



Dipartimento di Impresa e Management
Cattedra di Statistica Applicata ed Econometria

Analisi Econometrica dei Canoni di Locazione a Roma:
Indagine Tramite Regressione e Serie Storiche.

Francesco Corvo, Mtr. 278911

CANDIDATO

Prof.ssa Alessandra Amendola

RELATRICE

Prof. Federico Brogi

CORRELATORE

Anno accademico 2024/2025

INDICE

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1: ANALISI PRELIMINARE.....	6
1.1 Contesto e motivazioni dello studio.....	6
CAPITOLO 2: DATI E METODOLOGIA	10
2.1 Raccolta e selezione delle variabili.....	10
2.1.1 Motivazioni teoriche alla base della selezione	10
2.1.2 Descrizione, classificazione e trattamento delle variabili	12
2.2. Approccio metodologico adottato	23
2.2.1 Modelli di regressione lineare semplice e multipla.....	24
2.2.2 Analisi delle serie storiche e modelli previsionali.....	25
CAPITOLO 3: RISULTATI E INTERPRETAZIONE	28
3.1 Analisi dei risultati della regressione	28
3.2 Test diagnostici della regressione	31
3.3 Analisi dei risultati della serie storica	33
3.4 Test diagnostici della serie storica	36
CAPITOLO 4: CONSIDERAZIONI FINALI	39
4.1 Considerazioni conclusive sulle dinamiche esaminate	39
4.2 Valutazione critica delle possibili soluzioni.....	40
4.3 Limiti dello studio condotto.....	43
4.4 Suggerimenti e indicazioni per ricerche future	44
BIBLIOGRAFIA	47
SITOGRAFIA	48

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni il mercato immobiliare a Roma ha subito numerosi cambiamenti e trasformazioni, influenzate da fattori macroeconomici, sociali e demografici. Un aumento vertiginoso, inoltre, è stato registrato per i canoni di locazione di appartamenti nella capitale, che risente direttamente della mutazione di variabili quali: la disoccupazione o il reddito medio degli abitanti. Tale dinamica ha generato un crescente malcontento tra i cittadini, in particolar modo tra le fasce a reddito medio-basso e gli studenti fuorisede, portati, anno dopo anno, ad un aumento dei costi difficile da sostenere e a reticenze verso soluzioni abitative sostenibili.

In particolare, il lavoro si pone come obiettivo quello di analizzare quali variabili incidano e determinino maggiormente la crescita degli affitti, quali di queste portino ad un impatto maggiore, e, come contrastare questo aumento puntando su fattori modificabili direttamente tramite intervento statale, nel tentativo di rallentare, bloccare o invertire questa tendenza.

Per ciò che concerne l'analisi dei dati, si è preso come fonte di analisi il software statistico Rstudio, che ha permesso di eseguire: analisi approfondite e puntuali, test di significatività, verifiche dei presupposti dei modelli e costruzioni di grafici esplorativi delle variabili. L'estrema flessibilità di questa piattaforma ha consentito un'ottima produzione dei risultati, garantendo un buon rigore metodologico, replicabilità dello studio e trasparenza nel trattamento e nell'analisi dei dati. Inizialmente si è fatto ricorso ad un approccio quantitativo, basato su modelli di regressione lineare multipla¹, per stimare l'effetto esercitato da ogni variabile, economica o demografica, sul livello degli affitti della città di Roma.

Questo modello consente di analizzare individualmente ciascuno di questi indicatori, andandone a misurare l'apporto mantenendo le altre variabili costanti. In aggiunta alla regressione lineare, mediante l'utilizzo dei modelli arima², l'analisi si è concentrata sullo

¹ I modelli di regressione lineare multipla permettono di stimare il valore di una variabile dipendente in funzione di più variabili indipendenti, assumendo relazioni lineari tra queste.

Greene, W.H. (2012), *Econometric Analysis*, Pearson.

² Il modello ARIMA è uno strumento di analisi delle serie temporali ampiamente utilizzato per la previsione di dati sequenziali nel tempo. Include componenti autoregressive (AR), di integrazione (I), e media mobile (MA).

Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. (2015), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Wiley.

studio delle serie storiche, finalizzato alla stima e previsione di vari andamenti futuri del valore dei canoni di locazione, andando anche a tenere in considerazione eventuali ipotesi di intervento statale mirato.

La tesi è composta da un totale di quattro capitoli, il primo si concentra su un'analisi preliminare del contesto economico-sociale in cui ci muoveremo, chiarendo gli obbiettivi della ricerca e le fonti che ho consultato per svolgerla³; il secondo descrive più nello specifico i dati, illustrandone la rilevanza ai fini dello studio, presentando in maniera teorica i modelli di cui ci si è avvalsi; il terzo è dedicato all'esposizione dei risultati ottenuti, tramite l'esposizione degli output⁴ generati dai modelli statistici e dei grafici prodotti; il quarto capitolo riassume, invece, eventuali misure applicabili per fronteggiare questo problema sociale, mostrando anche dei prospetti statistici generati su Rstudio e alcune possibili direzioni future, evidenziando i limiti del modello e fornendo spunti futuri; l'ultima sezione del documento, infine, contiene la bibliografia utilizzata, a supporto delle analisi, delle tesi e dei dati sviluppati in questo studio.

³ Le principali fonti utilizzate includono database ufficiali dell'ISTAT, report economici regionali e dataset interni elaborati a partire da rilevazioni trimestrali sul territorio romano.

⁴ Il termine *output* si riferisce, nel contesto dell'analisi statistica condotta, ai risultati numerici generati a seguito dell'esecuzione degli script in linguaggio R. Tali risultati comprendono, ad esempio, i coefficienti stimati dei modelli di regressione o le metriche di bontà di adattamento.

CAPITOLO 1: ANALISI PRELIMINARE

1.1 Contesto e motivazioni dello studio

Nel corso della sua storia, il mercato immobiliare italiano ha da sempre subito numerosi mutamenti, in particolare, però, nelle maggiori metropoli, questi ultimi sono particolarmente accentuati.

Nello specifico a Roma, negli ultimi cinque anni, abbiamo assistito ad un'impennata vertiginosa dei prezzi per le locazioni immobiliari⁵, registrando alti tassi di crescita annuali, concretizzati generalmente a cadenza trimestrale. Per tal ragione, a causa della condizione attuale di precarietà economica e di dinamiche di alta inflazione, è stato evidenziato un forte impatto negativo sull'accessibilità abitativa⁶ per fasce sempre maggiori della popolazione italiana.

Questa condizione ha contribuito ad alimentare un senso di frustrazione generale, già presente in molti cittadini delle grandi metropoli italiane, sfociando, così, in numerose proteste pacifiche atte a richiedere un intervento mirato e tempestivo dello Stato per arginare tale fenomeno. Gli studenti fuorisede si sono spesi in numerose manifestazioni, arrivando anche ad accamparsi, come simbolo di protesta, nei pressi delle loro università, portando questa dinamica economica all'attenzione dell'opinione pubblica e dei media⁷. Questo crescente malcontento ha innescato, progressivamente, un dibattito pubblico più ampio sul diritto abitativo e sulla necessità politiche sociali più incisive.

Gli studenti non sono, infatti, l'unica categoria colpita da questa crescita degli affitti: a farne le spese sono tutti i giovani con stipendi minori, famiglie a basso reddito, lavoratori precari e gli anziani, sui quali l'affitto incide in maniera spropositata sul reddito disponibile. In alcuni casi l'onere abitativo supera addirittura il 30-40% del reddito familiare, una soglia considerata da alcuni studi, il limite minimo di sostenibilità

⁵ Negli ultimi anni i canoni di locazione a Roma hanno registrato incrementi consistenti, con una crescita significativa soprattutto nei quartieri centrali e semi-periferici.
Idealista, *Rapporto trimestrale sui prezzi degli affitti in Italia*, 2023.

⁶ Per accessibilità abitativa si intende la possibilità, per un individuo o una famiglia, di accedere a un alloggio adeguato senza compromettere il soddisfacimento di altri bisogni fondamentali, UN-Habitat, *The Right to Adequate Housing*, 2009.

⁷ Proteste degli studenti, <https://tg24.sky.it/cronaca/2023/09/25/caro-affitti-proteste-studenti>

economica⁸. Dai dati emersi, si evince che questo fattore va a minare il diritto di abitabilità, portando le categorie sociali, economicamente più “deboli”, a varare su aree più periferiche e meno collegate, causando marginalizzazione ed esclusione.

Le proteste degli studenti rappresentano solo la punta dell’iceberg di un malcontento molto più ampio. Il problema, infatti, non riguarda esclusivamente un *mismatch* tra domanda e offerta, ma si concentra soprattutto sulla percezione delle politiche abitative come assenti o inefficaci. La difficoltà all’abitabilità sta diventando uno dei principali indicatori di disuguaglianza sociale e frammentazione urbana: molti quartieri si svuotano al variare dei prezzi, mentre altri risultano sempre più inaccessibili, provocando un forte impatto sul tessuto sociale e minando le relazioni di convivenza, difficili da ricreare nel breve termine, alimentando ulteriormente il malcontento che dilaga tra gli abitanti della città di Roma.

1.2 Obiettivi della ricerca

Questa forte instabilità del mercato delle locazioni e il rapido incremento del disagio sociale, assieme alla mia vicinanza sociale con le classi che ne soffrono di più - in particolare gli studenti fuorisede - ha spinto l’analisi sul dare delle spiegazioni più solide a questo fenomeno, con l’intento, attraverso dati quantitativi, di indagare le cause economiche, strutturali o sociali, che hanno portato a questa condizione.

Il presente studio è infatti fondato sull’individuazione di quali fattori nello specifico vadano ad influenzare l’andamento degli affitti, in una grande città metropolitana come Roma; nell’ottica di spiegare quanto queste variabili modifichino l’andamento dei prezzi, se esistano delle relazioni stabili e significative che esplicitino e chiariscano tali mutazioni di prezzo per prevederne l’andamento futuro, con lo scopo di avere basi di dati, atti a proporre manovre politiche che possano andare, nella migliore delle ipotesi, ad invertire questa crescita, o quantomeno, ad arginare l’impatto di questo trend crescente.

L’ipotesi di partenza è che ci siano delle variabili - tra cui pil, reddito medio, tassi di interesse generici o dei mutui relativi all’acquisto di abitazioni, l’inflazione o il prezzo stesso degli immobili - che influenzano questo trend, e che, combinate tra loro, possano

⁸ L’onere abitativo è la percentuale del reddito destinata all’affitto; superata la soglia del 30%, si parla di condizione abitativa insostenibile.
OECD, *Affordable Housing Database*, 2021.

spiegarlo; tutto ciò attraverso l'uso di modelli statistici, che analizzino i dati forniti in combinazione per riuscire a dare una o più risposte al quesito iniziale e risultati che successivamente verranno testati e selezionanti in base alla loro validità e significatività statistica⁹.

1.3 Fonti utilizzate e periodo temporale considerato

I dati utilizzati per la presente analisi sono stati presi da fonti ufficiali e generalmente affidabili, tra cui l'ISTAT, cioè l'Istituto Nazionale di Statistica, il portale Idealista, che fornisce dati puntuali sugli storici dei canoni d'affitto e dei prezzi degli immobili, basati sullo storico dei prezzi che sono registrati sul sito dell'azienda, e da alcuni database economici relativi a Roma o alla regione Lazio, in particolare dal sito del comune di Roma e quello della Banca d'Italia.

I dati sono stati raccolti su base trimestrale per poterli analizzare con un focus maggiore, per riuscire a registrare variazioni stagionali rilevanti e per migliorare il più possibile la precisione delle previsioni del modello ARIMAX, per un periodo che va dal primo trimestre del 2018 fino all'ultimo trimestre del 2024, e predisponendo così una base solida di dati per l'elaborazione simulazioni di ipotesi alternative sulle variabili economiche di interesse.

Il *dataset* include:

- Variabili relative al mercato immobiliare, come canoni di affitto, prezzo degli immobili;
- Indicatori d'economia regionale tra cui PIL, reddito medio, disoccupazione e inflazione;
- Aspetti finanziari come i tassi di interesse come IRS a 20 anni, o tassi di interesse specifici dei mutui per abitazioni.

Alcune variabili sono state trasformate, centrate o derivate - es. differenze trimestrali, dummy COVID, scaling senza normalizzazione - per facilitarne l'interpretazione statistica, o per provare a sviluppare delle letture diverse da quelle precedentemente ottenute; tali trasformazioni, talvolta, si sono rese necessarie anche per adattare le

⁹ La validità indica la capacità di un modello di misurare correttamente ciò che intende misurare; la significatività statistica riflette il livello di affidabilità delle relazioni osservate. Stock, James H., and Mark W. Watson. *Introduction to Econometrics*, 4th ed. Boston: Pearson, 2019.

variabili ai requisiti di stazionarietà richiesti dalle tecniche di modellizzazione temporale adottate.

1.4 Strumenti e ambiente di lavoro

Per ciò che concerne l'importazione e la gestione del *dataset* precedentemente sviluppato, sono stati utilizzati i pacchetti “*readxl*” e “*dplyr*”; l'esportazione iniziale e la descrizione dei dati invece sono state condotte con “*pstecs*” e “*GGally*” che offrono numerose basi per matrici di scatterplot.

