

2. L'analisi dei tessuti e delle tipologie edilizie dell'armatura insediativa: la componente morfotipologica

L'obiettivo è quello di esaminare la forma degli edifici e degli isolati e le conseguenti relazioni formali contenuto/contenitore; l'esito atteso è rappresentato dalla produzione d'una *Carta sintetica del grado di disomogeneità morfotipologica degli isolati*, elaborato finalizzato a stimare quanto gli isolati siano disomogenei (o viceversa) in relazione al calcolo di svariati indicatori (esattamente 14, poi spiegati nel seguito) analizzati attraverso il modulo Acomp (*AnalisiComponentiPrincipali*) del software di statistica multivariata Addati.

Le unità statistiche scelte per l'analisi insistono negli isolati urbani, costruiti in ambiente Gis sul negativo degli strati informativi A010104 (area stradale) e A090101 (confine comunale) del Database topografico di Limbiate e sullo strato informativo del Parco delle Groane, ottenuto dall'estrazione del Prg del 2001.

Per identificare la forma degli isolati sono stati considerati quelli che presentano la particolare caratteristica di spazi urbanizzati, riempiendone virtualmente gli eventuali "vuoti" interni ed escludendo le aree in cui la presenza dell'urbanizzato non incida significativamente sulla loro forma; per esempio, gli isolati presenti dentro il Parco regionale delle Groane non sono stati considerati utili ai fini dell'analisi della componente morfotipologica che, insieme al modulo Nonger (classificazione *NonGerarchica*), ha permesso l'individuazione di classi di disomogeneità utilizzate poi nell'elaborazione di ulteriori carte interpretative.

La componente morfotipologica: classificazione delle tipologie

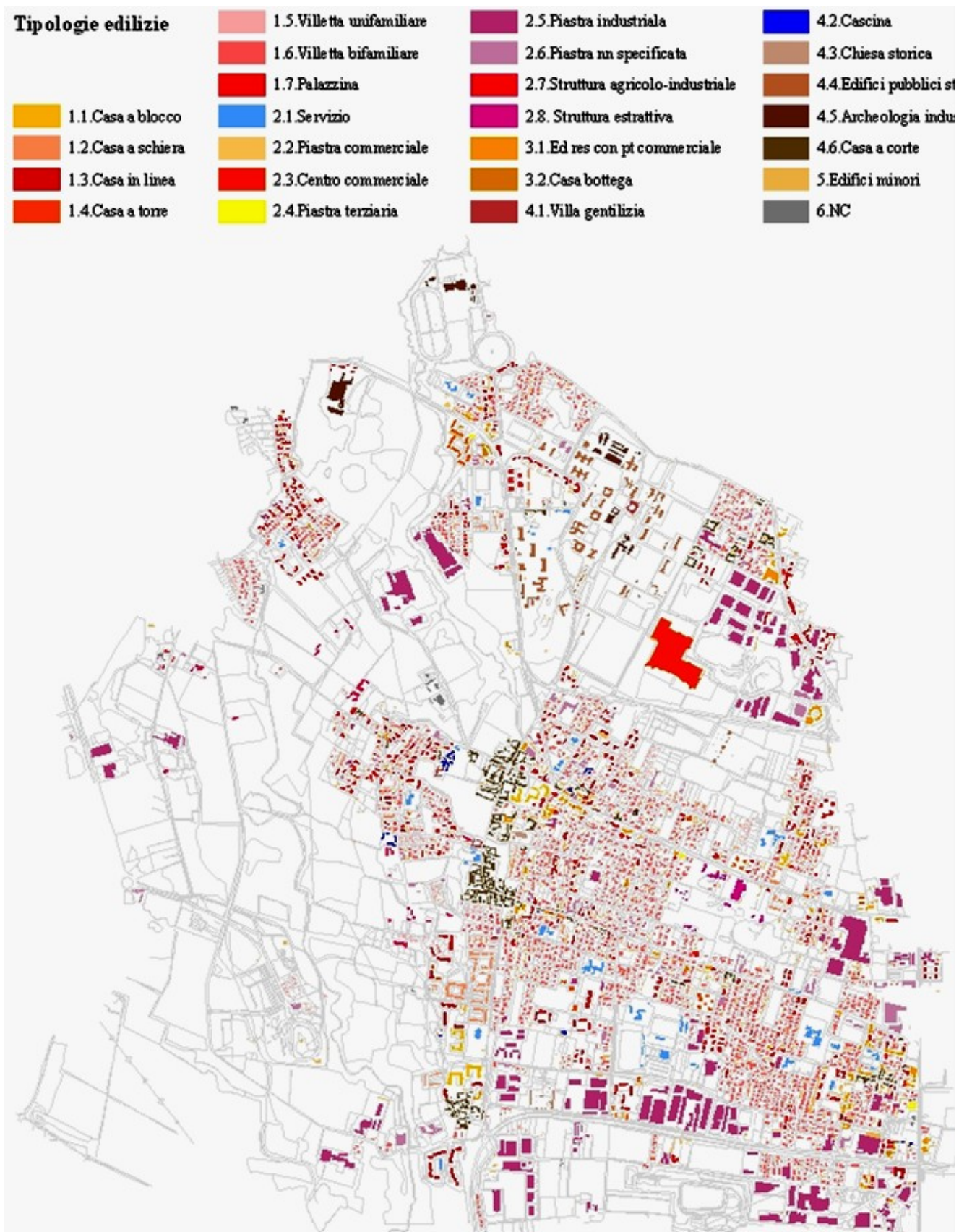
L'analisi delle tipologie insistenti nel territorio comunale di Limbiate è stata svolta attraverso un preliminare esame delle tipologie edilizie presenti, con la successiva individuazione dei caratteri prevalenti e del peso della loro presenza in area; tutto ciò è stato poi rappresentato in una carta generale delle tipologie, seguita da approfondimenti specifici per ognuna d'esse e dalla loro localizzazione nell'ortofoto e nell'immagine dello stato di fatto.

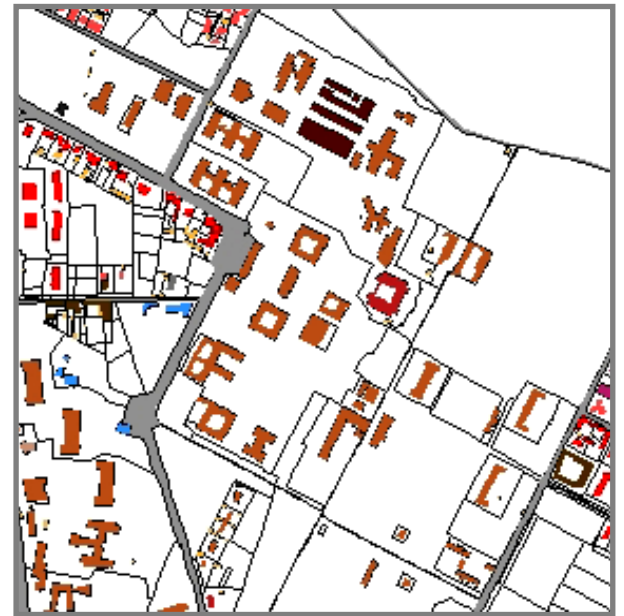
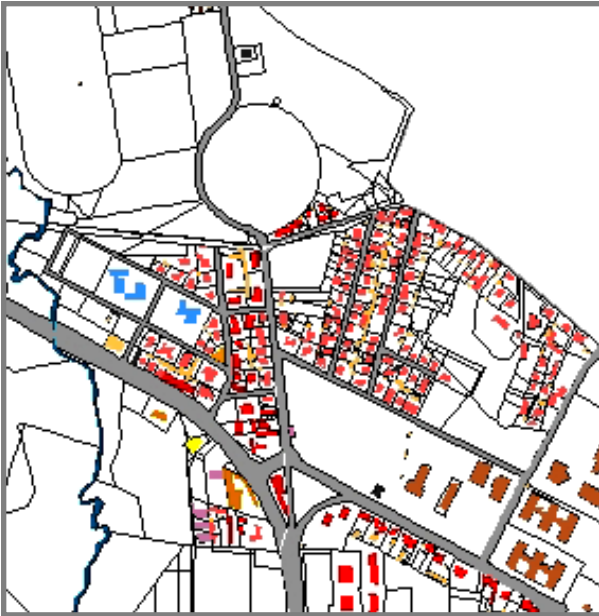
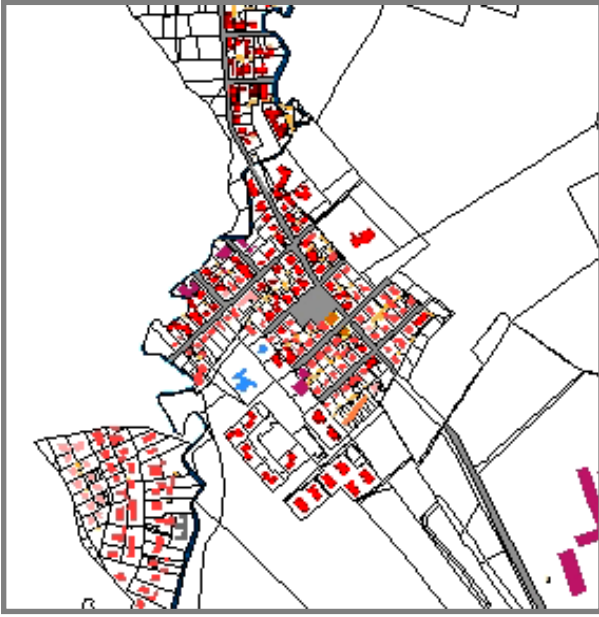
Le tipologie edilizie individuate a Limbiate

Id	Tipo edilizio	Definizione	Frequenza
1.	<i>Edilizia di base</i>		
1.1	Edificio a blocco	Solitamente ricopre l'intero isolato senza corte interna, di recente costruzione.	13
1.2	Villetta a schiera	Tipi edificativi contigui con aperture solo verso strada e sullo spazio di pertinenza posteriore, con altezza massima di due piani.	316
1.3	Casa in linea	Distribuzione delle dimore secondo piani orizzontali aggregati su elementi di distribuzione verticale e senza immediato e diretto rapporto con gli eventuali spazi di pertinenza (corti, giardini, ecc.), generalmente intorno ai 4, 5 piani.	133
1.4	Casa a torre	Caratterizzate dalla disposizione verticale dei locali, con pianta generalmente quadrata o rettangolare e altezza minima di 4 piani.	38
1.5	Casa unifamiliare isolata su lotto	Caratterizzata generalmente da una struttura edilizia singola con un giardino privato chiuso, solitamente con altezza massima di un piano.	218







1.6	Casa bifamiliare isolata su lotto	Caratterizzata generalmente da una struttura edilizia doppia (presenza di due famiglie) con un giardino privato condiviso chiuso, solitamente con altezza massima di due piani.	2242
1.7	Palazzina multi-familiare isolata su lotto	Comporta la presenza di un giardino interno chiuso condivisibile tra i residenti dell'edificio; altezza media solitamente superiore ai tre piani.	483
2.	<i>Edilizia specializzata</i>		
2.1	Servizio	Generalmente caratterizzata da singoli edifici di forme differenti, relazionate alla differente tipologia di servizio offerto, principalmente servizi per l'istruzione (scuole, asili etc.), infrastrutture ed attrezzature private e comunali (piscine, ospedali, cimiteri).	71
2.2	Piastra commerciale	Generalmente caratterizzata da una tipologia edilizia riconoscibile per le dimensioni della struttura, decisamente estesa rispetto alla tipologia edilizia classica di base.	1
2.3	Centro commerciale	Caratterizzato da una tipologia edilizia riconoscibile per le dimensioni della struttura, per la recente costruzione dell'edificato e per l'afflusso assai elevato di persone, tipicamente destinato all'uso commerciale.	1
2.4	Piastra terziaria	Edifici di recente costruzione caratterizzati da forme particolari, spesso con numero di piani non superiore a uno e con specifiche attività terziarie al loro interno (banche, poste etc.)	3
2.5	Piastra industriale	Edifici non residenziali, solitamente produttivi, che molto spesso occupano superfici estese e sono facilmente riconoscibili perché localizzati lungo le infrastrutture principali.	251
2.6	Piastra non specificata	Edifici facilmente riconoscibili nel territorio.	115
2.7	Struttura agricolo – produttiva	Edifici facilmente riconoscibili nel territorio, con strutture inserite in spazi verdi.	13
2.8	Struttura estrattiva	Tipologia delle cave, per l'estrazione e lavorazione dei materiali inerti.	18
3.	<i>Edilizia Mista</i>		
3.1	Edificio residenziale con piano terra commerciale	Edifici che presentano al piano terra attività commerciali di differente carattere, spesso per il commercio al dettaglio, solitamente presenti nei nuclei storici.	86
3.2	Edificio produttivo in adiacenza ad altri (casa bottega)	Edifici che presentano al piano terra attività commerciali e/o artigianali di differente carattere, spesso gestite dal proprietario dell'immobile.	12
4.	<i>Edilizia storica</i>		
4.1	Villa gentilizia	Edifici di carattere storico – simbolico solitamente precedenti al 1800, in alcuni casi riabilitati per nuove funzioni (servizi pubblici comunali)	7





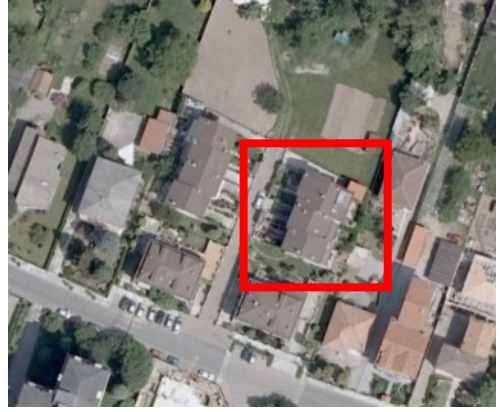
4.2	Cascina	Edifici differenti dagli altri tipi edilizi, generalmente ampie strutture per lo più di natura storica.	48
4.3	Chiesa storica	Edificio religioso preesistente ai nuclei del 1800	6
4.4	Edifici pubblici storici	Edifici preesistenti al 1880 e caratterizzanti del tessuto urbano	81
4.5	Archeologia industriale	Edifici che oggi presentano solamente la struttura originaria degli organismi produttivi, nella più parte dei casi dismessi, vuoti e danneggiati.	19
4.6	Casa a corte	Unità edilizie organizzate attorno alla corte/cortile, spazio necessario all'abitazione dove si compiono operazioni di lavoro rurale.	637
5.	<i>Edilizia minore</i>		
5.1	Edificio minore	Strutture caratterizzate da dimensioni limitate non residenziali, adibite a funzioni secondarie e di servizio (box auto, piattaforme ecologiche di vicinato).	2243
6.	<i>N.C. per mancanza di dati</i>		19



















Abaco delle tipologie edilizie



<i>Tipo edilizio</i>	<i>Stralcio dall'ortofoto</i>	<i>Ripresa dello stato di fatto</i>
1. Edilizia di base		
1.1. Edificio a blocco		
1.2. Villetta a schiera		
1.3. Casa in linea		



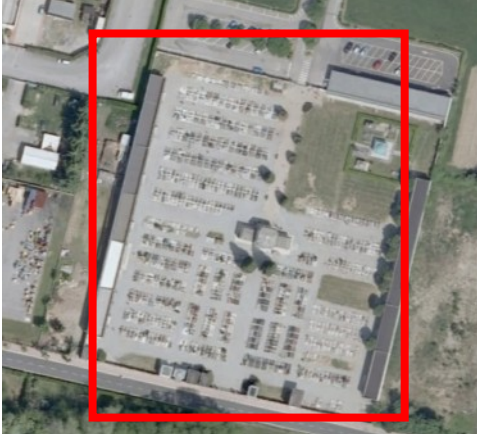



Tipo edilizio	Stralcio dall'ortofoto	Ripresa dello stato di fatto
1.4. Casa a torre		
1.5. Villetta unifamiliare isolata su lotto		
1.6. Villetta bifamiliare isolata su lotto		





<i>Tipo edilizio</i>	<i>Stralcio dall'ortofoto</i>	<i>Ripresa dello stato di fatto</i>
1.7. Palazzina multifamiliare isolata su lotto		
<i>2. Edilizia specializzata</i>		
2.1. Servizio		
2.2. Piastra commerciale		

Tipo edilizio	Stralcio dall'ortofoto	Ripresa dello stato di fatto
2.3. Centro commerciale		
2.4. Piastra terziaria		
2.5. Piastra industriale		
2.6. Piastra non specificata		

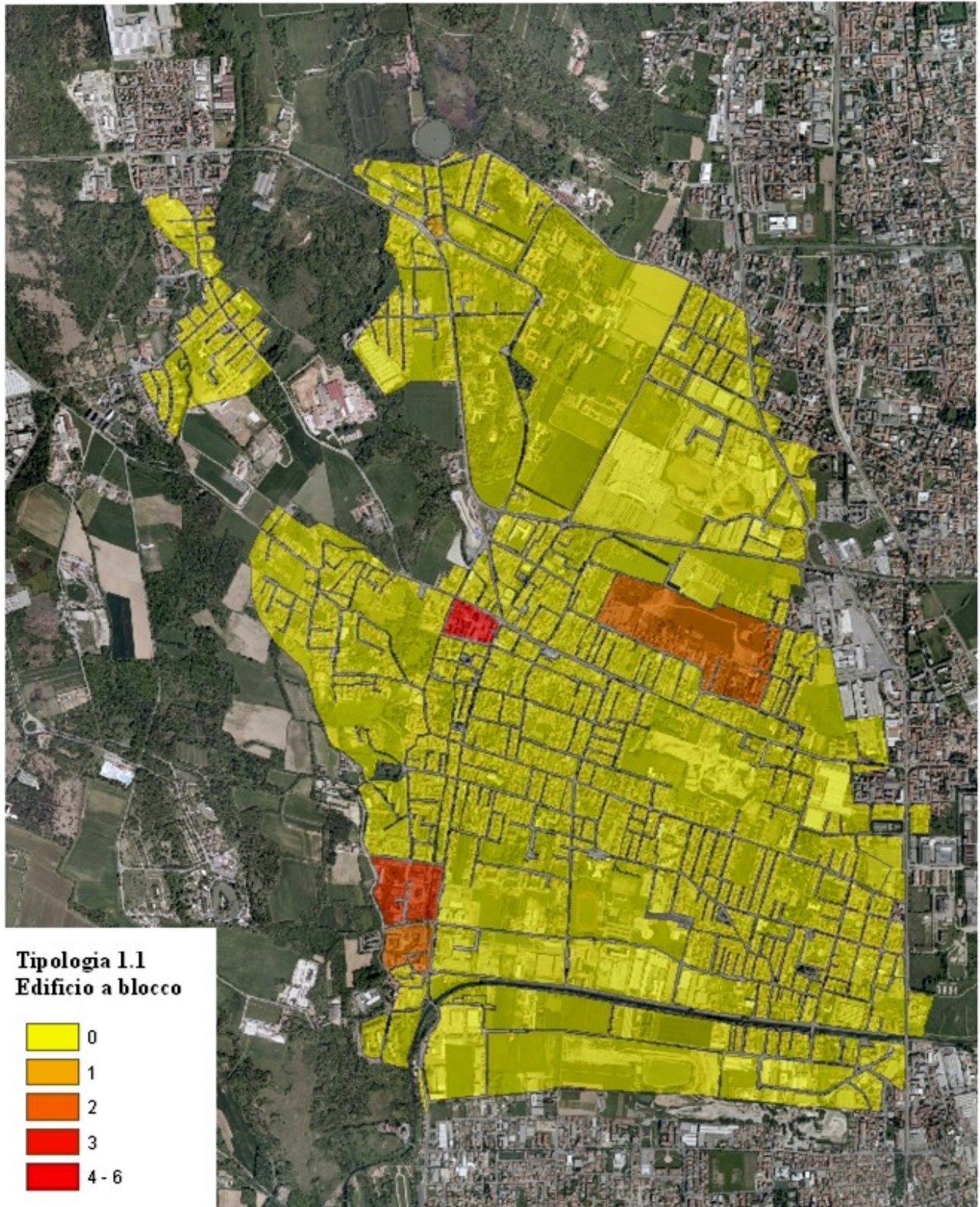
<i>Tipo edilizio</i>	<i>Stralcio dall'ortofoto</i>	<i>Ripresa dello stato di fatto</i>
2.7. Struttura agricolo – produttiva		
2.8. Struttura estrattiva		
3. Edilizia Mista		
3.1. Edificio residenziale con piano terra commerciale		

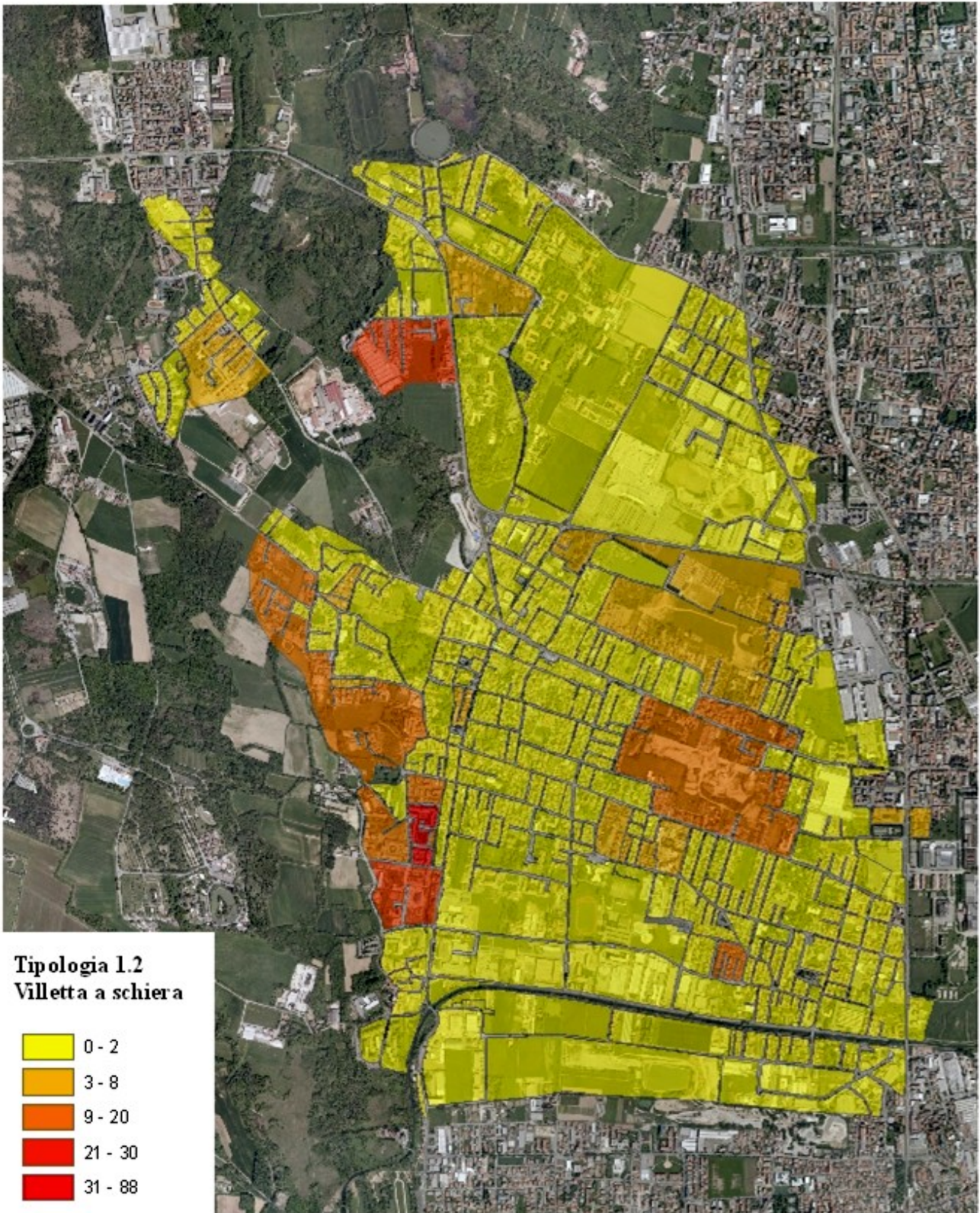
<i>Tipo edilizio</i>	<i>Stralcio dall'ortofoto</i>	<i>Ripresa dello stato di fatto</i>
3.2. Edificio produttivo in adiacenza con altri (casa bottega)		
4. Edilizia storica		
4.1. Villa gentilizia		
4.2. Cascina		

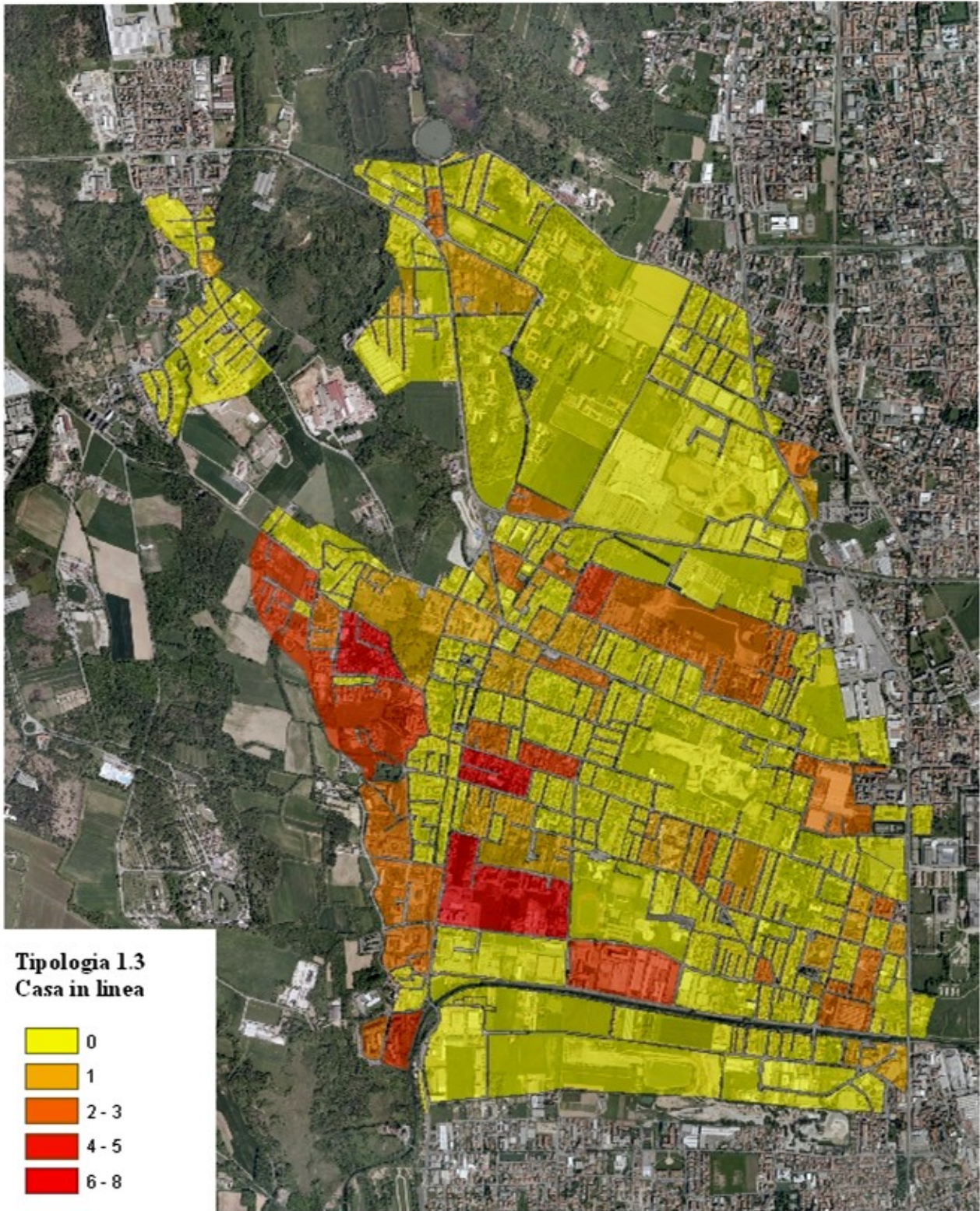
Tipo edilizio	Stralcio dall'ortofoto	Ripresa dello stato di fatto
4.3. Chiesa		
4.4. Edifici pubblici storici		
4.5. Archeologia industriale		

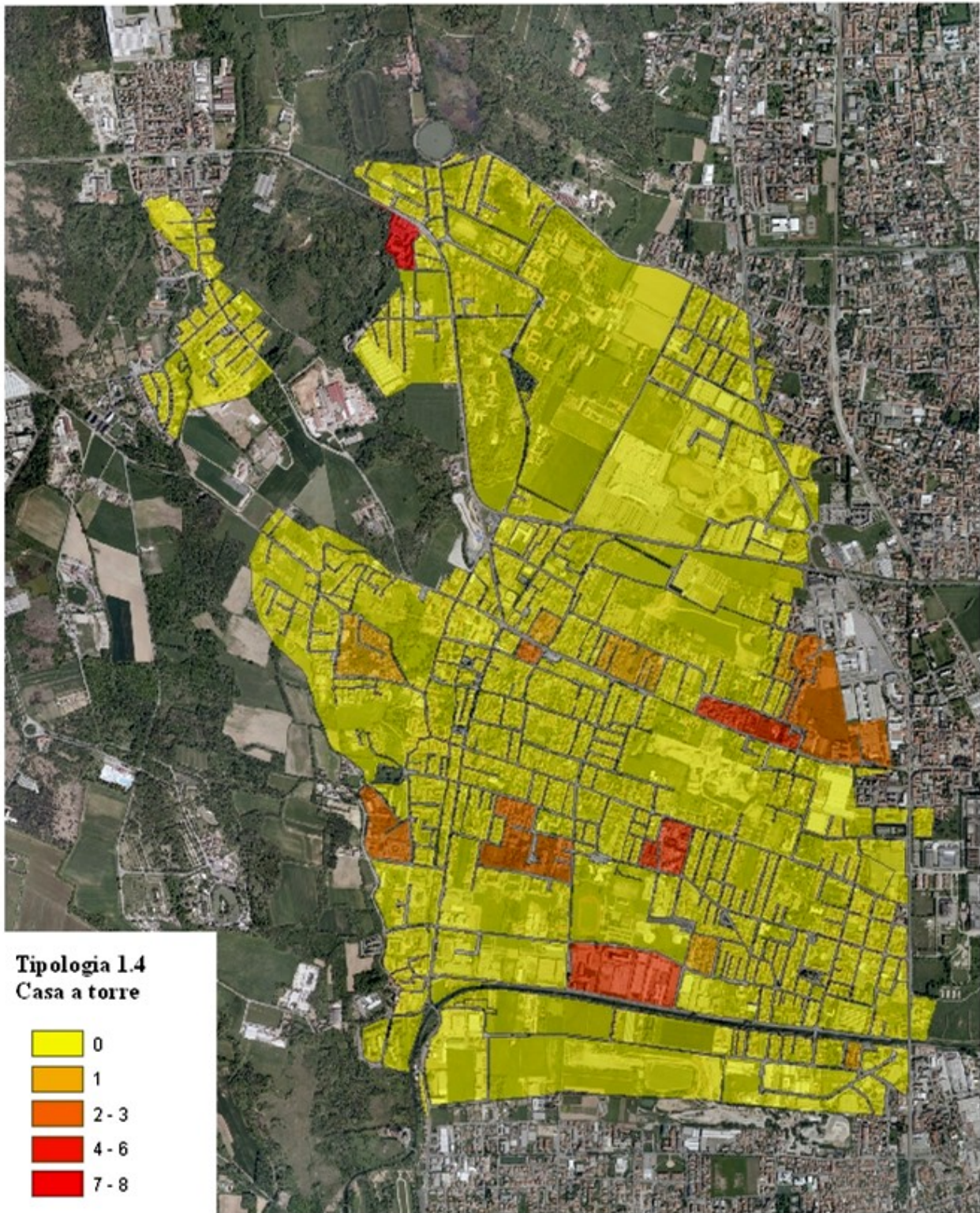
<i>Tipo edilizio</i>	<i>Stralcio dall'ortofoto</i>	<i>Ripresa dello stato di fatto</i>
4.6. Casa a corte		
5. Edilizia minore		
5.1. Edificio minore		

Per ogni tipologia analizzata è stata generata una tavola in ambiente Gis nella quale ha trovato rappresentazione il livello di presenza della specifica tipologia nell'isolato, assumendo come base di riferimento gli isolati al 2011 caratterizzati dal livello di presenza della specifica tipologia, come nel seguito riportato.

