

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

**Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale**

Tesi di Laurea Magistrale

**Effetti del Covid-19 sui mercati
azionari**



Relatore

prof. Franco Varetto

Candidato

Giuseppe Martino Molinaro
Matricola 255068

Aprile 2021

Sommario

1	Crisi a confronto	9
1.1	Crisi finanziaria 2007.....	9
1.1.1	Gli eventi storici antecedenti la crisi.....	9
1.1.2	Le cause della crisi	11
1.1.3	Inizio della crisi.....	14
1.1.4	Effetti internazionali	16
1.1.5	Gli interventi dei regulators.....	18
1.2	Crisi pandemica 2020.....	18
1.2.1	Crisi sanitaria	19
1.2.2	Passaggio dalla crisi sanitaria alla crisi economica	20
1.2.3	Gli effetti della crisi	22
1.2.4	Interventi dei governi per far fronte alla crisi.....	24
2	La scelta dei dati	26
2.1	Indici di borsa.....	26
2.1.1	STANDARD & POOR'S 500	27
2.1.2	STANDARD & POOR'S/TSX Composite Index.....	27
2.1.3	FTSE MIB	27
2.1.4	DAX 30	28
2.1.5	CAC 40.....	29
2.1.6	IBEX 35	29
2.1.7	FTSE 100.....	30
2.1.8	NIKKEI 225.....	31
2.1.9	SSE Composite Index.....	31
2.1.10	Hang Seng Index	32
2.2	Trattamento preliminare dei dati	32
3	Analisi dei log rendimenti	34
3.1	Calcolo dei log rendimenti.....	35
3.2	Istogramma.....	37
3.3	Studio dei momenti	38
3.3.1	Misure di posizione: Media	38
3.3.2	Misure di dispersione: Varianza	39
3.3.3	Skeness	39
3.3.4	Curtosi.....	40

3.4	Test di normalità.....	40
3.5	Risultati empirici: Analisi dei log rendimenti.....	41
4	Efficienza mercati	49
4.1	Teoria sull'efficienza dei mercati	49
4.2	Verifica efficienza dei mercati	51
4.2.1	Correlogramma.....	51
4.2.2	Ljung Box test.....	53
4.2.3	Unit root test	54
4.3	Risultati verifica efficienza dei mercati.....	57
5	Impatto delle due crisi sui mercati azionari	64
5.1	Indici a confronto.....	64
5.2	Confronto grafico delle due crisi	67
6	Analisi effetto contagio.....	71
6.1	Letteratura principale relativa all'effetto contagio	71
6.2	Modello teorico	74
6.3	Risultati empirici.....	76
6.3.1	Modello di interdipendenza	79
6.3.2	Modello contagio.....	84
6.4	Modello con matrice Z.....	91
6.4.1	Matrice Z.....	91
6.4.2	Risultati empirici modello con matrice Z.....	104
6.5	Interventi delle banche centrali e crisi Covid	118
6.5.1	Italia	119
6.5.2	Inghilterra	122
6.5.3	Francia	124
6.5.4	Spagna.....	126
6.5.5	Germania	128
6.5.6	Stati Uniti	131
6.5.7	Canada	132
6.5.8	Giappone.....	133
6.5.9	Cina	136
6.5.10	Hong Kong.....	137
6.5.11	Efficacia delle politiche monetarie contro il contagio della crisi Covid	139
6.6	Analisi dei lungo periodo della crisi finanziaria e pandemica.....	144

7	Ragionamenti conclusivi sull'effetto contagio.....	146
8	APPENDICE A	148
8.1	Analisi di serie storiche lineari	148
8.2	Stazionarietà.....	148
8.3	Funzione di correlazione e autocorrelazione	148
8.4	White noise.....	149
8.5	Modelli AR	149
8.6	Modelli MA	152
8.7	Random walk	154
9	APPENDICE B.....	157
9.1	Risultati completi del Dickey-Fuller Test	157
9.2	Risultati modello contagio con PIL trimestrale.....	167
9.3	Modello interdipendenza vs banche centrali	171

SOMMARIO

Il presente elaborato ha l'obiettivo di confrontare la crisi finanziaria del 2007 con la crisi da Covid nata agli inizi dell'anno 2020. Il confronto verrà fatto sotto molteplici aspetti.

Prima di tutto si cercherà di discernere gli eventi e le cause che sono sfociate poi nelle due crisi economiche; tale confronto rende evidente la natura profondamente diversa delle due crisi. Da una parte la crisi finanziaria ha un'origine endogena allo stesso sistema finanziario, dall'altra la crisi del 2020 nasce dalla crisi sanitaria dovuta alla pandemia di Covid 19, che quindi rappresenta una causa esogena al sistema economico. Storicamente, sulla base quindi di crisi di anni recenti, le crisi endogene ed esogene dovrebbero avere un impatto molto diverso tanto sulle economie reali, quanto sui mercati finanziari.

L'analisi degli effetti sulle economie reali dimostra che, proprio come la crisi finanziaria del 2007, la crisi del 2020 ha un impatto su tutte e tre le componenti della funzione di produzione dal lato dell'offerta. Ciò crea il presupposto per effetti di lungo periodo sulle economie reali della crisi Covid, alla stregua di una crisi finanziaria. Tale evidenza è stata in parte dimostrata dal calo del PIL nel primo trimestre dell'anno 2020 per tutti i paesi colpiti dalla pandemia.

Essendo le due crisi molto simili negli effetti sulle economie reali, è venuto naturale chiedersi se fossero altrettanto simili nell'impatto sui mercati finanziari, ed in particolare sui mercati azionari. La parte centrale del lavoro di tesi è un'analisi dell'effetto contagio, in modo da capire se le similitudini valgono anche nella propagazione delle due crisi nei mercati azionari. Per fare ciò si sviluppa un modello che consente di distinguere l'effetto di contagio dal semplice effetto di interdipendenza. Il modello è sostanzialmente un World CAPM ad un fattore, e consente di individuare l'*effetto contagio* come la quota di co movimenti in eccesso rispetto a quelli impliciti nel modello (i quali rappresentano l'*effetto di interdipendenza*).

Si applica quindi, quello che si è definito *modello di interdipendenza*, che però si dimostra inadeguato nel momento in cui lo si confronta con il *modello contagio*, sia in termini di fitting del modello, che di incongruenze nei coefficienti di interdipendenza. Tale inadeguatezza è schiacciante per la crisi del 2007, ed è meno evidente per la crisi da Covid, per la quale non si può escludere l'importanza dell'effetto di interdipendenza.

Al termine di questa prima fase l'obiettivo diventa indagare i possibili canali di contagio, per capire le differenze di propagazione delle due crisi. Per fare ciò si considera una matrice $Z_{i,t}$ composta da tre indicatori: il primo indicatore è il PIL di ogni paese in modo da tener conto dell'andamento dell'economia reale, il secondo è un indicatore della volatilità del mercato mondiale, ed il terzo corrisponde all'andamento di un titolo sicuro. Dall'analisi emerge che le due crisi pur essendo diverse nella loro origine, la crisi finanziaria di natura endogena, e la crisi del 2020 di natura pandemica, quindi di origine esogena, si propagano attraverso gli stessi canali di contagio; in particolare il canale di contagio principale risulta essere il PIL. Risultato

in linea con le evidenze empiriche che dimostrano che le due crisi hanno lo stesso impatto sulle economie reali.

In fine si deve concludere che la crisi da Covid nei suoi effetti sull'economia reale e sui mercati azionari, è paragonabile alla crisi finanziaria del 2007, ed è per questo che è stato necessario un coordinamento a livello internazionale per la definizione e l'attuazione di misure di contrasto alla crisi adeguate e tempestive. In riferimento a ciò si è applicato il modello di contagio, prima e dopo, i principali interventi di politica monetaria messi in atto dalle banche centrali. I risultati ottenuti mettono in luce l'inefficacia dei provvedimenti messi in atto dalle banche nel mitigare l'effetto contagio (il quale si è dimostrato essere influenzato dagli indicatori di economia reale), anche se si deve sottolineare il miglioramento della stabilità dei mercati, in termini di volatilità, dopo l'intervento delle banche centrali. Nell'analizzare i risultati ottenuti si deve tenere conto del fatto che si è analizzata solo la fase iniziale della crisi Covid, e che quindi solo con il tempo saranno chiari i reali effetti di questa crisi.

INTRODUZIONE

L'anno 2020 verrà ricordato come un anno storico per via dei drammatici eventi che lo hanno caratterizzato. Ad inizio del gennaio 2020 a Wuhan, in Cina, viene riscontrato un focolaio di quello che venne chiamato Covid 19, cioè un'infezione delle vie respiratorie causata da un virus che mai prima di allora era stato riscontrato nell'uomo. Il virus che venne chiamato SARS-Cov-19, fa parte della famiglia dei coronavirus, e mette d'accordo l'intera comunità scientifica sulla natura della sua origine, che sembrerebbe essere avvenuta con il cosiddetto "salto di specie", passando dal pipistrello all'uomo. Il Covid 19 che si presenta, nei casi gravi, come una malattia respiratoria acuta, si caratterizza per il suo alto grado di contagio. Nei mesi successivi alla sua prima comparsa in Cina, il Covid 19 si diffonde gradualmente a tutti i paesi del mondo, acquisendo gradualmente i tratti di una pandemia. I paesi si dimostrarono impreparati ad affrontare l'epidemia a livello nazionale, e con le statistiche dei contagi in rapido aumento, con il contatore dei morti in crescita, e con il settore sanitario sempre più in difficoltà, gli unici provvedimenti che sembravano sensati furono quelli di *distanziamento sociale*. L'insieme di tali provvedimenti, come la chiusura di attività non essenziali, tra cui bar e ristoranti, il blocco degli spostamenti e l'imposizione di un coprifuoco, costituiscono il cosiddetto *lockdown*. Le misure di distanziamento sociale sono state sicuramente necessarie a contenere i nuovi contagi di Covid 19, ci si domanda però quali siano stati gli effetti sulle economie dei paesi che le hanno adottate. In tal senso le evidenze sono che la crisi economica scaturita dalla emergenza sanitaria di Covid 19 sembra aver avuto, almeno nel suo primo anno, un impatto sulle economie reali di tutti i paesi colpiti dalla pandemia, paragonabile all'impatto della crisi finanziaria del 2007. Similmente a quanto avvenuto durante la Grande Recessione, la crisi del 2020 ha avuto un pesante impatto sia sulla domanda che sull'offerta, causando una battuta di arresto dei tassi di crescita di tutti i paesi colpiti dalla crisi; nel secondo trimestre del 2020 si registra una contrazione del PIL mondiale senza precedenti, in parte recuperata nel terzo trimestre. Dal momento che le due crisi sembrano paragonabili in termini di impatto sulle economie reali, ci si chiede quale sia stato l'impatto sui mercati azionari.

L'intento di questo elaborato è il confronto tra la Grande Recessione del 2007 e la crisi economica del 2020, in termini di impatto sui mercati azionari. L'interesse è quello di confrontare l'impatto di due crisi, che apparentemente sono molto diverse tra loro, una di natura finanziaria e l'altra di natura reale, quindi una di origine endogena e l'altra di origine esogena. L'elaborato consiste in un'analisi di lungo periodo degli indici di borsa dei seguenti dieci paesi: Stati Uniti, Canada, Italia, Germania, Francia, Spagna, Regno Unito, Giappone, Cina, Hong Kong. L'obiettivo dell'elaborato è capire in che misura gli andamenti dei dieci mercati azionari, analizzati durante i periodi di crisi, siano riconducibili ad un *effetto di interdipendenza* e quanto invece *all'effetto contagio*. Per quantificare l'effetto di interdipendenza e l'effetto contagio, si è ricreato un modello prendendo spunto dal paper Bekaert, G, Ehrmann, M, Fratzscher, M & Mehl, A. *GLOBAL CRISES AND EQUITY MARKET CONTAGION* pubblicato sul sito della Banca Centrale Europea. Applicando tale modello ai dieci mercati di riferimento, si dimostra per entrambe le crisi, la presenza dell'effetto contagio, e che le due crisi condividono il PIL come unico vero canale di diffusione del contagio.

L'elaborato si sviluppa nel seguente modo: nel Capitolo 1 vengono illustrati gli eventi principali che hanno caratterizzato le due crisi, cercando di illustrarne le cause e le conseguenze macroeconomiche; nel Capitolo 2 si discuterà della scelta di utilizzare gli indici generali di borsa come dati di partenza, ed inoltre verranno illustrate le elaborazioni preliminari sui dati prima di passare all'analisi vera e propria; nel Capitolo 3 verrà fatto uno studio delle

distribuzioni delle serie storiche prese in esame, in termini grafici e di statistiche descrittive; nel Capitolo 4 invece si dimostrerà l'efficienza dei mercati finanziari applicando un test di radice unitaria per verificare che l'andamento dei prezzi delle azioni è assimilabile a quello di un *random walk*; nel Capitolo 5 viene fornito prima un confronto grafico tra gli indici di mercato, e poi un confronto grafico tra le due crisi; in fine nel Capitolo 6 studierà prima l'effetto di interdipendenza e poi l'effetto contagio delle due crisi.

1 Crisi a confronto

In questo capitolo si vuole fornire una visione generale delle due crisi. Verranno ripercorsi gli eventi principali che hanno portato alle due crisi, ponendo l'attenzione sulle scelte governative che hanno creato i presupposti per la crisi del 2007, e discutendo, invece, di quelli che sono stati gli eventi internazionali legati alla pandemia che hanno causato la crisi da Covid 19. Si passerà poi ad analizzare le cause e gli effetti delle due crisi a livello mondiale.

1.1 Crisi finanziaria 2007

La crisi finanziaria del 2007, passata alla storia come la Grande recessione, ha origine dal tracollo del mercato immobiliare degli Stati Uniti, e nel giro di poco più di un anno, cioè fino al fallimento della Lehman Brothers, ha causato una perdita nelle borse mondiali di circa 17.000 miliardi di dollari. Gli anni successivi sono stati caratterizzati da una crisi generalizzata, dato che recessioni e pesanti crolli del PIL hanno accomunato numerose economie mondiali. Si vogliono ripercorrere nei paragrafi che seguono gli avvenimenti storici e le principali cause, che hanno fatto sì che una crisi nata in un mercato statunitense altamente specifico, come quello dei *mutui subprime*, si sia tramutata in una crisi economica mondiale con imponenti effetti sia sulle borse, che sulle economie reali di tutto il mondo.

1.1.1 Gli eventi storici antecedenti la crisi

Dopo la Grande crisi del 1933, gli Stati Uniti vissero un periodo di crescita economica, caratterizzato da un sistema finanziario estremamente controllato, infatti l'amministrazione di Franklin D. Roosevelt promosse varie forme di regolamentazione finanziaria volte a controllare l'attività degli istituti finanziari. Tra le riforme principali spicca il *Glass-Steagall Act*, il quale proibiva alle banche di eseguire contemporaneamente attività commerciali e di investimento. Quindi in quegli anni il panorama finanziario degli Stati Uniti era caratterizzato in gran parte da banche locali, a cui era proibito speculare con i risparmi dei clienti, le quali si distinguevano nettamente dalle banche di investimento che si occupavano di stock e obbligazioni, e che erano costituite da piccole società private.

Negli anni '80 le cose cambiarono con lo scoppio dell'industria finanziaria. Ormai da tempo era diffusa la convinzione che una legislatura troppo rigorosa limitasse eccessivamente le opportunità di investimento, e quindi la crescita in generale. Fu così che sotto l'amministrazione Reagan, supportata dai maggiori economisti e lobbisti finanziari, negli Stati Uniti cominciò un periodo trentennale di deregolamentazione finanziaria. In quegli anni le banche di investimento divennero pubbliche, ricevendo ingenti quantità di denaro dagli azionisti. Nel 1982 furono deregolamentate le compagnie di risparmio e prestiti, permettendo loro di fare investimenti rischiosi con i risparmi dei clienti. Non ostante alla fine del decennio numerose compagnie di risparmi e prestiti fallirono, il processo di deregolamentazione continuò sotto

l'amministrazione Clinton. Gli anni '90 si caratterizzano per la crescente ingegnerizzazione della finanza, con la nascita degli strumenti derivati, la cui compravendita non veniva registrata in modo trasparente e di conseguenza generava forte incertezza. Inoltre, nel 1994 fu approvato il *Riegle-Neal Interstate Banking and Branching Efficiency Act*, permettendo così alle banche di creare più filiali per espandere i propri volumi di affari. Un evento particolarmente significativo di questa fase di deregolamentazione avviene quando il presidente della Federal Reserve, Alan Greenspan, emanò nel 1999 una serie di riforme volte ad abolire il *Glass-Steagall Act*.

L'uso dei derivati finanziari esplose, infatti all'inizio del nuovo millennio i derivati costituivano un mercato non regolamentato da 50 miliardi di dollari. Vani furono i tentativi di regolamentare il mercato dei derivati, dal momento che tutte le proposte di legge fatte a tale scopo furono respinte, prima dall'amministrazione Clinton, e poi dal congresso. Anzi l'intento del congresso era esattamente l'opposto, dato che nel 2000 approvò il *Commodity Futures Modernization Act (CFMA)*, il quale bandiva la regolazione di tutti i derivati.

Agli inizi degli anni 2000, la situazione dell'industria finanziaria americana era molto lontana dalla struttura normativa che assumeva negli anni '40, diventando quindi un mercato non regolamentato e lasciato libero di crescere. A dominare il settore finanziario c'erano 5 banche di investimento (Goldman Sachs, Morgan Stanley, Lehman Brothers, Merrill Lynch, e Bear Stearns), 2 conglomerati finanziari (Citigroup, Jp Morgan), 3 compagnie assicurative (Aig, Mbia, e Ambac) e 3 agenzie di rating (Moody's, Standard & Poor's, e Fitch).

È in questo scenario che nasce, e si alimenta una bolla immobiliare. In risposta alla bolla d'internet¹ e all'attacco dell'11 settembre, la FED mantiene i tassi di interesse ai minimi storici fino al 2004, ciò ha reso poco costoso il ricorso al debito, facilitando l'emissione di mutui, soprattutto immobiliari. Bisogna inoltre considerare che quelli sono gli anni del *Sogno Americano*², in cui era il governo stesso ad incentivare la proprietà immobiliare, facendo spesso pressioni alle banche perché accettassero la richiesta di mutuo da parte di famiglie a basso reddito, in modo che quest'ultime potessero acquistare un immobile e realizzare il loro sogno di integrazione. Tutto questo da un lato ha alimentato la crescita della bolla immobiliare, dato che c'era una crescente domanda delle abitazioni, che inevitabilmente ha contribuito alla crescita dei prezzi degli immobili³, e dall'altro ha stimolato la crescita dei mutui *subprime*. I mutui

¹ La bolla d'internet, nota anche come *bolla delle Dot-com*, è stata una bolla speculativa sviluppatasi tra il 1997 e il 2000 quando l'indice NASDAQ, il 10 marzo 2000, raggiunse il suo punto di massimo a 5132.52 punti nel trading intraday prima di chiudere a 5048.62 punti.

² Per sogno americano (in inglese American Dream) ci si riferisce alla speranza, condivisa sia dagli abitanti degli Stati Uniti, che attraverso il duro lavoro, il coraggio, la determinazione sia possibile raggiungere un migliore tenore di vita e la prosperità economica. È un'espressione che si diffonde nel ventesimo secolo, quando l'America diviene, meta a cui puntavano molti migranti del sud ed est Europa, e simbolo di riscatto sociale.

³ Si osservi come la bolla immobiliare rendeva conveniente la concessione di mutui da parte delle banche, dato che in caso di insolvenza del mutuatario, potevano recuperare il credito attraverso il pignoramento e la rivendita dell'immobile.

subprime sono prestiti molto rischiosi perché fatti a clienti con alto rischio debitorio (quindi fatti a soggetti con un basso punteggio di credito e con storie creditizie caratterizzate da inadempienze, pignoramenti, e ritardi). Oltre alla bolla immobiliare e ai tassi d'interesse bassi, hanno avuto un ruolo primario nella crescita dei mutui *subprime* le operazioni di cartolarizzazione, attraverso le quali gli istituti creditizi trasformavano i mutui in titoli finanziari, per poterli cederli immediatamente a soggetti terzi (le cosiddette *società veicolo*), in modo da recuperare immediatamente buona parte del credito che altrimenti avrebbero recuperato dopo moltissimi anni.

1.1.2 Le cause della crisi

Tra le cause principali della grande recessione c'è sicuramente l'utilizzo incontrollato dei meccanismi di cartolarizzazione, che consentendo di vendere il credito hanno disincentivato le banche a valutare correttamente il rischio dei prestiti che hanno concesso, aumentando così fenomeni di *rischio morale*⁴.

I titoli che furono ampiamente utilizzati per le operazioni di cartolarizzazione, sono gli *Asset backed securities* (o *ABS*); il procedimento di creazione degli *ABS*, che prende il nome di *securitisation*, consiste nel cedere dei crediti, che un'azienda (o una banca) può avere in portafoglio, ad una *società veicolo* (cioè una società appositamente costituita), la quale a sua volta emetterà delle obbligazioni con lo scopo di rivenderle ad investitori finali, per poi ripagare l'acquisto dei crediti stessi. Le attività in cui sono impegnate le società veicolo sono principalmente quelle di gestire i crediti, che hanno acquistato dalla società originaria, e il debito, che hanno dovuto sottoscrivere per pagare tali crediti; nel caso dei mutui *subprime* le società incasseranno le rate dei mutui, e con questo denaro pagheranno gli interessi del debito che hanno sottoscritto.

Il motivo della grande diffusione degli *ABS*, è che porta molti vantaggi tanto per gli emittenti, quanto per gli investitori. Nel momento in cui un *ABS* ingloba diversi crediti, la possibilità che falliscano tutti contemporaneamente è remota; questo vuol dire che chi decide di investire in un titolo *ABS* ottiene un'ottima *diversificazione*, dato che detiene un titolo che, di fatto, rappresenta un portafoglio di crediti. Per gli emittenti, invece, l'utilizzo di tali strumenti finanziari migliora chiaramente la liquidità, consentendo di evitare di tenere immobilizzati dei crediti anche per molto tempo; possono anche risultare una fonte di finanziamento.

Nei primi anni 2000, le banche americane cartolarizzarono i mutui, per venderli ad altre banche, hedge-funds, e compagnie di assicurazione. L'utilizzo degli *ABS* permetteva alle banche, apparentemente, di liberarsi dal rischio di insolvenza del mutuatario. Inoltre, l'utilizzo di tali strumenti derivati, ha migliorato i bilanci delle banche, dato che liquidarono parte dei crediti (mutui), risparmiando inoltre sul capitale di vigilanza che avrebbero dovuto detenere se avessero mantenuto i rischi connessi ai mutui. Con la possibilità di cedere rapidamente i prestiti concessi, si abbassò l'incentivo a valutare correttamente la rischiosità dei mutuatari, concentrandosi, anzi, sulle attività di promozione dei mutui immobiliari, offrendo ad esempio mutui con basse o nulle rate iniziali. Tutto ciò ha incentivato le banche a concedere prestiti a fasce di famiglie sempre più rischiose, passando dai semplici mutui *subprime* ai cosiddetti mutui *ninja* (*No Income, No Job, no Assets*). Questi ultimi, erano mutui fatti a debitori

⁴ In microeconomia indica la tendenza a perseguire i propri interessi, in un contratto, a spese della controparte.

palesamente non in grado di ripagarli, che venivano comunque concessi dato che l'unico intento del creditore era alimentare la crescita del prezzo del bene immobile. L'unica forma di garanzia del mutuo era proprio la crescita costante del prezzo delle case; infatti nel momento in cui il mutuatario fosse stato insolvente, avrebbe potuto vendere l'immobile ad un prezzo più alto del valore del mutuo (sull'assunzione quindi che il prezzo dell'immobile sarebbe sempre aumentato), in modo da ripagare il mutuo e con la differenza comprare un'altra casa.

L'utilizzo di titoli cartolarizzati non è da demonizzare in sé, infatti, come accennato, garantiscono dei vantaggi sia per chi li emette che per chi li acquista, ed è questo il motivo per il quale sono diffusi ancora oggi; il problema fu che gli intermediari finanziari, abusarono di tali meccanismi di cartolarizzazione non preoccupandosi minimamente dei rischi annessi. Le banche di investimento furono sicuramente protagoniste dell'utilizzo dei sistemi di cartolarizzazione nel modo più spregiudicato possibile; infatti, gli ABS emessi dalle banche che avevano concesso grandi quantità di mutui *subprime*, venivano acquistati dalle banche di investimento, le quali rimpacchettavano gli ABS in ulteriori titoli cartolarizzati, che prendevano il nome di *Collateralized-debt-obligations (CDO)*⁵, per poi rivenderli ad altri investitori. Quindi i CDO altro non sono che titoli obbligazionari, che hanno come garanzia (*collaterale*)⁶ un portafoglio di ABS, che altro non sono che obbligazioni che a loro volta sono garantite da un elevato numero di singoli debiti. Per segmentare meglio il rischio, e favorire le scelte degli investitori, l'emissione dei CDO solitamente avviene in più *tranches*, le quali sono differenziate da una diversa priorità (*seniority*) nel pagamento degli interessi e nel rimborso di capitale. I flussi di cassa derivanti delle attività sottostanti (gli ABS) vengono prima utilizzati per le *tranches* con priorità più alta (denominate *senior*), e solo successivamente si passa a soddisfare le *tranches* con priorità più bassa (nell'ordine *mezzanine*, *junior*, *equity*). Le eventuali insolvenze vengono attribuite alle *tranches* in ordine decrescenti di priorità quindi prima alle *equity*, poi alle *junior*, *mezzanine*, ed in fine alle *senior*. Questo fa sì che le *senior* siano valutate con il rating più alto, solitamente AAA, in quanto prima di essere "danneggiate" si devono verificare delle perdite sui crediti tali da aver intaccato tutte le *tranches* sottostanti; al contrario la *tranche* che è maggiormente esposta al rischio di insolvenza, è l'*equity*, la quale copre la minima perdita ammessa dal CDO. Le *equity* sono definite "toxic waste", ed hanno solitamente il rating più basso. Le altre *tranche* invece, hanno rischi intermedi, e sono queste ad essere vendute agli investitori. Prima della crisi dei mutui *subprime*, per le banche di investimento americane fu facile collocare sul mercato le *tranches* AAA e AA, ed invece risultò più difficile vendere le *mezzanine*, ad esempio, che potevano avere al massimo un rating BBB; le banche di investimento pensarono di "impacchettare" le *tranches* che difficilmente riuscivano a collocare sul mercato, per crearne a loro volta dei CDO (CDO al quadrato, al cubo, ecc.), in modo da ottenere delle *tranches* AAA che facilmente sarebbero state vendute.