Per quanto riguarda le regressioni lineari e i test diagnostici relativi, fondamentali per individuare i migliori tra i modelli realizzati, valutare la significatività statistica ed effettuare i test di collinearità - *cioè una forte correlazione tra due o più variabili indipendenti in un modello di regressione, che può compromettere l'interpretabilità dei coefficienti stimati*¹⁰ -, sono stati utilizzati i pacchetti “*olsrr*”, “*lmtest*”, “*car*” e “*sandwich*”.

Per la visualizzazione dei dati graficamente sono stati utilizzati i pacchetti “*ggplot2*”, “*ggpubr*”, “*corrplot*”, “*ggstream*” e “*reshape2*” efficienti nel generare rappresentazioni visive altamente personalizzate e dettagliate, plot interattivi e composizioni multiple di grafici.

L'analisi delle serie storiche è stata svolta con i pacchetti “*forecast*”, “*TSA*” e “*tseries*”, i quali hanno contribuito alla stima dei modelli ARIMA, alla verifica della stazionarietà - *una proprietà statistica delle serie temporali in cui media, varianza e autocorrelazione rimangono costanti nel tempo; condizione necessaria per l'applicazione di molti modelli previsionali*¹¹ - e la costruzione di previsioni plausibili sulla base dei dati trimestrali precedenti.

Tutto l'intero processo di analisi dei dati effettuato è stato sviluppato tramite l'ausilio del linguaggio R¹², attraverso il programma di Rstudio¹³, selezionato per la sua flessibilità, replicabilità e veridicità, e grazie all'implemento di numerosi pacchetti dedicati e la sua affidabilità e replicabilità nell'elaborazione statistica.

¹⁰ Greene, William H. *Econometric Analysis*. 7th ed. Pearson, 2012.

¹¹ Enders, Walter. *Applied Econometric Time Series*. 4th ed. Wiley, 2014.

¹² R è un linguaggio di programmazione open-source specificamente progettato per l'analisi statistica, la manipolazione dei dati e la grafica scientifica.

R Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, 2023.

¹³ RStudio è un ambiente di sviluppo integrato che facilita l'utilizzo del linguaggio R, fornendo strumenti avanzati per l'editing del codice, l'esecuzione di script e la visualizzazione dei risultati.

CAPITOLO 2: DATI E METODOLOGIA

2.1 Raccolta e selezione delle variabili

In questa sezione verranno presentate le variabili raccolte per la creazione dei modelli statistici, mediante una descrizione formale e da una relativa illustrazione delle motivazioni teoriche che ne giustifica la selezione. Si approfondiranno le relative trasformazioni effettuate sui dati grezzi, svolte nell'ottica di adattare queste informazioni all'elaborazione statistica e garantire la coerenza metodologica.

2.1.1 Motivazioni teoriche alla base della selezione

Le variabili selezionate per questa analisi riflettono una pluralità di fattori economici, sociali e finanziari che possono influenzare, direttamente o indirettamente, l'andamento dei canoni di locazione in una metropoli come Roma. Di seguito si elencheranno le principali variabili analizzate, con le relative teorie alla base della loro inclusione nel modello.¹⁴

- Il prezzo degli affitti a Roma (affitto_rm) indica il canone medio di locazione per metro quadro nella città, espresso su base trimestrale. Rappresenta la variabile dipendente principale del modello, ovvero il fenomeno da spiegare.
- Il prezzo medio degli immobili a Roma (prezzo_rm) rappresenta il valore di mercato delle abitazioni. Un aumento del prezzo di vendita tende, in genere, a riflettersi anche sui canoni di locazione.
- La popolazione residente a Roma (pop_rm) misura la pressione demografica sulla domanda abitativa. Un incremento della popolazione può comportare un aumento della domanda di case in affitto.
- Il reddito medio nel Lazio (reddito_lz) esprime la capacità di spesa delle famiglie e degli individui. Valori più alti di reddito possono giustificare canoni di affitto maggiori.

¹⁴ Non tutte le variabili sono risultate significative ai fini dello studio.

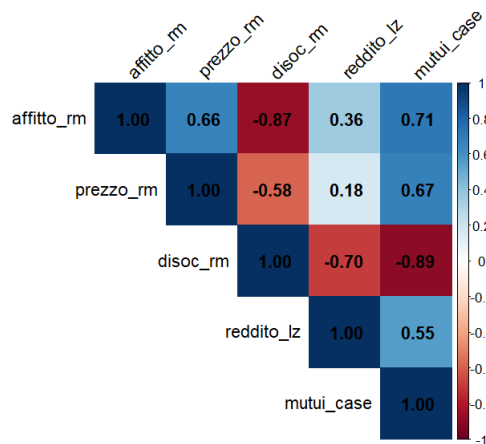
- Il tasso di disoccupazione¹⁵ a Roma (disoc_rm) è un indicatore del livello di precarietà del mercato del lavoro. Un'elevata disoccupazione può limitare la domanda di locazioni.
- L'IRS a 20 anni (irs_20) è un tasso di riferimento per i mutui a tasso fisso. Un suo aumento può scoraggiare l'acquisto di immobili, incrementando la domanda di affitto.
- Il numero di rapine a Roma (rapine_rm) è stato inserito come proxy della percezione di sicurezza. Una minore sicurezza può abbassare il valore percepito di un'area, incidendo sui canoni.
- Il prodotto interno lordo del Lazio (pil_mila) è un indicatore dell'attività economica complessiva della regione. Una crescita economica sostenuta può portare a una maggiore domanda abitativa.
- Il tasso d'inflazione (inflazione) riflette l'aumento generale dei prezzi e può influire sia sul reddito reale disponibile, sia sulle aspettative del mercato immobiliare.
- Il numero di studenti universitari nel Lazio (studenti_lz) è particolarmente rilevante per una città universitaria come Roma. Più studenti significano una maggiore domanda di alloggi in affitto.
- Il tasso medio dei mutui per abitazione (mutui_case) rappresenta il costo medio del finanziamento per l'acquisto di case. All'aumentare di questo tasso, l'accesso alla proprietà diventa più difficile, con un possibile effetto indiretto sull'affitto.
- Il numero di permessi di costruzione rilasciati (permessi_costr) serve come indicatore della futura offerta abitativa. Una riduzione dei permessi può segnalare un rallentamento dell'espansione edilizia.
- Il numero di presenze turistiche per trimestre (tourist_per) rappresenta la pressione esercitata dal turismo sulla disponibilità abitativa. L'aumento di affitti brevi a uso turistico può ridurre il numero di immobili disponibili per l'affitto residenziale.

¹⁵ La letteratura economica riconosce un legame tra instabilità lavorativa e domanda di abitazioni in affitto, soprattutto nei contesti urbani.

Glaeser, Edward L., and Joseph Gyourko. *Rethinking Federal Housing Policy*. AEI Press, 2008.

2.1.2 Descrizione, classificazione e trattamento delle variabili

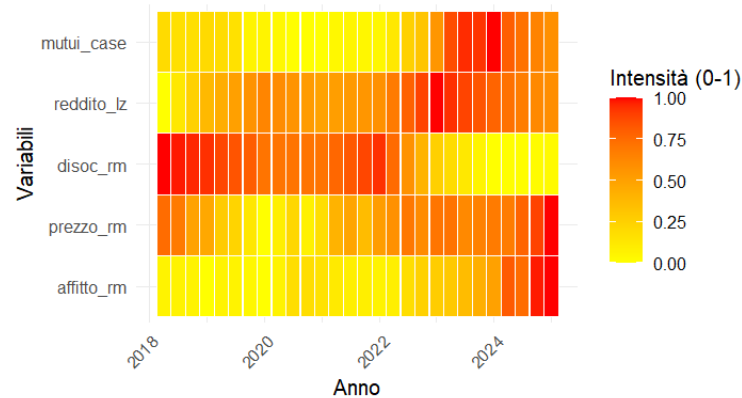
Non tutte le variabili nel *dataset*, però, sono rilevanti ai fini dello studio, infatti molte di queste, nei vari modelli generati, hanno riscontrato livelli di significatività¹⁶ molto bassi, sia perché non influenzavano a sufficienza il canone medio di locazione degli appartamenti a Roma, sia perché portavano informazioni già presenti in altre variabili; verranno dunque trattati i dati che sono stati utilizzati per il modello finale, più completo e maggiormente significativo.



1 Matrice di correlazione

Per analizzare la relazione tra i dati, è stata usata una matrice di correlazione, che permette analizzare la direzione e l'intensità delle relazioni lineari tra coppie di variabili quantitative, i coefficienti vanno da 1 a -1, e che assumono valore 0 in assenza di correlazione. Osservando la matrice, si nota una forte correlazione positiva tra il prezzo degli affitti e i tassi d'interesse dei mutui per le abitazioni (0.71), seguita da un buon grado di correlazione anche con il prezzo medio degli immobili (0.66). Questi risultati vanno a sostegno dell'intuizione secondo cui un aumento dei costi di acquisto delle abitazioni e delle condizioni di finanziamento delle famiglie, tende a riflettersi anche sui canoni di locazione, spingendoli verso l'alto. Al contrario, la correlazione fortemente negativa tra gli affitti registrati e il tasso di disoccupazione (-0.87), questo suggerisce che nei periodi in cui aumenta la disoccupazione, i canoni tendono a diminuire, probabilmente per l'effetto di una riduzione della domanda e della riduzione della capacità media di spesa.

¹⁶ Significatività statistica: in ambito econometrico, indica il grado con cui un coefficiente stimato si discosta da zero in modo non casuale. È solitamente valutata tramite p-value o intervalli di confidenza. Wooldridge, Jeffrey M. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Cengage Learning, 2019.



2 Heatmap normalizzata

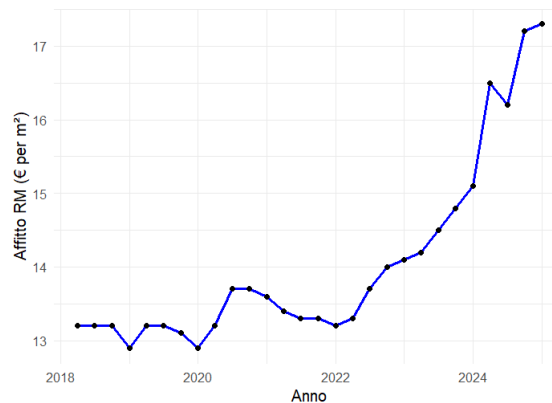
Il grafico qui sopra riportato è una *heatmap* normalizzata, utilizzata per visualizzare l'evoluzione temporale comparata delle variabili principali considerate nel modello. Ogni riga rappresenta una variabile, mentre le colonne corrispondono ai trimestri osservati tra il 2018 e il 2024. I valori sono stati normalizzati¹⁷ su scala 0–1 all'interno di ciascuna variabile, in modo da evidenziare le fluttuazioni relative nel tempo indipendentemente dalla loro unità di misura. La colorazione va dal giallo (valori più bassi) al rosso intenso (valori più alti), permettendo una lettura visiva immediata dei picchi e dei minimi per ciascuna serie.

Il canone medio di affitto a Roma rappresenta la variabile dipendente principale del modello, ed è espresso in euro per metro quadro su base trimestrale. Questo indicatore è stato costruito a partire da dati forniti da Idealista¹⁸, integrati da fonti ufficiali (ISTAT), e riflette l'andamento generale del mercato delle locazioni nella città metropolitana di Roma. La variabile `affitto_rm` è stata assunta come misura sintetica della pressione abitativa nel territorio, e utilizzata come output da spiegare attraverso le altre componenti economiche del modello.

¹⁷ La normalizzazione consiste nella trasformazione delle variabili per riportarle su una scala comune, generalmente compresa tra 0 e 1. Questo processo permette di confrontare l'andamento relativo di grandezze eterogenee mantenendo inalterate le dinamiche temporali interne.

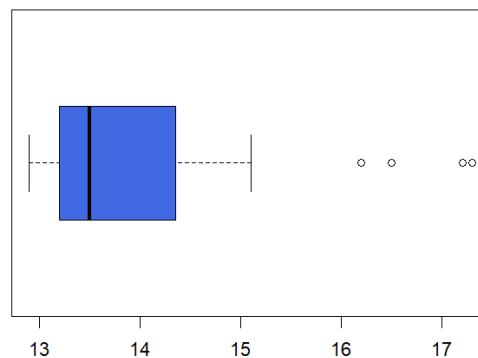
Stock, James H., and Mark W. Watson. *Introduzione all'econometria*. Pearson, 2019.

¹⁸ Idealista è un portale immobiliare digitale che raccoglie dati di mercato su compravendite e locazioni residenziali. I dati aggregati sono utilizzati in numerose analisi economiche per tracciare l'andamento dei prezzi reali e nominali.



3 Andamento degli Affitti mensili medi nel Tempo

L'analisi esplorativa dei dati relativi ai canoni medi di locazione mostra un andamento piuttosto stabile fino al 2021, seguito da una crescita netta e progressiva nel biennio 2022–2024, con picchi significativi nel corso del 2024 (*Andamento degli Affitti nel Tempo*). Questo comportamento suggerisce l'emergere di una tendenza strutturale al rialzo, potenzialmente connessa a fattori macroeconomici come l'inflazione, la ridotta accessibilità alla proprietà e l'aumento della pressione abitativa.



