



BANCA D'ITALIA
EUROSISTEMA

Questioni di Economia e Finanza

(Occasional Papers)

L'effetto del sisma del Centro Italia
sullo spopolamento dei territori colpiti

di Davide Dottori

Aprile 2023

Numero

755



BANCA D'ITALIA
EUROSISTEMA

Questioni di Economia e Finanza

(Occasional Papers)

L'effetto del sisma del Centro Italia
sullo spopolamento dei territori colpiti

di Davide Dottori

Numero 755 – Aprile 2023

La serie Questioni di economia e finanza ha la finalità di presentare studi e documentazione su aspetti rilevanti per i compiti istituzionali della Banca d'Italia e dell'Eurosistema. Le Questioni di economia e finanza si affiancano ai Temi di discussione volti a fornire contributi originali per la ricerca economica.

La serie comprende lavori realizzati all'interno della Banca, talvolta in collaborazione con l'Eurosistema o con altre Istituzioni. I lavori pubblicati riflettono esclusivamente le opinioni degli autori, senza impegnare la responsabilità delle Istituzioni di appartenenza.

La serie è disponibile online sul sito www.bancaditalia.it.

L'EFFETTO DEL SISMA DEL CENTRO ITALIA SULLO SPOPOLAMENTO DEI TERRITORI COLPITI

di Davide Dottori*

Sommario

A sei anni dal sisma del Centro Italia, la popolazione residente nell'Area del cratere è significativamente diminuita. Stabilire in che misura il terremoto vi abbia avuto effetto è complicato dal fatto che la dinamica demografica di quei territori era declinante già da prima dell'evento. In questo lavoro si cerca di stimare tale effetto mediante un approccio econometrico di tipo "studio di evento", che consente di verificare se i territori utilizzati come gruppo di confronto mostrassero, condizionatamente a predeterminate variabili di controllo, una dinamica comparabile a quella dei comuni del cratere prima del terremoto. I risultati suggeriscono che il sisma ha significativamente accentuato il calo demografico; l'effetto medio stimato corrisponde a quasi due quinti della contrazione complessivamente osservata. L'impatto risulta statisticamente significativo in tutta l'area, seppure con un'intensità eterogenea, più severa per i territori con i maggiori danneggiamenti. L'effetto è stato guidato dal peggioramento dei saldi migratori, soprattutto quello interno. Vi si è associato un aumento della quota di popolazione di età più elevata.

Classificazione JEL: J11, Q54, R10.

Parole chiave: disastri naturali, aree interne, demografia.

DOI: 10.32057/0.QEF.2023.0755

Indice

1. Introduzione.....	5
2. Dati e analisi descrittiva	8
3. Strategia empirica.....	12
4. Risultati.....	17
5. Conclusioni.....	27
Riferimenti bibliografici.....	29
Figure e tavole.....	34
Appendice.....	53

* Banca d'Italia. Sede di Ancona, Divisione Analisi e ricerca economica territoriale.
e-mail: davide.dottori@bancaditalia.it.

1 Introduzione*

Il Sisma del Centro Italia¹ ha comportato conseguenze molto rilevanti sin nell'immediato, in termini di vite umane (oltre 300 morti), persone che hanno dovuto abbandonare la propria abitazione (circa 41.000), danneggiamenti agli edifici, pubblici e privati, e al patrimonio culturale e artistico (Banca d'Italia, 2017b; Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma, 2022). L'attività di ricostruzione si è da subito mostrata particolarmente complessa, considerate anche la notevole estensione dell'area colpita e l'eterogeneità dell'intensità dei danni e delle strutture pre-esistenti. A sei anni dalla prima forte scossa, la ricostruzione, pur in significativa accelerazione nell'ultimo biennio, è ancora lontana dall'essere completata e il suo stato di avanzamento permane non omogeneo sul territorio².

In questo contesto, secondo i dati dell'Istat la popolazione residente nell'Area del Cratere (ossia nei 138 Comuni individuati dalle Leggi 229/2016 e 45/2017) si è ridotta del 6,3% tra il 1° gennaio 2016 e il 1° gennaio 2022, una diminuzione tra le più intense rilevate nel Paese, dove pure l'andamento demografico è stato complessivamente flettente nel periodo considerato. Il marcato calo demografico ha accentuato il dibattito e le preoccupazioni sullo spopolamento di quei territori (Morettini, 2019; Chiapparino, 2019; Rotondo *et al.*, 2021; Pierantoni *et al.*, 2019; Compagnucci e Morettini, 2021), fra i quali molti sono classificati come Aree interne (Barca *et al.*, 2014; Banca d'Italia, 2018), con condizioni di perifericità e fragilità demografica (Benassi *et al.*, 2022; Compagnucci, 2019; Domenella *et al.*, 2020). Il tema è avvertito in modo trasversale a vari ambiti (accademico, politico, mediatico e sociale) e discipline (ad esempio, sociologia, demografia, urbanistica), non ultima l'economia. Gli aspetti demografici hanno infatti importanti implicazioni per l'economia dei territori (Barbiellini Amidei *et al.*, 2018), in quanto ad essa strettamente interrelati sia dal lato dell'offerta – a causa della diminuzione della forza lavoro, specialmente se il calo della popolazione interessa la fascia in età attiva – sia dal lato della domanda, soprattutto nell'ambito dei servizi *non-tradeable*, ossia necessariamente offerti sul territorio (Dottori e Micucci, 2019). Le relazioni sono reciproche, perché a loro volta le condizioni dell'economia locale sono un importante fattore di attrattività o respingimento della popolazione (Moretti, 2012).

Nonostante la rilevanza del tema e la sua ricorrente presenza nel dibattito (sia accademico che di policy) sugli effetti del Sisma del Centro Italia, nessuno studio sinora – al meglio della mia conoscenza – ha cercato di individuare quantitativamente l'effetto del terremoto sul calo demografico

*L'autore desidera ringraziare Tommaso Orlando per i costruttivi commenti e suggerimenti proposti in qualità di discusso del lavoro. Ringraziamenti per le interessanti osservazioni e gli utili spunti ricevuti vanno anche ad Antonio Accetturo, Marco Mancinelli, Vincenzo Mariani, Elena Romito, Luca Sessa, Laura Sigalotti e Roberto Torrini. L'autore è inoltre grato a Francesco Chiapparino, Fabiano Compagnucci, Riccardo Lucchetti e Gabriele Morettini per le stimolanti discussioni sui temi trattati. Ogni rimanente errore è ovviamente di esclusiva responsabilità dell'autore. Le opinioni espresse in questo lavoro sono esclusivamente dell'autore e non rappresentano necessariamente quelle della Banca d'Italia.

¹Con il termine "Sisma del Centro Italia" (da qui in avanti denominato per brevità anche semplicemente "Sisma") si fa riferimento allo sciame sismico che ha colpito territori ricompresi tra Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria, con scosse di intensità particolarmente elevata il 24 agosto 2016 (magnitudo Richter massima 6,0), il 26 ottobre 2016 (5,9), il 30 ottobre 2016 (6,5) e il 18 gennaio 2017 (5,5).

²Secondo il report del Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma (2022), per la ricostruzione privata sono state presentate domande per il 45% del numero atteso (il 39% in valore), con un ritardo maggiore nei Comuni più piccoli e più intensamente danneggiati. A giugno 2022 la quota di interventi conclusi rispetto agli immobili danneggiati era ancora molto contenuta.

osservato nei Comuni del Cratere. A livello internazionale esistono lavori di ricerca che mostrano come disastri naturali o altri eventi molto distruttivi non abbiano necessariamente impatti negativi sulla popolazione nel medio periodo (Siodla, 2015; Hornbeck e Keniston, 2017; Wang, 2019). L'evidenza, tuttavia, non è univoca, in quanto emergono pure casi nella direzione opposta, con effetti negativi anche nel medio e lungo periodo (Noy, 2009; duPont IV *et al.*, 2015). Ciò suggerisce che la reazione a questi notevoli shock possa essere eterogenea e risentire delle preesistenti caratteristiche dei territori interessati (Barone e Mocetti, 2014) e della loro capacità di resilienza (Pike *et al.*, 2010).

In questo lavoro si cerca di stimare se e quanto il Sisma abbia inciso sull'andamento demografico nell'Area del Cratere, fornendo un contributo sia in termini di indicazioni sulla resilienza di questi territori a forti shock (una proprietà molto importante per le prospettive di medio-lungo periodo), sia perché gli effetti di un disastro naturale sulla demografia potrebbero essere potenzialmente diversi (in quanto a persistenza e a elasticità a determinati interventi di policy) rispetto a tendenze di carattere più strutturale. L'identificazione dell'effetto del Sisma è però complicata dal fatto che in questi territori la popolazione si stava già contraendo precedentemente al terremoto: ciò suggerisce, da un lato, che un mero confronto descrittivo tra la situazione nell'Area prima e dopo dell'evento possa essere fuorviante e, dall'altro lato, che non sia adeguato paragonare il Cratere con il resto del Paese nel suo complesso. La strategia empirica utilizzata segue un approccio quasi-sperimentale, basato sull'utilizzo di un modello econometrico del tipo "event-study diff-in-diff" (Sun e Abraham, 2021; Clarke e Tapia-Schythe, 2021) in cui si confrontano le popolazioni residenti nei Comuni dell'Area (gruppo dei trattati) con quella di un gruppo di controllo, sia prima sia dopo l'evento.

Tale approccio presenta diversi vantaggi rispetto alle semplici analisi descrittive sinora prevalentemente utilizzate: (i) può tenere conto simultaneamente di una molteplicità di fattori che possono influenzare i trend demografici a prescindere dall'evento sismico; (ii) permette di testare la significatività statistica degli effetti e quindi di valutarne con maggiore affidabilità quella economica; (iii) consente – aspetto cruciale – di verificare empiricamente se il gruppo di confronto utilizzato per approssimare l'andamento controfattuale mostrasse prima dell'evento una dinamica effettivamente comparabile a quella dei Comuni del Cratere. Se gli andamenti dei due gruppi sono simili tra loro prima del terremoto, è più ragionevole ritenere che eventuali divergenze emerse in seguito al Sisma siano ad esso attribuibili; al contrario, andamenti dissimili già prima dell'evento suggerirebbero che anche la comparazione successiva potrebbe essere spuria. Inoltre, l'analisi viene approfondita considerando eventuali elementi di eterogeneità degli effetti nonché i possibili canali attraverso cui l'impatto principale si è realizzato.

Diverse ricerche a livello internazionale hanno applicato una simile metodologia per stimare gli effetti causali dei disastri naturali, in vari ambiti (Worthington e Valadkhani, 2004; Becerra *et al.*, 2014; Paudel e Ryu, 2018; Deryugina, 2017; Siodla, 2015; Hornbeck e Keniston, 2017): poiché l'evento ha un *timing* inatteso e una portata rilevante, eventuali divergenze emerse successivamente ad esso tra gruppi che prima avevano andamenti analoghi possono ragionevolmente essere interpretate come l'impatto causale (diretto e indiretto) dell'evento (rispetto cioè a quello che si sarebbe osservato in sua assenza). Un'ulteriore proprietà di questa strategia empirica, connessa con la sua flessibilità, è quella di permettere di valutare come l'effetto si sia dispiegato nel tempo; ciò rappre-

sentita un vantaggio rispetto al modello *difference-in-difference* classico che stima soltanto un unico valore post-trattamento e quindi sostanzialmente una media della fase post-evento.

Anticipando i principali risultati dell'analisi, le stime indicano un impatto negativo e significativo del Sisma sulla popolazione dei Comuni del Cratere, suggerendo come esso abbia effettivamente accentuato il calo demografico dei territori. Il valore puntuale dell'impatto medio stimato tra il 2016 e il 2022 rispetto al controfattuale si attesta a circa 2,4 punti percentuali, pari a quasi due quinti del calo della popolazione realmente osservato nello stesso periodo. L'effetto, ancora contenuto nell'immediato post-sisma, si è poi progressivamente ampliato, anche se nell'ultimo anno di osservazione sembrerebbe aver decelerato. In base alle stime, l'impatto è stato significativo in tutta l'Area, ma con intensità eterogenea, risultando particolarmente severo per i territori più intensamente colpiti, per i quali il Sisma avrebbe indotto un calo di 4,5 punti percentuali in sei anni. Il Sisma ha anche comportato un significativo aumento della quota di popolazione residente più anziana. A fronte di riflessi statisticamente non significativi sul saldo demografico naturale, l'impatto del Sisma sul calo demografico si è manifestato attraverso un peggioramento dei saldi migratori, soprattutto di quello interno.

Questo lavoro si relaziona con diversi filoni di letteratura. In primo luogo, apporta un contributo alla letteratura che stima gli impatti dei terremoti in Italia basandosi su tecniche econometriche controfattuali. Nonostante l'Italia sia stata oggetto di eventi sismici molto forti e distruttivi (basti pensare, rimanendo negli ultimi cinquant'anni, al Friuli nel 1976, all'Irpinia nel 1980, a Umbria e Marche nel 1997, a L'Aquila nel 2009, all'Emilia Romagna nel 2012)³, l'evidenza causale disponibile è ancora contenuta: Barone e Mocetti (2014), analizzando gli impatti di lungo periodo sul PIL pro capite dei terremoti in Irpinia e in Friuli, trovano effetti opposti (negativo nel primo caso, positivo nel secondo) associati a situazioni iniziali altrettanto differenziate relativamente al contesto socio-istituzionale, a dimostrazione che gli effetti di lungo periodo di un sisma non sono a priori scontati. Su un orizzonte di più breve termine, dove gli effetti negativi tendono a prevalere, Barone *et al.* (2013) quantificano l'impatto negativo del terremoto dell'Emilia Romagna del 2012 in termini di minore produzione. Sempre con riferimento agli effetti di breve periodo, Dottori e Micucci (2019), utilizzando dati di bilancio delle imprese, stimano un impatto negativo del Sisma del Centro Italia sul fatturato delle imprese del Cratere, più intenso per quelle dei settori dei servizi più legati alla domanda locale e turistica e per quelle più vicine agli epicentri. Analizzando il sisma del 1997, Mazzocchi e Montini (2001) stimano per l'Umbria l'impatto in termini di minori afflussi turistici.

Il presente lavoro si innesta inoltre nell'ambito degli studi sull'Area del Cratere del Sisma del Centro Italia o porzioni di essa. Lucchetti e Morettini (2022), utilizzando dati censuari a livello sub-comunale, esaminano l'andamento della popolazione nell'Area tra il 1931 e il 2011, osservando come il ruolo assunto dalle determinanti degli andamenti demografici sia risultato differenziato nelle diverse fasi che hanno contraddistinto l'ottantennio complessivamente considerato. Benassi *et al.* (2022) illustrano le dinamiche demografiche comunali negli ultimi quattro decenni, sottolineando l'interrelazione tra marginalità geografica e fragilità demografica. Compagnucci (2019) descrive il

³Per una rassegna degli eventi sismici in Italia nel Novecento, cfr. Ridolfi (2019), che ne ripercorre anche i diversi approcci alla ricostruzione. Sui terremoti più recenti, si veda Senato della Repubblica (2018).

contesto territoriale del Cratere, concentrandosi sull'individuazione di sistemi locali intercomunali come unità su cui calibrare le politiche territoriali, tra cui quelle legate alla ricostruzione. Focalizzandosi sul versante marchigiano del Cratere, Baldoni *et al.* (2019) delineano le caratteristiche del tessuto economico dell'Area e forniscono una ricognizione relativamente a diverse variabili economiche nei due anni successivi al Sisma⁴. Sempre sull'orizzonte del breve periodo e limitatamente alla provincia di Macerata, Capogrossi *et al.* (2017) mostrano un peggioramento del fatturato fra le piccole imprese ricomprese nel Cratere rispetto a quelle esterne ad esso.

Focalizzandosi specificamente sugli effetti sulla popolazione, un altro filone a cui questo lavoro si ricollega è quello degli studi che hanno trattato gli andamenti demografici in altre aree del Paese interessate da forti terremoti, come L'Aquila (Di Ludovico e Di Lodovico, 2019; Reynaud *et al.*, 2020; Ambrosetti e Petrillo, 2016; Pesaresi, 2012)⁵ e l'Irpinia (Ricciardi, 2010). Rispetto a queste analisi basate su evidenze di tipo descrittivo, questo lavoro cerca di identificare l'impatto ascrivibile al sisma sottoponendolo a verifica con metodi di inferenza causale: il suo contributo è quindi, da un punto di vista metodologico, anche quello di mostrare l'applicazione di un approccio replicabile per analizzare gli effetti di altri importanti eventi sismici in Italia.

Infine, questo lavoro si rifà in senso più generale alla letteratura economica che mira a stimare gli impatti economici e sociali dei disastri naturali, in particolare quella basata su dataset di tipo panel, di cui si sono già menzionati sopra diversi recenti contributi. Oltre agli studi già citati, si rimanda a Cavallo e Noy (2011) per un rassegna della letteratura precedente su questo tema.

Il resto della trattazione si articola come segue: nella Sezione 2 si presentano le fonti dei dati utilizzati e si mostrano alcune evidenze descrittive; nella Sezione 3 viene spiegata e discussa la strategia empirica. Nella Sezione 4 sono riportati e commentati i risultati principali, sono condotte analisi di robustezza degli stessi, viene analizzata l'eterogeneità degli effetti tra zone del Cratere e gruppi demografici e sono esplorati i canali di realizzazione. Infine, nella Sezione 5 sono riportate alcune considerazioni conclusive di sintesi riguardo ai risultati ottenuti e alla loro interpretazione.

2 Dati e analisi descrittiva

2.1 Le fonti dei dati

I dati utilizzati per l'analisi sono pressoché interamente di fonte Istat. In particolare, i dati sulla popolazione residente sono riferiti alla popolazione comunale residente al 1° gennaio di ogni anno. Per il periodo dal 1° gennaio 2002 al 1° gennaio 2019 si sono utilizzati i dati della *Ricostruzione intercensuaria della popolazione* (Istat, 2021a). La ricostruzione si basa sulla disponibilità delle informazioni censuarie (Censimenti della popolazione 2001 e 2011 e Censimento della popolazione al 31 dicembre 2018) e di quelle provenienti dai flussi demografici (nascite, decessi, migrazioni, acquisizioni della cittadinanza) registrati tra i censimenti 2001 e 2018⁶. Oltre alla popolazione comunale residente distinta per sesso, cittadinanza (italiana/straniera) ed età, tale fonte fornisce per ciascun anno del periodo 2002-2018 anche i bilanci demografici comunali ricostruiti, in cui sono presenti

⁴Per una descrizione del tessuto economico dell'area marchigiana del Cratere si veda anche Banca d'Italia (2017a).

⁵Per un'analisi sulla situazione a dieci anni dal terremoto de L'Aquila si veda anche Banca d'Italia (2019).

⁶Per ulteriori dettagli di natura metodologica si rimanda a Istat (2021b).

misure del movimento demografico (quali, ad esempio, nascite, decessi, immigrazioni ed emigrazioni sia interne sia con l'estero). L'unità territoriale alla base della ricostruzione è il Comune; i risultati a livello sovra comunale, dal provinciale al nazionale, sono determinati per aggregazione. Uno dei principali vantaggi offerti dalla *Ricostruzione intercensuaria della popolazione*, oltre alla coerenza interna dei dati, è l'utilizzo di confini amministrativi coerenti per tutto il periodo coperto, basati sulla classificazione Istat vigente nel 2019.

Per gli anni più recenti (dal 2019 al 2021 per i dati di flusso e dal 1° gennaio 2020 al 1° gennaio 2022 per quelli di stock) sono stati utilizzati i dati della *Popolazione residente comunale per sesso anno di nascita e stato civile* reperibili pubblicamente dal portale I.Stat. Questi dati tengono conto delle risultanze del Censimento permanente della popolazione per il periodo in cui esse sono disponibili. Il dato della popolazione al 1° gennaio del 2022 è stimato. Le unità amministrative comunali considerate in questa fonte possono differire da quelle della *Ricostruzione intercensuaria della popolazione* a seguito di variazioni dei confini territoriali, quali ad esempio fusioni tra Comuni, sia mediante incorporazione sia mediante creazione di nuove denominazioni, o modifiche delle circoscrizioni territoriali. Poiché la fattispecie di variazione più ricorrente è quella dell'accorpamento tra Comuni, i dati utilizzati per l'analisi sono stati quindi ricondotti alle unità territoriali comunali vigenti nel 2022⁷.

Le informazioni sulle caratteristiche geo-morfologiche dei Comuni sono anch'esse di fonte Istat, alla Sezione *Classificazioni statistiche e dimensione dei comuni*, dove sono disponibili classificazioni in base ad attributi quali litoraneità, zona altimetrica, altitudine del centro capoluogo, superficie territoriale (kmq), grado di urbanizzazione, zone costiere (Istat, 2022b).

L'individuazione dei Comuni dell'Area del Cratere è basata sulla Legge del 15 dicembre 2016 n.229 con l'integrazione, a seguito delle scosse del 18 gennaio 2017, di ulteriori 9 Comuni abruzzesi operata dalla Legge del 7 aprile 2017 n. 45. Il numero totale dei Comuni interessati, tenendo anche conto delle intercorse variazioni territoriali già programmate, è pari 138 (di cui 85 nelle Marche, 23 in Abruzzo, 15 in Umbria e 15 nel Lazio)⁸.

Per la suddivisione dei Comuni del Cratere in base all'intensità dei danneggiamenti registrati (cfr. Sezione 4.3) sono stati utilizzati i dati del Rapporto del Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma (2021) relativamente alle domande attese per la ricostruzione privata a seguito delle rilevazioni sui danneggiamenti subiti dagli edifici e alla manifestazione di volontà da parte dei proprietari di richiedere il contributo per la ricostruzione. I dati sono suddivisi in base all'entità del danneggiamento in "danni lievi" e "danni gravi".

Nella Sezione 4.3 sono presentate alcune statistiche descrittive ottenute a partire da *Istat, elaborazioni sui Trasferimenti di residenza*, una base dati elaborata da Istat sul periodo 2002-2019 per la Banca d'Italia, contenente il numero di trasferimenti di residenza fra singoli comuni e con l'estero, raggruppati in celle definite da categorie socio-demografiche. Nelle elaborazioni effettuate per questo studio, i dati sono stati sottoposti a ulteriori aggregazioni in termini sia geografici (ad esempio, raggruppando i comuni dell'Area del Cratere) sia di caratteristiche demografiche.

⁷Per variabili riferite a un ammontare di persone si è proceduto all'aggregazione mediante somma, per gli indicatori quantitativi (ad. es.: indici demografici) sono state calcolate medie ponderate per la rispettiva popolazione comunale, mentre per gli indicatori qualitativi (ad es.: classe del comune) è stata considerata quella del Comune più popoloso.

⁸La lista dei Comuni è riportata in Appendice nella Tabella A1; per maggiori dettagli si rimanda alla Sezione 4.3.

2.2 Analisi descrittiva

Tra il 1° gennaio del 2016 e il 1° gennaio del 2022 la popolazione nell'Area del Cratere del Sisma del Centro Italia è diminuita complessivamente del 6,3%, pari a circa 36.600 persone in meno, un ammontare superiore all'intera popolazione pre-sisma di Fabriano e quasi pari a quella di Spoleto, i due Comuni più grandi dell'Area tra quelli non capoluogo di provincia. Il tasso di decremento medio annuo è stato dell'1,1%, a fronte di una più contenuta flessione pari allo 0,3% in media annua nel resto del Paese (Figura 1). Per più di un quarto dei Comuni dell'Area la contrazione media annuale è stata superiore al 2%; solo 2 dei 138 Comuni del Cratere non hanno registrato una diminuzione nel numero dei residenti nell'intervallo considerato. La misurazione basata sulla residenza potrebbe peraltro sottostimare l'effettivo calo non considerando gli sfollati che, pur non avendo cambiato la residenza, vivono in altri Comuni, con non trascurabili probabilità di rimanervi.

Il più intenso calo demografico verificatosi nell'area del Cratere negli ultimi sei anni appare difficilmente attribuibile *sic et simpliciter* all'effetto del terremoto, in quanto già nei sei anni precedenti (tra il 2010 e il 2016) il tasso medio annuo di variazione della popolazione era stato negativo a fronte di un valore lievemente positivo nel resto del Paese, come pure la dinamica demografica dell'Area, seppur positiva, era risultata più deludente che nel resto del territorio italiano anche nel periodo precedente (dal 2002 al 2010; cfr. Tabella 1)⁹. Nell'Area del Cratere un andamento demografico chiaramente declinante era già in atto dal 2010, mentre nel resto del Paese la popolazione ha continuato a crescere sino al 2014 (Figura 2)¹⁰. La lettura congiunta della Tabella 1 e della Figura 2 suggerisce come sia inappropriato utilizzare il resto del Paese nel suo complesso come gruppo di controllo, in quanto le dinamiche pregresse al sisma erano differenziate, violando così l'assunzione di trend paralleli pre-evento.

Le peculiarità socio-demografiche ed economiche dei territori ricompresi all'interno del Cratere del Sisma sono state messe in luce in diverse precedenti analisi (cfr. ad esempio Banca d'Italia, 2017a,b; Compagnucci, 2019). Seppur con l'inevitabile presenza di elementi di eterogeneità riconducibile anche all'estensione dell'Area, i territori del Cratere si caratterizzano per una minore densità della popolazione e delle attività economiche, un'età media più elevata e, benché parzialmente attenuata dalla presenza di capoluoghi di provincia, per una diffusa condizione di perifericità e fragilità (Cipolletti *et al.*, 2019; Benassi *et al.*, 2022)¹¹. Queste caratteristiche sono ancora più accentuate nelle zone più vicine agli epicentri del Sisma, coincidenti con le aree più interne e montane (Compagnucci e Morettini, 2020).