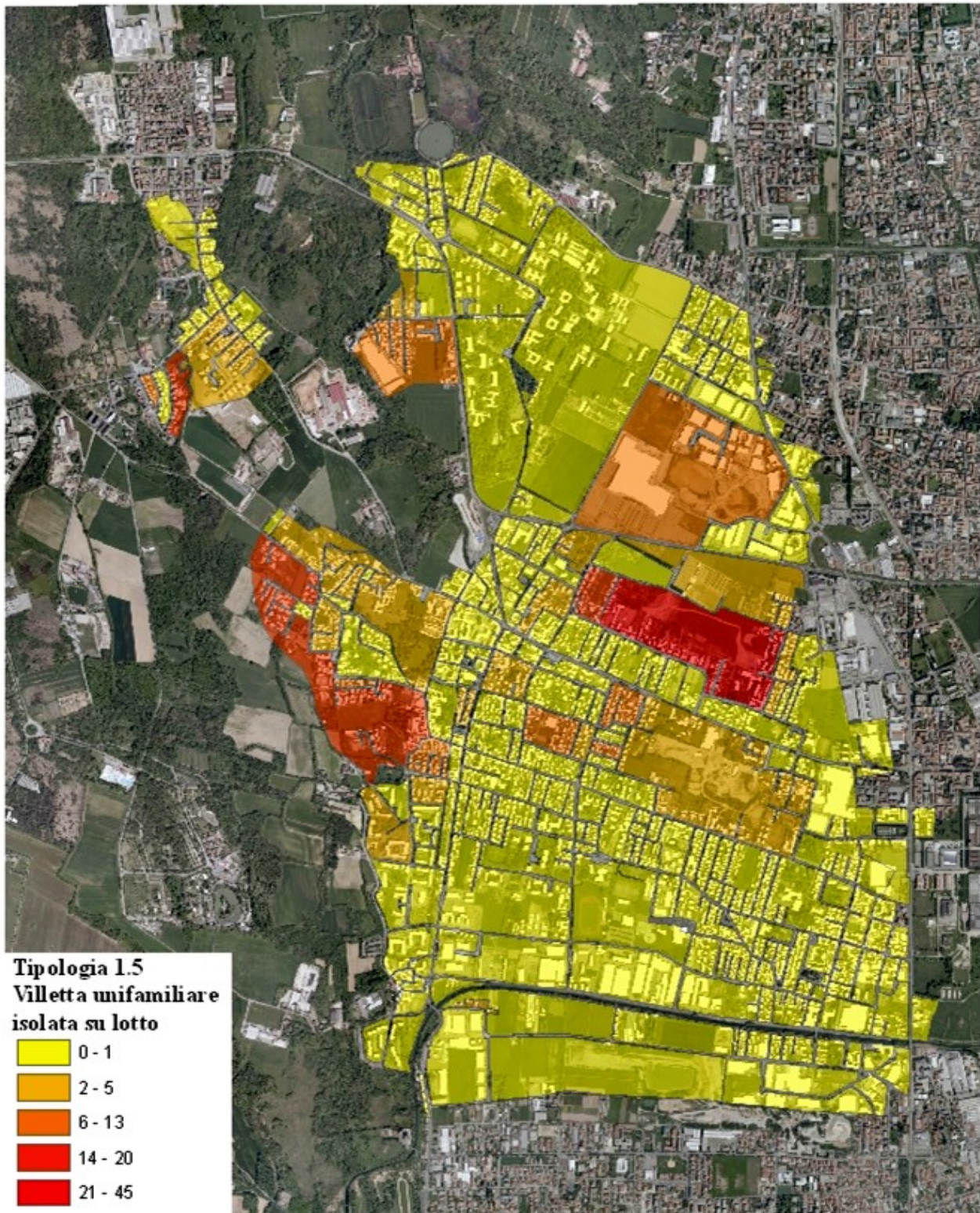
Tipologia 1.1. Edificio a Blocco

Tipologia 1.2. Villetta a schiera

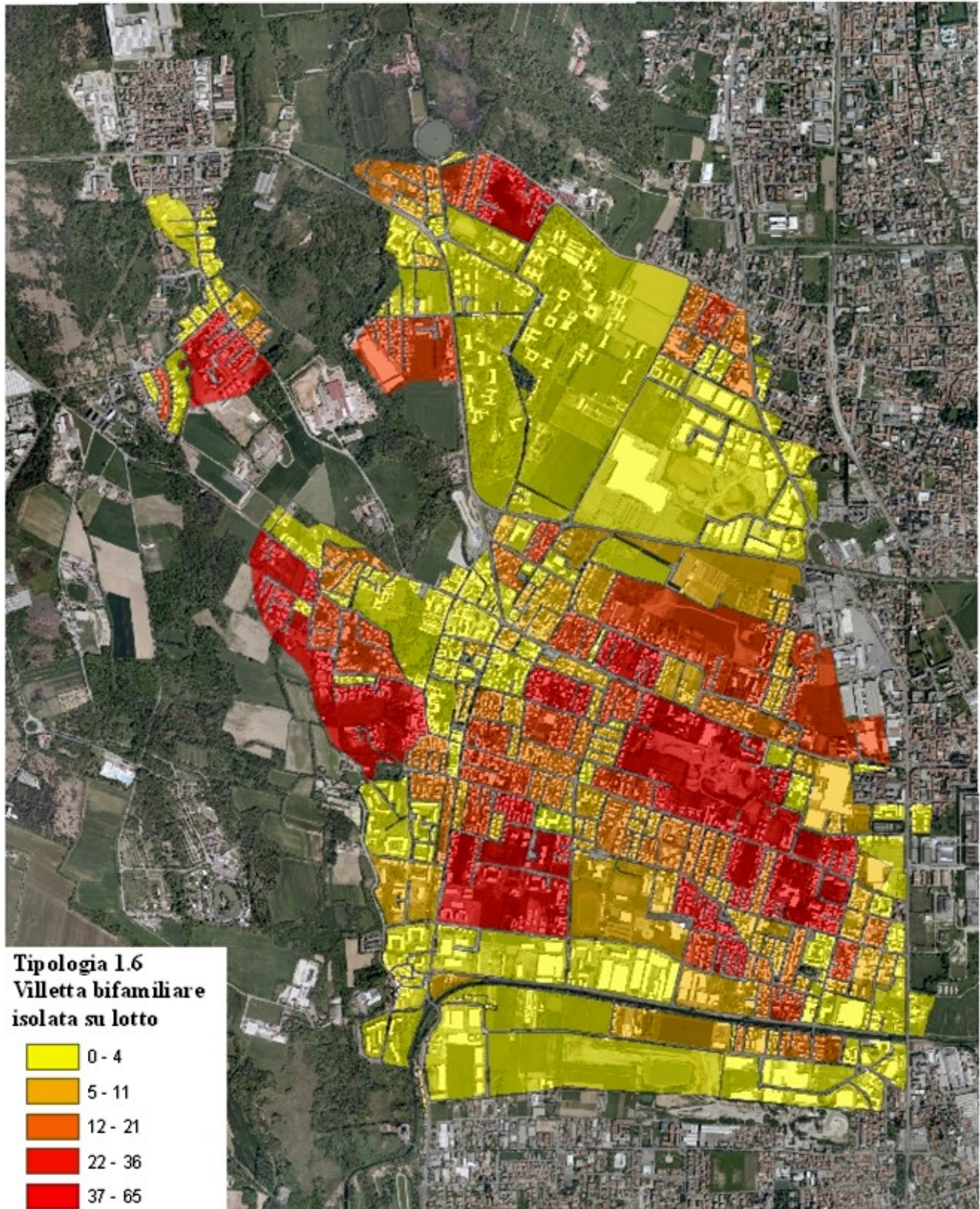
Tipologia 1.3. Casa in linea

Tipologia 1.4. Casa a torre

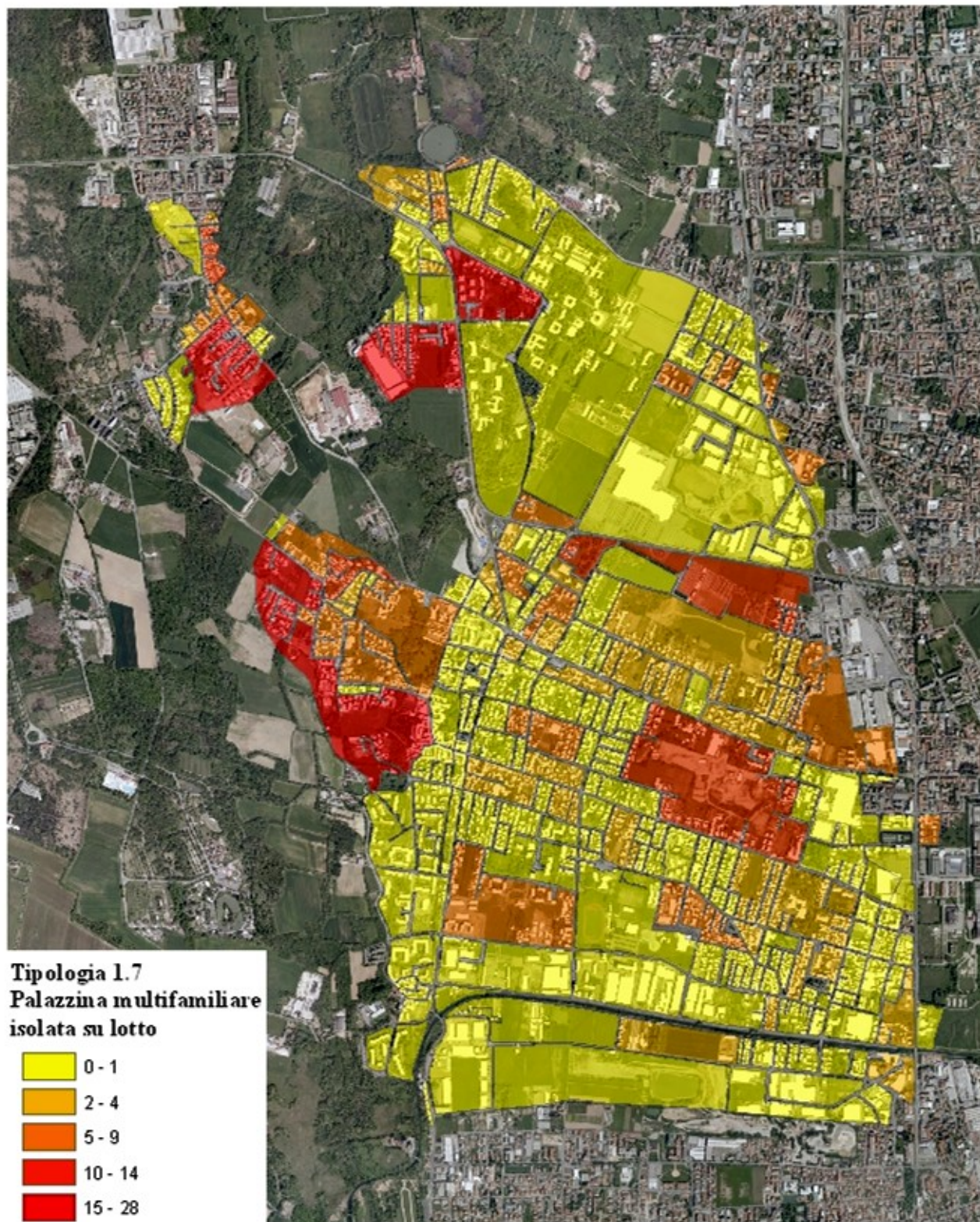
Tipologia 1.5. Villetta unifamiliare isolata su lotto



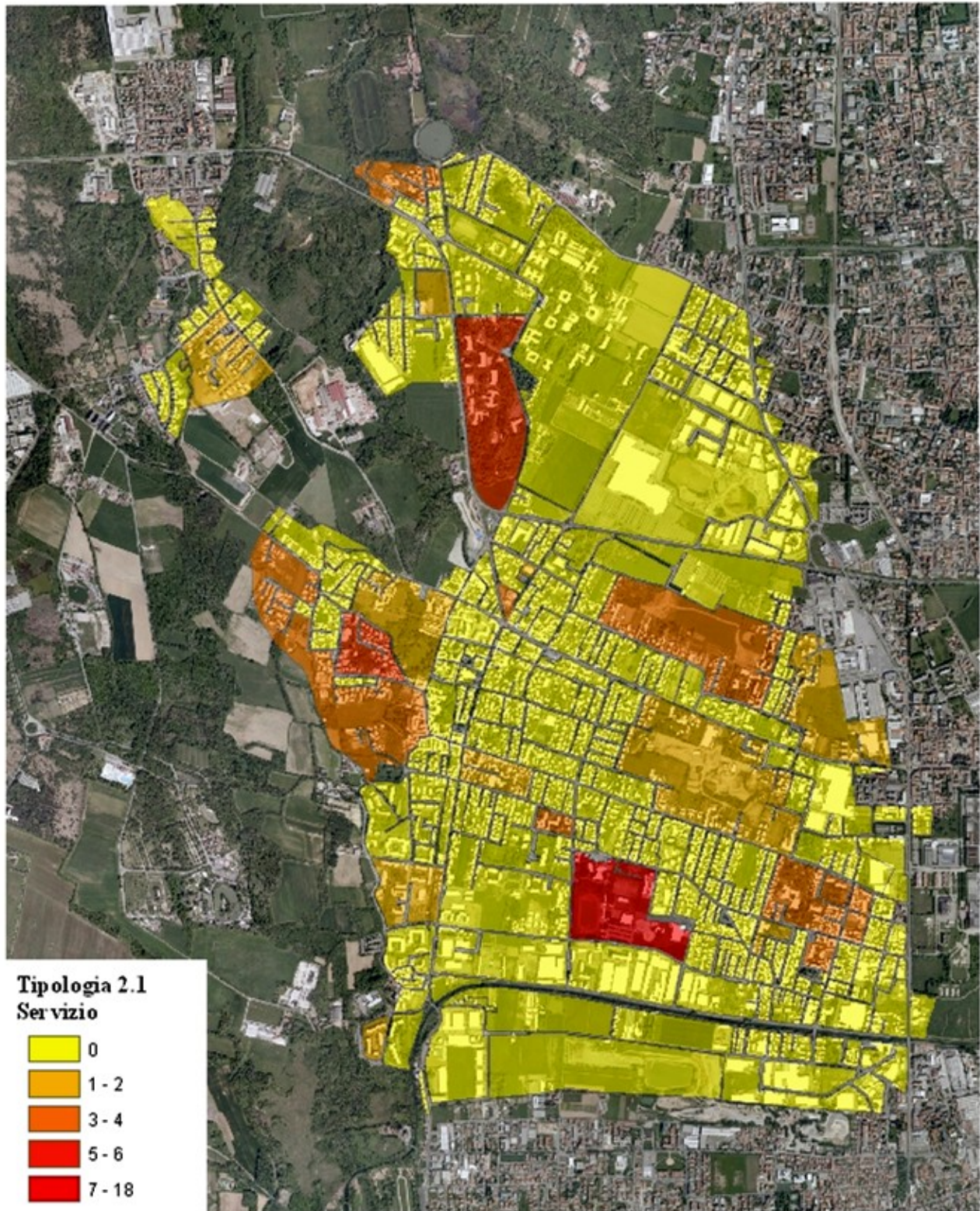
Tipologia 1.6. Villetta bifamiliare isolata su lotto

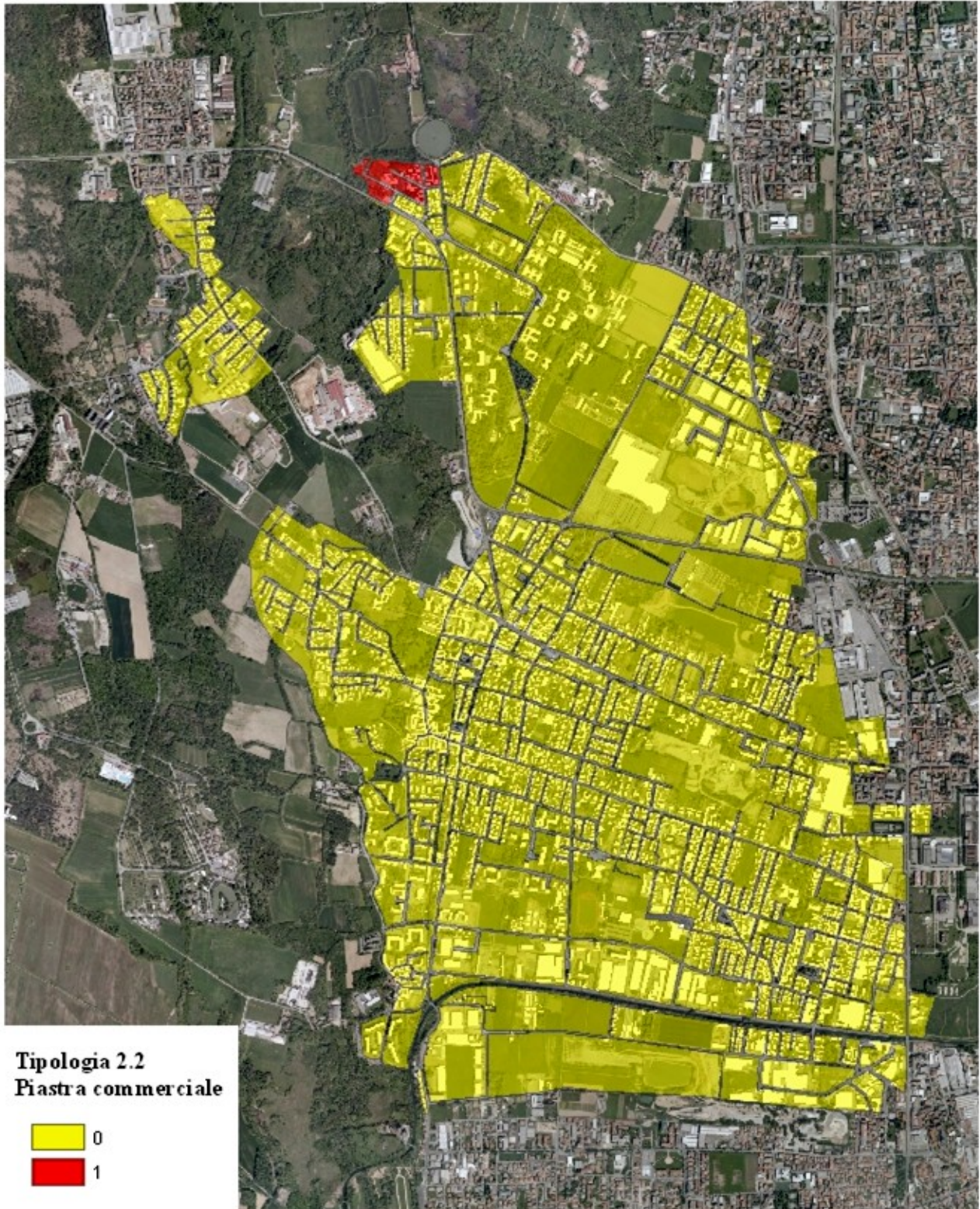


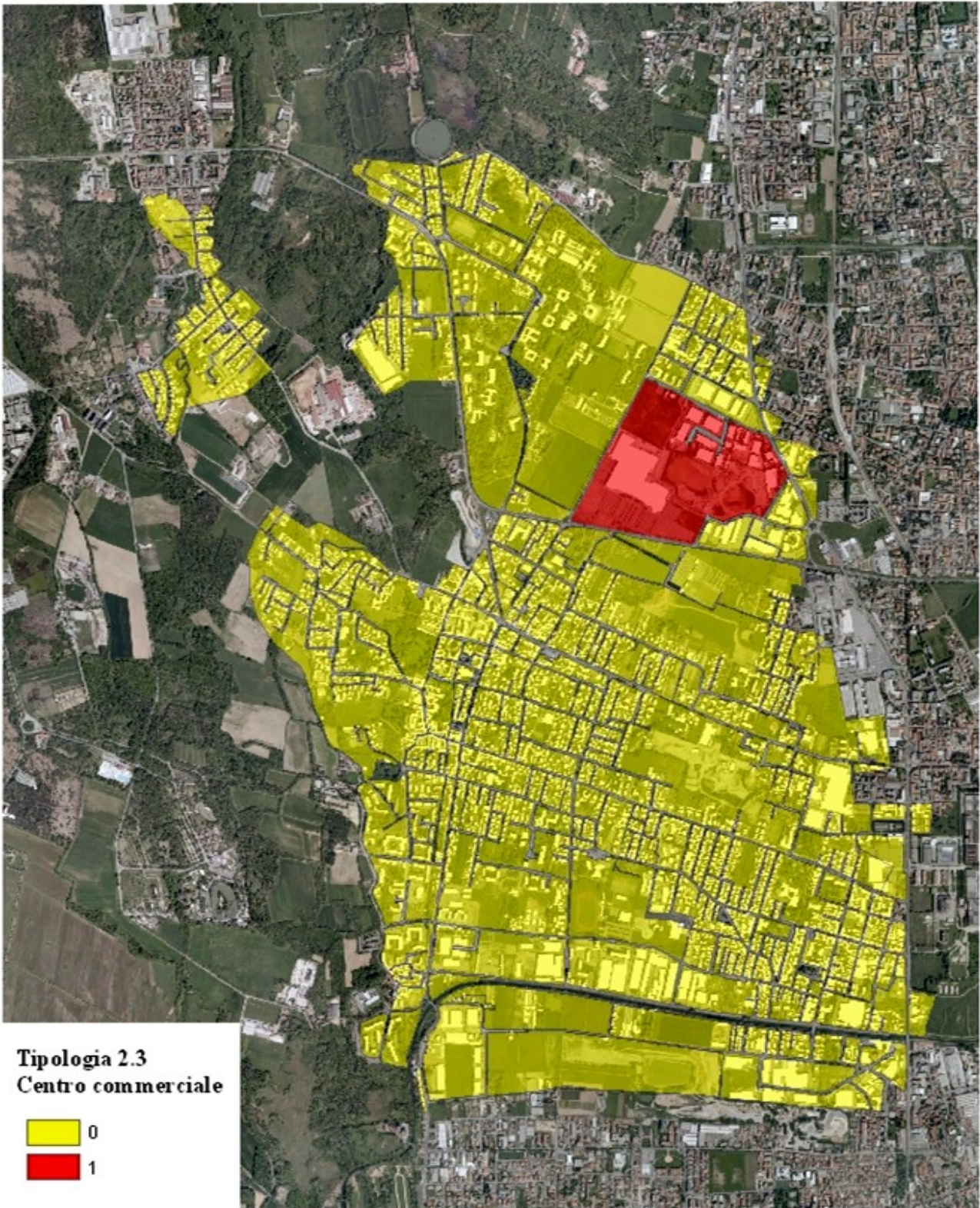
Tipologia 1.7. Palazzina multifamiliare isolata su lotto

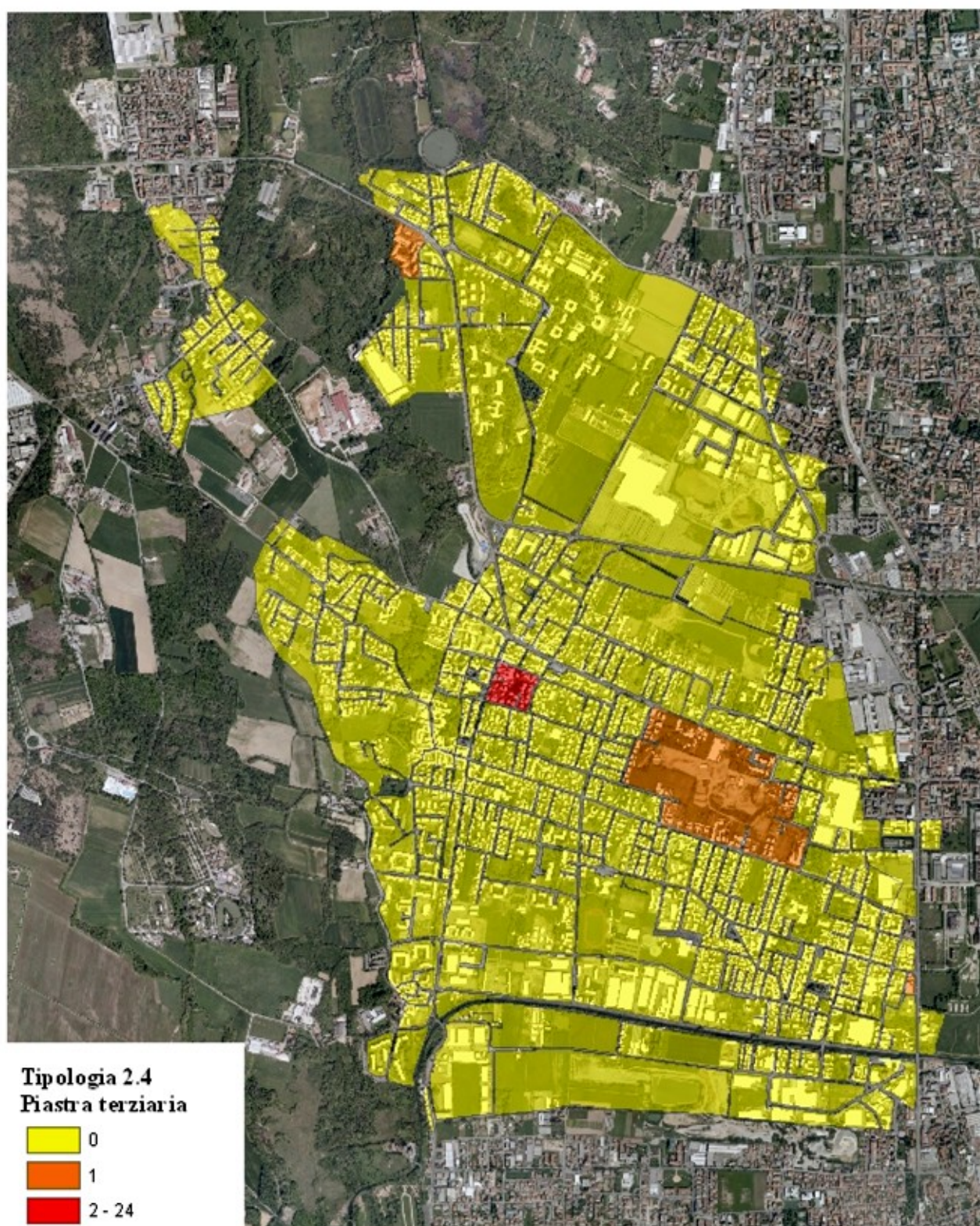


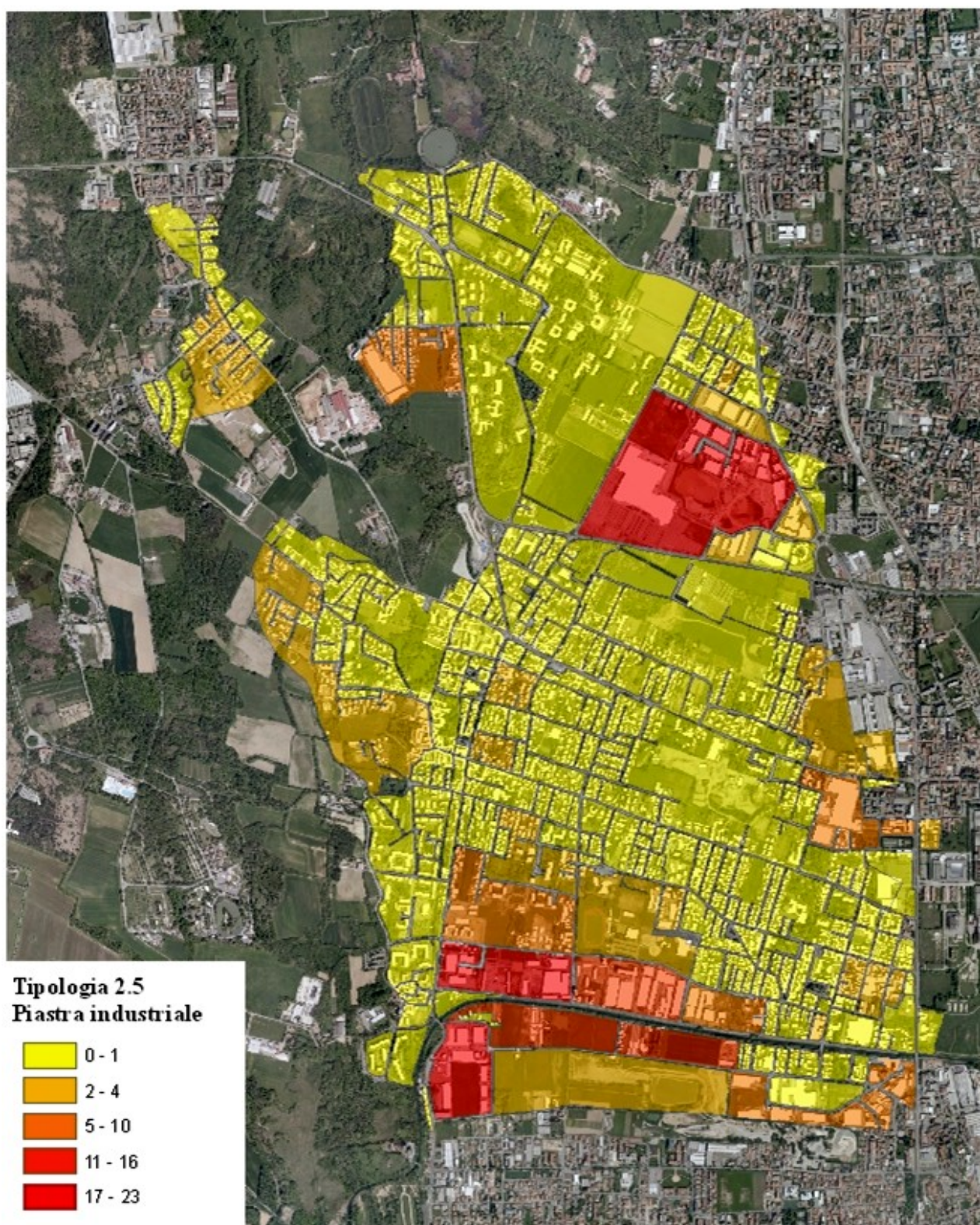
2. Edilizia specializzata – tipologia 2.1. Servizio