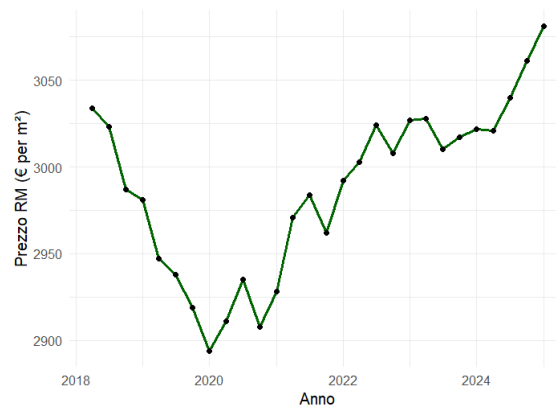
4 Boxplot Affitti al m²

Il *boxplot* dedicato alla distribuzione della variabile evidenzia una concentrazione della maggior parte dei valori tra i 13 e i 15 €/m², ma con la presenza di alcuni outlier¹⁹ superiori che si attestano oltre i 16–17 €/m², corrispondenti ai trimestri più recenti (*Boxplot Affitti al m²*). L'elevata variabilità emersa nel periodo finale rafforza la necessità di indagare in modo approfondito le cause di questa crescita, attraverso l'inclusione di variabili esplicative che ne possano chiarire la natura e l'intensità.

¹⁹ In statistica descrittiva, gli **outlier** sono valori anomali che si discostano significativamente dalla distribuzione centrale dei dati.

Tukey, John W. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, 1977.

Il prezzo medio degli immobili a Roma è una delle variabili esplicative più rilevanti del modello, è espresso in euro su metro quadro su base trimestrale. I dati sono stati presi dalla piattaforma Idealista, che fornisce stime puntuali, tramite le informazioni registrate sul sito, del mercato immobiliare. La variabile `prezzo_rm` è stata assunta come misura del valore immobiliare di riferimento, potenzialmente in grado di influenzare direttamente i canoni medi, nel corso dell'analisi è stata utilizzata anche in forma centrata²⁰, per migliorarne la leggibilità dei coefficienti nel modello di regressione nel quale sono state incluse interazioni tra le variabili, e per ridurre la collinearità con le altre variabili esplicative.

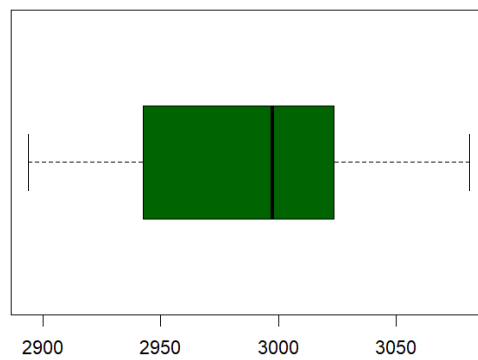


5 Andamento dei prezzi medi nel tempo

L'analisi temporale mostra un andamento inizialmente decrescente dal 2018 al 2020, con un minimo raggiunto in pieno periodo pandemico. A partire dal 2021 si registra una crescita costante del prezzo medio, che si accentua nel biennio 2023-2024 - andamento del Prezzo al m² -. Questo comportamento suggerisce un riallineamento dei valori immobiliari con le dinamiche macroeconomiche post-COVID e con il consolidamento di una domanda abitativa sempre più polarizzata.

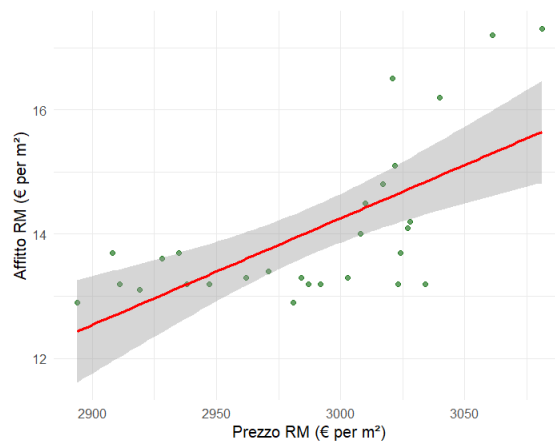
²⁰ Centrata significa trasformata sottraendo la media aritmetica della variabile a ciascun valore osservato, ottenendo una nuova variabile con media pari a zero. Questa tecnica è utile nei modelli di regressione per migliorare la stabilità numerica e interpretare più facilmente le interazioni tra variabili.

James, Gareth, et al. *An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R*. Springer, 2013.



6 Boxplot prezzi al m²

Il prezzo medio al metro quadro a Roma mostra, nel relativo *boxplot*, una distribuzione regolare e priva di outlier marcati. I valori sono distribuiti in modo bilanciato tra circa 2.900 e 3.050 euro, con una mediana attorno ai 3.000 euro. L'assenza di valori anomali suggerisce una stabilità del mercato, almeno in termini di variazione interna al periodo osservato, rendendo la variabile affidabile per l'analisi statistica.

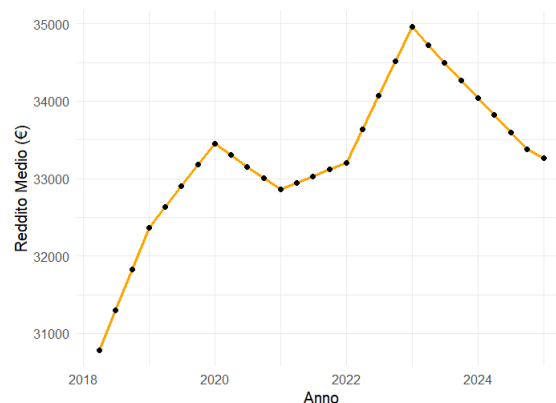


7 Scatterplot con retta di regressione tra affitti e prezzi

Nel grafico a dispersione viene evidenziata una relazione positiva lineare tra il prezzo delle abitazioni e il canone d'affitto, con una chiara tendenza all'aumento del canone in presenza di prezzi immobiliari più elevati (Relazione tra Prezzo al m² e Affitto RM). Questo comportamento è coerente con la teoria economica, secondo la quale, l'aumento del valore di mercato delle abitazioni tende a traslarsi anche sul costo delle locazioni. Questo avviene poiché i proprietari cercano di massimizzare la redditività del loro investimento immobiliare.

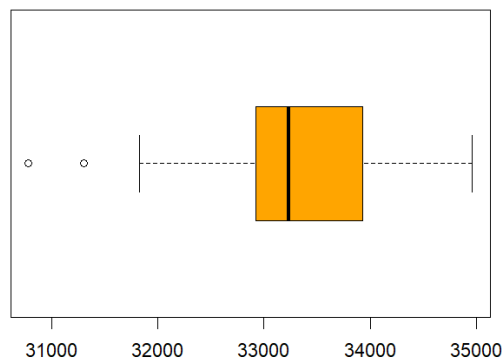
Il reddito medio pro capite della regione Lazio è una variabile molto significativa riscontrata dal modello. I dati sono stati estratti dal sito dell'ISTAT, la scelta di utilizzare

un indicatore regionale - piuttosto che specifico della città di Roma - è stata obbligata, a causa dell'assenza di una raccolta comunale da cui attingere. La variabile è espressa in euro annui e registrata su base trimestrale per garantire uniformità con gli altri dati del modello; essa fornisce una stima indicativa della capacità economica della popolazione di Roma. La scelta di questa variabile deriva dalla sua rilevanza nel determinare la domanda abitativa e il potere contrattuale dei cittadini; il reddito sarà maggiore, in linea teorica, se la popolazione ha una propensione maggiore al consumo, compreso quello inerente alle abitazioni. Durante l'analisi sono state effettuate varie prove di trasformazioni della variabile, come quello logaritmico, per valutare l'effetto decrescente su scala economica e la variazione percentuale trimestrale, ma nessuna di queste ha portato a risultati convincenti; infatti, non contribuivano a rafforzare la robustezza dei modelli né a far aumentare la significatività della variabile nel modello.



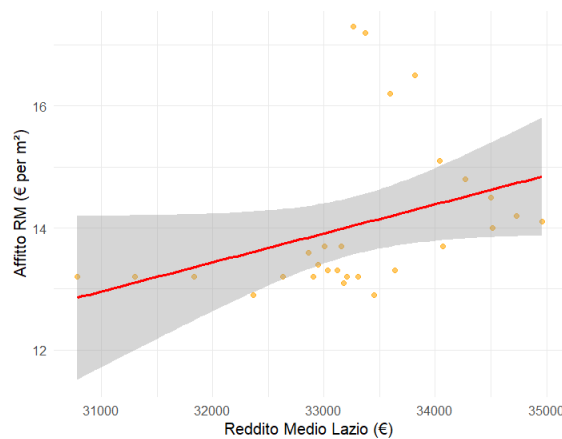
8 Andamento del reddito medio nel tempo

Nel Grafico si osserva una crescita piuttosto costante del reddito medio dal 2018 fino al picco raggiunto nel 2023. A partire da quel momento, si registra una leggera flessione, che potrebbe essere ricondotta all'effetto combinato dell'inflazione e del rallentamento economico. L'andamento non perfettamente lineare riflette le dinamiche economiche dell'intero periodo, inclusi gli effetti della pandemia e delle successive politiche di sostegno o rientro fiscale.



9 Boxplot reddito medio

Il *boxplot* della variabile reddito medio regionale evidenzia una distribuzione sostanzialmente simmetrica, con valori che si concentrano attorno alla mediana di circa 33.000–34.000 euro annui. La presenza di alcuni *outlier* inferiori indica trimestri con redditi leggermente al di sotto della media, probabilmente legati a eventi straordinari come la fase più acuta della pandemia. La variabilità complessiva è contenuta e non presenta anomalie eccessive.

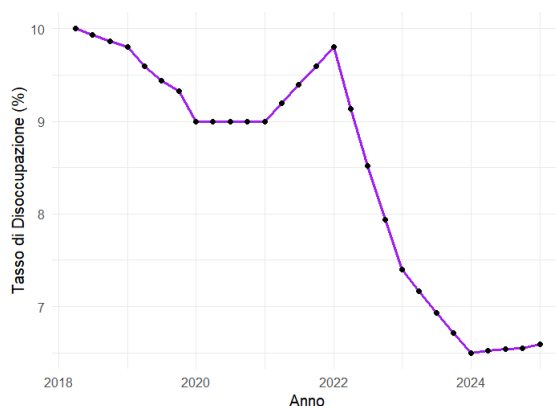


10 Scatterplot con retta di regressione tra affitti e reddito

Il grafico a dispersione illustra una correlazione positiva, anche se non molto marcata, tra il reddito ed i canoni di locazione della città di Roma, evidenziando la tendenza dei canoni ad aumentare lievemente in corrispondenza di un aumento di redditività della popolazione; tuttavia, la variabilità residua indica che il fenomeno non può essere spiegato unicamente da questo dato.

Il tasso di disoccupazione di Roma è una delle variabili che è risulta tra le più influenti a livello macroeconomico, per ciò che concerne la relazione con la variazione dei prezzi degli affitti medi. Esprime la quota degli individui che attualmente sono senza

un'occupazione tale da fornire loro un reddito mensile. Pur essendo già in età lavorativa, sul totale della forza lavoro, la variabile *disoc_rm*, rappresenta il tasso, in percentuale, di disoccupazione trimestrale nella città metropolitana di Roma²¹. Il dato non ha subito trasformazioni, infatti si è scelto di mantenerlo invariato a seguito di un tentativo di trasformazione logaritmica²² e uno di variazione percentuale assoluta²³, entrambi però che non hanno portato ad un aumento di significatività del modello.



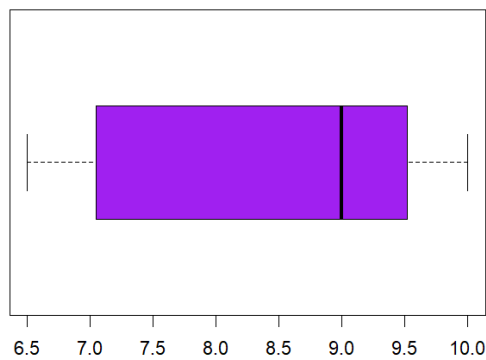
11 Andamento tasso di disoccupazione nel tempo

Il grafico sopra esposto mostra l'andamento del tasso di disoccupazione nel tempo; si può notare un periodo di relativa stabilità che va dal 2019 al 2021 che subisce una repentina impennata del 2022, seguita da un marcata inversione di tendenza nei due anni successivi, con valori che nel 2024 toccano i minimi del periodo analizzato. Questo andamento riflette il miglioramento del contesto del lavoro successivo alla crisi legata alla pandemia del COVID, alle misure di sostegno al lavoro e alla ripresa economica che ha interessato in modo più marcato le aree urbane.

²¹ I dati sono stati estratti dal sito ufficiale dell'ISTAT, per un periodo che va del 2018 al 2024.

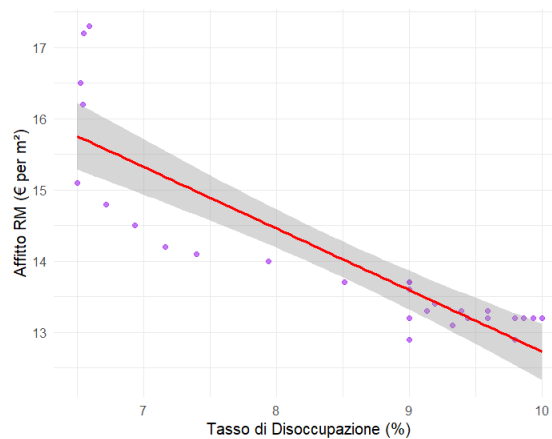
²² Una trasformazione logaritmica dei dati è spesso utilizzata per ridurre la varianza e rendere più lineari le relazioni tra variabili in un modello. Non sempre, però, migliora la significatività statistica. Cleveland, William S., "Visualizing Data," Hobart Press, 1993.

