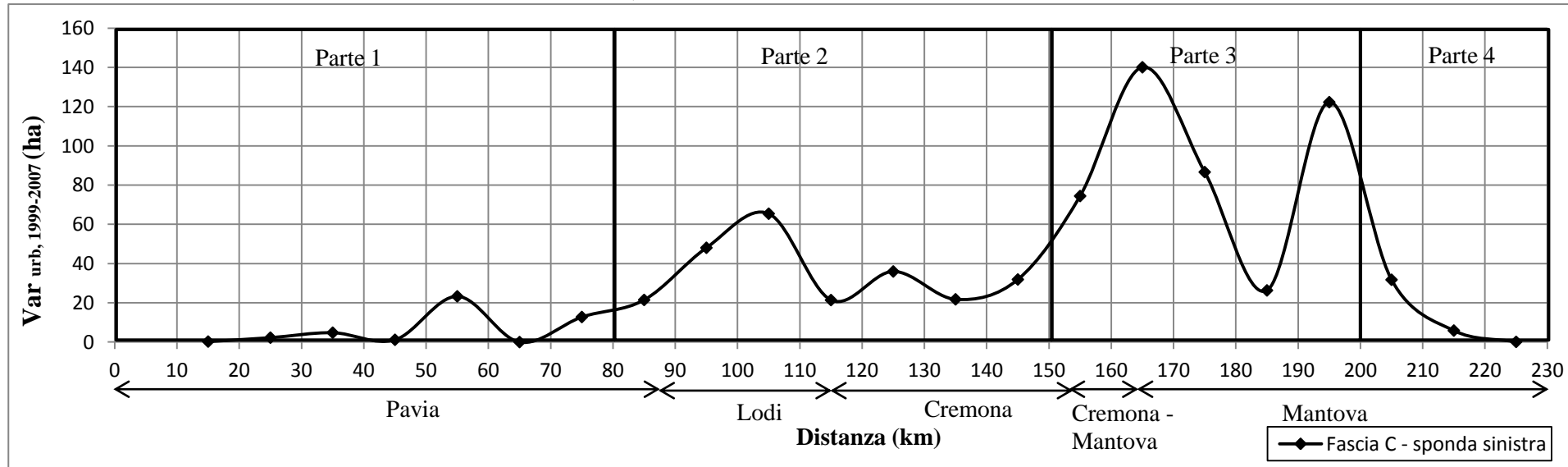
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Tvar_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Po



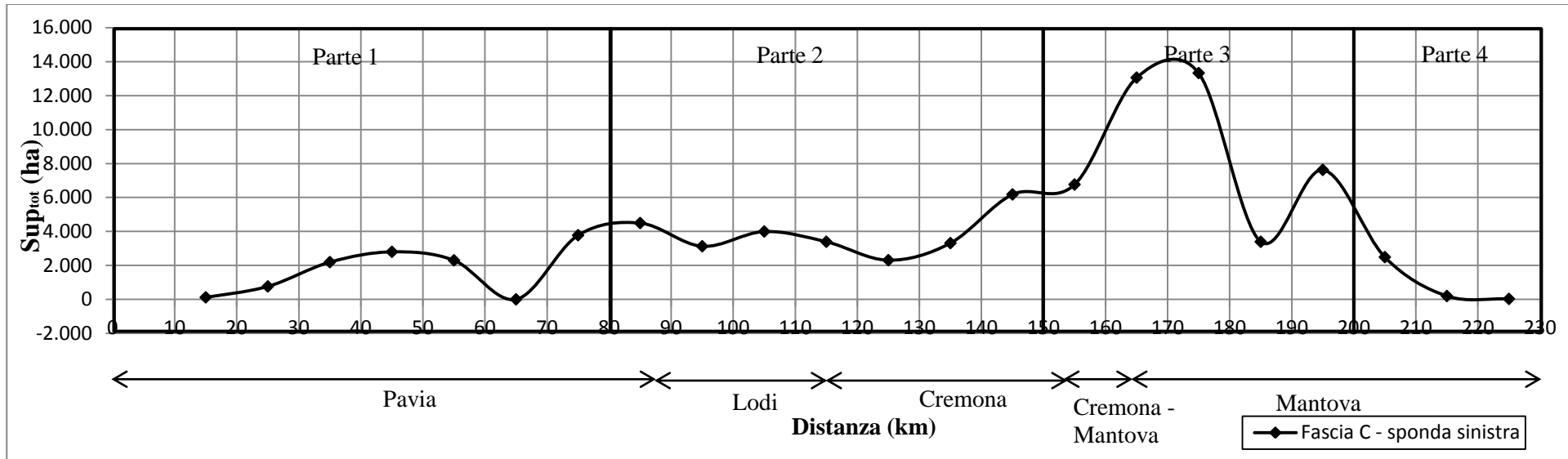
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Var_{urb,1999-2007}$ fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Po