La geografia e la morfologia dei territori hanno verosimilmente un ruolo rilevante nello spie-

⁹Analisi con maggiore profondità della serie storica mostrano come ampie porzioni del Cratere fossero state interessate precedentemente da fenomeni di spopolamento (Lucchetti e Morettini, 2022; Benassi *et al.*, 2022). Anche nel primo decennio del secolo in corso, seppure in un contesto di complessiva tenuta della popolazione nell'Area, diversi territori, specialmente quelli nelle aree più interne e montane hanno registrato un calo demografico.

¹⁰La Figura 2 è ottenuta con riferimento ai dati aggregati, ma le dinamiche relative non mutano qualora si considerino invece le medie semplici dei dati comunali: anche in questo caso la popolazione nell'Area del Cratere risulta in diminuzione dal 2010, mentre nel resto del Paese la crescita demografica prosegue fino al 2014.

¹¹Baldoni *et al.* (2019), analizzando il versante marchigiano del Cratere, osservano come se pure sono presenti realtà eterogenee dal punto di vista delle specializzazioni produttive "è altresì vero che tutti i territori del cratere sembrano comunque accomunati da un lento ma inesorabile declino sia demografico che produttivo" (p. 147).

gare la situazione socio-demografica dell'Area. La Tabella 2 confronta i Comuni del Cratere con gli altri Comuni del Paese rispetto a una serie di indicatori geo-morfologici e di insediamento umano. I Comuni dell'Area del Cratere risultano, come sopra menzionato, mediamente meno popolati, con una differenza rilevante in termini di densità: gli abitanti per chilometro quadrato sono mediamente pari a poco più di un quarto di quelli degli altri Comuni. Inoltre, la collocazione altimetrica è mediamente più elevata; nessuno tra i Comuni del Cratere può essere classificato come "di pianura" e naturalmente non risultano presenti Comuni "litoranei" o "di zona costiera"¹². Oltre la metà dei Comuni è classificata come "di montagna interna", la classe di altimetria più elevata, mentre anche la quota di quelli classificati come "di collina interna" (la categoria residuale essendo "collina litoranea") è maggiore che fra gli altri Comuni. Quanto alle caratteristiche di urbanizzazione, nessuno dei Comuni del Cratere può essere classificato come "urbano" (inteso nel senso di città o comunque di zona densamente popolata), mentre il 90% di essi rientra nella categoria "rurale", ossia quella a più bassa densità di popolazione¹³. Quanto alla classificazione basata sulla Strategia Nazionale Aree Interne (SNAI) e connessa con la prossimità dei Comuni ai servizi essenziali (Barca *et al.*, 2014), i Comuni dell'Area del Cratere si caratterizzano per un'incidenza più elevata di quelli classificati nella macro categoria Aree Interne, ossia zone a maggiore perifericità¹⁴, sia secondo la definizione del 2014, sia secondo quella recentemente rivista dall'Istat (Istat, 2022a): scendendo più in dettaglio, la differenza rispetto agli altri Comuni è soprattutto riconducibile alla maggiore quota della sottoclasse delle Aree Interne a perifericità relativamente minore (i Comuni "Intermedi"), mentre negli altri Comuni è più ampia la quota dei Comuni "Cintura", la sottoclasse dei Comuni che pur non costituendo un Polo sono relativamente vicini ad essi¹⁵.

La Tabella 3 si concentra invece sui confronti relativi alle caratteristiche demografiche, elaborate sui valori medi nel decennio antecedente il sisma. Come sopra menzionato, i Comuni dell'Area del Cratere si connotano per un'età media più elevata che si riflette in una quota più contenuta di popolazione nella fascia di età più giovane (meno di 15 anni) e una quota maggiore di popolazione nella fascia di età più elevata (oltre i 64 anni). Ciò implica un indice di vecchiaia (persone con oltre 64 anni ogni cento giovani con meno di 15) significativamente più elevato (di oltre un terzo) di quello degli altri Comuni del Paese. Anche l'indice di dipendenza strutturale (che misura il rapporto tra la popolazione non in età da lavoro, ossia con meno di 15 anni o più di 64 anni, ogni cento persone in età da lavoro) è sfavorevole ai Comuni del Cratere. In questi Comuni è maggiore l'incidenza di cittadini stranieri, verosimilmente anche in relazione al minore costo delle abitazioni. Vi si associa anche un saldo migratorio con l'estero positivo e più elevato che negli altri Comuni, plausibilmente in connessione con le relazioni di *network* delle dinamiche migratorie internazionali secondo le quali i nuovi flussi di immigrazione tendono ad insediarsi più frequentemente nei luoghi dove sono già presenti comunità di immigrati provenienti dai medesimi paesi (Card, 2001). Sono invece negativi e decisamente sfavorevoli nel confronto con gli altri Comuni italiani il saldo

¹²Tali classificazione sono di fonte Istat. Per maggiori dettagli si rimanda a Istat (2022b).

¹³In questo caso, la classe rimanente è quella delle "piccole città e sobborghi", ossia zone a densità di popolazione intermedia.

¹⁴Il tema delle Aree interne relativamente ai territori del Cratere è trattato anche in Chiapparino (2019); Compagnucci (2019) e Rotondo *et al.* (2021).

¹⁵Le differenze nelle incidenze delle classi più estreme, ossia i "Poli" in senso ampio ("Polo" e "Polo intercomunale") da un lato e i "Periferici" ("Periferici" e "Ultra Periferici") dall'altro lato, sono più contenute.

naturale (nascite al netto dei decessi) e il saldo migratorio interno¹⁶.

Dall'esame di queste evidenze sembra emergere come gli altri Comuni italiani considerati nel loro complesso non possano fornire un controfattuale adeguato per la stima dell'andamento dei Comuni dell'Area del Cratere in assenza del sisma, suggerendo l'opportunità di restringere il campione di controllo a un insieme più ristretto di Comuni.

3 Strategia empirica

La strategia empirica si basa sulla stima di un modello econometrico di tipo "event-study diff-in-diff" (studio di evento con differenze nelle differenze) applicato a un dataset organizzato in forma panel. Tale approccio, sviluppato nell'ambito dei metodi per l'analisi quasi-sperimentale, è stato applicata in diversi ambiti, dall'economia alle altre scienze sociali e a quelle mediche (Sun e Abraham, 2021; Roth, 2022): sostanzialmente, si confrontano unità per le quali si è osservato a un certo punto un determinato evento con unità assimilabili per le quali l'evento non si è verificato.

Il dataset panel ha come unità di osservazione il Comune e come dimensione temporale gli anni dal 2002 al 2022. Il modello stimato può essere scritto come segue:

$$\ln(POP)_{mt} = \alpha + \sum_{j=2}^J \beta_j (\text{Lead } j)_{mt} + \sum_{k=0}^K \gamma_k (\text{Lag } k)_{mt} + \mu_m + \tau_t + \mathbf{X}'_{m,t} \Delta + \epsilon_{mt} \quad (1)$$

dove i pedici m e t si riferiscono al Comune e all'anno, rispettivamente, la matrice opzionale $\mathbf{X}_{m,t}$ si riferisce a un insieme di regressori variabili nel tempo e tra le unità, μ_m è un effetto fisso riferito al Comune (invariante nel tempo), τ_t è un effetto fisso riferito all'anno (invariante tra Comuni). I regressori Lead e Lag fanno riferimento, rispettivamente, ai periodi antecedenti e successivi all'evento. In particolare, Lead j è una variabile dummy che assume valore 1 il j -esimo anno prima dell'evento, con j che varia da 2 (in quanto l'effetto $j = 1$ è normalizzato a zero)¹⁷ a $J = 14$, ossia fino a considerare il primo anno di disponibilità dei dati, il 2002. Lag k è una variabile dummy che assume valore 1 il k -esimo anno successivo all'evento, variando da 0 a 5 (ossia sino al 2022, anno più recente disponibile). Ne consegue che per le unità per le quali l'evento non si verifica tali variabili assumono sempre il valore 0. La variabile dipendente è il logaritmo della popolazione al 1° gennaio di ogni anno. L'utilizzo del logaritmo è motivato sia dall'opportunità di ridurre l'eteroschedasticità dei disturbi sia da quella di interpretare i coefficienti stimati come variazioni percentuali, attraverso appunto l'approssimazione logaritmica. Gli errori standard sono clusterizzati a livello di Comune, per tenere conto della possibile autocorrelazione dei disturbi.

Per l'evento oggetto dell'analisi, ossia il Sisma del Centro Italia, l'anno considerato come immediatamente precedente al verificarsi dell'evento è il 2016 (la popolazione è riferita al 1° gennaio, quando ancora il Sisma non si era verificato). Il tempo t_0 , ossia il primo periodo in cui i dati sono rilevati una volta che l'evento si è materializzato è quindi il 2017¹⁸.

¹⁶Nella Tabella 3 non sono riportati i flussi che pure impattano sul bilancio demografico comunale dovuti a iscrizioni e cancellazioni per altri motivi.

¹⁷Ciò implica che tutti gli effetti sono riportati rispetto al periodo immediatamente precedente l'evento.

¹⁸Al riguardo va osservato come alcune significative scosse sismiche si siano verificate successivamente al 1° gennaio 2017; tuttavia, soltanto 9 dei 138 Comuni del Cratere sono stati aggiunti successivamente a tale data. Nella specificazione

Il modello (1) presenta almeno quattro importanti caratteristiche per la valutazione dell'effetto del Sisma: (i) consente di sottoporre a verifica – mediante test di azzeramento congiunto di $Lead\ j$ – se il gruppo dei trattati (i Comuni del Cratere) e quelli di controllo (gli altri Comuni o un loro sottoinsieme) avessero un comportamento simile prima del verificarsi dell'evento: se emergessero differenze sistematiche già prima del verificarsi del Sisma, vi sarebbero buoni motivi per dubitare della capacità del campione di controllo di fornire un valido controfattuale e quindi di interpretare le stime di $Lag\ k$ come effetti del sisma; (ii) consente di valutare come sono evoluti nel tempo gli eventuali effetti del sisma, differenziandosi sotto questo aspetto da un approccio "diff-in-diff" classico, in cui sarebbe calcolabile soltanto l'effetto nella media dei periodi post-evento; (iii) permette di valutare non solo la significatività statistica del Sisma, ma anche quella "economica", confrontando la stima con la diminuzione effettivamente osservata, che potrebbe risentire di altri effetti controllati o meno dal modello; (iv) non da ultimo, consente di visualizzare graficamente in modo molto immediato e trasparente sia l'effetto stimato sia la verifica di trend paralleli nel pre-evento.

Come osservato nella Sezione 2.2, è verosimile attendersi che non tutti gli altri Comuni italiani possano rientrare in un appropriato gruppo di controllo per i Comuni del Cratere. Per fronteggiare tale problematica, in prima battuta viene selezionato un campione (da qui in avanti, *sample*) da cui sono esclusi Comuni con caratteristiche palesemente differenti da quelle dei comuni trattati. In particolare, il *sample* esclude: i Comuni classificati come "di zona costiera", "litoranei", "di montagna litoranea", "ad elevata urbanizzazione", "di pianura" o comunque con un'altitudine inferiore a 150 metri in quanto nessuno dei Comuni del Cratere rientra in queste classi (cfr. Tabella 2); i Comuni con popolazione superiore a 60.000 abitanti (il livello massimo della popolazione nei Comuni del Cratere si attesta a circa 55.000) o con una densità superiore a 800 abitanti per chilometri quadrati (superiore a quella massima rilevata per i Comuni trattati); i Comuni della Valle d'Aosta e delle province autonome di Trento e Bolzano (che potrebbero per varie ragioni avere caratteristiche ben diverse dai Comuni appenninici del Cratere) così come i Comuni di Sicilia e Sardegna (anch'esse per la possibilità, stante pure la natura di Regioni a Statuto Speciale e l'insularità, di avere caratteristiche peculiari). Sono infine esclusi dal *sample* i Comuni extra-Cratere delle province al cui interno sono presenti Comuni appartenenti al Cratere: da un lato questi Comuni potrebbero aver subito essi stessi gli effetti diretti del Sisma pur non essendo stati indicati nelle disposizioni normative che hanno istituito l'Area del Cratere; dall'altro lato, sempre per ragioni di prossimità, questi Comuni potrebbero essere le località dove si è trasferita una parte consistente della popolazione del Cratere che ha dovuto abbandonare la propria abitazione. Sebbene queste due fattispecie non abbiano un impatto chiaro sulla direzione delle stime (la prima andrebbe nel senso di attenuare l'effetto, la seconda di accentuarlo), entrambe suggeriscono di escludere tali Comuni dal gruppo di controllo perché potrebbero essere essi stessi in parte trattati¹⁹. Tale esclusione implica inoltre di non includere nel gruppo di controllo i Comuni extra-Cratere delle province di L'Aquila, Pescara e Teramo, tra cui sarebbero rientrati anche quelli interessati essi stessi dagli ef-

di base del modello si è dunque optato per mantenere il medesimo anno come t_0 per tutti i Comuni, lasciando alle verifiche di robustezza una specificazione di tipo *staggered* in cui t_0 è uguale al 2017 per i nove Comuni abruzzesi entrati nel Cratere successivamente.

¹⁹Si è inoltre verificato che non vi sono casistiche di Comuni del Cratere confinanti con Comuni di altre province nelle quali non vi sia alcun Comune del Cratere. Pertanto, tutti i Comuni direttamente confinanti con quelli dell'Area del Cratere sono esclusi dal gruppo di controllo.

fetti di un altro importante sisma nel periodo pre-evento, quello aquilano. Una rappresentazione geografica dei territori rientranti nel bacino del *sample* è fornita in Appendice nella Figura A1.

La definizione così effettuata del *sample* va nella direzione di creare un supporto comune tra campione trattato e di controllo. Una possibile alternativa sarebbe stata quella di definire il supporto comune sulla base della stima di un *propensity score* a partire da un insieme di caratteristiche osservabili. Si è però preferito mantenere una maggiore trasparenza sulla definizione del campione di controllo e rilassare l'assunzione di unidimensionalità (ossia di riconduzione di molteplici variabili a un'unica variabile di sintesi, il *propensity score*) sottesa all'approccio alternativo. Si è inoltre preferito non adottare un'individuazione del campione di controllo per il diff-in-diff basata sul *matching* sui *pre-treatment outcomes* perché questo approccio potrebbe introdurre più distorsione nelle stime di quanta ne corregga, attraverso fenomeni di ritorno verso la media (*mean reversion*) da parte di unità selezionate sulla base di realizzazioni particolari degli *outcomes* (Daw e Hatfield, 2018; Chabé-Ferret, 2015, 2017)²⁰.

La Figura 3 replica la Figura 2 aggiungendo la dinamica della popolazione nei Comuni extra Cratere facenti parte del *sample* come sopra definito. Si può osservare come la dinamica prima dell'evento si avvicini notevolmente a quella dell'Area del Cratere; anche nel post-evento l'andamento risulta meno dissimile di quella osservata su tutti quanti i Comuni extra-Cratere.

Anche restringendo l'analisi al *sample* così delineato non vi è però garanzia dell'assenza di andamenti discordanti prima dell'evento, ovvero che gli effetti nel periodo di pre-trattamento non siano statisticamente diversi da zero. I Comuni trattati e quelli di controllo compresi nel *sample* potrebbero cioè muoversi su trend differenziati prima del trattamento. Questa problematica viene affrontata utilizzando e via via ampliando il set delle variabili di controllo $X_{m,t}$. Una prima variabile candidata a spiegare andamenti demografici differenziati è la struttura anagrafica della popolazione; Lucchetti e Morettini (2022) trovano che le variabili riferite alla struttura per età della popolazione sono particolarmente rilevanti nello spiegare l'andamento demografico dell'Area nel ventennio 1991-2011, più che nei quattro ventenni precedenti. Per controllare per questo possibile effetto, è stata costruita la variabile di controllo $\tau_t * Q4.L6.ELDERLY_SHARE_{mt}$: si tratta cioè dell'interazione tra gli effetti fissi anno e quattro classi comunali definite in base ai quartili della distribuzione nel *sample* della quota di popolazione con oltre 64 anni (ritardata di 6 periodi in modo che risulti pre-determinata rispetto all'evento Sisma anche per le osservazioni del 2022). In tal modo l'effetto fisso temporale non è vincolato a essere il medesimo per tutti i Comuni, ma può variare in base alla classe di anzianità del Comune, consentendo dinamiche di contrazione più accentuata per i territori che già mostravano una popolazione meno giovane. Un'altra dimensione a cui potrebbero associarsi trend demografici differenziati è quella della macroarea, soprattutto in considerazione delle dinamiche migratorie interne dal Mezzogiorno verso il Nord del Paese e verso l'estero (Banca d'Italia, 2022): è stata così creata la variabile $\tau_t * MACROAREA_m$ dove $MACROAREA_m$ sono dummy per le quattro macroaree: Nord Ovest, Nord Est, Centro e Mez-

²⁰L'intuizione è che, vincolando per costruzione la variabile dipendente a essere simile nel *pre-treatment* a quella delle unità successivamente trattate, si opererebbe una selezione sulla popolazione dei potenziali controlli basata sugli *outcomes* che aumenta la probabilità di considerare le unità che mostreranno nei periodi successivi un ritorno verso la rispettiva media, la quale potrebbe differire da quella della popolazione trattata, aumentando così meccanicamente la probabilità di osservare effetti spuri.

zogiorno. Un'ulteriore caratteristica geografica cui potrebbero associarsi traiettorie demografiche differenti è quella della montanità: Lucchetti e Morettini (2022) mostrano come la dinamica demografica nell'Area del Cratere in varie fasi temporale del secolo scorso e dell'inizio di quello in corso sia risultata eterogenea in base all'altitudine, anche nei periodi di sostanziale tenuta demografica complessiva. Per controllare per questo possibile fattore, è stata aggiunta la variabile $\tau_t * ZONA_ALT_m$ che si riferisce all'interazione degli effetti fissi tempo con le zone altimetriche definite dall'Istat.

In specificazioni del modello ulteriormente saturate sono stati anche considerati possibili trend eterogenei rispetto alla pregressa densità di popolazione e alla pregressa quota di popolazione straniera. In particolare, la variabile $\tau_t * Q4.L6.DENSITY_{mt}$ è costruita interagendo gli effetti fissi temporale con le classi definite dai quartili della densità di popolazione comunale (6 anni prima); questa variabile è volta a controllare per il fatto che le traiettorie demografiche di Comuni più o meno densamente popolati possono differire sistematicamente per via delle economie di agglomerazione o di trend di lungo periodo (Sato e Yamamoto, 2005; Accetturo *et al.*, 2019a,b). Infine, è stata anche considerata la variabile $\tau_t * Q4.L6.FOREIGN_SHARE_{mt}$, costruita in modo analogo a quelle precedentemente descritte, che tiene conto dell'incidenza (pregressa) degli stranieri, quale fattore potenzialmente influente sulle dinamiche migratorie: oltre agli effetti di network menzionati nella Sezione 2.2, va tenuto conto del fatto che gli stranieri hanno di solito una maggiore mobilità dei locali (Basso *et al.*, 2019).

Da un punto di vista econometrico, seguendo la terminologia più comunemente utilizzata nell'ambito dell'inferenza contofattuale, l'identificazione di un effetto causale attraverso la stima del modello (1) poggia sulle assunzioni che: (a1) condizionatamente alle covariate, vi siano trend paralleli tra il gruppo dei trattati e quello dei controlli; (a2) non vi sia stata anticipazione dell'evento. Se l'assunzione (a1) è verificata, i coefficienti β dei Lead non dovrebbero differenziarsi significativamente da zero: il sopra-menzionato test di azzeramento dei Lead è appunto volto ad analizzare l'eventuale evidenza di pre-trend. Come suggerito da Roth (2022), i test di azzeramento sono effettuati congiuntamente su più periodi pre-trattamento in modo da aumentare la potenza dei test nell'individuazione di deviazioni dal parallel trend, mentre test effettuati sui singoli coefficienti potrebbero risultare meno efficaci in tal senso²¹. Vi è inoltre da osservare che nel *setting* considerato le unità trattate ricevono il trattamento con lo stesso *timing*: non si tratta quindi di un design di tipo *staggered diff-in-diff* in cui sono compresenti diverse coorti di unità trattate in differenti momenti e l'effetto stimato è la risultante, non sempre facilmente interpretabile, della combinazione degli effetti stimati relativamente a diversi tipi di confronti tra le coorti (cfr. Sun e Abraham, 2021; Callaway e Sant'Anna, 2021).

Con riferimento all'assunzione (a2), l'evento è da considerarsi non anticipato, in quanto a gennaio 2016 (ultima rilevazione pre-evento nei dati) era ignoto che si sarebbe verificato un terremoto di simile entità nell'anno, né negli anni immediatamente precedenti nelle quattro regioni interessate dal Sisma erano state adottate riclassificazioni delle zone sismiche che avrebbero potuto asso-

²¹Nella Sezione 4 sono discussi altri elementi a sostegno della plausibilità dell'assunzione (a1) e della validità dei pre-test.

ciarsi a cambiamenti nella percezione del rischio da parte della popolazione residente²². Riguardo l'assunzione di non anticipazione dell'evento, un'ulteriore considerazione che è opportuno fare concerne la possibile obiezione alla strategia di identificazione relativamente al fatto che l'Area del Cratere già prima del terremoto del 2016 si connotava come una zona ad elevato rischio sismico, con potenziali implicazioni in termini di differenze sistematiche sul tipo di popolazione che vi si trovava a vivere rispetto a quella di zone a minore sismicità. Sebbene ciò possa essere vero o quantomeno verosimile, vi è da notare che: (i) numerosi altri Comuni nel *sample* di controllo si trovano in aree a rischio sismico, data la diffusione di tale connotato nel territorio italiano (Rubino, 2019; Di Salvo *et al.*, 2019); (ii) per l'identificazione dell'effetto secondo la strategia quasi-sperimentale adottata non rileva tanto la conoscenza del *se* un terremoto si sarebbe potuto verificare, ma del *quando*: poiché quest'ultima informazione non era a priori nota, le differenze sistematiche tra gruppo dei trattati e gruppo di controllo dovrebbero comparire già prima dell'evento e, in quanto tali, il modello consente di controllarli il più possibile mediante l'inserimento di fattori fissi a livello comunale (μ_m) e di altre variabili di controllo varianti nel tempo e, soprattutto, consente di sottoporre a test l'eventuale presenza di asimmetrie prima dell'evento.

Un'altra possibile minaccia alla strategia di identificazione adottata è riconducibile alla presenza di shock contemporanei o successivi al Sisma che al netto delle covariate abbiano avuto effetti asimmetrici tra l'Area del Cratere e il gruppo di controllo: questi shock agirebbero come fattori che, andandosi a sovrapporre agli effetti veri e propri del Sisma, ne confonderebbero l'individuazione. Tuttavia, questi fattori dovrebbero essere variabili nel tempo (altrimenti sarebbero neutralizzati dall'effetto fisso μ_m) e dovrebbero essersi manifestati successivamente al Sisma (altrimenti se ne avrebbe traccia nel periodo pre-trattamento). Non emergono evidenti esempi di tali fattori se non, potenzialmente, il principale shock dell'ultimo biennio del periodo analizzato, ovvero la pandemia da Covid-19. Tuttavia, non è a priori chiaro se la pandemia abbia avuto effetti differenziati tra i due gruppi e, se sì, in quale direzione. Da un lato, la più elevata quota di popolazione anziana nel Cratere potrebbe avere posto un numero di persone proporzionalmente maggiore a rischio di decesso; dall'altro lato, la minore densità di popolazione potrebbe avere attenuato le occasioni di diffusione del contagio. Ad ogni modo, questi eventuali fattori possono sia essere almeno in parte controllati attraverso l'inserimento delle sopra citate covariate basate sulle interazioni di effetti fissi temporali e classi di anzianità o densità della popolazione, sia essere esplorati analizzando gli effetti separatamente sui flussi che determinano la variazione complessiva della popolazione, quali nascite, decessi e migrazioni (Sezione 4.3).

Vi è infine da precisare che nel modello (1) l'effetto del terremoto è stimato in forma ridotta e dunque esso incorpora i vari meccanismi, diretti e indiretti, attraverso cui tale effetto può essersi verificato. Inoltre, va tenuto presente che, essendo la misurazione della popolazione basata sulla scelta della residenza, ci si può aspettare una reattività non immediata all'evento ed appare dunque particolarmente interessante vedere il modo in cui l'effetto si dispiega nel tempo. Come già menzionato nella Sezione 2.2, la misurazione basata sulla residenza potrebbe rivelarsi imprecisa nella misura in cui le persone siano andate ad abitare altrove, senza trasferire residenza: ciò sug-

²²La più recente riclassificazione delle zone sismiche nelle quattro regioni effettuata prima del 2016 risale al 2012 relativamente a nove comuni umbri (DGR Umbria 1111/2012).

gerisce di interpretare le stime come un limite inferiore (*lower bound*) dell’impatto effettivo; d’altra parte, il fatto di poter condurre l’analisi su un orizzonte che arriva sino a sei anni dopo l’evento consente verosimilmente di incorporare gli spostamenti di residenza che possono essersi realizzati con il permanere dell’allontanamento dal luogo di origine e la progressiva instaurazione di routine e interessi in quello di destinazione.

4 Risultati

4.1 Risultati del modello di base

Il modello (1) è stimato in diverse specificazioni, i cui risultati principali sono riportati nella Tabella 4 e sintetizzati graficamente nelle Figure 4 e 5²³.