Si capisce a questo punto, il grande difetto di aver utilizzato in modo tanto spregiudicato sistemi di cartolarizzazione, e cioè il fatto che i rischi di solvibilità dei mutuatari, di cui le banche inizialmente credevano di essersi liberate, non erano stati diversificati e ridistribuiti, ma al contrario furono moltiplicati in modo esponenziale. Tramite continue cartolarizzazioni uno stesso mutuo fu moltiplicato su più titoli sintetici. Considerando inoltre che, in contesto

⁵ Il meccanismo di generazione dei CDO è il medesimo degli ABS, dal momento che necessitano anch'essi della creazione di *società veicolo*.

⁶ Il collaterale è un'attività, solitamente uno strumento finanziario che fornisce la garanzia di un'obbligazione. Quindi nel momento in cui il debitore dovesse essere insolvente, il creditore può riscattare la garanzia collaterale. Il più semplice esempio di collaterale che si può fare è l'*ipoteca* sull'immobile, nel momento in cui si acquista una casa con mutuo.

di tassi di interesse bassi, i titoli cartolarizzati furono venduti ad investitori sia in USA che in Europa, si comprende come si stavano delineando i presupposti per una crisi economica statunitense che sarebbe sfociata anche nel Vecchio Continente.

Come se questo contorto sistema di cartolarizzazione non bastasse, nello stesso periodo la AIG, la più grossa compagnia assicurativa al mondo di quegli anni, stava vendendo grosse quantità di derivati chiamati *Credit Default Swap (CDS)*. Il *CDS* sono considerati contratti assicurativi veri e propri, e furono venduti in grandi quantità, nei primi anni 2000, ai detentori di *CDO*, per garantire loro una protezione dalle svalutazioni dei titoli cartolarizzati in loro possesso. Con il *CDS* un agente (il *protection seller*, in questo caso la compagnia assicurativa AIG), dietro il pagamento di un compenso periodico, corrisponde ad un altro agente (il *protection buyer*, quindi l'investitore che aveva acquistato *CDO*) una certa somma predefinita, nel caso in cui un terzo operatore (il debitore principale, e cioè le banche di investimento che avevano venduto i *CDO*) diventi insolvente entro una certa data. Oltre come semplice strumento di garanzia, i *CDS* furono utilizzati come strumenti speculativi, dato che AIG permette di acquistare *CDS* in modo che gli investitori potessero scommettere sulle *CDO* che non possedevano. In tutto questo si deve anche considerare che il mercato dei *CDS* non rispondeva ad alcun tipo di regolamentazione, e quindi AIG non era obbligata a stanziare un capitale di vigilanza per la vendita dei *CDS*, ma al contrario incentivava i suoi dipendenti a vendere i *CDS* garantendo ricchissimi bonus nel momento in cui i contratti venivano firmati. Questo complesso sistema di titoli cartolarizzati, unito al fatto che fu eretto su un mercato instabile come quello dei mutui *subprime*, è stata sicuramente la causa della crisi finanziaria. Ci sono però anche altri fenomeni, ed altri attori, che hanno contribuito a raggiungere una condizione di non ritorno.

Per prima si vuole far menzione dell'aumento della leva finanziaria in capo alle banche. Infatti, con lo sviluppo delle operazioni di cartolarizzazione, che hanno consentito il trasferimento del rischio di credito, stava cambiando gradualmente la tipologia di business in cui le banche erano coinvolte. Le banche stavano passando da un tradizionale approccio *originate-and-hold*, in cui la banca che erogava i prestiti, li manteneva a bilancio fino alla scadenza, accantonando quindi il capitale di vigilanza a fronte del rischio di credito, ad un approccio moderno *originate-to-distribute*, per il quale, le banche che erogavano il prestito, subito se ne liberavano, tramite i meccanismi di cartolarizzazione, in modo da recuperare liquidità e risparmiare il capitale di vigilanza. Nell'ottica di abbracciare in modo intensivo questo secondo approccio, le banche abusarono dei moderni strumenti derivati, per espandere enormemente le attività in rapporto al capitale proprio, intensificando il fenomeno di *leverage*.

Infine, sono responsabili della crisi finanziaria anche le agenzie di rating. I derivati finanziari erano prodotti strutturati molto complessi, inoltre venivano scambiati principalmente *over the counter*, ossia fuori dai mercati regolamentati, di conseguenza non vi erano prezzi significativi, cioè prezzi condivisi dagli operatori di mercato che consentissero una valutazione condivisa. Complice anche l'incertezza riguardo i moderni derivati finanziari, la valutazione di tali strumenti cartolarizzati era difficoltosa, ed è in questo contesto che il ruolo assunto dalle agenzie di rating divenne molto importante. Il rating tuttavia dipendeva dalle ipotesi alla base della valutazione delle agenzie. È questo fu un limite che divenne evidente quando con lo scoppio della crisi *subprime* ci si accorse che le agenzie di rating avevano utilizzato modelli di analisi non troppo sofisticati, cioè basati su ipotesi e scenari dell'evoluzione del quadro congiunturale troppo ottimistici. Forse l'errore più grande commesso dalle agenzie di rating è stato quello di assimilare le tranches dei prodotti strutturati, ai normali titoli obbligazionari con la stessa classe di rating, non considerando che le tranches dei *CDO* potessero essere più rischiose. Divenne anche chiaro un forte conflitto di interesse da parte delle agenzie di rating,

infatti le commissioni di rating sui titoli strutturati erano molto più redditizie di quelle sulla tradizionale attività di rating sui corporate⁷, per effetto di ciò spesso le agenzie, pur di accaparrarsi una commissione, assegnavano dei rating anche troppo generosi. Si dimostrarono inoltre troppo caute nel rivedere il proprio giudizio sugli emittenti che cominciavano a manifestare i primi segnali di crisi.

1.1.3 Inizio della crisi

Il contorto sistema di titoli cartolarizzati si reggeva sul mercato dei mutui *subprime*, che era mantenuto in vita dalla bolla immobiliare, cioè dalla tendenza a crescere dei prezzi degli immobili. Dal 2000 fino al 2006, i prezzi delle abitazioni negli Stati Uniti sono cresciuti in maniera costante. Dopo di che i prezzi delle case cominciarono a diminuire, e contemporaneamente in quegli anni, sotto l'amministrazione di Bernanke, la FED cominciò ad aumentare i tassi d'interesse in risposta alla ripresa economica statunitense; ciò mise in difficoltà numerose famiglie che cominciarono a non pagare le rate dei mutui generando così un aumento delle insolvenze dei mutui *subprime*. La domanda degli immobili si ridusse, con il conseguente scoppio della bolla immobiliare, la quale causò una caduta dei prezzi delle abitazioni; il crollo dei prezzi degli immobili ha impedito il recupero delle somme prestate dalle banche, dato che con il pignoramento, le banche si trovavano a possedere un immobile il cui valore era inferiore al valore del mutuo. Ne seguì un'ondata di perdite sui crediti, dove le istituzioni finanziarie maggiormente colpite furono, quelle coinvolte nell'erogazione dei mutui *subprime*, e che detenevano i titoli ad essi connessi. Tra il 2007 e il 2008 si susseguirono declassamenti di rating (*downgrading*) di molti titoli cartolarizzati da parte di agenzie di rating. Il mercato si trovò invaso da titoli che persero di valore e che quindi diventarono illiquidabili, costringendo le società veicolo a chiedere fondi alle banche che li avevano emessi e che avevano garantito liquidità. Molte banche però non furono in grado di fornire la liquidità necessaria per soddisfare le richieste delle società veicolo, perché non riuscivano ad ottenere credito da nessun istituto finanziario. Il mercato entrò nel panico, per via dell'incertezza su chi possedesse i titoli cartolarizzati rischiosi (*toxic-assets*): si generò così una crisi di fiducia. Il mercato interbancario sperimentò un forte aumento dei tassi, e una forte contrazione della disponibilità delle banche a concedere prestiti ad altri istituti finanziari. Dalla crisi di fiducia si passò ad una crisi di liquidità. Le banche subirono pesanti perdite non solo per le esposizioni verso le società veicolo, ma anche per le esposizioni verso i soggetti che avevano investito nei titoli cartolarizzati. Per recuperare liquidità e liberarsi dei titoli tossici le banche cominciarono a vendere attività finanziarie, innescando una caduta delle quotazioni azionarie e obbligazionarie.

Anche il mercato dei *CDS* fu colpito, infatti anche le compagnie di assicurazione avevano ampiamente abusato dei meccanismi di cartolarizzazione, vendendo assicurazioni sulle insolvenze dei *CDO* (per l'appunto i *CDS*); si pensi ad esempio al

⁷ Nel 2007, ad esempio, Moody's otteneva la metà dei suoi ricavi dal rating della finanza strutturata

caso di ACA che aveva un capitale di 425 milioni di dollari, ed aveva assicurato obbligazioni per 60 miliardi di dollari.

Tali circostanze condussero alcuni tra i maggiori istituti di credito statunitensi verso il fallimento, evitato grazie all'intervento delle banche centrali che hanno inondato il mercato di liquidità, garantendo tassi di interesse sotto controllo, e fornendo iniziative per la ricapitalizzazione delle banche. La banca di investimento Lehman Brothers, tuttavia, non ricevette aiuti statali o supporto da soggetti privati e avviò le procedure fallimentari il 15 settembre 2008. La bancarotta della banca d'affari americana Lehman Brothers innescò una nuova fase di intensa instabilità. La decisione delle Autorità americane di lasciare fallire una grande istituzione finanziaria scosse profondamente la fiducia degli operatori alimentando un clima di fortissima tensione e incertezza sui mercati. Il default Lehman Brothers generò preoccupazioni diffuse sulla solidità di altre banche d'affari, che determinò un netto aumento del rischio di controparte percepito dagli operatori, con l'effetto di generare una nuova drastica riduzione della liquidità sul mercato dei depositi interbancari e un aumento dei tassi a breve termine.

La crisi presto mostrò la sua natura sistemica; infatti la crisi, che originariamente nacque nel mercato dei prodotti strutturati, si diffuse ai mercati azionari, ed in particolare ai titoli delle società del settore finanziario, e progressivamente all'intero sistema economico evidenziando un elevato grado di interconnessione. Un esempio di come la crisi si sia propagata anche ad enti, non direttamente coinvolti nell'investimento nei moderni titoli cartolarizzati, riguarda quello dei fondi di investimento; essi avevano portafoglio di vari titoli, tra cui il *commercial paper*, che sono strumenti di finanziamento a breve termine. Lehman Brother aveva emesso consistenti pacchetti di *commercial paper*, sottoscritti tra l'altro dai fondi monetari, i quali nel momento in cui fosse fallita LB si sarebbero trovati in mano carta straccia. Quando iniziò la corsa ai disinvestimenti i fondi liquidarono i loro portafogli, vendendo velocemente anche i *commercial paper*, generando così uno shock inatteso in tale mercato.

La fase successiva della crisi, iniziata a fine ottobre 2008, è stata contraddistinta dalle incertezze riguardanti sia la stabilità del settore finanziario sia la probabilità di un aggravamento della recessione mondiale.

I mercati finanziari sono stati turbati dalla pubblicazione di dati macroeconomici e segnalazioni sugli utili societari sempre più deludenti, pur attraversando brevi periodi di ottimismo, spesso in risposta all'annuncio di ulteriori azioni ufficiali.

I timori di recessione hanno prodotto un chiaro influsso sui rendimenti dei titoli di Stato, che verso la fine del 2008 hanno continuato a calare. Le riduzioni dei tassi ufficiali e la fuga verso la sicurezza hanno fatto diminuire drasticamente i rendimenti a due anni delle obbligazioni statunitensi e dell'area dell'euro, portandoli rispettivamente al disotto dell'1 e 2% a metà dicembre 2008. Nello stesso periodo rendimenti decennali USA toccavano a loro volta un minimo storico, prossimo al 2,05% (il precedente record, stabilito nel 1941, era del 2,10% circa). In linea con

scenario dei rendimenti, anche le attese circa l'evoluzione a breve termine dei tassi ufficiali sono state riviste al ribasso.

In breve tempo, la crisi dei mutui *subprime* si trasferì all'economia reale statunitense, provocando una caduta di reddito e occupazione. Nel 2007, Gli Stati Uniti avevano registrato una crescita del Pil del 2%, seguita da un disastroso crollo del -2.8% nell'anno successivo, e da un periodo di stagnazione nel 2009 (+0,1%). Il tasso di disoccupazione passò dal 4.6% del 2007, al 9.3% nel 2009, e la popolazione sotto la linea di povertà crebbe costantemente negli anni, partendo dal 12% nel 2004 e raggiungendo il 15.1% nel 2010. A Wall Street, l'indice Standard & Poor's registrò un crollo spaventoso del -40%, record che era stato "battuto" solo durante la Grande Depressione degli anni '30 (-47.2%).

1.1.4 Effetti internazionali

Per comprendere gli effetti a livello internazionale della grande recessione, si possono dividere i paesi in due grandi gruppi. Da un lato ci saranno i paesi industrializzati, come quelli europei, che in parte hanno risentito direttamente della crisi dei mutui *subprime* (in quanto detenevano dei titoli cartolarizzati, e in quanto generalmente influenzati dall'economia statunitense); e poi ci sono i paesi in via di sviluppo, come quelli asiatici, che risentirono fortemente il calo delle esportazioni.

Il punto critico, per i paesi industrializzati, è stato raggiunto lunedì 15 settembre, quando Lehman Brothers Holdings ha chiesto di avviare la procedura fallimentare. Da quel momento, ciò che molti avevano sperato fosse semplicemente un episodio gestibile di turbolenza, è sfociato in una vera e propria crisi mondiale. Improvvisamente, mentre i mercati erano in preda a un crescente disordine, sempre più istituzioni finanziarie si sono trovate esposte al rischio di insolvenza. La conseguente crisi di fiducia si è rapidamente estesa ad altri mercati e paesi, evidenziando chiaramente la necessità di interventi ufficiali, dal sostegno di liquidità a misure di più ampia portata (comprese ricapitalizzazioni bancarie a livello di sistema). Nello stesso tempo, divenne evidente che i mercati emergenti hanno risentito del crollo delle esportazioni e dell'inasprimento delle condizioni creditizie, e apparve evidente la natura universale della crisi, e con essa la necessità di una risposta globale da parte delle autorità. Il chiaro segnale della natura sistemica della crisi avvenne quando, dopo la corsa dei fondi monetari a disinvestire nei *commercial paper* di Lehman Brother, l'effetto panico si diffuse al sistema finanziario mondiale. Le banche si affrettarono per accaparrarsi liquidità, determinando un forte aumento degli spread Libor-OIS⁸ in dollari; dal livello già elevato di circa 80 punti base agli inizi di settembre, si passò a quasi 250 punti alla fine dello stesso mese. Gli andamenti in altri mercati, come quelli dell'euro e della sterlina, hanno mostrato analoghi segni di crisi.

⁸ Lo spread tra il LIBOR statunitense e gli swap su indici overnight (OIS) è un indicatore di potenziale stress finanziario, ed è stato uno dei segnali precursori della crisi finanziaria globale del 2008. *Overnight Index Swaps (OIS)* è Swap in cui l'acquirente paga il tasso fisso ed incassa la media ponderata del tasso variabile E.O.N.I.A. (*European Overnight Indexed Average*) fissato giornalmente durante il periodo di riferimento.

Le tensioni sono apparse particolarmente evidenti nel mercato dei cambi, dove l'aumento degli spread creditizi del settore finanziario e la forte espansione della domanda mondiale di dollari USA, hanno portato il costo implicito della moneta statunitense a livelli storicamente elevati in rapporto al Libor.

La prova ultima della profondità e dell'ampiezza della crisi si è avuta quando le autorità di vari paesi europei hanno dovuto fare i conti con l'instabilità di diverse istituzioni dei rispettivi sistemi bancari. Un esempio può essere quello del governo britannico, che ha deciso di nazionalizzare la società di credito immobiliare Bradford & Bingley, oppure quello del gruppo bancario-assicurativo Fortis che ha ottenuto un'iniezione di capitale congiunta da tre paesi europei, oppure ancora come la società tedesca di credito immobiliare non residenziale Hypo Real Estate, che ha ricevuto una linea di credito da parte del governo.

Le iniezioni di capitali pubblici e privati, per un totale di 925 miliardi di dollari, effettuate dal terzo trimestre 2007 agli inizi del 2009, non bastarono a garantire una stabilità durevole del settore finanziario. Quando a gennaio 2009, la portata del rallentamento economico mondiale si è manifestata in tutta la sua evidenza (con le pubblicazioni del PIL del quarto trimestre deludenti), i prezzi delle attività finanziarie sono stati ancora una volta trascinati verso il basso, decretando un cedimento dell'attività economica di gravità storica.

Le economie emergenti sono state sempre più risucchiate nel vortice della turbolenza, anche se la loro esposizione diretta alle attività deteriorate era notoriamente limitata. Dopo aver registrato una performance superiore a quella dei corrispondenti titoli dei paesi industriali tra l'inizio della crisi (agosto 2007) e il maggio 2008, i titoli dei mercati emergenti misurati dall'indice MSCI hanno perso circa il 28% in termini di moneta locale tra metà maggio e il giorno precedente il fallimento di Lehman Brothers. Fino ad allora le perdite erano state indotte in larga misura dalle implicazioni della crisi per la domanda di esportazioni, sia direttamente sia tramite l'impatto della minore domanda sui prezzi delle materie prime. Dopo il fallimento di Lehman Brothers, le attività dei mercati emergenti in generale si sono ulteriormente indebolite, in quanto i dubbi sulla solidità dei sistemi bancari delle principali economie hanno suscitato timori riguardanti il tracollo della crescita mondiale, il ribasso delle materie prime e la disponibilità di fonti esterne di finanziamento. Di conseguenza, i differenziali sul debito sovrano si sono ampliati drasticamente, e i valori di borsa, precipitati in parallelo con quelli delle economie industriali, hanno segnato un declino sensibilmente superiore rispetto ai precedenti periodi di turbolenza.

Alla fine del 2009 le pressioni analoghe a quelle dei paesi industrializzati, hanno interessato anche le economie emergenti. I dati sul PIL del quarto trimestre confermavano l'impatto sempre maggiore della crisi finanziaria nei paesi, soprattutto asiatici, che fino ad allora avevano fatto affidamento sulle esportazioni per sostenere la crescita. Il PIL della Corea risultava sceso di oltre il 3% su base annua, e la Cina registrava un rallentamento della crescita superiore a 4 punti percentuali, in parte per effetto della minore domanda di esportazioni. Il crollo delle esportazioni ha a sua volta causato un calo dei prezzi delle attività. Ciò nonostante, rispetto alla crisi di fiducia di

settembre e di inizio ottobre 2008, gli andamenti nei diversi paesi e regioni sono stati più differenziati.

1.1.5 Gli interventi dei regulators

Oltre agli interventi pubblici di salvataggio e nazionalizzazione di alcuni istituti in maggiore difficoltà, in molte giurisdizioni, i *securities regulators* (tra cui la Consob) hanno attivato misure di intervento urgenti, come il divieto di vendite allo scoperto di titoli azionari.

La crisi ha messo in discussione la capacità di tenuta di quasi tutti i comparti della regolamentazione del sistema finanziario, da quella sui requisiti di capitale a quella sui principi contabili, per l'attitudine a creare un sistema di incentivi distorto e deresponsabilizzante. È emersa, inoltre, la necessità di rivedere l'approccio tradizionalmente improntato all'autodisciplina in alcuni settori del mercato finanziario (tra i quali quello relativo ad agenzie di rating, fondi speculativi e mercati cosiddetti *over the counter*), e di dettare standard più vincolanti in materia di governance delle imprese, soprattutto per ciò che riguarda le politiche di remunerazione dei manager e di gestione dei rischi.

Gli eventi accaduti durante la Grande Recessione hanno messo in evidenza, infine, la necessità di una supervisione finanziaria, in Europa e negli Stati Uniti, degli asset istituzionali.

1.2 Crisi pandemica 2020

Tra la fine del 2019 e inizio 2020 si è diffusa un'infezione generata dal cosiddetto Covid 19, scoppiata a Wuhan, in Cina. L'infezione, che inizialmente è rimasta circoscritta ai paesi asiatici in cui è nata, nelle settimane successive alla sua prima comparsa si è rapidamente diffusa in altri paesi del mondo, dando vita ad un'epidemia di portata mondiale. L'iniziale crisi sanitaria si è presto tramutata in una crisi economica, originatasi principalmente per via delle politiche di distanziamento sociale che, da una parte hanno contribuito ad allentare il numero di nuovi contagi, ma dall'altra hanno frenato le attività economiche dei paesi che le hanno adottate. Le misure adottate per garantire il contenimento dei contagi, hanno generato, direttamente o indirettamente, un impatto sincrono sia sul lato della domanda che sul lato dell'offerta. Rispetto a crisi di natura esogena passate, risulta difficile prevedere gli andamenti e la durata della crisi, dato che molteplici sono le fonti di incertezza, in primis la durata della pandemia; sono però evidenti gli impatti sui mercati finanziari, sistema bancario, e sull'economia reale, paragonabili agli effetti della crisi finanziaria del 2007.

Nei paragrafi che seguono si ripoteranno gli eventi principali che hanno caratterizzato la crisi pandemica; successivamente si analizzerà come la crisi sanitaria sia sfociata in una crisi economica, e si analizzeranno le principali conseguenze sull'economia nei paesi colpiti dalla pandemia.

1.2.1 Crisi sanitaria

Tra la fine del 2019, e l'inizio del 2020, a Wuhan, in Cina, scoppia un focolaio di Covid 19, un'infezione causata dal Coronavirus-2 (SARS-CoV-2), cioè un nuovo ceppo di coronavirus, mai indentificato in precedenza nell'uomo. I coronavirus sono responsabili anche di altre epidemie comparse in anni passati come: la *SARS (Sindrome respiratoria acuta e severa)* riscontrata in Cina a fine 2002, oppure come il virus *H1N1* (cosiddetta *influenza suina*) scoppiato in Messico nel 2009, oppure ancora come il *MERS-CoV (Sindrome respiratoria del Medio Oriente)*, diffusosi nel 2012 dapprima in Arabia Saudita e poi in altri Paesi del Medio Oriente. Nessuna di tali patologie ha avuto una portata mondiale come quella dell'epidemia di Covid 19, e tutte hanno avuto una mortalità inferiore rispetto a quest'ultima.

Il Covid 19 nei casi meno gravi si presenta come una normale influenza (quindi con tutti i sintomi di una comune influenza come febbre, tosse, mal di testa, o dolori articolari), i cui sintomi caratteristici sono la perdita dell'olfatto e del gusto. In questi, che risultano essere la maggior parte dei casi di contagio riscontrati, le persone che hanno contratto l'infezione guariscono grazie a protocolli e terapie già in uso, senza la necessità di trattamenti particolari. Nei casi gravi però, l'infezione sfocia in patologie respiratorie che possono portare anche al decesso. Risulta chiaro man mano che l'epidemia si diffonde che la parte della popolazione più a rischio, e cioè quella che con maggiore probabilità può contrarre il Covid 19 nella sua forma più grave, è quella che comprende i soggetti anziani o quelli che presentano patologie pregresse.

Inizialmente circoscritto ai paesi asiatici, prevalentemente a Cina e Corea del Sud, il virus ha fatto il suo prepotente ingresso in Europa a metà febbraio colpendo dapprima l'Italia per poi espandendosi rapidamente anche alle altre economie europee (prime su tutte Spagna, Regno Unito, Francia e Germania). Il contagio ha poi raggiunto il Nord America, colpendo soprattutto gli Stati Uniti (che oggi sono il Paese con il maggior numero di contagi), per poi diffondersi prepotentemente anche in Sud America e penetrare anche in Africa e Australia. Assumendo, in conclusione, i tratti di una vera e propria pandemia. In data 11 maggio 2020 la pandemia coinvolge 215 paesi del mondo, conta 5 milioni di contagi accertati, ed ha causato circa 318 mila morti, quindi con un tasso di mortalità tra la popolazione contagiata del 7 per cento circa.

Al propagarsi della pandemia di Covid 19 sono emerse le fragilità dei sistemi sanitari nazionali, che non erano pronti per gestire un evento di portata tanto grande. Fu necessario prevedere strutture dedicate ai pazienti Covid 19, in modo da allentare la tensione sulle strutture sanitarie già esistenti. Al tempo stesso furono avviate fin da subito attività di ricerca per capire quali fossero le cure migliori e ricerche per creare un vaccino.