²³ Metodo usato per misurare il cambiamento relativo tra due periodi; in analisi statistica viene spesso adottata per evidenziare le tendenze, ma può introdurre rumore in presenza di volatilità ciclica. Gujarati, Damodar N., "Basic Econometrics," McGraw-Hill, 2011.



12 Boxplot tassi di disoccupazione

Il *boxplot* della disoccupazione mostra una buona simmetria e una variabilità contenuta, con la maggior parte dei valori compresi tra l'8% e il 10%, e assenza di outlier marcati. La distribuzione risulta quindi regolare e ben strutturata per essere inclusa nei modelli di regressione.



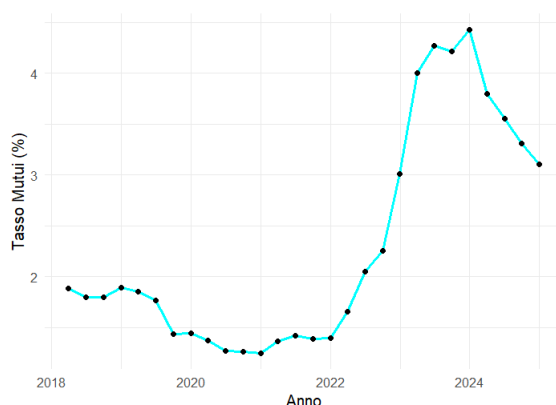
13 Scatterplot con retta di regressione tra affitti e disoccupazione

Come si può osservare dal grafico, la correlazione tra la variabile analizzata e gli affitti a Roma è forte e negativa, evidenziando che a un aumento della disoccupazione, corrisponde una riduzione dei canoni medi di locazione; questo risultato concorda pienamente con la teoria economica secondo cui il tasso di disoccupazione incide direttamente sulla domanda²⁴ dei prodotti in modo negativo, generando di conseguenza una riduzione dei prezzi di mercato.

²⁴ In microeconomia, una riduzione della domanda a parità di offerta determina una diminuzione dei prezzi. Questo meccanismo si applica anche al mercato immobiliare, dove una domanda abitativa debole può far calare i canoni.

Varian, Hal R. *Intermediate Microeconomics*. W. W. Norton & Company, 2014.

Il tasso di interesse applicato ai mutui immobiliari è una variabile molto rilevante ai fini dell'analisi. È stato inserito nel modello anche come *proxy* del costo che gli abitanti devono sostenere per accedere ad un'abitazione propria²⁵, ipotizzando che un eventuale aumento dei tassi possa disincentivare gli acquisto, tale da spingere la popolazione ad un aumento del ricorso alla locazione, incrementando la richiesta conseguentemente all'aumento dei prezzi dei canoni. La variabile *mutui_case* è espressa in percentuale trimestrale, ed è stata ottenuta attraverso i dati ufficiali forniti dalla Banca d'Italia. Durante l'analisi non è stato necessario svolgere alcuna trasformazione della variabile, poiché il comportamento mostrato risultava già sufficientemente informativo e ben distribuito.

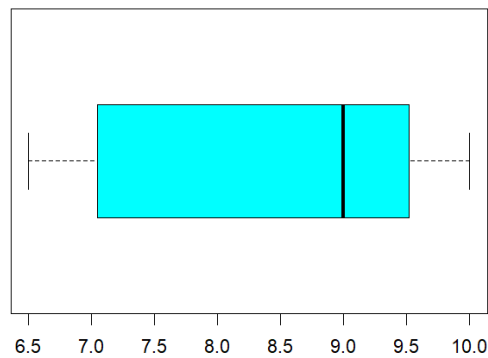


14 Andamento dei tassi di interesse dei mutui nel tempo

L'andamento dei tassi, come si può notare, ha subito una crescita vertiginosa a partire dal secondo trimestre del 2022, raggiungendo il suo picco a cavallo tra la fine del 2023 e l'inizio del 2024; la spiegazione al fenomeno è l'intervento della Banca Centrale Europe, cha ha svolto numerose politiche di innalzamento dei tassi, come misura per contrastare l'inflazione post pandemica. Questa dinamica ha tra l'altro avuto un forte impatto sulla sostenibilità finanziaria delle famiglie interessate all'acquisto della prima casa.

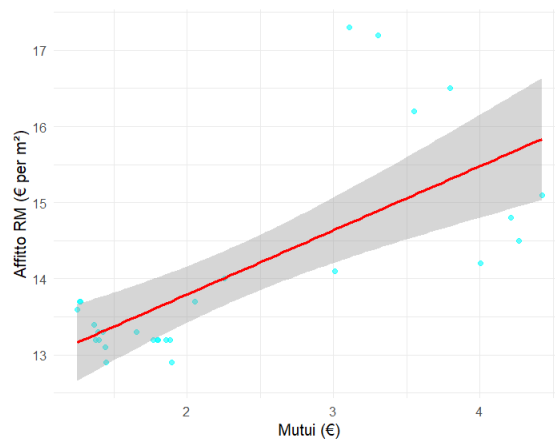
²⁵ Indica il costo percentuale annuale applicato al capitale erogato per l'acquisto di un'abitazione, e influenza direttamente la capacità di accesso alla proprietà.

Banca d'Italia, "Tassi di interesse praticati dagli intermediari finanziari," 2024.



15 Boxplot dei tassi di interesse dei mutui

Il *boxplot* conferma la presenza di una distribuzione regolare e senza outlier significativi. I valori si concentrano tra il 2% e il 4%, con un'estensione coerente con l'evoluzione del contesto macroeconomico tra il 2018 e il 2024. Tale regolarità rafforza l'affidabilità della variabile come predittore nel modello di regressione.



16 Scatterplot con retta di regressione tra affitti e tassi dei mutui

Il grafico sovrastante indica anche in questo caso una correlazione molto marcata e di segno positivo tra il prezzo degli affitti e il tasso dei mutui. Ciò definisce, come l'ipotesi precedentemente citata che, all'aumento del costo di finanziamento crescano i canoni medi di locazione e che, la pressione generata da un aumento della domanda di locazioni, conseguente ad una difficoltà maggiore nel finanziarsi, faccia aumentare i costi di questi ultimi.

Durante le fasi di analisi preliminare, il modello è stato testato anche con una variabile dummy²⁶, che cercava di includere nella regressione i possibili effetti della pandemia di COVID; la variabile assumeva valore 1 per tutti i trimestri compresi tra il primo del 2020 e l'ultimo del 2021 - ovvero il periodo in cui le restrizioni, i cambiamenti nelle abitudini abitative e l'incertezza economica hanno avuto maggiore impatto sul mercato immobiliare - e 0 per i restanti periodi. I risultati prodotti, però, non sono stati sufficientemente positivi per ciò che concerne la restituzione di coefficienti significativi in quanto non migliorava la bontà complessiva del modello e ha portato conseguentemente alla sua rimozione dal modello finale, pur restando un tentativo rilevante in chiave esplorativa.

Molte delle variabili raccolte nel *dataset* non hanno superato i test di significatività statistica, oppure presentavano forti collinearità con altri dati inseriti nel modello, in alcuni casi si è anche osservata una scarsa coerenza temporale o territoriale delle variabili rispetto al *target* specifico di questa analisi, ossia la città di Roma. Da precisare, in conclusione, che le esclusioni sono state effettuate solo per mera necessità di mantenere il modello il più parsimonioso, interpretabile e solido dal punto di vista statistico possibile, e, per questa ragione la scelta di non comprendere queste variabili non ne indica l'irrelevanza teorica.

2.2. Approccio metodologico adottato

La scelta dell'approccio metodologico adottato è tra i compiti centrali nell'analisi economica quantitativa, in particolare per garantire la solidità teorica, la significatività e la coerenza dei risultati a cui si arriva. In questa sezione sono trattati i metodi e le tecniche utilizzate per estrapolare gli *output* di questo studio, in particolare i modelli di regressione lineare con uno o più regressori, l'analisi delle serie storiche, i *test* di valutazione della significatività statistica e alle problematiche legate alla modellizzazione.

²⁶ Una variabile dummy (o variabile indicatrice) è una variabile binaria che assume solo due valori, tipicamente 0 e 1, e viene utilizzata nei modelli di regressione per rappresentare categorie qualitative. Ad esempio, può indicare il genere di un lavoratore (1 se femmina, 0 se maschio) o se un distretto scolastico è urbano (1) o rurale (0).

Stock, James H., and Mark W. Watson. *Introduction to Econometrics*, 5th ed. Boston: Pearson, 2019.

Le motivazioni della scelta adottata sono due: era necessario scegliere un modello che potesse evidenziare l'effetto delle principali variabili economico-demografiche, l'andamento dei canoni medi degli affitti a Roma e che fornisca delle previsioni il più attendibili possibile, sia mantenendo i dati stabili, sia alterando una o più variabili, per simulare un eventuale intervento economico da parte di enti esterni.

2.2.1 Modelli di regressione lineare semplice e multipla

In questa sezione sono illustrati i modelli impiegati ai fini di questo studio, descrivendone la formulazione teorica, la logica interpretativa e le principali tecniche e codici sviluppati tramite R. *La regressione lineare è alla base dell'analisi econometrica moderna e consente di quantificare l'effetto marginale di una o più variabili indipendenti su una variabile dipendente.*²⁷

Il modello di regressione lineare semplice è descritto dalla formula:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$$

Nella quale Y_i è la variabile dipendente, gli affitti, X_i è la variabile indipendente, come la disoccupazione, β_0 è l'intercetta con l'asse delle ordinate, cioè il valore che assume la variabile dipendente nel momento in cui la indipendente vale zero, β_1 è il coefficiente stimato ed infine ϵ_i è l'errore. La regressione multipla non fa altro che estendere i concetti analizzati in precedenza a più di un regressore:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \epsilon_i$$

Questo consente di isolare l'effetto di ciascuna variabile, lasciando costanti le altre e permettere l'analisi di fenomeni più complessi. Il modello di regressione per essere significativo deve rispettare delle ipotesi teoriche (OLS²⁸), infatti i parametri devono essere lineari, la media degli errori deve essere nulla e valere zero, $E(\epsilon)=0$, ci deve essere omoschedasticità, cioè varianza costante degli errori del modello, non devono essere presenti casi di multicollinearità perfetta, ovvero assenza di correlazione perfetta tra le variabili indipendenti e la normalità degli errori. I modelli sono stati implementati in R

²⁷ Stock, James H., and Mark W. Watson. *Introduction to Econometrics*, 5th ed. Boston: Pearson, 2019.

²⁸ Le ipotesi classiche OLS includono linearità nei parametri, indipendenza degli errori, omoschedasticità, normalità dei residui e assenza di multicollinearità perfetta, necessarie per garantire stime non distorte ed efficienti.

Wooldridge J.M., *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, Cengage Learning, 2012.

tramite la funzione “*lm()*”, e per migliorare l’interpretazione dei modelli con interazioni alcune delle variabili sono state centrate.

Per garantire la validità statistica dei risultati ottenuti dai modelli di regressione lineare stimati, è fondamentale sottoporli a un’accurata analisi diagnostica. Questa fase serve a valutare se le ipotesi classiche della regressione lineare (OLS) risultano soddisfatte nel contesto specifico dello studio. In primo luogo, è stata testata la normalità dei residui, condizione necessaria per l’affidabilità delle inferenze basate sulla distribuzione t. La verifica è stata condotta sia visualmente, tramite QQ-plot, sia formalmente attraverso il test di Shapiro-Wilk, il quale restituisce un valore-p che indica se si può rifiutare l’ipotesi nulla di normalità. In un secondo momento, si è proceduto alla valutazione dell’omoschedasticità mediante il test di Breusch-Pagan, implementato in R con la funzione “*bptest()*”. Per testare poi l’indipendenza dei residui, ovvero l’assenza di autocorrelazione, è stato adottato il Durbin-Watson test “*dwtest()*”, che permette di rilevare pattern sistematici tra gli errori consecutivi. Infine, per analizzare la multicollinearità tra le variabili indipendenti, che può compromettere l’affidabilità dei coefficienti stimati, è stato calcolato il Variance Inflation Factor (VIF²⁹) che se assume valori superiore a 5 o 10 indica la presenza di una forte correlazione tra regressori e può suggerire la necessità di modificarne o eliminarne alcuni.

2.2.2 Analisi delle serie storiche e modelli previsionali

La seconda parte dello studio si concentra sull’analisi dei dati in serie storica, che è una parte fondamentale dell’analisi econometrica per lo studio dei fenomeni dinamici nel tempo. *Una serie storica è una successione ordinata di osservazioni raccolte a intervalli regolari, utile per studiare fenomeni dinamici che evolvono nel tempo.*³⁰ Per modellizzare e prevedere il comportamento di una variabile economica osservata nel tempo, si utilizza una rappresentazione matematica basata sui propri ritardi e su possibili differenze stazionarie. In particolare, una serie storica è indicata come una successione ordinata di osservazioni (Y_1, Y_2, \dots, Y_t) dove Y_t rappresenta il valore della variabile nel periodo t .

²⁹ Rappresenta un indicatore quantitativo utilizzato per valutare la presenza di multicollinearità nei modelli di regressione multipla. Esso quantifica l’inflazione della varianza di un coefficiente stimato dovuta alla correlazione tra quella variabile indipendente e le altre presenti nel modello. Gujarati D.N., Porter D.C., *Basic Econometrics*, McGraw-Hill, 2009.

