

AREA TEMATICA – URBANIZZAZIONE

Scheda Indicatore 2: Indice di forma dei tessuti urbani (U-LSI)

1 INQUADRAMENTO CONCETTUALE E METODO DI CALCOLO DELL'INDICATORE.....	1
2 APPLICAZIONE DELL'INDICATORE AL TERRITORIO PUGLIESE	3

1 INQUADRAMENTO CONCETTUALE E METODO DI CALCOLO DELL'INDICATORE

Sebbene l'indicatore di artificializzazione del suolo consenta, grazie all'elevata risoluzione, un ampio margine di flessibilità nella variazione delle unità di analisi, si rende necessario introdurre altri indicatori per misurare gli effetti dell'artificializzazione che non dipendono dalla distruzione o sostituzione dei suoli, bensì dalla configurazione spaziale degli insediamenti urbani e delle reti infrastrutturali. A partire dalla rassegna di metriche di paesaggio riportata nella **Sezione 2**, la scelta è caduta sul Landscape Shape Index (LSI)¹. LSI appartiene al gruppo delle *Edge Metrics*, introdotte per misurare la configurazione di una specifica porzione di territorio sulla base delle caratteristiche del margine, con l'intento di cogliere fenomeni che dipendano dal rapporto fra margine e area o dall'interfaccia fra porzioni con coperture del suolo differenti². Le Edge Metrics possono essere calcolate a livello di porzione (patch), classe (class) – corrispondente all'insieme delle porzioni caratterizzate dalla stessa copertura del suolo nell'area oggetto di studio – oppure di paesaggio (landscape), ovvero dell'intera area di studio considerata, al netto dell'eventuale individuazione di una matrice di sfondo (background).

¹ Herzog, F., Lausch, A., Müller, E., Thulke, H. H., Steinhardt, U., & Lehmann, S. (2001). Landscape metrics for assessment of landscape destruction and rehabilitation. *Environmental Management*, 27(1), 91–107. <https://doi.org/10.1007/S002670010136/METRICS>.

² Reis, José P., Silva, Elisabete A., Pinho, Paulo. 2015. Measuring space - A review of spatial metrics for urban growth and shrinkage. In Silva, Elisabete A., Healey, Patsy, Harris, Neil, Van den Broeck, Pieter, *The Routledge handbook of planning research methods*, New York/London: Routledge, ISBN13: 978-0-415-72795-2, pp. 279-292.

Gli approcci maggiormente consolidati al calcolo di indicatori di forma, perlopiù basati sul rapporto fra perimetro e area, si sono confrontati con gli obiettivi e le limitazioni delle diverse metriche sperimentate³. Gli Shape Index misurano la complessità della forma rispetto a una forma standard: il cerchio se si utilizzano dati vettoriali, il quadrato se i dati di input sono invece raster, secondo il modello di calcolo riportato nell'equazione 1;

$$\text{Shape Index} = \frac{0,25 \cdot P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

dove

P = perimetro della patch considerata

A = Area della patch considerata.

Il valore degli Shape Index è quindi maggiore o uguale a 1 (per le configurazioni compatte al massimo grado, ovvero di forma perfettamente circolare o quadrata) senza limiti superiori. Si osservi che il modello di calcolo adottato è quello proprio dei dati raster, in ragione dell'utilizzo della Carta nazionale del consumo di suolo come cartografia tematica di input, nonostante la procedura di elaborazione preveda uno step di vettorializzazione. Nel passaggio dalla singola patch all'insieme delle patch che afferiscono alla stessa classe o all'intero paesaggio, è possibile calcolare degli indici medi (Mean Shape Index), eventualmente pesati per riflettere la maggiore influenza delle porzioni più grandi sui fenomeni indagati (Area-Weighted Mean Shape Index).

In questo studio, si è tuttavia preferito optare per il Landscape Shape Index (LSI), applicato alla classe delle superfici artificiali, nonostante la consapevolezza che – soprattutto nel caso in cui l'unità di analisi corrisponda alla cella della griglia regolare con passo di 1 km –, il confine del "paesaggio" spesso non rappresenta effettivamente un margine. Sebbene LSI risponda alla frammentazione delle patch afferenti alla stessa classe, lo specifico aspetto della configurazione spaziale misurato è l'irregolarità della forma.