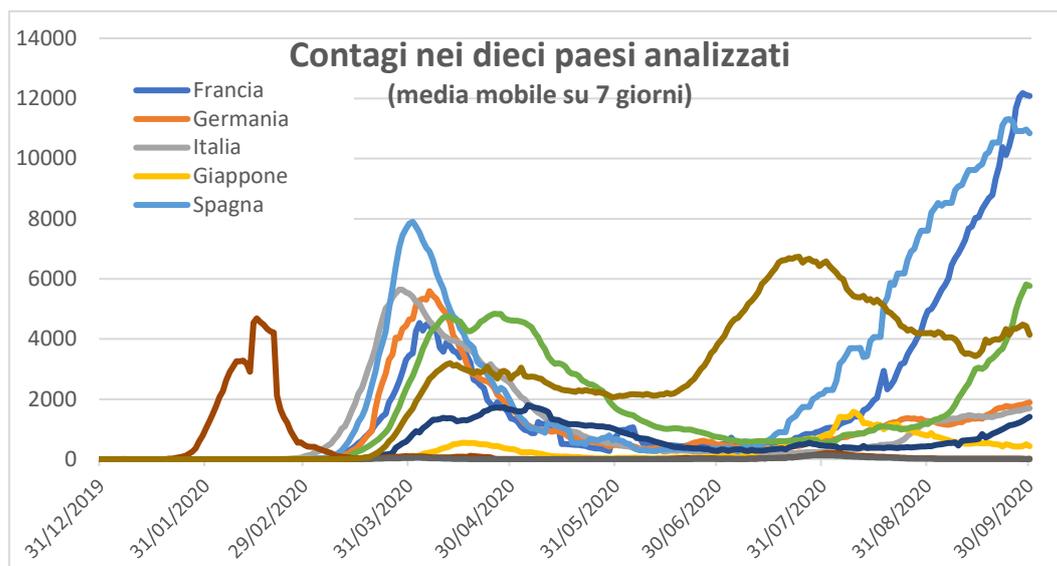


Figura 1.1 Andamento giornaliero dei casi di contagio nei dieci paesi analizzati; si riporta l'andamento medio su 7 giorni. Per gli Stati Uniti, che è il paese maggiormente colpito dalla pandemia, le statistiche relative ai contagi sono state divise per 10 in modo da renderle confrontabili con quelle degli altri paesi. Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control.

La minaccia più grande del Covid 19 fu fin da subito la sua elevata contagiosità; considerando che nessun essere umano era entrato prima a contatto con questo nuovo virus, tutti gli individui sono esposti ad una possibile contrazione dell'infezione. Inoltre, se si aggiunge anche che la trasmissione del virus da un individuo all'altro può avvenire anche per mezzo di pazienti asintomatici, si comprende il grande rischio di una pandemia globale (cosa che poi è effettivamente successa). I governi dei vari paesi risposero (più o meno) prontamente con misure di distanziamento sociale, l'unica soluzione possibile per rallentare il ritmo dei contagi; fu così che i diversi governi deliberarono misure di limitazione alla libera circolazione delle persone, sia all'interno dei confini nazionali che tra nazioni, sospensione di eventi pubblici e di attività non essenziali, e chiusura delle scuole (alcune restrizioni che nel complesso costituiscono il cosiddetto *lockdown*).

1.2.2 Passaggio dalla crisi sanitaria alla crisi economica

Sebbene le misure di distanziamento sociale consentano di contenere il contagio, hanno delle ripercussioni sull'attività economica e finanziaria dei paesi che le hanno adottate. Anche se è facile capire quali sono i canali di trasmissione della crisi, per i governi risultava molto difficile quantificare l'effetto economico delle misure di contenimento, e di conseguenza capire quali potessero essere i migliori provvedimenti di distanziamento sociale adottare.

Il *lockdown*, che molti paesi hanno ritenuto necessario per contenere i contagi, ha avuto effetti, indiretti o diretti, sia sull'offerta che sulla domanda.

Le interruzioni delle filiere produttive non essenziali hanno causato inevitabilmente uno shock negativo dell'offerta. In parte il problema è attenuato dalla possibilità di lavorare da remoto (*smart working*), soluzione che, ovviamente, non è applicabile a molte attività; sono esclusi ad esempio tutti quei comparti a stretto contatto con il pubblico del settore dei servizi (come turismo o ristorazione), oppure quelle attività del settore industriale, che durante i periodi in cui furono prese le misure di contenimento più drastiche, dovettero chiudere gli impianti e stabilimenti. Inoltre, si deve considerare che gli effetti delle chiusure delle attività lavorative, possono andare a colpire indirettamente anche altri settori, a seconda dell'integrazione verticale (e cioè a seconda delle interdipendenze lungo la catena produttiva di un determinato settore o servizio).

Ovviamente il *lockdown* ha causato anche uno shock dal lato della domanda, che è influenzato da diversi fattori. Nell'immediato il blocco dei movimenti ha causato un *calo dei consumi*. I ricavi di attività connesse a settori come il commercio al dettaglio, trasporti, intrattenimento di massa, e turismo, subiscono una battuta di arresto; al contrario i settori primari (come agricoltura, pesca, allevamento e attività agroalimentari industriali) non hanno subito pesanti effetti nell'immediato, anche se potrebbero risentire delle difficoltà di approvvigionamento di materie prime (come indisponibilità di manodopera). Si osservi invece che settori come quello farmaceutico, e delle telecomunicazioni (o dell'*high tech* in generale) non risentono in modo significativo delle misure di contenimento. A questo si aggiunge *l'effetto reddito*; dato che molte attività vennero chiuse molte famiglie videro un netto calo della retribuzione.

La crisi causa inoltre un *effetto ricchezza* dato che le attività finanziarie possedute dalle famiglie perdono valore per via dell'andamento negativo dei mercati finanziari. In fine non si può trascurare l'effetto *incertezza* causato dalla crisi pandemica. L'incertezza contribuisce a far diminuire ulteriormente la domanda, infatti gli individui tendono a limitare i consumi al minimo indispensabile, a rimandare le spese per rafforzare il risparmio precauzionale.

Il calo della domanda derivante dall'incertezza e dal crollo della fiducia dovrebbe essere transitorio, infatti con il superamento della pandemia e con la conseguente abolizione delle misure di distanziamento sociale, dovrebbe gradualmente scomparire. Anche l'effetto ricchezza potrebbe risultare transitorio, se ad esempio dopo la ripresa dei mercati finanziari gli investimenti fatti dalle famiglie riacquistano valore. Più persistente potrebbe risultare, invece, l'effetto reddito nel caso in cui numerose imprese fallissero e, di conseguenza, il tasso di disoccupazione aumentasse in modo significativo; il reddito complessivamente disponibile subirebbe in questo caso una contrazione permanente e, in assenza di interventi pubblici di sostegno, i consumi si ridurrebbero in maniera duratura. Bisogna poi riconoscere che il blocco della domanda amplifica lo shock sull'offerta, causando numerose ripercussioni sui settori produttivi.

La crisi pandemica ha effetti anche sul sistema finanziario, cioè sui mercati finanziari e sulle banche. Si registra un andamento negativo dei mercati, rispetto ai periodi di pre-crisi, il che causa una perdita di valore dei titoli finanziari. Questo oltre a determinare l'effetto ricchezza di cui si è parlato prima, riduce la capacità di finanziarsi sul mercato da parte dello Stato ed imprese, dato che si riduce la propensione dei potenziali investitori ad assumere rischio. La crisi inoltre potrebbe colpire anche le banche, le quali potrebbero tendere a ridurre la propensione a concedere credito alle famiglie e imprese per via del timore di non riuscire a recuperare i prestiti. Una contrazione del credito peggiorerebbe ulteriormente il calo dei consumi da parte delle famiglie e degli investimenti delle imprese, peggiorando il quadro complessivo.

In fine si deve tener conto del peggioramento delle finanze pubbliche, determinate dalle poderose misure adottate dai governi, da un lato, per adeguare il sistema sanitario all'emergenza, e dall'altro per sostenere i redditi delle famiglie e imprese, il flusso di credito all'economia, e il buon funzionamento dei mercati. Tale situazione è poi aggravata dalla riduzione delle entrate fiscali dovute al differimento degli adempimenti fiscali (che molti paesi hanno concesso alle attività commerciali, alle quali avevano imposto la chiusura durante il *lockdown*) e della contrazione di prodotto. Tale impatto è tanto maggiore, quanto maggiore è il debito pubblico del paese.

1.2.3 Gli effetti della crisi

Dal momento che ci si trova ancora in piena crisi (sia pandemica che economica), un'analisi di lungo periodo della crisi non è possibile. Si potrebbero stimare l'impatto sull'economia sulla base dello studio di crisi passate. Il problema è che nessuna delle epidemie avvenute in anni recenti ha avuto una portata internazionale come quella del Covid 19, e nessuna emergenza sanitaria nella storia ha avuto una durata così prolungata come quella dovuta al coronavirus. Le evidenze raccolte nei primi mesi della crisi non consentono agli esperti di stimare una durata della crisi, dato che le nuove ondate di contagio, la nascita di nuovi ceppi virali (come la variante di Covid 19 inglese e brasiliana), e le incertezze sulla disponibilità dei vaccini contribuiscono a mantenere elevate le incertezze sulla durata della pandemia. Per tali motivi ci si limita ad osservare quelli che sono i principali effetti sull'economia reale, riscontrati in questa prima fase della crisi.

La persistenza dello shock sul lato dell'offerta, soprattutto per il blocco delle attività produttive, mostra i suoi effetti alla fine del 2020. Tutti i Paesi del mondo hanno risentito dell'emergenza coronavirus e la maggior parte ha assistito a un crollo record del prodotto interno lordo. Eccezion fatta per la Cina, rimbalzata fuori dall'emergenza Covid con il +4,9% del Pil del terzo trimestre, riprendendo a correre a un ritmo più veloce di prima della pandemia, con una crescita in media d'anno del 2,3%. Secondo una stima preliminare diffusa da Eurostat, l'Unione Europea ha chiuso il 2020 con una recessione del 6,8% (peggio del -8,8% italiano ha fatto la Spagna con -11%, mentre la Francia ha chiuso a poco al di sopra dell'Italia con un -8,3%). Per gli Stati Uniti il 2020 si chiude con un Pil in discesa del 3,5%, il peggior dato annuale dal 1946. Per il 2021 nelle previsioni delle diverse istituzioni internazionali, nell'ipotesi che non si

verifichino nuovi episodi simili alla prima ondata di contagio, si stima un recupero parziale dei tassi di crescita di circa il 5% a livello globale e tra il 6,5% e il 7,7% per l'area euro. I rischi rimangono al ribasso anche per il 2021; nelle *summer forecast 2020*, la Commissione europea cita la possibilità di una nuova ondata di contagi e il perdurare delle ripercussioni economiche dell'emergenza sanitaria tra i fattori che potrebbero rendere il recupero meno robusto (cosa che sta succedendo con le ondate di contagio delle varianti Covid, i cui effetti sono ad oggi difficili da prevedere).

Le proiezioni delle maggiori istituzioni internazionali preannunciano una recessione più grave di quella scaturita dalla crisi finanziaria del 2008, con la quale la vicenda Covid-19 presenta qualche analogia sul piano della dinamica del contagio (in quel caso solo finanziario e innescato da 'titoli tossici' non agevolmente individuabili nei portafogli degli operatori di mercato) e dei canali di trasmissione all'economia reale; l'aspetto maggiormente in comune tra le due crisi è il fatto che entrambe sono state sottovalutate nelle rispettive fasi iniziali. Nel caso della pandemia Covid-19, le maggiori istituzioni si sono basate sulle precedenti pandemie (SARS, MERS, H1N1) per inferire sul possibile impatto economico dell'emergenza, sottovalutando quindi la capacità dell'infezione di diffondersi a livello globale, e sottostimando quindi gli effetti di tale fenomeno sull'economia reale di paesi oggi sempre più interconnessi. Analogamente, l'utilizzo di modelli elaborati sulla base di dati storici sull'andamento dei mercati ha inizialmente portato agenzie di rating, analisti di mercato e istituzioni a sottostimare la portata della crisi *subprime*. In entrambi i casi, le crisi che inizialmente si ipotizzavano potessero essere contenute solo a livello regionale, hanno mostrato la loro natura globale nel giro di poco tempo.

La crisi in atto non ha precedenti anche perché oltre al reddito colpisce simultaneamente sfere molto importanti della vita individuale, quali la salute e l'istruzione. L'indice di sviluppo umano elaborato⁹ dalle Nazioni Unite a tal proposito mostra chiaramente gli effetti della crisi pandemica. A partire dal 1990 e fino al 2019 l'indice è sempre cresciuto, pur mostrando un rallentamento dopo la crisi finanziaria del 2008. Le stime per il 2020 evidenziano per la prima volta un calo dell'indicatore, per effetto dell'impatto combinato dell'emergenza sanitaria, della significativa contrazione del Pil globale e della drastica riduzione dell'offerta formativa scolastica per buona parte degli studenti delle economie colpite. Infatti, la chiusura delle scuole ha riguardato circa 150 paesi, per un totale di quasi un miliardo e mezzo di studenti, cioè circa l'86% dell'intera popolazione studentesca mondiale. Secondo le Nazioni Unite la crisi da Covid-19 sta agendo come amplificatore delle disuguaglianze, anche

⁹ L'Indice di Sviluppo Umano è un indicatore macroeconomico realizzato dalle Nazioni Unite, e costituisce uno strumento per la misurazione dello sviluppo di un paese. Le tre dimensioni che compongono l'Indice di Sviluppo Umano sono: la possibilità di condurre una *vita lunga e sana*, misurata attraverso la speranza di vita alla nascita; il *livello di istruzione*, misurato attraverso la media degli anni trascorsi a scuola dagli adulti e la media attesa degli anni da trascorrere a scuola per i bambini che si iscrivono alla scuola primaria; avere uno *standard di vita decente*, misurato attraverso il Pil pro capite medio.

perché solo i paesi (o le aree interne ai singoli paesi) che gli adeguati requisiti di connettività hanno potuto accedere agli insegnamenti a distanza.

I *composite leading indicators*¹⁰ dell'OECD, riportati in *Figura 1.2* per i principali paesi presi in esame, hanno fatto registrare una brusca diminuzione per le economie interessate dal Covid-19 nei primi mesi del 2020, segnando uno scostamento negativo dal livello di attività di lungo periodo, seguita da una tendenza crescente verso il 2021.

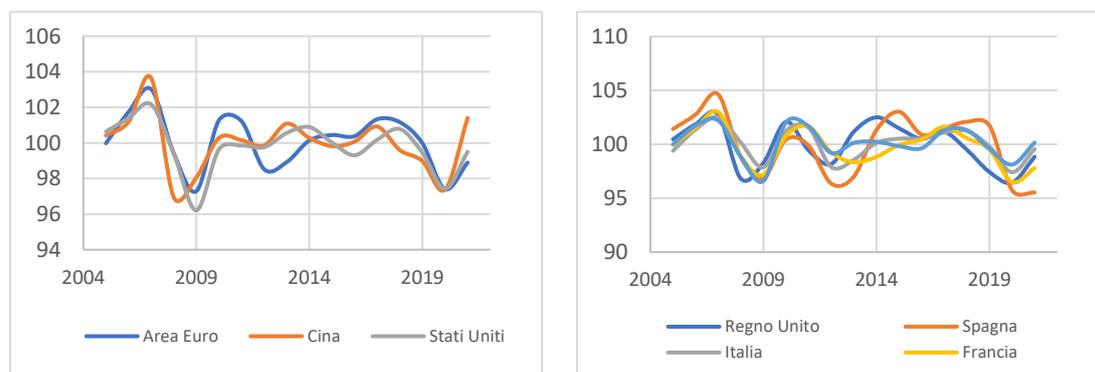


Figura 1.2 indicatori anticipatori OCSE per i maggiori paesi avanzati. Vengono riportati in figura gli andamenti dei composite leading indicators per l'area euro, Stati Uniti e Cina nel primo grafico, e per i principali paesi europei presi in considerazione nell'elaborato nel secondo. Fonte: OECD

Come riportato nello studio della Consob. (2020). *La crisi Covid-19*, anche gli indici PMI (*purchasing managers indexes*, ossia gli indici anticipatori degli acquisti) hanno segnalato l'aspettativa di un netto calo dell'attività economica nei maggiori paesi dell'area euro, pur evidenziando una significativa ripresa nel secondo trimestre dell'anno. La contrazione degli indici PMI è risultata particolarmente marcata per il settore dei servizi, il più colpito dalle restrizioni alla mobilità. Inoltre, facendo riferimento allo stesso studio della Consob, si osserva un aumento dell'incertezza percepita per sulla politica economica, con il picco raggiunto nel mese di marzo, e anche una drastica riduzione degli indicatori di fiducia elaborati dalla Commissione europea per il primo semestre del 2020.

1.2.4 Interventi dei governi per far fronte alla crisi

In seguito alla crisi economica nata in seguito all'emergenza sanitaria, le autorità di politica monetaria e i governi hanno reagito con significative misure di supporto, anche maggiori di quelle adottate in risposta alla crisi finanziaria globale del 2008.

Le prime ad intervenire sono state le banche centrali al fine di stabilizzare i mercati. Gli strumenti adottati hanno previsto misure convenzionali e non, in funzione ai margini di manovra relativi agli interventi di modifica del tasso di interesse di

¹⁰ I *composite leading indicators* sono quegli indicatori che vengono usati per predire l'evoluzione del ciclo economico, mostrando gli scostamenti dell'attività economica dal livello potenziale di lungo periodo.

riferimento. Per la BCE sono stati necessari, ad esempio, strumenti non convenzionali al fine di garantire liquidità al settore privato.

Di fatto, tutte le banche centrali delle maggiori economie avanzate hanno adottato misure straordinarie. Negli Stati Uniti la Fed, oltre a ridurre i tassi di interesse, ha varato diversi programmi finalizzati ad aumentare la liquidità a disposizione degli istituti di credito e a sostenere il credito a imprese e famiglie; essa ha inoltre avviato un nuovo programma di acquisti di titoli pubblici e di titoli cartolarizzati con sottostanti mutui (mortgage-backed securities).

Nell'area euro la BCE ha lanciato nuove operazioni straordinarie, oltre ad ampliare e rendere più convenienti quelle già avviate negli anni scorsi. Si possono citare ad esempio: nuove operazioni di rifinanziamento bancario a più lungo termine (cosiddette *Long Term Refinancing Operation*, LTRO), una nuova serie di operazioni per favorire l'erogazione del credito bancario all'economia reale (*Targeted Long Term Refinancing Operation 3*, TLTRO3), nuovi interventi denominati *pandemic emergency longer-term refinancing operations* (PELTRO), per favorire il mantenimento di adeguati livelli di liquidità nel sistema anche oltre il termine delle LTRO. Con riferimento alle operazioni di mercato, la BCE ha ampliato i programmi di acquisto di attività finanziarie già esistenti (*Expanded Asset Purchase Programme*, APP), ed ha avviato un nuovo programma di acquisto di titoli pubblici e privati per l'emergenza pandemica (*Pandemic Emergency Purchase Programme*, PEPP), per un ammontare complessivo in origine di 750 miliardi, poi ampliati a 1.350 miliardi. Per maggiori informazioni riguardo gli interventi delle altre banche centrali dei paesi presi in esame, si rimanda al paragrafo 6.5.

Al pari di quanto accaduto per le misure di politica monetaria, anche gli stimoli fiscali, annunciati e attivati sinora, risultano significativamente superiori agli interventi realizzati in occasione di crisi precedenti.

Negli Stati Uniti il CARES Act (*Coronavirus Aid, Relief, and Economic Security Act*) ha stanziato 2.300 miliardi di dollari, pari all'11% del Pil, per il sostegno immediato di famiglie e imprese in difficoltà. Anche a livello europeo sono state varate numerose misure, che complessivamente equivalgono a 3.900 miliardi di euro, pari al 33% circa del Pil dell'eurozona nel 2019.

Non ostante sia evidente la necessità di agire in modo coordinato, alcuni paesi dell'eurozona sono restii ad avviare programmi di condivisione del debito. Si teme il rischio di azzardo morale, per il quale i paesi maggiormente indebitati potrebbero in futuro allenare ancora di più i vincoli di finanza pubblica al fine di soddisfare le proprie esigenze di finanziamento con emissioni di titoli di debito comune a livello europeo. Quello della solidarietà tra i paesi dell'area euro è un tema destinato a riproporsi su scala mondiale. I paesi emergenti e in via di sviluppo, infatti, avranno bisogno di una ingente quantità di risorse per affrontare l'emergenza sanitaria ed economica in atto. I paesi avanzati, attraverso istituzioni internazionali quali il FMI o la Banca Mondiale, hanno il dovere di intervenire con misure di sostegno, anche al fine di evitare che le fragilità strutturali di una nazione possano inficiare i progressi fatti a livello globale

nel contenimento della pandemia. Se alcune aree del mondo non dovessero arginare o arrestare il contagio, infatti, tutti i paesi resterebbero esposti al rischio di nuove ondate epidemiche.

Per maggiori informazioni riguardo gli interventi di politica fiscale dei singoli paesi, si rimanda ancora una volta al paragrafo 6.5.

2 La scelta dei dati

In questo capitolo si vogliono illustrare i dati di partenza su cui si è sviluppata l'analisi. Nel primo paragrafo verranno illustrati gli indici di borsa su cui andare a quantificare l'effetto delle due crisi, e nel secondo paragrafo si illustreranno le elaborazioni preliminari effettuate sui dati prima di procedere all'analisi delle crisi vera e propria.

2.1 Indici di borsa

L'obiettivo principale di questo elaborato è mettere a confronto la crisi finanziaria del biennio 2007-2009, passata alla storia come Grande Recessione, con la crisi economica dell'anno 2020, nata da una crisi finanziaria dovuta alla pandemia di Covid 19. L'analisi si concentra solo sull'impatto delle due crisi sui mercati finanziari internazionali, impatto che nello specifico verrà misurato in termini di *effetto contagio*. Anche se le due crisi hanno natura profondamente diversa, una di origine finanziaria e l'altra di origine reale, come si vedrà nel corso di questo elaborato presenteranno diverse similitudini.

In questo paragrafo però si vogliono presentare semplicemente i dati che saranno oggetto di analisi. Si è deciso di analizzare i mercati di dieci paesi industrializzati. Tali paesi sono: Stati Uniti, Canada, Italia, Germania, Spagna, Francia, Regno Unito, Cina, Giappone, Hong Kong. La scelta dei paesi di riferimento è stata presa sulla base dell'importanza dei mercati per capitalizzazione, o sulla base della significatività degli eventi, che hanno caratterizzato tali paesi, e che sono stati determinanti nel propagarsi della crisi (con riferimento alla crisi del 2020, si pensi ai paesi dell'eurozona che sono stati i primi ad essere stati colpiti dal virus Covid 19, rendendo evidente che la pandemia sarebbe stata di portata mondiale). Dal momento che l'interesse è volto a quantificare l'effetto delle due crisi sui mercati, si sceglie di considerare come oggetto di analisi gli indici generali di borsa di ogni paese sopra elencato. Il motivo che spinge a considerare gli indici generali di borsa è anche il fatto di poterli vedere come dei portafogli di azioni delle principali aziende di un paese, caratteristica che tornerà utile nei capitoli successivi quando si applicherà il modello per quantificare l'effetto contagio. Gli indici generali presi in considerazione, nell'ordine dei paesi elencati sopra, sono: S&P 500, S&P/TSX Composite Index, FTSE MIB, DAX 30, IBEX 35, CAC 40, FTSE 100, SSE Composite Index, Nikkei 225, Hang Seng Index. Nei paragrafi successivi si elencheranno brevemente le caratteristiche principali di tali indici.

2.1.1 STANDARD & POOR'S 500

Lo Standard & Poor's 500 (S&P 500), viene calcolato da Standard & Poor's dal 1957, ed è il più importante indice azionario degli Stati Uniti, in quanto risulta essere il principale benchmark azionario dei titoli quotati a Wall Street.

Lo S&P 500 contiene 500 titoli azionari di società quotate a New York, e rappresentati circa l'80% della capitalizzazione di mercato. Tutti i titoli in questione sono relativi ad aziende statunitensi con una capitalizzazione di mercato superiore a 6,1 miliardi di dollari, un flottante del 50% almeno, un volume di scambi mensili, negli ultimi 6 mesi, non inferiore a 250.000 azioni ed un valore medio annuale del titolo, superiore a 1,0 dollaro.

Le società da inserire nel paniere vengono selezionate attraverso il metodo della capitalizzazione flottante¹¹ ed in questo lo S&P 500 si differenzia nettamente dagli indici Fortune 500, che considera le prime 500 aziende USA per fatturato indipendentemente dal fatto che esse siano quotate, e Dow Jones, che essendo un "price weighted index" assegna un peso maggiore ai titoli che hanno un prezzo più elevato.

I 10 titoli che attualmente hanno un peso maggiore nel paniere e che assieme raggiungono il 21% circa del totale, sono: Apple, Microsoft Corp, Amazon, Berkshire Hathaway, Johnson & Johnson, JP Morgan Chase, Facebook, Exxon Mobil, Alphabet C e Alphabet A. Per quanto concerne i singoli settori invece i più rappresentati sono quello dell'IT (Information Technology) con il 20,7%, l'Health Care (15,0%) e quello Financials (13,6%).