In una prima specificazione (col. a della Tabella 4), la stima è effettuata sull’intero dataset, ossia senza escludere alcun Comune dal campione di controllo, e senza considerare alcuna covariata in $X_{m,t}$. Tale specificazione appare chiaramente inadeguata a cogliere l’effetto del terremoto perché emergono chiare differenze nei trend già prima del Sisma: i coefficienti di *Lead j* sono significativi, sia singolarmente, sia congiuntamente (come mostrato nelle righe in fondo alla tabella). La Figura 4a mostra la chiara presenza di pre-trend prima dell’evento.

A partire dalla seconda specificazione del modello (col. b), la stima è effettuata sul solo *sample*, definito nella Sezione 3. $L'R^2$ aggiustato migliora, i pre-trend si attenuano, ma restano ancora statisticamente significativi. La Figura 4b mostra graficamente il miglioramento rispetto alle stime effettuate sull’intero dataset in termini di abbattimento dei pre-trend, ma anche come questa specificazione non sia di per sé sufficiente ad annullarli del tutto. Sembrano inoltre emergere primi segnali di cambiamento di tendenza dopo l’evento, mentre nella Figura 4a la traiettoria degli effetti stimati risultava sostanzialmente inalterata.

Le specificazioni successive si concentrano quindi sul solo *sample* e sono graficamente rappresentate in sequenza nella Figura 5, dove il pannello a riporta nuovamente le stime della Figura 4b (ovvero senza $X_{m,t}$) su una scala leggermente ingrandita per migliorare la comparazione con i modelli successivi.

Nella specificazione della col. c della Tabella 4 e della Figura 5b, vengono aggiunti trend variabili in base alla classe di anzianità della popolazione comunale pregressa. Si verifica un chiaro miglioramento, sia in termini della capacità di interpolazione dei dati ($L'R^2$ aggiustato sale a 0.55) sia e soprattutto in termini di abbattimento dei pre-trend: all’usuale livello del 5%, i *Lead* non sono significativi né singolarmente, né congiuntamente nei vari raggruppamenti fino a 6, 7 ed 8 *Lead* mostrati nella parte bassa della Tabella 4. Tuttavia, come mostrato il *Lead 2* è debolmente significativo, e anche i test di azzeramento congiunto dei primi 6 e 7 *Lead* sono inferiori al 10%. Se da un lato ciò depone a sfavore della specificazione della col. c, dall’altro lato ciò suggerisce anche come il pre-testing mantenga una buona capacità di rigettare la nulla, rispetto a possibili rischi di bassa potenza dei pre-test nell’individuazione di pre-trend (Roth, 2022).

²³Tutte le stime sono effettuate attraverso il comando Stata *eventdd* sviluppato da Clarke e Tapia-Schythe (2021).

Nella successiva specificazione (col. d e Figura 5c), tra le variabili di controllo in $X_{m,t}$ vengono aggiunti anche i trend differenziati in base alla macroarea. L' R^2 aggiustato mostra un ulteriore miglioramento (sebbene con un incremento più contenuto) e tutti i primi 8 *Lead* risultano chiaramente non significativi, sia singolarmente sia congiuntamente, con p-value dei test di azzeramento elevati. La non significatività degli effetti antecedenti l'evento è ben visibile nella Figura 5c. Posto che prima dell'evento non emergono elementi di differenza tra campione trattato e campione di controllo, ci si può focalizzare su cosa succede a seguito dell'evento: a fronte di un primo *Lag* non significativo, quelli successivi sono tutti ampiamente significativi e progressivamente crescenti, fino ad attestarsi su un valore puntuale di circa 2,4 punti percentuali alla fine dell'orizzonte di osservazione.

Nella Figura 5d e nella col. e si aggiunge al modello la possibilità di trend differenziati secondo la classe di altitudine del Comune. L'andamento nel pre-trend appare sostanzialmente piatto, mentre si conferma l'evidenza di una diminuzione dopo l'evento, sempre su una magnitudine di circa 2,4 punti alla fine dei sei anni post-evento²⁴.

Nella specificazione della col. f e della Figura 5e, il modello viene arricchito anche della possibilità di trend differenziati in base alla classe di densità pregressa della popolazione. Le evidenze della precedente specificazione non vengono sostanzialmente alterate: l' R^2 aumenta in modo modesto e si incrementano anche i valori dei p-value dei test di azzeramento congiunto dei *Lead*. La stima dei *Lag* rimane significativa singolarmente dal 2017 e congiuntamente per l'insieme dei *Lag*, con un valore puntuale stimato alla fine del periodo molto simile a quello della precedente specificazione. Le stime sono tuttavia meno precise come mostrato dall'ampliamento degli errori standard e anche i valori puntuali dei coefficienti nel pre-trend, pur rimanendo sempre non significativi, appaiono più erratici. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che i trend associati alle classi di densità della popolazione potrebbero essere correlate con altri controlli già presenti nel modello, quali i trend legati alle classi di altitudine e anzianità.

Infine, nell'ultima specificazione riportata (col. g e Figura 5f), il modello viene ulteriormente saturato includendo anche la possibilità di trend differenziati in base alla pregressa incidenza di stranieri. Anche in questo caso, in termini incrementali rispetto alla specificazione precedente, non vi è un grande contributo esplicativo: l' R^2 aggiustato rimane sostanzialmente invariato, così come la lettura statistica ed economica dei dati.

Tenuto conto che le ultime due specificazioni aggiungono complessità al modello senza apportare sostanziali benefici, anzi aumentandone l'imprecisione a causa dell'ampliamento degli errori standard, esse sono utilizzate come verifiche di robustezza della baseline, mentre come specificazione benchmark si preferisce quella leggermente meno saturata che ammette comunque trend differenziati rispetto a pregressa struttura per età, macroarea e altitudine (Figura 5d e col. e della Tabella 4). Ulteriori verifiche di robustezza sono presenti nella Sezione 4.2. Come sopra menzionato, i risultati indicano un effetto negativo del Sisma sulla popolazione statisticamente significativo a partire dal 2018 e successivamente ampliandosi fino ad attestarsi su un impatto a 6 anni dall'evento

²⁴L'andamento piatto delle stime puntuali dei coefficienti pre-evento, i loro intervalli di confidenza non particolarmente ampi e la chiara evidenza di un cambiamento nei periodi post-eventi depongono tutti a favore del fatto che sia individuato effettivamente un effetto e l'assenza di pre-trend non sia da imputare a problemi di potenza dei test di azzeramento pre-evento (Roth, 2022).

di circa 2,4 punti percentuali rispetto al controfattuale. Il fatto che l'effetto negativo si sia ampliato a distanza dall'evento è coerente con il fatto che possa essere intercorso del tempo prima della decisione di trasferire la residenza. Alla fine dell'orizzonte di osservazione, la tendenza dell'effetto negativo ad ampliarsi non si è ancora interrotta, anche se la progressione sembra essersi attenuata nell'ultimo anno: per poter stabilire se questo sia il segnale del raggiungimento di un *plateau*, occorrerà aggiornare l'analisi nel tempo, man mano che si renderanno disponibili nuovi dati.

I risultati dell'analisi econometrica consentono anche di comparare l'effetto stimato con la variazione effettiva che si è registrata nell'Area (pari, come precedentemente riportato) al -6,3% circa. In base alle stime, il calo della popolazione provocato dal Sisma rappresenta circa il 38% (corrispondente quindi a quasi i due quinti) della diminuzione complessivamente registrata, con la parte restante riconducibile a tendenze demografiche che si sarebbero comunque tendenzialmente verificate lo stesso, per caratteristiche pregresse dell'Area o per altri fattori comunque estranei al Sisma²⁵.

4.2 Verifiche di robustezza

I risultati considerati quali benchmark sono, come sopra menzionati, quelli della specificazione nella Figura 5d e col. e della Tabella 4. Rispetto ad essi, nella Sezione 4.1 è già stata verificata la sostanziale robustezza rispetto a possibili trend eterogenei ulteriori relativi alla presenza di popolazione straniera o pregressa densità della popolazione. In questa sezione si valuta se i risultati del modello benchmark rimangono robusti ad altre modifiche della specificazione. I risultati di seguito descritti sono riportati in Appendice nella Tabella A2 e nella Figura A2.

Una prima questione che si pone è che la specificazione econometrica presuppone che le unità trattate siano solo quelle del Sisma del Centro Italia, mentre negli anni precedenti si sono verificati due importanti terremoti come quello dell'Emilia nel 2012 e dell'Aquila nel 2009. Rispetto al terremoto in Emilia, tuttavia, si è verificato che nessuno dei Comuni ricompresi nel relativo cratere (versione ampia) è incluso nel *sample*: in particolare, quasi tutti questi Comuni sono classificati come di pianura. Diverso è il discorso per i Comuni del cratere aquilano: in questo caso i comuni non rientrano nel *sample* per effetto della sopracitata esclusione da esso di tutte le unità extra-Cratere del Sisma del Centro Italia ma situate in una provincia in cui vi sia almeno un Comune ivi ricompreso. Alcuni Comuni del cratere aquilano sono però presenti nel campione dei trattati, in quanto inclusi successivamente anche nel Cratere del Centro Italia. Per questi Comuni l'effetto stimato potrebbe non essere omogeneo rispetto agli altri perché si tratterebbe, per così dire, di un secondo trattamento. La col. b della Tabella A2 e la Figura A2b mostrano tuttavia che anche escludendo questi Comuni dal campione stimato non vi sono mutamenti sostanziali nei risultati²⁶.

Il modello di base considera come timing dell'evento il 2016 per tutte le unità trattate, così che il 1° gennaio 2016 rappresenta l'ultima osservazione pre-evento e il 1° gennaio 2017 la prima

²⁵Si tratta di un effetto rilevante anche in termini assoluti: se applicato al livello della popolazione nell'Area del Cratere nel 2016, implicherebbe il venire meno di circa 14.000 persone, più della popolazione di San Severino Marche prima del Sisma e quasi pari a quella di Corridonia.

²⁶La col. a della Tabella A2 e il pannello a della Figura A2 ripropongono le stime benchmark per agevolare la confrontabilità. Nelle colonne e nei pannelli successivi, le classi di anzianità pregressa della popolazione sono ricalcolate sulla distribuzione del campione di volta in volta stimato.

osservazione post-evento. Si tratta di una semplificazione visto che alcuni Comuni abruzzesi del Cratere sono stati aggiunti successivamente alle scosse di gennaio 2017 (cfr. Sezione 2.1). La questione è stata affrontata secondo due approcci che evidenziano entrambi l'assenza di ripercussioni significative sui risultati: nella col. c della Tabella A2 e la Figura A2c questi Comuni sono stati esclusi dal campione stimato; nella col. d e nella Figura A2d è stato stimato uno *staggered diff-in-diff*, ossia un modello in cui questi Comuni sono stati considerati come una coorte per la quale l'evento si è verificato nel periodo successivo rispetto a quello degli altri trattati.

Le successive verifiche di robustezza modificano alcuni criteri con cui è stato definito il *sample* per le stime. Nella col. e della Tabella A2 e nella Figura A2e sono stati esclusi dal gruppo di controllo i Comuni della Calabria poiché, pur in presenza di controlli per effetti fissi comunali e trend eterogenei per macroarea, questi territori potrebbero essere ritenuti poco comparabili con le regioni interessate dal Sisma del Centro Italia, ad esempio perché connotati da redditi pro capite molto più bassi. Tuttavia, i risultati non mostrano alterazioni sostanziali dei risultati rispetto al benchmark. In modo simmetrico, nella col. f della Tabella A2 e la Figura A2f il *sample* è stato invece ampliato per includere i Comuni delle Province Autonome di Trento e Bolzano, cautelativamente esclusi nella specificazione benchmark perché potenzialmente rischiosi per una comparazione (ad esempio per l'ampia autonomia, per i più elevati livelli di reddito pro capite o per la dissimile struttura per età della popolazione). Emerge una debole significatività al *Lead2* che suggerisce di confermare la scelta di tenere fuori questi comuni dal benchmark; a parte ciò, anche in questo caso le piccole modifiche quantitative ai risultati non sono tali da alterarne le implicazioni sostanziali.

Nella col. g della Tabella A2 e nella Figura A3g è stata adottata una perimetrazione più stringente del *sample* volta a rendere più vincolante la sovrapposizione dei supporti: è stato adottato il criterio secondo cui l'altitudine nel gruppo di controllo non solo non dovesse essere più bassa di quella minima dell'Area ma nemmeno più alta di quella massima; analogamente è stato fatto per la densità negli anni *pre-treatment*. Nella col. h della Tabella A2 e la Figura A3h è stato invece allentato il vincolo sulla popolazione complessiva presente nel *pre-treatment* nel gruppo di controllo, portandolo da 60 mila (pari a poco più di quella massima nei Comuni dell'Area) a 100 mila abitanti, con qualche lieve peggioramento del pre-test sul *Lead2*. Infine, nella col. i della Tabella A2 e la Figura A3i è stato rimosso il vincolo che Comuni extra-Cratere facenti parti di province con almeno un Comune ricompreso nell'Area non potessero fare parte del gruppo di controllo: sebbene valgano le argomentazioni contrarie a questa inclusione discusse nella Sezione 3, è anche vero che questi Comuni potrebbero teoricamente avere caratteristiche intrinseche di maggiore confrontabilità con i trattati. Il pre-test sul *Lead2* risulta significativamente diverso da zero; ad ogni modo i risultati sul post-trattamento non contraddicono quelli del modello benchmark.

Nell'ultima colonna della Tabella A2 e nella Figura A3j si è considerata inoltre la possibilità di una distorsione da variabili omesse legata a possibili trend eterogenei rispetto alla sismicità della zona. Utilizzando la classificazione in zone sismiche vigente prima dell'evento è stata quindi inserita la variabile di controllo $\tau_t * ZONASISMICA_m$. Anche come riflesso della significativa correlazione della variabile con gli altri controlli già presenti nel modello benchmark, non emergono impatti qualitativamente né quantitativamente rilevanti sui risultati principali.

Infine, è stata condotta una verifica di robustezza sull'invarianza dell'ordine con cui sono in-

trodotti i controlli considerati nel modello benchmark: poiché la scelta di tale specificazione come quella di riferimento è stata effettuata per inclusioni successive di controlli è teoricamente possibile che un ordine di inclusione differente potesse far emergere come preferibile un'altra specificazione, eventualmente più parsimoniosa. Le verifiche condotte permutando il numero e l'ordine dei controlli conducono però a ritenere robusta la specificazione benchmark²⁷.

4.3 Eterogeneità

4.3.1 Eterogeneità per intensità del danno

Gli effetti stimati nella Sezione 4.1 possono essere interpretati come l'impatto medio del Sisma sulla spopolamento tra i vari Comuni dell'Area del Cratere. Tuttavia l'intensità dell'effetto potrebbe essere risultata eterogenea tra essi. Una delle dimensioni rispetto alla quale l'impatto potrebbe essersi manifestato in modo differenziato è quello della gravità dei danneggiamenti procurati dal Sisma: nei Comuni più duramente colpiti, la ricostruzione è più complessa, ha una portata più ampia (risentendo anche della più diffusa necessità di ripristinare infrastrutture e opere pubbliche) e richiede tendenzialmente più tempo (Banca d'Italia, 2021; Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma, 2021, 2022).

In questa Sezione si esplora l'evidenza di questa possibile eterogeneità in funzione della severità dei danni comportati dal terremoto. A tal fine, i Comuni del Cratere sono stati suddivisi in quattro classi basate sui quartili della distribuzione di una variabile *proxy* dell'intensità dei danni. Come *proxy* è stato utilizzato il numero di domande attese per la ricostruzione privata a fronte di danni classificati come gravi (di fonte Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma, 2021) in rapporto alla popolazione residente al 1° gennaio 2016. Tale misura può essere interpretata come un possibile indicatore dell'intensità relativa dei danni procurati dal Sisma (cfr. anche Banca d'Italia, 2021); la normalizzazione per il livello della popolazione ante-sisma è volto a correggere per l'effetto di scala che la diversa dimensione dei Comuni avrebbe sui valori assoluti dei danneggiamenti riscontrati. La Tabella A1 in Appendice e la Figura 6 mostrano la distribuzione dei Comuni nelle quattro classi numerate in ordine crescente di intensità del danneggiamento. Tale classificazione coglie nel gruppo 4 tutti i Comuni più noti per la drammaticità dei danni subiti anche in relazione alla loro prossimità agli epicentri delle maggiori scosse sismiche: Amatrice, Accumoli, Castelsantangelo sul Nera, Ussita, Preci, Norcia, Campotosto, Visso, ecc. La *proxy* utilizzata sembra quindi cogliere adeguatamente l'eterogeneità dell'intensità dei danni provocati dal Sisma²⁸.

Il modello 1 è stato quindi stimato restringendo il gruppo dei trattati a un sottoinsieme dell'Area del Cratere: nel gruppo denominato *Non-Core* sono stati inclusi solo i Comuni appartenenti ai primi due quarti, quelli con minori danneggiamenti; al contrario, i Comuni nei due quarti

²⁷Questi risultati non sono mostrati per brevità, ma sono disponibili dall'autore su richiesta.

²⁸Va comunque precisato che la classificazione qui utilizzata è prodotta a fini meramente di analisi statistica per il presente lavoro, senza alcuna implicazione per altre finalità riguardo la valutazione o la classificazione dei Comuni in termini di importanza relativa dei danneggiamenti subiti.

con danni più elevati, sono stati inseriti nel gruppo denominato *Core*. Un'ulteriore classificazione (*Very-Core*) considera tra i trattati solo i Comuni nel quarto più elevato²⁹.

I risultati sono mostrati nella Tabella 5 e nella Figura 7. Per consentire un confronto con l'effetto medio complessivo, la col. a della tabella e il pannello a della figura riportano i risultati generali del modello stimato sull'intero Cratere. I Comuni del Cratere *Non-Core* (col. b e Figura 7b) mostrano un effetto del sisma più contenuto e meno immediato, ma comunque presente: effetti negativi significativi emergono a partire dalla popolazione rilevata a inizio 2020, pur attestandosi su una magnitudine più contenuta (circa 1,2 punti percentuali) alla fine dell'orizzonte di osservazione, pari a poco più di un quinto del calo demografico effettivamente osservatosi per questi Comuni. In questi territori relativamente meno colpiti il Sisma sembra quindi aver avuto comunque un effetto: dopo un'apparente tenuta iniziale la popolazione ha intrapreso un flessione, seppure meno accentuata che nel resto dell'Area. Ciò suggerisce che queste zone, benché direttamente meno danneggiate e quindi meno esposte allo shock, possano aver risentito delle difficoltà del contesto circostante e dei tempi della ricostruzione. Alla fine dell'orizzonte considerato, l'inizio del 2022, tale flessione appare ancora in atto.

Per i Comuni del Cratere *Core*, l'effetto è stato maggiore e più immediato, risultando statisticamente significativo già da inizio 2018. Rispetto all'area *Non-Core*, per questi Comuni c'è stato un più importante effetto diretto del Sisma. L'impatto complessivamente stimato alla fine dell'orizzonte di osservazione è pari a 3,6 punti percentuali. Se si restringe ulteriormente il campione dei trattati ai soli Comuni del Cratere *Very-Core* si osservano effetti ancora più severi e rapidi. L'impatto stimato per questi Comuni alla fine dell'orizzonte di osservazione raggiunge i 4,5 punti. Applicato alla popolazione dell'Area *Very Core* di inizio 2016, ciò significa oltre 2.000 persone in meno complessivamente (la dimensione media dei 35 Comuni di quest'Area è inferiore ai 1.300 abitanti).

Sulla base delle stime sin qui descritte, la Figura 8 confronta il calo demografico effettivamente osservato in ciascuna delle zone analizzate con quello che risulterebbe al netto dell'effetto-sisma stimato. Si può osservare come il terremoto abbia concorso ad accentuare il calo demografico in tutte le aree considerate. Nella periferia del Cratere (zona *Non-Core*) ciò è avvenuto in misura più differita e limitata, ma comunque non trascurabile poiché non era scontato che anche la popolazione residente in queste zone risentisse negativamente del Sisma, sia per i minori danni subiti sia perché almeno in linea teorica esse potevano rappresentare un bacino potenziale di destinazione per la popolazione in uscita dalle aree più colpite.

Dalla Figura 8 si può però anche osservare chiaramente come il Sisma abbia accentuato il calo demografico in misura più evidente nelle Aree più duramente danneggiate dalle scosse, non soltanto nell'immediato ma anche a sei anni di distanza. Se tale evidenza appare pienamente coerente con l'intuizione, è meno scontato a priori valutare l'effetto stimato del Sisma in termini relativi, ossia in rapporto al calo della popolazione effettivamente registratosi nelle diverse aree, in quanto nei territori più danneggiati (per i quali la stima dell'impatto è, come detto, maggiore) il calo osservato è stato anch'esso più intenso dal momento che queste aree si connotavano già per

²⁹In ciascun modello, i Comuni del Cratere non inclusi nel gruppo dei trattati sono esclusi dal campione stimato (non confluiscono cioè nel campione di controllo).

andamenti demografici più sfavorevoli. Nell'Area *Non-Core*, dove la popolazione è diminuita tra il 2016 e il 2022 di circa il 5,6%, l'impatto stimato dell'effetto del Sisma rappresenta poco più di un quinto del calo osservato. Nell'Area *Core*, dove la diminuzione effettiva della popolazione in quello stesso intervallo temporale è stato di circa il 10,5%, l'impatto stimato rappresenta oltre un terzo. Nell'Area *Very Core*, a fronte di un calo osservato del 10,9%, l'incidenza dell'impatto stimato arriva a rappresentare oltre i due quinti. Dunque l'impatto del Sisma nei comuni dell'Area più danneggiata è stato maggiore anche in termini relativi, pesando per una quota più elevata sullo spopolamento effettivamente osservato (Figura 9).

4.3.2 Eterogeneità per gruppi demografici

La base dati sulla popolazione residente dettaglia il numero degli abitanti in base al sesso e all'età: ciò consente di analizzare se l'effetto del Sisma sul calo della popolazione è stato omogeneo tra uomini e donne, oppure tra la popolazione di età più elevata rispetto a quella più giovane.

Come mostrato nelle col. b e c della Tabella 6 e nella parte superiore della Figura 10, non emergono impatti significativamente differenziati rispetto al genere. Solo negli ultimi due anni del periodo analizzato, i coefficienti dei *Lag* per la popolazione femminile appaiono leggermente più ampi di quelli per la popolazione maschile, ma le differenze sono troppo contenute per essere ritenute statisticamente significative³⁰.

Un effetto eterogeneo emerge invece rispetto all'età se si confronta la popolazione più anziana (dai 65 anni in su) con il resto della popolazione (col. d ed e della Tabella 6 e parte inferiore della Figura 10). L'effetto stimato del terremoto sul gruppo dei trattati rispetto a quello di controllo è molto più evidente, con segno negativo e magnitudine di circa 3 punti percentuali per la popolazione non anziana, mentre nella fascia degli ultra-sessantaquattrenni l'effetto risulta più contenuto (circa un punto dopo sei anni, significativo solo al 10%). Ciò suggerisce che gli effetti del terremoto abbiano comportato anche una ricomposizione nella struttura per età della popolazione, con un inasprimento del già pre-esistente connotato di una maggiore incidenza della popolazione anziana. Tra il 2016 e il 2022 il peso della popolazione con oltre 64 anni sul totale di quella residente è cresciuto nell'Area del Cratere di 2,1 punti percentuali, un aumento superiore di 0,7 punti a quello registrato nei sei anni precedenti. In base alle stime puntuali riportate nella Tabella 6, all'effetto del terremoto può essere ricondotto quasi un quinto della variazione tra il 2016 e il 2022 e oltre la metà dell'accelerazione registrata rispetto al seiennio precedente.

4.4 Canali

4.4.1 Stime sui flussi demografici

In questa sezione ci si focalizza sui principali canali di bilancio demografico che sono alla base delle variazioni nelle consistenze della popolazione. In particolare si considerano: il saldo naturale (*S_NATUR*), definito come differenza tra numero di nati vivi e numero di decessi; il saldo migratorio interno (*S_MIGR_INT*), misurato come trasferimenti di residenza verso il Comu-

³⁰Un analogo risultato di sostanziale omogeneità dell'impatto rispetto al genere emerge anche considerando la quota della popolazione femminile come variabile dipendente, tuttavia le stime sono meno precise.

ne da altri Comuni italiani al netto dei trasferimenti nella direzione opposta; il saldo migratorio estero (S_MIGR_INT), calcolato come differenza tra i trasferimenti dall'estero nel Comune e i trasferimenti dal Comune verso l'estero³¹.

Dal punto di vista dell'analisi empirica, si considera il modello (1) in cui la variabile dipendente viene sostituita dalla cumulata dei saldi annuali sopra citati, in modo da ricavare indicazioni su quali siano stati i canali demografici attraverso cui l'effetto del sisma si è manifestato³²:

$$\tilde{y}_{m,t}^{NAT} \equiv \sum_{s=2002}^{t-1} SALDO_NATURALE_{m,s}; \quad t = 2003, \dots, 2022 \quad (2)$$

$$\tilde{y}_{m,t}^{INT} \equiv \sum_{s=2002}^{t-1} SALDO_MIG_INT_{m,s}; \quad t = 2003, \dots, 2022 \quad (3)$$

$$\tilde{y}_{m,t}^{EST} \equiv \sum_{s=2002}^{t-1} SALDO_MIG_EST_{m,s}; \quad t = 2003, \dots, 2022 \quad (4)$$

I risultati sono riportati nella Tabella 7 e rappresentati graficamente nella Figura 11³³. Rispetto al modello di base, queste specificazioni alternative risultano stimate in modo meno preciso, come mostrato dall'ampliamento degli errori standard.