Appare doveroso segnalare le più evidenti limitazioni di questo indice, che si è comunque ritenuto non inficiassero le analisi comparative effettuate nello spazio (all'interno del territorio regionale) e nel tempo (per i diversi anni della serie storica utilizzata):

- i valori restituiti variano a seconda che i dati di input siano raster o vettoriali;
- i valori sono tendenzialmente più alti quando si utilizzano dati raster (come in questo caso), a causa del motivo scalettato dei segmenti – sebbene l'elevata risoluzione dei dati utilizzati mitighi questo effetto distorsivo;

³ McGarigal, Kevin, Marks, Barbara J. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 pp.

- gli shape index basati sul rapporto perimetro/area in genere sono poco sensibili alla forma delle patch, per cui porzioni con forme molto diverse possono presentare gli stessi valori.

Ai fini della caratterizzazione della pressione derivante sugli agroecosistemi dai processi di urbanizzazione, si è dunque provveduto a calcolare un LSI applicato alla classe delle superfici artificiali, Urban Landscape Shape Index (ULSI), come di seguito definito:

$$ULSI = \frac{0,25 * P_{urb}}{\sqrt{A_{urb}}} \quad (2)$$

dove

P_{urb} = sommatoria dei perimetri delle porzioni di suolo consumato/artificiale (in seguito all'aggregazione di tutti i poligoni derivanti dalla vettorializzazione della Carta nazionale del consumo di suolo che condividano almeno un lato)

A_{urb} = sommatoria delle aree delle medesime porzioni di suolo consumato/artificiale.

Si osserva che, applicando lo stesso modello di calcolo di LSI a una diversa classe di coperture del suolo è possibile valutare indirettamente gli impatti potenziali dell'urbanizzazione (nelle tre componenti complessivamente indagate, espansione, irregolarità della forma e dispersione insediativa) sui suoli non consumati. In particolare, prendendo in considerazione i paesaggi agroecosistemici (dati dall'unione di tutti i suoli non artificiali⁴) è possibile stimare l'impatto complessivo dell'urbanizzazione sugli ambienti rurali, mentre un'analisi differenziata per specifiche classi di copertura dovrebbe necessariamente implicare la distinzione tra l'effetto dell'urbanizzazione e quello delle altre trasformazioni agroforestali⁵, come tutte le forme di intensificazione.

2 APPLICAZIONE DELL'INDICATORE AL TERRITORIO PUGLIESE

L'Indice di forma dei tessuti urbani (Urban Landscape Shape Index) è presentato con riferimento alle Figure territoriali (**Fig. 1**) e alle unità minime di analisi (**Fig. 2**). Sebbene la distribuzione dei valori più elevati di ULSI si concentri negli ambiti caratterizzati anche da valori elevati dell'Indice di artificializzazione del suolo (**Scheda Indicatore 3**), appare evidente che proprio le Figure territoriali (come la Conca di Bari) che presentano le percentuali più elevate di suolo consumato tendono a mostrare valori più contenuti di ULSI, in risposta a una configurazione più compatta dell'edificato. Si osservi l'effetto della diminuzione della dimensione dell'unità di analisi (nel passaggio dalle figure territoriali alle celle di 1 km²) sul

⁴ Ad eccezione delle zone aperte con vegetazione rada o assente, degli ambienti umidi e delle acque.

⁵ S veda, per confronto, l'indicatore "3.2.2.5 Dinamiche negli usi del suolo agroforestale" della VAS del PPTR.

range dei valori, con il limite superiore che risulta essere inferiore di un ordine di grandezza nel secondo caso.