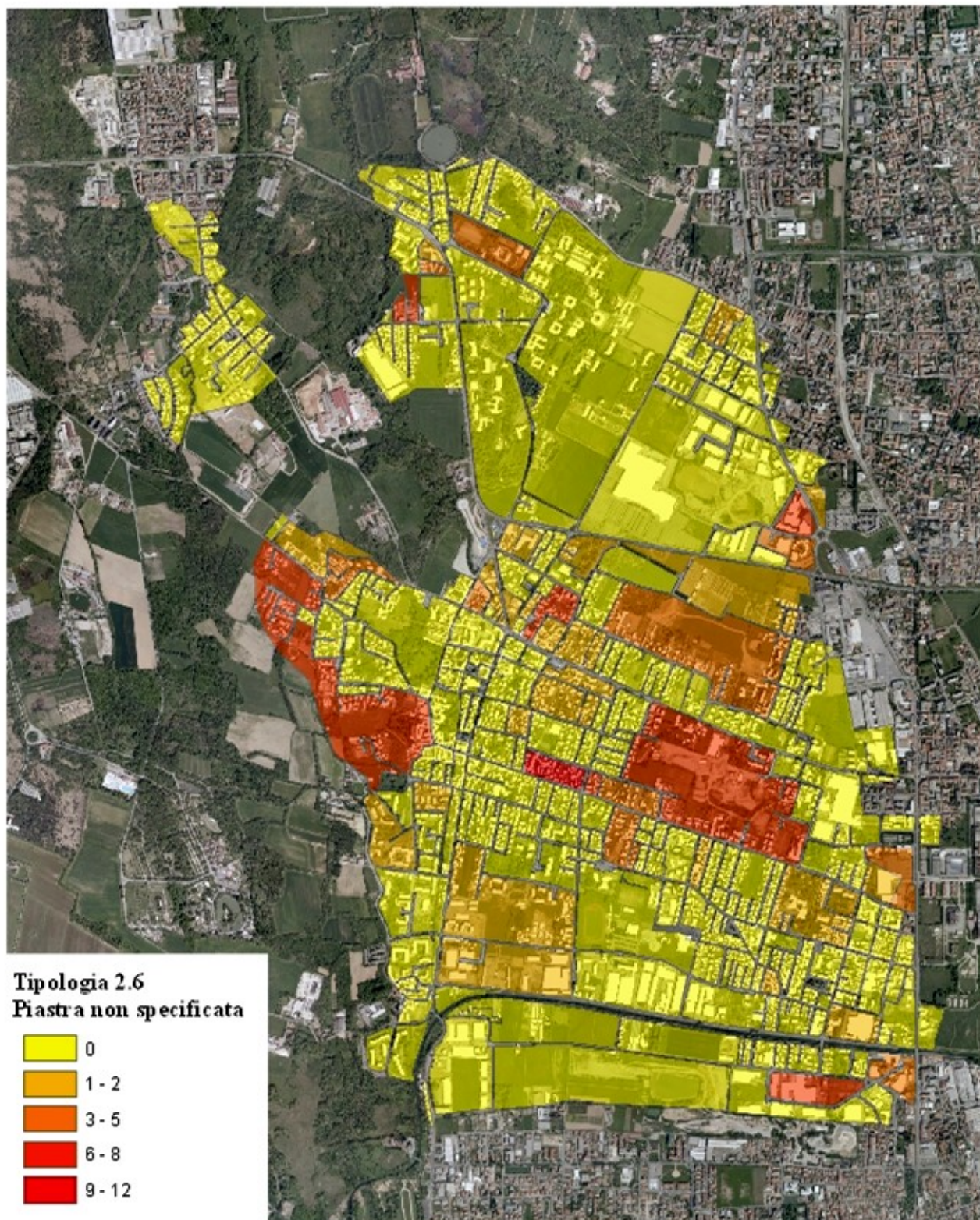


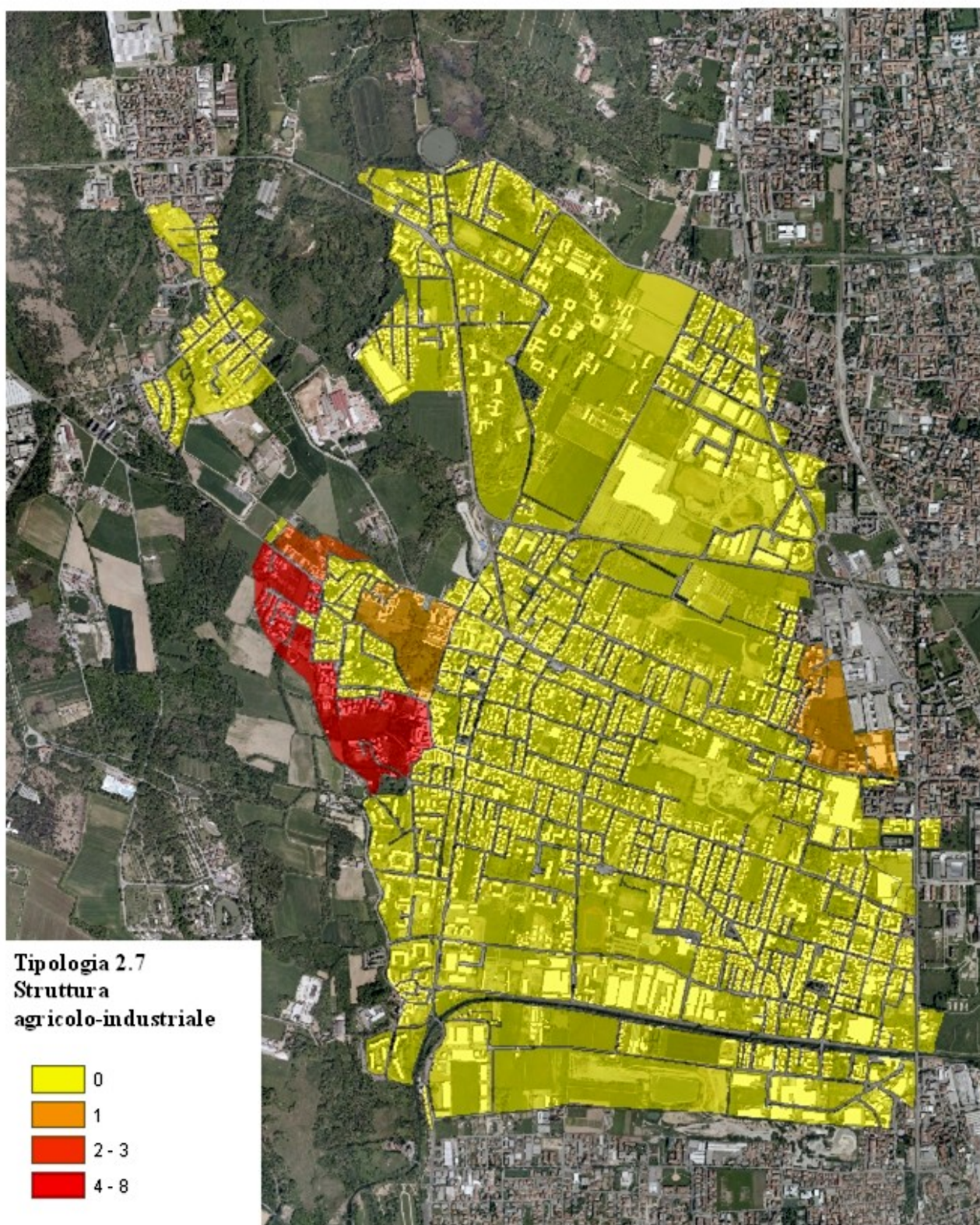
Tipologia 2.2. Piastra commerciale

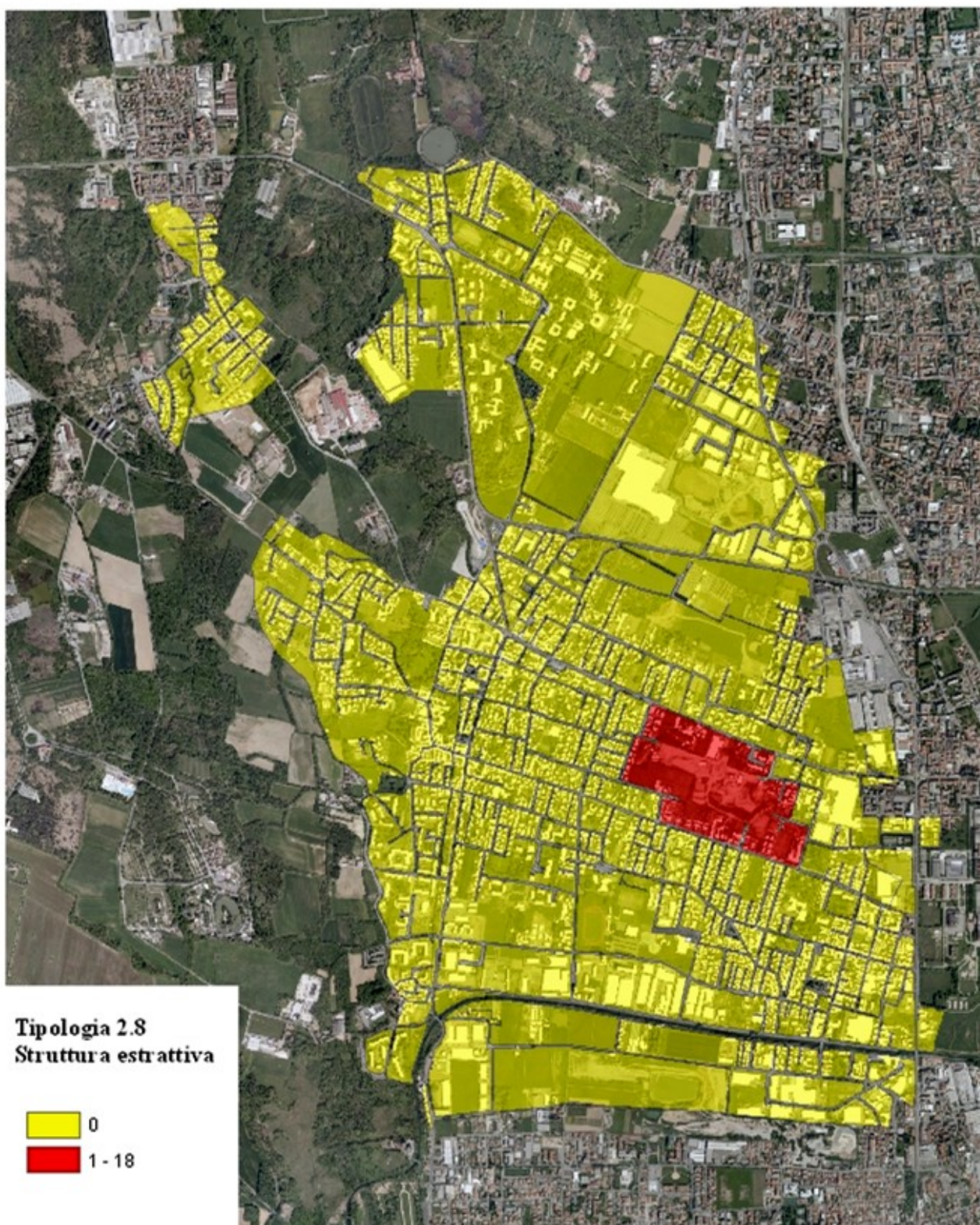
Tipologia 2.3. Centro commerciale

Tipologia 2.4. Piastra terziaria

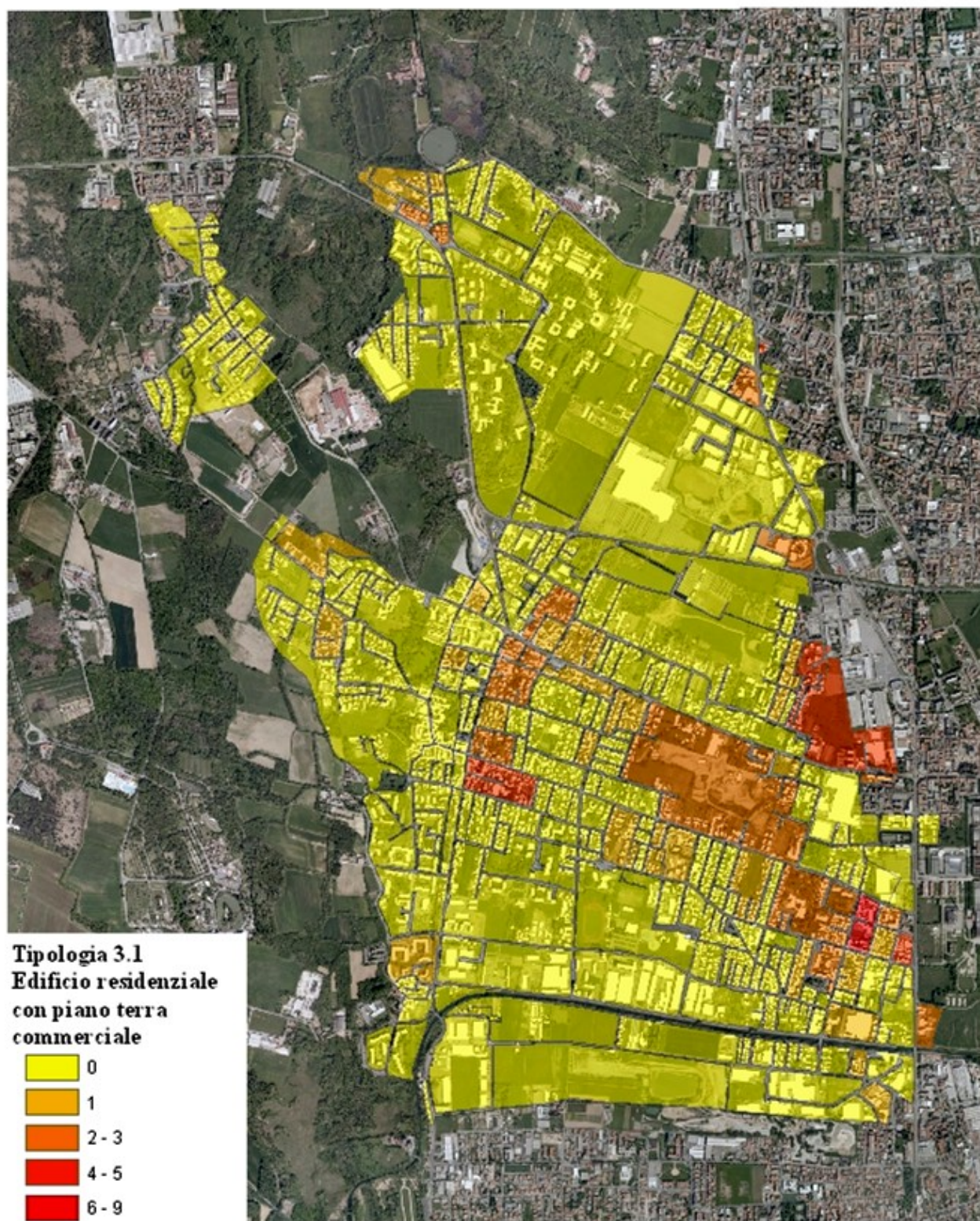
Tipologia 2.5. Piastra industriale

Tipologia 2.6. Piastra non specificata

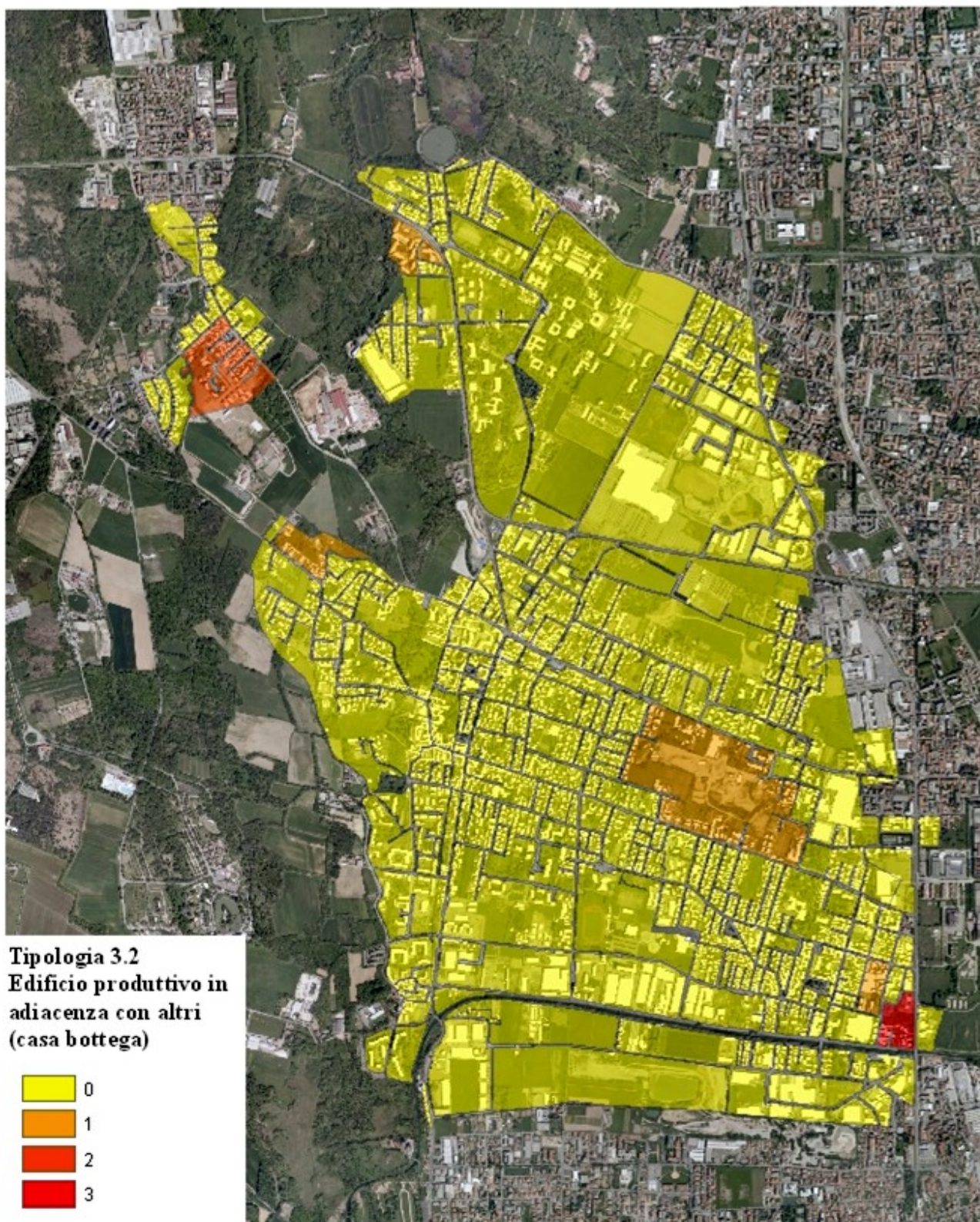
Tipologia 2.7. Struttura agricolo – produttiva

Tipologia 2.8. Struttura estrattiva

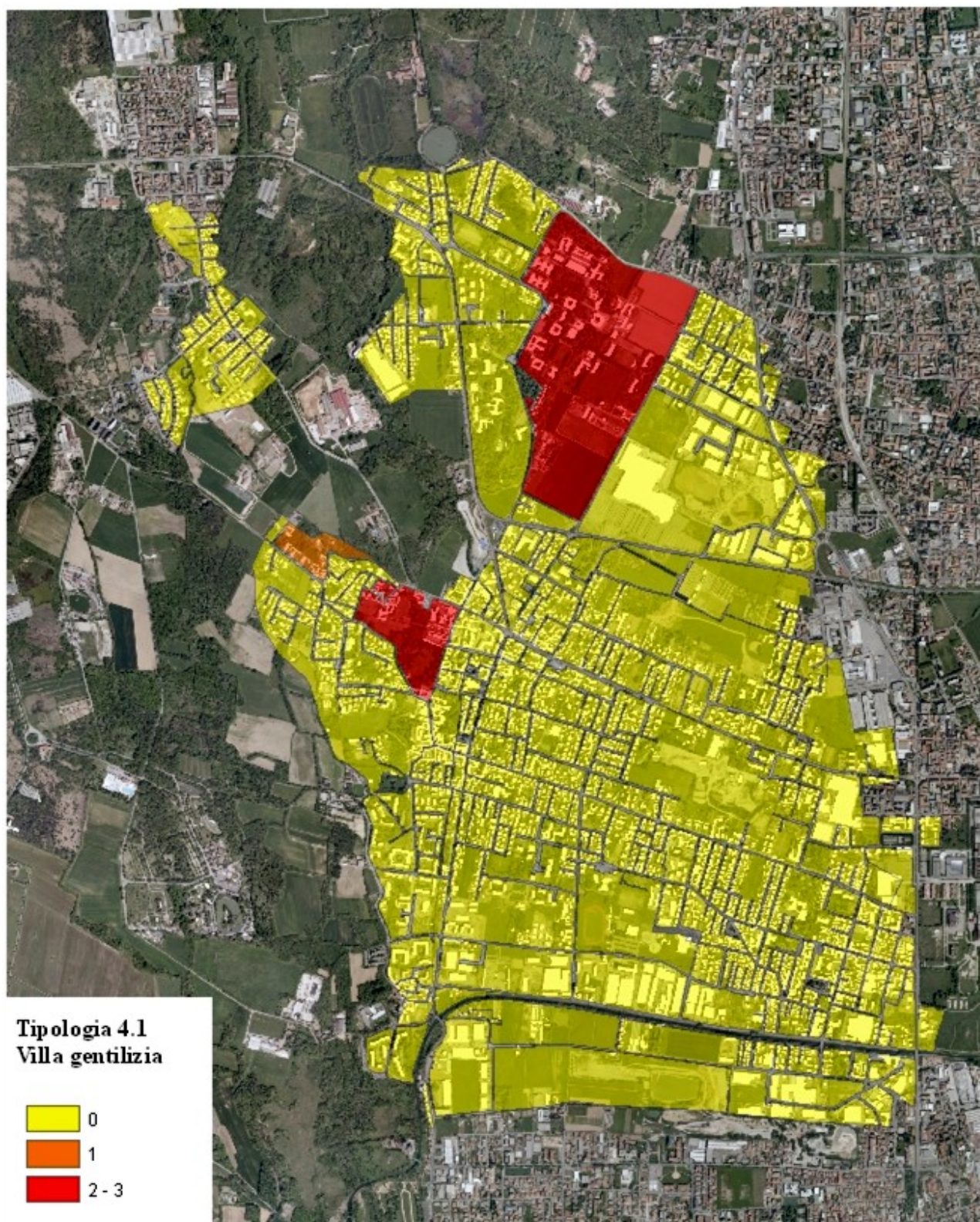
3. Edilizia mista – Tipologia 3.1. Edificio residenziale con piano terra commerciale

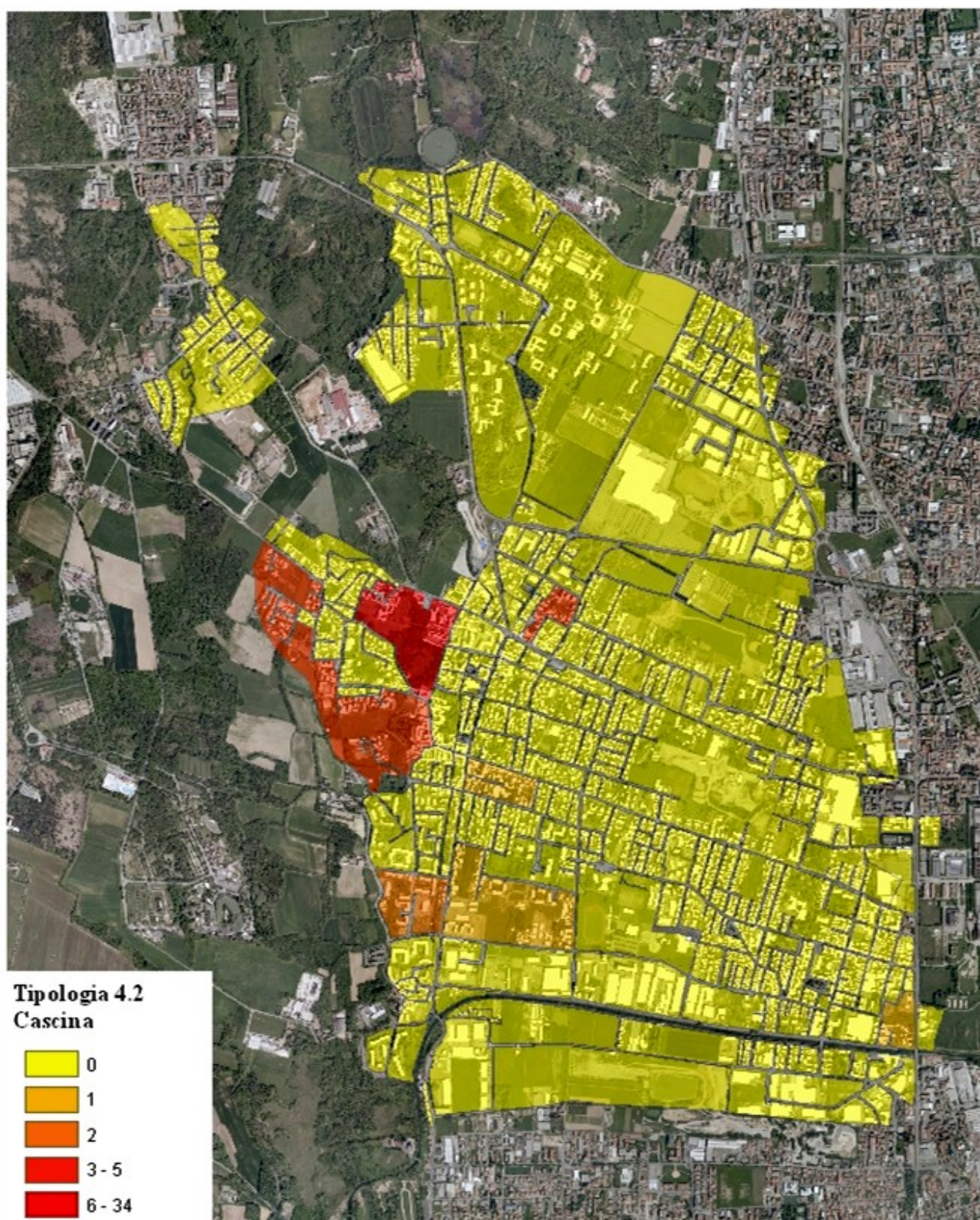


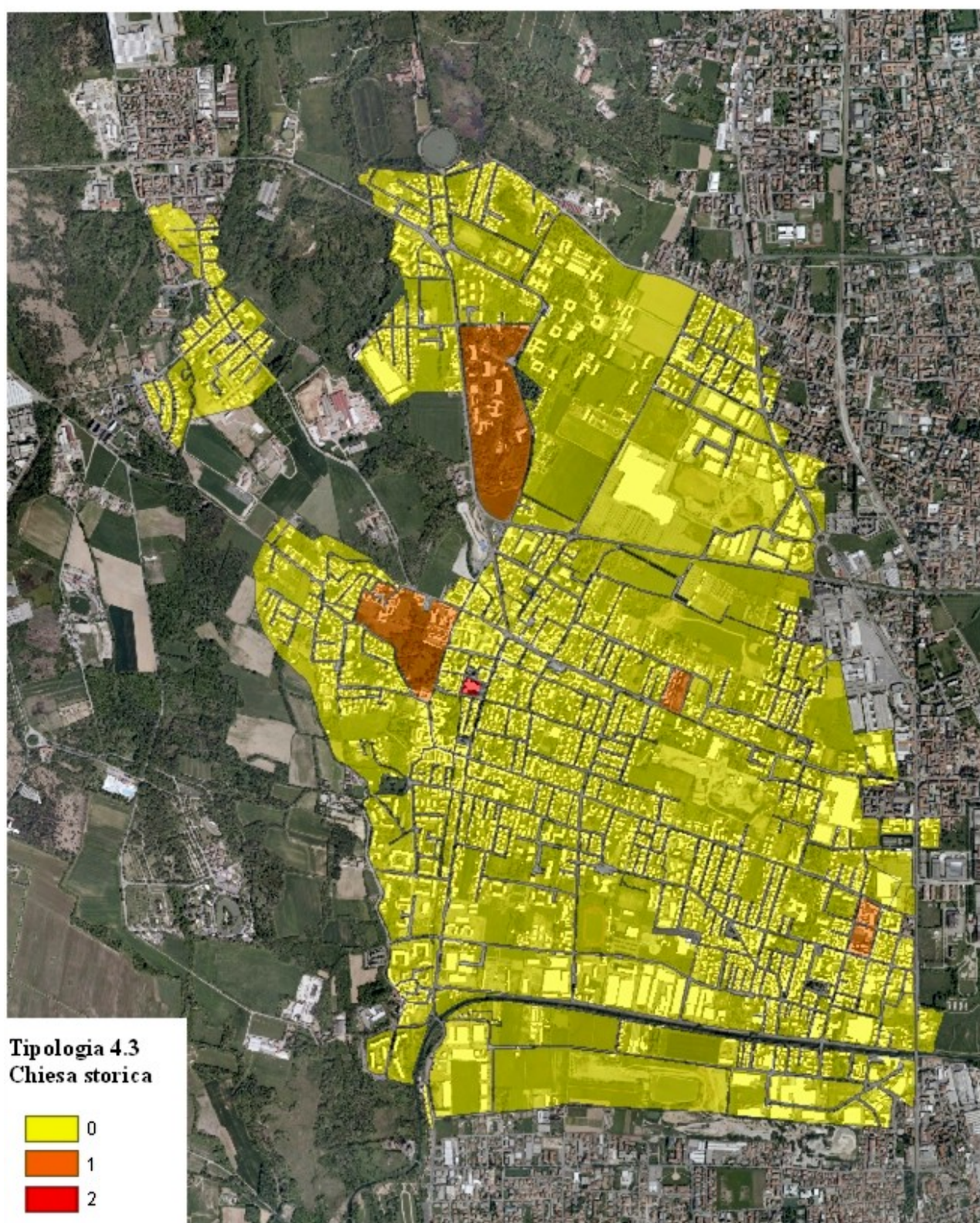
Tipologia 3.2. Edificio produttivo in adiacenza con altri (casa bottega)