Concentrandosi sul saldo naturale (col. a in tabella e Figura 11a), i risultati suggeriscono che questo canale non abbia avuto un ruolo rilevante nel trasmettere gli effetti del sisma sul calo della popolazione. I test di azzeramento sia dei *Lead* sia dei *Lag* non rigettano la nulla di uguaglianza a zero degli effetti; tuttavia, le stime puntuali dei coefficienti potrebbero suggerire la presenza di un qualche pre-trend discendente: per approfondire maggiormente la questione, in Appendice (Figura A3) sono mostrate le stime condotte separatamente su nascite e decessi, dalle quali si evince che la possibile presenza di un pre-trend non riguarda le nascite (pannello a), quanto piuttosto i decessi, per i quali sembra anche emergere un effetto di segno positivo debolmente significativo alla prima rilevazione post-evento (pannello b). Aggiungendo nel modello di stima un trend lineare esogeno per l'Area del Cratere (pannello c), i *Lead* si annullano e compare un andamento lievemente declinante dal secondo *Lag*, pur rimanendo non significativi. Va peraltro considerato che se anche vi fosse un effetto negativo sui decessi, esso risulterebbe andare nella direzione opposta rispetto all'impatto trovato sulla popolazione, suggerendo che potrebbe trattarsi al più di un riflesso indiretto della riduzione della platea della popolazione residente dovuta ad altri canali, quali quelli migratori.

Il canale del saldo migratorio interno è quello che ci si potrebbe attendere aver avuto il ruolo

³¹Il cambiamento nelle consistenze della popolazione può dipendere anche da altri fattori (come le iscrizioni e le cancellazioni nelle anagrafi comunali per altri motivi), qui non considerati.

³²Si prende la cumulata in modo da poter interpretare la stima come effetto cumulato sul livello della popolazione dovuto al canale considerato. Si noti che in questo caso non si può esprimere la variabile dipendente in logaritmo poiché i saldi possono assumere valori anche negativi. Ciò comporta che la magnitudine dell'effetto è espressa in valore assoluto e non possa pertanto essere direttamente confrontata con i coefficienti stimati per il modello 1.

³³Il modello è stimato nella specificazione *benchmark* (col. e della Tabella 4 e Figura 5d). Nella stima del modello che ha per variabile dipendente il saldo migratorio con l'estero è stato inserito anche il controllo per possibili trend eterogenei in base all'incidenza pregressa della popolazione straniera ($\tau_t * Q4.L6.FOREIGN_SH_{mt}$), in quanto potenzialmente rilevante per la dinamica della variabile dipendente considerata.

più evidente nel veicolare l'effetto del sisma sullo spopolamento. Tale aspettativa è sostanzialmente confermata dai risultati mostrati nella col. b della Tabella 7 e nella Figura 11b. A fronte di andamenti sostanzialmente analoghi tra gruppo dei trattati e gruppo di controllo tra il 2010 e il 2016 al netto delle covariate, a seguito dell'evento sismico la dinamica migratoria interna peggiora sensibilmente nell'Area del Cratere, con effetti chiaramente significativi sia singolarmente sia congiuntamente (coefficienti dei *Lag*); l'evidenza di una differenza significativa tra Comuni del Cratere e gruppo di controllo emerge sin dalla prima rilevazione post-evento. L'analisi condotta separatamente sui trasferimenti in entrata e in uscita (figura A4 in Appendice) mostra che l'effetto netto è guidato dal forte impatto negativo sul primo dei due flussi, che più che compensa quello anch'esso negativo sul secondo. L'impatto negativo sui flussi in entrata suggerisce, in linea con l'intuizione, un peggioramento dell'attrattività dei territori del Cratere; potrebbe invece apparire controintuitivo che vi sia stato un effetto negativo, ancorché più contenuto, pure sul numero di trasferimenti in uscita (rispetto al gruppo di controllo), ma va tenuto conto che il terremoto ha significativamente ridotto il dinamismo dell'Area del Cratere, in particolare quello legato alla mobilità intercomunale all'interno dell'Area, che costituiva una porzione importante dei trasferimenti in uscita (cfr. Sezione 4.4.2). In altre parole, l'effetto negativo su entrambi i flussi lordi (quello in entrata e quello in uscita) rispetto al gruppo di confronto può essere letto come un riflesso della perdita di dinamismo e dello "svuotamento" del territorio.

Il terzo canale considerato è quello del saldo migratorio da e verso l'estero (col. c della Tabella 7 e Figura 11c). Anche in questo caso i risultati mostrano come il modello abbia sostanzialmente annullato le differenze nel periodo antecedente l'evento (i *Lead* sono chiaramente non significativi né singolarmente né congiuntamente). A seguito dell'evento emergono invece differenze statisticamente significative (sebbene in misura meno marcata rispetto al saldo migratorio interno) in senso sfavorevole ai Comuni dell'Area del Cratere, che hanno dunque visto peggiorare il loro saldo migratorio con l'estero rispetto ai Comuni del gruppo di controllo. Le stime effettuate separatamente sui flussi in entrata e in uscita (Figura A5 in Appendice), seppure meno affidabili in termini di robustezza e precisione, suggeriscono come anche in questo caso l'effetto complessivo sia stato guidato dall'impatto negativo sui trasferimenti in entrata.

Nel complesso i risultati sopra presentati suggeriscono come l'effetto del Sisma sullo spopolamento dell'Area del Cratere sia passato soprattutto attraverso il peggioramento del saldo migratorio interno. Sebbene ciò possa essere in parte fisiologico almeno nel breve periodo, in considerazione dei danneggiamenti e dell'assistenza da prestare agli sfollati, vi sono motivi che invitano a non considerare questi effetti come meramente e interamente meccanici o transitori: (i) le osservazioni si riferiscono ai cambi di residenza, che avrebbero anche potuto non essere effettuati in presenza di aspettative di pronto rientro; (ii) possono verificarsi fenomeni di *path-dependency*, per cui pure se originariamente l'intenzione fosse stata quella di lasciare solo temporaneamente il luogo di origine, al passare degli anni si potrebbe non volere più tornare indietro essendosi progressivamente intessute e consolidate relazioni e routine altrove; (iii) potrebbero essere avvenuti cambiamenti nelle caratteristiche dei trasferimenti, sia rispetto ai luoghi di destinazione/provenienza (ad esempio, un aumento della quota di persone che si trasferiscono fuori regione o all'estero potrebbe associarsi a minori probabilità di rientro), sia rispetto alla composizione dei flussi. Se per una valutazione

completa di tali aspetti è necessario attendere l'evoluzione futura della situazione, alcune suggestive evidenze descrittive, inerenti soprattutto al punto (iii), sono presentate nel paragrafo seguente analizzando le matrici dei cambiamenti di residenza.

4.4.2 Evidenze descrittive dalla matrice dei cambi di residenza

In questa sezione si presentano alcune evidenze di natura descrittiva ottenute a partire dai dati sui flussi intercomunali di fonte *Istat, elaborazioni sui Trasferimenti di residenza* disponibili fino al 2019 (cfr. Sezione 2). Sono stati confrontati il triennio post-evento (2017-2019) e quello pre-evento (2013-2015)³⁴.

La Figura 12a mostra la variazione percentuale dei flussi in uscita dall'Area del Cratere, dal resto dei Comuni delle regioni del Sisma e dalle altre regioni italiane verso le destinazioni indicate in legenda. Emerge una chiara contrazione dei trasferimenti diretti al Cratere, compresi quelli con origine nella stessa Area. Si può inoltre osservare come il generalizzato incremento dei trasferimenti verso l'estero sia leggermente più accentuato tra coloro che provengono dal Cratere. La quota dei trasferimenti intercomunali entro l'Area del Cratere, che nel triennio pre-sisma rappresentava oltre un terzo del totale dei flussi in uscita, si è così contratta nel triennio successivo di 4,4 punti percentuali (Figura 12b). Per contro, sono cresciute le quote dirette verso il resto della regione e l'estero; l'incremento di quest'ultima (1,9 punti) è più marcato di quello registrato nel resto delle regioni del Sisma o dalle rimanenti regioni del Paese (1,4 e 1,1, rispettivamente). Dal punto di vista dei flussi in ingresso, a fronte della dinamica sfavorevole di quelli interni ai confini nazionali, è cresciuta la quota di quelli dall'estero. Il saldo complessivo tra afflussi e deflussi nell'Area è comunque peggiorato significativamente (Tabella 8).

E' inoltre interessante analizzare come siano cambiate la composizione di coloro che si spostano e le loro scelte di destinazione. Con riferimento al titolo di studio (disponibile solo per le persone di cittadinanza italiana), la quota dei laureati sul totale di coloro che hanno cambiato residenza è cresciuta nel Cratere leggermente più che nelle aree di confronto, consolidando l'evidenza di un'incidenza più elevata presente già prima del Sisma (Fig. 13a). Tenendo conto anche dei flussi in entrata, tuttavia, il deflusso netto dal Cratere si è ampliato di più per le persone non laureate, risentendo del marcato calo degli ingressi (Tabella 8). La ricomposizione delle destinazioni è risultata più accentuata per i non laureati (Fig. 13b); tra i laureati che hanno lasciato l'Area del Cratere, l'incremento della quota diretta verso l'estero è stato maggiore che nelle aree di confronto (resto delle regioni del Sisma e altre regioni).

Nel paragrafo 4.3.2 si è osservato come il terremoto abbia avuto l'effetto di accentuare significativamente il grado di anzianità della popolazione residente nel Cratere. In quest'area, la quota di persone con meno di 45 anni e cittadinanza italiana sul totale di coloro che hanno lasciato il proprio comune di residenza è aumentata, a fronte di una lieve riduzione nelle zone di confronto (Fig. 14a)³⁵. Inoltre, tra i giovani italiani che hanno lasciato l'Area del Cratere è aumentata soprattutto

³⁴Non essendo disponibile l'informazione esatta sul mese del cambiamento di residenza, è stato prudenzialmente tenuto fuori il 2016.

³⁵Sono stati considerati solo i cittadini italiani poiché altrimenti, essendo l'età media degli stranieri in Italia mediamente inferiore a quella degli italiani, l'analisi per età sarebbe potuta risultare condizionata da effetti legati alla cittadinanza

la frazione di coloro che si spostano oltre i confini nazionali (Fig. 14b); questo incremento è stato considerevolmente superiore a quello registrato nelle aree di confronto.

Infine, rispetto alla cittadinanza, nel confronto tra il triennio pre-sisma e quello post-sisma, nel Cratere sia i flussi in entrata sia quelli in uscita sono variati meno per gli stranieri che per gli italiani. La quota degli stranieri sul totale dei flussi in uscita è perciò diminuita (Fig. 15a) e il saldo migratorio netto degli stranieri ha mostrato una maggiore tenuta (Tabella 8). Tra gli stranieri che hanno lasciato la residenza in un Comune del Cratere è diminuita l'incidenza di quelli che hanno lasciato il Paese (Fig. 15b), anche rispetto alle aree di confronto; si è così ridotto il differenziale tra stranieri e italiani nella probabilità di emigrare all'estero in caso di trasferimento.

Nel complesso queste evidenze, di natura descrittiva ma coerenti con i risultati dell'analisi econometrica, suggeriscono come vi sia stata una perdita di attrattività e di dinamismo dell'Area del Cratere. La gran parte della ricomposizione delle destinazioni ha privilegiato l'interno della stessa regione, ma non va sottovalutato come sia significativamente cresciuta, soprattutto tra i giovani italiani, la propensione a spostarsi all'estero, una tendenza che non appare riconducibile univocamente alle persone più istruite. In termini relativi, un contributo alla tenuta della popolazione sul territorio, per certi versi in modo paradossale considerando il minore radicamento, è stato fornito dalla componente straniera che ha mostrato variazioni più contenute dei saldi tra ingressi e uscite e una riduzione nella quota dei trasferimenti verso l'estero.

5 Conclusioni

La resilienza a un forte shock, quale quello rappresentato da un terremoto, è cruciale per le prospettive di sostenibilità di un territorio, specialmente quando già le condizioni di partenza lo ponevano in stato di fragilità. L'esame della dinamica demografica può fornire indicazioni molto importanti sotto questo aspetto, in quanto risultante delle forze di attrazione o repulsione dei luoghi e in ultima analisi della loro vitalità. Quando un territorio viene colpito da un disastro naturale, l'allontanamento della popolazione, inizialmente inevitabile per la sua messa in sicurezza, rischia di avere effetti persistenti se col passare del tempo la circostanza di vivere altrove diviene una scelta definitiva e se si innescano circoli viziosi tra lo spopolamento e il depauperamento dell'economia locale, attraverso il calo dell'offerta di lavoro, da un lato, e il ridimensionamento della domanda rivolta ai prodotti e ai servizi offerti sul territorio, dall'altro lato³⁶.

D'altra parte, gli effetti di un disastro naturale sulla dinamica della popolazione potrebbero avere, almeno in linea di principio, un carattere di maggiore transitorietà rispetto alle tendenze di fondo di lungo periodo, legate ad aspetti più strutturali e più difficilmente controvertibili; potrebbero essere maggiormente elastici alle modalità e alle tempistiche di realizzazione della ricostruzione, all'utilizzo delle risorse pubbliche spese sul territorio, alle nuove scelte organizzative, urbanistiche e sociali che vengono promosse: "il terremoto è un dramma, ma non è una condanna al declino" (Signorini, 2017).

³⁶Quelli citati sono soltanto i meccanismi più diretti, ma è possibile che vi siano effetti anche attraverso mutamenti nel grado di avversione al rischio, nella propensione all'imprenditorialità, nella coesione sociale, ecc.

Nonostante queste rilevanti questioni presuppongano una misurazione dell'impatto del terremoto sulle dinamiche demografiche e una caratterizzazione del suo dispiegarsi nel tempo e nello spazio, l'evidenza sinora disponibile è ancora molto limitata. È un fatto che la popolazione nell'Area del Cratere del Sisma del Centro Italia sia diminuita significativamente nel corso dei sei anni successivi all'evento (di oltre il 6 per cento, ben più che nel resto del Paese), ma è altrettanto vero che già prima del terremoto l'Area si caratterizzava per un calo degli abitanti, una struttura demografica più fragile e fenomeni di spopolamento.

Questo lavoro cerca di fornire una stima dell'impatto del Sisma sulla popolazione residente, utilizzando un approccio empirico di tipo studio di evento attraverso il quale la dinamica demografica dei Comuni dell'Area del Cratere viene confrontata con quella di altri territori che, al netto di variabili di controllo, fino al verificarsi dell'evento avevano mostrato un andamento analogo. Rispetto a questo gruppo di controllo, nei Comuni del Cratere sono emersi scostamenti in senso negativo a seguito del Sisma. A sei anni di distanza dal terremoto l'impatto negativo stimato sulla popolazione si attesta intorno a 2,4 punti percentuali, pari a quasi i due quinti del calo effettivamente realizzatosi.

L'analisi effettuata mostra come il principale canale attraverso cui l'impatto si è manifestato sia stato quello del peggioramento del saldo migratorio interno e, in minor misura, di quello estero. L'effetto del Sisma è stato inoltre eterogeneo all'interno del Cratere: per i Comuni che hanno subito i maggiori danneggiamenti, prevalentemente montani e già in declino demografico, l'impatto stimato è più forte (4,5 punti), suggerendo come gli effetti siano stati più marcati proprio laddove i territori erano più fragili. Tra i Comuni rientranti nella metà meno danneggiata si è comunque manifestato un effetto negativo statisticamente significativo, ancorché più contenuto (-1,2 punti). Inoltre, l'impatto è stato meno intenso sulla popolazione di età più elevata, accentuando così il tratto di maggiore anzianità media che già caratterizzava la popolazione residente nell'Area.

La metodologia utilizzata incorpora caratteristiche di flessibilità che consentono di analizzare anche come gli effetti del Sisma si siano dispiegati nel tempo. Al riguardo, si osserva come il grosso dell'impatto complessivo si sia materializzato nella fase intermedia dell'orizzonte di sei anni a disposizione per l'analisi: anche per il fatto che la popolazione analizzata è quella ufficialmente residente, l'effetto ha impiegato del tempo per concretizzarsi e ha poi intrapreso un preoccupante sentiero di espansione. Nei Comuni maggiormente danneggiati, l'effetto è risultato, oltre che più ampio, anche più immediato, con un'intensità di contrazione che sembrerebbe però essersi quanto meno attenuata nell'ultimo anno. Nei Comuni relativamente meno colpiti, l'effetto, più contenuto, ha iniziato a manifestarsi negli anni più recenti, probabilmente risentendo delle difficoltà del contesto circostante e del protrarsi dei tempi della ricostruzione. La ripetizione della misurazione a distanza di tempo, man mano che si rendono disponibili nuovi dati e la ricostruzione procede, può consentire di monitorare l'evoluzione di tali andamenti. A tali valutazioni empiriche si associano importanti implicazioni dal punto di vista della policy, perché il protrarsi di un effetto negativo del sisma potrebbe riflettere l'instaurarsi di fenomeni di *path-dependency* nelle scelte delle famiglie sui territori dove vivere.

Al contempo, i risultati di questo lavoro suggeriscono che una parte importante, prevalente, del calo demografico osservato nell'Area del Cratere è riconducibile a fattori strutturali e tendenze già

presenti, condivise con altri territori del Paese. Molti dei Comuni dell'Area rientrano nella classificazione di Aree interne, territori in condizioni di maggiore perifericità e fragilità socio-demografica su cui ormai da tempo è stata posta l'attenzione sotto diversi piani, dallo spopolamento al rischio idrogeologico, al crescente divario con le zone più urbanizzate e alle sue implicazioni in termini di disuguaglianza e coesione sociale. La porzione principale del calo demografico osservato nell'Area del Cratere fa dunque parte di tendenze più generali, di cui è opportuno tenere conto nel valutare l'effettiva praticabilità e portata di un confronto con la situazione antecedente il terremoto e nel definire le direttrici della ricostruzione, le quali non possono prescindere dalla credibilità degli scenari prospettati per poter orientare efficacemente le aspettative sulla scelta di dove risiedere.

L'evidenza empirica qui emersa sulla dinamica della popolazione suggerisce la possibilità di estendere l'analisi per studiare gli impatti del Sisma su altre variabili rilevanti, più strettamente collegate agli aspetti economici, quali la nati-mortalità delle imprese e l'occupazione sul territorio. Si tratta di ambiti strettamente interrelati con le dinamiche demografiche, rispetto alle quali possono porsi in relazione sia di causa che di effetto. L'esplorazione di tali aspetti è nell'agenda per la prosecuzione di questa ricerca. Al contempo, la metodologia utilizzata in questo lavoro può essere suggerita per estendere l'evidenza disponibile sugli impatti demografici dei terremoti applicandola ad altri importanti eventi tellurici avvenuti nel nostro Paese.

Riferimenti bibliografici

- ACCETTURO, A., CASCARANO, M. e DE BLASIO, G. (2019a). Dynamics of urban growth: Italy, 1951–2011. *Economia Politica: Journal of Analytical and Institutional Economics*, **36** (2), 373–398.
- , LAMORGESE, A., MOCETTI, S. e SESTITO, P. (2019b). Local Development, Urban Economies and Aggregate Growth. *Italian Economic Journal: A Continuation of Rivista Italiana degli Economisti and Giornale degli Economisti*, **5** (2), 191–204.
- AMBROSETTI, E. e PETRILLO, E. R. (2016). Environmental disasters, migration and displacement. Insights and developments from L'Aquila's case. *Environmental Science & Policy*, **56**, 80–88.
- BALDONI, E., CODERONI, S. e ESPOSTI, R. (2019). Attività produttive ed economia del cratere. In M. S. Ilenia Pierantoni, Daniele Salvi (ed.), *Nuovi sentieri di sviluppo per l'Appennino marchigiano dopo il sisma del 2016*, Quaderni del Consiglio Regionale delle Marche, pp. 141–178.
- BANCA D'ITALIA (2017a). *L'economia delle Marche*. Economie regionali 11, Banca d'Italia.
- BANCA D'ITALIA (2017b). *L'economia delle regioni italiane*. Economie regionali 23, Banca d'Italia.
- BANCA D'ITALIA (2018). *L'economia delle regioni italiane*. Economie regionali 23, Banca d'Italia.
- BANCA D'ITALIA (2019). *L'economia dell'Abruzzo*. Economie regionali 11, Banca d'Italia.
- BANCA D'ITALIA (2021). *L'economia delle Marche*. Economie regionali 11, Banca d'Italia.
- BANCA D'ITALIA (ed.) (2022). *Il divario Nord-Sud: sviluppo economico e intervento pubblico, Seminari e convegni*, vol. 25, Banca d'Italia. Via Nazionale 91.

- BARBIELLINI AMIDEI, F., GOMELLINI, M. e PISELLI, P. (2018). *Il contributo della demografia alla crescita economica: duecento anni di "storia" italiana*. Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) 431, Banca d'Italia.
- BARCA, F., CASAVOLA, P. e LUCATELLI, S. (2014). *Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*. Materiali Uval 31, Unità di Valutazione degli investimenti pubblici (UVAL).
- BARONE, G., BENNI, F., BRASILI, C. e MOCETTI, S. (2013). The short-term effects of Emilia's earthquake on regional economic growth. *Politica economica*, (2), 199–214.
- e MOCETTI, S. (2014). Natural disasters, growth and institutions: A tale of two earthquakes. *Journal of Urban Economics*, **84** (C), 52–66.
- BASSO, G., D'AMURI, F. e PERI, G. (2019). Immigrants, Labor Market Dynamics and Adjustment to Shocks in the Euro Area. *IMF Economic Review*, **67** (3), 528–572.
- BECERRA, O., CAVALLO, E. e NOY, I. (2014). Foreign aid in the aftermath of large natural disasters. *Review of Development Economics*, **18** (3), 445–460.
- BENASSI, F., BUSETTA, A., STRANGES, M. e TOMASSINI, C. (2022). Il sistema sociodemografico e l'impatto del sisma sulla popolazione. La demografia. In M. Sargolini, I. Pierantoni, V. Polci e F. Stimilli (eds.), *Progetto Rinascita Centro Italia. Nuovi sentieri di sviluppo per l'Appennino Centrale interessato dal sisma del 2016*, Carsa Edizioni.
- CALLAWAY, B. e SANT'ANNA, P. H. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, **225** (2), 200–230, themed Issue: Treatment Effect 1.
- CAPOGROSSI, C., PALMIERI, R. e PERRI, G. (2017). Effetto sisma: prime evidenze sull'economia della micro e piccola impresa nel versante marchigiano del cratere del terremoto. Istat. Paper presentato alla XXXVIII Conferenza scientifica annuale AISRe.
- CARD, D. (2001). Immigrant inflows, native outflows, and the local labor market impacts of higher immigration. *Journal of Labor Economics*, **19** (1), 22–64.
- CAVALLO, E. A. e NOY, I. (2011). *The Economics of Natural Disasters: A Survey*. IDB Publications (Working Papers) 1664, Inter-American Development Bank.
- CHABÉ-FERRET, S. (2015). Analysis of the bias of matching and difference-in-difference under alternative earnings and selection processes. *Journal of Econometrics*, **185** (1), 110–123.
- (2017). *Should We Combine Difference In Differences with Conditioning on Pre-Treatment Outcomes?* TSE Working Papers 17-824, Toulouse School of Economics (TSE).
- CHIAPPARINO, F. (2019). Ricostruzione post-sismica e aree interne. *Proposte e ricerche*, (82), 9–14.
- CIPOLLETTI, S., PIERANTONI, I., PROCACCINI, D. e SARGOLINI, M. (2019). Pianificazione e programmazione per la valorizzazione delle risorse naturali e culturali. In I. Pierantoni, D. Salvi