³⁰ Stock, James H., Watson, Mark W., *Introduzione all'econometria*, Pearson, 2005

In un contesto teorico di base, il modello più semplice per rappresentare una serie temporale è il modello autoregressivo del primo ordine AR(1)³¹, definito come:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + u_t$$

Nel quale β_0 è l'intercetta, β_1 è il coefficiente autoregressivo e u_t è il termine di errore bianco, con media nulla e varianza costante.

Generalizzando, un modello autoregressivo di ordine p è espresso come:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + u_t$$

Questo modello assume che i valori futuri della serie dipendano linearmente dai suoi valori passati. Quando è invece necessario considerare anche variabili esogene, si utilizza il modello ADL(p,q) (Autoregressive Distributed Lag), in cui si aggiunge una variabile esogena X_t , questa impostazione è alla base del modello ARIMAX impiegato nel presente studio ed è definito come:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \delta_1 X_{t-1} + \dots + \delta_q X_{t-q} + u_t$$

L'obiettivo della serie storica ha quindi quello di riconoscere e identificare pattern³², testare la stazionarietà e fornire delle previsioni puntuali di scenari futuri basati sull'andamento delle variabili fino ad oggi. Questi pattern si articolano in diverse componenti: il *trend*, dovuto a dinamiche macroeconomiche o demografiche, è la tendenza che assume la serie di dati nel lungo periodo; la stagionalità invece è una variazione regolare e ripetitiva in determinati periodi dell'anno o del ciclo economico, per esempio l'aumento degli affitti durante un periodo estivo; il rumore invece è una componente casuale e imprevedibile, che non segue uno schema identificabile.

Per riuscire ad applicare i modelli previsionali con successo è necessaria la condizione di stazionarietà, cioè che la media, la varianza e la struttura di correlazione nel tempo rimangono costanti, a tal riguardo il test di Dickey-Fuller Aumentato (ADF), utilizzato in questo studio, ha proprio il compito di verificare la presenza di radici unitarie, e si è

³¹ Il modello AR(1) consente di esprimere il valore di una variabile come funzione lineare del suo valore al periodo precedente più un errore casuale.

Hamilton, James D., *Time Series Analysis*, Princeton University Press, 1994.

³² Trend, stagionalità e rumore sono le tre principali componenti che caratterizzano il comportamento di una serie temporale.

Box, George E.P., Jenkins, Gwilym M., *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Wiley, 2015.

proceduto con operazioni di differenziazione della serie³³ al fine di rimuovere tendenze o stagionalità persistenti. Dopo aver reso la serie stazionaria, è stato testato quindi un modello ARIMAX (*AutoRegressive Integrated Moving Average with eXogenous variables*), cioè una versione più articolata del modello ARIMA standard, che consente quindi di includere nel modello variabili esogene che possono influenzare il fenomeno, in questo studio i predittori esogeni che sono stati presi in considerazione sono: reddito medio regionale, il tasso di disoccupazione e i tassi di interesse sui mutui; l'inclusione di queste variabili è giustificata dal fatto che la considerazione della serie sugli affitti da sola potrebbe non cattura interamente l'impatto dei fattori esterni che evolvono parallelamente e influenzano costantemente la variabile dipendente. La specificazione del modello ARIMAX è stata effettuata tramite il comando "*auto.arima()*" in R, indicando esplicitamente la matrice delle variabili esogene (xreg). Il criterio di selezione ottimale si è basato sulla minimizzazione degli indici AIC e BIC, garantendo così un buon compromesso tra capacità esplicativa e parsimonia del modello.

Successivamente alla stima del modello, sono state effettuate delle previsioni sull'andamento dei canoni di locazione degli appartamenti a Roma³⁴, per un arco temporale di 24 trimestri, tramite la funzione "*forecast()*", e rappresentate tramite appositi grafici. Inoltre, per valutare la sensibilità del modello rispetto ad altri scenari ipotetici, sono stati stimati degli scenari ipotetici in cui varia una delle variabili esogene analizzate dal modello.

³³ La differenziazione della serie, operazione che consiste nel sottrarre i valori consecutivi, permette di eliminare trend e stagionalità persistenti.

Tsay, Ruey S., *Analysis of Financial Time Series*, Wiley, 2010.

³⁴ Le previsioni possono essere condizionate su diversi scenari futuri modificando i valori delle variabili esplicative, così da ottenere una gamma di possibili evoluzioni del fenomeno analizzato.

Makridakis, Spyros, Wheelwright, Steven C., Hyndman, Rob J., *Forecasting: Methods and Applications*, Wiley, 1998.

CAPITOLO 3: RISULTATI E INTERPRETAZIONE

3.1 Analisi dei risultati della regressione

Il modello stimato ha l'obiettivo di spiegare l'andamento del canone di affitto al m²:

```
Call:
lm(formula = affitto_rm ~ disoc_rm_c * prezzo_rm_c + reddito_lz +
    mutui_case, data = datal)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.30203 -0.15970 -0.04426  0.12127  0.78316

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   3.209e+01  2.865e+00  11.203 1.47e-10 ***
disoc_rm_c    -1.156e+00  1.519e-01  -7.607 1.35e-07 ***
prezzo_rm_c    7.476e-03  1.505e-03   4.968 5.69e-05 ***
reddito_lz     -5.146e-04  8.333e-05  -6.175 3.24e-06 ***
mutui_case     -5.131e-01  1.230e-01  -4.171 0.000398 ***
disoc_rm_c:prezzo_rm_c -7.035e-03  1.742e-03  -4.037 0.000551 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2561 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9674,    Adjusted R-squared:  0.96
F-statistic: 130.6 on 5 and 22 DF,  p-value: 1.353e-15
```

17 Output modello di regressione lineare

L'analisi tramite Rstudio, con l'ausilio del modello di regressione lineare multipla, dopo alcuni tentativi, ha permesso di individuare con precisione quali fossero le principali variabili che influenzano l'andamento dei canoni di locazione nella città di Roma. Nello specifico il modello non si basa esclusivamente sull'uso di consueti regressori economici bensì include anche un termine di interazione³⁵ tra il prezzo medio delle abitazioni e il tasso di disoccupazione - che ricordiamo essere state precedentemente centrate, proprio per favorire una lettura più pulita di questa interazione da parte del modello, riducendo l'elevato rischio di collinearità - con l'obiettivo di cogliere effetti sinergici tra il mercato immobiliare e quello del lavoro.

Il modello fornisce risultati molto favorevoli, infatti il coefficiente di determinazione corretta (Adjusted R²)³⁶ è pari a 0.96, il che definisce il modello come altamente predittivo, confermando indirettamente che le variabili selezionate per la costruzione sono

³⁵ È un prodotto tra due variabili esplicative. Serve a modellare situazioni in cui l'effetto di una variabile sull'output dipende dal livello di un'altra.

³⁶ Coefficiente di determinazione corretto per il numero di regressori. Indica la proporzione di varianza spiegata dal modello, tenendo conto della complessità.

Stock, J. H., & Watson, M. W., *Introduzione all'econometria*, Pearson, 2019.

in grado di spiegare in modo puntuale e al più esauritivo, le variazioni trimestrali osservate nei canoni d'affitto.

La significatività generale del modello è ulteriormente validata dal test F^{37} , il cui valore è pari a 130.6 con un p-value prossimo allo zero, confermando che il modello è altamente significativo ai fini dello studio.

Per ciò che concerne i coefficienti, tutti quelli selezionati per il modello finale mostrano relazioni statisticamente significative³⁸ con la variabile dipendente, e coerenti alle ipotesi macroeconomiche e sociali precedentemente formulate, durante la fase di creazione del *dataset*.

Il coefficiente associato al tasso di disoccupazione centrato risulta negativo e altamente significativo, suggerendo che, un aumento della disoccupazione, è associato a una riduzione del canone di affitto: ciò riflette verosimilmente una diminuzione della domanda abitativa in periodi di maggiore fragilità economica. Al contrario, l'aumento del prezzo medio delle abitazioni tende a tradursi in un incremento degli affitti, probabilmente in virtù di un effetto traino esercitato dal valore patrimoniale degli immobili che si riflette sulla redditività attesa dalle locazioni.

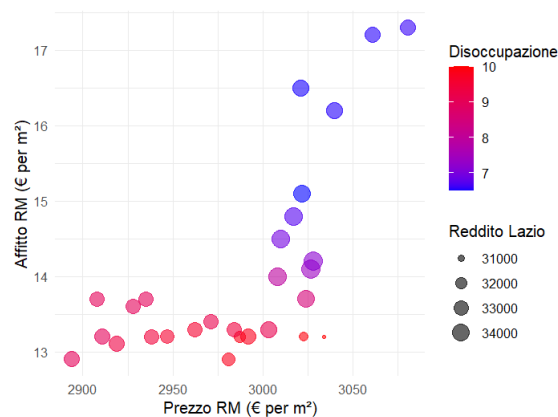
Un risultato in parte inatteso riguarda invece il coefficiente del reddito medio regionale (*reddito_lz*), che mostra una relazione negativa con la variabile dipendente, cioè all'aumentare di questa variabile i canoni di locazione tendono a scendere. Sebbene controintuitivo, questo dato potrebbe essere interpretato come il riflesso di una dinamica redistributiva o di un'influenza indiretta derivante da variabili latenti non osservate, e sarà oggetto di ulteriore verifica nei *test* diagnostici. Anche il tasso medio dei mutui per abitazione si associa negativamente al valore degli affitti, suggerendo che, un incremento dei costi di accesso alla proprietà non si traduce in una pressione maggiore sul mercato delle locazioni ma potrebbe, anzi, rappresentare un segnale di contrazione complessiva del mercato immobiliare.

Particolare rilevanza assume l'effetto dell'interazione tra disoccupazione e prezzo delle abitazioni, il cui coefficiente stimato è anch'esso negativo e significativo. Tale

³⁷ Verifica se almeno una delle variabili indipendenti ha un effetto statisticamente significativo sulla variabile dipendente.

³⁸ La verifica si effettua con i p-value, confrontati rispetto a una soglia (di solito 0.05); indica la probabilità che l'effetto stimato sia frutto del caso.

risultato suggerisce che l'effetto positivo esercitato dall'aumento del valore immobiliare sugli affitti tende ad affievolirsi al crescere del tasso di disoccupazione.



18 Andamento delle variabili in relazione tra loro

Osservando il grafico, infatti, è possibile notare come la crescita degli affitti non sia uniformemente spiegabile solo dall'aumento del prezzo degli immobili, ma sembri accentuarsi in corrispondenza di determinati regimi occupazionali³⁹. Nei periodi in cui i prezzi delle case crescono, ma il tasso di disoccupazione è relativamente basso, l'incremento degli affitti risulta particolarmente marcato. Al contrario, in fasi in cui i prezzi restano elevati ma la disoccupazione aumenta, si ha la decrescita del valore degli affitti o addirittura una stabilizzazione. Questo comportamento suggerisce un effetto congiunto delle due variabili, non pienamente catturabile con regressori semplici. In altre parole, in contesti caratterizzati da una maggiore debolezza del mercato del lavoro, il prezzo degli immobili perde parte della sua capacità di trainare al rialzo i canoni di locazione, verosimilmente a causa di una contrazione della domanda o di un minor potere contrattuale degli inquilini⁴⁰.

Complessivamente, questo modello rappresenta una sintesi robusta ed equilibrata delle principali dinamiche che caratterizzano il mercato degli affitti a Roma, e fornisce una base empirica solida per l'interpretazione delle variazioni osservate nei dati. Le sue *performance* statistiche, unite alla coerenza economica dei risultati, ne giustificano l'impiego come modello centrale all'interno di questo lavoro di ricerca.

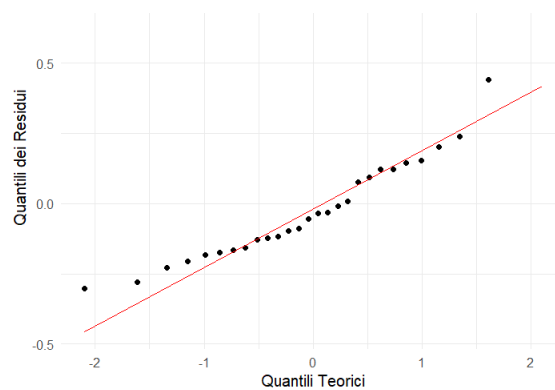
³⁹ Quando si considera un'interazione, l'effetto marginale di una variabile (es. prezzo immobili) dipende dal livello dell'altra (es. disoccupazione).

⁴⁰ In contesti di elevata disoccupazione, la pressione sulla domanda abitativa può ridursi, limitando l'effetto dei prezzi immobiliari sui canoni di locazione.

OECD, *Housing Affordability and Labour Market Outcomes*, 2021.