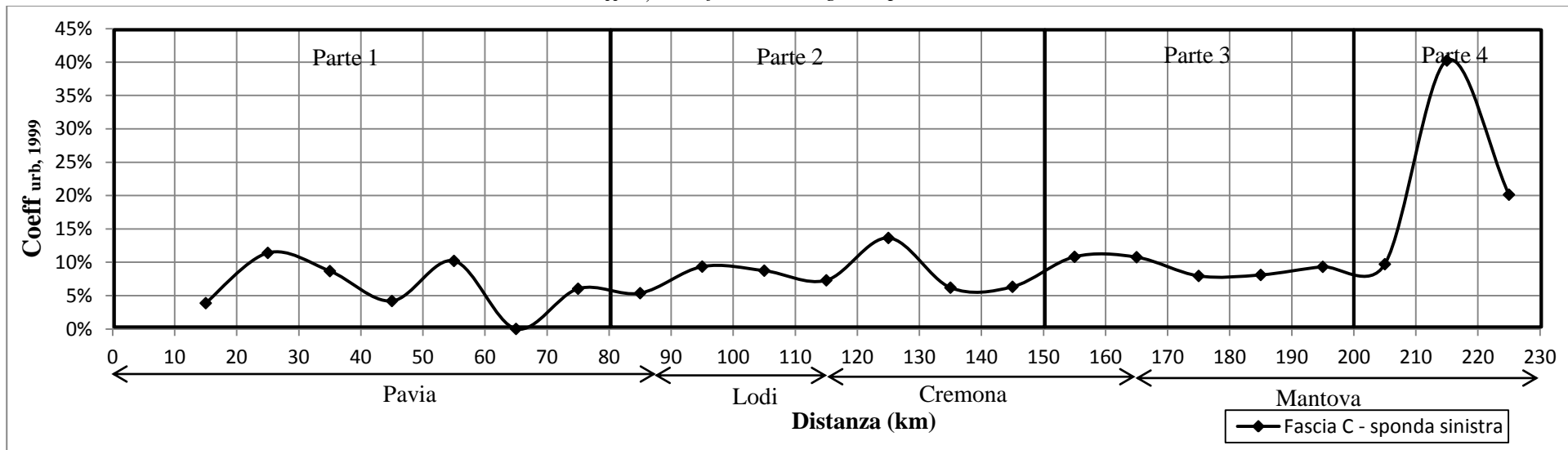
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di Sup_{tot} in ettari al netto delle aree idriche 2007 in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Po



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

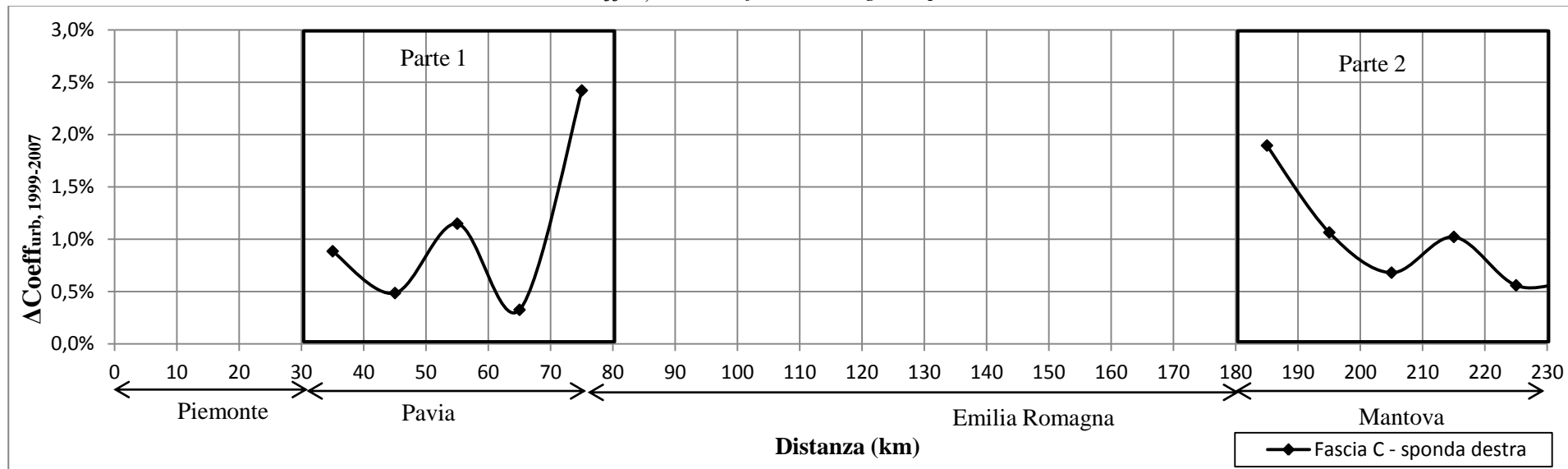
Andamento di $Coeff_{urb,1999}$ in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Po



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

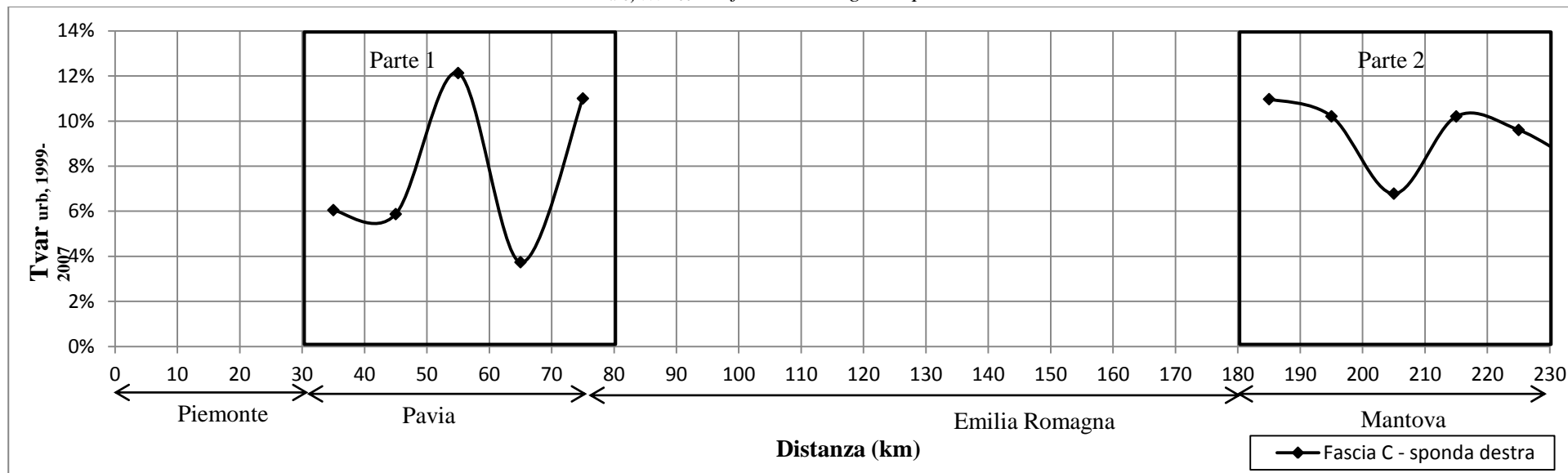
Appendice 8.2 – Risultati per la sponda destra del Fiume Po

Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume **Po**



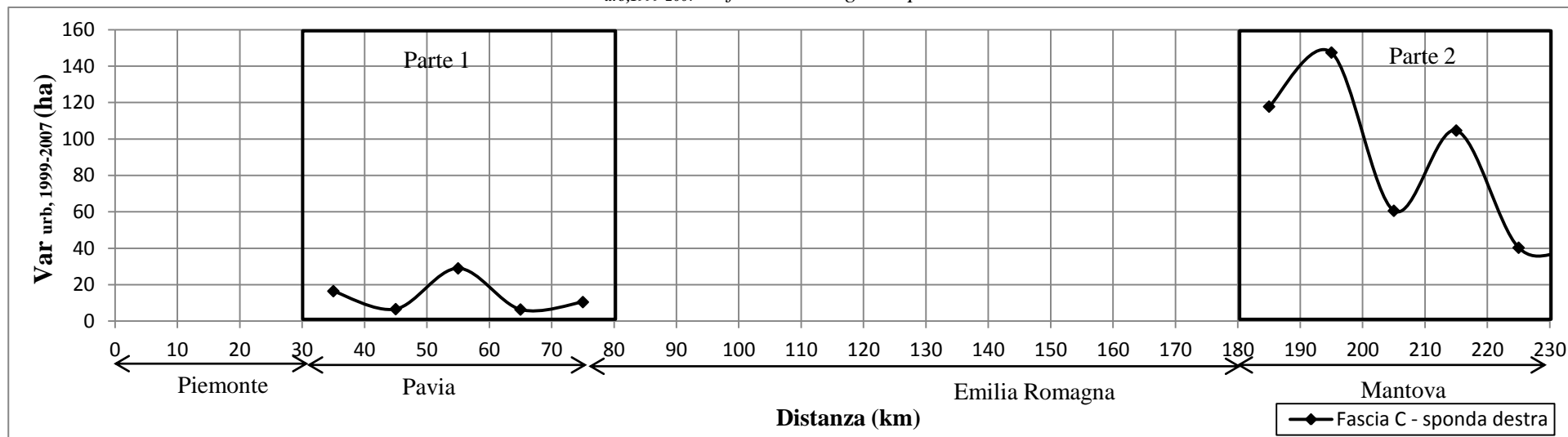
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Tvar_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume Po



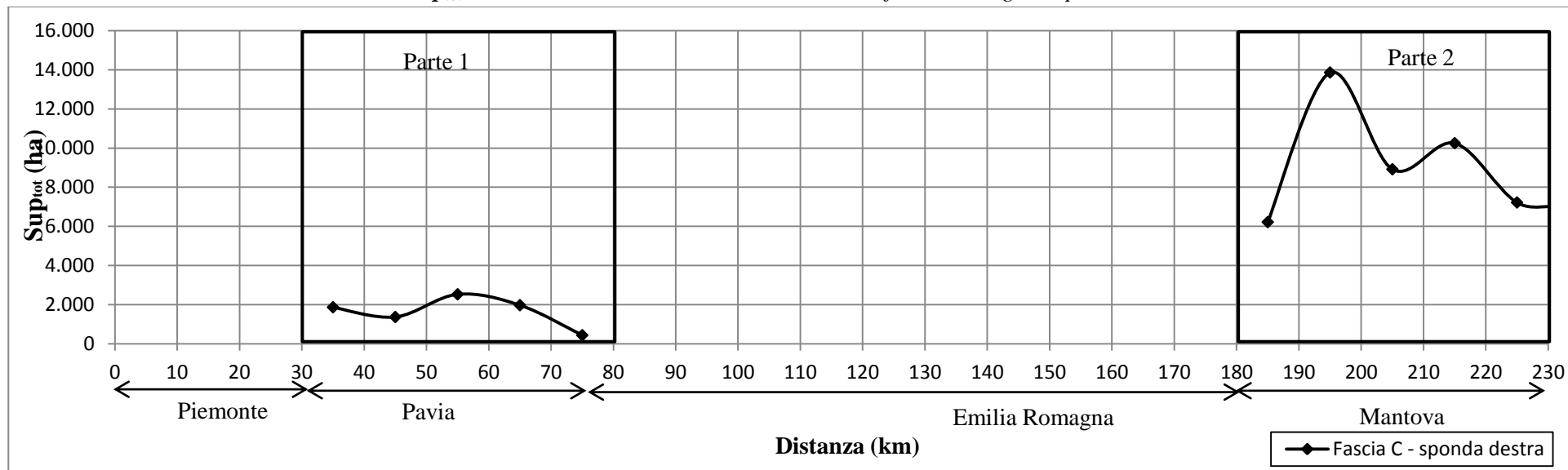
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Var_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume Po