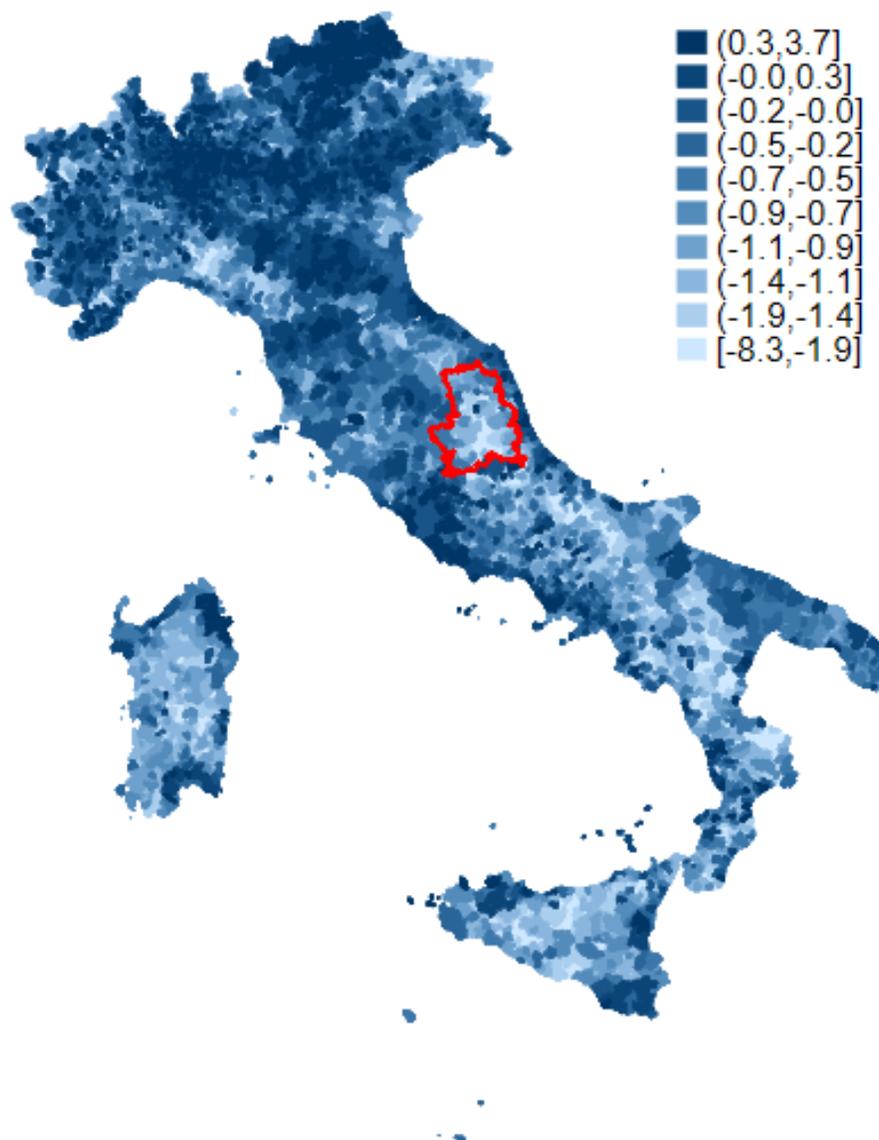
- e M. Sargolini (eds.), *Nuovi sentieri di sviluppo per l'Appennino marchigiano dopo il sisma del 2016*, Quaderni del Consiglio Regionale delle Marche, pp. 55–140.
- CLARKE, D. e TAPIA-SCHYTHE, K. (2021). Implementing the panel event study. *Stata Journal*, **21** (4), 853–884.
- COMMISSARIO STRAORDINARIO RICOSTRUZIONE SISMA (2021). *La ricostruzione post Sisma 2016 in Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria*. Rapporto 2021.
- COMMISSARIO STRAORDINARIO RICOSTRUZIONE SISMA (2022). *La ricostruzione post Sisma 2016 in Centro Italia a giugno 2022*. Rapporto 2022.
- COMPAGNUCCI, F. (2019). Terremoto e aree interne: l'organizzazione spaziale del cratere del sisma del 2016-2017. *Proposte e ricerche*, (82), 37–60.
- e MORETTINI, G. (2020). Improving resilience at the local level: The location of essential services within inner areas. three case studies in the italian marche region. *Regional Science Policy & Practice*, **12** (5), 767–792.
- e — (2021). *Abandoning the Apennines? The Anthro-systemic value of the Italian inner areas within the 2016-17 seismic crater*. Discussion Paper Series in Regional Science & Economic Geography 12, GSSI, Gran Sasso Science Institute.
- DAW, J. R. e HATFIELD, L. A. (2018). Matching and regression to the mean in difference-in-differences analysis. *Health Services Research*, **53** (6), 4138–4156.
- DERYUGINA, T. (2017). The fiscal cost of hurricanes: Disaster aid versus social insurance. *American Economic Journal: Economic Policy*, **9** (3), 168–98.
- DI LUDOVICO, D. e DI LODOVICO, L. (2019). L'Aquila a 10 anni dal sisma. In I. Pierantoni, D. Salvi e M. Sargolini (eds.), *Nuovi sentieri di sviluppo per l'Appennino marchigiano dopo il sisma del 2016*, Quaderni del Consiglio Regionale delle Marche, pp. 387–403.
- DI SALVO, G., FAZZIO, F., GIUFFRÈ, M., PAROTTO, R. e PIZZO, B. (2019). Rischio sismico, 'componente strutturale' del territorio. Quali implicazioni? *Scienze del Territorio*, **7**, 137–148.
- DOMENELLA, L., GALUZZI, P., MARINELLI, G. e VITILLO, P. (2020). Dall'emergenza alla ricostruzione dei territori fragili. *EyesReg*, **10** (3).
- DOTTORI, D. e MICUCCI, G. (2019). *The Central Italy earthquake and its short-term impact on firms*. Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) 507, Banca d'Italia.
- DUPONT IV, W., NOY, I., OKUYAMA, Y. e SAWADA, Y. (2015). The Long-Run Socio-Economic Consequences of a Large Disaster: The 1995 Earthquake in Kobe. *PLOS ONE*, **10** (10), 1–17.
- HORNBECK, R. e KENISTON, D. (2017). Creative destruction: Barriers to urban growth and the great boston fire of 1872. *The American Economic Review*, **107** (6), 1365–1398.

- ISTAT (2021a). *Ricostruzione della popolazione residente per sesso, età e Comune. Anni 2002-2018*. Nota informativa, Istituto Nazionale di Statistica, 17 marzo 2021.
- ISTAT (2021b). *Ricostruzione della popolazione residente per sesso, età e Comune. Anni 2002-2018*. Nota metodologica, Istituto Nazionale di Statistica, 17 marzo 2021.
- ISTAT (2022a). *La geografia delle Aree Interne nel 2020: vasti territori tra potenzialità e debolezze*. Classificazione, Istituto Nazionale di Statistica, 20 luglio 2022.
- ISTAT (2022b). Principali statistiche geografiche sui comuni. <https://www.istat.it/it/archivio/156224>, 17 marzo 2022.
- LUCCHETTI, R. e MORETTINI, G. (2022). *Depopulation in the Apennines in the 20th century: an empirical investigation*. Working Papers 463, Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali.
- MAZZOCCHI, M. e MONTINI, A. (2001). Earthquake effects on tourism in central Italy. *Annals of Tourism Research*, **28** (4), 1031–1046.
- MORETTI, E. (2012). *The new geography of jobs*. Houghton Mifflin Harcourt Boston, Mass.
- MORETTINI, G. (2019). Dov'era? Com'era? Lo spopolamento nel cratere sismico del 2016 e 2017. *Proposte e ricerche*, (82), 15–36.
- NOY, I. (2009). The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics*, **88** (2), 221–231.
- PAUDEL, J. e RYU, H. (2018). Natural disasters and human capital: The case of Nepal's earthquake. *World Development*, **111**, 1–12.
- PESARESI, C. (2012). I comuni del cratere sismico, prima e dopo il terremoto del 2009. Considerazioni sui movimenti demografici in atto. *Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia*, **1**, 69–84.
- PIERANTONI, I., SALVI, D. e SARGOLINI, M. (2019). *Nuovi sentieri di sviluppo per l'Appennino marchigiano dopo il sisma del 2016*. Quaderni del Consiglio Regionale delle Marche.
- PIKE, A., DAWLEY, S. e TOMANEY, J. (2010). Resilience, adaptation and adaptability. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, **3** (1), 59–70.
- REYNAUD, C., MICCOLI, S., LICARI, F. e AMBROSETTI, E. (2020). La crescita che non c'è: spopolamento e invecchiamento nelle aree terremotate. *EyesReg*, **10** (1).
- RICCIARDI, T. (2010). A trent'anni dal terremoto. Un bilancio migratorio. In Fondazione Migrantes (ed.), *Rapporto Italiani nel Mondo*, Idos.
- RIDOLFI, N. (2019). L'Italia che trema: ricostruzioni post-sisma tra interventi pubblici e privati nel XX secolo. *Proposte e ricerche*, (82), 97–113.

- ROTH, J. (2022). Pretest with caution: Event-study estimates after testing for parallel trends. *American Economic Review: Insights*, **4** (3), 305–22.
- ROTONDO, F., MARINELLI, G. e DOMENELLA, L. (2021). Strategia nazionale delle aree interne e programmi straordinari di ricostruzione post sisma 2016: Una convergenza per rigenerare i territori fragili e marginalizzati dell'appennino centrale. *BDC. Bollettino Del Centro Calza Bini*, **21** (2), 375–393.
- RUBINO, P. (2019). La mitigazione del rischio sismico in italia: obiettivi e strumenti. *Argomenti*, **12**, 37–60.
- SATO, Y. e YAMAMOTO, K. (2005). Population concentration, urbanization, and demographic transition. *Journal of Urban Economics*, **58** (1), 45–61.
- SENATO DELLA REPUBBLICA (2018). *Ricostruire. L'Aquila, Pianura padana, Centro Italia: politiche e risorse per l'Italia post terremoto*. Documento di analisi n. 21, Ufficio Valutazione Impatto.
- SIGNORINI, L. F. (2017). Terremoti, economici e no. Intervento del Vice Direttore Generale della Banca d'Italia in occasione dell'incontro *Le Marche nel corso del 2017: tra ripresa economica ed effetti del sisma*, Università di Camerino, 21 novembre 2017.
- SIODLA, J. (2015). Razing San Francisco: the 1906 disaster as a natural experiment in urban redevelopment. *Journal of Urban Economics*, **89**, 48–61.
- SUN, L. e ABRAHAM, S. (2021). Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. *Journal of Econometrics*, **225** (2), 175–199.
- WANG, C. (2019). Did natural disasters affect population density growth in US counties? *The Annals of Regional Science*, **62** (1), 21–46.
- WORTHINGTON, A. e VALADKHANI, A. (2004). Measuring the impact of natural disasters on capital markets: an empirical application using intervention analysis. *Applied Economics*, **36** (19), 2177–2186.

Figure

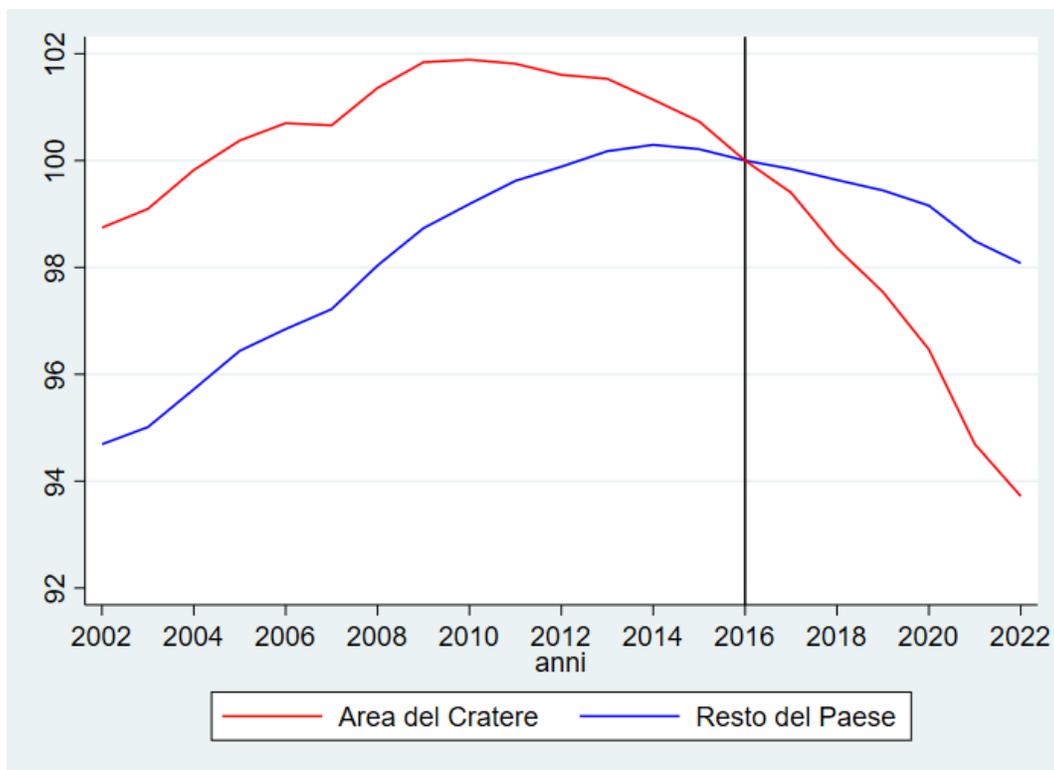
Figura 1: Variazione della popolazione 2016-2022
(tasso medio annuo; valori percentuali)



Fonte: elaborazioni su dati Istat.

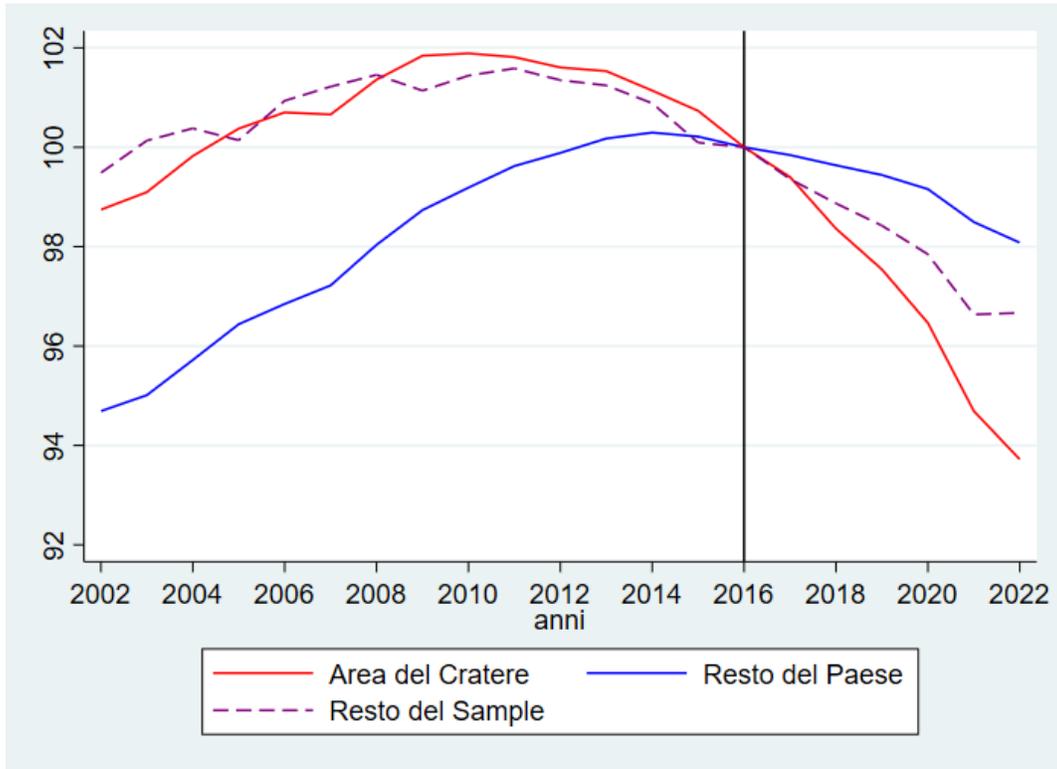
Le diverse gradazioni di colore corrispondono ai decili della distribuzione a livello comunale del tasso di variazione medio annuo della popolazione residente tra il 1° gennaio 2016 e il 1° gennaio 2022. La linea rossa circonda l'area del Cratere del Sisma del Centro Italia.

Figura 2: Dinamica demografica dentro e fuori Cratere
(indici: 2016=100; valori percentuali)



Fonte: elaborazioni su dati Istat.
Popolazione residente al 1° gennaio di ciascun anno.

Figura 3: Dinamica demografica: Cratere, resto del *Sample* e del Paese
(indici: 2016=100; valori percentuali)



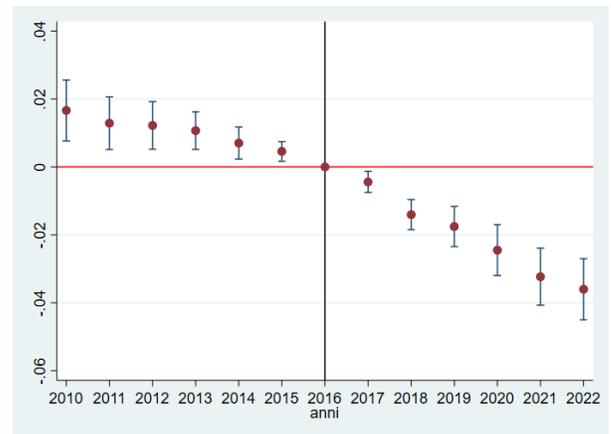
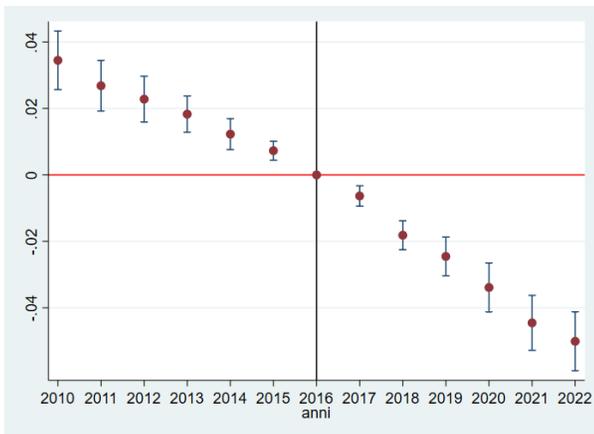
Fonte: elaborazioni su dati Istat.

Popolazione residente al 1° gennaio di ciascun anno. Il "Resto del Sample" si riferisce ai Comuni esterni al Cratere individuati secondo i criteri descritti nella Sezione 3. Il "Resto del Paese" si riferisce a tutti i Comuni esterni al Cratere.

Figura 4: Stime del modello base: intero dataset *vs* *Sample*

(a) Intero dataset

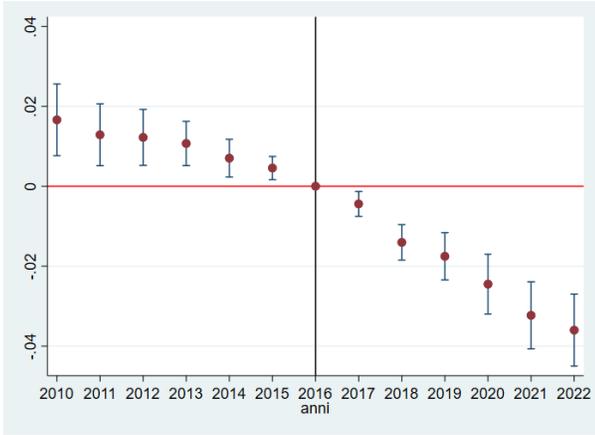
(b) *Sample*



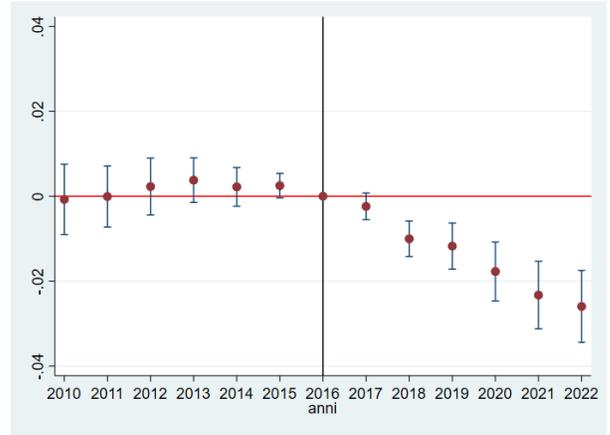
Effetti Leads e Lags per il modello 1. Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% (errori standard clusterizzati per Comune).

Figura 5: Stime dell'effetto del Sisma sulla popolazione nel *Sample* (modello base)

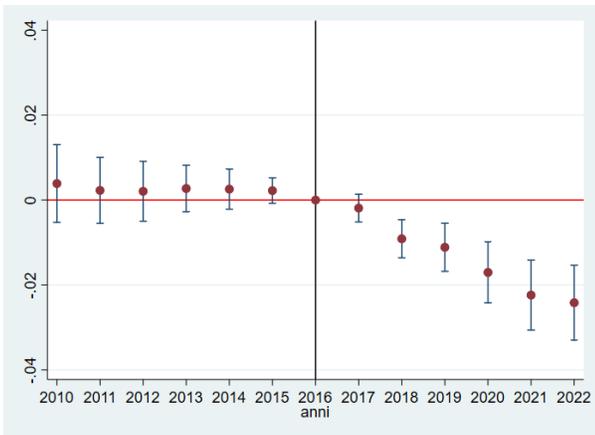
(a) *Sample*



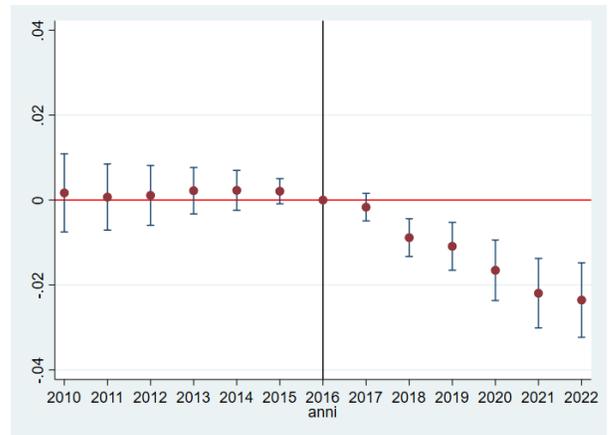
(b) *Sample* + Q4.L6.ELDERLY_SH



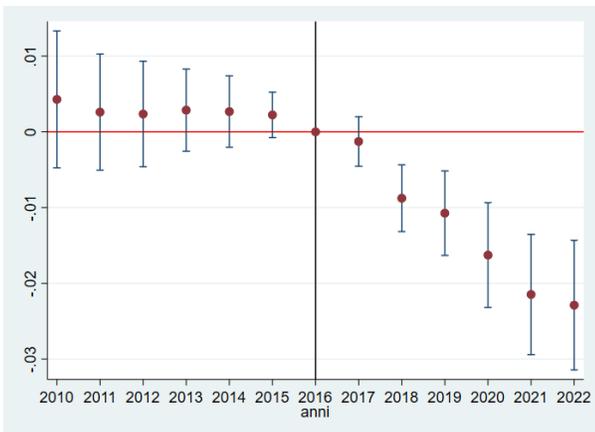
(c) ... + MACROAREA



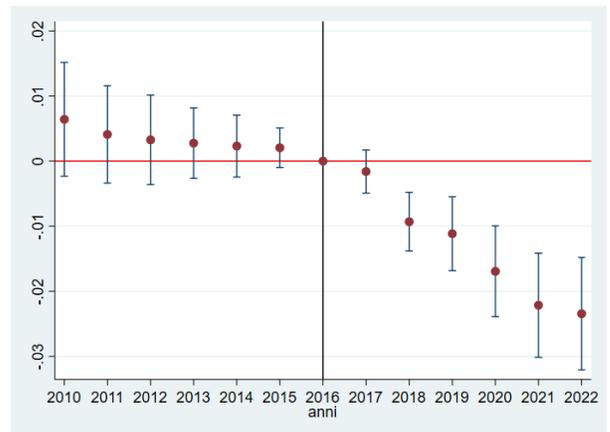
(d) ... + ZONA_ALT [benchmark]



(e) ... + Q4.L6.DENSITY

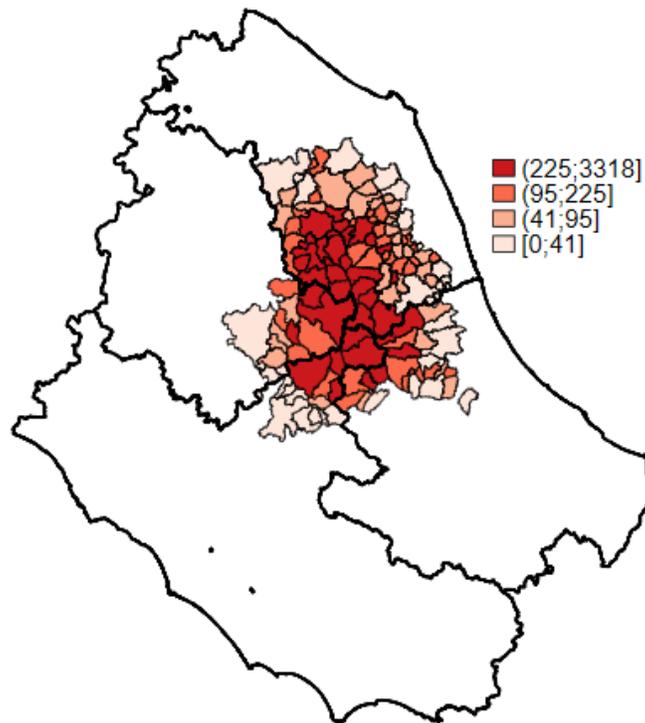


(f) ... + Q4.L6.FOREIGN_SH



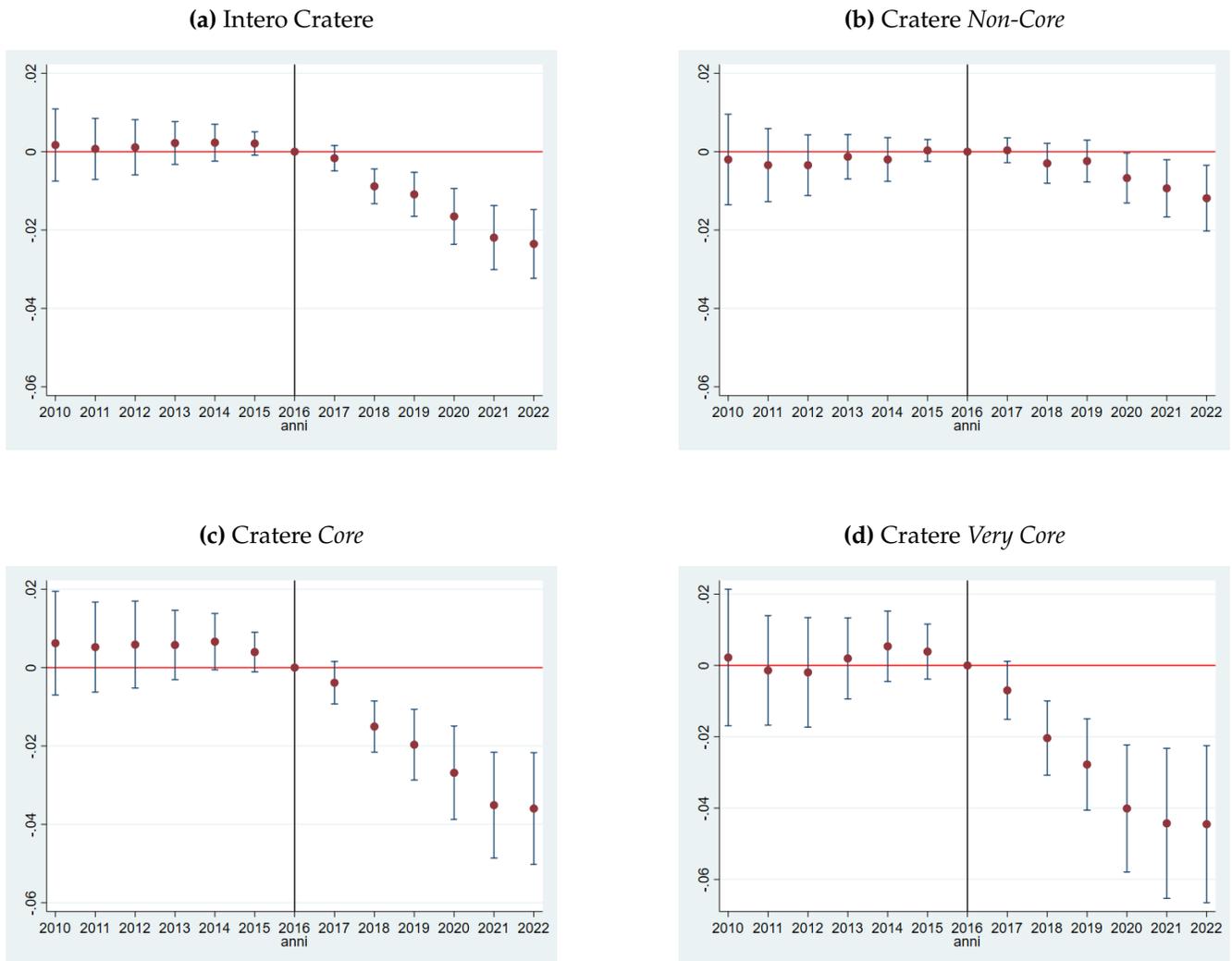
Effetti Leads e Lags per il modello 1. Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% (errori standard clusterizzati per Comune).