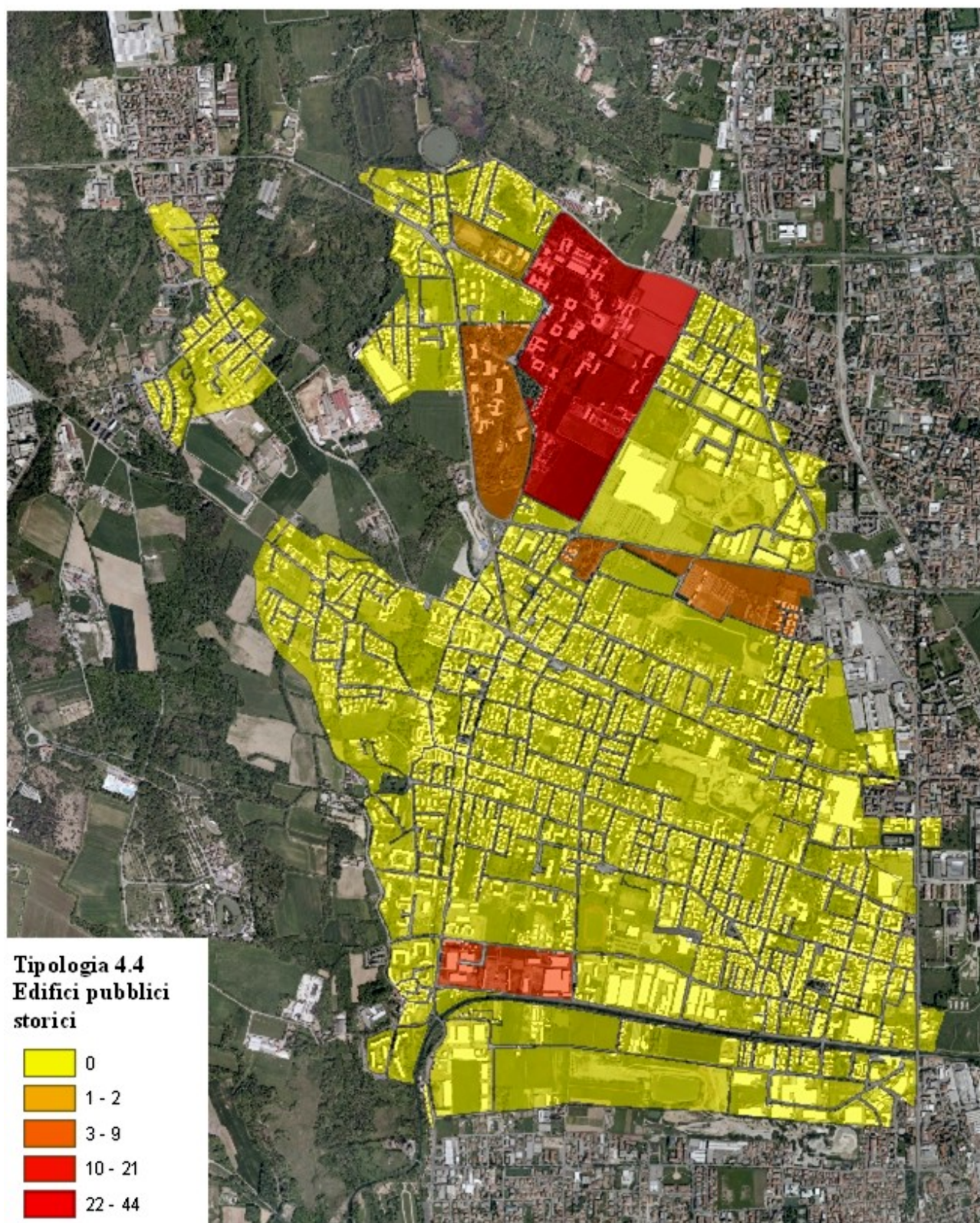


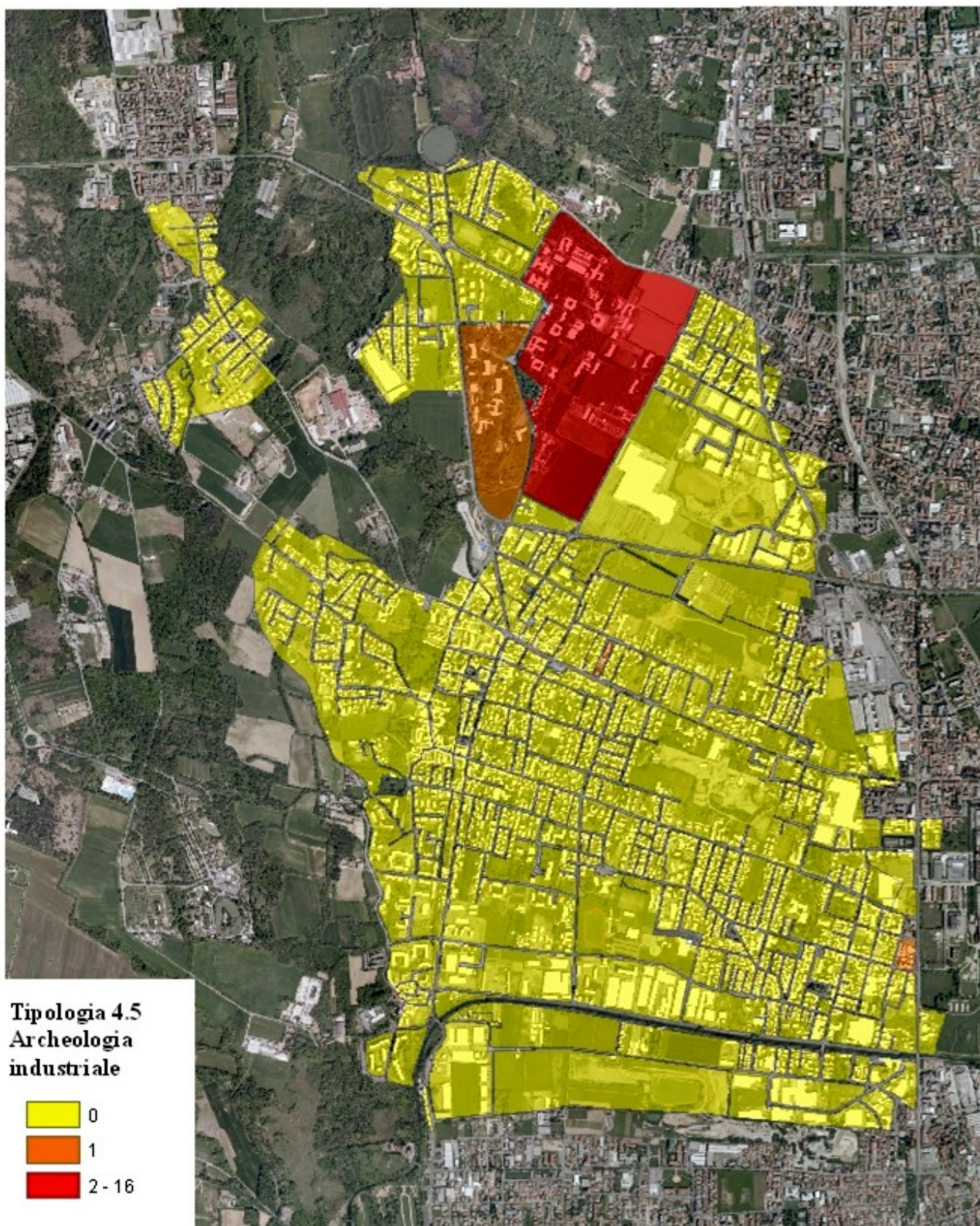
4. Edilizia storica – Tipologia 4.1. Villa gentilizia

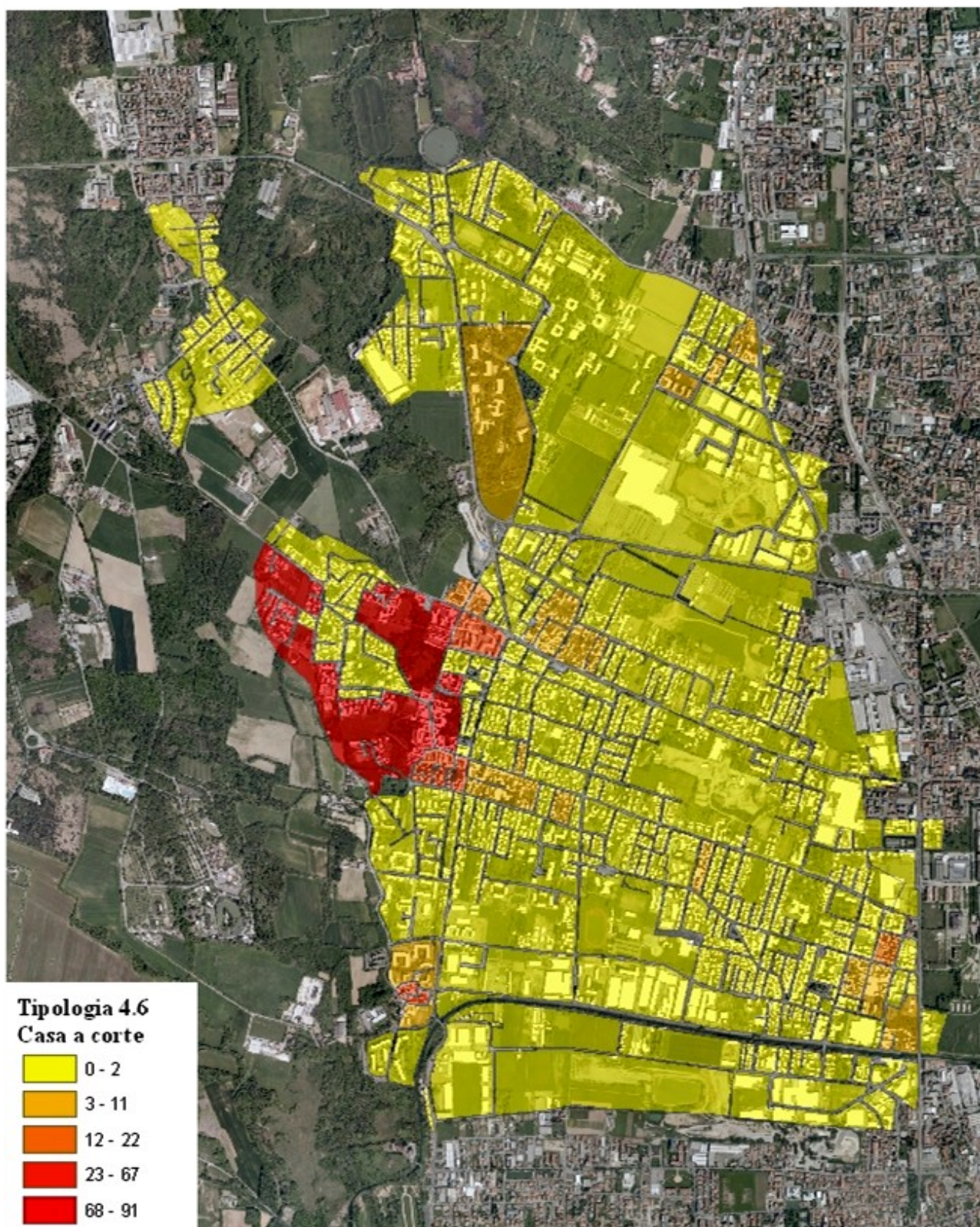


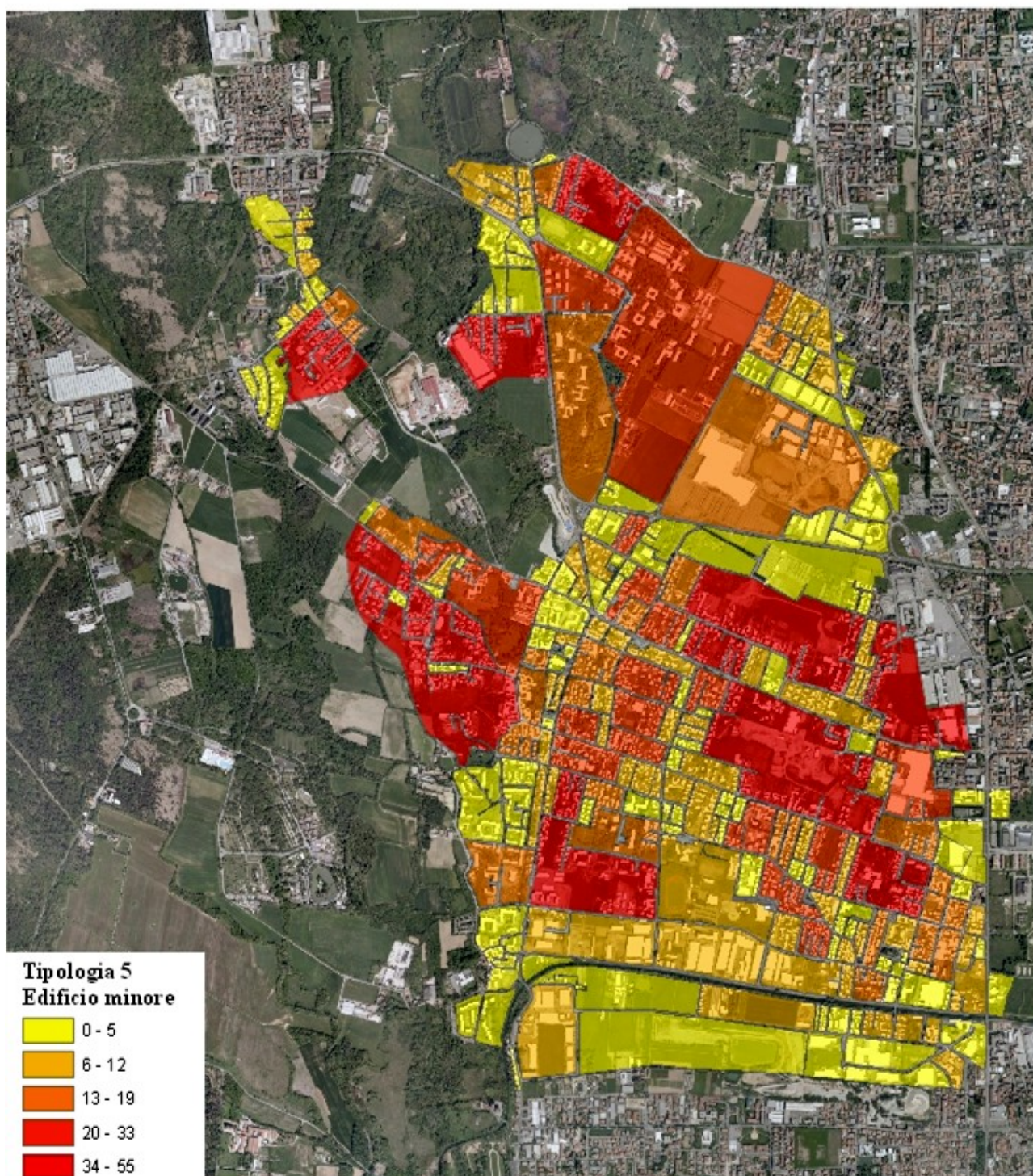
Tipologia 4.2. Cascina

Tipologia 4.3. Chiesa storica

Tipologia 4.4. Edifici pubblici storici

Tipologia 4.5. Archeologia industriale

Tipologia 4.6. Casa a corte

5. Edilizia minore – Tipologia 5. Edificio minore

Sintesi dei tipi edilizi

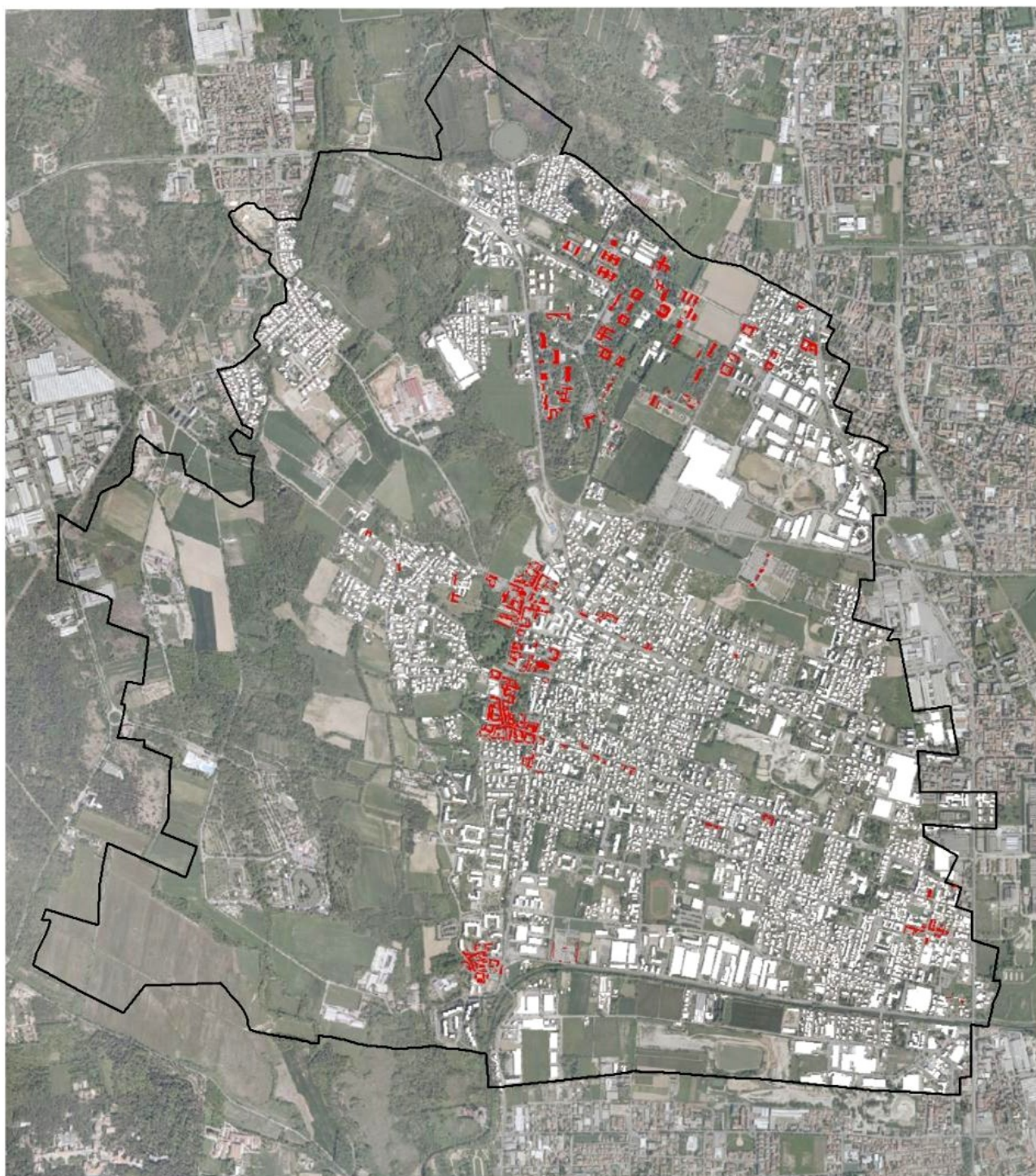
Procediamo ora alla fase dell'ottimizzazione delle tipologie individuate assumendo, dai 25 tipi edilizi individuati, cinque categorie prevalenti:

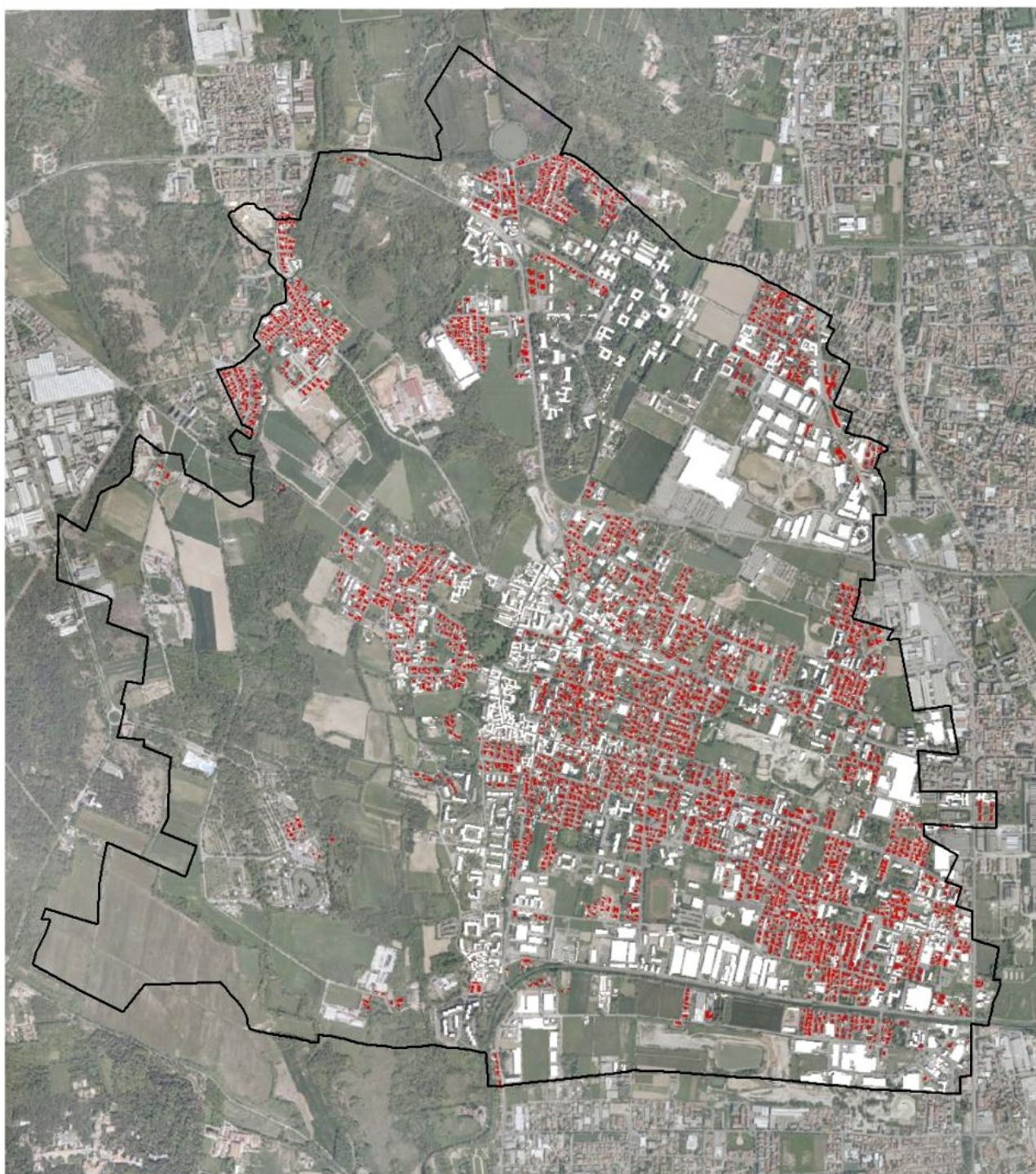
1. case a corte ed edilizia storica;
2. villette isolate su lotto;
3. torri residenziali;
4. villette a schiera;
5. piastre.

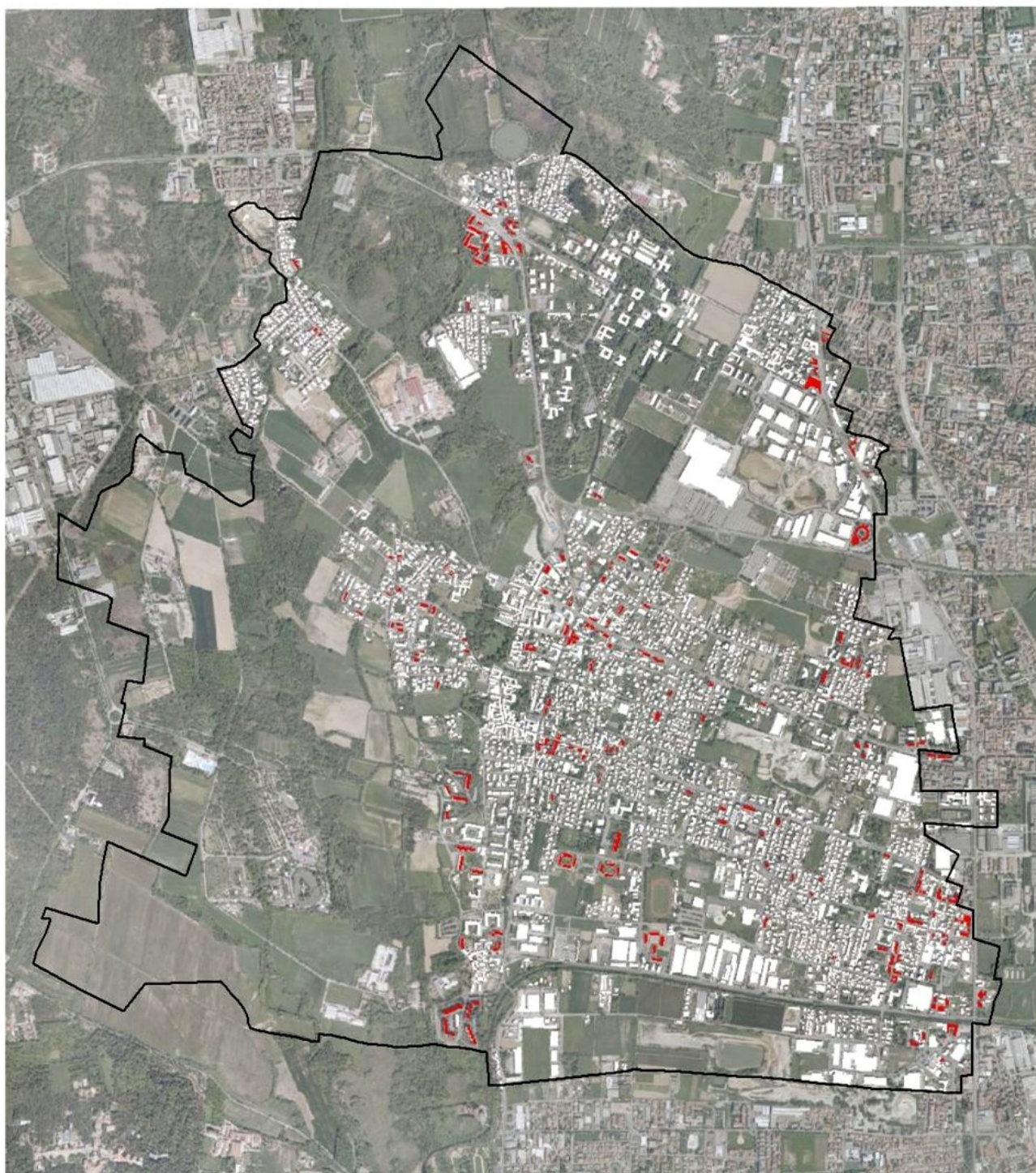
In particolare, la tabella seguente descrive come ha avuto luogo l'accorpamento dei 25 tipi edilizi nelle 5 nuove categorie:

<i>Categorie prevalenti</i>	<i>Tipi edilizi</i>
<i>1. Case a corte ed edilizia storica</i>	4.1. Villa gentilizia 4.2. Cascina 4.3. Chiesa storica 4.4. Edifici pubblici storici 4.6. Casa a corte
<i>2. Villette isolate su lotto</i>	1.5. Villetta unifamiliare isolata su lotto 1.6. Villetta bifamiliare isolata su lotto 1.7. Palazzina multifamiliare isolata su lotto
<i>3. Torri residenziali</i>	1.1. Edificio a blocco 1.3. Casa in linea 1.4. Casa a torre 3.1. Edificio residenziale con piano terra commerciale 3.2. Edificio produttivo in adiacenza con altri (casa bottega)
<i>4. Villette a schiera</i>	1.2. Villetta a schiera
<i>5. Piastre</i>	2.1. Servizio 2.2. Piastra commerciale 2.3. Centro commerciale 2.4. Piastra terziaria 2.5. Piastra industriale 2.6. Piastra non specificata 2.7. Struttura agricolo – produttiva 2.8. Struttura estrattiva 4.5. Archeologia industriale

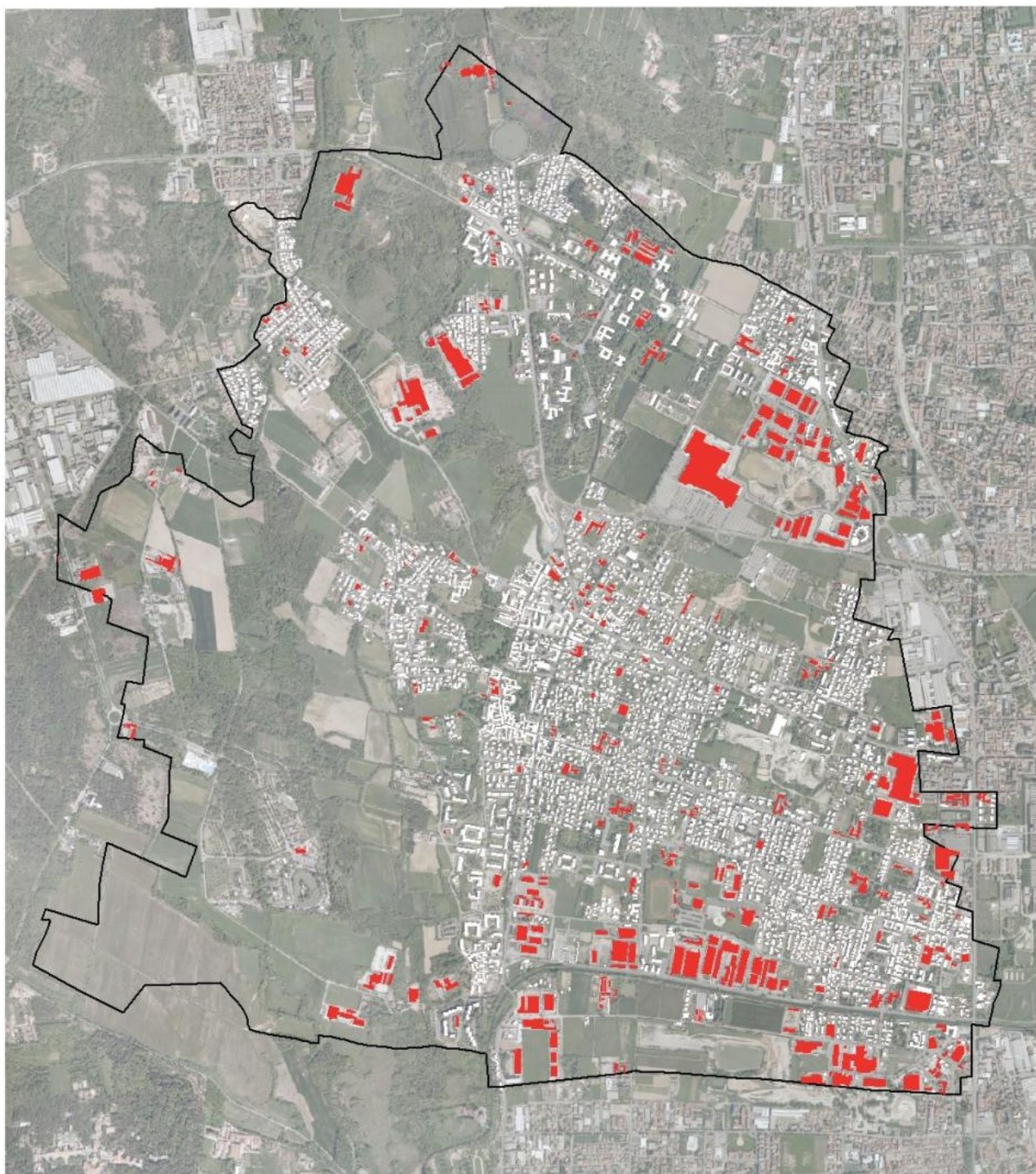
Nelle pagine seguenti si da conto della localizzazione di ognuna delle cinque categorie.