2.1.2 STANDARD & POOR'S/TSX Composite Index

Lo S&P/TSX Composite Index è l'indice canadese di riferimento, che rappresenta circa il 70% della capitalizzazione di mercato della Borsa di Toronto con circa 250 società incluse. Per essere incluse nel l'indice generale, le società devono essere innanzi tutto quotate nella Borsa di Toronto, e devono rappresentare lo 0,05% dell'intero indice, in termini di capitalizzazione di mercato. Inoltre, il titolo deve aver avuto un prezzo medio ponderato di almeno 1 dollaro canadese, negli ultimi tre mesi, e negli ultimi tre giorni di negoziazione di fine mese, prima della revisione dell'indice da parte della borsa. Infine, il volume degli scambi deve superare almeno lo 0,025% della somma del volume di scambio di tutti i titoli idonei.

2.1.3 FTSE MIB

Ftse Mib è l'acronimo di Financial Times Stock Exchange Milano Indice di Borsa. Tale indice è costituito da un paniere di 40 delle società italiane più importanti quotate nella Borsa di Milano, che nel complesso rappresentano circa l'80% della capitalizzazione di mercato, corretta in base al flottante. L'indice è ricavato partendo

¹¹ Il flottante è la parte di capitale sociale che può essere comprata e venduta sul mercato

dall'insieme di tutte le azioni quotate sui mercati MTA (Mercato Telematico Azionario) e MIV (Mercato degli Investment Vehicles).

I titoli azionari per essere considerati nell'indice devono rispettare criteri di liquidità (misurata dal valore scambiato in euro negli ultimi sei mesi sui mercati telematici di Borsa Italiana). In generale in fase di revisione dell'indice, vengono osservate le liquidità delle società fino a tre mesi prima. La revisione trimestrale dell'indice avviene a marzo, giugno, settembre e dicembre di ciascun anno¹².

2.1.4 DAX 30

Il DAX-30 è l'indice azionario della borsa di Francoforte che sintetizza l'andamento dei 30 titoli azionari più importanti in termini di capitalizzazione e liquidità.

Le azioni incluse nel paniere vengono selezionate sulla base dei seguenti criteri: i titoli devono essere quotati sul segmento primario (Prime Standard Segment); le società emittenti devono avere sede in Germania; i titoli devono essere negoziati continuativamente sul segmento Xetra¹³; il flottante deve essere pari almeno al 15%.

Per poter essere ammesse nell'indice DAX30 le azioni del paniere devono rispettare alcuni requisiti minimi in termini di liquidità (misurata in termini di azioni scambiate negli ultimi 12 mesi) e di capitalizzazione del flottante.

La formula utilizzata per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$DAX\ 30_t = K_T \frac{\sum_{i=1}^n p_{it} ff_{it} q_{it} c_{it}}{c_t \sum_{i=1}^n p_{i0} q_{i0}} \times 1.000$$

dove

c_{it} è un fattore di rettifica dell'azione i -esima il giorno t (riassume l'effetto di eventi quali il reinvestimento degli importi relativi ai dividendi e ai ricavi dei diritti di opzione), ff_{it} corrisponde al *free-float factor* delle azioni della classe i -esima al giorno T , p_{i0} prezzo di chiusura dell'azione i -esima del giorno precedente l'entrata nell'indice, p_{it} prezzo dell'azione i -esima per il giorno t , q_{i0} numero di azioni della società i -esima del giorno precedente l'entrata nell'indice, q_{it} numero di azioni della società i -esima nel giorno T , t corrisponde al tempo base, cioè il giorno della creazione dell'indice ossia 30 dicembre 1987, T corrisponde al giorno di ricalcolo, e K_T fattore *catena* per evitare variazioni eccessive nel valore dell'indice a seguito di aggiustamenti.

¹² In generale conoscere le date di revisione degli indici generali di borsa è un qualcosa di utile, dato che solitamente in corrispondenza di tali date si possono verificare delle fluttuazioni nella valutazione in borsa.

¹³ Xetra è una sede di negoziazione gestita da Frankfurter Wertpapierbörse con sede a Francoforte, in Germania.

2.1.5 CAC 40

Il CAC 40 è il principale indice azionario della borsa francese di Parigi, la quale appartiene a Euronext¹⁴. È un indice di tipo *value weighted*, ciò significa che i pesi associati ad ogni titolo sono determinati in funzione della sua capitalizzazione di borsa. Il paniere sottostante l'indice CAC 40 comprende i 40 titoli azionari negoziati sul mercato di Parigi e selezionati sulla base di due criteri: la capitalizzazione, al netto di eventuali pacchetti detenuti da soci di lungo periodo e dunque non destinati al trading e liquidità.

La liquidità dei titoli viene misurata sulla base di due indicatori, lo spessore e l'ampiezza. Lo spessore dipende dallo spread medio percentuale (differenza tra i migliori prezzi in acquisto e in vendita) e dalla volatilità dei prezzi, mentre l'ampiezza dipende dal flottante e dalla turnover velocity¹⁵ giornaliero di ogni titolo.

Euronext procede alla revisione dell'indice una volta all'anno, durante il primo giorno di contrattazione del mese di marzo prendendo come riferimento i dati del 31 dicembre dell'anno passato.

La formula utilizzata per il calcolo dell'indice è:

$$CAC\ 40_t = \frac{\sum_{i=1}^n q_{it} p_{it} IWF_{it}}{K_t \sum_{i=1}^n p_{i0} q_{i0}} \times 1.000$$

dove q_{it} rappresenta il numero di azioni i presenti nell'indice il giorno t , p_{it} il prezzo dell'azione i il giorno t , IWF l'*investable weight factor* dell'azione i il giorno t (che dipende dal flottante), mentre K_t rappresenta il fattore di aggiustamento per mantenere la continuità dei dati nel tempo.

2.1.6 IBEX 35

L'indice IBEX35 misura la performance dei primi 35 titoli azionari in termini di liquidità e capitalizzazione quotati sui 4 principali mercati spagnoli.

Il valore base dell'indice IBEX35 è stato posto pari a 3.000 in corrispondenza del 29 dicembre 1989. L'IBEX35 è un indice value-weighted (il peso di ogni azione che lo compone è basato sulla sua capitalizzazione). E come tutti gli altri indici value-weighted visti fino ad ora, le società che vengono incluse nell'indice sono scelte in base al grado di liquidità e alla loro capitalizzazione.

L'indice è periodicamente sottoposto a revisione al fine di tenere conto di eventuali inserimenti, esclusioni e/o cancellazioni di uno o più componenti. Invece, le modifiche straordinarie (operazioni di ribilanciamento dell'indice) a seguito di operazioni sul

¹⁴ Euronext è il principale mercato finanziario e borsa valori nell'Eurozona con più di 1.300 titoli quotati.

¹⁵ La *turnover velocity* è un indicatore di liquidità di un titolo, e corrisponde al rapporto tra il volume scambiato e il numero di azioni totali.

capitale avvengono senza una cadenza periodica, ma in concomitanza con l'operazione che le ha rese necessarie.

I principali eventi societari che danno origine alle revisioni trimestrali sono: modifiche nel numero di azioni in circolazione, aumenti di capitale a pagamento, dividendi straordinari, frazionamento e raggruppamento, fusioni e spin off, nuove quotazioni.

La formula di calcolo del valore dell'indice risulta:

$$IBEX\ 35_t = IBEX\ 35_{t-1} \frac{\sum_{i=1}^n cap_{it}}{\sum_{i=1}^n cap_{i(t-1)} \pm J}$$

dove t rappresenta il giorno di valutazione, cap_{it} rappresenta la capitalizzazione del titolo i al giorno t (calcolato come il prezzo delle azioni per il numero di azioni da considerare nell'indice, che dipende dal flottante della società), e J rappresenta un fattore di aggiustamento della capitalizzazione.

2.1.7 FTSE 100

L'indice FTSE100 è un indice value-weighted, e misura la performance dei primi 100 titoli azionari, in termini di capitalizzazione, di società con sede nel Regno Unito e quotate sul London Stock Exchange. Le società che fanno parte del paniere dell'indice devono avere un flottante pari almeno al 15% della capitalizzazione, e liquidità misurata in termini di turnover velocity del flottante (pari ad almeno il 0,5% mensile, misurata sulla base dei dati degli ultimi 12 mesi).

Il FTSE Europe Regional Committee esegue delle revisioni dell'indice nei mesi di marzo, giugno, settembre, e dicembre. Durante tali revisioni il comitato procede a compilare una graduatoria delle società quotate in base alla loro capitalizzazione; nel nuovo paniere vengono inserite quelle società che si trovano entro il 90-esimo posto e, contestualmente, vengono escluse le società si trovano oltre il 111-esimo posto. Ulteriori modifiche vengono apportate nel caso in cui una o più azioni incluse nell'indice siano oggetto di particolari operazioni societarie quali: fusioni, acquisizioni, scissioni, spin off, oppure sospensione dalla quotazione per un periodo superiore ai 10 giorni e, infine, variazione del numero di azioni in circolazione.

L'indice viene calcolato con la seguente formula:

$$FTSE\ 100_t = \frac{M_t}{D_t}$$

dove M_t rappresenta la capitalizzazione di borsa delle azioni che compongono l'indice, e D_t è un divisore che viene modificato a seguito di cambiamenti dell'indice o di particolari operazioni sul capitale delle società. La capitalizzazione viene calcolata come $M_t = \sum_{i=1}^n q_{it} p_{it} FF_{it}$, con p_{it} uguale al prezzo dell'azione i al giorno t , q_{it} corrispondente al numero di azioni i presenti nell'indice, e FF_{it} che rappresenta il *Free Float Factor* dell'azione i ; questo è un fattore correttivo che permette di tenere conto

di eventuali pacchetti azionari che, sebbene facciano parte del flottante, non sono considerati negoziabili in quanto il proprietario li detiene in via durevole.

2.1.8 NIKKEI 225

L'indice NIKKEI 225 Stock Average viene calcolato con il metodo denominato *Dow Jones*, cioè un metodo che tiene conto dello stacco di eventuali dividendi sui titoli inclusi nell'indice. Il NIKKEI 225 fa riferimento a 225 titoli tra i più negoziati ed i più rappresentativi del Tokyo Stock Exchange (TSE). Il paniere viene costruito in modo tale da ottenere una elevata rappresentatività della struttura industriale del sistema giapponese.

Le azioni da includere nell'indice vengono selezionate in base a due fondamentali criteri: la liquidità e il tasso di variazione del prezzo rispetto al volume. La liquidità viene misurata sulla base del controvalore scambiato, ossia il prodotto tra il numero di azioni negoziabili (flottante) e la media dei prezzi fondamentali (apertura, chiusura, massimo e minimo) con riferimento ai dati dei 5 anni precedenti. La scelta di un periodo di osservazione così lungo nasce dalla volontà di "tenere memoria" dei principali fattori di cambiamento del mercato e, al contempo, diminuire l'impatto di eventi che alterano momentaneamente la liquidità del mercato.

Nel selezionare i titoli che faranno parte dell'indice, le azioni quotate vengono ordinate in base alla loro liquidità fino a formare una lista di 450 elementi. Di tale lista, i primi 75 titoli vengono automaticamente inseriti nell'indice, e i rimanenti vengono selezionati in modo che i sei settori industriali (tecnologico, finanziario, beni di consumo, materie prime, capitali, trasporti e servizi) siano equi-bilanciati.

Il NIKKEI 225 è calcolato come:

$$NIKKEI\ 225 = \frac{P_i}{D}$$

dove P_i rappresenta il prezzo di ognuno dei titoli e con D rappresenta un divisore che viene modificato a seconda dell'entrata o dell'uscita di alcuni componenti.

2.1.9 SSE Composite Index

È necessario sottolineare che nelle borse cinesi (principalmente Shanghai e Shezhen) vengono trattati due tipi di azioni: A e B.

Le azioni A sono titoli di aziende cinesi disponibili agli investitori locali cinesi (privati ed istituzionali) e agli operatori esteri (banche commerciali, merchant banks, compagnie di assicurazione e fondi di investimento), che sono riusciti ad ottenere dal governo di Pechino lo status di Qualified Foreign Institutional Investors (QFII). Nel dettaglio, tale status è assegnato dalla China Securities Regulation Commission, mentre la SAFE (State Administration of Foreign Exchange) si occupa di regolare la quota di investimento che un investitore estero può collocare nel mercato cinese. Altra

caratteristica fondamentale delle azioni A è che sono trattate nella valuta locale (renminbi-yuan).

Le azioni B sono, invece, titoli di aziende cinesi contrattati in dollari statunitensi a Shanghai e in dollari di Hong Kong a Shenzhen. Dal 1992 al 2001 tali azioni sono state negoziate solamente da operatori stranieri. Dal febbraio 2001 il mercato delle azioni B è stato aperto anche agli investitori nazionali.

L'indice SSE Composite comprende tutte le azioni (A e B) scambiate nella Borsa di Shanghai. Tra le società con maggiore capitalizzazione che fanno parte di questo paniere troviamo: Sinopec (China Petroleum and Chemical), PetroChina, China Construction Bank, Industrial and Commercial Bank of China, Bank of China, China Shenhua Energy Company, China Life, China Merchants Bank, Ping An Insurance, Bank of Communications e China Pacific Insurance.

2.1.10 Hang Seng Index

L'indice Hang Seng (HSI) riflette l'andamento di mercato delle 40 maggiori società quotate alla Borsa di Hong Kong, dove il peso di ogni società sull'indice generale viene ponderato in base alla capitalizzazione. Gestito dalla Hang Seng Bank, HSI è ricavato in modo tale che le società incluse al suo interno, siano un indicatore dei settori di commercio, utilities, immobiliare, e finanziario.

L'indice Hang Seng è per forza di cose particolarmente influenzato dall'economia cinese. Infatti, Hong Kong è una regione amministrativa speciale della Cina, di conseguenza molte società cinesi sono quotate nella borsa di Hong Kong.

L'Hang Seng Index si calcola come:

$$HSI_t = \frac{\sum_{i=1}^n p_{it} \times IS_i \times FAF_i \times CF_i}{\sum_{i=1}^n p_{i(t-1)} \times IS_i \times FAF_i \times CF_i} \times HSI_{t-1}$$

dove p_{it} è il prezzo del titolo i al giorno t , IS_i corrisponde all'*Issued Shares* (cioè al capitale azionario) emesso per il titolo i , FAF_i è un fattore di aggiustamento in base al capitale flottante che varia da 0 ad 1, e CF_i corrisponde al *Capping Factor*.

2.2 Trattamento preliminare dei dati

In questo paragrafo si vuole dare enfasi alla fase iniziale di trattamento dei dati, da un lato perché in questa fase sono state fatte delle assunzioni, che in parte influenzeranno i risultati ottenuti nei capitoli successivi, dall'altro perché si vuole dare il giusto peso ad un lavoro preliminare, che in realtà è risultato essere una parte consistente dell'intero lavoro di tesi.

L'idea iniziale era scaricare lo storico dei dati in modo da avere non solo l'andamento degli indici generali di borsa durante il periodo delle due crisi, ma anche durante un periodo di pre-crisi. Per quanto riguarda la crisi finanziaria del 2007, l'idea era di studiare un periodo di crisi che andava dal 2007 alla fine del 2011, in modo da

registrare il picco della crisi in tutti i paesi analizzati, e di considerare un periodo di pre-crisi di almeno due anni, quindi a partire dall'inizio del 2005. Per la crisi economia del 2020, si considera come data di inizio crisi il giorno dello scoppio della pandemia da Covid 19, in modo da capire come hanno reagito i mercati alla notizia dell'epidemia di un nuovo coronavirus. Tale data corrisponde al giorno 09/01/2020, giorno in cui le autorità sanitarie cinesi comunicano ai media nazionali, che i crescenti casi di polmonite che stavano riscontrando a Wuhan, erano dovuti ad un focolaio di un nuovo virus appartenente alla famiglia dei coronavirus; è la data in cui si è parlato per la prima volta di pandemia Covid 19. Per quanto riguarda la data di fine crisi, la scelta risulta essere in parte obbligata; infatti non si hanno a disposizione diversi anni di osservazioni per studiare la crisi, come invece è stato possibile fare per la crisi finanziaria del 2007, ma si aveva a disposizione solo l'anno 2020. Non ostante ciò si sceglie come data di fine crisi 2020, il 30/09/2020 è ciò per via del fatto che questa è la data ultima in cui si dispone del PIL dei diversi paesi (i dati relativi al PIL verranno utilizzati nel modello contagio). Sebbene questa sia stata l'idea iniziale, si è scelto in fine, in modo da conservare quanta più osservazione possibile nelle serie storiche degli indici generali di borsa, di scaricare lo storico dei dati dall'inizio 2005 fino a fine settembre 2020.

Il primo problema su cui ci si è scontrati è stata la scelta della fonte da cui scaricare i dati. Si sarebbe voluto utilizzare un sito autorevole come Bloomberg, ma dal momento che non è stato possibile accedere al famoso sito di informazione finanziaria, è stato necessario trovare un'altra fonte. La scelta ricade su altri tre siti molto noti: Google Finance, Yahoo Finance, e investing.com. Per ogni indice preso in esame sono stati scaricati i dati storici relativi ai prezzi di chiusura su base giornaliera, da ognuno di questi tre siti. Ottenuto lo storico da tre fonti diverse, l'operazione successiva è stata quella di fare un confronto incrociato tra i dati per individuare eventuali anomalie. Alla fine, si è scelto come fonte principale investing.com, e nel caso in cui, per alcune date di un determinato indice, non fosse stata fornita la quotazione, il dato mancante veniva preso da una delle altre due fonti. Così facendo si riesce ad ottenere la serie storica finanziaria su base giornaliera per ogni indice; quello che si ottiene è solo la serie storica delle quotazioni, per i fini dell'elaborato bisogna calcolare anche i rispettivi rendimenti, ed in particolare i log-rendimenti perché più affini allo scopo dell'analisi. Prima però di calcolare i log-rendimenti occorre risolvere un secondo problema.

Avendo a disposizione le quotazioni, su base giornaliera, degli indici generali di borsa di dieci diversi paesi del mondo, ed essendo l'obiettivo finale quello di fare un confronto tra le dieci serie storiche, si capisce che c'è un chiaro problema di "omogeneizzazione" dei dati in base alle date prese in considerazione. Cioè, dal momento che i paesi presi in esame hanno una cultura ed un insieme di tradizioni proprie, è facile capire che avranno anche giorni di festività diverse. Se i paesi hanno giorni festivi diversi, vuol dire che la borsa che in un certo giorno potrebbe essere chiusa in un dato paese, in realtà potrebbe essere aperta in tutti gli altri. E questo vuol dire che ci sono alcune date in cui, i dati relativi alle quotazioni degli indici, potrebbero essere noti per alcuni paesi ma sconosciuti per altri (il caso più emblematico è quello dei giorni del Capodanno cinese in corrispondenza dei quali non si hanno a

disposizione i dati relativi alle borse di Shenzhen ed Hong Kong, ma sono noti i dati di tutte le altre borse mondiali considerate). Tali date sono state definite *date anomale*; si osservi come basti che la quotazione non sia nota anche solo per un paese, per creare un problema di omogeneità, e quindi per considerare la rispettiva data anomala.

Per risolvere il problema delle date anomale ci sono sostanzialmente due strade: o si eliminano dall'analisi tutte le date anomale per le quali manca anche solo un dato di un determinato indice, oppure si sceglie un modo per stimare i valori mancanti. La prima strada si è scelta di escluderla, anche se di gran lunga la più facile da implementare, e questo perché eliminare tutte le date anomale sarebbe significato perdere una grande quantità di informazione contenuta nelle serie storiche. Si sceglie invece di stimare i valori mancanti. L'aspetto negativo di dover stimare i dati mancanti, oltre alla difficoltà di implementazione, è che introduce per forza di cose una distorsione nei dati. La cosa più semplice da fare sarebbe stata assimilare il dato mancante pari al valore di chiusura della data precedente, ma alla fine si è scelto di stimare i valori mancanti come valori medi. La scelta di utilizzare i valori medi garantisce la minima distorsione nei dati da un punto di vista statistico; quello che si fa è, in corrispondenza di una *data anomala*, prendere il valore immediatamente precedente ed il primo valore successivo disponibile, e farne la media. Nel caso in cui le date anomale dovessero susseguirsi in sequenza, semplicemente in corrispondenza della sequenza verrà inserito lo stesso valore medio.

Solo dopo aver ottenuto la serie storica "completa", quindi dopo aver incluso i valori medi, si può passare a calcolare i log-rendimenti. Ed è in questo punto che si nota una criticità del metodo scelto, nel caso in cui le date anomale si susseguono, si è detto che nella sequenza di dati mancanti si inserisce lo stesso valore medio, ma in questi punti, nel momento in cui si andranno a calcolare i rendimenti, si otterranno rendimenti nulli che però nella realtà non esistono (il rendimento tra due date in cui il valore del titolo rimane invariato è chiaramente nullo). La metodologia scelta tenderà a centrare nell'intorno dello zero le distribuzioni dei rendimenti.

3 Analisi dei log rendimenti

In questo capitolo ed il successivo ci si soffermerà sullo studio delle caratteristiche principali dei mercati presi in esame, sfruttando i metodi più comuni presi dalla teoria dell'econometria applicate alle serie finanziarie. In particolare, in questo capitolo ci si soffermerà sull'analisi della distribuzione dei rendimenti degli indici generali di borsa. In finanza lo studio della distribuzione dei rendimenti è un aspetto molto importante nella gestione del rischio di portafoglio. Tradizionalmente gli strumenti utilizzati per valutare il rischio di un paniere di titoli assumono la normalità dei rendimenti, ma in verità sono molte le evidenze empiriche, come si vedrà in questo capitolo, che in realtà la forma della distribuzione dei rendimenti è asimmetrica e leptocurtica, quindi assimilabile alla cosiddetta *fat-tailed distribution*. Una distribuzione leptocurtica tenderà ad estrarre valori "lontani dalla media" con maggiore probabilità rispetto alla distribuzione normale; cioè se si considera normale la distribuzione dei rendimenti

degli indici azionari, quando invece la distribuzione è leptocurtica, il rischio è quello di sottostimare le perdite attese.

3.1 Calcolo dei log rendimenti

La maggior parte degli studi finanziari prevede i rendimenti anziché i prezzi degli indici. Campbell, Lo, and MacKinlay (1997)¹⁶ fornisce due principali ragioni per utilizzare i rendimenti. La prima è che per l'investitore medio, il rendimento di un indice, o di un asset in generale, da un'informazione completa e non legata ad una scala dell'opportunità di investimento. La seconda è che le serie di rendimenti sono più facili da gestire rispetto alle serie di prezzi, infatti le prime hanno delle proprietà statistiche più interessanti.

Indicando con P_t il prezzo dell'indice al tempo t , si può definire il *rendimento lordo semplice*:

$$1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

Da cui si ottiene il *rendimento netto semplice* come:

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Considerando invece, l'evoluzione dell'indice dal periodo $t-k$ a t , e supponendo di avere i rendimenti semplici per k periodi, si può calcolare il *rendimento lordo semplice multiperiodale*:

$$\begin{aligned} 1 + R_t[k] &= \frac{P_t}{P_{t-k}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} \times \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \times \dots \times \frac{P_{t-k+1}}{P_{t-k}} \\ &= (1 + R_t)(1 + R_{t-1}) \dots (1 + R_{t-k+1}) \\ &= \prod_{j=0}^{k-1} (1 + R_{t-j}) \end{aligned}$$

Quindi il rendimento multiperiodale si ottiene semplicemente come prodotto dei rendimenti dei singoli periodi.

Una tale definizione dei rendimenti è però in disaccordo con la tradizionale assunzione che vede i rendimenti semplici R_t identicamente distribuiti secondo una normale con media e varianza costante. In particolare, si nota che:

- Il limite inferiore del rendimento semplice è -1.

¹⁶Campbell, Lo, and MacKinlay (1997), *The Econometrics of Financial Markets*, è un testo specializzato nelle applicazioni dell'econometria al campo della finanza quantitativa

- Se R_t è normalmente distribuito, allora il rendimento semplice multiperiodale non è distribuito normalmente.

Si risolvono i problemi del rendimento semplice con un'opportuna trasformazione, considerando il rendimento R_t si può definire il *log rendimento*:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = p_t - p_{t-1}$$

Dove $p_t = \ln(P_t)$. Si risolvono allora in parte i problemi del rendimento semplice:

- Non esiste più un limite inferiore per r_t , che può variare da meno infinito a più infinito.
- Inoltre, il rendimento logaritmico multiperiodale, calcolato da $t-k$ a t , è semplicemente la somma dei rendimenti logaritmici uniperiodali:

$$\begin{aligned} r_t[k] &= \ln(1 + R_t[k]) = \ln[(1 + R_t)(1 + R_{t-1}) \dots (1 + R_{t-k+1})] \\ &= \ln(1 + R_t) \ln(1 + R_{t-1}) + \dots + \ln(1 + R_{t-k+1}) \\ &= r_t + r_{t-1} + \dots + r_{t-k+1} \end{aligned}$$

E dato che per il teorema del limite centrale, la somma di variabili casuali distribuite normalmente è anch'essa una normale, allora anche $r_t[k]$ è una normale.