Figura 6: Comuni del Cratere per intensità dei danneggiamenti



Le classi sono definite in base ai quartili (riportati in legenda) della distribuzione del rapporto tra numero di edifici privati danneggiati gravemente (Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma, 2021, numero di domande attese per la ricostruzione da danni gravi) e la popolazione residente al 1° gennaio 2016 per mille per mille. Tale rapporto è utilizzato in questo lavoro a fini meramente di analisi statistica, senza alcuna implicazione in termini di effettiva valutazione sull'importanza relativa dei danneggiamenti subiti dai vari Comuni. La lista dei Comuni e delle relative classi è riportata in Appendice nella Tabella A1.

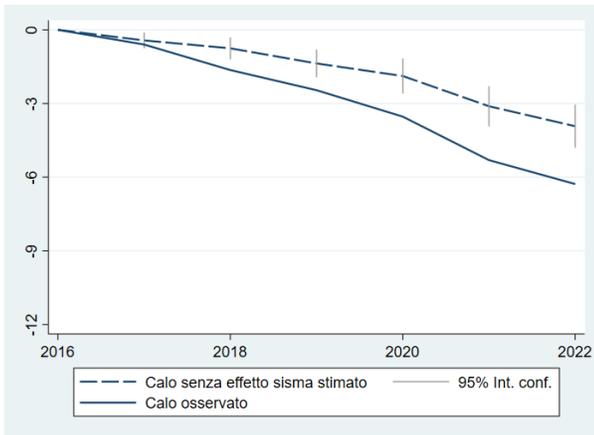
Figura 7: Stime dell'effetto del Sisma sulla popolazione (intensità dei danneggiamenti)



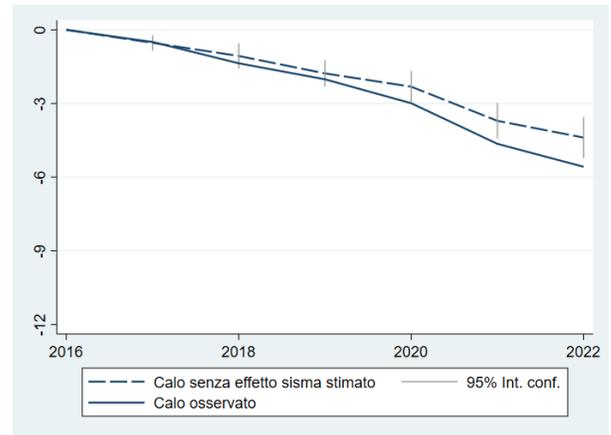
Effetti Leads e Lags per i modelli stimati nella Tabella 5. Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95%. Nei pannelli da (b) a (d) il campione dei trattati è definito in base all'intensità dei danneggiamenti provocati dal Sisma, misurata sulla base della distribuzione di una proxy costituita dal numero di edifici privati danneggiati gravemente (Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma, 2021, numero di domande attese per la ricostruzione da danni gravi) in rapporto alla popolazione residente al 1° gennaio 2016. Il gruppo dei trattati è costituito: nel pannello (b) dai Comuni con incidenza del danno pari o inferiore alla mediana; nel pannello (c) dai Comuni con incidenza superiore alla mediana; nel pannello (d) dai Comuni con incidenza superiore al terzo quartile. La lista dei Comuni e il quartile di appartenenza sono riportati nella Tabella A1.

Figura 8: Dinamica degli effetti stimati e del calo osservato
(valori percentuali)

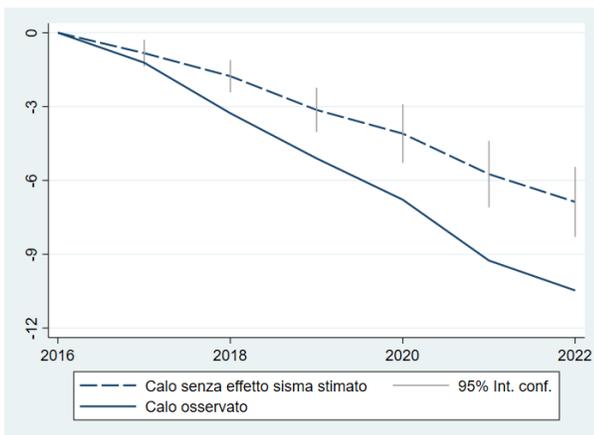
(a) Intero Cratere



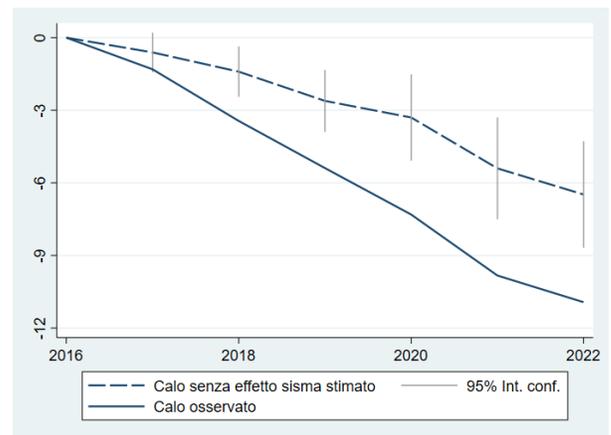
(b) Cratere Non-Core



(c) Cratere Core

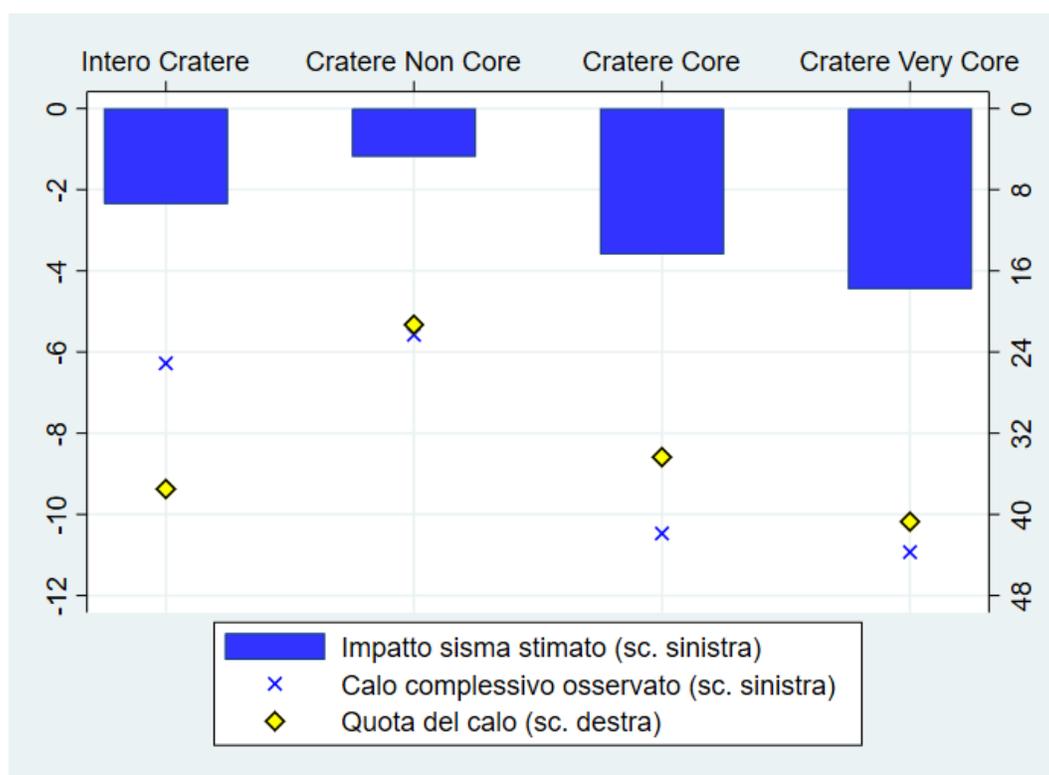


(d) Cratere Very Core



Le diverse Aree del Cratere sono definite nella Sezione 4.3. Il calo effettivo osservato si riferisce alla variazione della popolazione residente tra il 1° gennaio 2016 e il 1° gennaio di ciascun anno. Il calo senza l'effetto sisma stimato è calcolato come il calo osservato al netto degli impatti stimati (con i relativi intervalli di confidenza) riportati nella Tabella 5.

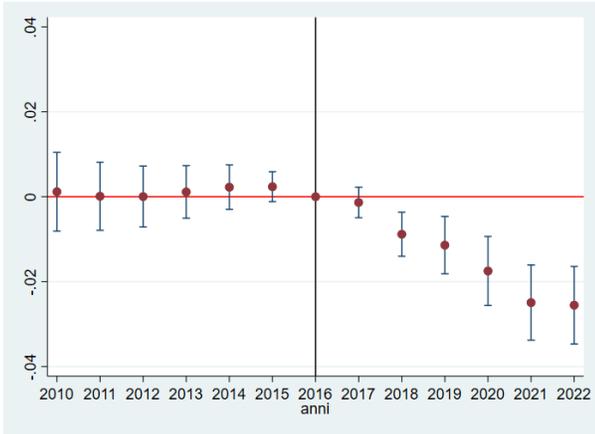
Figura 9: Effetti stimati e calo della popolazione osservato a sei anni
(valori percentuali)



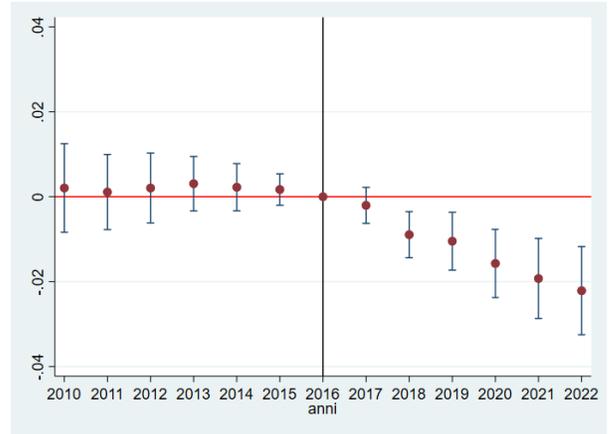
Le diverse Aree del Cratere sono definite nella Sezione 4.3. L'impatto stimato a sei anni dal Sisma è basato sulle stime del coefficiente Lag5 nella Tabella 5. Il calo effettivo osservato si riferisce alla variazione della popolazione residente tra il 1° gennaio 2016 e il 1° gennaio 2022. La quota (misurata nella scala di destra) si riferisce al rapporto tra impatto stimato e calo osservato.

Figura 10: Stime dell'effetto del Sisma sulla popolazione per genere ed età

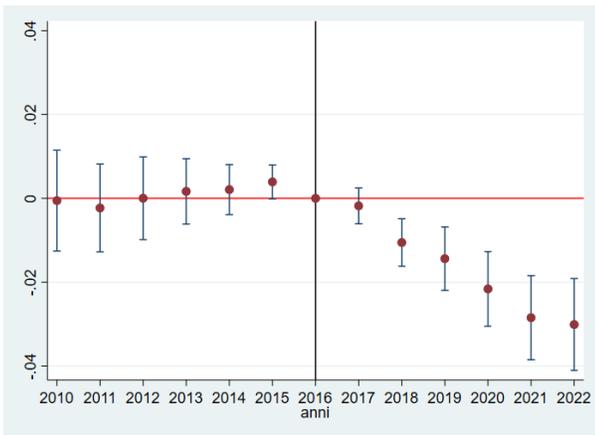
(a) Popolazione femminile



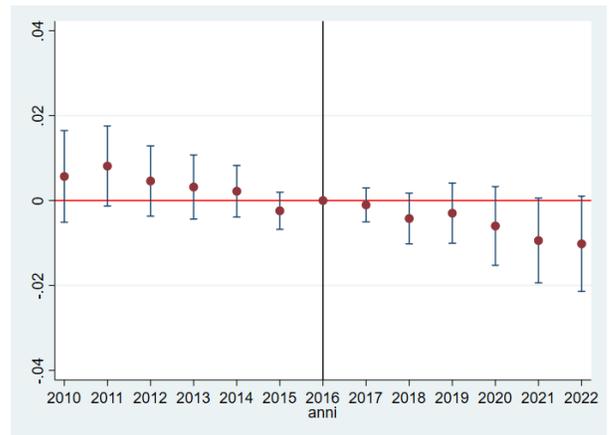
(b) Popolazione maschile



(c) Popolazione fino a 64 anni



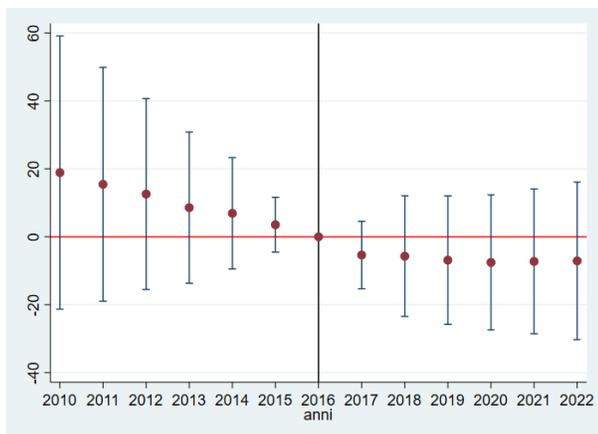
(d) Popolazione da 65 anni in su



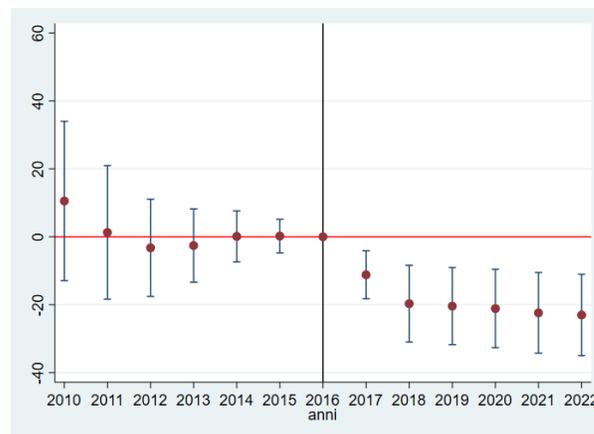
Effetti Leads e Lags per i modelli stimati nella Tabella 6. Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95%. La variabile dipendente è: nel pannello (a), il logaritmo della popolazione femminile; nel pannello (b), il logaritmo della popolazione maschile; nel pannello (c), il logaritmo della popolazione fino a 64 anni; nel pannello (d), il logaritmo della popolazione con almeno 65 anni.

Figura 11: Stime sui flussi netti cumulati di natalità, migrazione interna ed estera

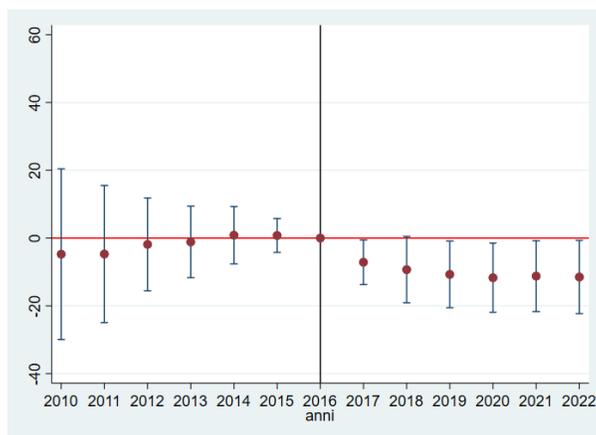
(a) Saldo naturale



(b) Saldo migratorio interno



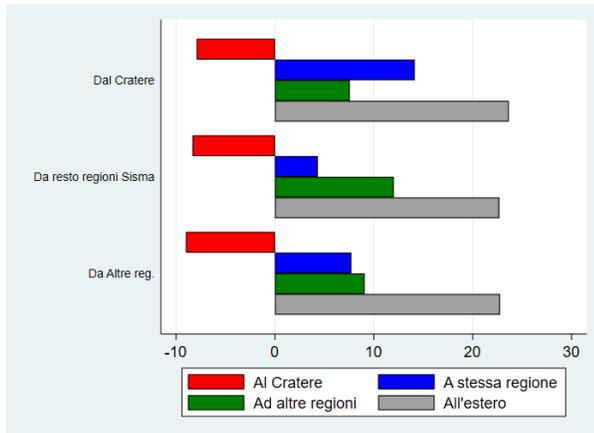
(c) Saldo migratorio estero



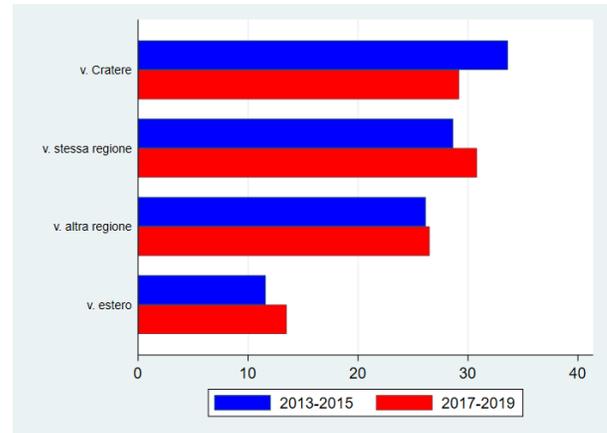
Effetti Leads e Lags per i modelli stimati nella Tabella 7. Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% (errori standard clusterizzati per Comune).

Figura 12: Trasferimenti di residenza

(a) Variazioni tra triennio pre e post sisma (variazioni percentuali)



(b) Destinazioni dei trasferimenti dal Cratere (quote percentuali)

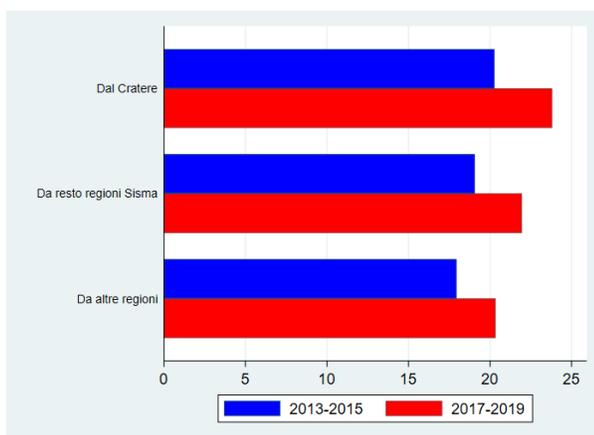


Calcoli dell'autore su dati Istat, elaborazioni sui trasferimenti di residenza.

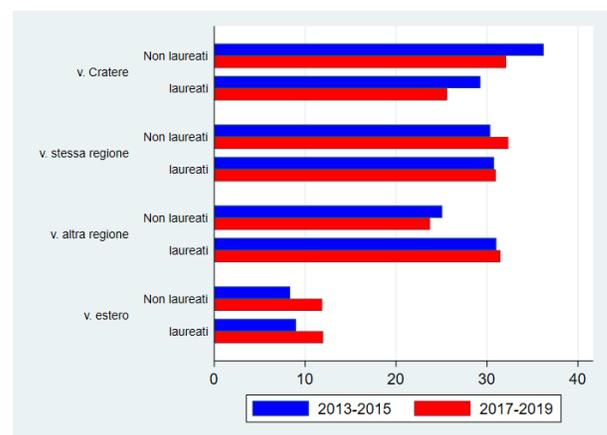
Pannello a: Variazione percentuale tra il triennio 2013-2015 e il triennio 2017-2019 dei trasferimenti di residenza dalle aree indicate nell'asse verticale a quelle indicate in legenda. Per "Da resto regioni Sisma" si intendono i Comuni di Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria non ricompresi nel Cratere; per "Da altre regioni" si intendono i Comuni in altre regioni italiane diverse da quelle interessate dal Sisma. Per "A stessa regione" e "Ad altre regioni" si intendono destinazioni, rispettivamente, nella stessa e in altra regione rispetto a quella di origine (esclusi i Comuni dell'Area del Cratere nel caso di Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria, che sono ricompresi nella categoria "Al Cratere"). Pannello b: quote percentuali calcolate sulla distribuzione dei trasferimenti da Comuni del Cratere a ciascuna delle aree indicate nell'asse verticale.

Figura 13: Trasferimenti di residenza per titolo di studio

(a) Quota di laureati sui deflussi (quote percentuali)



(b) Destinazioni dei trasferimenti dal Cratere (quote percentuali)

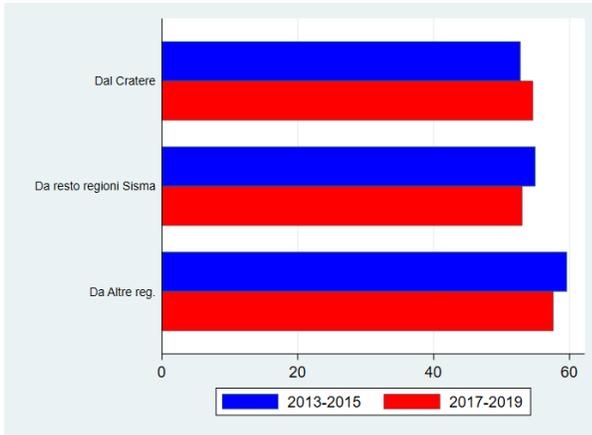


Calcoli dell'autore su dati Istat, elaborazioni sui trasferimenti di residenza.

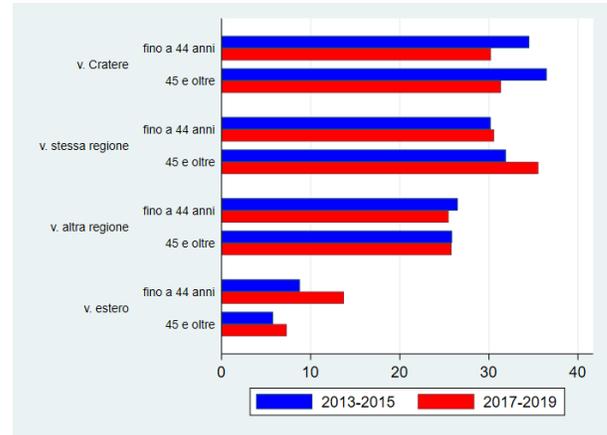
L'informazione sul titolo di studio non è disponibile per i cittadini stranieri. Pannello a: quote percentuali di laureati sul totale di coloro che trasferiscono la residenza da un Comune dell'area indicata sull'asse verticale. Pannello b: quote percentuali calcolate sul totale dei trasferimenti da Comuni del Cratere e riferite a ognuna delle aree indicate sull'asse verticale, misurate separatamente per laureati e non laureati.

Figura 14: Trasferimenti di residenza per età

**(a) Quota di italiani fino a 44 anni sui deflussi
(quote percentuali)**



**(b) Destinazioni dei trasferimenti dal Cratere
(quote percentuali)**

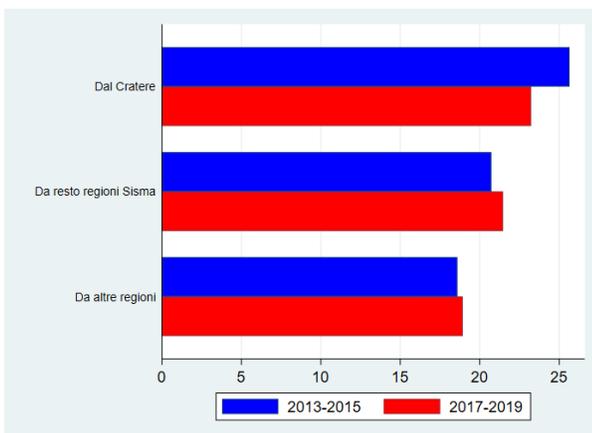


Calcoli dell'autore su dati Istat, elaborazioni sui trasferimenti di residenza.