3.2 Test diagnostici della regressione

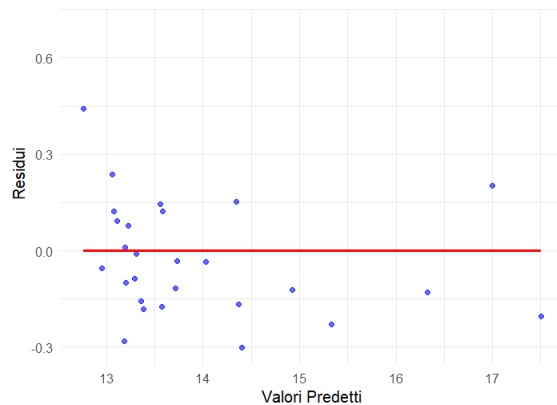
Una volta stimato il modello di regressione lineare, è essenziale verificarne la validità statistica mediante una serie di *test* diagnostici, necessari per controllare il rispetto delle ipotesi di base del modello, in modo da validarne anche i risultati. In particolare, si analizzano la normalità dei residui, l'assenza di eteroschedasticità e di autocorrelazione, oltre alla bontà dell'adattamento tra valori osservati e predetti. Tali verifiche sono cruciali per garantire che le inferenze statistiche derivanti dal modello siano affidabili e statisticamente fondate.



19 Verifica visiva della normalità

Il QQ-Plot dei residui⁴¹ ha l'obiettivo di verificare se i residui del modello rispettino e seguano una distribuzione normale: nel grafico i punti si distribuiscono in modo omogeneo lungo la linea rossa, senza discostarsi, se non in lievi deviazioni agli estremi; per questa ragione la condizione di normalità dei residui si può dire soddisfatta, poiché leggere deviazioni sono tollerabili nelle relazioni multiple.

⁴¹ Il Quantile-Quantile Plot confronta la distribuzione empirica dei residui con una distribuzione normale teorica. Se i punti si dispongono lungo la diagonale, l'ipotesi di normalità è plausibile.



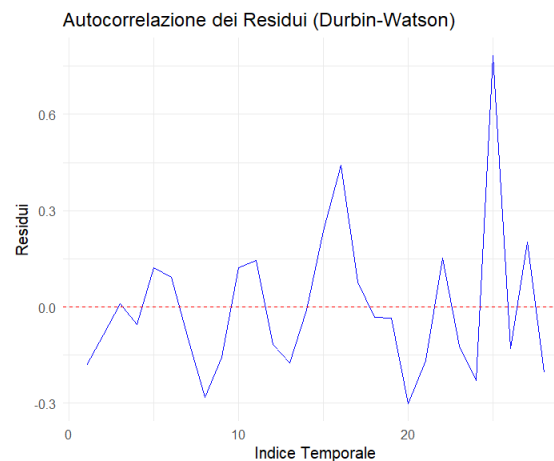
```
> bptest(model_tesi)

studentized Breusch-Pagan test

data: model_tesi
BP = 3.3659, df = 5, p-value = 0.6438
```

20 distribuzione dei residui

Il grafico sovrastante permette di valutare visivamente la presenza della condizione di eteroschedasticità, ovvero della incostanza della varianza dei residui del modello. In assenza di *pattern* evidenti, come strutture a ventaglio o varianza crescente/decrescente al variare dei valori predetti, si può ritenere plausibile l'ipotesi di omoschedasticità. A supporto di tale conclusione, il test di Breusch-Pagan⁴² - che verifica formalmente se la varianza dei residui dipende significativamente dai regressori - restituisce un p-value pari a 0.6438, indicativo del fatto che non si può rifiutare l'ipotesi nulla di varianza costante.