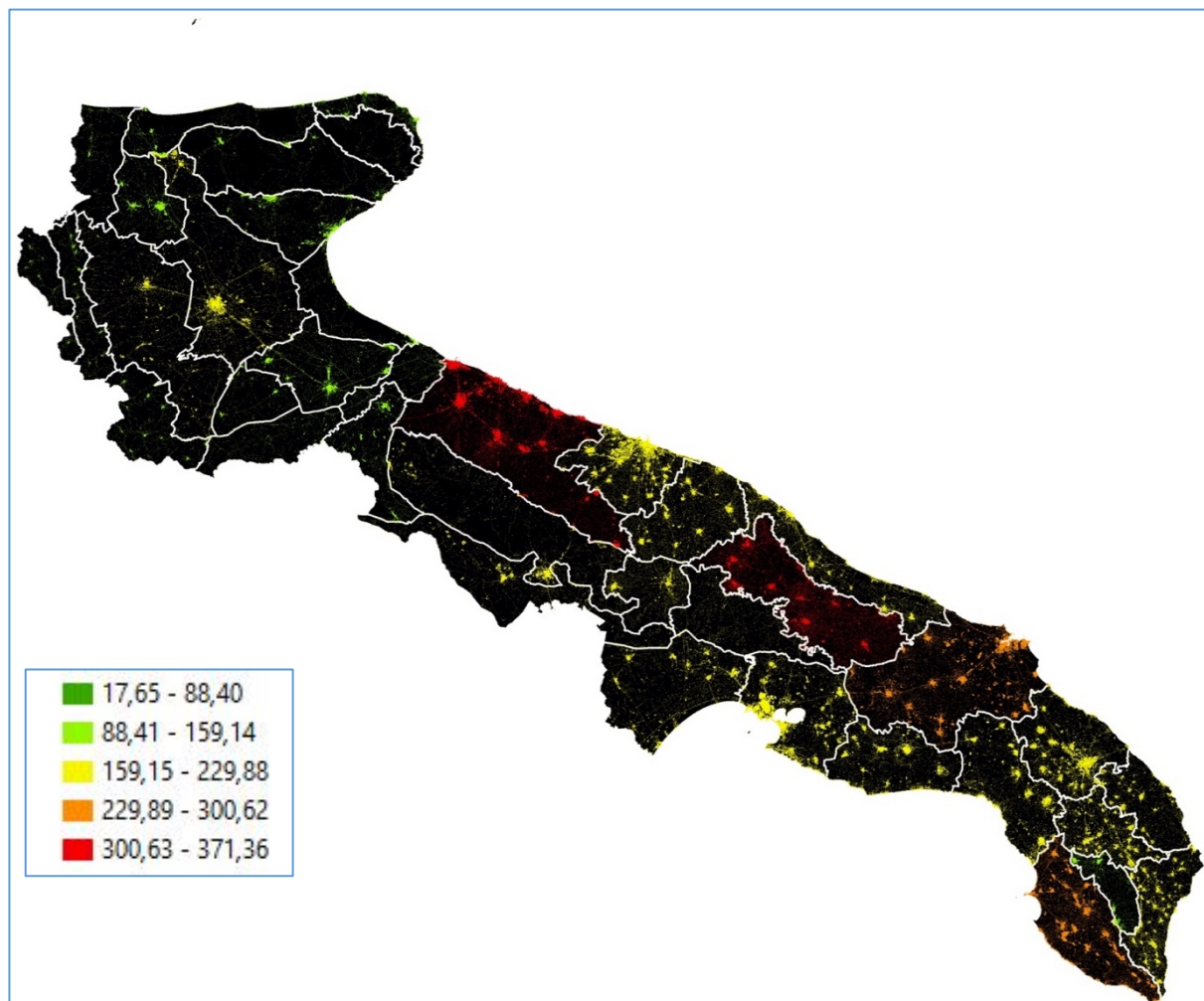


Figura 1: Indice di forma dei tessuti urbani (Urban Landscape Shape Index) calcolato per le Figure territoriali individuate nel PPTR. Fonte: elaborazione su Carta Nazionale del Consumo di suolo di ISPRA. La legenda cromatica si riferisce alle superfici artificiali, rappresentate per ogni Figura territoriale su fondo scuro

L'inclusione della mappa basata sulla griglia con passo regolare di 1 km (**Fig. 2**) è volta unicamente a stimolare una riflessione metodologica, sia perché offre uno strumento di controllo della distribuzione spaziale dei processi di sfrangiamento dei tessuti urbani, sia perché consente in linea di principio di applicare metodi di analisi multivariata dei valori assunti dai tre indicatori proposti nelle medesime unità minime di analisi (le celle con lato di 1 km). Tuttavia, le specificità del fenomeno indagato suggeriscono di individuare unità di analisi che siano adeguate a monitorare i processi di riorganizzazione dei nuclei e delle altre forme assunte dai tessuti urbani, per i quali siano ipotizzabili delle dinamiche strettamente interdipendenti.