Case a corte ed edilizia storica

Villetta isolata su lotto

Torri residenziali

Villette a schiera

Piastre*La classificazione dell'urbanizzato per tipi di tessuto*

In fase iniziale l'analisi dei tessuti è anche servita a individuare, entro i perimetri del centro storico di Limbiate, gli edifici che – secondo le soglie storiche analizzate e in base alla lettura diacronica per le soglie precedenti al 1830, 1937, 1980 e successive al 1980 – fanno parte del tessuto di più antica formazione, con valore di consolidamento urbano.

Il tessuto esprime dunque la coesistenza di più organismi edilizi e di differenti tipologie edilizie, e in questa sede quindi non viene considerata la qualità architettonica del singolo organismo; alla nozione

di “tessuto” sono trasferibili i caratteri propri del tipo edilizio e urbano, espressivi perciò di tessuti di base o tessuti più complessi considerando, come riferimento per l’analisi, gli elementi direttori che identificano gli aggregati urbani e i diversi modelli di percorso in base al rapporto con gli edifici nel contesto urbano (Caniggia, 1979).

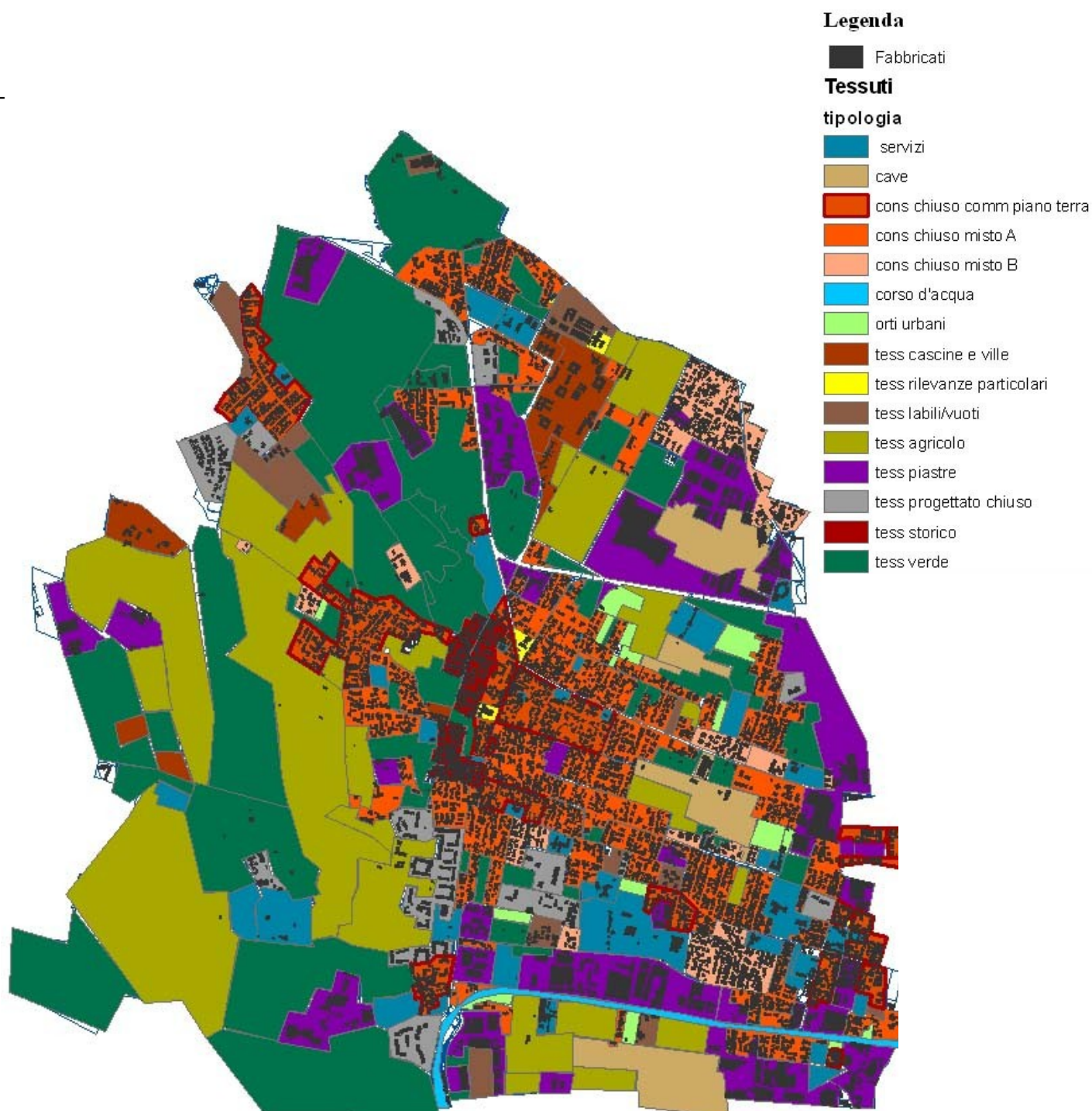
Quindi si cerca in questa sede d’indagare, superando il carattere della qualità architettonica dei singoli organismi, i caratteri ripetuti e l’insieme di organismi nello spazio cittadino, per poi cercare di raggrupparli e identificarli in base al loro carattere (Documento di piano del Pgt di Seveso, 2010).

In tale direzione l’analisi ha tratto le sue mosse: *i*) dalle destinazioni d’uso prevalenti (residenziale, produttiva, commerciale, pubblica); *ii*) rispetto alla datazione degli aggregati edilizi e degli immobili, ripresa dalla cartografia storica; *iii*) secondo il numero generale di piani del complesso edilizio (ripreso dalla carta delle tipologie edilizie); *iv*) in rapporto alla presenza d’attività commerciali ai piani terreni degli immobili residenziali (attraverso l’osservazione con Street View).

Secondo tale impostazione sono stati riconosciuti i diversi tipi di tessuto ed è stato loro attribuito un identificativo come segue:

Tessuto	Definizione	Id
Tessuto storico	Tessuto composto da edifici di più antica formazione, che presentano un valore consolidato con valenza storico/architettonica. Caratterizzato principalmente da una trama intricata compatta e da un perimetro riconoscibile nella struttura urbana, derivante dalla sovrapposizione di diverse soglie storiche e dall’evoluzione del grafo stradale.	1
Tessuto consolidato chiuso misto A	Simile al tessuto dei nuclei originari, presenta edifici precedenti al 1980 ed è caratterizzato principalmente dalla presenza di edifici a corte e villette singole chiuse su lotto.	2
Tessuto consolidato chiuso misto B	Simile al tessuto dei nuclei originari, presenta edifici successivi al 1980 ed è caratterizzato dalla presenza di edifici a corte e villette singole chiuse su lotto, con un numero di piani più elevato rispetto al tessuto misto A, solitamente \geq tre piani.	3
Tessuto consolidato chiuso misto A con commerciale al piano terra	Simile al tessuto dei nuclei originari, presenta edifici precedenti al 1980 con funzioni commerciali al primo piano.	4
Tessuto delle piastre	Tessuto prevalentemente caratterizzato da edifici non residenziali, di tipo produttivo, commerciale e terziario, che sovente occupano superfici estese e chiaramente riconoscibili nel territorio.	5
Tessuto progettato chiuso	Tessuto con carattere chiaramente riconoscibile, rappresentativo di un’idea progettuale unitaria con presenza d’impianti pianificati; comprende edilizia recente con spazi verdi privati.	6
Tessuti labili o vuoti	Tessuto perimetrale, inframmezzato da spazi con cantieri in atto, oppure momentaneamente vuoti o in attesa di trasformazioni.	7
Tessuto agricolo	Tessuto caratterizzato da coltivazioni in atto o vegetazione forestale, per lo più corrispondenti agli ambiti destinati all’attività agricola dal Ptcp.	8
Tessuto verde	Spazio corrispondente al parco regionale delle Groane o ai programmi di manutenzione del verde comunale.	9
Cascine e ville	Presenza di prevalente edilizia storica (individuabile già nella cartografia degli anni 1721, 1833, 1873, 1880, 1874, 1880, 1897) o di strutture all’interno di spazi prevalentemente verdi; le ville identificate presentano valore storico e vengono riconosciute come tali.	10

Tessuti caratterizzati da rilevanze particolari	Presenze particolari come quelle religiose (chiese, parrocchie, oratori, conventi) e pubbliche (sede del comune), difficilmente collocabili in altri tessuti.	11
Cave	Situazioni caratterizzate da forme ed estensioni particolari, con presenza elevata nel territorio comunale	12
Servizi locali	Tessuti caratterizzati principalmente dalla presenza di singoli edifici, principalmente servizi per l'istruzione (scuole, asili etc.) infrastrutture e attrezzature private e comunali (piscine, ospedali, cimiteri)	13
Orti urbani	Appezamenti in aree urbane per lo più coltivati a uso familiare.	14



Carta dei tessuti riconosciuti

(particolare dell'area a sud di Limbiate, comprendete la frazione di Pinzano, caratterizzata prevalentemente da un tessuto a piastre, agricolo e per servizi)



2.1. La costruzione degli indicatori

Per costruire la *Carta dei tessuti riconosciuti* sono stati calcolati 14 indicatori che, ognuno in termini differenti, contribuiscono ad approfondire i molteplici aspetti della forma urbana:

- A1) *Il grado di frammentazione della forma degli isolati*
 - A2) *Il grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato*
 - A3) *Il grado di compattezza degli isolati*
 - A4) *Il grado di compattezza degli edifici per isolato*
 - A5) *Il grado di uniformità tipologica per isolato*
 - A6) *Il grado di uniformità delle altezze per isolato*
 - A7) *Il grado di irregolarità della forma: l'indice Frac*
 - A8) *Il grado di complessità delle forme per isolato: l'indice Edge Density*
 - A9) *Il grado di compattezza dell'edificato per isolato*
 - A10) *La densità edilizia*
 - A11) *Il grado di segregazione tipologica cumulata per isolato*
 - A12) *Il grado di centralità dell'isolato*
 - A13) *Il coefficiente di distribuzione dell'urbanizzato puntiforme*
 - A14) *Il grado di rugosità dell'isolato*
- Vediamoli in dettaglio nel seguito.

2.1.1. *A1_Il grado di frammentazione della forma degli isolati*

Si tratta di un indicatore fondato sulla relazione tra area e perimetro d'una forma (Paolillo, 2005); dal momento che è stato fatto riferimento agli isolati come unità statistiche, e poiché è possibile effettuare degli approfondimenti negli isolati in relazione alla forma degli organismi edilizi che essi contengono, si è ritenuto corretto analizzare le differenze tra S_{edif} , fattore equivalente al valore medio della sommatoria dell'indice stimato sulle forme degli edifici contenuti in un dato isolato, e S_{iso} , fattore equivalente al valore dell'indice calcolato sulla forma dell' i -esimo isolato considerato, con $A1$, relativo alla forma degli isolati, identificato da:

$$A1 = S_{iso} = \frac{\frac{1}{4} * 2p_i^2}{A_i}$$

dove: $2p_i$ = perimetro dell' i -esimo isolato; A_i = area dell' i -esimo isolato.

Classe	Range
1 Basso	0,10
2 Medio - Basso	0,11 - 0,20
3 Medio	0,21 - 0,40
4 Medio - Alto	0,41 - 0,60
5 Alto	0,61 - 1,00

Da tale analisi s'evince un risultato coerente con le aspettative: l'isolato col più alto valore di frammentazione formale è il centro storico, dove influisce in maniera consistente la presenza di strade a *cul de sac* che ne aumentano la complessità formale e la conseguente frammentazione, mentre si trovano in situazioni opposte isolati caratterizzati, per esempio, dalla presenza di elementi stabili come Mombello a nord e il Carrefour a nord/est, presentando valori in classe minima (Basso valore) di frammentazione della forma degli isolati.

2.1.2. *A2_Il grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato*

Questo indicatore ci permette di stabilire quanto, dentro un isolato, siano presenti edifici frammentati o sia complessa la forma degli edifici, in una scala di valori da 0 a 1, con:

$$A2 = S_{edif} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{4} * 2p_j \right)^2 / A_j \right] * \left(\frac{1}{J_i} \right)$$

dove:

$2p_j$ = perimetro del j -esimo edificio; A_j = area del j -esimo edificio; J_i = numero di edifici nell' i -esimo isolato.

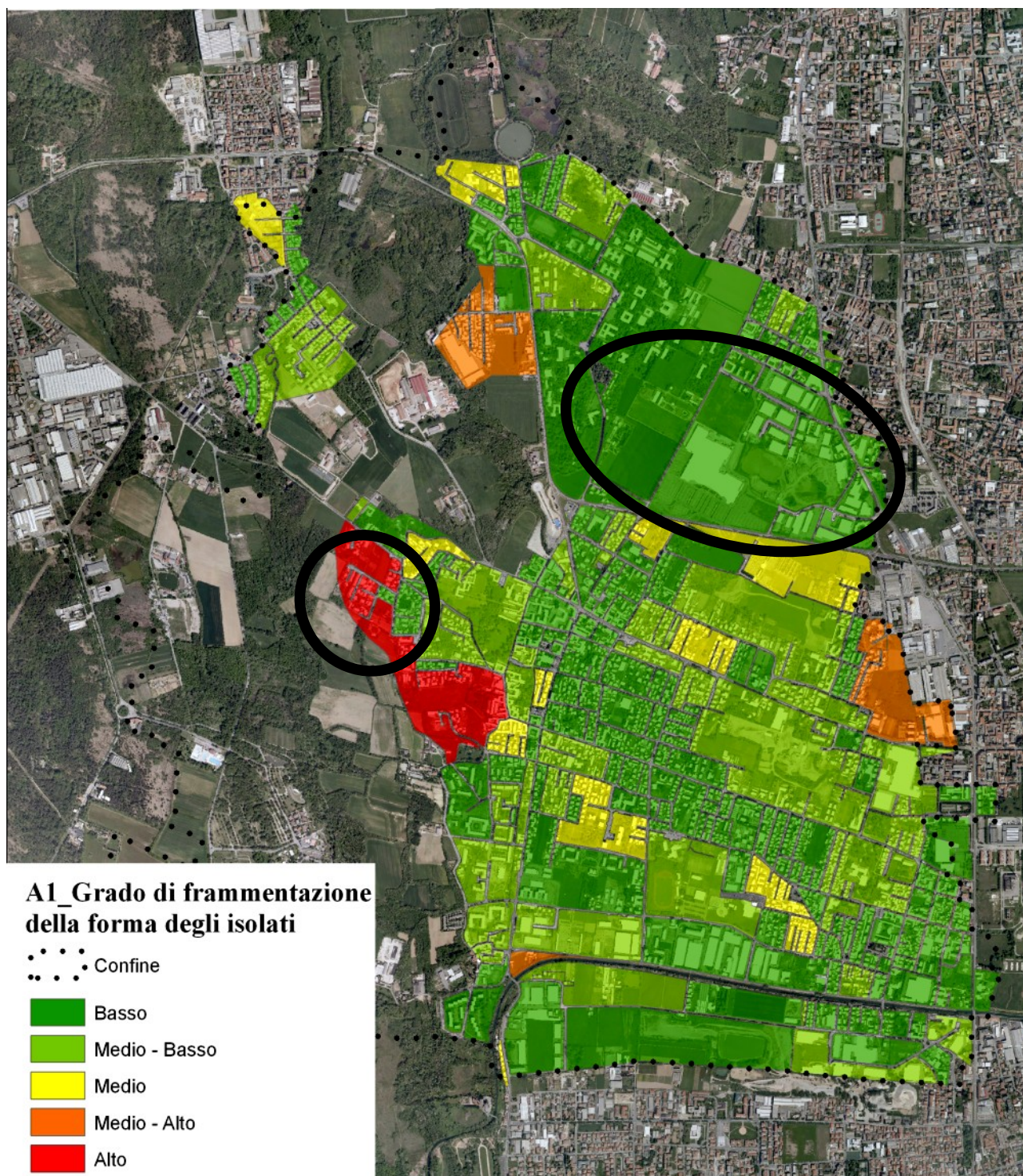
L'indice si stima attraverso il rapporto tra perimetro e area descrivendo la compattezza o la frammentazione d'una forma, ossia quanto, a parità di aree, una figura è più complessa di un'altra dal momento che il valore del suo perimetro è maggiore.

Per comodità nell'interpretazione dei valori, è stato deciso di rinominare l'indicatore come *grado di frammentazione* (al posto di grado di compattezza), e i valori ottenuti sono stati suddivisi in 5 classi, costruite in automatico in ambiente GIS sulla base dell'algoritmo di Jenks:

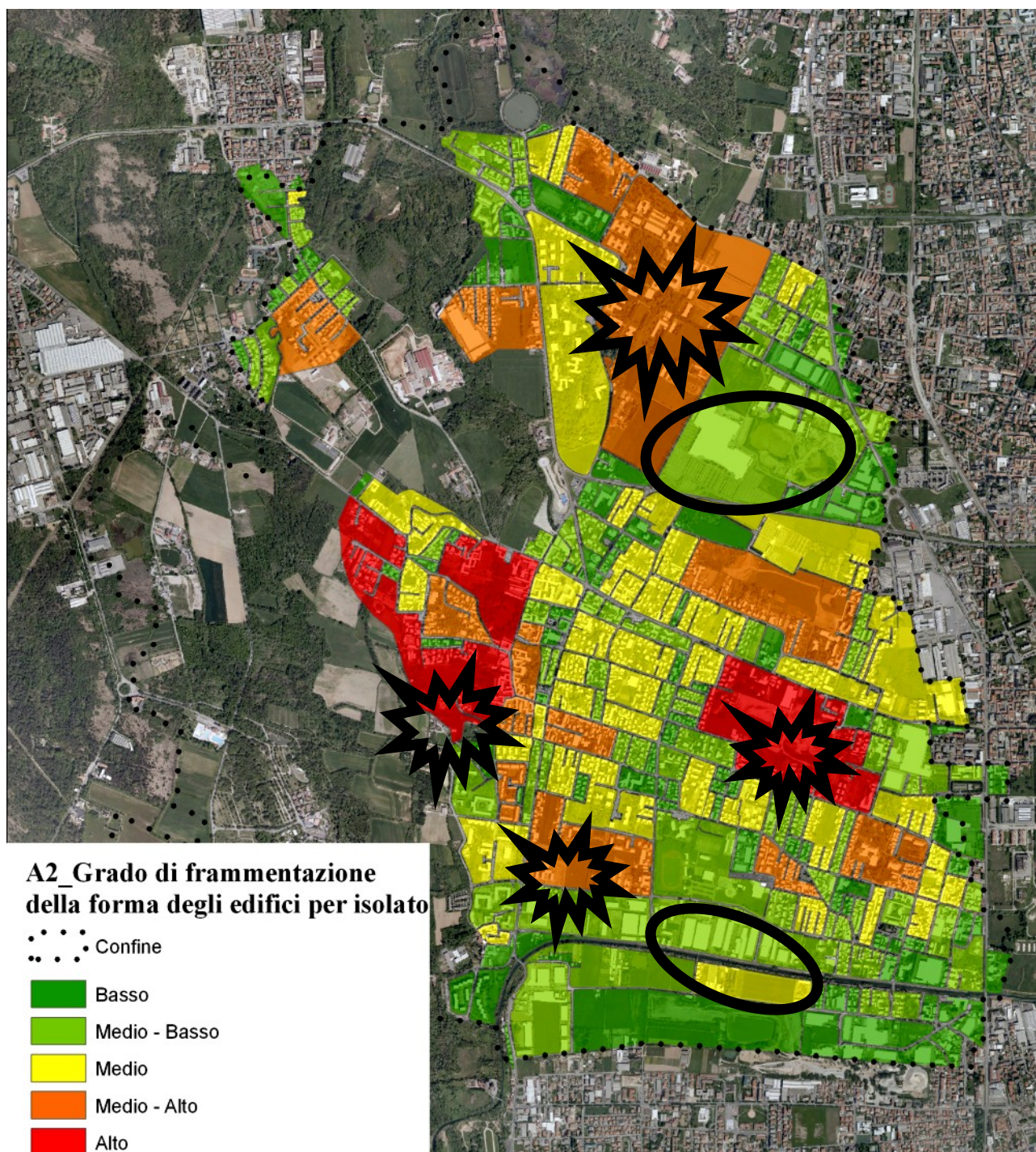
Classe	Range
1 Basso	0,06
2 Medio - Basso	0,07 - 0,15
3 Medio	0,16 - 0,28
4 Medio - Alto	0,29 - 0,54

5 Alto

0,55 - 1,00

La carta del grado di frammentazione della forma degli isolati

La carta del grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato



La *carta del grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato* mostra alcuni risultati interessanti: dapprima emergono gli isolati, caratterizzati dalla presenza dell'antico ospedale psichiatrico di Mombello, in un range di valori tra 0,29 e 0,54 che generano una classe Medio - Alta di frammentazione della forma degli edifici, derivante dal grado di complessità dell'ex organismo sanitario; in situazione diametralmente opposta si trova il centro commerciale di Limbiate e i comparti industriali, in cui troviamo forme compatte e un edificato caratterizzato da piastre e capannoni; nel centro storico, invece, oltre a presentare un alto grado di frammentazione della forma dell'isolato, è altrettanto alta la frammentazione formale degli edifici che, infatti, mostrano la peculiarità della loro morfologia com-

pressa, della presenza di corti e del loro elevato numero, distribuito su una superficie totale dell'isolato di ridotte dimensioni.

2.1.3. *A3_Il grado di compattezza degli isolati*

Come per il grado di frammentazione, anche per il coefficiente di forma urbana vale la duplice interpretazione del concetto di forma urbana, quantificabile sia per un dato isolato sia per gli edifici che contiene, con:

$$A3 = CF_{iso} = \frac{2\pi \frac{\overline{A_i}}{\pi}}{2p_i}$$

dove:

$2p_i$ = perimetro dell' i - esimo isolato;

A_i = area dell' i - esimo isolato;

il coefficiente di forma esprime un valore compreso tra 0 e 1, che descrive quanto una forma s'avvicina alla morfologia compatta per eccellenza, il cerchio: se il valore del cf tende a 1, la forma è più compatta e, viceversa, quanto più tende allo 0 tanto più è frammentata.

$A3$ è stato utilizzato per stimare il grado di frammentazione della forma urbana, finalizzato a descrivere le forme degli insediamenti per stabilire ove siano presenti situazioni frammentate (o compatte) delle corrispondenti morfologie perimetrali; nel nostro caso si è deciso di prendere in considerazione come unità di riferimento l'isolato, e la stima del coefficiente di forma rappresenta una modalità analitica che permette d'individuare disvalori e rischi generati da condizioni frastagliate e poco compatte, valutandole nei loro tratti caratterizzanti di: *a*) maggiori distanze dai centri; *b*) elevata interferenza coi continui agricoli o naturali; *c*) conseguenti più elevati costi sociali, economici e ambientali.

Pertanto, l'esame e la stima del coefficiente frammentale dell'assetto morfologico degli isolati misura il grado di frastagliatura dei perimetri insediati nel territorio limbiatese e, per il suo calcolo, viene considerato il perimetro delle unità di riferimento (i nuclei urbanizzati) e la superficie corrispondente (Paolillo, 2005); le classi individuate (e i corrispondenti ranges) sono le seguenti:

<i>Classe</i>	<i>Range</i>
1 Basso	0,26 - 0,54
2 Medio - Basso	0,55 - 0,67
3 Medio	0,68 - 0,80
4 Medio - Alto	0,81 - 0,90
5 Alto	0,91 - 1,00

La carta successiva mostra come i valori di compattezza degli isolati siano elevati dove l'isolato considerato risulti di ridotta estensione territoriale e sia caratterizzato da delimitazione netta, per i suoi quattro lati, dalla rete stradale in assenza quasi totale di strade a *cul de sac*; gli isolati del centro storico e della cava risultano caratterizzati da un basso grado di compattezza, classificabile grazie al range di valori minimi da 0,26 a 0,54.

2.1.4. *A4_Il grado di compattezza degli edifici per isolato*

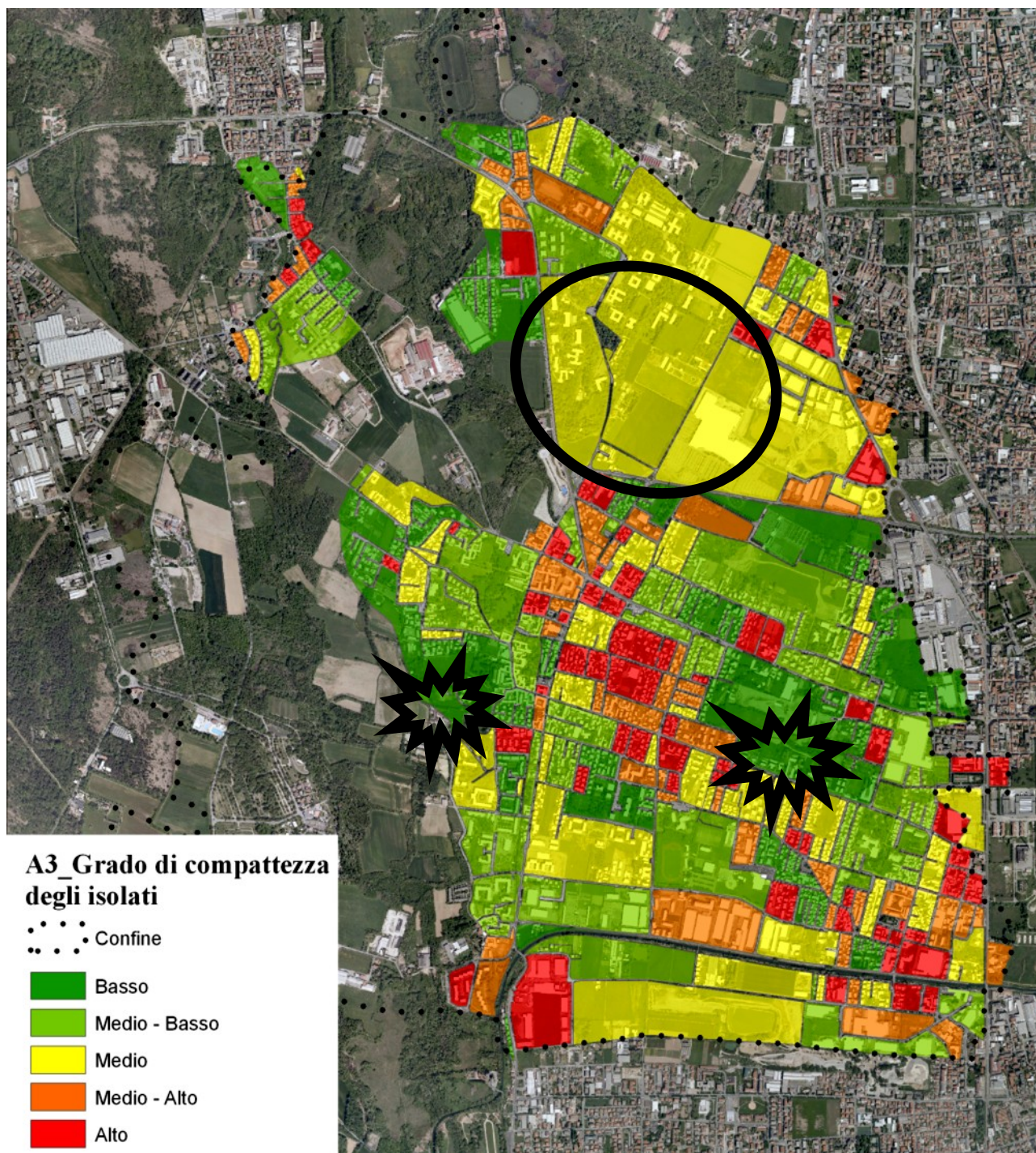
Il grado di compattezza degli edifici per isolato permette di misurare la frequenza con cui l'interno d'un isolato sia caratterizzato da edifici di forma compatta, con la stima del coefficiente di forma urbana applicato tuttavia, in questo caso, al singolo edificio con:

$$CF_{edif} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{2\pi \frac{A_j}{\pi}}{2p_j}}{j_i}$$

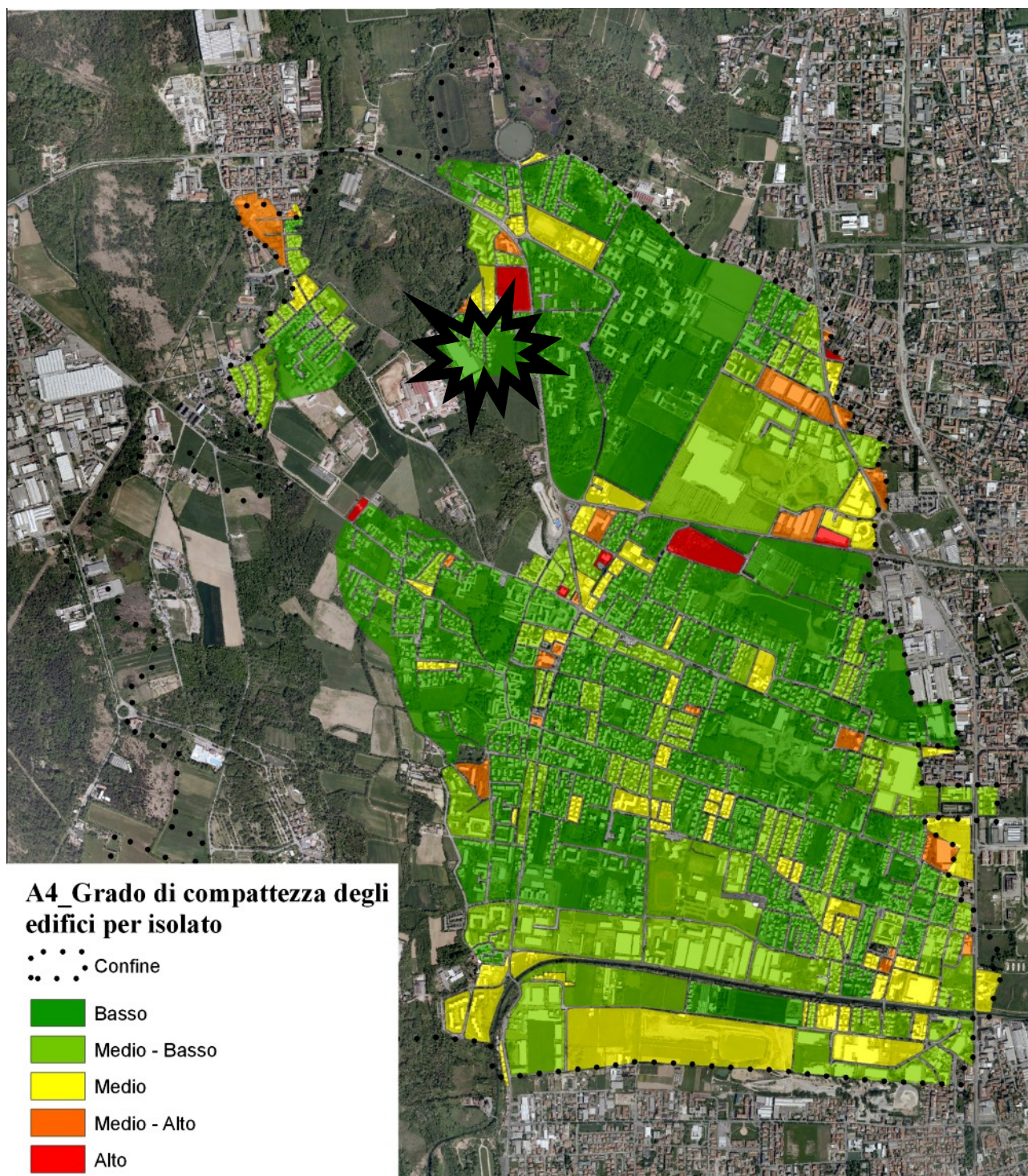
dove: $2p_j$ = perimetro del j - esimo edificio; A_j = area del j - esimo edificio; j_i = numero di edifici nell' i - esimo isolato.