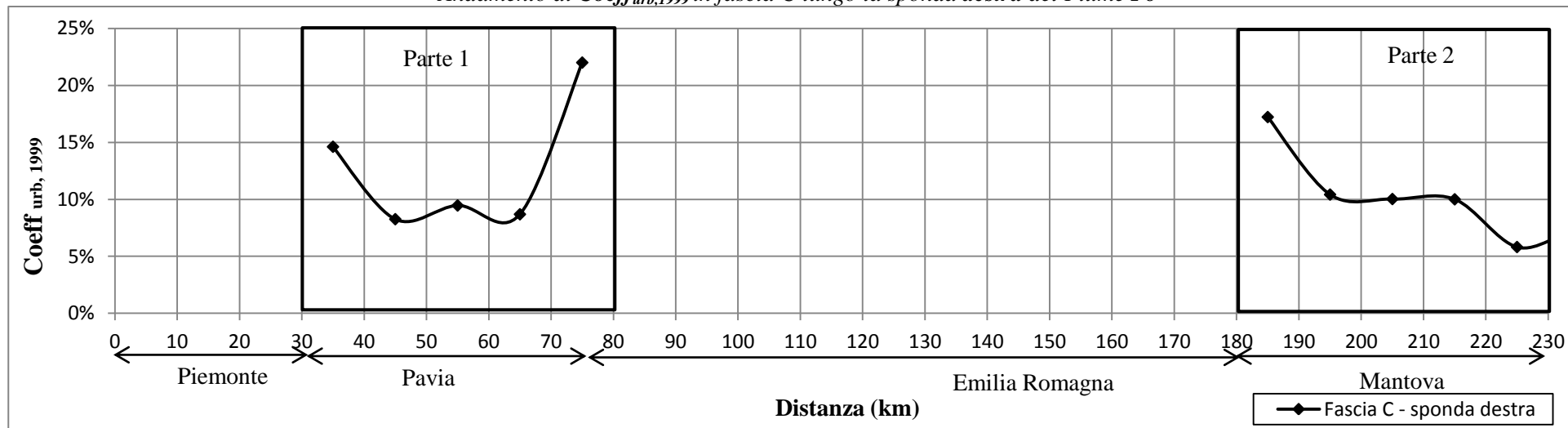
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di Sup_{tot} in ettari al netto delle aree idriche 2007 in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume Po



Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

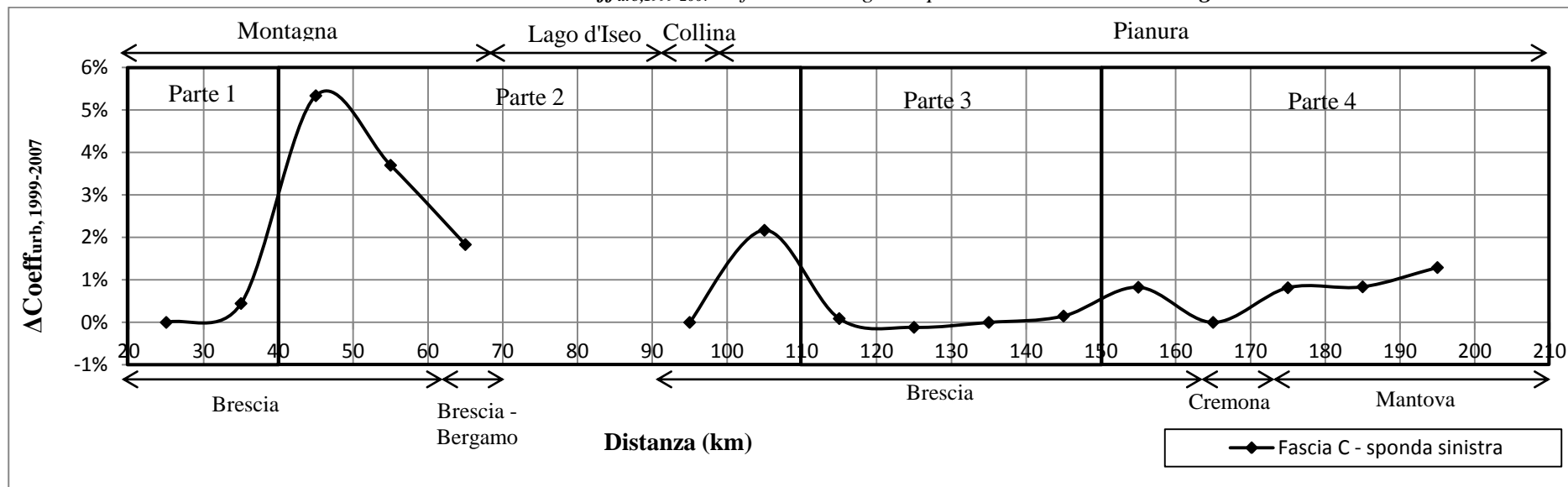
Andamento di $Coeff_{urb,1999}$ in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume Po



Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

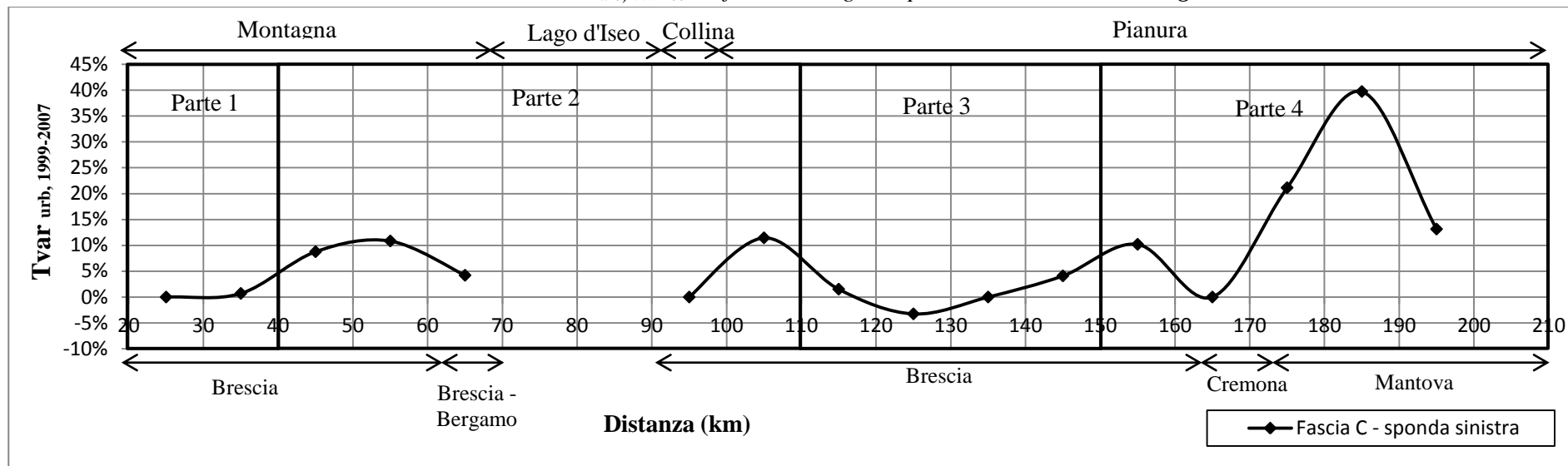
Appendice 8.3 – Risultati per la sponda sinistra del Fiume Oglio

Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio



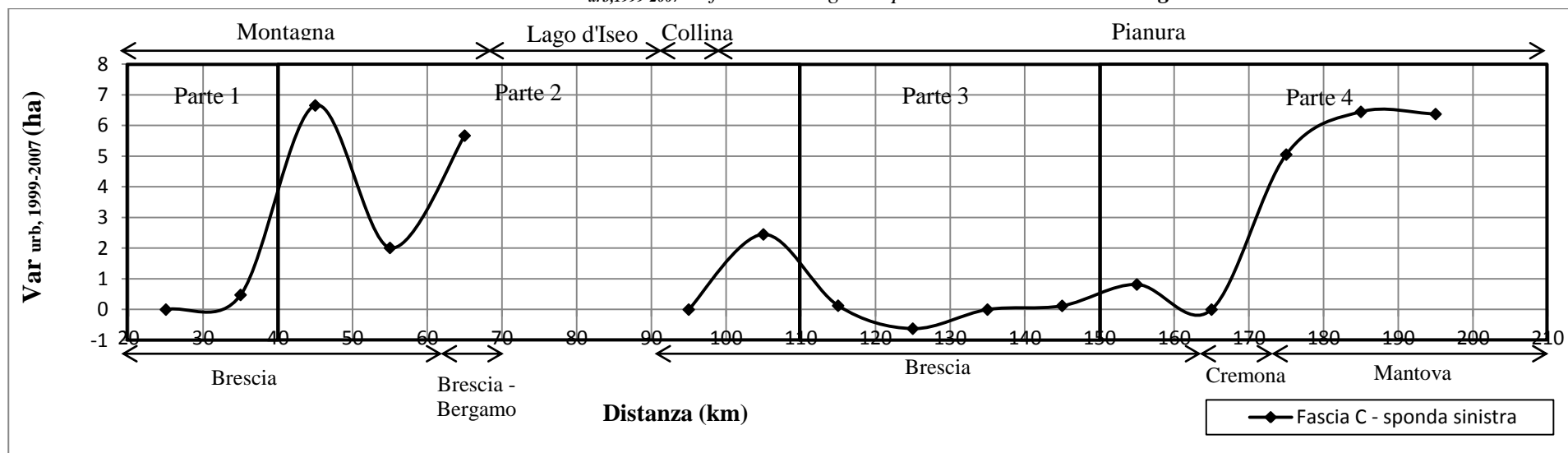
Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Tvar_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio



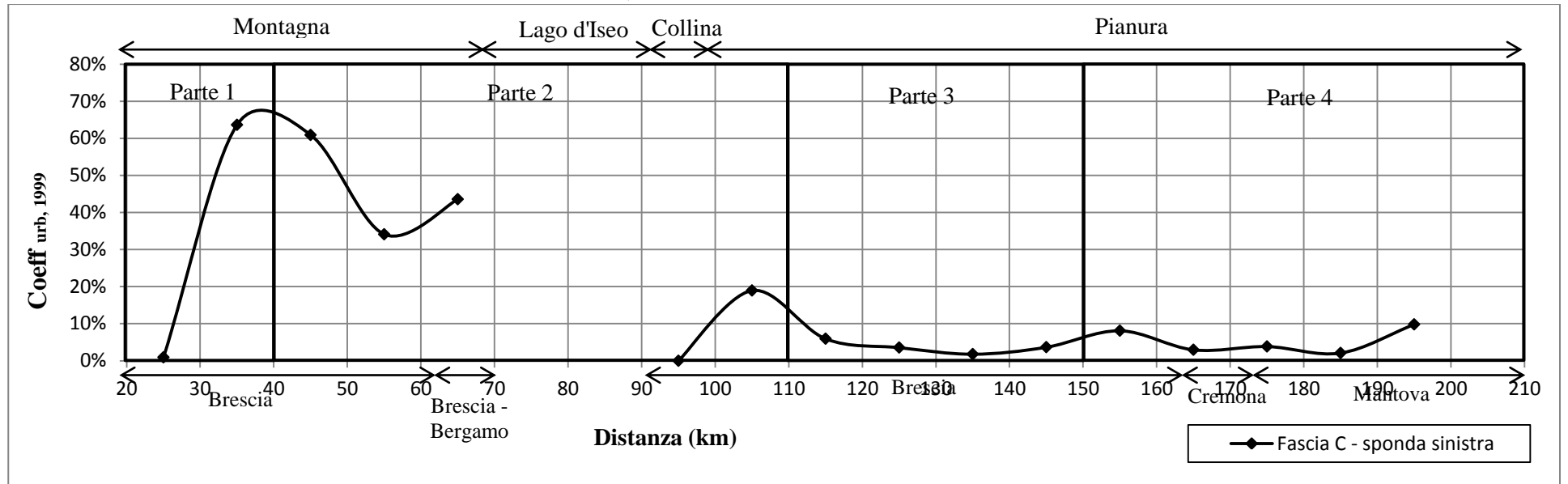
Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Var_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio