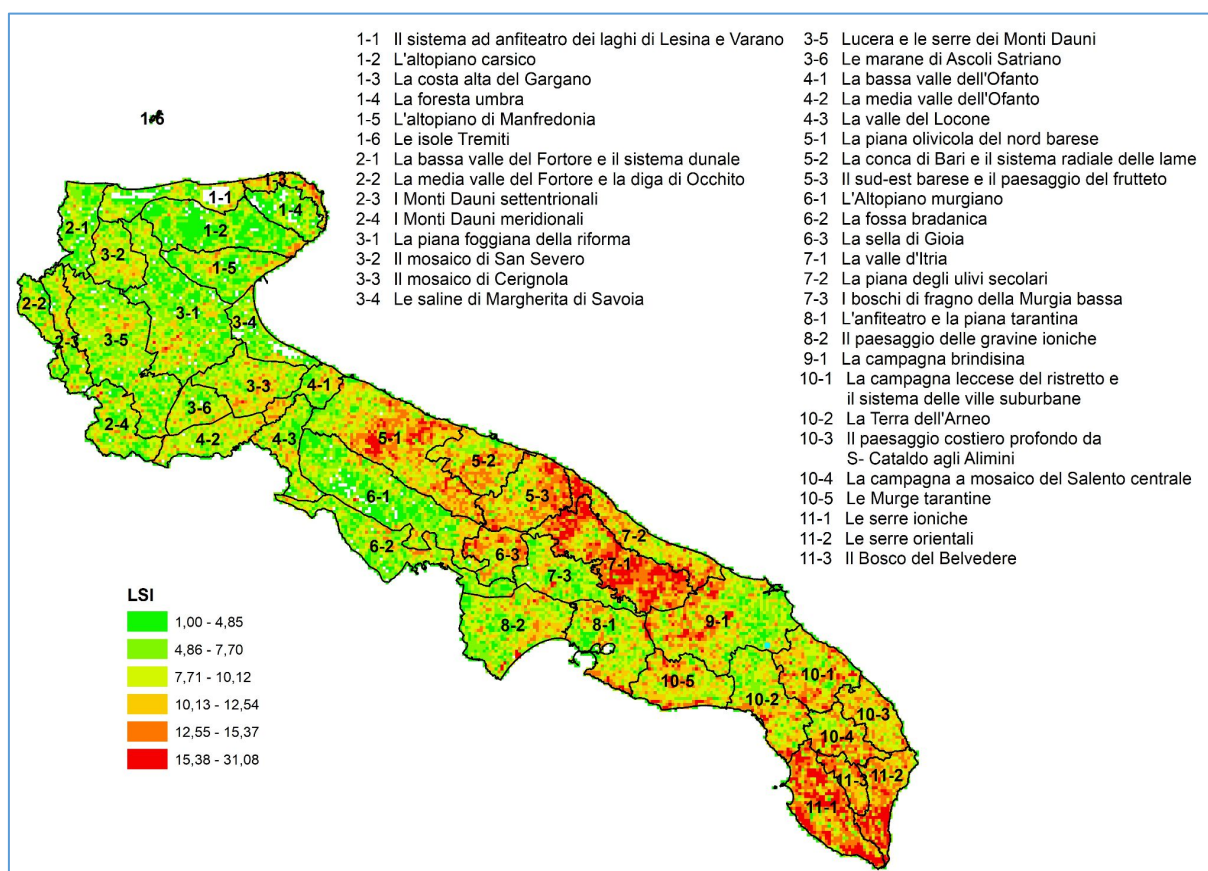


Figura 2: Mappa dell'Indicatore Urban Landscape Shape Index per la misurazione dell'irregolarità della forma delle superfici artificiali, calcolato su celle in una griglia regolare con passo di 1 km. Fonte: elaborazione degli autori su Carta Nazionale del Consumo di suolo di ISPRA.

A tale scopo, si presenta la mappa a copertura regionale di raccordo delle tavole raccolte nell'Atlante dedicato al presente indicatore, in cui l'unità di analisi coincide con i territori comunali (**Fig. 3**). Tale scelta consente di attribuire un valore unico all'insieme dei tessuti urbanizzati compresi nello stesso territorio comunale, favorendo la discriminazione fra centri compatti, da un lato, e tessuti sfrangiati o policentrici, dall'altro lato.