Oltre alle proprietà di cui sopra, c'è anche un altro motivo in finanza per preferire una scala logaritmica ad una lineare. Come analizzato nell'articolo della Borsa Italiana "ANALISI TECNICA: SCALA LINEARE E SCALA LOGARITMICA"¹⁷ il vantaggio dell'utilizzo della scala logaritmica è quello di individuare "l'importanza dei movimenti" al di là dei valori assoluti con cui si sono verificati. Nella scala lineare (o aritmetica) è viene attribuita la stessa distanza ad eguali variazioni "assolute" dei prezzi. In pratica, se il prezzo di un titolo passa da 10 a 20 dollari o da 1000 a 1010 dollari, l'ampiezza dei due incrementi, è sempre pari a 10 dollari, e sarà rappresentata in maniera identica nelle scale delle ordinate. La scala logaritmica è derivata calcolando il logaritmo dei rendimenti, cioè della variazione di prezzo tra i vari intervalli temporali rappresentati sull'asse delle ordinate (ore, giorni, settimane, ecc.). Questo comporta una rappresentazione ben diversa dello spazio tra 10 e 20 e di quello tra 1000 e 1010 dell'esempio di cui sopra: basti pensare che il primo caso riflette una variazione del 100%, mentre il secondo riflette un modesto apprezzamento dell'1%.

Analizzare una qualsiasi attività finanziaria che presenti nel tempo delle escursioni molto ampie è meno difficile utilizzando rappresentazione logaritmica, che è comunque la migliore per analisi di lunghissimo termine, come nel caso delle argomentazioni trattate in questa tesi.

¹⁷<https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/analisi-tecnica-scala-lineare-e-logaritmica.htm>

Come si vedrà nel prosieguo del capitolo l'evidenza empirica dimostra l'inconsistenza della log normalità dei rendimenti. L'evidenza è quella di avere una distribuzione con *fat tails* (code grasse).

3.2 Istogramma

Il primo passo per individuare la distribuzione empirica è quello di andare a rappresentare l'istogramma della serie di rendimenti. L'istogramma è un grafico che consente di rappresentare i dati raggruppati in classi; per ricreare un istogramma l'intervallo dei valori osservati viene suddiviso in classi, le quali possono essere della stessa ampiezza o di ampiezze differenti. Ad ogni classe viene attribuita una densità di frequenza (calcolata come rapporto tra la frequenza di valori in una data classe e l'ampiezza della classe stessa).

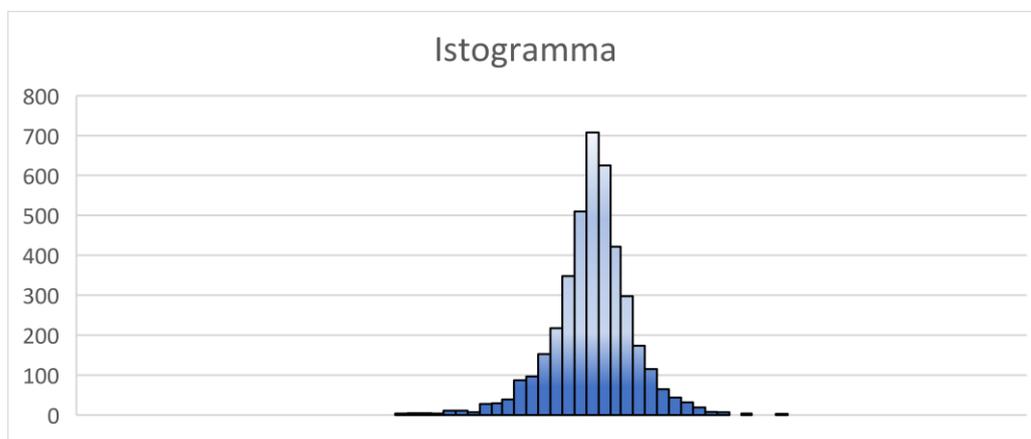


Figura 3.1 in figura si riporta un esempio di istogramma; in questo caso si nota chiaramente che il campione analizzato è distribuito secondo una normale

Si vuole porre l'attenzione sull'importanza dell'ampiezza delle classi se l'obiettivo è l'individuazione della forma della distribuzione. Scegliere delle classi di ampiezza piccola ha come effetto quello di tendere a rappresentare fedelmente i dati del campione (la tendenza è quella di rappresentare i dati nel continuo); il rischio è quello di evidenziare i picchi anomali, che possono essere dovuti semplicemente alla variabilità della serie storica, ma che rendono difficile l'individuazione della forma della distribuzione. Lo stesso problema si presenta anche all'estremo opposto, cioè utilizzando poche classi nell'istogramma; se si pensa ad un istogramma con solo due classi, è chiaro che sarebbe impossibile individuare la forma della distribuzione. Allora l'obiettivo sarebbe quello di trovare un numero ed un'ampiezza delle classi adeguato, che consenta di "smussare" i picchi anomali ma al contempo consenta anche di individuare la forma della distribuzione.

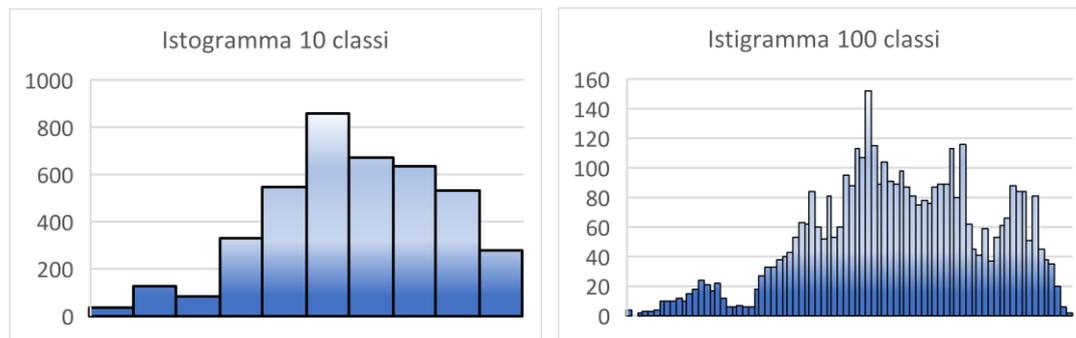


Figura 3.2 la figura mostra la differenza tra l'usare 10 classi o 100 classi. La scelta migliore è sicuramente la prima perché consente di individuare più facilmente la forma della distribuzione.

3.3 Studio dei momenti

L'istogramma costituisce un metodo grafico per la stima della funzione di densità della popolazione sottostante il campione analizzato, ma in quanto tale non sempre risulta adatto. Infatti, ci sono distribuzioni che hanno forme molto simili e quindi analizzando un campione di osservazioni con un semplice metodo grafico non è possibile identificare con certezza la famiglia della distribuzione della popolazione; si pensi ad esempio alla distribuzione normale e alla *t* di Student che hanno entrambe una forma a campana molto simile. Per questo motivo è necessario accostare al metodo grafico, anche lo studio delle statistiche descrittive, le quali spesso possono dare delle informazioni aggiuntive sulla forma della distribuzione.

3.3.1 Misure di posizione: Media

Parlando in termini econometrici, il momento di ordine primo è una misura di tendenza centrale; questo corrisponde alla media campionaria. Supponendo di disporre di una serie di rendimenti, si può calcolare la una stima del valore atteso dei rendimenti come la media aritmetica semplice dei valori osservati nella serie. Si definisce allora il *rendimento medio* come:

$$\bar{r} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T r_t$$

dove T è evidentemente il numero complessivo di osservazioni che compongono la serie storica.

È doveroso citare come misura di posizione anche la *mediana* e la *moda*. La mediana corrisponde al valore centrale della serie ordinata in senso non decrescente. La mediana è una misura di tendenza centrale alternativa alla media con maggiori caratteristiche di robustezza, dato che è meno sensibile alla presenza di rendimenti anomali. Nel momento in cui la media e la mediana sono molto vicine, probabilmente la distribuzione della popolazione del campione analizzato sarà simmetrica. La moda

invece è il valore della distribuzione con maggiore frequenza, cioè è il valore che compare più volte in un campione.

Come indicatore principale di posizione si utilizzerà la media.

3.3.2 Misure di dispersione: Varianza

Il momento di second'ordine consente di ottenere una misura di dispersione. Tale misura corrisponde alla varianza la cui radice quadrata corrisponde alla *deviazione standard*. Una stima della deviazione standard è:

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})^2}$$

Il rendimento medio e il quadrato della deviazione standard sono stimatori corretti dei corrispondenti parametri μ e σ^2 della distribuzione di probabilità delle variabili casuali r_t . Inoltre, si noti che media e deviazione standard consentono di descrivere completamente la distribuzione di probabilità nel caso in cui questa sia di tipo gaussiano. Non potendo essere certi della distribuzione normale dei rendimenti si devono calcolare i momenti di ordine terzo e quarto che consentono di avere delle informazioni aggiuntive sulla forma della distribuzione.

3.3.3 Skeness

L'asimmetria (in inglese *skewness*) è un termine statistico che indica l'assenza di specularità di una distribuzione rispetto a qualsiasi asse verticale. Se in una distribuzione unimodale¹⁸ esiste un valore a tale per cui si possa scrivere $f(x)=g(|x-a|)$ allora la distribuzione è simmetrica rispetto ad a . In tale caso *Moda*, *Media* e *Mediana* coincidono. Attenzione al fatto che non vale il viceversa, cioè la coincidenza di questi indici non garantisce la simmetria.

Rispetto ad una curva normale è possibile capire se una distribuzione presenta un'asimmetria se ha una coda più lunga; più precisamente, se la coda più lunga è quella di sinistra allora la distribuzione presenta asimmetria negativa, viceversa se la coda più lunga è quella di destra allora la distribuzione è affetta da asimmetria positiva.

In base alla relazione tra la media, mediana e moda è possibile definire diversi tipi di indici che consentono di calcolare il grado di asimmetria, sia assoluti che relativi. Per ovviare al problema di disporre di indici espressi nell'unità di misura del fenomeno (dove l'unità di misura è valuta di ogni indice) si è preferito utilizzare un indice relativo in quest'elaborato, e di conseguenza si presenterà solo questo. Nello specifico si è scelto l'indice relativo proposto da Fischer, il quale facendo riferimento alla notazione utilizzata in precedenza, assume la seguente espressione analitica:

¹⁸ Una distribuzione è unimodale se presenta un solo valore modale, è bimodale se ne ammette due ecc.

$$sk = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\frac{r_t - \bar{r}}{s_r} \right)^3$$

Se la distribuzione è simmetrica l'indice sk risulta pari a zero, per un valore maggiore di zero si parla di asimmetria positiva, un valore inferiore allo zero è indice di asimmetria negativa.

3.3.4 Curtosi

La curtosi è una misura della “tailedness” della distribuzione. Similmente all'indice di asimmetria, la curtosi è un indice della forma della distribuzione e, come per l'asimmetria, ci sono vari modi di quantificarla. La misura più standard, e quella che verrà usata in questo elaborato, è l'indice di Karl Pearson. Tale indice si basa su una misura in scala del quarto momento dei dati, misura legata alle code della distribuzione. Di seguito viene illustrato l'indice di Pearson, chiaramente uniformato alla notazione adottata nei paragrafi precedenti:

$$ku = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\frac{r_t - \bar{r}}{s_r} \right)^4$$

La curtosi può essere vista come un indice della normalità della distribuzione. In base al valore assunto dall'indice ku si può osservare un “appiattimento” o un “allungamento” della distribuzione rispetto ad una normale standard con stessa media e stessa deviazione. In particolare, se:

- $ku > 0$ la distribuzione si dice *leptocurtica*, cioè una distribuzione molto concentrata intorno alla sua media e con delle code più spesse
- $ku = 0$ la distribuzione si dice *mesocurtica*, quindi una distribuzione normalmente concentrata intorno alla sua media
- $ku < 0$ la distribuzione si dice *platicurtica*, quindi una distribuzione poco concentrata nell'intorno della sua media.

3.4 Test di normalità

Il calcolo degli istogrammi e delle statistiche descrittive sono dei passi necessari per individuare la forma della distribuzione di un campione, ma sono comunque dei metodi grafici e quindi soggettivi. Per essere ragionevolmente sicuri, quindi con certo livello di significatività, che la distribuzione della popolazione sia quella ipotizzata guardando agli istogrammi, occorre fare dei test statistici. Dato che si stanno analizzando le serie storiche dei rendimenti ci si concentra semplicemente sul testare la normalità. Come test di normalità si sceglie il test di Jarque-Bera che utilizza la seguente statistica:

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right)$$

Dove n è il numero di osservazioni del campione, S l'asimmetria, e K la curtosi. Il test si basa sul presupposto che una distribuzione normale ha un valore di asimmetria nullo e di curtosi pari a 3. Sotto l'ipotesi nulla di distribuzione normale dei rendimenti, la statistica JB è asintoticamente distribuita come una chi quadro con due gradi di libertà; il test viene rifiutato per valori di JB troppo grandi.

3.5 Risultati empirici: Analisi dei log rendimenti

Avendo a che fare con dei campioni si vanno ad utilizzare le statistiche campionarie dei momenti. Di seguito si riportano brevemente le formule utilizzate per calcolare i momenti:

1. **Media** si utilizza la formula della media campionaria:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

dove la N è la numerosità del campione e x_i le singole osservazioni.

2. **Varianza** viene stimata con la varianza campionaria la cui formula è riportata di seguito:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{(N - 1)}$$

3. **Skewness**

$$sk = \frac{N}{(N - 1)(N - 2)} \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i - \bar{X}}{S} \right)^3$$

dove la S è la deviazione standard del campione.

4. **Curtosi**

$$ku = \frac{N(N + 1)}{(N - 1)(N - 2)(N - 3)} \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i - \bar{X}}{S} \right)^4 - \frac{3(N - 1)^2}{(N - 2)(N - 3)}$$

La prima cosa che è stata fatta è stato calcolare i log rendimenti di tutti gli indici come $ln = P_t / P_{t-1}$.

Si vuole notare una distorsione nei rendimenti causata dalla scelta di calcolare i valori medi in corrispondenza delle date di chiusura della borsa. Tale distorsione si può notare ad esempio nella *figura 3.3* per l'indice FTSE MIB. In corrispondenza dei giorni 13/04/2020 e 10/04/2020 la borsa italiana dovrebbe essere chiusa ma c'è la necessità di dover usare queste date, perché evidentemente per almeno uno degli altri 9 paesi è noto il valore dell'indice generale di borsa. In corrispondenza di tali date, si inserisce il valore medio calcolato tra il precedente e il successivo valore di chiusura immediatamente disponibili (questa è una scelta fatta per avere quante più osservazioni possibili e di cui si è già parlato in precedenza). Data questa situazione si vanno a calcolare i rendimenti, ma guardando alla *figura 3.3* si vogliono far notare le differenze rispetto alla situazione di partenza:

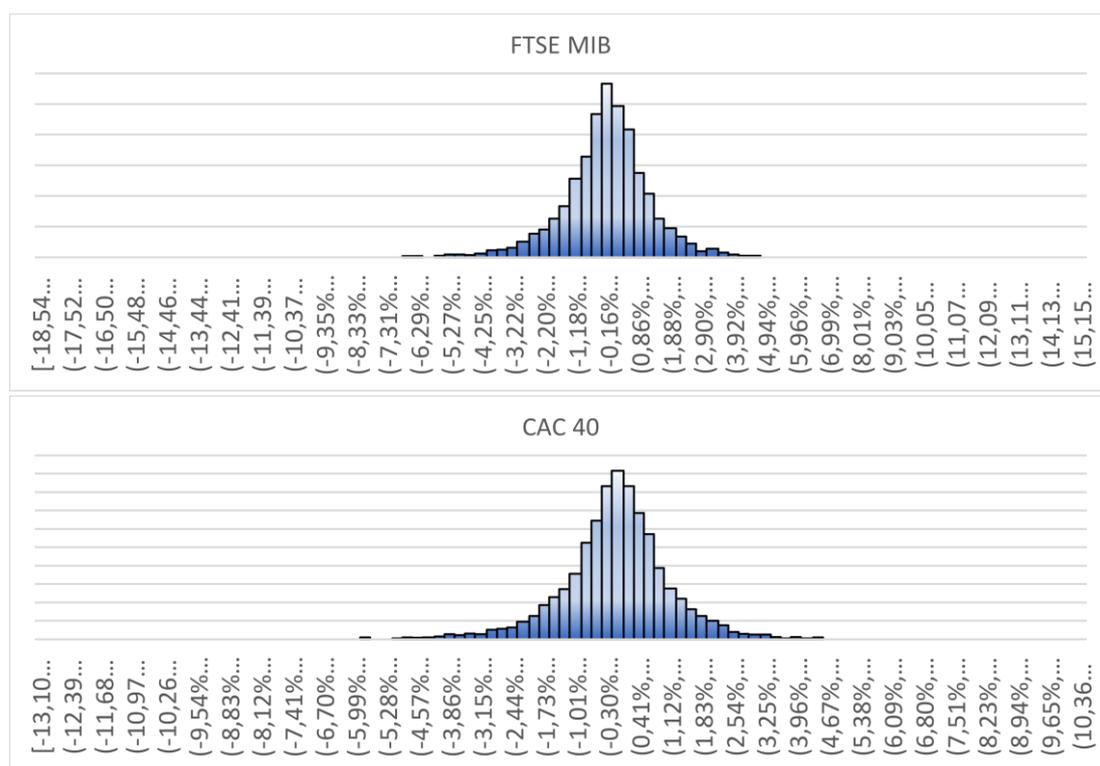
1. C'è una distorsione nel rendimento in corrispondenza delle date precedenti alle date "anomale" (si può notare la differenza tra il riquadro verde e rosso nella figura 3.3), cioè in corrispondenza del 14/04/2020
2. C'è chiaramente una distorsione dovuta all'inserimento dei rendimenti medi che in origine non esistono (riquadri gialli in figura 3.3), quindi per le date 13/04/2020 e 10/04/2020
3. Si nota però che, facendo riferimento alla colonna dei rendimenti medi, se si prende il rendimento in corrispondenza della data 14/04/2020 (riquadro rosso in figura 3.3), ed il rendimento in corrispondenza della data 10/04/2020 (riquadro giallo in figura 3.3) e se ne fa la somma ($-0.18\% - 0.18\% = -0.36\%$) si ottiene proprio il rendimento originario (riquadro verde in figura 3.3), cioè il rendimento antecedente all'introduzione delle distorsioni. In altre parole, quello che si fa è semplicemente prendere il rendimento originario -0.36% e splittarlo in parti uguali. Questo da un punto di vista statistico non è un grosso problema, anche se guardando alla media aritmetica la tendenza è quella di sottostimare la vera media, come si può vedere dalla figura 3.3
4. Il vero problema si riscontra quando si ha una sequenza consecutiva di date in cui la borsa dovrebbe essere chiusa, come nel caso dell'esempio riportato in figura 3.3. In una situazione di questo tipo si considera come indice di chiusura, lo stesso valore medio per tutta la sequenza. Però quando si va a calcolare il log rendimento, necessariamente per le date iniziali della sequenza il rendimento sarà nullo (facendo riferimento alla figura 3.3, per la data 13/04/2020 il rendimento è $\ln = 17590,025 / 17590,025 = 0$). Questo è un problema perché si vanno ad introdurre una serie di rendimenti nulli che però nella realtà non esistono, ciò potrebbe causare dei picchi anomali in corrispondenza dei rendimenti nulli a seconda del numero di valori introdotti artificialmente (o meglio, a seconda dal numero di sequenze consecutive di valori artificiali). È anche per questo motivo che si sceglie come misura di posizione per la distribuzione dei rendimenti la media aritmetica e non la moda, infatti quest'ultima risentirebbe sicuramente del picco anomalo riscontrato in corrispondenza dello 0%

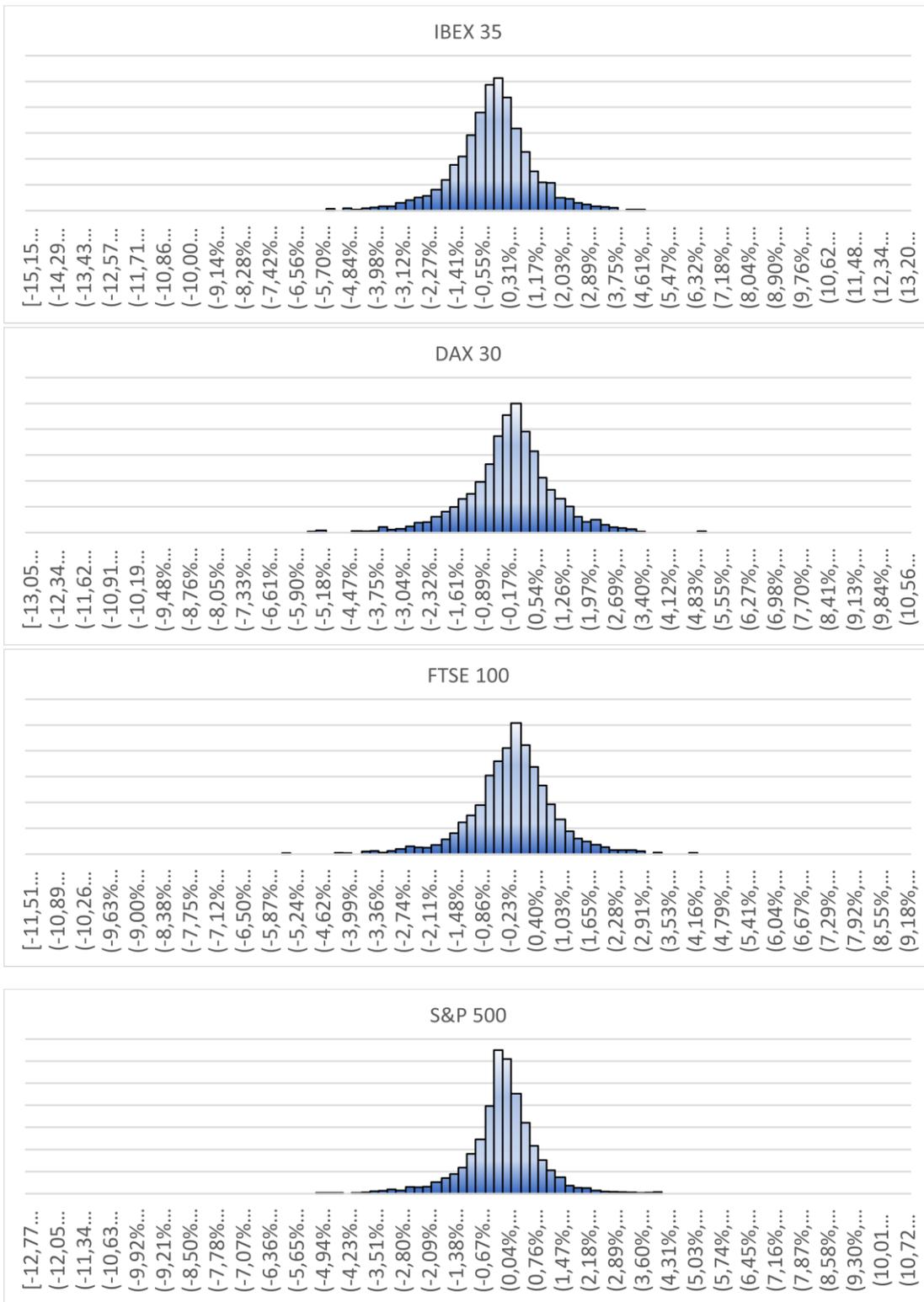
FTSEMIB				
date	close	log rend	close medio	log rend medio
15/04/2020	16719,07	-4,90%	16719,07	-4,90%
14/04/2020	17558,43	-0,36%	17558,43	-0,18%
13/04/2020	-	-	17590,025	0,00%
10/04/2020	-	-	17590,025	-0,18%
09/04/2020	17621,62	1,38%	17621,62	1,38%
08/04/2020	17380,82	-0,18%	17380,82	-0,18%
07/04/2020	17411,72	2,16%	17411,72	2,16%
media aritmetica		-0,38%		-0,27%
asimmetria		-1,4289		-1,6616

Figura 3.3 Esempio del calcolo dei log rendimenti medi e relativa distorsione per l'indice FTSE MIB

Detto questo però si deve anche notare che nel complesso si hanno più di 4000 osservazioni per ogni indice e di conseguenza la distorsione causata nella media è trascurabile (o meglio, dal confronto con la media dei rendimenti originari, la distorsione è visibile alla sesta cifra decimale e di conseguenza è ragionevolmente trascurabile). Per l'asimmetria misurata c'è effettivamente una distorsione visibile il cui effetto però non è prevedibile a priori. Infatti, da una parte, la distorsione causata dallo split del rendimento originario tende ad accentuare l'asimmetria (positiva o negativa a seconda del numero di rendimenti positivi o negativi splittati), ma dall'altra il picco di rendimenti nulli tende a concentrare la distribuzione nell'intorno del valore nullo e di conseguenza ad annullare in parte l'asimmetria. Tenendo conto di questi limiti si può passare a mostrare i risultati ottenuti.

Per prima sono stati calcolati gli istogrammi; questi sono stati ottenuti fissando, per semplicità di comparazione, il numero di classi a 100 (questo comporta che per ogni istogramma, si hanno ampiezza delle classi differenti, le quali in particolare variano da un minimo di 0.183% per SSE Composite Index ad un massimo di 0.34% per il FTSE MIB).