Fonte : elaborazioni da dati dell' AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

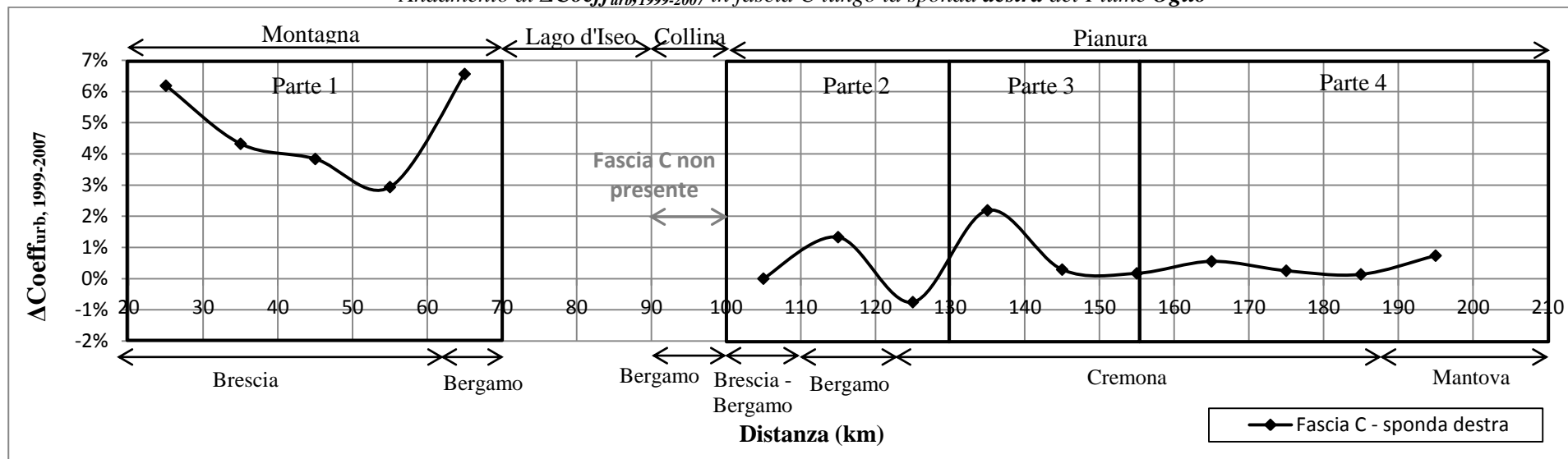
Andamento di $Coeff_{urb,1999}$ in fascia C lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

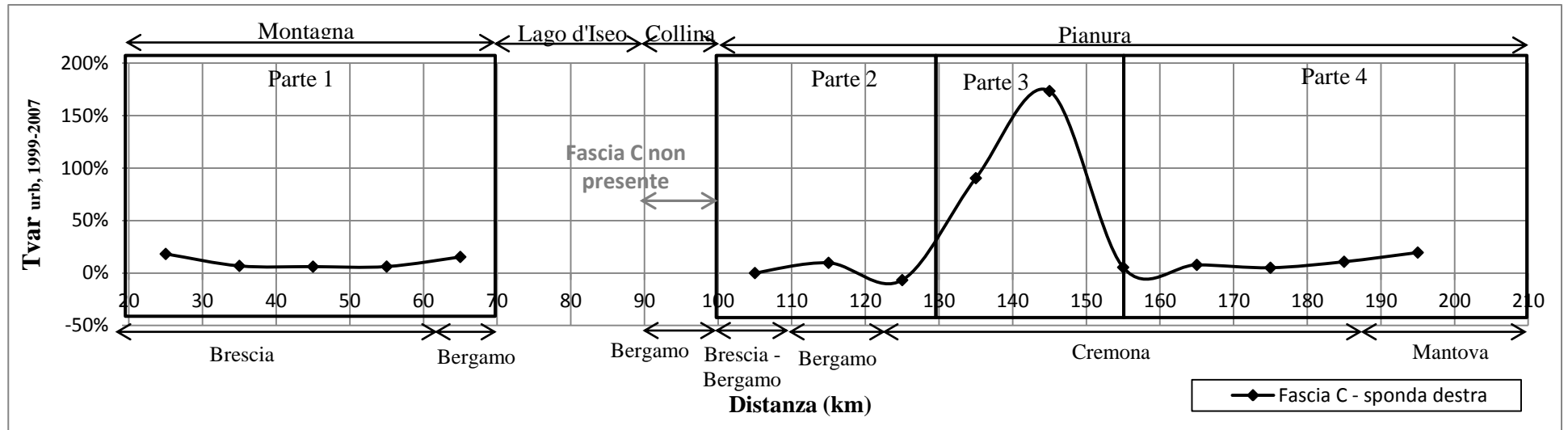
Appendice 8.3 – Risultati per la sponda destra del Fiume Oglio

Andamento di $\Delta\text{Coeff}_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda *destra* del Fiume *Oglio*