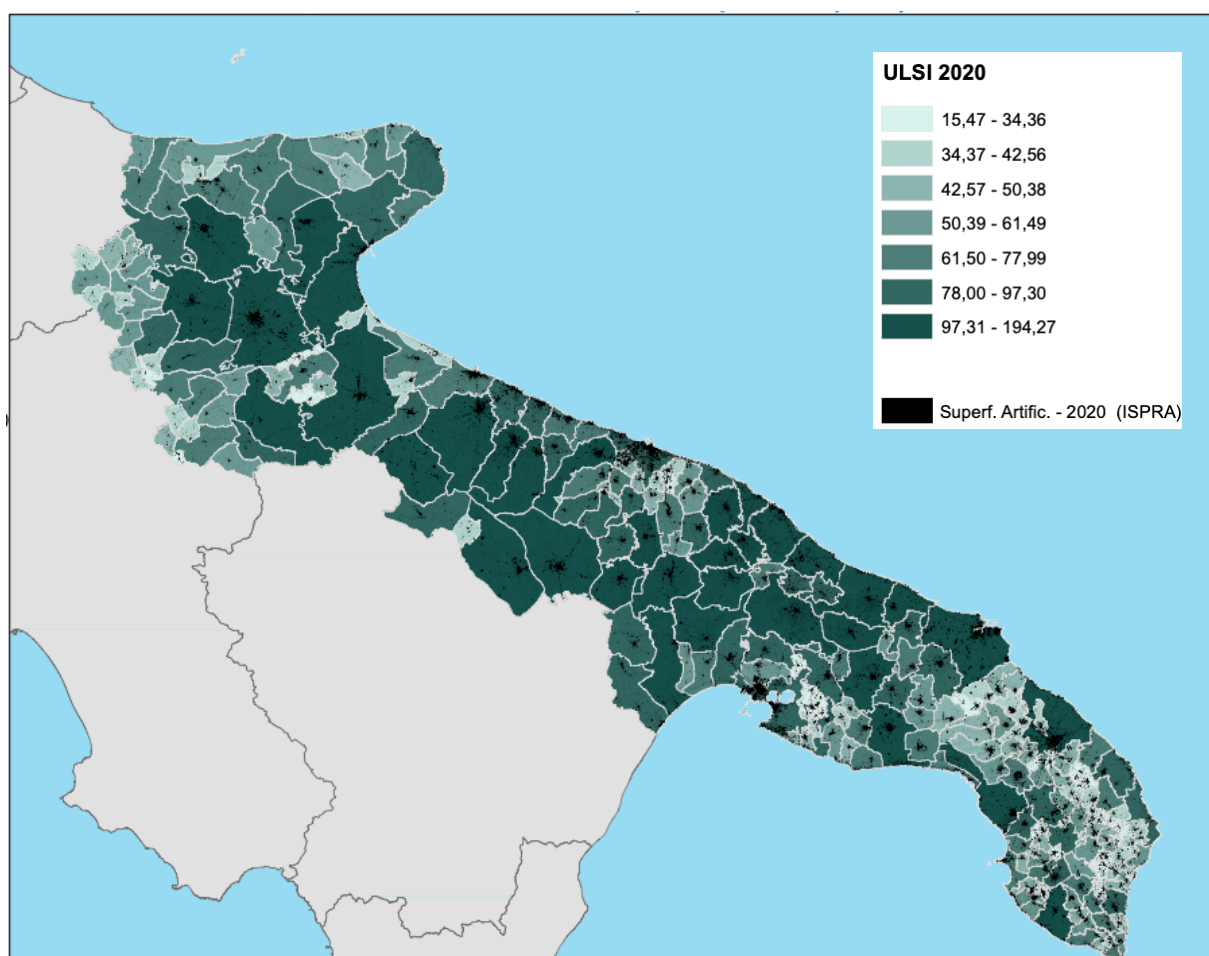


Figura 3: Mappa dell'Indicatore Urban Landscape Shape Index, calcolato assumendo come unità di analisi i territori comunali. Fonte: elaborazione degli autori su Carta Nazionale del Consumo di suolo del 2020 (ISPRA 2021).

Oltre a risultare sempre notevolmente superiori al valore di riferimento attribuito a un ipotetico oggetto territoriale isodiametrico e di forma quadrata, i valori tendono a concentrarsi nelle classi medio-alte, ad eccezione dei comuni che ricadono in determinate aree (i Monti Dauni, il versante settentrionale del Gargano, il basso Salento). Queste condizioni di calcolo, con l'unità di analisi individuata nei territori comunali, presentano il limite, rispetto alla rappresentazione per figure territoriali, di aggregare i tessuti urbani ricadenti in sistemi territoriali differenti, circostanza particolarmente pertinente ai comuni caratterizzati da una superficie comunale molto estesa che si colloca a cavallo di diverse Figure territoriali. È interessante osservare come questa rappresentazione ponga in particolare evidenza un ampio sistema di centri urbani relativamente più compatti che interessa la maggior parte dell'Ambito di paesaggio del Tavoliere salentino (ad eccezione dei comuni costieri) e si spinge fino al settore orientale del Salento delle Serre.

Tuttavia, il calcolo per comune appare più adeguato a essere integrato in strumenti di valutazione dell'efficacia degli strumenti di governo del territorio, soprattutto se utilizzato in analisi diacroniche – come quella proposta in **Fig. 4**.