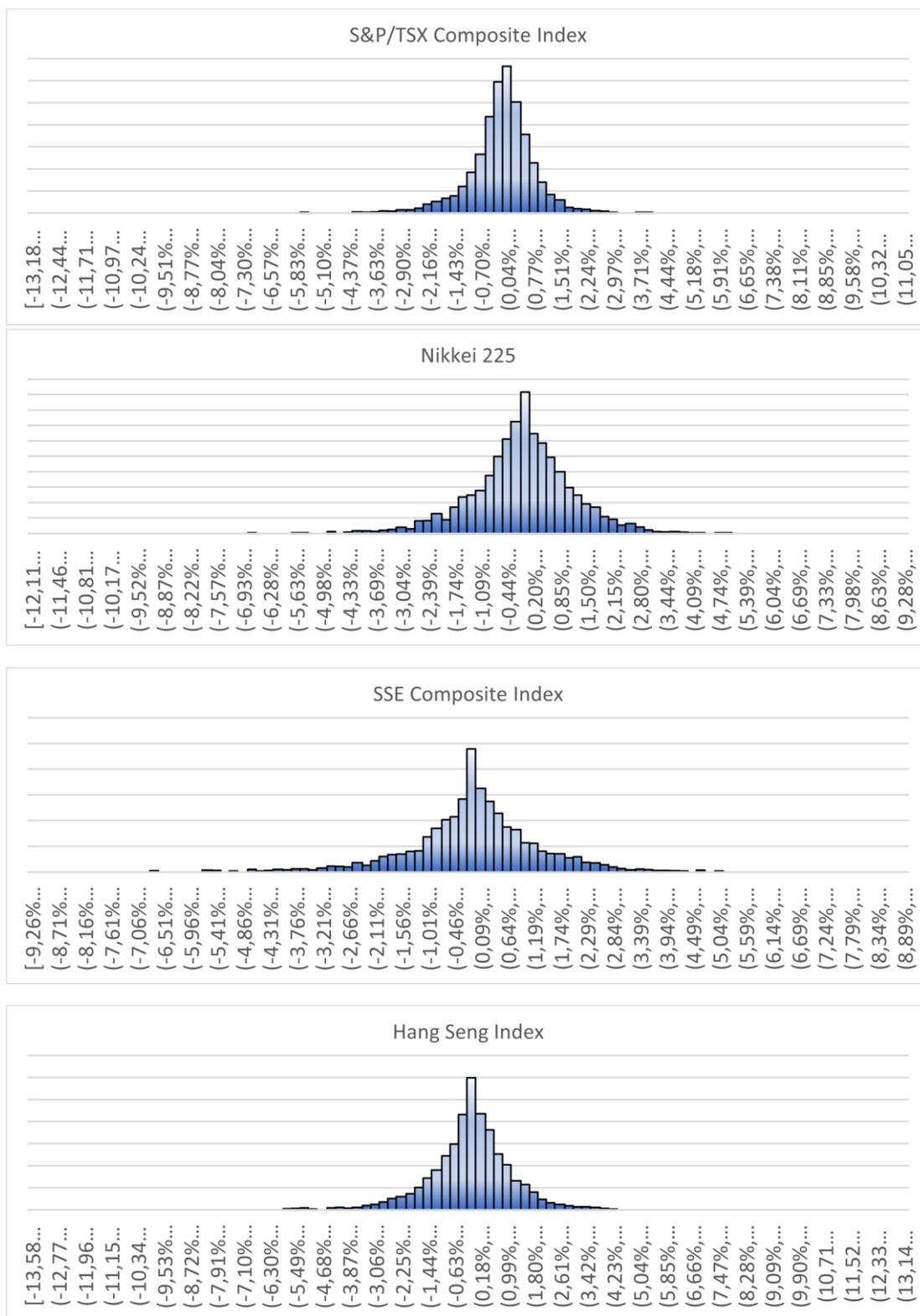


Figura 3.4 Istogrammi dei log-rendimenti dei dieci indici generali di borsa

Come si può notare in *figura 3.4*, per tutti gli indici, la distribuzione dei log-rendimenti sembrerebbe avere l'andamento di una normale con un picco nell'intorno dello 0%, il

quale è sicuramente accentuato dall'anomalia dei dati discussa prima. In ogni caso non basta sicuramente una valutazione grafica di questo tipo per individuare con certezza la forma della distribuzione, ma andando ad analizzare le statistiche descrittive si può avere un'idea più concreta.

Tabella 3.1 Principali statistiche descrittive calcolate per i dieci indici generali di borsa

	valuta	Media aritmetica	Varianza campionaria	Deviazione standard	Asimmetria
ftse 100	USD	0,03%	0,01%	1,22%	-0,57
FTSE-MIB	EUR	-0,01%	0,03%	1,60%	-0,69
FTSE100	GBP	0,00%	0,01%	1,15%	-0,43
CAC40	EUR	0,01%	0,02%	1,37%	-0,32
DAX30	EUR	0,03%	0,02%	1,34%	-0,25
IBEX35	EUR	-0,01%	0,02%	1,45%	-0,44
S&PTX Composite Index	CAD	0,01%	0,01%	1,11%	-1,23
NIKKEI225	JPY	0,02%	0,02%	1,41%	-0,67
Hang Seng	HKD	0,01%	0,02%	1,41%	-0,02
SSE Composite Index	CNY	0,02%	0,02%	1,54%	-0,56

	Curtosi	Numero osservazioni	Minimo	Massimo
ftse 100	14,99	4098	-12,77%	10,96%
FTSE-MIB	14,29	4098	-18,54%	15,50%
FTSE100	10,93	4098	-11,51%	9,38%
CAC40	8,77	4098	-13,10%	10,59%
DAX30	8,93	4098	-13,05%	10,80%
IBEX35	10,54	4098	-15,15%	13,48%
S&PTX Composite Index	20,86	4098	-13,18%	11,29%
NIKKEI225	7,83	4098	-12,11%	9,49%
Hang Seng	10,21	4098	-13,58%	13,41%
SSE Composite Index	5,05	4098	-9,26%	9,07%

In base alle statistiche descrittive riportate in *tabella 3.1* si possono fare le seguenti osservazioni. Guardando alla media aritmetica si nota come tutti gli indici hanno un rendimento medio nell'intorno dello 0%; solo FTSE MIB e IBEX 35 hanno rendimento in media negativo. Anche la variabilità dei rendimenti dei vari indici è paragonabile, dal momento che per la maggior parte degli indici si ha una varianza campionaria dei rendimenti pari a 0.02%; ancora una volta spicca l'indice FTSE MIB che con 0.03% ha la variabilità maggiore registrata, ciò è confermato anche dall'escursione tra il minimo e il massimo valore per il rendimento di quest'indice (rispettivamente -18.54% e 15.50%), sicuramente la massima escursione rilevata tra tutti gli indici. Passando ad analizzare gli indici di forma si evidenziano quelli che sono i problemi ben noti delle distribuzioni dei rendimenti, cioè il problema dell'asimmetria e della leptocurtosi. Tutti gli indici presentano un indice di asimmetria negativo, ad evidenziare che si tratta di distribuzioni con una coda di sinistra più lunga; degno di nota è comunque il rendimento dell'indice Hang Seng che presenta l'indice di asimmetria più prossimo allo zero (è quindi l'indice con la distribuzione dei rendimenti maggiormente simmetrica). Guardando invece all'indice di curtosi si può notare come tutti i rendimenti presentano in modo marcato il fenomeno della leptocurtosi, e cioè il fenomeno delle "code grasse".

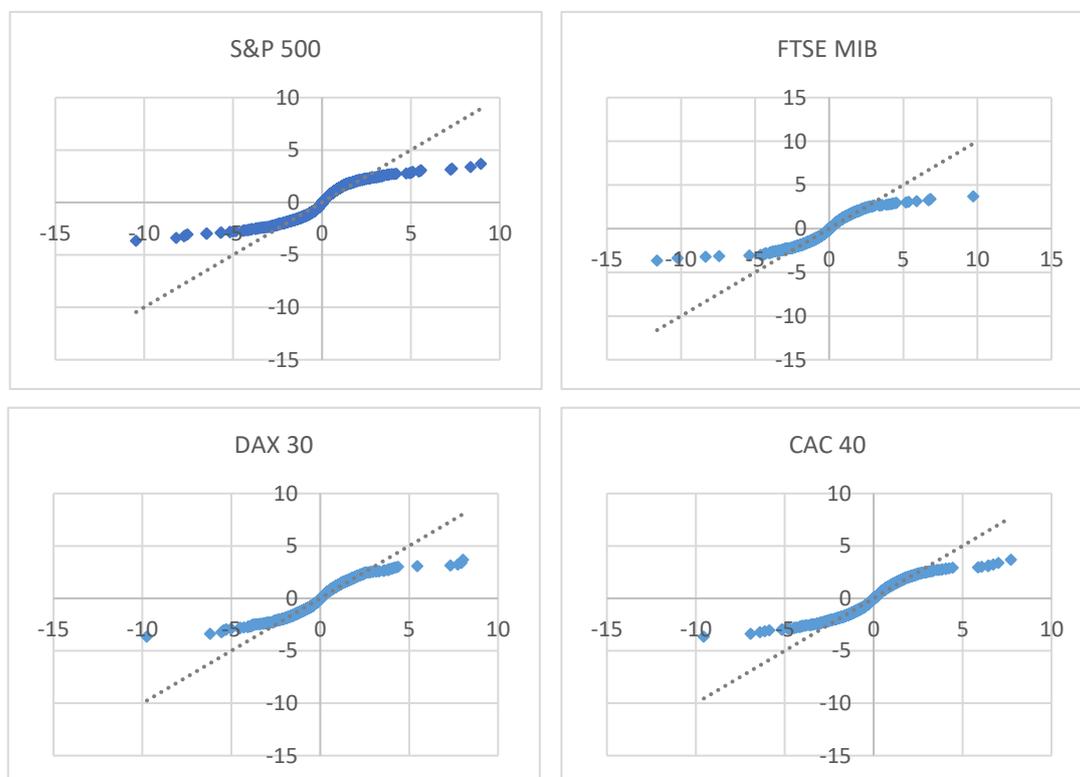
L'analisi delle statistiche descrittive mette in discussione la distribuzione normale dei rendimenti, ipotizzata con una prima analisi grafica degli istogrammi. La stessa

conclusione si deve trarre guardando ai risultati del test di Jarque-Bera in *tabella 3.2*; il test rigetta l'ipotesi nulla di normalità dei rendimenti, dato che il p-value è nullo per tutti gli indici analizzati.

Tabella 3.2 Risultati del test Jarque Bera per tutti gli indici di borsa considerati

	Jarque-Bera statistic	p-value
S&P 500	24772,47136	0
FTSE-MIB	22101,59561	0
FTSE100	10873,26175	0
CAC40	5755,270859	0
DAX30	6044,57878	0
IBEX35	9834,76124	0
S&PTSX Composite Index	55477,91951	0
NIKKEI225	4282,942995	0
Hang Seng	8883,626575	0
SSE Composite Index	929,2660604	0

Si sono calcolati anche i Q-Q plot in *figura 3.5* per rafforzare il risultato ottenuto dal test Jarque Bera. Con il Q-Q plot si confrontano i quantili della distribuzione empirica, quindi ottenuti dalla serie storica dei rendimenti, con i quantili di una distribuzione normale. È un modo grafico per confrontare le distribuzioni cumulate; nel caso in cui la distribuzione empirica dovesse essere effettivamente una normale allora il Q-Q plot sarebbe una bisettrice.



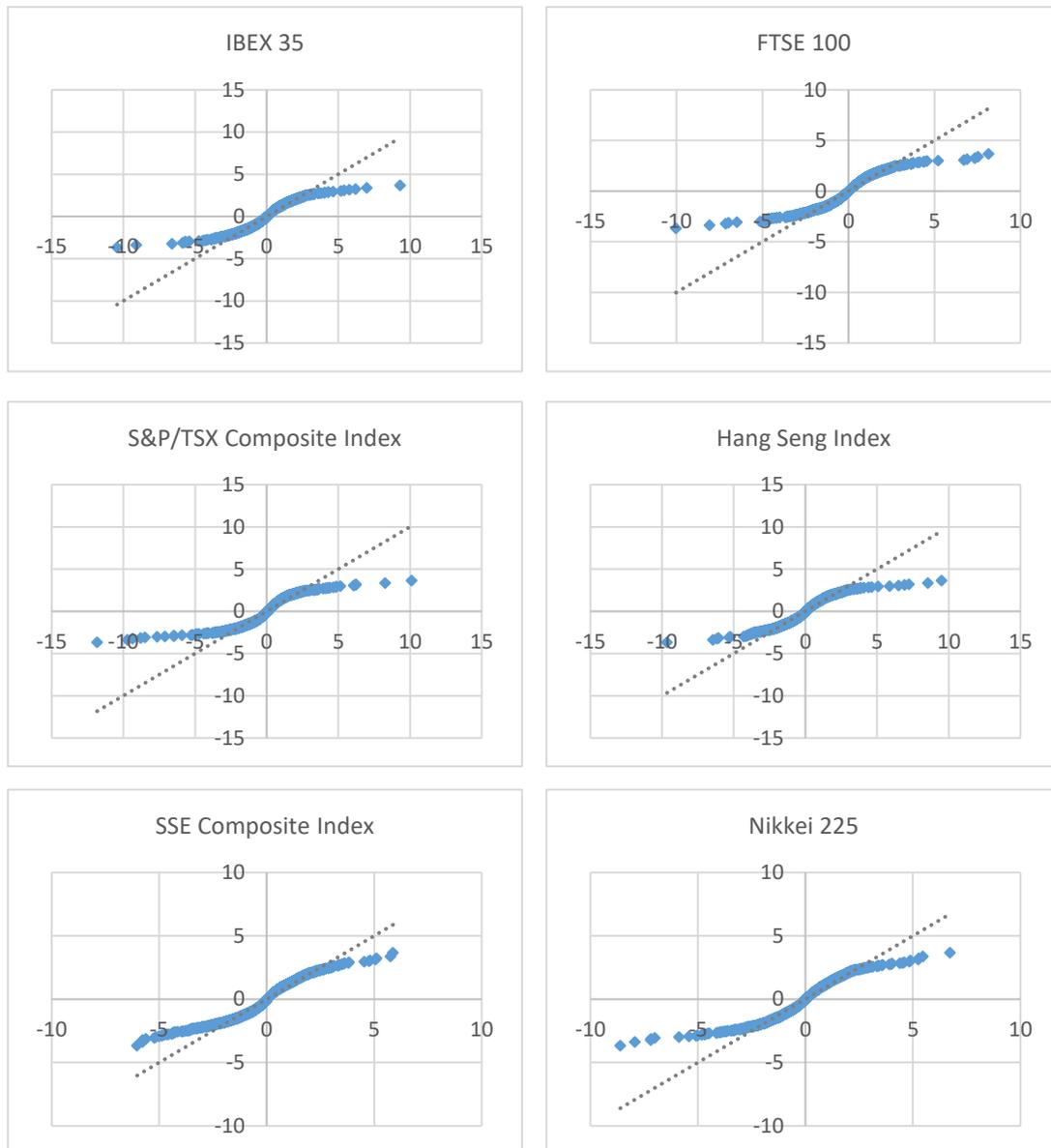


Figura 3.5 Q-Q plot calcolati per le serie storiche degli indici da 04/01/2005 a 30/09/2020

Cio che è interessante notare guardando ai Q-Q plot è che le due distribuzioni messe a confronto, cioè la distribuzione empirica e la distribuzione normale, differiscono principalmente nelle code (infatti si può osservare dai Q-Q plot che il grafico si discosta maggiormente dalla bisettrice alle sue estremità, quindi in corrispondenza di quantili piccoli e grandi); tale evidenza unita al fatto di aver stimato valori di curtosi particolarmente alti per le serie storiche analizzate, conferma il fatto che i campioni di rendimenti sono distribuiti secondo una *fat-tailed distribution*. Il test di normalità è stato effettuato per completezza, ma in realtà risulta più interessante in altri ambiti della finanza, come ad esempio nell'analisi dei rischi. I rendimenti distribuiti secondo una *fat-tailed distribution*, in linea di principio, non mette in crisi l'ipotesi di efficienza dei mercati.

4 Efficienza mercati

In questo capitolo si andrà a verificare l'efficienza dei dieci mercati presi in esame per questo elaborato. La verifica dell'efficienza dei mercati, e lo scenario di riferimento in cui collocare la successiva analisi dell'effetto contagio; cioè, riuscendo a dimostrare l'efficienza dei mercati, quanto meno in forma debole, si può concludere che eventuali inefficienze durate i periodi di crisi sono imputabili solo effetto contagio.

Il capitolo è così strutturato: nel primo paragrafo verranno fornite delle nozioni teoriche riguardo l'efficienza dei mercati, successivamente nel secondo paragrafo verranno presentati i metodi principali per studiare l'efficienza dei mercati, ed in fine tali metodi verranno utilizzati nel terzo paragrafo per studiare le serie storiche dei dieci mercati presi in esame.

4.1 Teoria sull'efficienza dei mercati

I mercati finanziari svolgono ruoli molto importanti nelle moderne economie, consentendo lo spostamento di redditi e ricchezze nel tempo e nello spazio. Tali spostamenti devono avvenire con la massima efficienza possibile. Quando si parla di efficienza dei mercati ci si può riferire a:

- Efficienza allocativa-funzionale: riguarda la capacità di trasferire le risorse finanziarie ed i rischi in modo da soddisfare in modo ottimale gli obiettivi dei diversi operatori. Cioè il mercato stabilisce il prezzo delle attività che riflette il loro contenuto di rischio e i flussi di rendimento attesi (fundamental-valuation efficiency).
- Efficienza tecnico-operativa: riguarda la capacità del mercato di funzionare con il minimo livello dei costi di transazione e in tempi brevi
- Efficienza informativa: corrisponde alla capacità del mercato di raccogliere, elaborare e diffondere le informazioni rilevanti per gli operatori che devono decidere gli scambi. In tale mercato è impossibile guadagnare sugli scambi decisi sulla base di informazioni pubblicamente disponibili.

Dal punto di vista della teoria economica generale il concetto di efficienza si identifica con quello di concorrenza perfetta, ma dal punto di vista dell'economia finanziaria si fa riferimento al concetto di informazione perfetta (efficienza informativa). In quest'ultima visione il ruolo dei prezzi è quello di aggregare le varie informazioni, disperse tra i vari operatori nel modo più efficiente possibile. Ed è proprio tramite lo studio dei prezzi e dei rendimenti azionari che si può indagare l'efficienza informativa del mercato. Analisi teoriche ed econometriche hanno dimostrato come in un mercato efficiente i prezzi si muovono in modo casuale. Infatti, i prezzi si modificano solo in base alle nuove informazioni, ma queste si manifestano in sequenza casuale, e quindi anche i prezzi devono variare in maniera casuale.

La più famosa definizione di mercato finanziario efficiente è stata formalizzata da Eugene Fama nel 1970: *un mercato finanziario è efficiente se i prezzi riflettono sempre pienamente le informazioni disponibili.*

Analizzando attentamente la definizione di E. Fama si notano due concetti fondamentali, informazione “pienamente incorporata” e “informazione disponibile”. Dimostrare empiricamente la definizione di Fama significa andare a verificare l'esistenza di questi due concetti, ma per fare ciò si deve passare attraverso il concetto di *excess returns* (ε_{t+1}):

$$\varepsilon_{t+1} = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} - \frac{E(P_{t+1}|\Phi_t) - P_t}{P_t} = \frac{P_{t+1} - E(P_{t+1}|\Phi_t)}{P_t}$$

$$\varepsilon_{t+1} = r_{t+1} - E(r_{t+1}|\Phi_t)$$

dove Φ_t indica l'insieme delle informazioni disponibili agli operatori al tempo t .

Se Φ_t è pienamente incluso nei prezzi attesi allora è impossibile progettare una strategia di investimento finanziario che abbia un excess return atteso maggiore di zero. Se Φ_t contiene informazioni su come ottenere un rendimento in eccesso in $t+1$ allora tale informazione è già incorporata nel prezzo P_t .

E. Fama ha formalizzato il concetto di “pienamente incorporato” in tre modi differenti:

- Modello Fair-Game: con tale approccio l'aspettativa sul rendimento atteso in eccesso ε_{t+1} è nullo

$$E(r_{t+1}|\Phi_t) = 0$$

Il che implica che l'informazione contenuta in Φ_t non è utile a generare rendimenti attesi in eccesso sistematicamente positivi.

- Modello Martingala¹⁹: l'uso efficiente dell'informazione implica che deve valere la seguente relazione

$$E(P_{t+1}|\Phi_t) = P_t \times (1 + E(r_{t+1}|\Phi_t))$$

$$P_t = \frac{E(P_{t+1}|\Phi_t)}{(1 + E(r_{t+1}|\Phi_t))}$$

Quindi il prezzo corrente corrisponde al valore attuale del futuro prezzo atteso, scontato per il tasso di rendimento atteso congruo per il rischio.

Si noti come con questi primi due metodi si fa riferimento solo al valore atteso del rendimento, ignorando quindi tutti gli altri momenti della distribuzione. Con l'approccio che segue invece si considera l'intera distribuzione dei rendimenti.

¹⁹ Nella teoria della probabilità una Martingala è un processo stocastico X_t per il quale vale la proprietà $E(X_{t+1}|X_0, \dots, X_t) = X_t$, quindi per il quale il valore atteso futuro, condizionato all'informazione passata, è uguale al suo valore corrente. Il più noto esempio di martingala è il moto browniano.

- Modello Random Walk²⁰: per un processo *random walk* la conoscenza degli stati passati in cui si è trovato il sistema non è utile a predire l'evoluzione futura, cioè un modello *random walk* non può essere utilizzato come modello di previsione²¹. Questo da un punto di vista dei prezzi e dei rendimenti azionari, significa che conoscere prezzi e rendimenti passati non è utile a predire i prezzi e i rendimenti futuri.

Facendo invece riferimento al concetto di “informazione disponibile” E. Fama ha teorizzato tre forme di efficienze di mercato:

- Forma debole: l'informazione è limitata alla serie storica dei prezzi azionari passati, che è il dato più diffuso e facilmente reperibile
- Forma semi-forte: l'informazione contenuta nei prezzi si compone non solo dell'informazione disponibile dalle serie storiche dei prezzi stessi ma anche ogni altra informazione pubblica
- Forma forte: l'informazione comprende tutti i dati anche quelli non pubblicamente disponibile

L'obiettivo di questo capitolo è dimostrare *l'efficienza in forma debole* dei dieci principali mercati azionari scelti, andando ad applicare il concetto di *Random Walk*²².

4.2 Verifica efficienza dei mercati

Si va a dimostrare l'efficienza in forma debole dei mercati dimostrando che i prezzi seguono un *random walk*. Quello che si farà è sostanzialmente uno studio della serie storica dei *log-prezzi*, dove una parte integrante di tale studio sarà l'analisi dell'auto-correlazione; tale analisi sarà fatta sia in forma grafica con l'ausilio dei correlogrammi, sia in forma quantitativa con l'ausilio del test statistico Ljung Box. Un processo random walk è un processo a *radice unitaria*, è quindi per definizione è un processo casuale la cui differenza prima è stazionaria²³; conseguentemente il metodo principale per dimostrare che i log-prezzi seguono un random walk, e quindi per dimostrare l'efficienza in forma debole dei mercati, saranno i test di radice unitaria, dove tra i tanti si è scelto Augmented Dickey-Fuller test.

4.2.1 Correlogramma

L'auto-correlogramma è sostanzialmente la rappresentazione grafica della funzione di auto-correlazione di una serie storica. La funzione di autocorrelazione viene ottenuta

²⁰ Una Random Walk ha la proprietà di essere una Martingala, con una sequenza di v.c. iid, ma non vale il viceversa.

²¹ La dimostrazione che un modello *random walk* non può essere utilizzato come modello di previsione viene fornita nell'Appendice A.

²² Alcuni dei concetti teorici, che in questo capitolo vengono dati per assodati, sono richiamati nell'APPENDICE A

²³ Più nello specifico la differenza prima di un processo random walk è *white noise*, cioè un processo *i.i.d.* con media e varianza finita

andando a stimare gli indici di correlazione di Pearson, calcolati con diversi ritardi (*lag*) temporali

$$\hat{\rho}_h = \frac{\sum_{t=H+1}^T (x_t - \bar{x})(x_{t-h} - \bar{x})}{\sum_{t=H+1}^T (x_t - \bar{x})^2}$$

dove h rappresenta il lag i -esimo, H il numero massimo di lag considerato, T il numero complessivo di osservazioni, e \bar{x} la media campionaria calcolata dal tempo zero al tempo $T-h$. Facendo variare h si possono stimare tutti i coefficienti $\hat{\rho}_h$ che compongono la funzione di autocorrelazione.

In base al valore di $\hat{\rho}_h$ si possono fare delle asserzioni sul grado di autocorrelazione nella serie storica, per un dato lag temporale; in particolare se:

- $0 < |\hat{\rho}_h| < 0.3$ si ha correlazione forte
- $0.3 < |\hat{\rho}_h| < 0.7$ si ha correlazione moderata
- $|\hat{\rho}_h| > 0.7$ si ha correlazione forte

Se si plottano su di un grafico i $\hat{\rho}_h$ si ottengono i correlogrammi.