<i>Classe</i>	<i>Range</i>
1 Basso	0,07 - 0,18
2 Medio - Basso	0,19 - 0,28
3 Medio	0,29 - 0,42
4 Medio - Alto	0,43 - 0,68
5 Alto	0,69 - 1,00

La carta del grado di compattezza degli isolati



La carta del grado di compattezza degli edifici per isolato



Le analisi prodotte portano, in questo caso, a considerazioni dissimili dalle analisi sul grado di compattezza urbana degli isolati; infatti, si può notare un diffuso valore di medio – bassa compattezza su gran parte del territorio comunale di Limbiate, senz'altro per l'influenza del perimetro degli edifici considerati anche rispetto al numero di edifici presenti nelle unità di riferimento degli isolati.

2.1.5. A5_Il grado di uniformità tipologica per isolato

Il contesto di Limbiate, come è già stato visto nell'analisi delle tipologie, è caratterizzato dalla presenza di una commistione di edifici di diverse dimensioni, distribuiti nei diversi isolati con modalità disomogenee; per lo studio della forma urbana si è ritenuto importante approfondire come tale mix si organizza in ogni isolato dal momento che si ritiene che isolati, che presentino una sola tipologia, esprimano anche un alto valore caratteristico presentando condizioni d'elevata uniformità.

Uno degli indicatori scelti per studiarne la distribuzione è il grado di uniformità tipologica, definito originariamente sulla base di:

$$A5 = U_{tipo} = \frac{n_t}{A_i}$$

dove:

n_t = numero di tipi edilizi presenti nell' i - esimo isolato;

A_i = valore dell'area dell' i - esimo isolato.

L'indicatore A5, riferendosi a isolati urbanizzati, assume 1 come valore minimo, corrispondente a un alto grado di uniformità tipologica, poiché sta a indicare la presenza d'un solo tipo edilizio nell'isolato indipendentemente dal numero di edifici presenti.

Tuttavia, si sono verificate situazioni estreme in cui l'alto grado di uniformità tipologica era dettato dalla presenza d'un unico edificio e, pertanto, è stato deciso di normalizzare l'espressione precedente col valore della somma degli edifici presenti in ogni isolato, attraverso:

$$A5 = U_{tipo} = \frac{n_t}{A_i} * \frac{1}{n_{edif}}$$

dove:

n_t = numero di tipi edilizi presenti nell' i - esimo isolato;

A_i = valore dell'area dell' i - esimo isolato;

N_e = numero di edifici presenti nell' i - esimo isolato.

Dal momento che l'indicatore A5 è inversamente proporzionale al numero di edifici presenti in ogni isolato, e poiché l'alto numero di edifici è inteso come condizione aggiuntiva di uniformità, si è deciso di leggere come inversi i valori adottando questa classificazione:

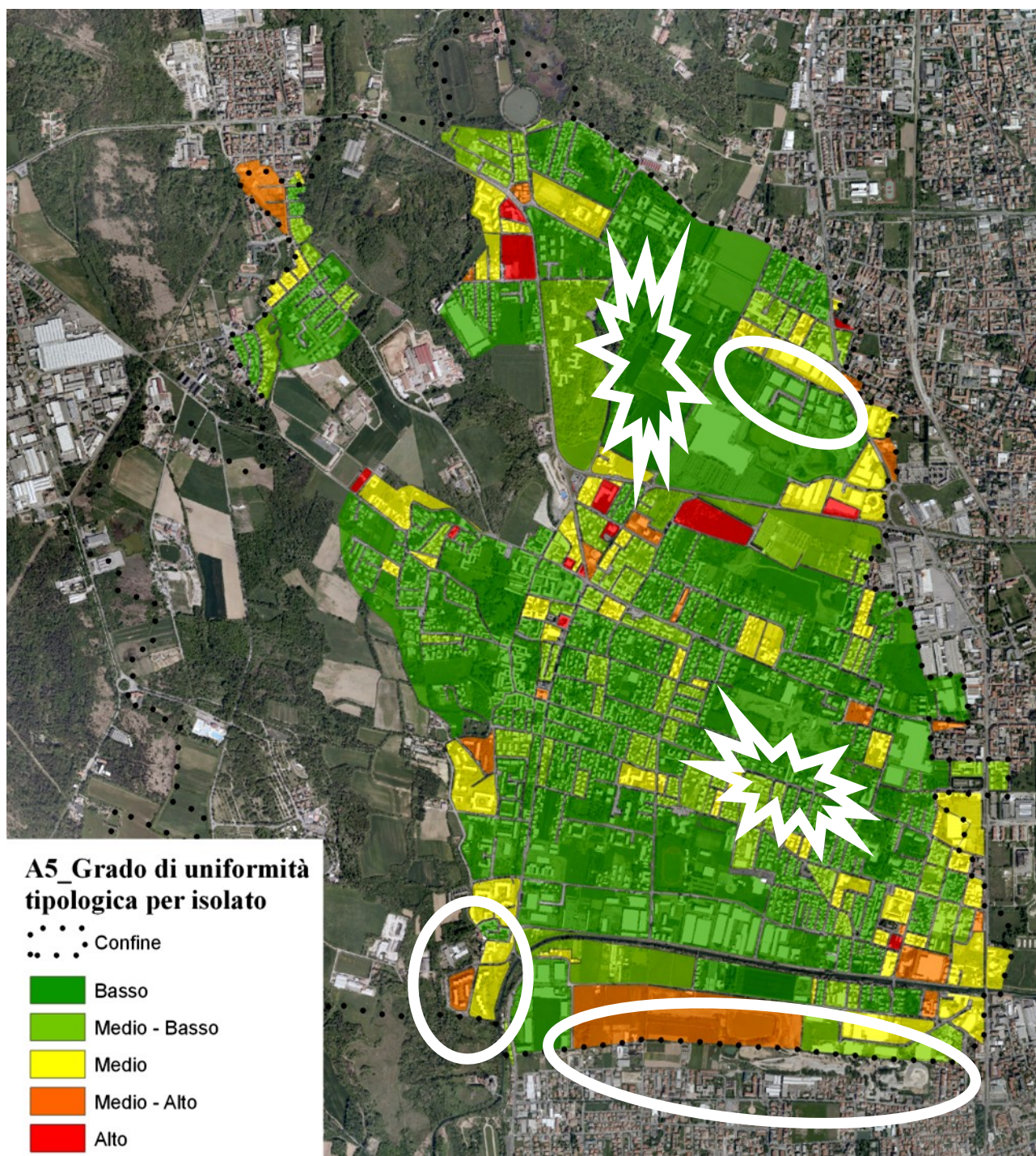
Classe	Range
1 Basso	0,01 - 0,13
2 Medio - Basso	0,14 - 0,23
3 Medio	0,24 - 0,38
4 Medio - Alto	0,39 - 0,75
5 Alto	0,76 - 1,00

La carta del grado di uniformità tipologica ci permette di leggere il territorio in base alla prevalenza di una data tipologia nell'unità di riferimento presa in esame.

Da qui si evince come la più parte del territorio di Limbiate sia caratterizzata da un basso grado di uniformità tipologica dovuto specialmente alla presenza d'un numero cospicuo di edifici differenti nell'isolato, valore che influisce grandemente nella stima dell'indicatore.

Al contrario, invece, isolati in cui sono presenti edifici caratterizzati da un'unica classe tipologica presentano valori medi o medio - alti di uniformità tipologica: si vedano, a tal proposito, gli isolati a sud - ovest di Limbiate, in cui sono presenti edifici a torre (valori medio - alti) ed edifici a corte (valori medi); altri comparti in cui ritroviamo valori d'uniformità tipologica medio - alti sono quelli caratterizzati da insediamenti industriali, per la presenza di edifici a piastra.

La carta del grado di uniformità tipologica per isolato

2.1.6 *A6_Il grado di uniformità delle altezze per isolato*

Un altro indicatore di uniformità urbana è relativo all'altezza media degli edifici presenti in ogni isolato: in effetti, gli indicatori fin qui calcolati si riferiscono unicamente a grandezze bidimensionali, quali l'area e il perimetro dei poligoni considerati mentre l'indicatore A4 di altezza media, anche se in termini ancora grossolani, identifica anche la terza dimensione e contribuisce a stabilire il grado di uniformità urbana anche sotto questo aspetto, con:

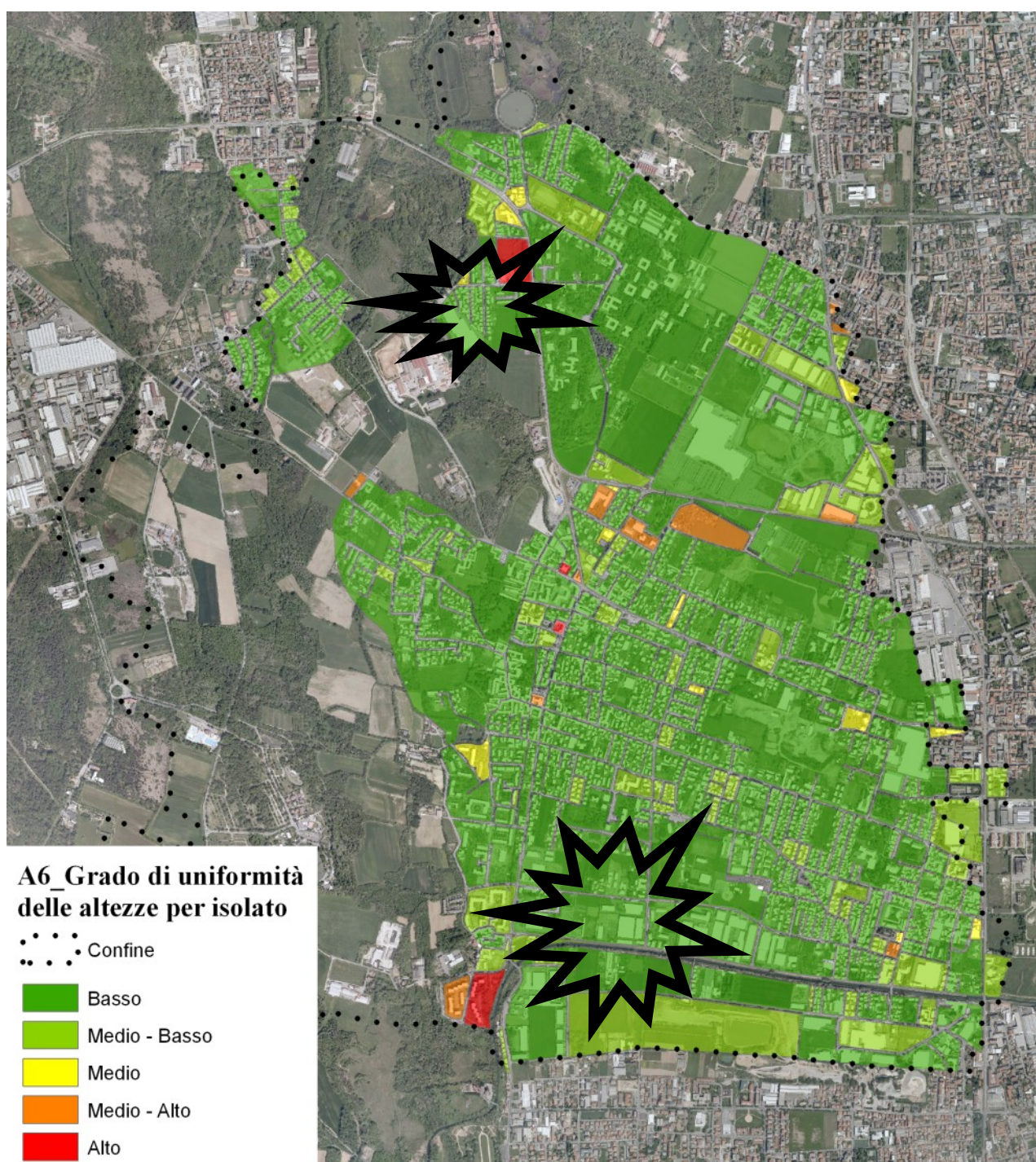
$$A6 = U_h = \frac{\sum_{i=1}^n h_{edif}}{A_i}$$

dove h_{edif} = altezza d'ogni edificio; $A_{i\grave{u}}$ = valore dell'area dell' i - esimo isolato.

Il valore dell'altezza degli edifici è stato calcolato moltiplicando per 3,30 m il numero dei piani d'ogni edificio e, infine, come per gli altri indicatori, sono state individuate 5 classi suddivise come segue:

<i>Classe</i>	<i>Range</i>
1 Basso	0,00 - 0,04
2 Medio - Basso	0,05 - 0,11
3 Medio	0,12 - 0,23
4 Medio - Alto	0,24 - 0,42
5 Alto	0,43 - 1,00

La carta del grado di uniformità delle altezze per isolato



Il grado di uniformità delle altezze per isolato a primo impatto sembrerebbe fornire situazioni dissimili da quelle apprezzabili per induzione mentre, in seconda battuta, porta a confermare le convinzioni secondo cui s'identificava il territorio di Limbiate come un insieme disomogeneo di tipologie e altezze, in conseguenza della normalizzazione statistica degli isolati considerati.

Infatti, si notano situazioni dove la presenza nell'isolato di piastre industriali con un piano fuori terra, insieme alla presenza di palazzine isolate su lotto, tipicamente di 3 - 4 piani fino a 5 piani fuori terra, genera bassi valori d'uniformità delle altezze per isolato.

2.1.7. *A7_ Il grado di irregolarità della forma: l'indice Frac*

Un altro indicatore di frammentazione della forma urbana, introdotto nell'analisi morfotipologica dell'armatura urbana di Limbiate, è quello calcolabile sulla base dell'indice di dimensione frattale della forma degli isolati senza tener conto degli oggetti contenuti, ma studiando le relazioni tra area e perimetro dell'isolato, con:

$$A7 = FRAC = \frac{\sum_{i=1}^n 2 \ln 0.25 * 2p_i}{\ln A_i}$$

dove:

$2p_i$ = perimetro dell' i - esimo isolato;

A_i = area dell' i - esimo isolato.

Le cinque classi costruite con l'algoritmo di Jenks assumono i seguenti ranges:

Classe	Range
1 Basso	0,81 - 0,84
2 Medio - Basso	0,85 - 0,86
3 Medio	0,87 - 0,89
4 Medio - Alto	0,90 - 0,93
5 Alto	0,94 - 1,00

La carta del grado di frammentazione della forma, prodotta con l'utilizzo della formula frattale Frac e classificando i risultati con l'algoritmo di Jenk (*Natural Break*) in 5 classi, mostra gli ambiti dove la forma del territorio, normalizzata sull'area degli isolati, risulta irregolare: infatti, gli isolati quale Mombello, il Carrefour e i comparti industriali presentano bassi valori di irregolarità, mentre il centro storico, la cava e la porzione nord - ovest del territorio di Limbiate sono caratterizzati da alta irregolarità, dovuta alla forma frammentata e all'influenza delle strade interne all'edificato.

2.1.8. *A8_ Il grado di complessità delle forme per isolato: l'indice Node Density*

Rispetto, invece, alle dimensioni dei poligoni contenuti nell'isolato, è stato stimato l'indicatore di complessità A8, calcolato sul valore di *Node Density* intendendo con ciò il numero di nodi rappresentativi degli edifici all'interno di un isolato con:

$$A8 = ND = \frac{\sum_{i=1}^n N_{nodi}}{A_i}$$

dove:

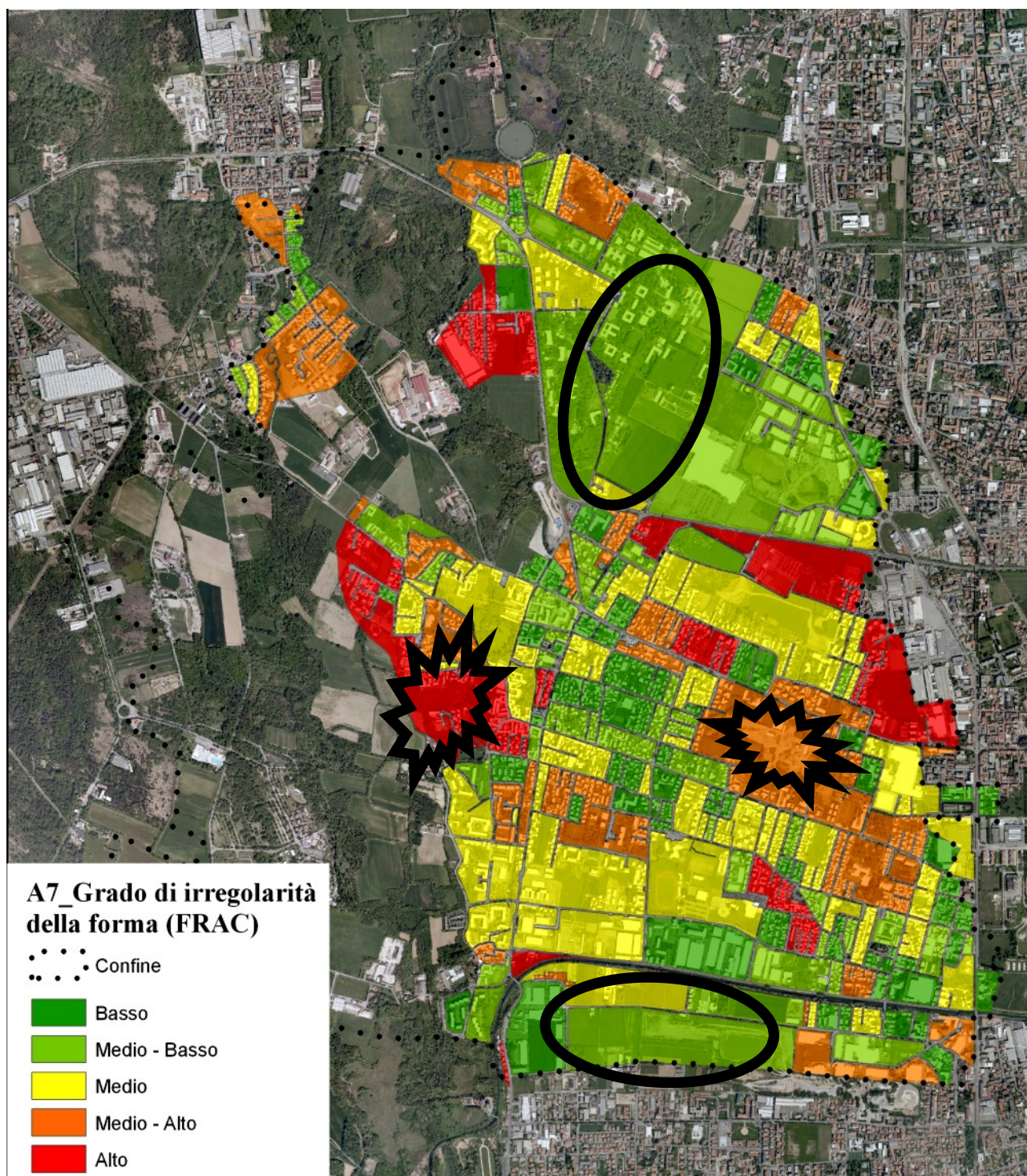
N_{nodi} = numero di nodi (ottenuti dalla conversione dei poligoni degli edifici in punti) nell' i - esimo isolato;

A_i = area nell' i - esimo isolato.

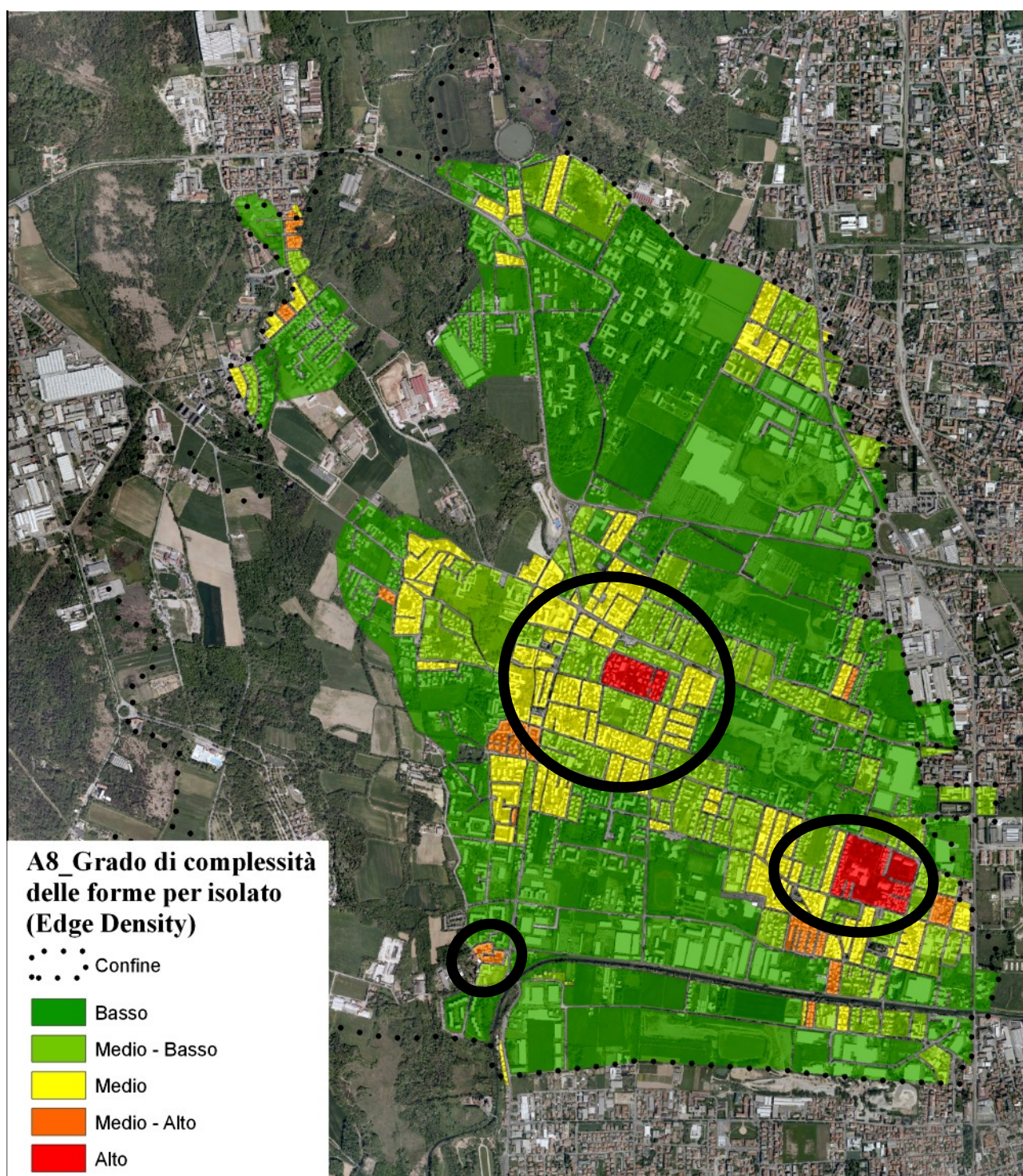
I valori ottenuti sono stati organizzati nelle seguenti classi:

<i>Classe</i>	<i>Range</i>
1 Basso	0,00 - 0,01
2 Medio - Basso	0,02 - 0,03
3 Medio	0,04 - 0,05
4 Medio - Alto	0,06 - 0,08
5 Alto	0,09 - 1,00

La carta del grado di irregolarità della forma



La carta del grado di complessità delle forme per isolato



L'indicatore *Node* (o *Edge*) *Density* ha portato all'individuazione di due isolati caratterizzati da un elevato grado di complessità delle forme¹; valori medi e medio – alti di complessità si ritrovano invece nelle aree centrali, caratterizzate da insediamenti diffusi e di diverse tipologie, mentre risulta evidente il fatto che le aree caratterizzate da edifici a piastra presentano un basso grado di *Node Density*.

¹ Precisamente l'isolato in cui è presente un edificio dalla forma complessa a sud – est, e l'isolato posto al centro del territorio comunale.

Anche in questo caso i valori vengono normalizzati sull'area totale dell'isolato, in modo tale da poter meglio comparare nella dimensione continua i risultati ottenuti.

2.1.9. A9_Il grado di compattezza dell'edificato per isolato

Come nel caso dell'A2², l'indicatore A9 approssima la vicinanza d'un volume al volume compatto per eccellenza, la sfera, a tal fine utilizzando l'indicatore di *Compacity*³ (Traisnel, 1986), basato sul:

$$A9 = Cf = \frac{\sum_{i=1}^n V_{edif}}{V_{edif}^2} * \frac{1}{N_{edif}}$$

dove:

V_{edif} = volume di un edificio nell' i - esimo isolato;

N_{edif} = numero di edifici presenti nell' i - esimo isolato.

Come il coefficiente di forma misurava la vicinanza d'una forma bidimensionale a un cerchio di raggio proporzionale, così la *Compacity* misura la vicinanza d'una forma tridimensionale a una sfera di raggio proporzionale; se normalizzata sul numero degli edifici presenti nell'isolato, è possibile stimare il suo valore medio di compattezza, sulla cui base vengono state costruite 5 classi tramite algoritmo di Jenks:

Classe	Range
1 Basso	0,09 - 0,17
2 Medio - Basso	0,16 - 0,23
3 Medio	0,24 - 0,35
4 Medio - Alto	0,36 - 0,57
5 Alto	0,58 - 1,00

Le analisi improntate alla stima della *Compacity* presentano risultati evidenti: l'isolato che mostra elevati valori di compattezza dell'edificato è la scuola media a nord di Limbiate e l'isolato del Carrefour; valori medi si riscontrano anche nei comparti industriali caratterizzati da edifici a piastre e, quindi, da un elevato grado di compattezza volumetrica.

2.1.10. A10_La densità edilizia

Tra gli indicatori di minor complessità, utilizzati nello studio, è la densità edilizia delle costruzioni contenute in un isolato, normalizzato per la sua area; l'indicatore incrementa l'esame della terza dimensione, con:

$$A10 = D_{iso} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{edif}}{A_i}$$

dove:

V_{edif} = volume d'un edificio nell' i - esimo isolato;

A_i = area dell' i - esimo isolato.

Sulla base dei valori ottenuti sono emerse 5 classi tramite algoritmo di Jenks:

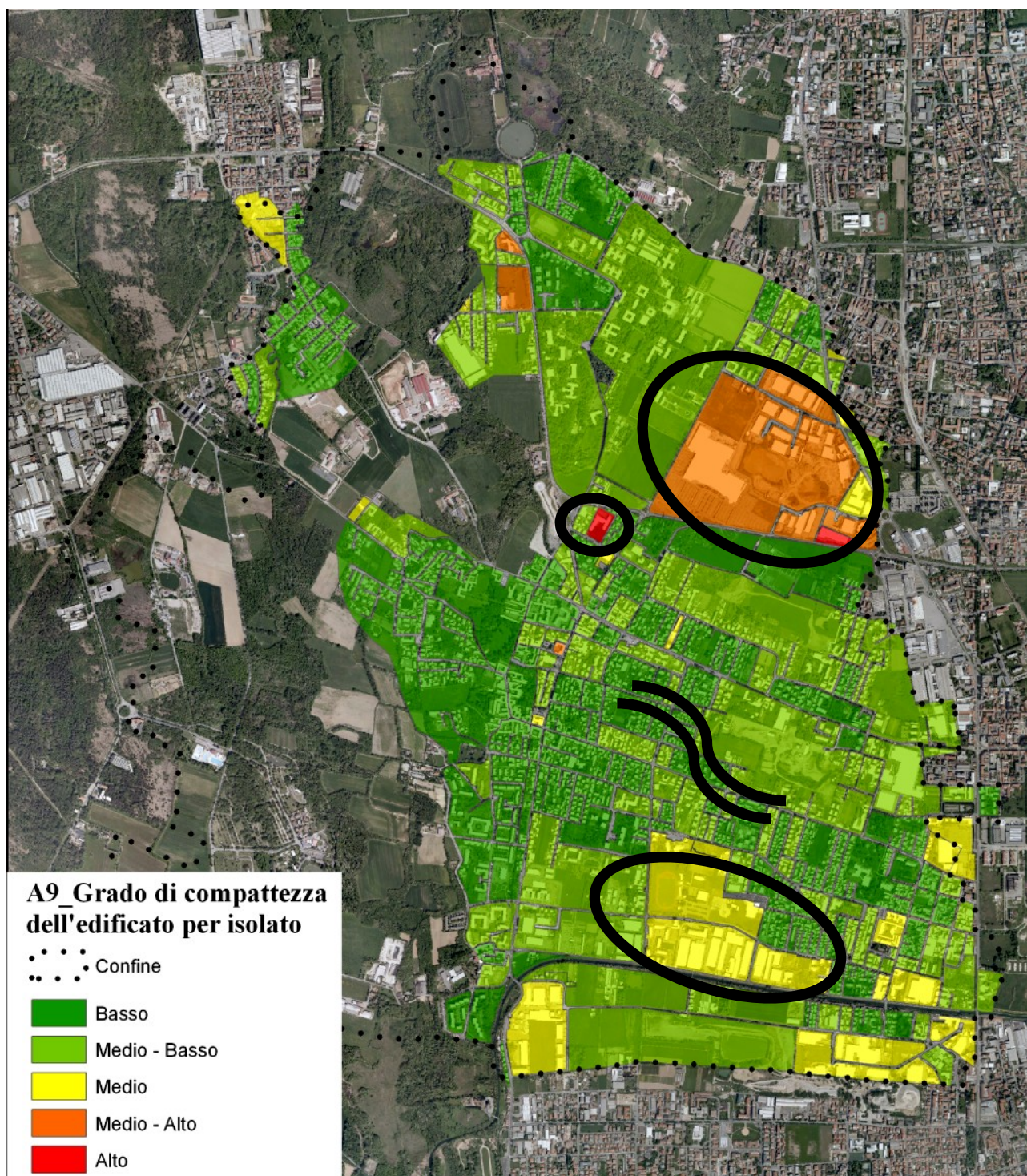
Classe	Range
1 Basso	0,000 - 0,017
2 Medio - Basso	0,018 - 0,033

² Il grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato.