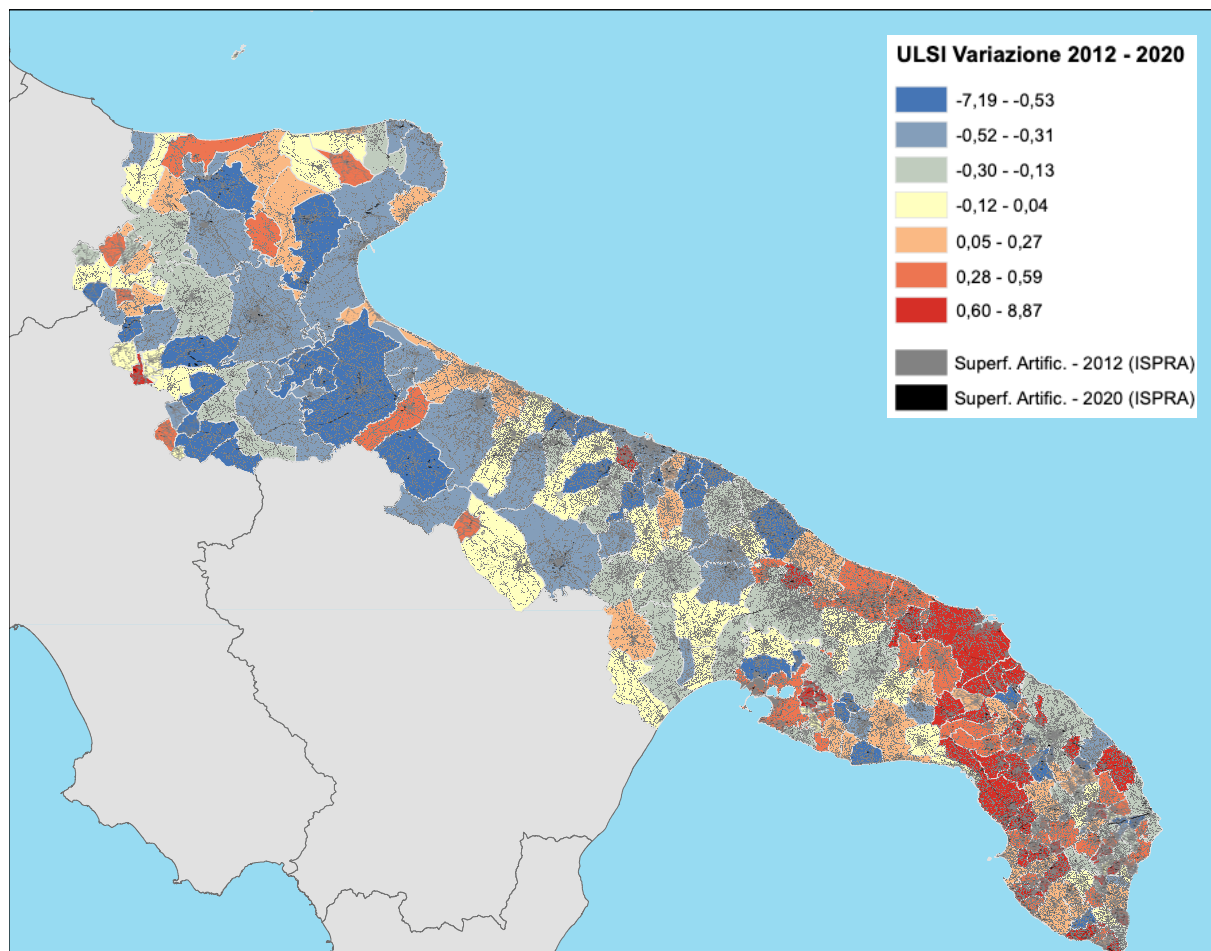


Figura 4: Analisi diacronica (2012-20) dell'evoluzione della forma dei tessuti urbani (U-LSI) nei territori comunali della Puglia. Fonte: elaborazione degli autori su Carta Nazionale del Consumo di suolo del 2020 (ISPRA 2015; 2021).

La variazione dei valori dell'indice fra il 2012 e il 2020 consente di svolgere delle riflessioni integrative sull'aggregazione di comuni caratterizzati da un edificato relativamente più compatto, individuata nel basso Salento: si osserva infatti un progressivo aumento dei valori dell'indice (e, di riflesso, della frammentazione dei tessuti urbani), che appare più marcato nel quadrante nord-occidentale.