Durbin-Watson test

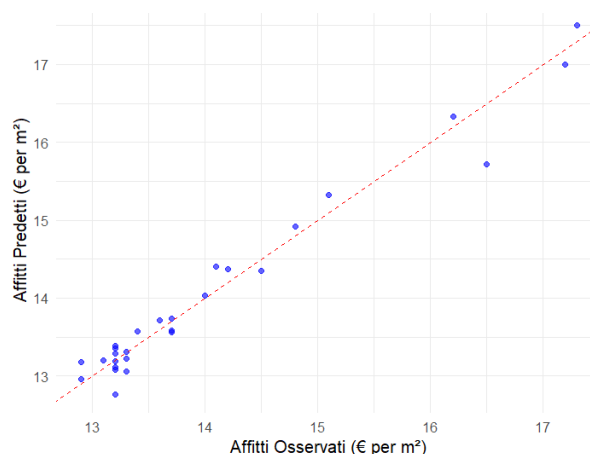
```
data: model_tesi
DW = 2.0617, p-value = 0.1779
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

21 Output grafico e numerico del Durbin-Watson test

⁴² Verifica se la varianza dei residui dipende linearmente dai regressori. Un p-value elevato indica che non si può rifiutare l'ipotesi nulla di omoschedasticità.

Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). "A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation," *Econometrica*.

Il test di Durbin-Watson⁴³, utilizzato per verificare la presenza di autocorrelazione seriale nei residui, restituisce una statistica prossima al valore ideale di 2 e un p-value non significativo. Questi risultati indicano che i residui del modello non presentano autocorrelazione, soddisfacendo uno dei presupposti fondamentali della regressione lineare.



22 confronto valori stimati e valori osservati

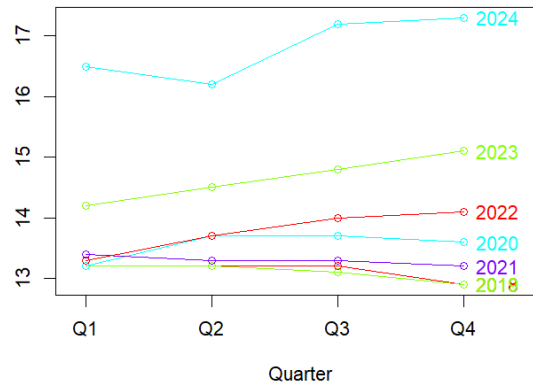
È stato infine creato un grafico che confronta i valori stimati dal modello con quelli reali. Si riscontra che i punti si distribuiscono in modo relativamente ravvicinato alla diagonale ideale, rappresentante la perfetta corrispondenza tra osservato e predetto. Da ciò, si può confermare che il modello possiede una buona capacità predittiva, cioè, le stime seguono efficacemente l'andamento effettivo della serie.

3.3 Analisi dei risultati della serie storica

Per condurre l'analisi delle serie storiche è stato utilizzato un modello ARIMAX, ovvero un modello auto regressivo integrato con la media mobile che va ad incorporare anche l'effetto di altre variabili esogene. Questa specifica dà la possibilità di cogliere, non solo l'evoluzione della variabile dipendente nel tempo, ma anche stimarne l'evoluzione tenendo conto della variazione e dei *trend* degli altri indicatori economici che ne influenzano l'andamento. Nel nostro caso, tra le variabili esogene incluse figurano: il

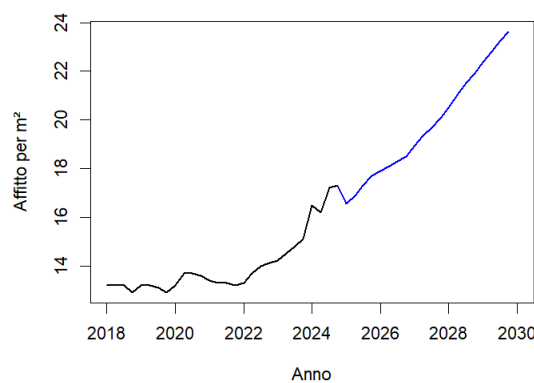
⁴³ Test che fornisce una statistica compresa tra 0 e 4; valori prossimi a 2 indicano assenza di autocorrelazione. Il test è particolarmente rilevante per modelli su dati temporali.
Durbin, J., & Watson, G. S. (1950). "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression," *Biometrika*.

tasso di disoccupazione, il prezzo medio degli immobili e il loro termine di interazione, già evidenziato come significativo nell'analisi di regressione lineare multipla.



23 Seasonplot affitti a Roma

Dal grafico sovrastante si constata che, l'andamento degli affitti per ogni trimestre degli anni considerati, soprattutto il biennio 2023-2024, ha subito una crescita accelerata anomala, in particolare nel terzo e quarto trimestre, discontinua rispetto agli anni precedenti. Inoltre, si nota un comportamento stagionale ricorrente⁴⁴: i prezzi tendono a salire in prossimità della seconda metà dell'anno, probabilmente anche per via dell'aumento della domanda abitativa da parte degli studenti che stanno per iniziare un percorso universitario e dell'aumento del turismo con l'arrivo dell'estate.

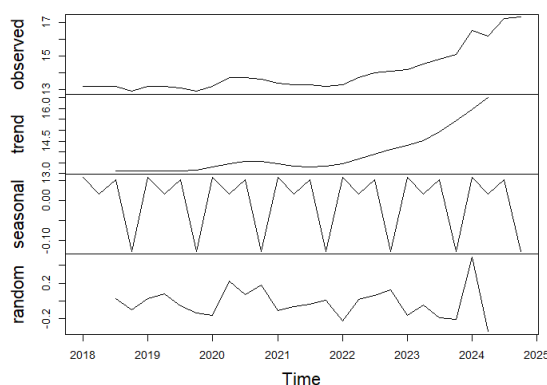


24 Previsione andamento prezzo €/m² affitti

⁴⁴ Indica variazioni regolari e prevedibili che si ripetono ciclicamente nel tempo, tipiche di molte serie economiche (es. picchi nel Q3-Q4 per domanda studentesca).

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C., *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Wiley, 2008.

Il modello ARIMAX ci ha dato la possibilità di elaborare delle previsioni dinamiche a medio-breve termine, riportate nel grafico 24: i risultati delle stime del modello indicano un aumento vertiginoso che potrebbe interessare i canoni medi di locazione nei prossimi 20 trimestri - nei prossimi 5 anni -, con un valore atteso che raggiunge circa i 24 €/m² entro il 2030. Questo implica una crescita superiore al 40% rispetto al livello medio del 2024, configurando uno scenario critico per le condizioni di accesso all'abitazione per le fasce di popolazione più vulnerabili. Questa tendenza riflette la persistenza di fattori strutturali che alimentano la tensione sul mercato delle locazioni che, se non calmierati, possono portare a continui aumenti sempre più difficili da sostenere per gran parte della popolazione.

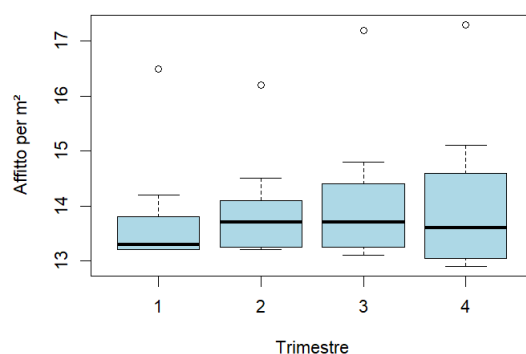


25 Decomposizione componenti additive

Ulteriore conferma di queste tendenze proviene dalla decomposizione additiva della serie temporale⁴⁵, che ha permesso di distinguere tra la componente osservata, il *trend* sottostante, la stagionalità e la componente aleatoria. Il *trend* risulta fortemente crescente a partire dal 2022, in linea con quanto emerso dalle stime di regressione. La componente stagionale mostra un *pattern* stabile e ripetitivo, mentre il residuo casuale, appare contenuto, il che rafforza la robustezza del modello utilizzato.

⁴⁵ Tecnica di scomposizione di una serie storica nelle sue componenti principali: trend, stagionalità e residuo. Utile per l'analisi qualitativa e per la validazione dei modelli.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G., *Forecasting: Principles and Practice*, 2nd ed., OTexts, 2018.



26 Boxplots distribuzione stagionale

Dal lato descrittivo, l'analisi della distribuzione degli affitti per trimestre, mediante boxplot, evidenzia una costante crescita della mediana dei valori osservati da Q1 a Q4, con un ampliamento della dispersione e la presenza di outlier⁴⁶, in particolare nel quarto trimestre. Questo risultato è coerente con quanto emerso dall'analisi per anno e conferma che la stagionalità non solo esiste, ma si intensifica nei mesi finali dell'anno, rappresentando una fonte ulteriore di instabilità per i soggetti più esposti alle dinamiche del mercato.

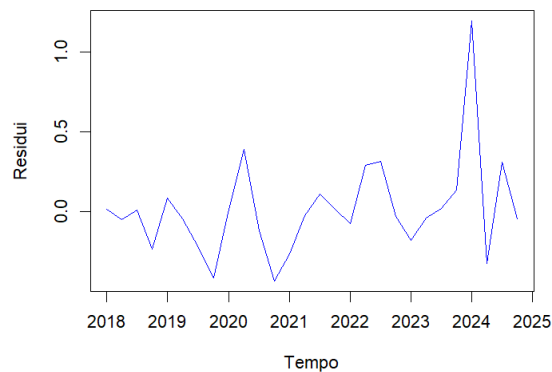
Nel complesso, l'impiego del modello ARIMAX ha consentito non solo di realizzare stime dinamiche precise, ma anche di incorporare effetti esterni che interagiscono con la serie principale. Questo approccio si è dimostrato particolarmente efficace nell'anticipare l'evoluzione futura del mercato e nell'evidenziare i rischi di persistenza della crescita dei canoni di locazione, offrendo un quadro utile alla formulazione di scenari di intervento.

3.4 Test diagnostici della serie storica

Al fine di verificare la validità statistica del modello ARIMAX, sono stati effettuati numerosi *test* diagnostici, che hanno fornito fondamentalmente risultati coerenti e positivi. L'obiettivo era quello di verificare che i residui del modello si comportassero come rumore bianco⁴⁷, e che quindi, non andassero a comprometterne la significatività, inoltre era necessario controllare accuratamente l'indipendenza, la normalità e l'assenza di autocorrelazione nella serie.

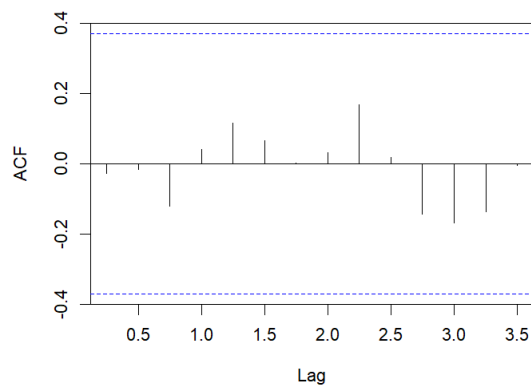
⁴⁶ L'evidenza di valori anomali nei trimestri finali dell'anno può riflettere dinamiche specifiche del mercato, legate a domanda concentrata, festività o flussi turistici.
Eurostat, Housing Market Trends in EU Capitals, 2022.

⁴⁷ Una condizione essenziale nei modelli ARIMA e ARIMAX. Se i residui non mostrano pattern sistematici e sono distribuiti con media zero e varianza costante, il modello è considerato ben specificato.
Stock, J. H., & Watson, M. W., Introduzione all'econometria, Pearson, 2019



27 Analisi grafica residui nel tempo

Il grafico sovrastante testimonia l'assenza di *trend* sistematici all'interno della serie storica; i residui oscillano attorno allo zero, senza formare andamenti che possano destare sospetto, se non un picco anomalo nell'anno 2024 che, però, è interpretabile come *shock* temporaneo piuttosto che vero e proprio elemento sistemico.

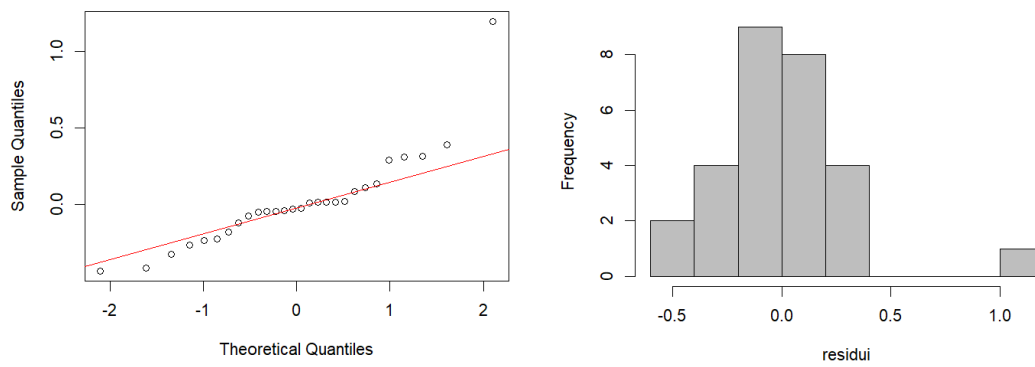


28 Output ACF test

Il *test* di autocorrelazione⁴⁸ dei residui del modello è estremamente positivo; infatti, i coefficienti ACF sono largamente entro le bande di confidenza, questo ci permette di affermare che c'è assenza di autocorrelazione significativa, e che il modello stimato riesce a catturare in modo efficiente la struttura temporale del fenomeno analizzato, andando a fornire risultati puntuali e precisi.

⁴⁸ Autocorrelation Function: la funzione di autocorrelazione misura la correlazione tra la serie e se stessa con ritardi (lag). Se tutti i coefficienti stanno entro le bande di confidenza, si esclude la presenza di autocorrelazione.

Box, G. E. P. et al., *Time Series Analysis*, Wiley, 2008.



29 Q-Q-Plot (a) e distribuzione (b) dei residui

Per quanto riguarda invece il Q-Q-Plot dei residui possiamo ipotizzare, grazie al grafico che la serie sia normale, i punti seguono in modo coerente la retta teorica di riferimento, salvo leggere deviazioni di coda, un risultato anche se non perfetto, comunque accettabile in termini pratici, ad ulteriore conferma di normalità possiamo osservare anche l'istogramma della distribuzione dei residui, che presenta una forma approssimativamente simmetrica, ad eccezione dello stesso valore anomalo registrato anche sul grafico precedente.

CAPITOLO 4: CONSIDERAZIONI FINALI

4.1 Considerazioni conclusive sulle dinamiche esaminate

L'analisi dei dati ha messo in luce una polarizzazione crescente della domanda abitativa. I soggetti più vulnerabili - in particolare studenti, giovani precari e famiglie a basso reddito - faticano sempre di più a sostenere i costi di affitto nelle zone centrali della città. Questo li spinge verso quartieri periferici o poco collegati, con effetti negativi anche sul piano della coesione sociale. Il mercato tende ad avvantaggiare chi ha maggiore disponibilità economica, escludendo chi non può competere, e, generando così, un effetto di esclusione e marginalizzazione. Gli studenti, in particolare, hanno rappresentato un vero e proprio “*sensore sociale*”⁴⁹, rendendo visibile il problema prima degli altri.

Dai modelli stimati emerge che un aumento del reddito porta a un miglioramento delle condizioni abitative. È importante però precisare che se non viene accompagnato da una crescita parallela dell'offerta, il maggiore potere d'acquisto dei cittadini può finire per alimentare ulteriormente i prezzi, aggravando la situazione per chi è già in difficoltà. Il mercato immobiliare risponde infatti alla domanda solvibile, non ai bisogni sociali. Questo significa che anche interventi teoricamente positivi possono avere effetti regressivi se non sono affiancati da misure strutturali.

Il tasso di interesse dei mutui si è rivelato una variabile cruciale nel determinare gli equilibri tra acquisto e affitto. Quando i mutui diventano più costosi, molte famiglie abbandonano l'idea di comprare casa e si riversano sul mercato delle locazioni. Questo provoca un aumento della domanda di affitto e, di conseguenza, dei prezzi. È un effetto a catena che mette in competizione soggetti con capacità di spesa diverse e che penalizza chi non ha alternative. Anche per questo l'aumento dei tassi può essere visto come un intervento da gestire con molta cautela.

Una delle relazioni più forti evidenziate dal modello è quella tra disoccupazione e prezzo degli affitti⁵⁰. All'aumentare della disoccupazione, i canoni tendono a scendere.

⁴⁹ Gli studenti fuori sede, per loro vulnerabilità e mobilità, sono spesso tra i primi a subire gli effetti di squilibri abitativi, rendendoli un indicatore anticipatore delle criticità del mercato.

Redazione Fondazione Feltrinelli, “Caro affitti e protesta studentesca: chi resta fuori?”, 2023.

⁵⁰ La relazione negativa tra disoccupazione e prezzi di affitto non segnala un riequilibrio virtuoso, ma una riduzione della domanda per necessità, spesso associata a contesti di crisi.

European Commission, *Housing Affordability in the EU*, 2021.

Ma questo non rappresenta un dato positivo: non si tratta di un riequilibrio del mercato ma di una contrazione della domanda per necessità. In pratica, meno persone cercano casa perché non se la possono permettere. È un segnale di sofferenza del sistema, non di miglioramento. I prezzi scendono, ma a costo di un aumento dell'insicurezza economica e dell'esclusione abitativa.

Nel periodo analizzato (2018–2024), i canoni di locazione a Roma mostrano una tendenza al rialzo continua e strutturale. Questa crescita non è legata solo a eventi specifici, ma risente di una spinta costante dovuta alla pressione della domanda, alla scarsità di offerta e alle condizioni macroeconomiche (inflazione, tassi, turismo). Le previsioni generate dal modello ARIMAX confermano che, senza un cambiamento significativo nelle politiche abitative, questa tendenza proseguirà anche nei prossimi anni.

Un dato che emerge con chiarezza è la rigidità dell'offerta abitativa. Le case disponibili in affitto non aumentano in proporzione alla crescita della domanda. Questo squilibrio alimenta la pressione sui canoni e rende inefficaci molte misure sulla domanda (es. bonus, incentivi). La causa principale sembra essere una mancanza di politiche pubbliche a lungo termine: l'edilizia popolare è ferma, gli studentati pubblici sono pochi, ma soprattutto il mercato dell'affitto breve assorbe buona parte del patrimonio disponibile⁵¹.

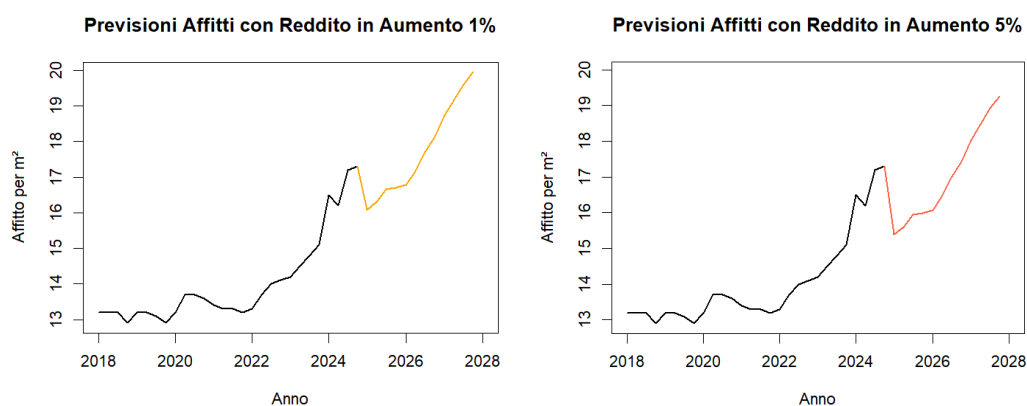
L'approccio adottato in questa tesi ha permesso di trasformare una percezione diffusa - “gli affitti stanno aumentando troppo” - in un'analisi quantitativa rigorosa. Il modello ARIMAX ha integrato variabili economiche e demografiche, restituendo una lettura realistica delle dinamiche in atto e fornendo uno strumento utile per valutare scenari e simulazioni politiche. Questo lavoro non ha solo osservato il presente, ma ha provato a prevedere il futuro, mostrando le conseguenze di diverse ipotesi d'intervento e offrendo un contributo concreto al dibattito sul diritto alla casa.

4.2 Valutazione critica delle possibili soluzioni

Per cercare di arginare la crescita costante dei prezzi degli affitti, sono state formulate diverse ipotesi di intervento, poi testate tramite il modello di previsione delle serie storiche ARIMAX. Le variabili esogene scelte per la simulazione sono il reddito medio e

⁵¹ Il mercato immobiliare risponde alla capacità di spesa e non al bisogno, per questo è necessario un bilanciamento attraverso politiche pubbliche che preservino l'accessibilità abitativa come diritto. Mazzette, A., *Sociologia della casa: Abitare tra mercato, diritti e politiche*, FrancoAngeli, 2020.

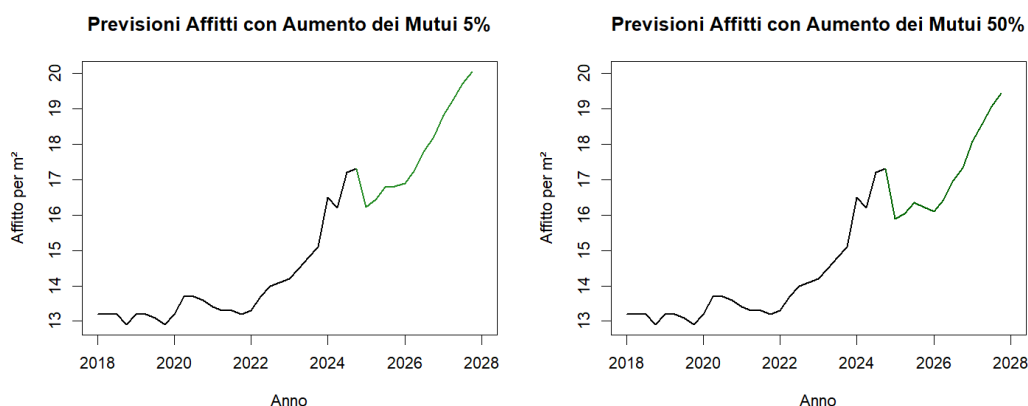
il tasso di interesse dei mutui per l'acquisto di abitazioni, in quanto ritenute le uniche modificabili nel medio-breve periodo attraverso politiche pubbliche, senza provocare impatti economici e sociali troppo dannosi per la popolazione. Secondo i risultati del modello di regressione, variazioni in queste due variabili sono significativamente correlate con il canone medio d'affitto: un aumento del reddito o dei tassi di interesse tende infatti a influenzare l'equilibrio domanda-offerta, con effetti indiretti sul livello dei prezzi. A partire da questa evidenza, sono stati generati quattro scenari previsionali, ciascuno dei quali simula un aumento ipotetico di una delle due variabili.