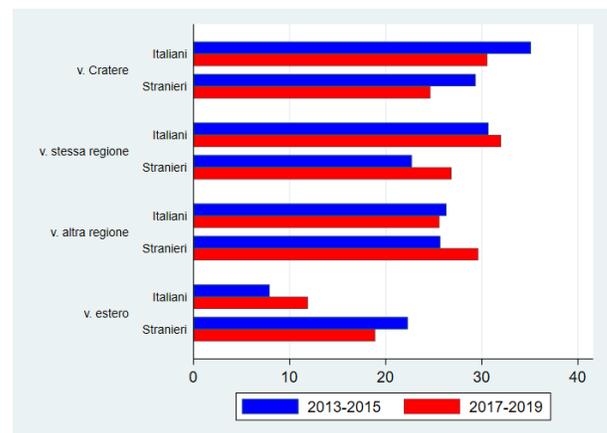
Pannello a: quote percentuali di cittadini italiani con meno di 45 anni sul totale di coloro (italiani e stranieri) che trasferiscono la residenza da un Comune dell'area indicata sull'asse verticale. Pannello b: quote percentuali calcolate sul totale dei trasferimenti da Comuni del Cratere e riferite a ognuna delle aree indicate sull'asse verticale, misurate separatamente per cittadini italiani fino a 44 anni e da 45 anni in su.

Figura 15: Trasferimenti di residenza per cittadinanza

**(a) Quota di stranieri sui deflussi
(quote percentuali)**



**(b) Destinazioni dei trasferimenti dal Cratere
(quote percentuali)**



Calcoli dell'autore su dati Istat, elaborazioni sui trasferimenti di residenza.

Pannello a: quote percentuali di cittadini stranieri sul totale di coloro che trasferiscono la residenza da un Comune dell'area indicata sull'asse verticale. Pannello b: quote percentuali calcolate sul totale dei trasferimenti da Comuni del Cratere e riferite a ognuna delle aree indicate sull'asse verticale, misurate separatamente per cittadini italiani e stranieri.

Tavole

Tabella 1: Variazione della popolazione
(valori percentuali)

	Cratere	Resto del Paese
Variazione popolazione 2016-2022	-6.3	-1.9
Tasso medio annuo 2016-2022	-1.1	-0.3
Tasso medio annuo 2010-2016	-0.3	0.1
Tasso medio annuo 2002-2010	0.4	0.6

Fonte: elaborazioni su dati Istat.
Variazione percentuale e tassi medi annui di variazione della popolazione residente al 1° gennaio di ciascun anno.

Tabella 2: Caratteristiche territoriali
(quote di Comuni e valori medi 2006-2016)

	Comuni del cratere	Altri comuni	Differenza	Signif.
Popolazione (unità)	4,276	7,605	-3,329	***
Densità (pop / Km ²)	80	304	-224	***
Altitudine (m.s.l.)	535	352	184	***
Comune di pianura (%)	0	27.0	-27.0	***
Comune di collina interna (%)	41.3	31.9	9.4	***
Comune di montagna interna (%)	52.9	29.6	23.3	***
Comune litoraneo (%)	0	8.3	-8.3	***
Comune di zona costiera (%)	0	15.0	-15.0	***
Comune urbano (%)	0	3.3	-3.3	***
Comune rurale (%)	89.9	63.3	26.5	***
Aree interne (def. 2014-20) (%)	60.9	51.1	9.7	***
Aree interne (def. 2021-27) (%)	64.5	48.2	16.3	***
Poli (def. 2014-20) (%)	8.0	4.2	3.7	***
Poli (def. 2021-27) (%)	3.6	3.0	0.6	

Fonte: elaborazioni su dati Istat.
Legenda: ***, **, * corrispondono ai livelli di significatività statistica dell'1%, del 5% e del 10%, rispettivamente.
I valori percentuali si riferiscono alla quota di Comuni con le caratteristiche indicate. L'altitudine è misurata in metri sul livello del mare. Per i criteri di classificazione si rimanda a Istat (2022b). Per i dati variabili annualmente (popolazione e sua densità) sono state considerate le medie sul periodo 2006-2016. I Comuni indicati come Aree interne sono quelli classificati come Intermedi, Periferici o Ultra Periferici in base alla Strategia Nazionale delle Aree Interne; i Comuni indicati come Poli sono quelli classificati come Poli o Poli intercomunali. La categoria non riportata in Tavola è quella dei Comuni Cintura. L'Istat ha realizzato un aggiornamento della Mappa (def. 2021-2027) che dà conto della presenza dei servizi a fine 2019: per maggior informazioni si rimanda a Istat (2022a).

Tabella 3: Caratteristiche demografiche
(medie del periodo 2006-2016)

	Comuni del cratere	Altri comuni	Differenza	Signif.
Pop.<15 anni (%)	11.3	13.1	-1.8	***
Pop.>64 anni (%)	27.2	22.7	4.5	***
Indice di vecchiaia	264.6	195.7	69.0	***
Indice di dipendenza strutturale (%)	63.2	56.4	6.8	***
Stranieri (%)	7.5	5.7	1.8	***
Femmine (%)	50.7	50.7	-0.1	*
Saldo naturale (per mille ab.)	-7.1	-3.4	-3.7	***
Saldo migratorio interno (per mille ab.)	-3.7	-0.3	-3.3	***
Saldo migratorio estero (per mille ab.)	4.4	3.1	1.3	***

Fonte: elaborazioni su dati Istat.

Legenda: ***, **, * corrispondono ai livelli di significatività statistica dell'1%, del 5% e del 10%, rispettivamente.

L'indice di vecchiaia altitudine è calcolato come numero di persone con più di 64 anni ogni cento persone con meno di 15 anni. L'indice di dipendenza strutturale è calcolato come rapporto percentuale tra le persone con meno di 15 o più di 64 anni rispetto a quelle di età compresa tra tali valori. I saldi demografici sono rapportati a mille abitanti della popolazione residente all'inizio dell'anno. Il saldo naturale ha al numeratore la differenza tra numero di nati vivi e decessi; il saldo migratorio interno ha al numeratore la differenza tra trasferimenti di residenza da altri Comuni italiani verso il Comune e i trasferimenti di residenza dal Comune verso gli altri Comuni italiani; il saldo migratorio estero ha al numeratore la differenza tra trasferimenti di residenza dall'estero verso il Comune e i trasferimenti di residenza dal Comune verso l'estero. Il bilancio demografico comprende anche cancellazioni o iscrizioni per altri motivi, non riportati nella tavola.

Tabella 4: Stime dell'effetto del Sisma sulla popolazione: modello base
(var. dip: $\ln(\text{POP})$)

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Lead8	0.0399*** (0.00522)	0.0184*** (0.00531)	-0.000655 (0.00484)	0.00728 (0.00537)	0.00453 (0.00539)	0.00541 (0.00529)	0.00754 (0.00513)
Lead7	0.0345*** (0.00450)	0.0166*** (0.00457)	-0.000735 (0.00422)	0.00389 (0.00467)	0.00169 (0.00470)	0.00280 (0.00465)	0.00480 (0.00451)
Lead6	0.0268*** (0.00388)	0.0129*** (0.00394)	-0.0000657 (0.00366)	0.00228 (0.00396)	0.000698 (0.00397)	0.00149 (0.00393)	0.00285 (0.00385)
Lead5	0.0228*** (0.00352)	0.0122*** (0.00357)	0.00228 (0.00341)	0.00207 (0.00359)	0.00110 (0.00360)	0.00166 (0.00357)	0.00250 (0.00353)
Lead4	0.0183*** (0.00278)	0.0107*** (0.00282)	0.00379 (0.00267)	0.00272 (0.00280)	0.00220 (0.00279)	0.00247 (0.00277)	0.00233 (0.00277)
Lead3	0.0123*** (0.00238)	0.00702*** (0.00241)	0.00221 (0.00232)	0.00257 (0.00241)	0.00229 (0.00240)	0.00251 (0.00240)	0.00211 (0.00243)
Lead2	0.00728*** (0.00146)	0.00456*** (0.00148)	0.00250* (0.00147)	0.00223 (0.00153)	0.00208 (0.00152)	0.00211 (0.00153)	0.00188 (0.00156)
Lag0	-0.00635*** (0.00157)	-0.00442*** (0.00159)	-0.00238 (0.00160)	-0.00189 (0.00167)	-0.00167 (0.00165)	-0.00126 (0.00166)	-0.00156 (0.00168)
Lag1	-0.0182*** (0.00222)	-0.0140*** (0.00226)	-0.0100*** (0.00214)	-0.00911*** (0.00229)	-0.00885*** (0.00226)	-0.00882*** (0.00224)	-0.00941*** (0.00229)
Lag2	-0.0245*** (0.00297)	-0.0175*** (0.00301)	-0.0117*** (0.00277)	-0.0111*** (0.00289)	-0.0109*** (0.00287)	-0.0110*** (0.00284)	-0.0115*** (0.00289)
Lag3	-0.0339*** (0.00376)	-0.0245*** (0.00381)	-0.0177*** (0.00354)	-0.0170*** (0.00366)	-0.0165*** (0.00363)	-0.0165*** (0.00352)	-0.0173*** (0.00355)
Lag4	-0.0445*** (0.00422)	-0.0323*** (0.00428)	-0.0233*** (0.00405)	-0.0224*** (0.00420)	-0.0219*** (0.00417)	-0.0218*** (0.00405)	-0.0225*** (0.00408)
Lag5	-0.0501*** (0.00452)	-0.0360*** (0.00459)	-0.0260*** (0.00432)	-0.0242*** (0.00450)	-0.0235*** (0.00447)	-0.0232*** (0.00436)	-0.0238*** (0.00440)
FE Comune (μ_m)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FE anno (τ_t)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sample		✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\tau * Q4.L6.ELDERLY_SH$			✓	✓	✓	✓	✓
$\tau * MACROAREA$				✓	✓	✓	✓
$\tau * ZONA_ALT$					✓	✓	✓
$\tau * Q4.L6.DENSITY$						✓	✓
$\tau * Q4.L6.FOREIGN_SH$							✓
Osservazioni	165973	71072	50695	50695	50695	50695	50695
R ² corretto	0.095	0.219	0.549	0.592	0.600	0.613	0.615
Pv_Lead_2_8	0	0.00420	0.133	0.348	0.439	0.511	0.660
Pv_Lead_2_7	0	0.00220	0.0919	0.700	0.740	0.768	0.848
Pv_Lead_2_6	0	0.00350	0.0555	0.701	0.695	0.753	0.894
Pv_Lag_0_5	0	0	0	0	0	0	0

Errori standard clusterizzati per Comune in parentesi. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

La tavola riporta le stime secondo varie specificazioni del modello (1). Nella col. (1) le stime sono effettuate sull'intero campione e senza $X_{m,t}$. Dalla col. (2) le stime sono fatte sul campione *sample* come definito nella Sezione 3. Dalla col. (3) sono progressivamente inseriti controlli in $X_{m,t}$: in $\tau * Q4.L6.ELDERLY_SH$ l'effetto fisso temporale è interagito con le dummy dei quarti della distribuzione della quota della popolazione con più di 64 anni (6 periodi prima); in $\tau * MACROAREA$ e $\tau * ZONA_ALT$ l'interazione è con le dummy, rispettivamente, delle macroaree e delle zone altimetriche; in $\tau * Q4.L6.DENSITY$ è con le dummy dei quarti della distribuzione della densità di popolazione (6 periodi prima); in $\tau * Q4.L6.FOREIGN_SH$ con le dummy dei quarti della distribuzione della quota di popolazione straniera (6 periodi prima). Le ultime 4 righe riportano i p-value dei test di azzeramento congiunto dei Lead e dei Lag indicati.

Tabella 5: Stime degli effetti in base all'intensità dei danneggiamenti agli edifici
(var. dip: $\ln(POP)$)

	(a)	(b)	(c)	(d)
	Intero Cratere	Cratere <i>Non-Core</i>	Cratere <i>Core</i>	Cratere <i>Very-Core</i>
Lead8	0.00453 (0.00539)	-0.00118 (0.00713)	0.0113 (0.00736)	0.00859 (0.0104)
Lead7	0.00169 (0.00470)	-0.00201 (0.00589)	0.00623 (0.00675)	0.00223 (0.00977)
Lead6	0.000698 (0.00397)	-0.00344 (0.00476)	0.00523 (0.00586)	-0.00139 (0.00783)
Lead5	0.00110 (0.00360)	-0.00345 (0.00395)	0.00586 (0.00566)	-0.00194 (0.00783)
Lead4	0.00220 (0.00279)	-0.00130 (0.00289)	0.00577 (0.00452)	0.00197 (0.00580)
Lead3	0.00229 (0.00240)	-0.00200 (0.00285)	0.00662* (0.00367)	0.00537 (0.00504)
Lead2	0.00208 (0.00152)	0.000306 (0.00143)	0.00396 (0.00258)	0.00388 (0.00394)
Lag0	-0.00167 (0.00165)	0.000349 (0.00161)	-0.00387 (0.00277)	-0.00698* (0.00415)
Lag1	-0.00885*** (0.00226)	-0.00298 (0.00260)	-0.0151*** (0.00333)	-0.0204*** (0.00532)
Lag2	-0.0109*** (0.00287)	-0.00241 (0.00272)	-0.0197*** (0.00460)	-0.0278*** (0.00653)
Lag3	-0.0165*** (0.00363)	-0.00674** (0.00325)	-0.0268*** (0.00608)	-0.0401*** (0.00909)
Lag4	-0.0219*** (0.00417)	-0.00937** (0.00372)	-0.0351*** (0.00689)	-0.0443*** (0.0107)
Lag5	-0.0235*** (0.00447)	-0.0119*** (0.00427)	-0.0360*** (0.00727)	-0.0445*** (0.0112)
FE Comune (μ_m)	✓	✓	✓	✓
FE anno (τ_t)	✓	✓	✓	✓
Sample	✓	✓	✓	✓
$\tau * Q4.L6.ELDERLY_SH$	✓	✓	✓	✓
$\tau * MACROAREA$	✓	✓	✓	✓
$\tau * ZONA_ALT$	✓	✓	✓	✓
Osservazioni	50695	49660	49660	49150
R^2 corretto	0.600	0.592	0.599	0.596
Pv_Lead_2_8	0.439	0.443	0.266	0.310
Pv_Lead_2_7	0.740	0.406	0.613	0.602
Pv_Lead_2_6	0.695	0.414	0.486	0.544
Pv_Lag_0_5	0	0.0708	0	0

Errori standard clusterizzati per Comune in parentesi. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Nella col. (a) è riportata la stima benchmark sull'intero Cratere. Nelle colonne successive il campione dei trattati è definito in base all'intensità dei danneggiamenti, misurati sulla base della distribuzione del numero di edifici privati danneggiati gravemente (Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma, 2021, numero di domande attese per la ricostruzione da danni gravi) in rapporto alla popolazione residente al 1° gennaio 2016. Il gruppo dei trattati è costituito: nella col. (b) dai Comuni con incidenza del danno pari o inferiore alla mediana; nella col. (c) dai Comuni con incidenza superiore alla mediana; nella col. (d) dai Comuni con incidenza superiore al terzo quartile. I Comuni del Cratere non inclusi nei trattati non entrano nel campione stimato. La distribuzione dei Comuni è riportata nella Tabella A1. Le ultime 4 righe riportano i p-value dei test di azzeramento congiunto dei Lead e dei Lag indicati.

Tabella 6: Stime degli effetti in base al genere e alla fascia di età
(var. dip: $\ln(POP_g)$)

	(a) Benchmark	(b) Femmine	(c) Maschi	(d) Fino a 64 anni	(e) Oltre 64 anni
Lead8	0.00453 (0.00539)	0.00415 (0.00538)	0.00495 (0.00601)	0.00110 (0.00697)	0.0132** (0.00595)
Lead7	0.00169 (0.00470)	0.00117 (0.00473)	0.00206 (0.00532)	-0.000549 (0.00613)	0.00568 (0.00550)
Lead6	0.000698 (0.00397)	0.000108 (0.00409)	0.00110 (0.00450)	-0.00230 (0.00534)	0.00811* (0.00481)
Lead5	0.00110 (0.00360)	0.0000432 (0.00366)	0.00205 (0.00419)	0.0000136 (0.00503)	0.00459 (0.00422)
Lead4	0.00220 (0.00279)	0.00113 (0.00315)	0.00308 (0.00327)	0.00165 (0.00398)	0.00318 (0.00385)
Lead3	0.00229 (0.00240)	0.00225 (0.00267)	0.00224 (0.00283)	0.00208 (0.00304)	0.00219 (0.00310)
Lead2	0.00208 (0.00152)	0.00236 (0.00179)	0.00169 (0.00188)	0.00391* (0.00206)	-0.00242 (0.00222)
Lag0	-0.00167 (0.00165)	-0.00134 (0.00183)	-0.00203 (0.00216)	-0.00181 (0.00218)	-0.00103 (0.00203)
Lag1	-0.00885*** (0.00226)	-0.00883*** (0.00265)	-0.00894*** (0.00277)	-0.0105*** (0.00289)	-0.00423 (0.00304)
Lag2	-0.0109*** (0.00287)	-0.0114*** (0.00344)	-0.0105*** (0.00348)	-0.0144*** (0.00387)	-0.00297 (0.00361)
Lag3	-0.0165*** (0.00363)	-0.0175*** (0.00415)	-0.0157*** (0.00410)	-0.0216*** (0.00454)	-0.00599 (0.00472)
Lag4	-0.0219*** (0.00417)	-0.0249*** (0.00451)	-0.0193*** (0.00481)	-0.0285*** (0.00511)	-0.00941* (0.00509)
Lag5	-0.0235*** (0.00447)	-0.0255*** (0.00466)	-0.0221*** (0.00530)	-0.0301*** (0.00559)	-0.0102* (0.00572)
FE Comune (μ_m)	✓	✓	✓	✓	✓
FE anno (τ_t)	✓	✓	✓	✓	✓
Sample	✓	✓	✓	✓	✓
$\tau * Q4.L6.ELDERLY_SH$	✓	✓	✓	✓	✓
$\tau * MACROAREA$	✓	✓	✓	✓	✓
$\tau * ZONA_ALT$	✓	✓	✓	✓	✓
Osservazioni	50695	50677	50677	50677	50677
R^2 corretto	0.600	0.607	0.478	0.621	0.547
Pv_Lead_2_8	0.439	0.604	0.666	0.217	0.0368
Pv_Lead_2_7	0.740	0.801	0.868	0.269	0.237
Pv_Lead_2_6	0.695	0.737	0.848	0.262	0.195
Pv_Lag_0_5	0	0	0.0002	0	0.496

Errori standard clusterizzati per Comune in parentesi. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

La tabella riporta le stime utilizzando come variabile dipendente $\ln(POP_g)$, dove g indica: nella col. (a) l'intera popolazione (benchmark); nella col. (b) la popolazione femminile; nella col. (c) la popolazione maschile; nella col. (d) la popolazione fino a 64 anni di età; nella col. (e) la popolazione con oltre 64 anni. Le ultime quattro righe riportano i p-value dei test di azzeramento congiunto dei Lead e dei Lag indicati.

Tabella 7: Stime sui flussi netti di natalità, migrazione interna ed estera
(var. dip: saldi netti cumulati)

	(a) Naturale	(b) Interno	(c) Estero
Lead8	21.55 (22.57)	20.83 (13.75)	-7.189 (16.03)
Lead7	18.89 (20.50)	10.53 (11.96)	-4.758 (12.84)
Lead6	15.44 (17.55)	1.277 (10.02)	-4.716 (10.32)
Lead5	12.58 (14.32)	-3.241 (7.294)	-1.869 (6.987)
Lead4	8.572 (11.35)	-2.592 (5.500)	-1.152 (5.382)
Lead3	6.901 (8.355)	0.105 (3.837)	0.842 (4.308)
Lead2	3.543 (4.110)	0.208 (2.521)	0.761 (2.541)
Lag0	-5.388 (5.055)	-11.20*** (3.599)	-7.144** (3.358)
Lag1	-5.709 (9.052)	-19.69*** (5.767)	-9.313* (4.996)
Lag2	-6.885 (9.640)	-20.40*** (5.788)	-10.73** (5.022)
Lag3	-7.547 (10.13)	-21.12*** (5.885)	-11.70** (5.196)
Lag4	-7.251 (10.86)	-22.38*** (6.059)	-11.23** (5.331)
Lag5	-7.101 (11.82)	-23.03*** (6.107)	-11.50** (5.516)
FE Comune (μ_m)	✓	✓	✓
FE anno (τ_t)	✓	✓	✓
Sample	✓	✓	✓
$\tau * Q4.L6.ELDERLY_SH$	✓	✓	✓
$\tau * MACROAREA$	✓	✓	✓
$\tau * ZONA_ALT$	✓	✓	✓
$\tau * Q4.L6.FOREIGN_SH$			✓
Osservazioni	50695	50695	50695
R^2 corretto	0.336	0.110	0.177
Pv_Lead_2_8	0.790	0.0529	0.779
Pv_Lead_2_7	0.719	0.0772	0.717
Pv_Lead_2_6	0.615	0.847	0.786
Pv_Lag_0_5	0.0934	0.00690	0.0692

Errori standard clusterizzati per Comune in parentesi. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

La variabile dipendente è: nella col. (a), la cumulata dei saldi di natalità annuali (nati vivi meno decessi); nella col. (b), la cumulata dei saldi migratori interni (trasferimenti da e verso altri Comuni italiani); nella col. (c), la cumulata dei saldi migratori con l'estero (trasferimenti da e verso l'estero). Le ultime 4 righe riportano i p-value dei test di azzeramento congiunto dei Lead e dei Lag indicati.

Tabella 8: Trasferimenti netti nell'Area del Cratere

	Media 2013-2015	Media 2017-2019	Differenza
Totale Area del Cratere	510	-707	-1,217
Per possesso della laurea (citt. italiani)			
non laureati	-630	-1,710	-1,080
laureati	-312	-654	-342
Per età (citt. italiani)			
fino a 44 anni	-1,016	-1,965	-949
da 45 anni in su	-17	-399	-382
Per cittadinanza			
italiani	-1,033	-2,363	-1,331
stranieri	1,543	1,657	114

Calcoli dell'autore su dati *Istat*, elaborazioni sui trasferimenti di residenza.

Saldo tra afflussi e deflussi nell'Area del Cratere. I dati sono ottenuti per aggregazione di dati comunali.

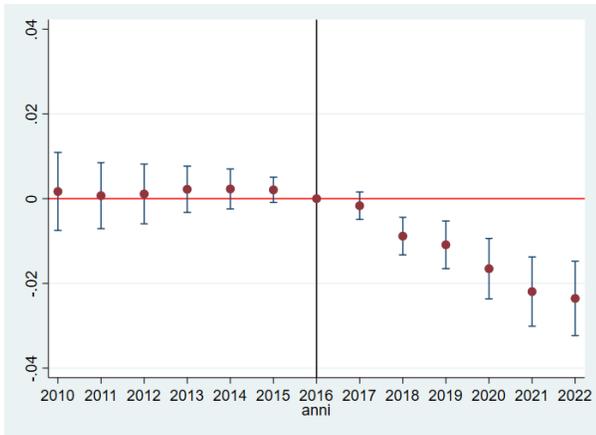
Figura A1: Territori del *sample*



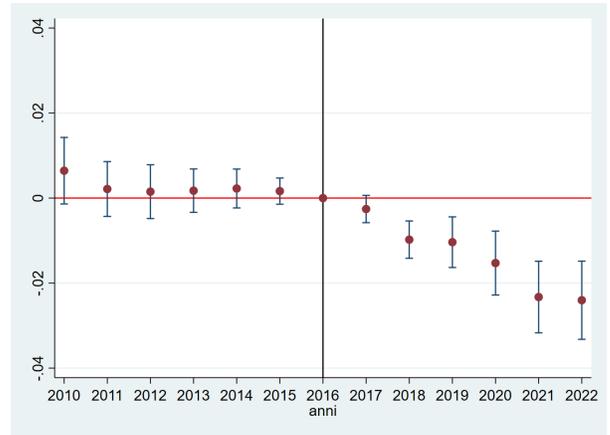
I Comuni rientranti nel *sample*, oltre a quelli del Cratere, sono individuati secondo i criteri descritti nella Sezione 3.