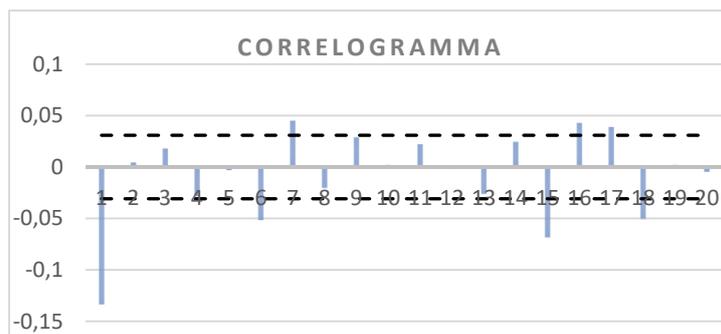


Figura 4.1 Esempio di Correlogramma; le linee tratteggiate rappresentano le bande di confidenza

Come si può vedere nella *Figura 4.1*, nel correlogramma spesso vengono riportate delle bande di confidenza. Nel caso in cui la serie analizzata fosse white noise, l'autocorrelazione sarebbe nulla e la distribuzione asintotica della stima $\sqrt{n}\hat{\rho}_h$, sarebbe una normale con media nulla e varianza pari ad uno; quindi nel caso di autocorrelazione nulla, $\hat{\rho}_h$ cade nell'intervallo $[-z_{1-\alpha/2}/\sqrt{n}, z_{1-\alpha/2}/\sqrt{n}]$. In altre parole, i valori $\hat{\rho}_h$ che cadono al di fuori dell'intervallo di confidenza sono significativamente diversi da zero, per un certo livello di significatività α .

L'utilizzo dei correlogrammi può essere utile per individuare a priori delle caratteristiche della serie analizzata.

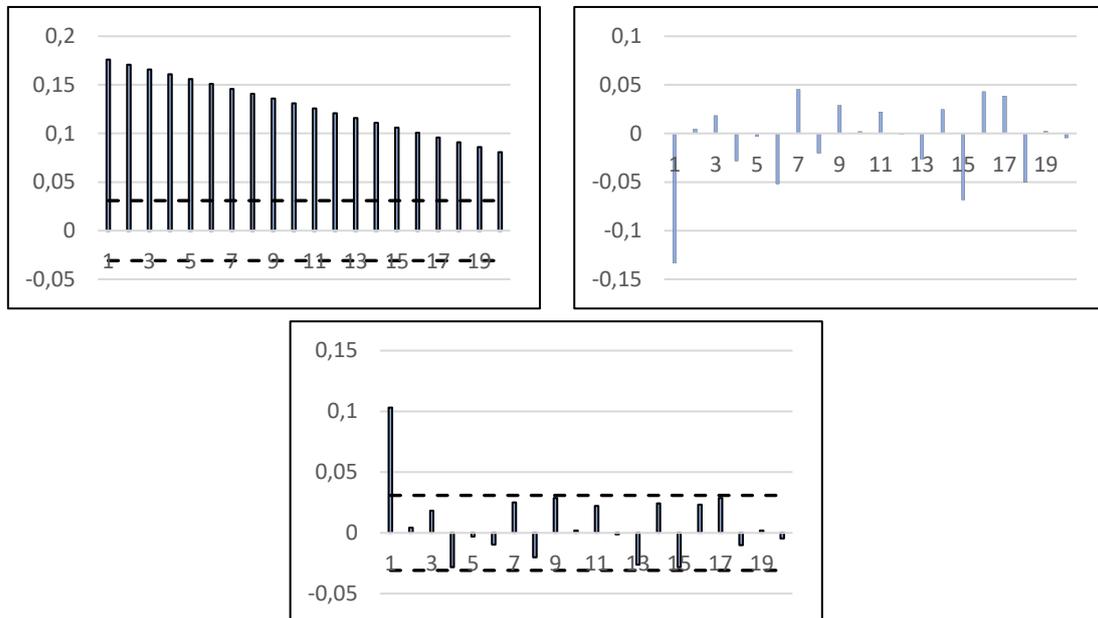


Figura 4.2 Alcuni esempi particolari di correlogrammi

Nella Figura 4.2 sono riportati alcuni esempi di correlogrammi in cui si possono notare delle chiare caratteristiche delle serie storiche delle quali sono ottenuti. Ad esempio, guardando al correlogramma di sinistra si nota come i valori $\hat{\rho}_h$ sono tutti positivi e fuori dall'intervallo di fiducia, il che indica sicuramente una forte auto-correlazione nei dati analizzati, ma si nota anche che $\hat{\rho}_h$ sono decrescenti all'aumentare del lag considerato il che potrebbe essere un indicatore della presenza di un *trend* nella serie analizzata. Oppure guardando al correlogramma nel mezzo, si nota come i valori positivi e negativi di $\hat{\rho}_h$ si alternano con una cadenza ciclica, il che potrebbe indicare la presenza di una *componente stagionale* nei dati di origine. In fine nel correlogramma di destra si può notare come tutti i valori $\hat{\rho}_h$ oscillano nella banda di confidenza, il che indica che i dati analizzati non sono correlati e che quindi prevale una *componente stocastica*. Questi erano solo alcuni esempi per spiegare l'utilità dei correlogrammi nel predire alcuni comportamenti delle serie storiche.

4.2.2 Ljung Box test

Le semplici funzioni di autocorrelazione (ACF) permettono solo un'analisi qualitativa dell'autocorrelazione di una serie temporale. Uno strumento statistico, che permette un'analisi quantitativa è il *Ljung Box Test*. Tale test consiste nell'andare a verificare la significatività dei coefficienti di correlazione calcolati con diversi lag temporali. L'ipotesi nulla è

$$\begin{cases} H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0 \\ H_1: \rho_i \neq 0 \text{ per } 0 \leq i \leq m \end{cases}$$

dove m è il massimo *lag* considerato per calcolare il coefficiente di autocorrelazione. La scelta di m può chiaramente influire sull'esito del test; solitamente dato un campione di grandezza N si sceglie $m \approx \ln(N)$. Si vuole osservare come basti che anche un solo coefficiente di correlazione, calcolato con *lag* i -esimo, sia significativamente diverso da zero per rigettare l'ipotesi nulla dell'assenza di autocorrelazione nella serie temporale analizzata.

La statistica del test è

$$Q(m) = N(N+2) \sum_{h=1}^H \frac{\hat{\rho}_h^2}{N-h}$$

dove $\hat{\rho}_h$ è la stima del coefficiente di correlazione per il *lag* h -esimo. Sotto l'ipotesi nulla H_0 , $Q(H)$ segue asintoticamente una χ_H^2 . Per un fissato livello di significatività α , la regione critica per il rifiuto dell'ipotesi nulla è

$$Q(m) > \chi_{1-\alpha, H}^2$$

4.2.3 Unit root test

Gli *unit root test* vengono utilizzati per testare se una serie è *difference-stationary* (ipotesi nulla) o se è *trend-stationary* (ipotesi alternativa)²⁴.

Per capire la logica del *unit root test* si può partire da un modello *difference-stationary*, come ad esempio *random walk with drift*

$$Y_t = \delta_0 + Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

e da un modello *trend-stationary*, ad esempio un semplice modello con trend lineare

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varepsilon_t$$

dove ε_t è un *white noise*, con media nulla e varianza nota, per entrambi i modelli. Partendo da questi due modelli si può pesare di combinarli tra di loro considerando il seguente modello congiunto

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + v_t$$

con

$$v_t = \phi v_{t-1} + \varepsilon_t$$

Con le opportune trasformazioni si ottiene

²⁴ Un processo **trend-stationary** è un processo stocastico dal quale può essere rimosso un trend (che sia funzione unicamente del tempo), ottenendo così un processo stazionario; invece il processo è **difference-stationary** se richiede una *differenziazione*. Dove per differenziazione si intende il calcolo delle differenze tra osservazioni successive. Un'espressione comune per indicare un processo *difference-stationary* è **I(1)** (che si legge **integrato di ordine uno**) ad indicare il fatto che il processo deve essere differenziato una volta per risultare stazionario. In generale si definisce **I(d)** un processo la cui differenza d -esima è stazionaria.

$$\begin{aligned}
Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 t + \phi v_{t-1} + \varepsilon_t \\
&= \alpha_0 + \alpha_1 t + \phi(Y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1(t-1)) + \varepsilon_t \\
&= \alpha_0(1 - \phi) + \alpha_1 \phi + \alpha_1(1 - \phi)t + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t
\end{aligned}$$

Guardando all'ultima forma del modello si capisce come solo se $\phi = 1$ si ha un *random walk con drift*, se invece $|\phi| < 1$ allora il processo ha chiaramente un trend lineare. In questo caso per semplicità si è considerato che il modello di partenza abbia come parte deterministica, un semplice trend lineare di primo grado, però si possono ripetere gli stessi ragionamenti considerando una qualsiasi funzione polinomiale di grado k (i cui parametri dipendono da ϕ) giungendo alla medesima conclusione: testare se il modello è *difference-stationary* equivale a testare se $\phi = 1$. Questa tipologia di test prende il nome di *unit root test*.

Ci sono diverse tipologie di *unit root test*, ma quello più comune è *Dickey-Fuller test*.

4.2.3.1 DICKEY-FULLER TEST

Partendo da un processo autoregressivo del primo ordine Y_t

$$Y_t = \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

vale per definizione la relazione:

$$\Delta Y_t = \varphi Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove ε_t è un *white noise* e $\varphi = (1 - \phi) = 0$, in modo tale che solo se $\varphi < 0$ il processo è stazionario. Viceversa, se $\varphi = 0$ si ha un processo a radice unitaria.

L'equazione scritta sopra può essere vista come un modello di regressione, quindi il test della radice unitaria non è altro che un test t di significatività del parametro φ , basato sulla statistica

$$t_\varphi = \frac{\hat{\varphi}}{\sqrt{\widehat{Var}(\hat{\varphi})}}$$

dove $\hat{\varphi}$ e $\sqrt{\widehat{Var}(\hat{\varphi})}$ sono delle stime ottenute con il metodo dei minimi quadrati. Il test in questo caso avrebbe come ipotesi nulla la non stazionarietà del processo (se $\varphi = 0$ allora $\phi = 1$) e come ipotesi alternativa la stazionarietà (se $\varphi < 0$ allora $\phi < 1$).

Occorre fare una prima osservazione riguardo alla distribuzione della statistica t . Sotto l'ipotesi nulla, per la distribuzione asintotica della statistica t non esiste un'espressione compatta né per la funzione di densità né per la funzione di ripartizione. I quantili di questa distribuzione vanno calcolati con la simulazione numerica, ed i primi a farlo furono Dickey e Fuller. Per questo motivo il test è noto come *standard Dickey-Fuller (DF) test*. Ciò vuol dire che la statistica del test deve essere confrontata con appositi valori tabulati (chiaramente si rifiuterà l'ipotesi nulla nel momento in cui il valore della statistica del test t_φ sia minore del valore critico, scelto per un determinato livello di significatività).

Fino ad ora si è visto il caso di un *puro random walk*, cioè senza drift. Ma nel caso in cui un drift sia effettivamente presente nel processo che ha generato la serie in esame, questo deve essere considerato anche nella regressione usata per calcolare il test. Per gli scopi di questo trattato, oltre al drift può essere utile andare a verificare la presenza di un trend. Ricapitolando i modelli di regressione utilizzati sono il puro random walk, random walk con drift, e random walk con drift e trend temporale, di seguito presentati con una notazione più affine agli scopi di questo elaborato (P_t rappresenta la serie di log-prezzi degli indici presi in considerazione, e ΔP_t la rispettiva differenza prima, che corrisponde al log-rendimento)

$$\begin{aligned}\Delta P_t &= \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t \\ \Delta P_t &= \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t \\ \Delta P_t &= \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

dove α_0 , α_1 e φ sono i coefficienti della regressione da stimare con il metodo OLS. L'ipotesi nulla rimane la stessa per tutti e tre i modelli, cioè l'obiettivo è testare che $\varphi = 0$, ma esisterà uno specifico valore tabulato con cui confrontare la statistica t_φ a seconda del modello di regressione utilizzato. Se è vero che l'ipotesi nulla rimane la stessa, cioè l'ipotesi di un random walk, a seconda dell'utilizzo del primo, del secondo o del terzo modello di regressione, l'ipotesi alternativa sarà rispettivamente di processo stazionario, di processo stazionario con drift, e di processo stazionario con drift e trend.

A questo punto occorre fare un'ultima importante osservazione; le serie finanziarie sono ben rappresentate da un processo AR(p), e quindi ε_t può essere caratterizzato da memoria di breve periodo. Occorre fare in modo che la distribuzione del test non sia influenzata dalla correlazione insita in ε_t . Il modo per fare ciò è quello di considerare che ΔP_t sia approssimato da un processo AR(p), con un p abbastanza grande. Supponendo di partire da un modello AR(p) del tipo

$$P_t = \varphi_1 P_{t-1} + \dots + \varphi_p P_{t-p} + \varepsilon_t$$

E si suppone che ε_t sia un white noise, cioè che il periodo p sia tale che l'eventuale autocorrelazione sia completamente catturata dalla parte autoregressiva. Sfruttando la relazione

$P_{t-k} = P_{t-1} - \sum_{i=1}^{k-1} \Delta P_{t-i}$, i tre modelli di regressione possono essere riscritti come segue:

$$\begin{aligned}\Delta P_t &= \varphi P_{t-1} + \sum_{i=1}^q (\rho_i \Delta P_{t-i}) + \varepsilon_t \\ \Delta P_t &= \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \sum_{i=1}^q (\rho_i \Delta P_{t-i}) + \varepsilon_t \\ \Delta P_t &= \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \sum_{i=1}^q (\rho_i \Delta P_{t-i}) + \varepsilon_t\end{aligned}$$

dove $\varphi = (\varphi_1 + \dots + \varphi_p) - 1$ e $\rho_i = -(\varphi_{i+1} + \dots + \varphi_p)$. In questo caso il test prende il nome di *Augmented Dickey-Fuller (ADF) test*. Se il valore di p è abbastanza alto, la distribuzione della statistica del test ADF è la stessa della statistica del test DF.

La scelta del parametro p adeguato è un problema rilevante nell'applicazione del ADF test. In termini pratici, il parametro p deve essere abbastanza grande da garantire che ε_t sia white noise. Sono noti alla letteratura econometrica numerosi metodi per ricavare il parametro p , tra cui i cosiddetti *criteri di informazione*, come ad esempio il criterio BIC o AIC. In questa sede però si utilizzerà una procedura empirica proposta da Ng & Perron (1995):

Per prima cosa si fissa un valore p_{max} per p , e si stima il modello di regressione con $p = p_{max}$. Quindi si va ad effettuare un test di significatività per il coefficiente della p -esima differenza ΔP_{t-p} . Se il valore assoluto della statistica è più grande di 1.6, si utilizzerà $p = p_{max}$ nell'ADF test. In caso contrario, si accetta l'ipotesi nulla che il coefficiente della p -esima differenza ΔP_{t-p} sia trascurabile, e quindi si riduce p di un lag e si ripetono i passaggi sopra citati. Chiaramente ci si ferma quando si trova il primo coefficiente significativo. Schwert (1989) suggerisce la seguente regola pratica per individuare p_{max} :

$$p_{max} = \left\lceil 12 \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^{1/4} \right\rceil$$

4.3 Risultati verifica efficienza dei mercati

Un buon punto di partenza nell'analisi delle serie storiche è lo studio dell'autocorrelazione, primo perché può dare delle indicazioni su quello che è il processo alla base della serie storica e poi perché è propedeutica per i successivi test statistici.

Si fa una prima analisi grafica andando a calcolare i correlogrammi dei log-prezzi per ogni indice. Come massimo lag si è detto che bisognerebbe considerare $m \approx \ln(N)$, che considerando $N = 4098$, corrisponderebbe a $m = 8$; dal momento che i coefficienti di autocorrelazione calcolati con i primi 8 lag sono molto grandi, si è ritenuto più opportuno considerare un lag massimo m , maggiore di 8. Si è scelto $m = 20$ come suggerito da diverse letterature.

Per ogni lag si va a calcolare il coefficiente di auto-correlazione. Ottenuti i coefficienti di autocorrelazione per ogni lag, li si plottano su di un grafico, ottenendo così gli auto-correlogrammi. Come detto altre volte, gran parte dei calcoli sono fatti con Excel; per chiarezza espositiva viene riportato di seguito la formula con cui Excel calcola il coefficiente di correlazione (che in realtà corrisponde *all'indice di correlazione di Pearson*):

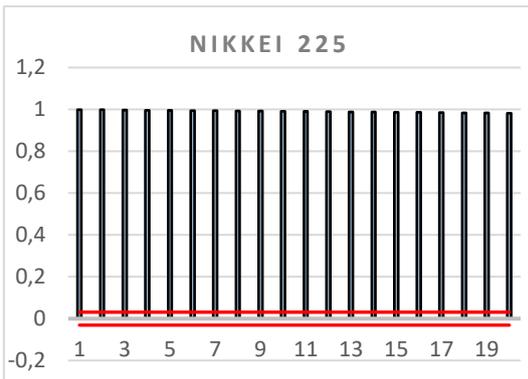
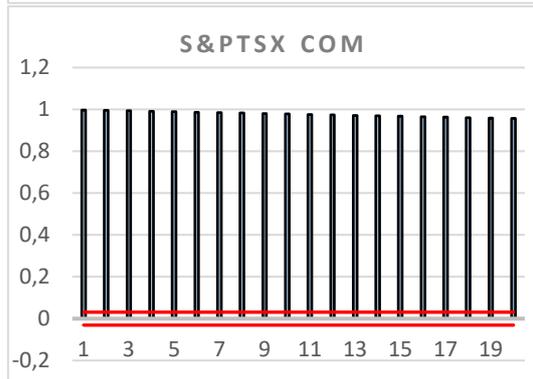
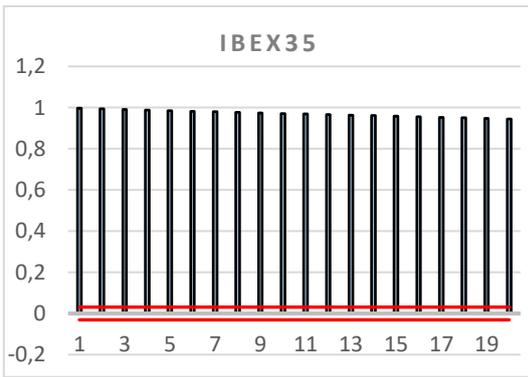
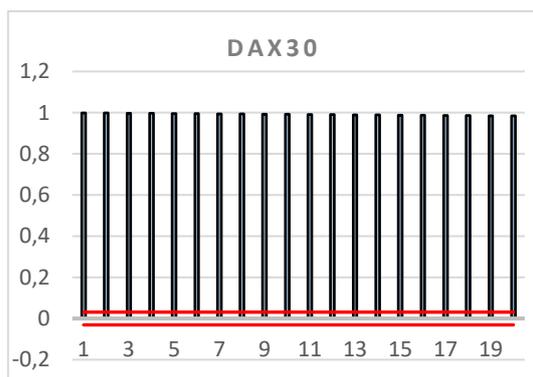
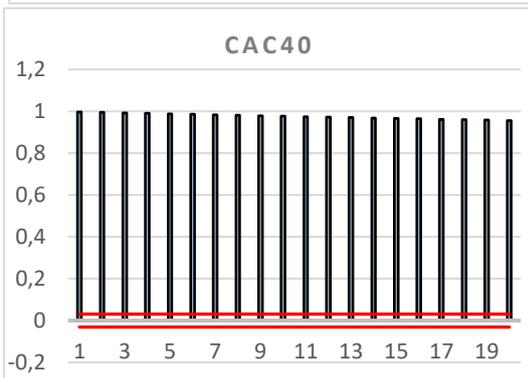
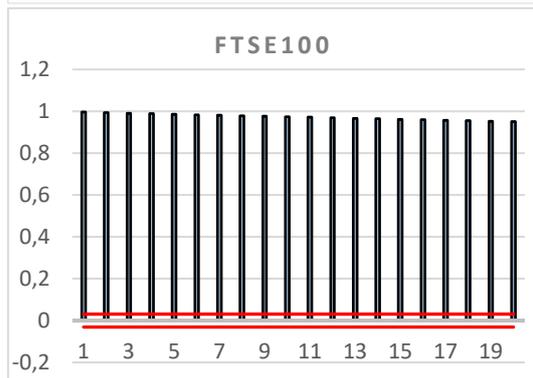
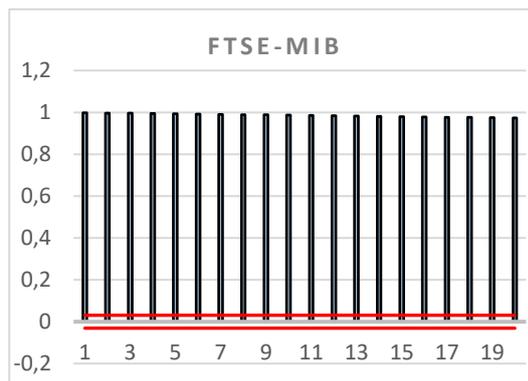
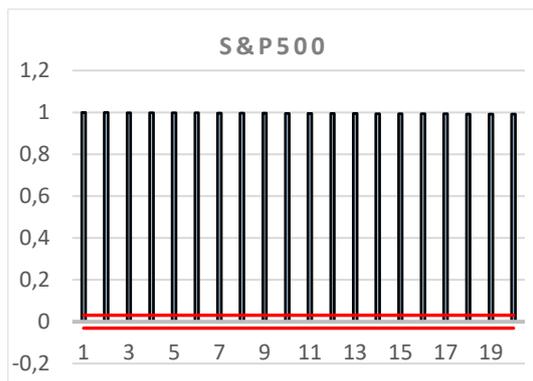
$$\hat{\rho}_h = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

dove h rappresenta il lag, e $y = x_{t-h}$. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

Tabella 4.1 In tabella si riportano i coefficienti di autocorrelazione dei log-prezzi, calcolati fino ad un massimo lag di 20

lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S&P 500	0,99943	0,99900	0,99858	0,99813	0,99771	0,99730	0,99695	0,99654	0,99616	0,99574
FTSE MIB	0,99853	0,99723	0,99591	0,99462	0,99329	0,99208	0,99083	0,98953	0,98820	0,98687
FTSE 100	0,99698	0,99414	0,99150	0,98908	0,98638	0,98388	0,98168	0,97917	0,97674	0,97430
CAC 40	0,99730	0,99476	0,99231	0,99003	0,98761	0,98545	0,98339	0,98111	0,97888	0,97678
DAX 30	0,99920	0,99840	0,99760	0,99683	0,99603	0,99527	0,99452	0,99373	0,99300	0,99226
IBEX 35	0,99690	0,99374	0,99065	0,98778	0,98492	0,98230	0,97975	0,97705	0,97445	0,97180
S&P/TSX	0,99757	0,99547	0,99341	0,99120	0,98883	0,98661	0,98481	0,98260	0,98040	0,97820
Nikkei 225	0,99905	0,99812	0,99716	0,99628	0,99540	0,99452	0,99365	0,99280	0,99196	0,99113
Hang Seng Index	0,99765	0,99541	0,99308	0,99079	0,98864	0,98656	0,98457	0,98251	0,98033	0,97819
SSE comp. Index	0,99893	0,99781	0,99673	0,99557	0,99430	0,99303	0,99187	0,99065	0,98938	0,98808

lag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S&P 500	0,99533	0,99488	0,99444	0,99402	0,99358	0,99322	0,99281	0,99235	0,99195	0,99154
FTSE MIB	0,98556	0,98426	0,98289	0,98155	0,98018	0,97889	0,97743	0,97593	0,97451	0,97312
FTSE 100	0,97180	0,96935	0,96686	0,96458	0,96221	0,96006	0,95776	0,95535	0,95315	0,95102
CAC 40	0,97474	0,97272	0,97062	0,96864	0,96661	0,96468	0,96252	0,96025	0,95813	0,95610
DAX 30	0,99149	0,99071	0,98993	0,98917	0,98840	0,98765	0,98687	0,98605	0,98532	0,98458
IBEX 35	0,96925	0,96668	0,96398	0,96123	0,95845	0,95587	0,95310	0,95017	0,94736	0,94451
S&P/TSX	0,97595	0,97362	0,97147	0,96954	0,96733	0,96527	0,96314	0,96089	0,95878	0,95676
Nikkei 225	0,99026	0,98939	0,98852	0,98762	0,98671	0,98577	0,98483	0,98389	0,98298	0,98205
Hang Seng Index	0,97617	0,97424	0,97238	0,97024	0,96823	0,96622	0,96411	0,96194	0,95979	0,95762
SSE comp. Index	0,98675	0,98541	0,98409	0,98263	0,98122	0,97979	0,97829	0,97681	0,97531	0,97387



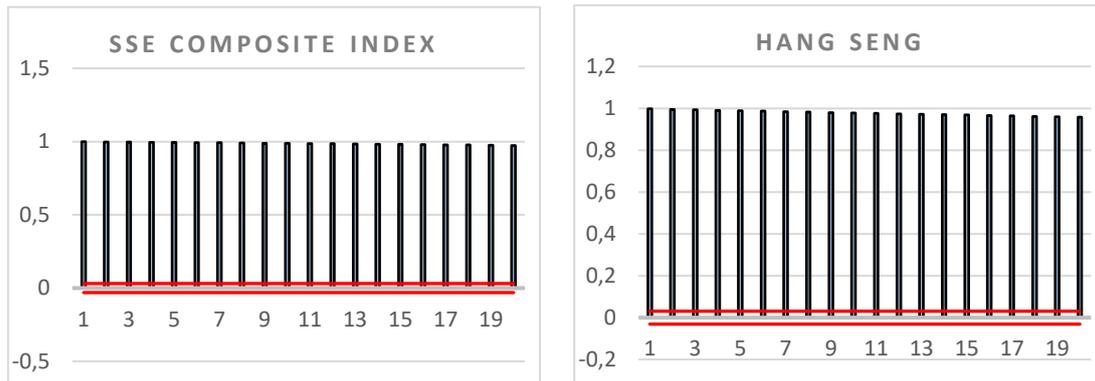


Figura 4.3 Si riportano in figura gli auto-correlogrammi dei log-prezzi; in rosso sono riportati gli intervalli $[-z_{1-\alpha/2}/\sqrt{n}, z_{1-\alpha/2}/\sqrt{n}]$ in cui cade ρ_h se la serie è white noise. Scegliendo un valore di $\alpha = 0,05$, a cui corrisponde $z_{1-\alpha/2} = 1,96$ e considerando $n = 4032$, l'intervallo diventa $[-0,030867; 0,030867]$; se un dato valore stimato per un coefficiente di autocorrelazione dovesse finire fuori dall'intervallo allora tale stima è significativamente diversa da zero.