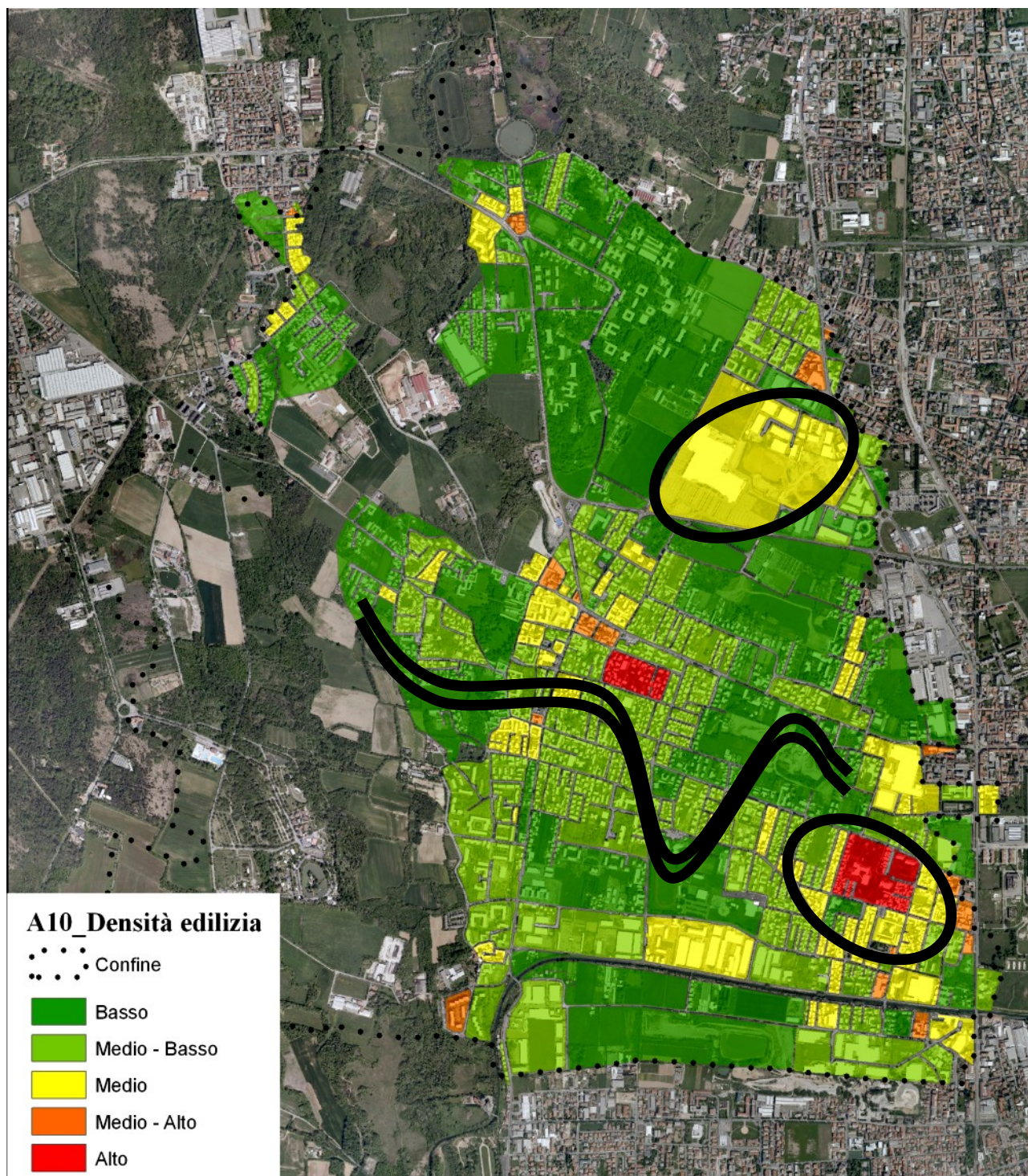
³ Traisnel J. P., 1986, *Architecture, Climat, Energie*, Cahiers scientifiques et techniques, Confederation française pour l'étude et le développement des applications de l'énergie solaire (COFEDES), Paris.

3 Medio	0,034 - 0,051
4 Medio - Alto	0,052 - 0,102
5 Alto	0,103 - 1,000

La carta del grado di compattezza dell'edificato per isolato



La carta di caratterizzazione della densità edilizia



La carta di caratterizzazione della densità edilizia ne descrive la distribuzione sul territorio comunale di Limbiate per isolati; emerge come quelli che presentano alti valori di densità edilizia sono caratterizzati da edifici di media altezza, al pari del Carrefour, classificato nella media densità poiché, sebbene la superficie coperta sia di dimensioni estese, la sua superficie totale permette una distribuzione del volume tale da abbassare il valore in un range da 0,034 a 0,051 (su un totale di 1,000); allo stesso modo (ovviamente) la Cava, ma anche il centro storico, sono caratterizzati da bassa densità edilizia.

2.1.11. *A11_Il grado di segregazione tipologica cumulata per isolato*

Questo indicatore è generalmente utilizzato per valutare il grado di segregazione complessiva d'un gruppo statistico (sociale, economico, ecc.) in un'area e, per stimarlo, è necessario avere a disposizione molteplici dati: un aggregato urbano ripartito in zone, l'entità della popolazione residente suddivisa per zone, il numero di residenti per ogni insieme sociale (o gruppo etnico, ecc...), che s'intende studiare, suddiviso per ogni zona urbana considerata, ecc. (Mela, 1999)⁴.

Valori bassi segnalano un basso grado di segregazione, mentre valori alti indicano alti gradi di segregazione; si è deciso di mutuare quello stesso indice per approfondire lo studio della distribuzione delle tipologie edilizie nei diversi isolati, con:

$$A11 = Seg_{tot} = \sum_{i=1}^n x_i - y_i * 100$$

dove:

$$x_i = \frac{N_{tx_i}}{N_{tx}}$$

N_{tx_i} = numero di edifici di tipologia x presenti nell' i -esimo isolato;

N_{tx} = numero di edifici di tipologia x presenti nell'urbanizzato di Limbiate,

e con:

$$y_i = \frac{N_{ty_i}}{N_{ty}}$$

dove:

N_{ty_i} = numero di edifici di tipologia edilizia diversa da x presenti nell' i -esimo isolato;

N_{ty} = numero di edifici di tipologia edilizia diversa da x presenti nell'urbanizzato di Limbiate.

Come per gli altri indicatori, anche per l'indicatore A11 sono state individuate 5 classi tramite algoritmo di Jenks:

<i>Classe</i>	<i>Range</i>
1 Basso	0,00 - 0,04
2 Medio - Basso	0,05 - 0,10
3 Medio	0,11 - 0,20
4 Medio - Alto	0,21 - 0,33
5 Alto	0,34 - 1,000

L'indicatore si è rivelato particolarmente difficile da interpretare, mostrando risultati inattesi rispetto alle analisi sulla preponderanza d'ogni tipologia in ogni isolato.

2.1.12. *A12_Il grado di centralità dell'isolato*

Il grado di centralità dell'isolato si basa su due elementi principali: il centro dell'edificio e il centroide dell'isolato in cui ricade l'edificio, permettendone la stima della distanza media e la successiva classificazione mediante l'algoritmo di Jenk in 5 classi del grado di centralità dell'isolato; si tratta di un indicatore utile a valutare l'eccezionale livello di dispersione urbana, che caratterizza questi comuni briantei, mediante:

$$A12 = \frac{1}{d}$$

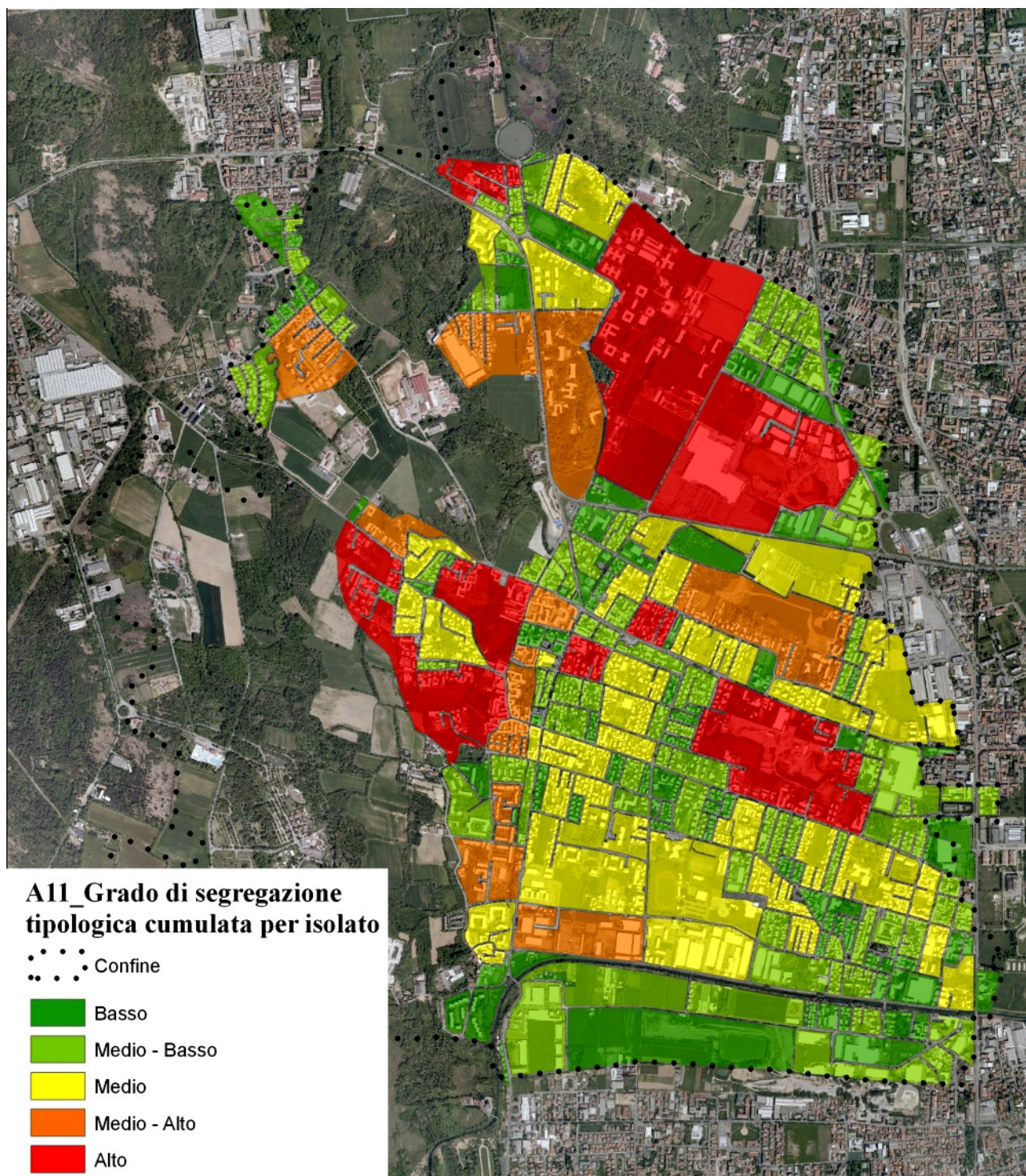
dove:

d = distanza media tra il centro dell'edificio e il centro dell'isolato.

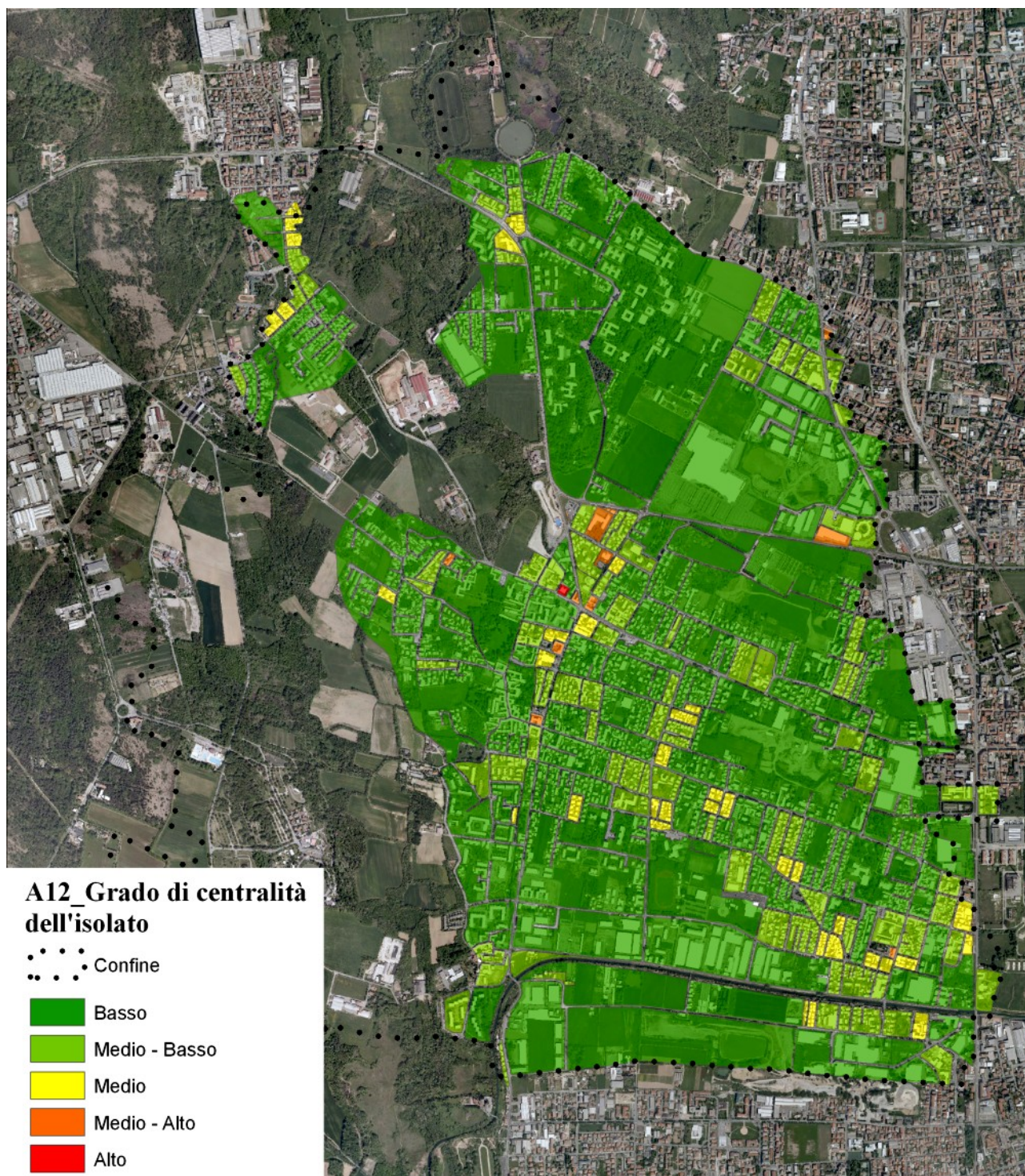
⁴ Fonte: U.S. Bureau of Census, 1980, *Census of Population and Housing*, cit. in Mela A. (1999), pag. 186.

<i>Classe</i>	<i>Range</i>
1 Basso	0,00 – 0,02
2 Medio – Basso	0,03 – 0,04
3 Medio	0,05 – 0,08
4 Medio – Alto	0,09 – 0,18
5 Alto	0,19 – 1,00

La carta del grado di segregazione tipologica, cumulato per isolato



La carta del grado di centralità dell'isolato



I risultati ottenuti dalla stima del grado di centralità dell'isolato mostrano come gli isolati con estensione territoriale ridotta abbiano valori di centralità medi e medio - alti, mentre quelli di superficie molto estesa sono caratterizzati da valori bassi di centralità come, per esempio, il complesso di Mombello, il centro commerciale, ma anche il centro storico e i comparti industriali, dove l'edificato ricade sui margini piuttosto che nelle aree centrali d'ogni isolato.

2.1.13. *A13_Il coefficiente di distribuzione dell'urbanizzato puntiforme*

Per poter meglio comprendere le dinamiche caratterizzanti dei nuclei urbani e delle diverse forme insediative (come la compattezza/dispersione delle forme insediative, oppure l'entità ed estensione dei nuovi nuclei urbanizzati), è utile studiare la morfotipologia distributiva e, più precisamente, il coefficiente di distribuzione dell'urbanizzato puntiforme, che ne misura il peso rispetto alla superficie urbanizzata totale, con:

$$A13 = \frac{Sp}{Stot}$$

dove:

Sp = superficie dell'urbanizzato puntiforme;

$Stot$ = superficie urbanizzato totale.

Classe	Range
1 Basso	0,00 - 0,19
2 Medio - Basso	0,20 - 0,46
3 Medio	0,47 - 0,68
4 Medio - Alto	0,69 - 0,84
5 Alto	0,85 - 1,00

L'urbanizzato caratterizzato da edifici isolati su lotto, altrimenti definibile puntiforme, si distribuisce in maniera diffusa sull'intero territorio comunale; le aree più caratterizzate da tale tipo insediativo si collocano anche ai margini di Limbiate, in particolare con un'elevata concentrazione nella parte nord-ovest, in corrispondenza con un isolato caratterizzato da villette bifamiliari isolate su lotto.

2.1.14. *A14_Il grado di rugosità dell'isolato*

L'indicatore è stato creato in questa occasione dopo lo studio degli indicatori prodotti dalle scuole di ingegneria dei materiali per la stima del grado di rugosità dei materiali quali, per esempio, i metalli; inoltre è stata ripresa l'espressione della Scuola di Architettura di Toulouse che compara la stima della rugosità al calcolo della densità edilizia, con:

$$H_m = \frac{\text{Built } A_i h_i}{\text{Built } A_i + \text{non built } A_j}$$

dove:

A_i = superficie coperta dell' i -esimo edificio;

h_i = altezza dell' i -esimo edificio;

A_j = superficie non costruita del j -esimo elemento.

Semplificando la formula, s'ottiene:

$$H_m = \frac{V_{edif}}{A_{tot}}$$

dove:

V_{edif} = volume dell'edificio;

A_{tot} = superficie totale dell'isolato.

La formula, proposta dal francese Luc Adolphe, esprime la mera densità edilizia; l'indicatore rielaborato, invece, tenta di considerare le variazioni nelle distanze tra gli edifici e tra le loro altezze, con:

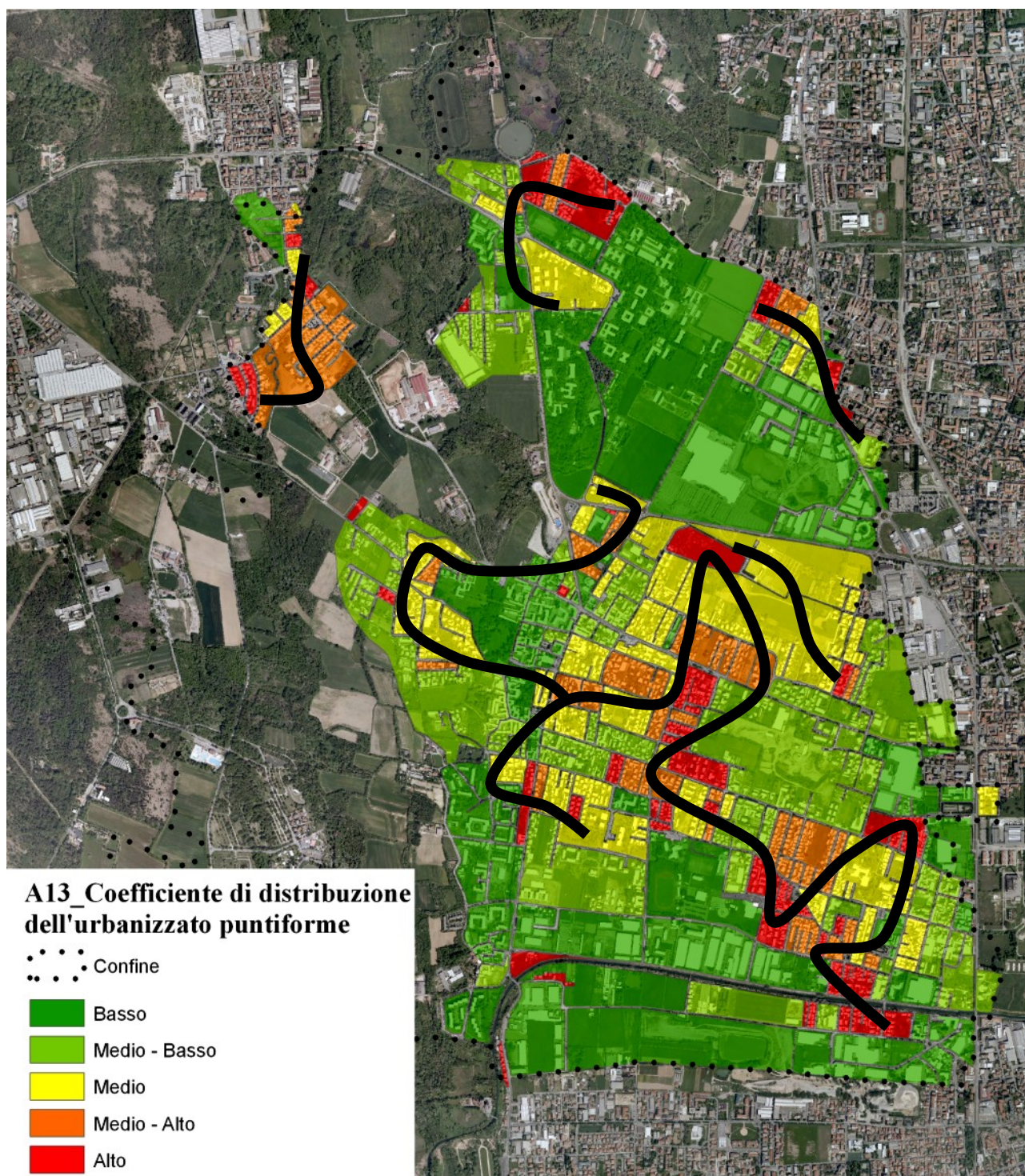
$$A14 = \Delta h + Sc$$

dove:

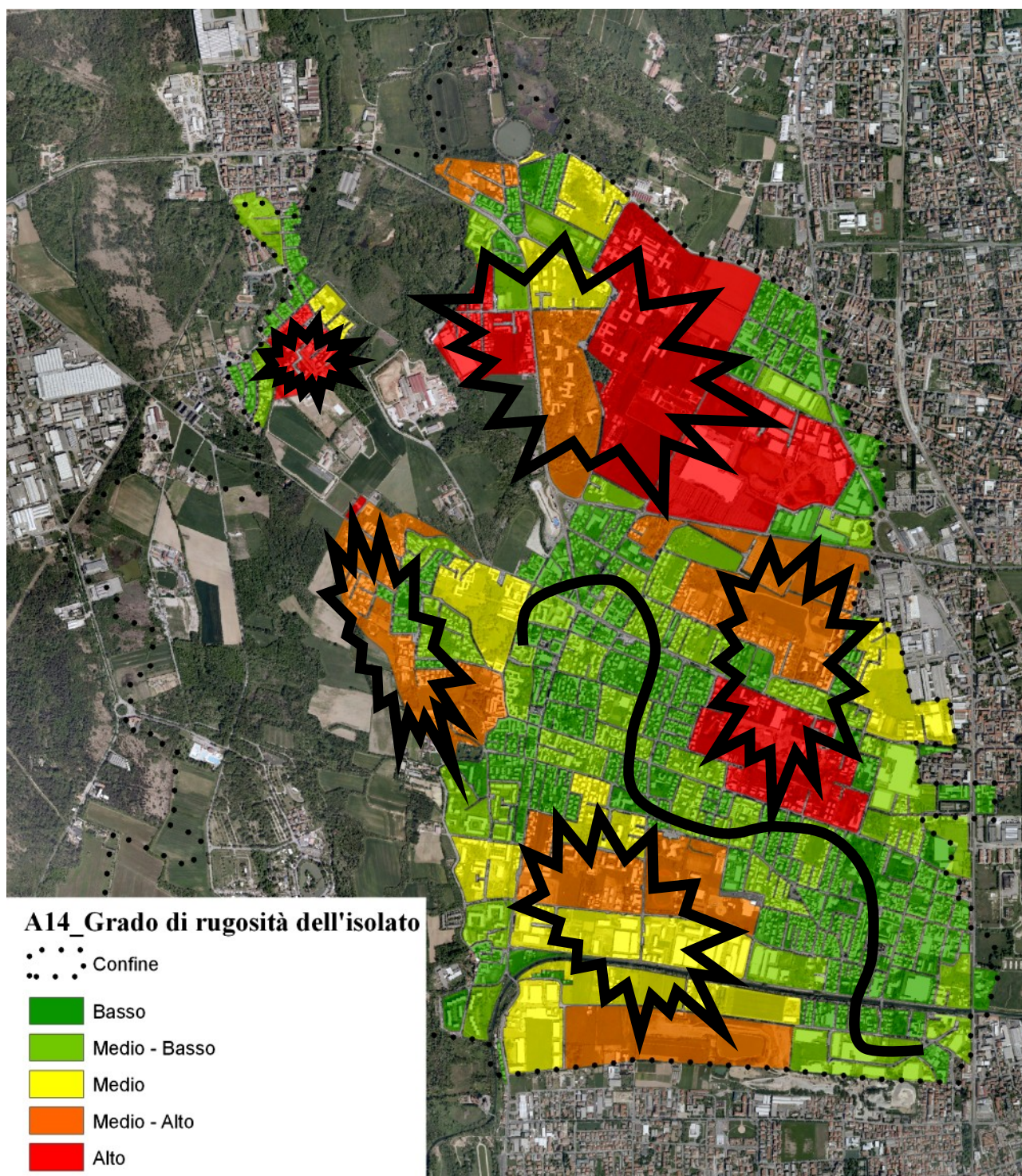
$$\Delta h = h_{edif} - h_{media}$$

Sc = superficie coperta.

La carta del coefficiente di distribuzione dell'urbanizzato puntiforme



La carta del grado di rugosità dell'isolato



La carta mostra come gli isolati di Mombello, della Cava e del Carrefour, caratterizzati da edilizia dispersa puntiforme, oltre al centro storico, presentano medio - alti e alti valori di rugosità, mentre in tutti gli altri isolati la rugosità presenta valori bassi.

2.2. I caratteri della struttura morfoinsediativa e i bacini individuati

I 14 indicatori sono quindi stati ricondotti in un unico shapefile tramite la funzione di join di ArcGis, e la conseguente tabella attributi è stata organizzata come la stringa sottostante assumendo l'isolato come oggetto statistico.

Id	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14

Successivamente tali dati sono stati preparati per l'analisi attraverso il package Addati per Win32 (Addawin) insieme, come richiede il software, al file documentale esplicativo del significato delle variabili introdotte, di natura quantitativa; nel caso della carta sintetica della componente morfotipologica, l'analisi delle correlazioni ha confermato la possibilità d'operare una riduzione di complessità del modello selezionando alcune delle variabili e rendendole attive, nei profili delle correlazioni, attraverso i valori discriminanti + 0,5 e - 0,5 per individuare i casi di alta correlazione positiva o negativa.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A1	1	0,477	-0,771	-0,117	-0,099	-0,106	0,792	-0,034	-0,061	-0,049	0,311	-0,116	0,03	0,445
A2	0,477	1	-0,468	-0,595	-0,49	-0,357	0,41	0,12	-0,226	0,132	0,745	-0,201	0,038	0,436
A3	-0,771	-0,468	1	0,22	0,194	0,214	-0,978	0,057	0,074	0,087	-0,35	0,206	-0,032	-0,427
A4	-0,117	-0,595	0,22	1	0,873	0,775	-0,138	0,033	0,407	-0,093	-0,417	0,512	-0,167	-0,12
A5	-0,099	-0,49	0,194	0,873	1	0,754	-0,134	-0,009	0,468	-0,079	-0,325	0,416	-0,314	-0,074
A6	-0,106	-0,357	0,214	0,775	0,754	1	-0,164	-0,002	0,295	-0,021	-0,251	0,596	-0,186	-0,082
A7	0,792	0,41	-0,978	-0,138	-0,134	-0,164	1	0,018	-0,1	-0,043	0,271	-0,134	0,055	0,327
A8	-0,034	0,12	0,057	0,033	-0,009	-0,002	0,018	1	-0,134	0,833	-0,003	0,283	0,042	-0,113
A9	-0,061	-0,226	0,074	0,407	0,468	0,295	-0,1	-0,134	1	-0,057	-0,063	0,042	-0,389	0,098
A10	-0,049	0,132	0,087	-0,093	-0,079	-0,021	-0,043	0,833	-0,057	1	0,011	0,008	0,019	-0,113
A11	0,311	0,745	-0,35	-0,417	-0,325	-0,251	0,271	-0,003	-0,063	0,011	1	-0,161	-0,17	0,614
A12	-0,116	-0,201	0,206	0,512	0,416	0,596	-0,134	0,283	0,042	0,008	-0,161	1	0,014	-0,154
A13	0,03	0,038	-0,032	-0,167	-0,314	-0,186	0,055	0,042	-0,389	0,019	-0,17	0,014	1	-0,101
A14	0,445	0,436	-0,427	-0,12	-0,074	-0,082	0,327	-0,113	0,098	-0,113	0,614	-0,154	-0,101	1

Tabella delle correlazioni

Alla lettura della tabella, emerge quanto segue:

- gli indicatori A1 (*Il grado di frammentazione della forma degli isolati*) e A2 (*Il grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato*) sono in correlazione negativa con gli indicatori A3 (*Il grado di compattezza degli isolati*) e A4 (*Il grado di compattezza degli edifici per isolato*); questo accade perché A1 e A2 vengono costruiti sulla base d'una stima che calcola la frammentazione della forma, mentre gli indicatori A3 e A4 sono fondati invece sul coefficiente della sua compattezza; inoltre, si constata anche la correlazione di A1 con A3 perché ambedue sono impostati sugli isolati (A2 e A4, invece, sono correlati perché tutt'e due calcolati sugli edifici);
- esiste correlazione negativa tra A3 (*Il grado di compattezza degli isolati*) e A7 (*Il grado di irregolarità della forma: l'indice Frac*), dal momento che ambedue sono calcolati sugli isolati e che A7, come A1 (*Il grado di frammentazione della forma degli isolati*), è un indicatore di frammentazione formale, per cui i relativi valori si presentano inversamente proporzionali;

- c) esiste correlazione positiva tra A1 (*Il grado di frammentazione della forma degli isolati*) e A2 (*Il grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato*) e A7 (*Il grado di irregolarità della forma: l'indice Frac*), poiché entrambi sono indicatori di frammentazione e calcolati sugli isolati;
- d) A2 (*Il grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato*) è correlato positivamente con A11 (*Il grado di segregazione tipologica cumulata per isolato*);
- e) gli indicatori A5 (*Il grado di uniformità tipologica per isolato*) e A6 (*Il grado di uniformità delle altezze per isolato*) sono in stretta correlazione, dal momento che entrambi sono stati calcolati in modo cumulato sugli edifici e sono indicatori d'uniformità degli isolati;
- f) A5 e A6 sono inoltre correlati positivamente con A4 (*Il grado di compattezza degli edifici per isolato*), indicatore di compattezza formale;
- g) A4 e A6 sono positivamente correlati con A12 (*Il grado di centralità dell'isolato*);
- h) A8 (*Il grado di complessità delle forme per isolato: l'indice Node Density*) è correlato positivamente con A11 (*Il grado di segregazione tipologica cumulata per isolato*);
- i) A11, inoltre, è in correlazione positiva anche con A14 (*Il grado di rugosità dell'isolato*).
- j) gli unici indicatori senza correlazione alcuna sono A9 (*Il grado di compattezza dell'edificato per isolato*) e A13 (*Il coefficiente di distribuzione dell'urbanizzato puntiforme*).