Figura A2: Verifiche di robustezza

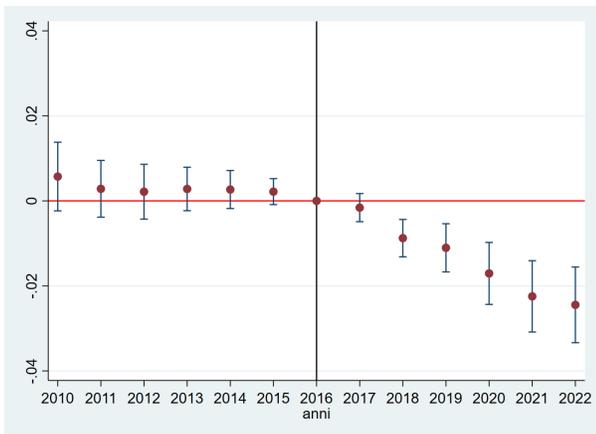
(a) Benchmark



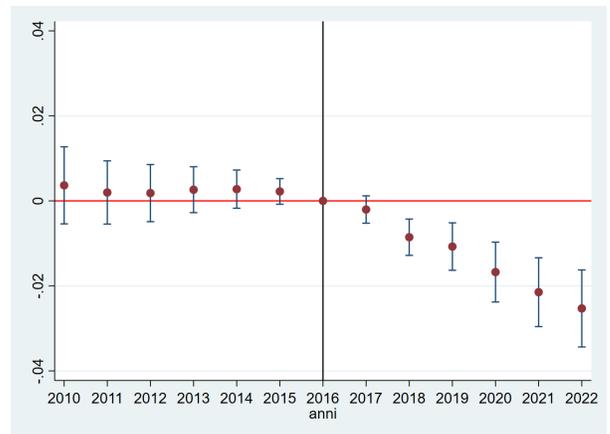
(b) No cratere L'Aquila 2009



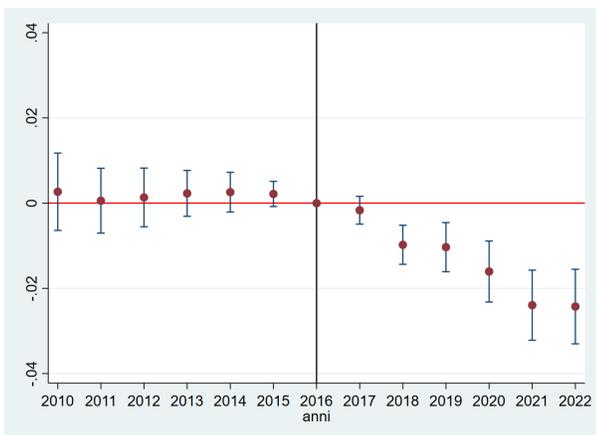
(c) No Comuni Abruzzo L. 45/2017



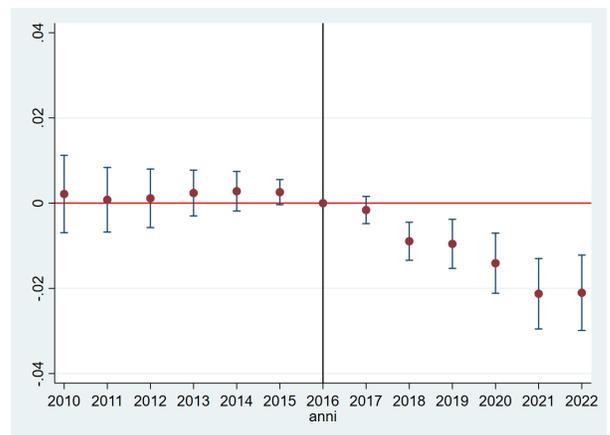
(d) Staggered Comuni Abruzzo L. 45/2017



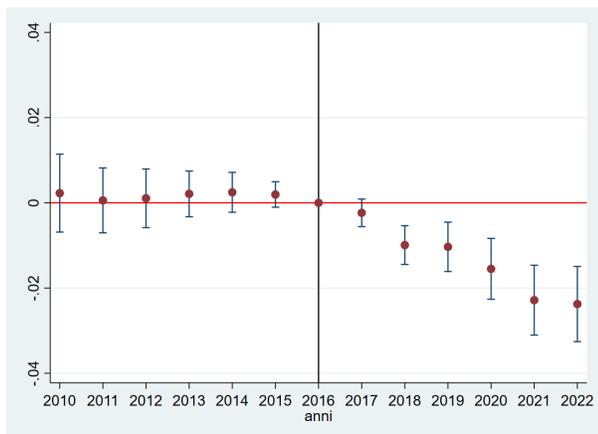
(e) No Comuni Calabria



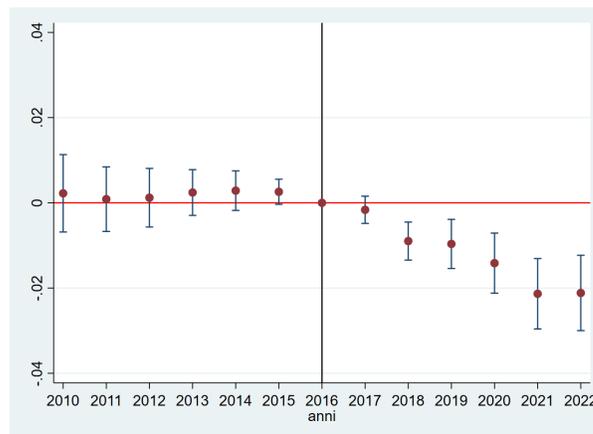
(f) Sì Comuni PP.AA. Trento e Bolzano



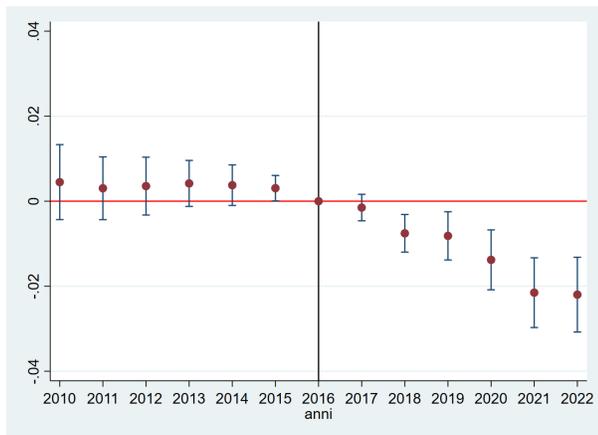
(g) Più restrizioni al supporto comune



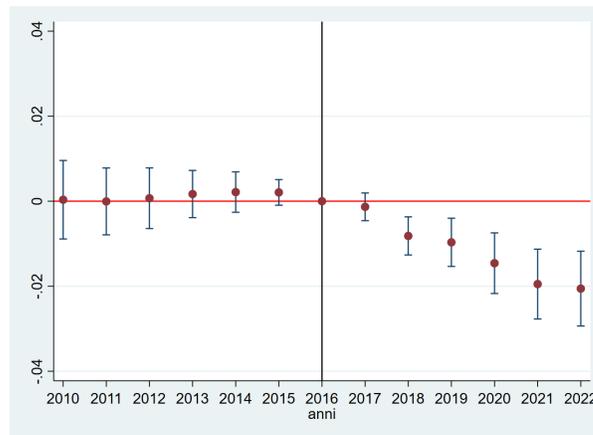
(h) Comuni fino a 100 mila abitanti



(i) Sì Comuni extra-Cratere in province Cratere

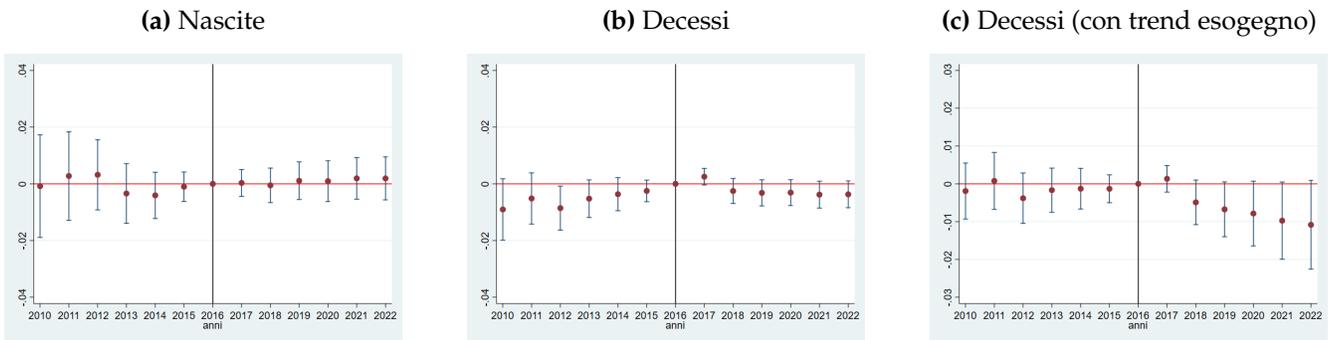


(j) Trend per zone sismiche



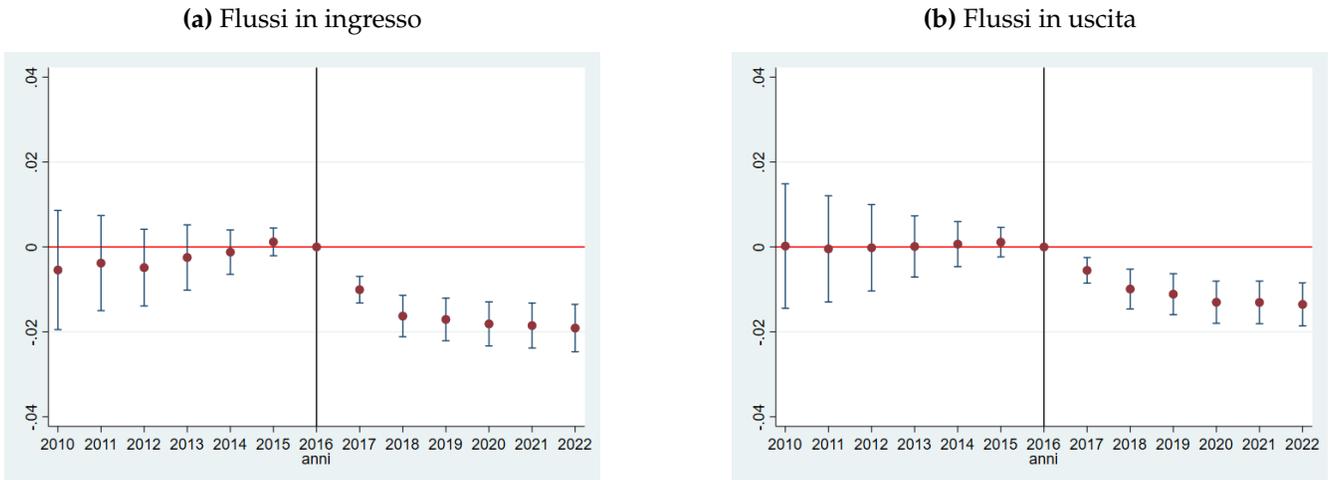
I grafici si riferiscono alle verifiche di robustezza riportate nella Tabella A2. Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% (errori standard clusterizzati per Comune). Tutte le specificazioni includono i controlli della specificazione benchmark e sono effettuate sul *sample* modificato di volta in volta come indicato. Il pannello b esclude i Comuni del cratere del terremoto di L'Aquila nel 2009; il pannello c esclude i Comuni abruzzesi aggiunti al Cratere successivamente con L. 45/2017; il pannello d considera questi comuni come trattati nel 2017 (*staggered diff-in-diff*); il pannello e esclude i Comuni della Calabria; il pannello f include i Comuni delle P.P.A.A. di Trento e Bolzano; il pannello g esclude i Comuni con altitudine [densità pre-treatment] superiore [inferiore] a quella massima [minima] del Cratere; il pannello h considera i Comuni fino a 100.000 abitanti; il pannello i include i Comuni extra Cratere delle province in cui è presente almeno un comune del Cratere; il pannello j controlla anche per $\tau * ZONA_SISMICA_m$ dove la zona sismica si riferisce alla classificazione vigente pre-evento.

Figura A3: Stime su flussi di nascite e decessi



Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% (errori standard clusterizzati per Comune). Tutte le specificazioni includono i controlli della specificazione benchmark. Nel pannello a la variabile dipendente è il logaritmo della cumulata delle nascite; nei pannelli b e c è il logaritmo della cumulata dei decessi; nel pannello c al modello è aggiunto un trend esogeneo per i Comuni del Cratere.

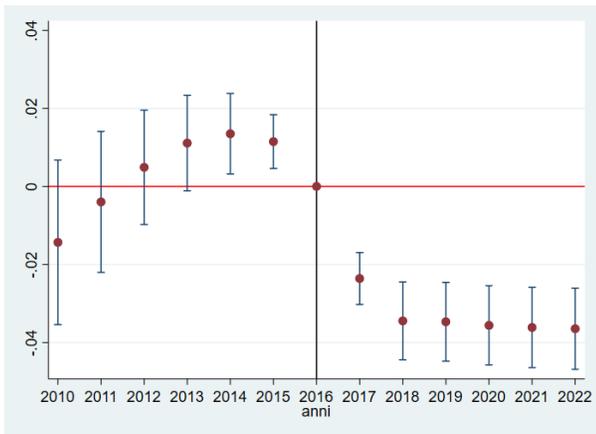
Figura A4: Stime su flussi migratori interni



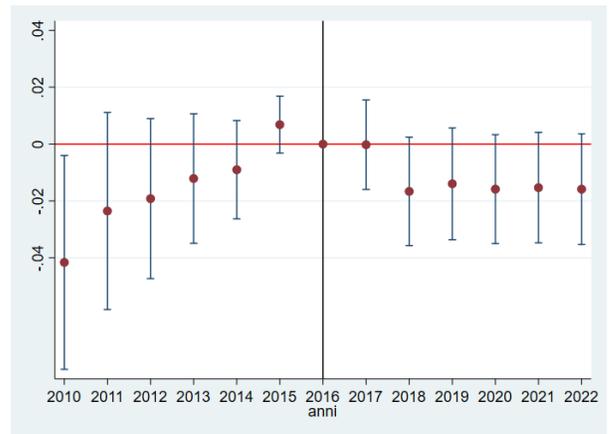
Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% (errori standard clusterizzati per Comune). Tutte le specificazioni includono i controlli della specificazione benchmark. La variabile dipendente è: nel pannello a, il logaritmo della cumulata dei trasferimenti di residenza verso il Comune da altri Comuni italiani; nel pannello b, il logaritmo della cumulata dei trasferimenti di residenza dal Comune verso altri Comuni italiani.

Figura A5: Stime su flussi migratori con l'estero

(a) Flussi in ingresso



(b) Flussi in uscita



Le linee verticali blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% (errori standard clusterizzati per Comune). Tutte le specificazioni includono i controlli della specificazione benchmark. La variabile dipendente è: nel pannello a, il logaritmo della cumulata dei trasferimenti di residenza verso il Comune dall'estero; nel pannello b, il logaritmo della cumulata dei trasferimenti di residenza dal Comune verso l'estero.

Tabella A1: Comuni del Cratere e intensità dei danni gravi

Comune	Regione	Quarto	Comune	Regione	Quarto	Comune	Regione	Quarto
Accumoli	Lazio	4	Cossignano	Marche	3	Palmiano	Marche	4
Acquasanta Terme	Marche	4	Crognaleto	Abruzzo	3	Penna San Giovanni	Marche	3
Amandola	Marche	3	Esanatoglia	Marche	2	Petriolo	Marche	2
Amatrice	Lazio	4	Fabriano	Marche	1	Pietracamela	Abruzzo	1
Antrodoco	Lazio	1	Falerone	Marche	2	Pieve Torina	Marche	4
Apiro	Marche	3	Fano Adriano	Abruzzo	3	Pioraco	Marche	3
Appignano del Tronto	Marche	2	Farindola	Abruzzo	1	Pizzoli	Abruzzo	1
Arquata del Tronto	Marche	4	Ferentillo	Umbria	2	Poggio Bustone	Lazio	1
Arrone	Umbria	1	Fiastra	Marche	4	Poggio San Vicino	Marche	3
Ascoli Piceno	Marche	1	Fiuminata	Marche	2	Poggiodomo	Umbria	4
Barete	Abruzzo	2	Folignano	Marche	1	Polino	Umbria	1
Belforte del Chienti	Marche	2	Force	Marche	3	Pollenza	Marche	2
Belmonte Piceno	Marche	2	Gagliole	Marche	3	Posta	Lazio	3
Bolognola	Marche	4	Gualdo	Marche	4	Preci	Umbria	4
Borbona	Lazio	4	Isola del Gran Sasso d'Italia	Abruzzo	1	Rieti	Lazio	1
Borgo Velino	Lazio	1	Leonessa	Lazio	4	Ripe San Ginesio	Marche	3
Cagnano Amiterno	Abruzzo	3	Loro Piceno	Marche	3	Rivodutri	Lazio	1
Caldarola	Marche	4	Macerata	Marche	1	Rocca Santa Maria	Abruzzo	3
Camerino	Marche	4	Maltignano	Marche	1	Roccafluvione	Marche	2
Campelli	Abruzzo	1	Massa Fermana	Marche	2	Rotella	Marche	3
Camporotondo di Fiastrone	Marche	3	Matelica	Marche	1	San Ginesio	Marche	4
Campotosto	Abruzzo	4	Micigliano	Lazio	2	San Severino Marche	Marche	2
Cantalice	Lazio	1	Mogliano	Marche	2	Sant'Anatolia di Narco	Umbria	2
Capitignano	Abruzzo	4	Monsampietro Morico	Marche	3	Sant'Angelo in Pontano	Marche	3
Cascia	Umbria	3	Montalto delle Marche	Marche	2	Santa Vittoria in Matenano	Marche	2
Castel Castagna	Abruzzo	3	Montappone	Marche	2	Sarnano	Marche	3
Castel Sant'Angelo	Lazio	1	Monte Cavallo	Marche	4	Scheggino	Umbria	2
Castel di Lama	Marche	1	Monte Rinaldo	Marche	3	Sefro	Marche	3
Castelli	Abruzzo	2	Monte San Martino	Marche	4	Sellano	Umbria	3
Castelraimondo	Marche	2	Monte Vidon Corrado	Marche	1	Serrapetrona	Marche	4
Castelsantangelo sul Nera	Marche	4	Montedinove	Marche	3	Serravalle di Chienti	Marche	3
Castignano	Marche	2	Montefalcone Appennino	Marche	3	Servigliano	Marche	2
Castorano	Marche	1	Montefortino	Marche	4	Smerillo	Marche	3
Cerreto d'Esi	Marche	1	Montefranco	Umbria	1	Spoletto	Umbria	1
Cerreto di Spoleto	Umbria	2	Montegallo	Marche	4	Teramo	Abruzzo	1
Cessapalombo	Marche	4	Montegiorgio	Marche	1	Tolentino	Marche	2
Cingoli	Marche	1	Monteleone di Fermo	Marche	3	Torricella Sicura	Abruzzo	2
Cittaducale	Lazio	1	Monteleone di Spoleto	Umbria	3	Tossicia	Abruzzo	3
Cittareale	Lazio	4	Montelparo	Marche	2	Treia	Marche	2
Civitella del Tronto	Abruzzo	2	Montemonaco	Marche	4	Urbisaglia	Marche	2
Colledara	Abruzzo	2	Montereale	Abruzzo	3	Ussita	Marche	4
Colli del Tronto	Marche	1	Montorio al Vomano	Abruzzo	1	Valfornace	Marche	4
Colmurano	Marche	3	Muccia	Marche	4	Valle Castellana	Abruzzo	4
Comunanza	Marche	2	Norcia	Umbria	4	Vallo di Nera	Umbria	3
Corridonia	Marche	1	Offida	Marche	1	Venarotta	Marche	2
Cortino	Abruzzo	4	Ortezzano	Marche	1	Visso	Marche	4

I quarti fanno riferimento alla distribuzione del rapporto tra numero di edifici privati danneggiati gravemente (Commissario Straordinario Ricostruzione Sisma, 2021, numero di domande attese per la ricostruzione da danni gravi) e la popolazione residente al 1° gennaio 2016 (di fonte Istat). Tale rapporto è utilizzato in questo lavoro a fini meramente di analisi statistica.

Tabella A2: Verifiche di robustezza
(var. dip: $\ln(POP)$)

	(a) Benchm	(b) No AQ09	(c) No Abr17	(d) Stgr	(e) No Cal	(f) TN BZ	(g) Tighter Supp	(h) Pop100k	(i) Pv Crat	(j) Zn Sism
Lead8	0.00453 (0.00539)	0.00903** (0.00453)	0.0101** (0.00472)	0.00605 (0.00526)	0.00315 (0.00531)	0.00384 (0.00530)	0.00328 (0.00532)	0.00393 (0.00530)	0.00701 (0.00512)	0.00288 (0.00540)
Lead7	0.00169 (0.00470)	0.00644 (0.00399)	0.00572 (0.00412)	0.00366 (0.00462)	0.00267 (0.00463)	0.00215 (0.00463)	0.00228 (0.00466)	0.00224 (0.00463)	0.00449 (0.00450)	0.000345 (0.00471)
Lead6	0.000698 (0.00397)	0.00214 (0.00329)	0.00284 (0.00340)	0.00198 (0.00379)	0.000574 (0.00388)	0.000789 (0.00386)	0.000573 (0.00388)	0.000861 (0.00386)	0.00304 (0.00377)	-0.0000533 (0.00401)
Lead5	0.00110 (0.00360)	0.00151 (0.00323)	0.00216 (0.00329)	0.00183 (0.00343)	0.00134 (0.00351)	0.00114 (0.00351)	0.00107 (0.00351)	0.00120 (0.00351)	0.00355 (0.00347)	0.000692 (0.00364)
Lead4	0.00220 (0.00279)	0.00174 (0.00261)	0.00280 (0.00261)	0.00263 (0.00275)	0.00229 (0.00274)	0.00238 (0.00274)	0.00210 (0.00274)	0.00242 (0.00274)	0.00418 (0.00276)	0.00168 (0.00283)
Lead3	0.00229 (0.00240)	0.00225 (0.00233)	0.00268 (0.00228)	0.00276 (0.00230)	0.00258 (0.00238)	0.00279 (0.00237)	0.00247 (0.00238)	0.00286 (0.00237)	0.00377 (0.00243)	0.00214 (0.00242)
Lead2	0.00208 (0.00152)	0.00163 (0.00157)	0.00218 (0.00156)	0.00222 (0.00154)	0.00216 (0.00151)	0.00258* (0.00150)	0.00195 (0.00152)	0.00259* (0.00150)	0.00306** (0.00153)	0.00207 (0.00154)
Lag0	-0.00167 (0.00165)	-0.00257 (0.00164)	-0.00159 (0.00169)	-0.00203 (0.00164)	-0.00167 (0.00166)	-0.00162 (0.00163)	-0.00235 (0.00165)	-0.00164 (0.00163)	-0.00150 (0.00159)	-0.00132 (0.00166)
Lag1	-0.00885*** (0.00226)	-0.00978*** (0.00224)	-0.00876*** (0.00224)	-0.00855*** (0.00218)	-0.00978*** (0.00234)	-0.00894*** (0.00228)	-0.00991*** (0.00233)	-0.00898*** (0.00228)	-0.00756*** (0.00226)	-0.00817*** (0.00229)
Lag2	-0.0109*** (0.00287)	-0.0104*** (0.00304)	-0.0110*** (0.00289)	-0.0107*** (0.00285)	-0.0103*** (0.00294)	-0.00956*** (0.00294)	-0.0103*** (0.00295)	-0.00964*** (0.00294)	-0.00816*** (0.00289)	-0.00968*** (0.00289)
Lag3	-0.0165*** (0.00363)	-0.0153*** (0.00384)	-0.0171*** (0.00372)	-0.0168*** (0.00359)	-0.0161*** (0.00365)	-0.0141*** (0.00360)	-0.0155*** (0.00365)	-0.0142*** (0.00360)	-0.0138*** (0.00359)	-0.0146*** (0.00364)
Lag4	-0.0219*** (0.00417)	-0.0233*** (0.00430)	-0.0225*** (0.00428)	-0.0215*** (0.00413)	-0.0239*** (0.00420)	-0.0213*** (0.00421)	-0.0228*** (0.00418)	-0.0213*** (0.00421)	-0.0215*** (0.00418)	-0.0195*** (0.00419)
Lag5	-0.0235*** (0.00447)	-0.0240*** (0.00469)	-0.0245*** (0.00454)	-0.0253*** (0.00462)	-0.0243*** (0.00446)	-0.0210*** (0.00451)	-0.0238*** (0.00450)	-0.0211*** (0.00451)	-0.0220*** (0.00448)	-0.0206*** (0.00449)
Osservazioni	50695	50515	50560	50695	48055	54817	50249	54832	59862	50065
R ² corretto	0.600	0.612	0.600	0.600	0.601	0.592	0.617	0.592	0.593	0.601
Pv_Lead_2_8	0.439	0.147	0.0927	0.619	0.643	0.430	0.719	0.433	0.311	0.554
Pv_Lead_2_7	0.740	0.212	0.434	0.699	0.543	0.521	0.703	0.521	0.465	0.817
Pv_Lead_2_6	0.695	0.915	0.707	0.718	0.696	0.499	0.761	0.502	0.422	0.733
Pv_Lag_0_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Errori standard clusterizzati per Comune in parentesi. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Tutte le specificazioni includono i controlli della specificazione benchmark (col. a), che corrisponde alla col. d della Tabella 4, e sono effettuate sul *sample* modificato di volta in volta come indicato. La col. b esclude i Comuni del cratere del terremoto di L'Aquila nel 2009; la col. c esclude i Comuni abruzzesi aggiunti al Cratere successivamente con L. 45/2017; la col. d considera questi Comuni come trattati nel 2017 (staggered diff-in-diff); la col. e esclude i Comuni della Calabria; la col. f include i Comuni delle PP.AA. di Trento e Bolzano; la col. g esclude anche i Comuni con altitudine [densità pre-treatment] superiore [inferiore] a quella massima [minima] del Cratere; la col. h considera i Comuni fino a 100.000 abitanti; la col. i include i Comuni extra Cratere delle province in cui è presente almeno un comune del Cratere; la col. j controlla anche per $\tau * ZONA_SISMICA_m$ dove la zona sismica si riferisce alla classificazione vigente pre-evento. In tutte le specificazioni la covariata $\tau_i * Q4.L6.ELDERLY_SHARE_{mt}$ è calcolata sulla distribuzione del campione stimato. Le ultime 4 righe riportano i p -value dei test di azzeramento congiunto dei Lead e dei Lag indicati.