Nei primi due scenari, la variabile modificata è il reddito medio della popolazione. Come si osserva dai grafici sovrastanti, l'incremento del potere d'acquisto porta inizialmente a una riduzione dei canoni di locazione⁵², interpretabile come un effetto legato al maggiore accesso alla proprietà da parte dei cittadini - che abbandonano il mercato dell'affitto - o, alternativamente, a un cambiamento della struttura della domanda. L'effetto risulta più marcato quando l'aumento del reddito è più consistente (+5%), ma è comunque osservabile anche in presenza di incrementi più contenuti (+1%).

⁵² Un aumento del reddito può incentivare il passaggio dalla locazione alla proprietà, riducendo la pressione sul mercato degli affitti; tuttavia, se non accompagnato da un'espansione dell'offerta, può provocare effetti inflattivi.

Bourassa, S. C., & Hendershott, P. H. (1995). "Price Effects of Rent Control on the Housing Market," *Journal of Housing Economics*.



Nel terzo e quarto scenario viene invece aumentato il tasso d'interesse dei mutui destinati all'acquisto di abitazioni⁵³. Questo intervento produce una contrazione temporanea dei prezzi d'affitto, ma risulta di difficile attuazione a livello politico, poiché potrebbe comportare gravi conseguenze sociali, soprattutto per le famiglie che già faticano ad accedere al credito. Tuttavia, in contesti di forte surriscaldamento del mercato immobiliare, tale misura potrebbe essere considerata una leva temporanea per raffreddare la domanda di acquisto e, indirettamente, contenere la crescita dei canoni locativi.

Dall'analisi dei grafici e delle simulazioni effettuate si può osservare come le due variabili scelte abbiano effetti evidenti e ben distinti sull'andamento dei canoni di locazione. Entrambe le variabili agiscono sulla domanda abitativa, ma con meccanismi diversi: il reddito incide sulla capacità di spesa e sull'eventuale passaggio da affitto a proprietà, mentre i tassi di mutuo agiscono sul costo dell'alternativa all'affitto, cioè l'acquisto di una casa. In sintesi, il modello mostra una dinamica abitativa molto sensibile agli squilibri economici, in cui piccole variazioni su variabili chiave possono generare effetti amplificati e duraturi.

I risultati di queste simulazioni suggeriscono che nessuna misura agisce in modo neutro o isolato. Intervenire sul reddito, per esempio, può sembrare una soluzione positiva e immediata, ma se non accompagnato da un aumento dell'offerta abitativa rischia di alimentare ulteriormente l'aumento dei prezzi. Allo stesso modo, un innalzamento dei tassi di interesse può temporaneamente raffreddare la domanda di acquisto, ma potrebbe penalizzare fortemente le fasce più fragili della popolazione, che si troverebbero escluse

⁵³ L'incremento del costo del credito immobiliare riduce la domanda di acquisto, con un possibile effetto di spinta sul mercato delle locazioni, ma può penalizzare le fasce più fragili.
Di Pasquale, D., & Wheaton, W. C. (1992). "Housing Market Dynamics and the Future of Housing Prices," Real Estate Economics.

sia dal mercato dell'acquisto che da quello dell'affitto. Per questo motivo, qualsiasi intervento efficace deve essere combinato: è necessario intervenire sulla domanda, ma anche sull'offerta. Alcune misure attuabili potrebbero essere:

- favorire la costruzione di alloggi a canone agevolato o sociale;
- incoraggiare l'attivazione di locali attualmente inutilizzati, favorita da misure fiscali favorevoli, per convertirli in strutture abitative consone;
- limitare gli affitti brevi, destinando più unità al mercato residenziale;
- introdurre incentivi fiscali per i proprietari che affittano a lungo termine a canoni calmierati;
- istituire contributi o voucher affitto per categorie specifiche, come studenti o giovani lavoratori.

Il modello ARIMAX ha permesso di esplorare dinamiche previsionali in scenari realistici, fornendo una base quantitativa utile alla valutazione di politiche pubbliche. Queste previsioni non vogliono indicare con certezza ciò che accadrà, ma rappresentano strumenti di lettura del presente e del possibile, e invitano a considerare con attenzione le conseguenze economiche e sociali di ogni scelta. Per affrontare efficacemente la questione abitativa a Roma servono strategie integrate, costruite a partire dai dati, ma intrinseche anche dei bisogni reali delle persone. Solo così si potrà provare a invertire questa tendenza crescente che rende l'abitare un privilegio, invece che un diritto.

4.3 Limiti dello studio condotto

Le ricerche empiriche si muovono sempre all'interno di specifici confini. Hanno, come nel caso da noi riportato, dei limiti che non possono essere sempre superati sia per mancanza o incompletezza delle informazioni utilizzate sia per scelte metodologiche e imprecisioni nel costruire i modelli previsionali.

Uno dei primi limiti è quello geografico, infatti, i dati trattati sono aggregati sull'intera città di Roma, non ci sono distinzioni per quartieri. Per questa ragione l'analisi non può essere estesa ad una ricerca di specificità locali, perdendo quindi tutta la varietà di informazioni differenti di centro e periferie, che sarebbero derivate da una considerazione distinta. Un altro limite è la mancanza di dati completi e attendibili su variabili che

avrebbero potuto arricchire il *dataset*; infatti, non sono disponibili dati su case sfitte⁵⁴, effetti di politiche locali o affitti brevi non regolati. Inoltre, alcune variabili teoricamente rilevanti sono state considerate come non significative e quindi escluse dal modello finale. Soprattutto, il periodo di osservazione è limitato; vengono considerati solo 7 anni, in quanto, la scelta è stata comandata dalla mancanza di dati per variabili fondamentali antecedenti al 2018, inoltre il periodo analizzato è stato influenzato da eventi storici eccezionali, tra cui il COVID e l'alta inflazione generata dalla guerra in Ucraina, che possono avere avuto ripercussioni sullo studio, creando tendenze non rappresentative nel lungo periodo. Alcune precisazioni vanno poi fatte: è importante dire che è stato necessario talvolta aumentare la semplicità dei modelli per riuscire ad ottenere dei risultati leggibili; che le previsioni, in quanto tali, sono scenari costruiti sul passato, che i risultati sono quindi ipotesi e non vanno presi come verità assolute, inoltre non tengono conto di possibili *shock* futuri, decisioni politiche o anche cambiamenti normativi o internazionali⁵⁵.

In conclusione, pur con tutti i suoi limiti, questo studio ha cercato di mantenere un equilibrio tra rigore analitico e accessibilità interpretativa. Le scelte fatte - sia nei dati che nei modelli - sono state dettate dalla volontà di costruire un'analisi utile, replicabile e il più possibile ancorata alla realtà sociale. I margini di miglioramento ci sono, ma non cancellano il valore di una lettura che, attraverso gli strumenti dell'econometria, ha permesso di fare chiarezza su un problema reale, urgente e troppo spesso trascurato.

4.4 Suggerimenti e indicazioni per ricerche future

Questo studio, pur fornendo un'analisi e visione solida e articolata del mercato degli affitti a Roma, apre la strada a numerose altre possibili ricerche che possono espandere l'argomento sia con approfondimenti più dettagliati, sia offrendo una visione più ampia e generale.

⁵⁴ Le informazioni sulle abitazioni sfitte e l'uso degli immobili sono disponibili solo in forma aggregata e con forte ritardo temporale.
ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica, *Censimento permanente della popolazione e delle abitazioni*, 2023.

⁵⁵ modelli di previsione, come gli ARIMA/ARIMAX, sono strumenti utili ma non predittivi in senso assoluto: si basano su pattern storici e sono sensibili a shock esterni non osservabili.
Stock, James H., and Mark W. Watson. *Introduction to Econometrics*, Pearson, 2019

Uno dei primi è di tipo spaziale: si potrebbero infatti realizzare analisi disaggregate per zona o quartiere, in modo da studiare più nello specifico il fenomeno e formulare risposte calibrate su ogni singolo contesto urbano. Questo permetterebbe di cogliere aspetti che, nel quadro aggregato, rimangono nascosti e invisibili. Per raggiungere obiettivo sarebbe necessario disporre di dati più granulari e georeferenziati, che consentano di distinguere le differenze tra centro, semicentro e periferia, dando finalmente voce alle forti disparità territoriali che caratterizzano la città di Roma.

Per uno studio più capillare, potrebbe essere utile includere nel modello anche alcune variabili spaziali o qualitative, come la distanza dal centro storico, la qualità del trasporto pubblico, l'accessibilità a scuole, università o servizi sanitari, oppure la presenza di spazi verdi. Questi fattori, spesso trascurati, potrebbero fornire spiegazioni più dettagliate sui differenziali di prezzo tra diverse aree urbane.

Anche l'estensione del perimetro geografico della ricerca rappresenta uno spunto rilevante. Si potrebbero infatti confrontare i risultati ottenuti a Roma con quelli di altre grandi città italiane (come Milano, Torino, Napoli) o europee, per verificare se esistano *pattern* comuni che determinano l'andamento dei canoni di locazione⁵⁶, oppure caratteristiche specifiche del mercato romano. Un'estensione dell'analisi a tutto il territorio nazionale permetterebbe inoltre di individuare regolarità più generali, utili per costruire delle linee guida economiche da applicare in contesti diversi, soprattutto in caso di necessità di intervento sui prezzi.

Un ulteriore suggerimento riguarda l'impiego di modelli statistici più avanzati: si potrebbero utilizzare modelli non lineari, con effetti di interazione tra le variabili, oppure approcci di *machine learning* per rafforzare la componente previsionale, pur mantenendo attenzione all'interpretabilità dei risultati. Allo stesso tempo, sarebbe importante riuscire ad estendere l'orizzonte temporale dell'analisi, includendo anni precedenti al 2018, se e quando i dati dovessero diventare disponibili, oppure aggiornando progressivamente l'analisi nei prossimi anni per osservare l'evoluzione delle tendenze. Una maggiore profondità storica migliorerebbe la robustezza delle inferenze e la credibilità delle previsioni formulate.

⁵⁶ I confronti tra città italiane mostrano come i mercati immobiliari siano fortemente differenziati su base locale e regionale.

Banca d'Italia, *Rapporto annuale sull'economia delle regioni italiane*, 2023.

Infine, sarebbe estremamente interessante confrontare i risultati emersi con quelli prodotti da altri ambiti disciplinari, come la sociologia, la geografia urbana o la demografia. L'obiettivo sarebbe quello di capire in che modo le trasformazioni del mercato immobiliare influenzano le dinamiche migratorie interne, la coesione sociale, la distribuzione delle opportunità e, più in generale, il benessere collettivo dei cittadini.

BIBLIOGRAFIA

- Babbie, E. *The Practice of Social Research*. Belmont, CA: Wadsworth, 2010.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Wiley, 2008.
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Wiley, 2015.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. “A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation,” *Econometrica*, 1979.
- Cleveland, W. S. *Visualizing Data*. Hobart Press, 1993.
- Donzelot, J. *La città divisa*. Roma: Lavoro, 2006.
- Durbin, J., & Watson, G. S. “Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression,” *Biometrika*, 1950.
- Enders, W. *Applied Econometric Time Series*. 4th ed., Wiley, 2014.
- Glaeser, E. L., & Gyourko, J. *Rethinking Federal Housing Policy*. AEI Press, 2008.
- Greene, W. H. *Econometric Analysis*. 7th ed., Pearson, 2012.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. *Basic Econometrics*. McGraw-Hill, 2009.
- Hamilton, J. D. *Time Series Analysis*. Princeton University Press, 1994.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. *Forecasting: Principles and Practice*, 2nd ed., OTexts, 2018.
- James, G., et al. *An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R*. Springer, 2013.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. *Forecasting: Methods and Applications*. Wiley, 1998.
- Mazzette, A. *Sociologia della casa: Abitare tra mercato, diritti e politiche*. FrancoAngeli, 2020.
- Redazione Fondazione Feltrinelli. “Caro affitti e protesta studentesca: chi resta fuori?”, 2023.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. *Inroduzione all'econometria*. 5th ed., Boston: Pearson, 2019.

- Tsay, R. S. *Analysis of Financial Time Series*. Wiley, 2010.
- Tukey, J. W. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, 1977.
- Varian, H. R. *Intermediate Microeconomics*. W. W. Norton & Company, 2014.
- Wooldridge, J. M. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Cengage Learning, 2012/2019.

SITOGRAFIA

- Banca d'Italia – Tassi di interesse mutui per abitazioni:
<https://infostat.bancaditalia.it>
- Banca d'Italia – Turisti in Italia (migliaia):
<https://www.bancaditalia.it/statistiche/tematiche/rapporti-estero/turismo-internazionale/tavole>
- ISTAT – Permessi per costruire, reddito medio, disoccupazione, rapine, PIL:
<http://dati.istat.it>
- Idealista – Prezzi affitto e acquisto immobili:
<https://www.idealista.it/sala-stampa/report-prezzo-immobile/>
- Trading Economics – Inflazione italiana:
<https://it.tradingeconomics.com/italy/inflation-cpi>
- MutuiOnline – Tasso IRS a vent'anni:
<https://mutuionline.24oreborsaonline.ilsole24ore.com/guide-mutui/irs.asp>
- ISTAT – Popolazione residente a Roma:
<https://demo.istat.it>
- L'Espresso – Proteste per il caro affitti:
<https://lespresso.it/c/attualita/2024/8/20/prendere-una-stanza-in-affitto-costa-sempre-di-piu-cosi-le-proteste-degli-studenti-restano-inascoltate/51858>
- Sky TG24 – Proteste studenti per il caro affitti:
<https://tg24.sky.it/cronaca/2023/09/25/caro-affitti-proteste-studenti>
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Rapporto sulla condizione abitativa in Italia, 2021:
<https://www.mit.gov.it>

- OECD Housing Database:
<https://www.oecd.org/housing/data>
- OHCHR – Right to Adequate Housing (Fact Sheet n.21):
https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_en.pdf
- Eurostat – Housing Market Trends in EU Capitals, 2022:
<https://ec.europa.eu/eurostat>
- OECD – Nowcasting and High-Frequency Analysis in Economic Policy, 2020:
<https://www.oecd.org>
- European Commission – Housing Affordability in the EU, 2021:
https://ec.europa.eu/info/publications/housing-affordability-eu-2021_en