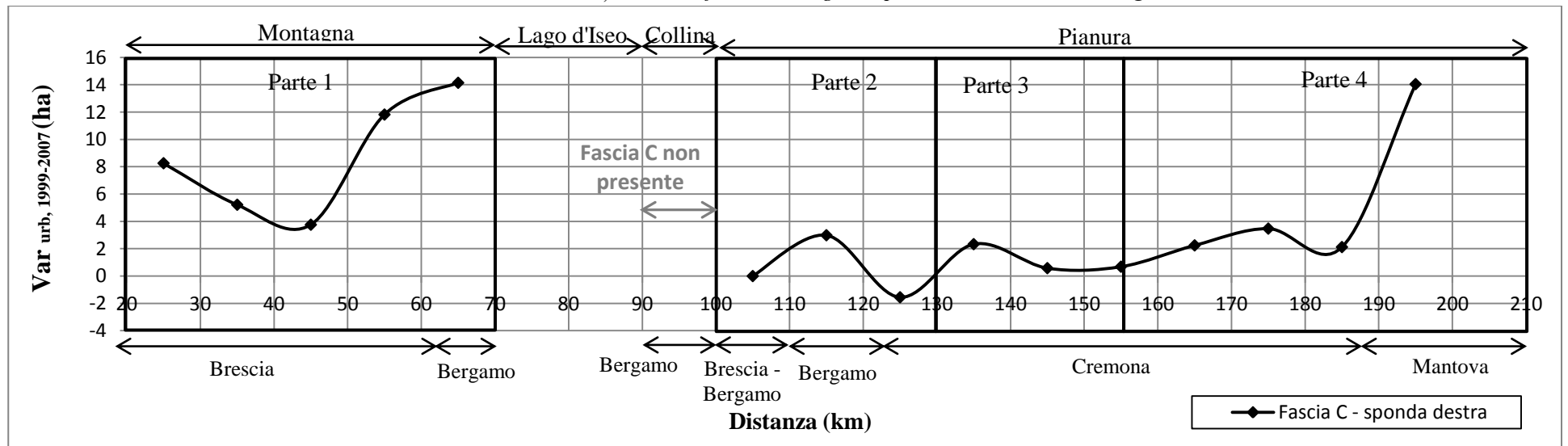
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Tvar_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume Oglio



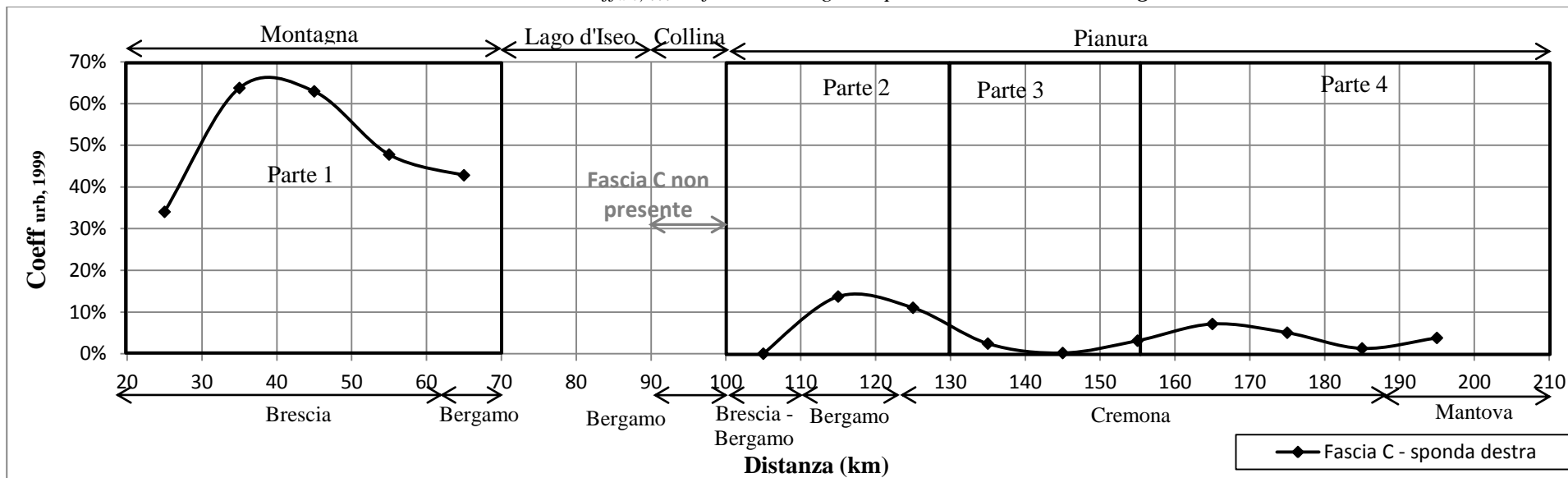
Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Var_{urb,1999-2007}$ in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume Oglio



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Andamento di $Coef_{urb,1999}$ in fascia C lungo la sponda **destra** del Fiume Oglio



Fonte : elaborazioni da dati dell'AdbPo, della Direzione Generale Territorio e Urbanistica, di Istat e dalla base DUSAF

Appendice 9 - Verifica delle transizioni verso le aree urbanizzate in fascia C dell'Oglio

Le Tabelle riportate in Appendice 9 presentano i risultati della classificazione delle aree per le quali la base dati indica una transizione teorica verso le classi di copertura DUSAF urbanizzate (11 e 12) in fascia C per il Fiume Oglio a seconda del fatto che si rilevi da ortofoto una reale comparsa di superfici urbanizzate (Categoria 0) o che in realtà non si osservi un ampliamento della superficie urbanizzata (Categorie 1 a 4).⁵⁰

⁵⁰ *Cat.0: L'aumento teorico della superficie urbanizzata è realmente verificato da ortofoto.*

Cat. 1: L'aumento teorico della superficie urbanizzata ricade fuori dalle fasce ossia di tratta di un problema di precisione nello shapefile delle fasce fluviali (dato AdbPo).