Di conseguenza, selezionando come variabili attive A1, A2, A5, A8, A9, A11, A13 sarebbe stato possibile ottenere una riduzione del modello pari al 50%; tuttavia, dal momento che era stato stabilito l'obiettivo di generare cluster non gerarchici tramite il modulo Nonger del package geostatistico AddaWin, s'è deciso di mantenere attive tutte le variabili stimate, in modo da ottenere maggiori elementi di discernimento nella classificazione non gerarchica.

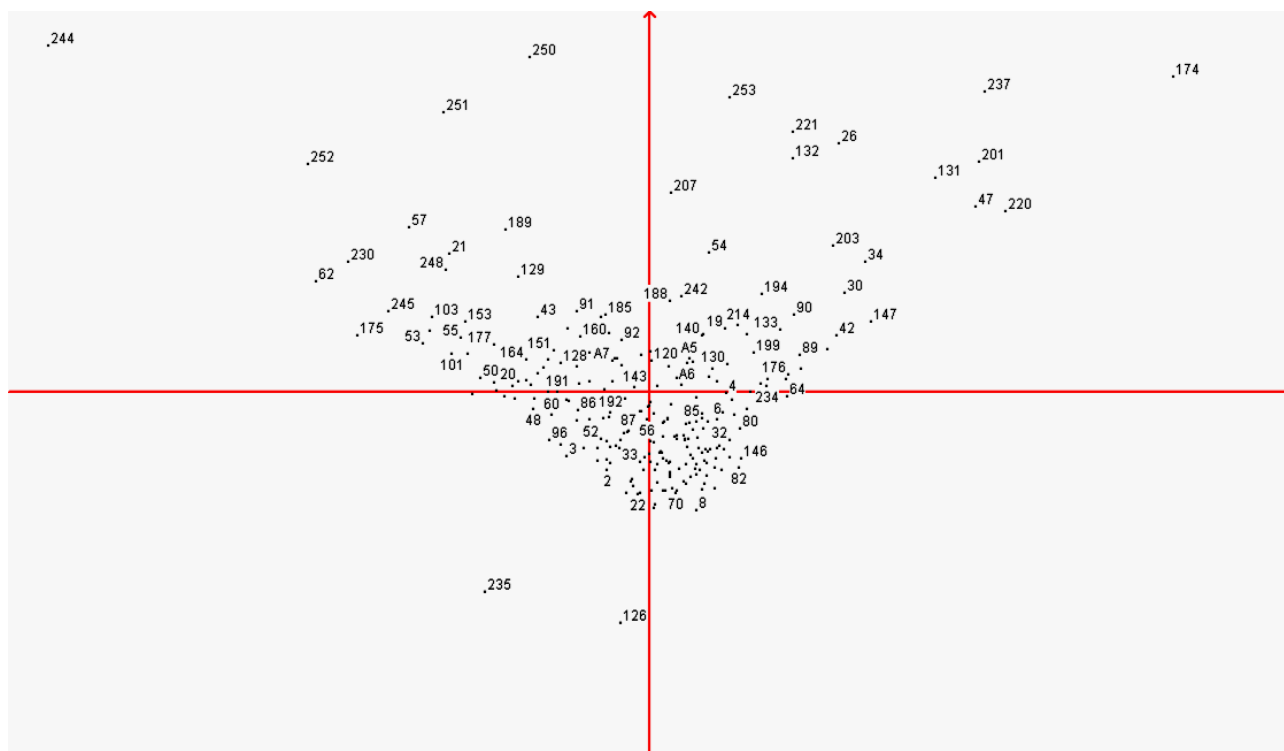
S'è proceduto perciò con l'analisi delle componenti principali, effettuata su tutte le 14 variabili e, in base alla loro qualità (vale a dire alla quota d'inerzia mantenuta), si è deciso di lavorare sui primi 6 fattori individuati dall'Acomp.

Variabili attive	Qualità (inerzia mantenuta)	
A1	81.4	È stato quindi possibile, tramite l'applicativo Facplan di AddaWin, osservare come le variabili e le unità statistiche si distribuiscano attorno a 6 fattori; per visualizzarne gli esiti sono stati scelti solamente 3 fattori, e le immagini della loro distribuzione lungo gli assi fattoriali nelle pagine successive evidenziano, in particolare, la presenza d'isolati urbani particolarmente lontani dal centro d'inerzia, che risultano quindi delle particolarità da considerarsi con attenzione: le unità statistiche che risultano casi estremi sono gli isolati con identificativo 244, 174, 235 e 126, in situazione molto diversa dalla media distanziandosi molto dal centro d'inerzia e, di conseguenza, giocando un ruolo importante nella costruzione dei cluster stabili.
A2	82.5	
A3	94.5	
A4	90.7	
A5	86.1	
A6	82.1	
A7	96.4	
A8	93.2	
A9	76.3	
A10	93.4	
A11	88.5	
A12	83.3	
A13	95.5	
A14	83.6	

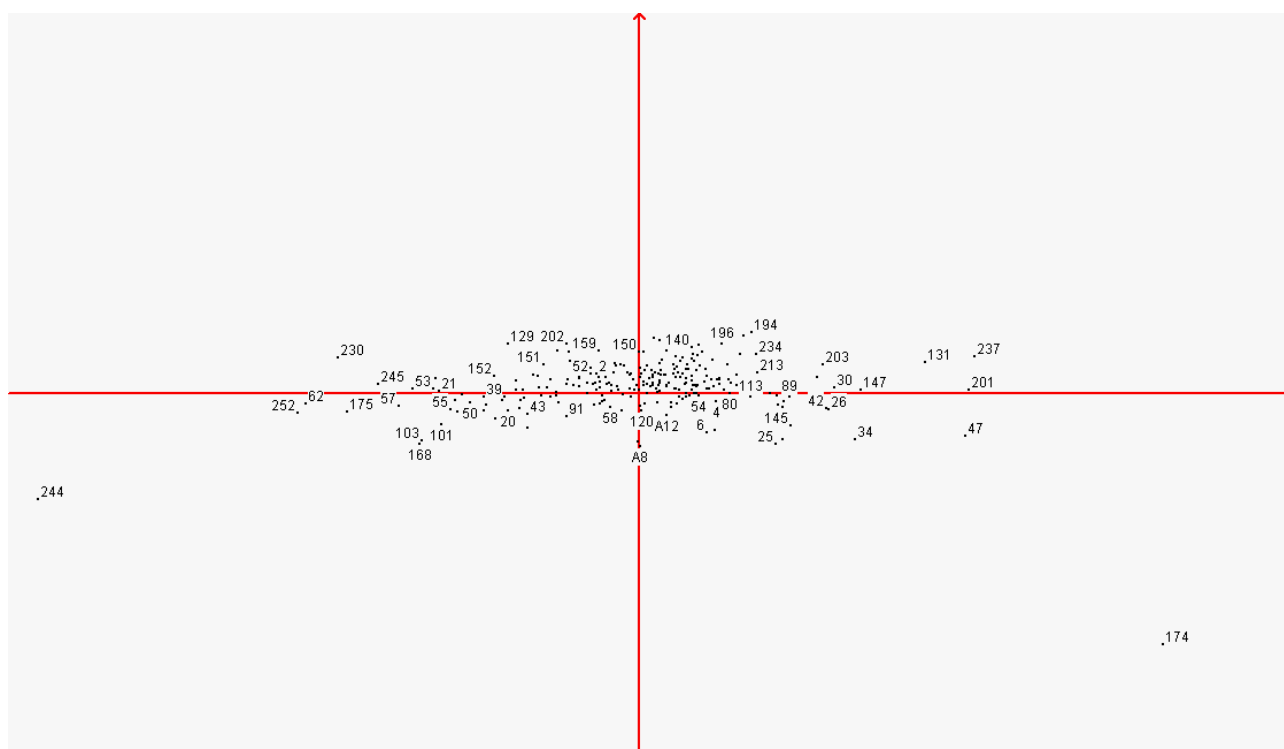
Il passaggio successivo, infatti, è stato quello di impostare la classificazione non gerarchica in AddaWin e, dovendo operare su un numero d'unità statistiche relativamente basso (274 isolati), è stato deciso di indicare come parametri per la classificazione:

Numero di partizioni esplorative da calcolare	20
Numero di partizioni esplorative da incrociare	3
Numero di classi delle partizioni esplorative	5
Scelta dei centri iniziali di aggregazione	Scelta casuale ripetibile

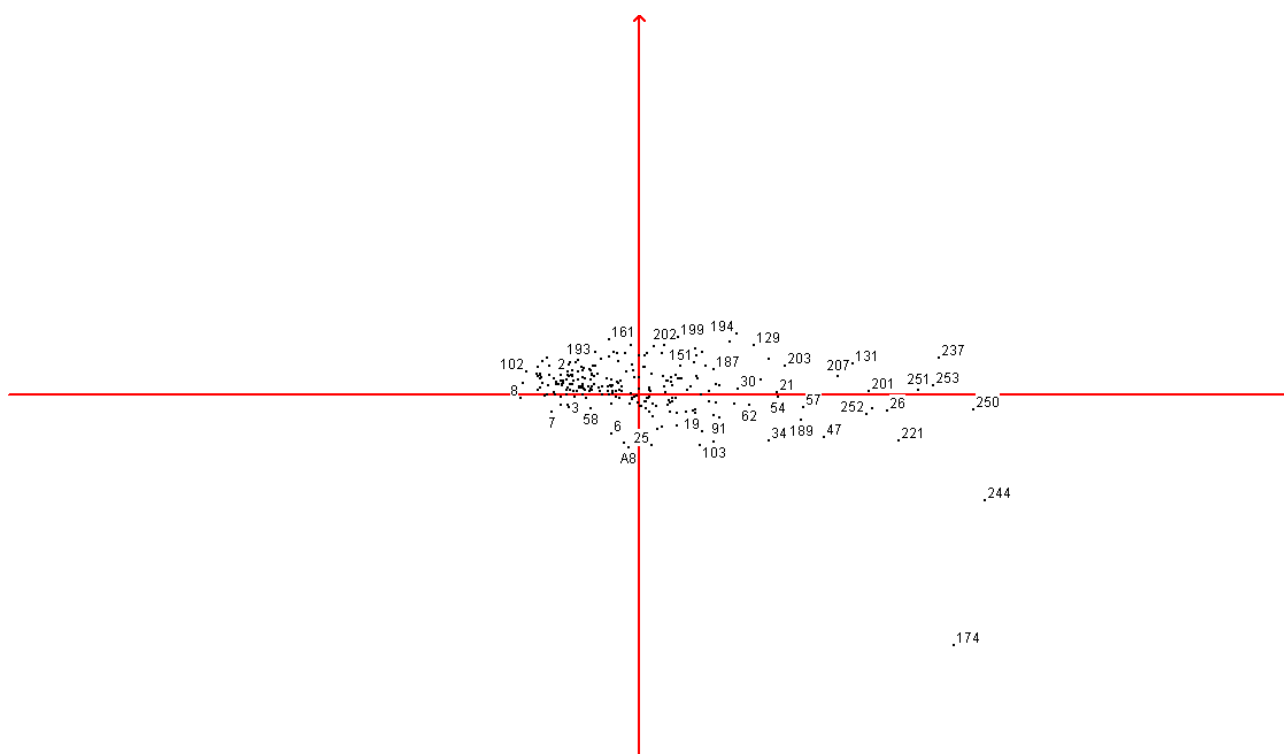
Parametri assunti per il modulo Nonger (I tentativo)



La distribuzione delle unità statistiche lungo l'asse fattoriale **1 (x)** e l'asse fattoriale **2 (y)**



La distribuzione delle unità statistiche lungo l'asse fattoriale **1 (x)** e l'asse fattoriale **3 (y)**



La distribuzione delle unità statistiche lungo l'asse fattoriale **2 (x)** e l'asse fattoriale **3 (y)**

Com'è noto, la classificazione non gerarchica permette di raggruppare unità a comportamento simile in un numero limitato di gruppi (denominati anche *classi* o *clusters*), e la similarità viene stimata a partire dall'insieme di variabili che offrano la più opportuna descrizione degli oggetti analizzati (Griguolo, 2008).

CLASS	NUM	PESO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
1	147	62.8	0.10	0.08	0.86	0.27	0.22	0.05	1.03	0.03	0.18	0.03	0.05	0.03	0.52	0.03
			--	--	++	~~~	~~~	~~~	--	~~~	~~~	~~~	--	~~~	~~~	--
2	54	23.1	0.24	0.18	0.58	0.20	0.15	0.02	1.10	0.02	0.17	0.02	0.12	0.02	0.51	0.09
			++	++	-----	--	--	--	++++	~~~	--	~~~	++	--	~~~	~~~
3	22	9.4	0.12	0.01	0.84	0.65	0.83	0.36	1.04	0.05	0.31	0.03	0.01	0.14	0.18	0.05
			~~~	--	++	++++	++++	++++	--	~~~	++++	~~~	--	++++	--	~~~
4	9	3.8	0.32	0.48	0.56	0.11	0.07	0.01	1.10	0.01	0.20	0.01	0.59	0.00	0.33	0.51
			++++	++++	-----	-----	--	--	++++	--	~~~	--	++++	--	--	++++
5	2	0.9	0.15	0.34	0.81	0.11	0.05	0.01	1.05	0.81	0.17	0.78	0.16	0.01	0.67	0.02
			~~~	++++	++	--	--	--	~~~	++++	--	++++	++	--	++	--
Overall profile	234	100	0.14	0.11	0.78	0.28	0.25	0.07	1.05	0.03	0.19	0.03	0.09	0.04	0.48	0.06

Profili delle 5 classi stabili

I simboli + e - adottati per descrivere il profilo fanno riferimento al rapporto tra la frequenza di ogni variabile nella classe e la sua frequenza globale: il modulo Nonger utilizza un metodo non gerarchico che consente d'operare con un numero di unità statistiche ≥ 100 ed è stato inoltre utilizzato il metodo delle nubi dinamiche di Diday, nel quale è l'utente a definire il numero di classi che s'intendono ottenere; di conseguenza, è stato possibile introdurre tra i parametri un numero di classi delle partizioni

esplorative pari a 5, per costruire una scala nominale delle modalità del grado di omogeneità formale, corrispondente a basso, medio – basso, medio, medio – alto, alto; in realtà, i risultati ottenuti con la partizione in 5 classi non si sono rivelati né efficaci né soddisfacenti, dal momento che s'è riscontrata una loro generale tendenza a essere condizionate da indicatori più di disomogeneità che di omogeneità: l'unica classe contraddistinta da indicatori di compattezza e uniformità s'è rivelata la 3, mentre nella 1 giocava (pur in termini non troppo determinanti) solo la variabile A3, e la classe 2 era caratterizzata dalle stesse variabili che già caratterizzano la 4, anche se con peso relativo inferiore. La codifica è avvenuta secondo questo schema:

<i>Classe di Nonger (stima non gerarchica)</i>	<i>Classe qualitativa</i>
1	Medio – bassa compattezza
2	Medio – alta compattezza
3	Alta compattezza
4	Bassa compattezza
5	Media compattezza

La classificazione non è risultata efficace soprattutto nella definizione dei cluster di valore medio; In effetti, se le classi estreme risultavano ben definite dai profili ottenuti, le situazioni intermedie si adattavano poco al concetto di compattezza della forma urbana del sedime, dal momento che gli indicatori discriminanti risultavano più prossimi a condizioni frammentali e complesse; s'è pertanto deciso di ripercorrere il passaggio di Nonger assegnando al programma una classificazione non gerarchica in 4 classi sulla base dei seguenti parametri:

Numero di partizioni esplorative da calcolare	20
Numero di partizioni esplorative da incrociare	3
Numero di classi delle partizioni esplorative	4
Scelta dei centri iniziali di aggregazione	Scelta casuale ripetibile

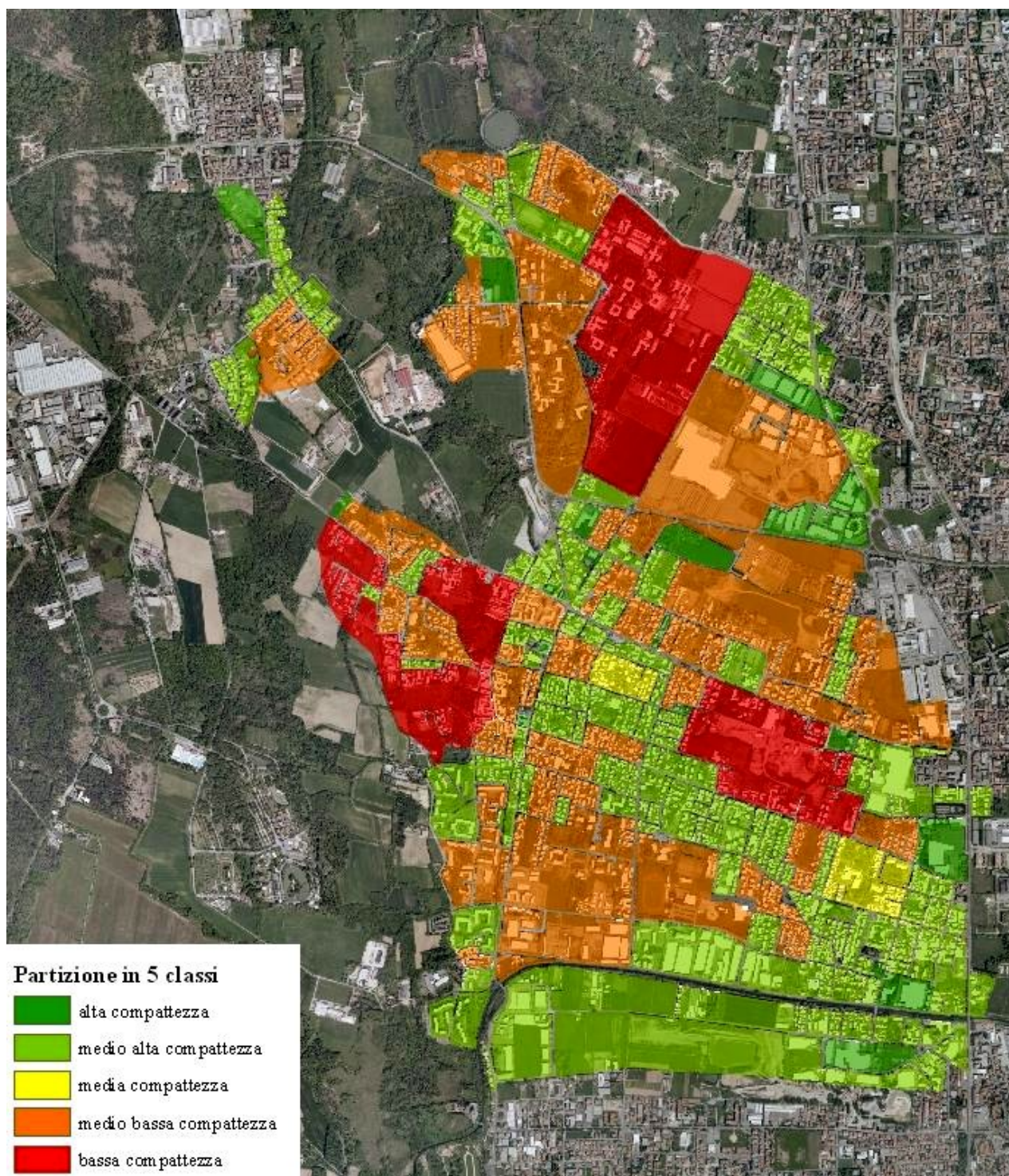
Per il secondo tentativo di classificazione non gerarchica ci si aspettava, infatti, una classificazione in 4 classi di disomogeneità formale del sedime urbano e, in effetti, i risultati ottenuti dai profili delle classi si sono rivelati decisamente più trattabili, permettendo una classificazione in 4 cluster di disomogeneità formale, ricodificabili in bassa/media/alta/elevata.

CLASS	NUM	PESO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
1	154	65.8	0.10	0.08	0.85	0.27	0.22	0.05	1.03	0.03	0.18	0.03	0.05	0.03	0.52	0.02
			--	--	++	~~~	~~~	~~~	--	~~~	~~~	~~~	--	~~~	~~~	--
2	55	23.5	0.26	0.24	0.57	0.17	0.11	0.02	1.10	0.02	0.17	0.02	0.21	0.01	0.48	0.18
			+++	+++	----	--	--	--	+++	~~~	~~~	--	++	--	~~~	++
3	23	9.8	0.13	0.01	0.82	0.65	0.82	0.35	1.04	0.04	0.31	0.03	0.01	0.13	0.17	0.05
			~~~	--	++	++++	++++	++++	~~~	~~~	++++	~~~	--	++++	--	~~~
4	2	0.9	0.15	0.34	0.81	0.11	0.05	0.01	1.05	0.81	0.17	0.78	0.16	0.01	0.67	0.02
			~~~	++++	++	--	--	--	~~~	++++	--	++++	++	--	++	--
<i>Overall profile</i>	234	100	0.14	0.11	0.78	0.28	0.25	0.07	1.05	0.03	0.19	0.03	0.09	0.04	0.48	0.06

Profili delle 4 classi stabili

Si riconoscono ovviamente delle continuità di profilo rispetto al tentativo precedente: per esempio, la classe 3 è ancora quella che meglio descrive i fenomeni di omogeneità formale, mentre la 2 e la 4 de-

scrivono, con accenti diversi, il contrario: in particolare, la 4 è costituita da sole due unità statistiche, come già accadeva nella partizione in 5 classi, e gli isolati con codice identificativo 126 e 235, già evidenziati dall'Analisi delle Componenti Principali come situazioni estreme, si discostano dal centro di inerzia.



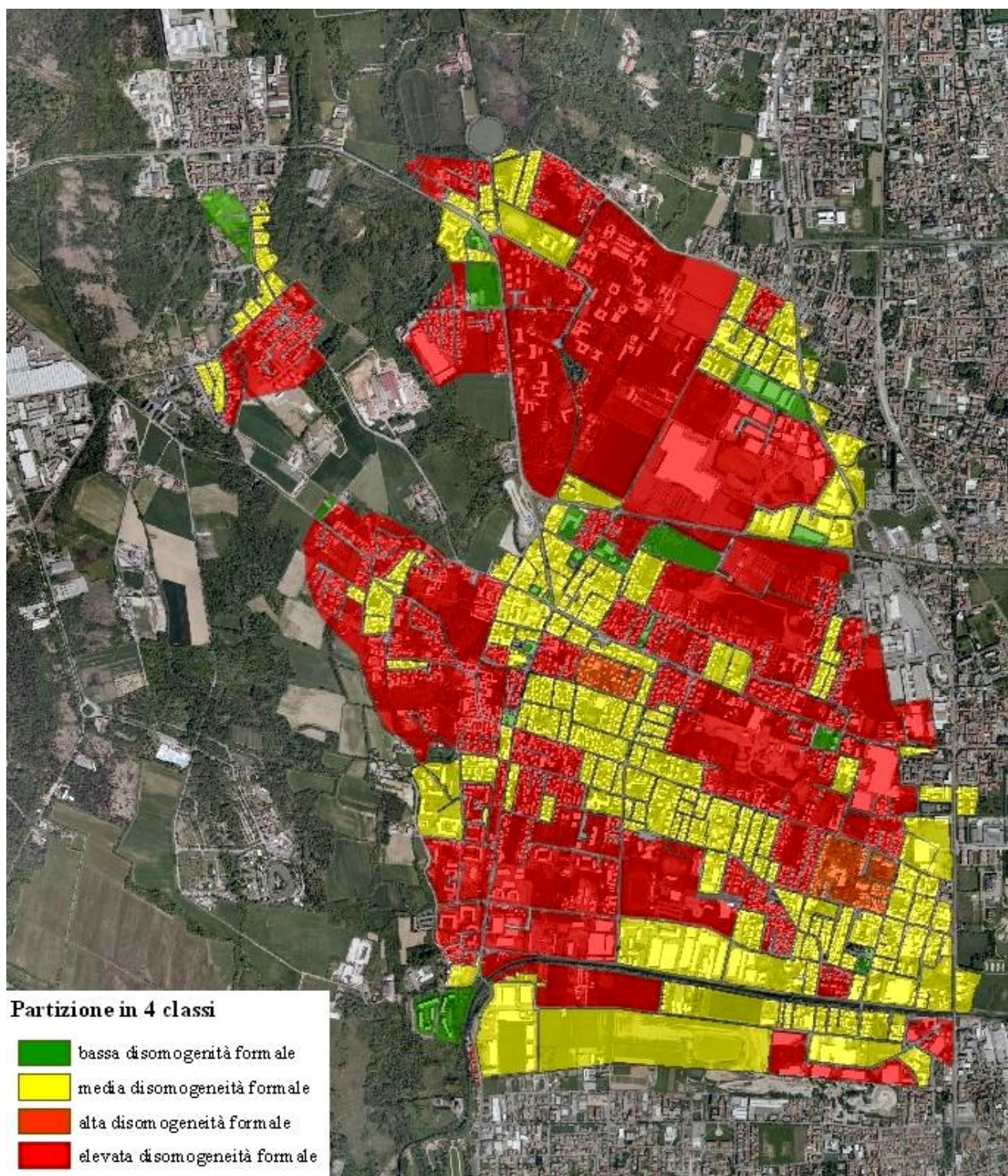
La classificazione non gerarchica in 5 classi

Rimane costante anche la classe 1, costituita da più della metà delle unità statistiche (65,8%), che non riesce a evidenziare dei fattori determinanti tanto che s'aggiudica un medio grado di disomogeneità formale, rivelato soprattutto dalla bassa influenza data da indicatori quali A1 (*Il grado di frammentazio-*

ne della forma degli isolati), A2 (Il grado di frammentazione della forma degli edifici per isolato), A7 (Il grado di irregolarità della forma: l'indice Frac) e A14 (Il grado di rugosità dell'isolato).

Si è pertanto deciso di ricodificare le classi ottenute come segue:

<i>Classe di Nonger (stima non gerarchica)</i>	<i>Ricodifica della classe qualitativa</i>
1	Media disomogeneità formale
2	Alta disomogeneità formale
3	Bassa disomogeneità formale
4	Elevata disomogeneità formale



La carta ottenuta è il risultato sintetico degli studi effettuati per la componente morfotipologica, sulla base di variabili concernenti misure relative alle geometrie, alle forme e alla loro distribuzione relativa; a seguire, si presenta la definizione d'ogni bacino di disomogeneità morfologica.

Bacino a bassa disomogeneità morfologica



La classe è caratterizzata da isolati ad alta uniformità tipologica e delle altezze; la forma degli edifici e quella degli isolati è compatta e poco complessa; al cluster appartiene il 9,8% delle unità statistiche, con 23 isolati classificati, e il caso a fianco rappresenta un quartiere periferico che, pur non presentando in sé valori d'elevata qualità morfologica, comunque riassume caratteri di ripetitività omogenea.

Bacino a media disomogeneità morfologica



La classe è caratterizzata da isolati a medio – alto grado di compattezza morfologica degli edifici per isolato, in base all'indicatore A3; si tratta d'un sedime che presenta edifici di forma simile, poco complessa e con dimensioni poco discostanti tra loro; al cluster appartiene il 65,8% delle unità statistiche, con 154 isolati classificati.

Il caso a fianco rappresenta una zona d'espansione degli anni '50 e '60, caratterizzata in prevalenza da edifici residenziali isolati su lotto, con tipologia prevalente di villetta mono o bifamiliare.

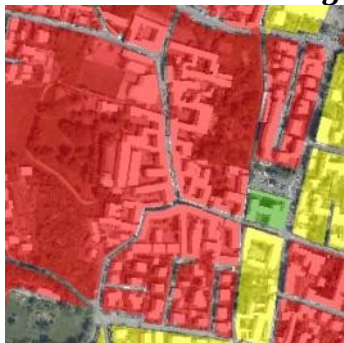
Bacino ad alta disomogeneità morfologica



La classe è caratterizzata da una forma frastagliata, dovuta a un alto valore degli indicatori sugli edifici e all'alto valore di *Edge Density*, provocato dalla presenza di strade private a fondo cieco; al cluster appartiene lo 0,9% delle unità statistiche, con 2 isolati classificati.

Il caso a fianco rappresenta un quartiere periferico di contenuta qualità morfologica e bassa omogeneità.

Bacino a elevata disomogeneità morfologica



La classe è caratterizzata da alta frammentazione formale sia degli isolati sia degli edifici; in particolare la forma degli isolati risulta caratterizzata da un alto indice *Frac* e da un medio/alto indice di rugosità; a tale cluster appartiene il 23,5% delle unità statistiche, con 55 isolati classificati.

Il caso a fianco rappresenta il centro storico di Limbiate, caratterizzato da edifici di forma complessa, riuniti in agglomerati a corte ma in realtà estesamente frammentati in molte particelle catastali, con isolati che, seguendo il tracciato storico delle strade, risultano di forma articolata e sinuosa.