Cat. 2: L'aumento teorico della superficie urbanizzata corrisponde a un aumento di spazi annessi a edifici o impianti (problema legato al DUSAF).

Cat. 3: L'area teoricamente in transizione verso aree urbanizzate appare in realtà già urbanizzata nel 2000 (incertezza legata al DUSAF).

Cat.4: L'area teoricamente in transizione verso aree urbanizzate non è in realtà urbanizzata nel 2007 (errore DUSAF).

Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 in fascia C dell'Oglio

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)				Totale
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	
1112. Tessuto residenziale continuo mediamente denso			0,1		0,1
1121. Tessuto residenziale discontinuo	12,8	1,1	0,6		14,5
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	14,8	0,4	0,4		15,6
1123. Tessuto residenziale sparso	4,4	1,3	1,4		7,0
11231. Cascine	1,5	1,4			2,9
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	37,1	2,0	0,7		39,8
12112. Insediamenti produttivi agricoli	22,6	3,3	0,1		26,0
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	0,0			0,5	0,6
12123. Impianti tecnologici	0,4	0,6			1,1
12124. Cimiteri	0,3		0,2		0,4
1221. Reti stradali e spazi accessori	6,9		1,3		8,2
Totale (11 e 12)	100,5	10,4	4,8	0,5	116,2

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 in fascia C dell'Oglio

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)			
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
1112. Tessuto residenziale continuo mediamente denso	0%	0%	100%	0%
1121. Tessuto residenziale discontinuo	89%	8%	4%	0%
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	95%	3%	3%	0%
1123. Tessuto residenziale sparso	62%	18%	20%	0%
11231. Cascine	52%	48%	0%	0%
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	93%	5%	2%	0%
12112. Insediamenti produttivi agricoli	87%	13%	0%	0%
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	9%	0%	0%	91%
12123. Impianti tecnologici	39%	61%	0%	0%
12124. Cimiteri	62%	0%	38%	0%
1221. Reti stradali e spazi accessori	84%	0%	16%	0%
Totale (11 e 12)	86%	9%	4%	0%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

*Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 in fascia C dell'Oglio **in pianura e in collina***

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)				Totale
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	
1112. Tessuto residenziale continuo mediamente denso	1,7	0,7			2,5
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	3,7	0,4			4,1
1123. Tessuto residenziale sparso	1,3	1,3	0,4		3,0
11231. Cascine	1,5	1,4			2,9
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	12,0	0,9	0,7		13,6
12112. Insediamenti produttivi agricoli	20,1	3,1			23,2
12122. Impianti di servizi pubblici e privati				0,5	0,5
12123. Impianti tecnologici		0,6			0,6
12124. Cimiteri	0,3		0,2		0,4
1221. Reti stradali e spazi accessori			0,8		0,8
Totale (11 e 12)	40,6	8,4	2,1	0,5	51,6

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

*Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 in fascia C dell'Oglio **in pianura e in collina***

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)			
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
1112. Tessuto residenziale continuo mediamente denso	70%	30%	0%	0%
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	90%	10%	0%	0%
1123. Tessuto residenziale sparso	45%	43%	12%	0%
11231. Cascine	52%	48%	0%	0%
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	88%	6%	5%	0%
12112. Insediamenti produttivi agricoli	87%	13%	0%	0%
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	0%	0%	0%	100%
12123. Impianti tecnologici	0%	100%	0%	0%
12124. Cimiteri	62%	0%	38%	0%
1221. Reti stradali e spazi accessori	0%	0%	100%	0%
Totale (11 e 12)	79%	16%	4%	1%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

*Ripartizione nelle varie categorie della superficie in ettari delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 in fascia C dell'Oglio **in montagna***

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)			
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 4	Totale
1112. Tessuto residenziale continuo mediamente denso			0,1	0,1
1121. Tessuto residenziale discontinuo	11,1	0,4	0,6	12,0
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	11,1	0,0	0,4	11,6
1123. Tessuto residenziale sparso	3,0		1,0	4,0
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	25,1	1,1		26,2
12112. Insediamenti produttivi agricoli	2,5	0,2	0,1	2,8
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	0,0			0,0
12123. Impianti tecnologici	0,4			0,4
1221. Reti stradali e spazi accessori	6,9		0,5	7,4
Totale (11 e 12)	60,1	1,7	2,7	64,6

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF

*Ripartizione nelle varie categorie della superficie in percentuale delle aree teoricamente in transizione verso le coperture urbanizzate tra il 1999 e il 2007 in fascia C dell'Oglio **in montagna***

Classi DUSAF nel 2007 delle aree teoricamente in transizione verso aree urbanizzate	Superficie (ha)		
	Cat. 0	Cat. 2	Cat. 4
1112. Tessuto residenziale continuo mediamente denso	0%	0%	100%
1121. Tessuto residenziale discontinuo	92%	3%	5%
1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme	96%	0%	4%
1123. Tessuto residenziale sparso	75%	0%	25%
12111. Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	96%	4%	0%
12112. Insediamenti produttivi agricoli	88%	8%	4%
12122. Impianti di servizi pubblici e privati	100%	0%	0%
12123. Impianti tecnologici	100%	0%	0%
1221. Reti stradali e spazi accessori	93%	0%	7%
Totale (11 e 12)	93%	3%	4%

Fonte: elaborazioni da dati AdbPo (fasce fluviali) e DUSAF