Guardando alla Figura 4.2 si può vedere come i coefficienti di autocorrelazione di Pearson siano tutti maggiori di 0,7 il che indica una forte auto-correlazione nei log-prezzi, almeno fino al lag 20. Si può verificare lo stesso pattern per tutti gli indici. Si hanno coefficienti di correlazione tutti positivi il cui valore diminuisce al crescere del lag, il che vuole suggerire che si è in presenza di serie storiche caratterizzate da memoria nei dati; il valore che assume oggi il log-prezzo dipende da quello che ha assunto nelle osservazioni precedenti. La presenza di una forte autocorrelazione nei dati sembrerebbe confermata anche dagli auto-correlogrammi in Figura 4.3; come si può vedere in figura, i coefficienti di correlazione sono significativamente diversi da zero dal momento che sono nettamente al di fuori dell'intervallo di accettazione $[-0,030867; 0,030867]$.

Anche se i risultati appena ottenuti non sembrano lasciare dubbi sulla presenza di una forte autocorrelazione nei dati, sono pur sempre ragionamenti qualitativi, quindi si procede anche con un test statistico per dare concretezza al risultato. Come già anticipato nei paragrafi precedenti per testare la presenza di autocorrelazione si utilizza il test di Ljung-Box.

Tabella 4.2 i risultati del test Ljung-Box calcolato per un lag massimo di 20

	Ljung Box Q-Stat	$\chi_{1-\alpha,m}^2$
S&P500	81469,74143	31,41043284
FTSE-MIB	78656,02253	31,41043284
FTSE100	76641,52375	31,41043284
CAC40	77084,99801	31,41043284
DAX30	79578,21471	31,41043284
IBEX35	76204,40828	31,41043284
S&PTX Com	77236,98966	31,41043284
NIKKEI225	79378,77458	31,41043284
Hang Seng	77290,00082	31,41043284
SSE COMPOSITE INDEX	78808,447	31,41043284

Dal momento che la statistica del test è di gran lunga maggiore al valore critico $\chi^2_{1-\alpha,m}$, si rifiuta l'ipotesi nulla di assenza di autocorrelazione per tutti gli indici. Non vengono riportati i *p-value* perché sono tutti nulli essendo la statistica del test molto grande. Il test quindi conferma le osservazioni fatte analizzando gli auto-correlogrammi: le serie dei log-prezzi sono affette da auto-correlazione.

Si osservi come la presenza di autocorrelazione nei log-prezzi, non mette in crisi l'ipotesi di random walk. Infatti, un processo che segue un random walk non è *white noise*, e quindi privo di autocorrelazione, ma sarà la differenza prima ad essere *white noise*. Quindi se per la serie dei log-prezzi è possibile avere un fenomeno di autocorrelazione, al contrario i log-rendimenti dovrebbero essere caratterizzati da assenza di autocorrelazione.

A questo punto per dimostrare che i log-prezzi seguono un random walk si va ad effettuare un *test della radice unitaria*. Come detto in precedenza tra la moltitudine di unit root test, si è scelto il Dickey-Fuller test. Ad essere più precisi, si deve tener conto dell'auto-correlazione insita nella serie dei log-prezzi e quindi si deve usare *Augmented Dickey-Fuller test*.

I modelli di regressione utilizzati sono

$$\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \sum_{i=1}^q (\rho_i \Delta P_{t-i}) + \varepsilon_t$$

$$\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \sum_{i=1}^q (\rho_i \Delta P_{t-i}) + \varepsilon_t$$

$$\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \sum_{i=1}^q (\rho_i \Delta P_{t-i}) + \varepsilon_t$$

Si ricorda che l'obiettivo del test è andare a testare la significatività del coefficiente φ , andando a confrontare la statistica del test $t_\varphi = \frac{\hat{\varphi}}{\sqrt{\text{Var}(\hat{\varphi})}}$ con i seguenti valori tabulati:

Tabella 4.3 Valori critici del test Dickey-Fuller per un campione di grandezza tendente all'infinito; DF, DF δ e DF τ corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend). Si osservi come i valori critici siano gli stessi sia per il test DF che per il test ADF, questo perché ci si basa sul presupposto di utilizzare il giusto numero di lag in modo che la statistica dei due test abbia la stessa distribuzione.

α	0,01	0,05	0,1
DF, ADF	-2,58	-1,95	-1,62
DF δ , ADF δ	-3,43	-2,86	-2,57
DF τ , ADF τ	-3,96	-3,41	-3,12

Di seguito vengono riportati, per facilitare la lettura, i risultati dei modelli di regressione in forma compatta, riportando cioè solo i coefficienti α_0 , α_1 , e φ , e quindi i coefficienti della *drift*, del *trend*, e della *radice unitaria*. Per completezza i modelli di regressione in forma completa, cioè i modelli che comprendono anche i coefficienti della regressione dei *lag*, sono riportati in *Appendice B*.

Tabella 4.4 Nelle tabelle successive i tre modelli di regressione, in forma compatta, calcolati per i dieci indici generali di borsa, calcolati per il periodo di interesse che va da Gennaio 2005 a Settembre 2020; DF_t , DF_{δ} e DF_t corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

		S&P 500			FTSE MIB		
		α_0	α_1	φ	α_0	α_1	φ
	coefficient	0,01508547	0,00000073	-0,00219536	0,01508547	0,00000073	-0,00212057
DF_t, ADF_t	standard error	0,00759387	0,00000034	0,00110423	0,00759387	0,00000034	0,00105602
	t-stat			-1,98813589			-2,00807291
	coefficient	0,00095036		-0,00008759	0,00095036		-0,00156642
DF_δ, ADF_δ	standard error	0,00391593		0,00052724	0,00391593		0,00085499
	t-stat			-0,16613203			-1,83209180
	coefficient			0,00004021			-0,00001493
DF, ADF	standard error			0,00002560			0,00002493
	t-stat			1,57105689			-0,59893350

		S&P/TSX Composite Index			FTSE 100		
		α_0	α_1	φ	α_0	α_1	φ
	coefficient	0,05347825	0,00000053	-0,00573663	0,01508547	0,00000073	-0,00440565
DF_t, ADF_t	standard error	0,01582195	0,00000023	0,00170438	0,00759387	0,00000034	0,00166742
	t-stat			-3,36581221			-2,64220298
	coefficient	0,02568973		-0,00269273	0,00095036		-0,00289862
DF_δ, ADF_δ	standard error	0,01049383		0,00110564	0,00391593		0,00123283
	t-stat			-2,43544548			-2,35119746
	coefficient			0,00001360			0,00000460
DF, ADF	standard error			0,00001822			0,00002055
	t-stat			0,74655255			0,22380696

		CAC40			DAX 30		
		α_0	α_1	φ	α_0	α_1	φ
	coefficient	0,02266854	0,00000012	-0,00272438	0,03608307	0,00000101	-0,00421501
DF_t, ADF_t	standard error	0,01010265	0,00000019	0,00121591	0,01221430	0,00000041	0,00144141
	t-stat			-2,24060751			-2,92422370
	coefficient	0,02112895		-0,00251193	0,00925538		-0,00099957

DF _δ , ADF _δ	standard error	0,00979016	0,00116625	0,00569871	0,00063321	
	t-stat		-2,15384895		-1,57857852	
	coefficient		0,00000504		0,00002813	
DF _τ , ADF _τ	standard error		0,00002559		0,00002352	
	t-stat		0,19714497		1,19601246	
<hr/>						
			IBEX 35		Nikkei 225	
		α_0	α_1	φ	α_0	α_1
	coefficient	0,03737496	-0,00000047	-0,00396382	0,01394018	0,00000033
DF _τ , ADF _τ	standard error	0,01367390	0,00000022	0,00145925	0,00800750	0,00000024
	t-stat					
	coefficient	0,02241231		-0,00244396	0,00759420	-0,00077467
DF _δ , ADF _δ	standard error	0,01167159		0,00126726	0,00662518	0,00069079
	t-stat					
	coefficient			-0,00001098		0,00001672
DF _τ , ADF _τ	standard error			0,00002471		0,00002313
	t-stat			-0,44427925		0,72286265
<hr/>						
			Hang Seng		SSE Composite Index	
		α_0	α_1	φ	α_0	α_1
	coefficient	0,05029356	0,00000050	-0,00512550	0,01482635	0,00000007
DF _τ , ADF _τ	standard error	0,01575283	0,00000028	0,00161829	0,00619417	0,00000023
	t-stat					
	coefficient	0,02970497		-0,00296041	0,01413842	-0,00177409
DF _δ , ADF _δ	standard error	0,01096794		0,00109767	0,00577595	0,00073379
	t-stat					
	coefficient			0,00001185		0,00002053
DF _τ , ADF _τ	standard error			0,00002205		0,00003055
	t-stat			0,53752215		0,67201988

Guardando alla *Tabella 4.4* si può osservare che, se ci si sofferma sui risultati relativi al *puro random walk*, e quindi ai risultati relativi alle righe DF, per tutti gli indici non si può rifiutare l'ipotesi nulla di radice unitaria, infatti per tutti gli indici la statistica t_φ rientra ampiamente nell'intervallo di accettazione per qualsiasi livello di significatività analizzato. Passando ad analizzare i risultati relativi al *random walk con drift* (righe DF_δ), si deve osservare che anche in questo caso l'ipotesi nulla viene accettata; fa eccezione l'indice Hang Seng per il quale l'ipotesi nulla viene rifiutata con un livello di significatività del 10% ($-2,68 < t_\varphi (= -2,57)$). Infine, testando l'ipotesi nulla di *random walk con drift e trend* (righe DF_τ), si deve concludere che questa non può essere rifiutata per la maggior parte degli indici di borsa analizzati; fanno eccezione sono gli indici S&P/TSX e Hang Seng, ma solo per un livello di

significatività del 10% (per tale valore di significatività la statistica del test t_φ risulta minore del valore critico).

Si vuole fare un'osservazione sulla metodologia adottata per dimostrare che la serie dei log-rendimenti segue un random walk. Ci si è concentrati principalmente sullo studiare le serie dei *log-prezzi*, ma una strada alternativa poteva essere quella di analizzare i *log-rendimenti*. Come è noto, se un processo segue un random walk, allora la sua differenza prima deve essere *white noise*. Quindi dimostrare che i log-prezzi seguono un random walk, significa dimostrare che i log-rendimenti sono *white noise*. Quindi la procedura sarebbe stata la stessa seguita nei paragrafi precedenti, ma gli obiettivi sarebbero stati gli opposti. Cioè bisognerebbe dimostrare che i *log-rendimenti* sono *i.i.d.* e quindi con il test di Ljung-Box si andrebbe a dimostrare l'assenza di autocorrelazione, ed invece con il DF test si vorrebbe dimostrare la stazionarietà (si ragionerebbe sul rifiuto dell'ipotesi nulla di radice unitaria).

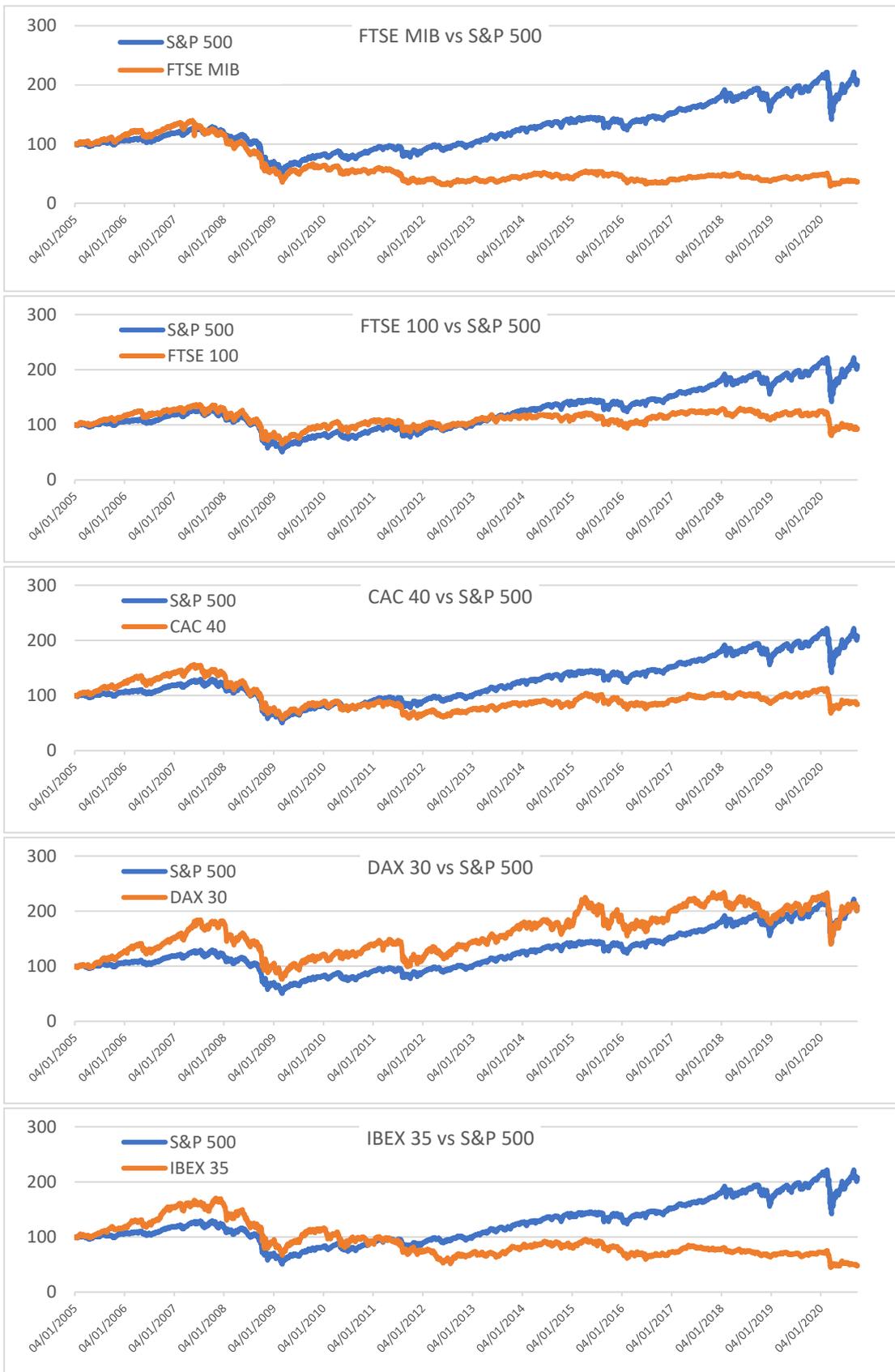
Alla luce dei risultati illustrati in questo paragrafo si deve concludere che tutti gli indici generali di borsa seguono ragionevolmente l'andamento di un *random walk*, che nello specifico, per un livello di significatività del 1% e del 5%, è riconducibile ad un *random walk con drift e trend*. Avendo dimostrato che gli indici di borsa, non sono stazionari, ma hanno un comportamento riconducibile a quello di un *random walk*, per la teoria di Eugene Fama, si può affermare che i rispettivi mercati sono efficienti.

5 Impatto delle due crisi sui mercati azionari

In questo capitolo verrà presentato un confronto tra le due crisi in termini di impatto sui mercati azionari. Il confronto in questa sede sarà fatto prevalentemente in modo grafico, per poi concentrarsi solo nei capitoli successivi su un'analisi quantitativa. Il primo paragrafo consiste in una comparativa tra gli indici generali di borsa, per tutto il periodo preso in esame, considerando come benchmark l'indice S&P 500, in modo da capire l'andamento generale degli indici. Nel secondo paragrafo invece, per ogni indice si metteranno a confronto gli shock provocati dalla crisi finanziaria del 2007 con quelli provocati dalla crisi da Covid-19.

5.1 Indici a confronto

In questo paragrafo si confronterà l'andamento degli indici generali di borsa con la serie storica dello S&P 500, preso come benchmark, su tutto il periodo di interesse che va da Gennaio 2005 a Settembre 2020. La scelta di considerare S&P 500 come benchmark è dettata dal fatto che il mercato americano è quello a maggiore capitalizzazione. Per fare tale confronto si deve risolvere un chiaro problema di omogeneizzazione; infatti i vari indici generali di borsa sono calcolati su basi verse. Semplicemente si risolve il problema considerando come base iniziale il valore 100, e applicando a tale valore iniziale i rendimenti dei vari indici. Con tale procedimento si ottengono i grafici in *Figura 5.1*.



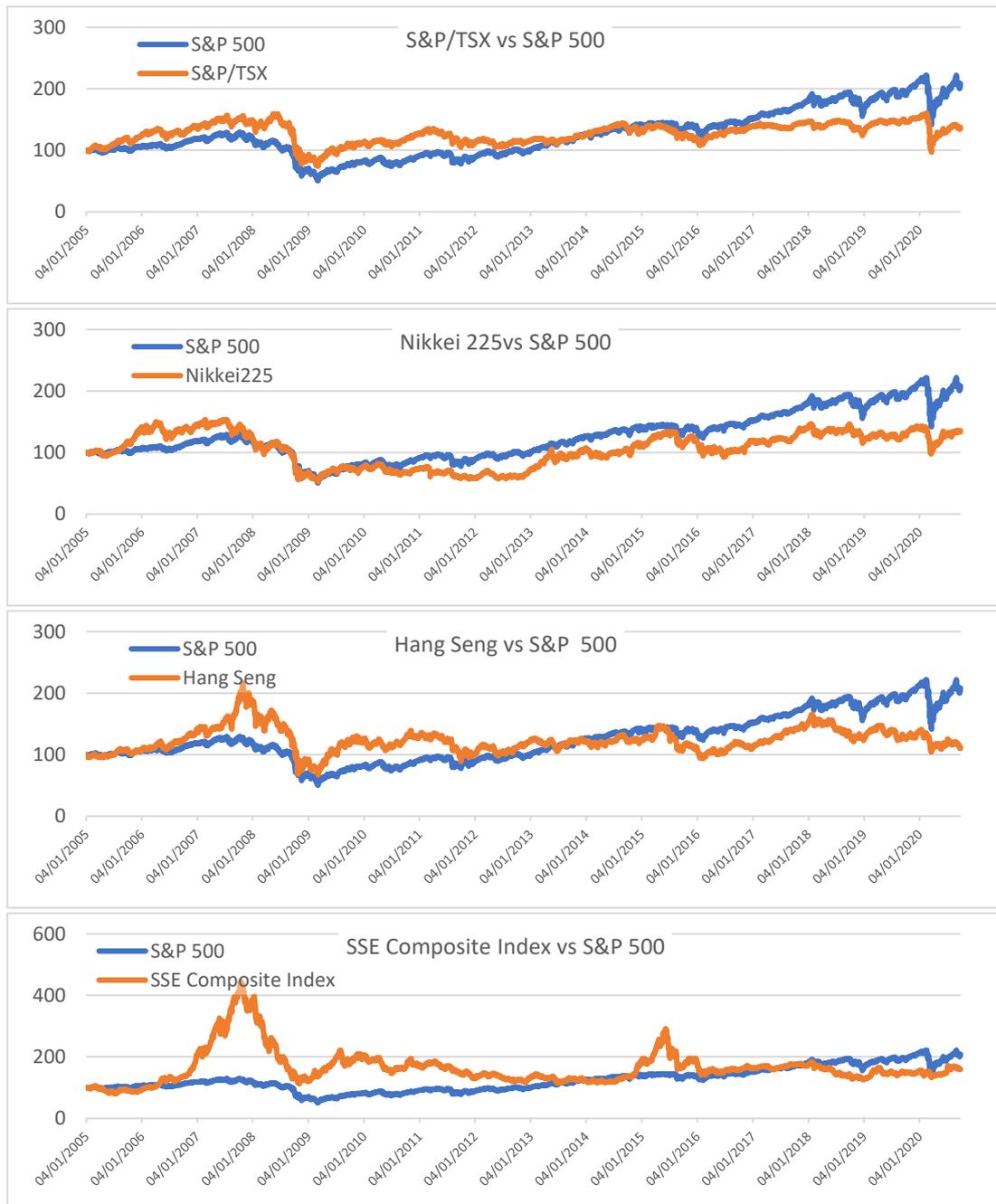


Figura 5.1 Confronto grafico tra gli indici su tutto il periodo di interesse che va dal 03/01/2005 al 30/09/2020

Guardando agli andamenti di lungo periodo degli indici generali di borsa si possono osservare delle differenze sostanziali, in termini di impatto sui mercati azionari, delle due crisi. La crisi finanziaria globale è una crisi di natura endogena, ed in quanto tale si caratterizza con un pesante impatto di lungo periodo sui mercati azionari; a partire dalla fine del 2007 si può osservare un trend decrescente degli indici generali di borsa, fino a raggiungere l'inversione della tendenza solo nel 2009. Dall'inizio delle crisi fino al picco di minimo, quindi nell'arco di tempo di circa 2 anni, le perdite sono state

enormi per tutti gli indici analizzati; si passa ad una perdita minima di -48% circa per l'indice FTSE 100, al SSE Composite Index che ha subito una perdita record di -72%. L'impatto della crisi finanziaria ha avuto effetti di lungo termine sui mercati azionari; solo dopo diversi anni gli indici generali di borsa sono tornati ai valori precedenti la crisi, senza contare il fatto che per alcuni paesi, come la maggior parte dei paesi dell'eurozona, il valore degli indici azionari non è mai tornato a quello prima della crisi finanziaria.

La crisi da Covid ha provocato uno shock esogeno nei mercati azionari, che in quanto tale non ha avuto la stessa portata dell'impatto della crisi dei mutui subprime. Lo scoppio della pandemia ha fatto aumentare l'incertezza sulle prospettive economiche globali ed ha innescato un aumento dell'avversione al rischio degli investitori, con l'effetto di dar vita ad ampie perdite durante il primo trimestre dell'anno 2020. Nel corso del primo trimestre le perdite dell'indice S&P 500 sono di circa -30%, e per i paesi dell'eurozona si attestano nell'intorno del -40%. Superata la fase acuta, anche grazie ai poderosi interventi delle banche centrali, le perdite del primo trimestre sono state in parte recuperate, con rialzi tra il 13% e il 25%.

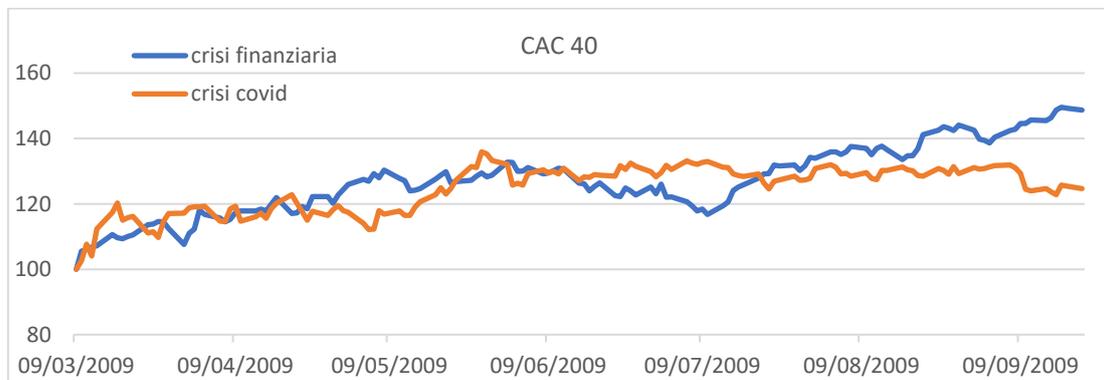
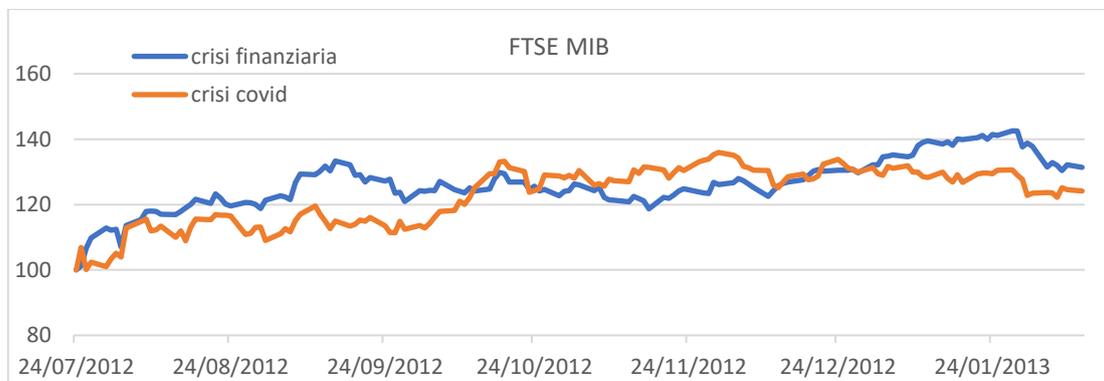
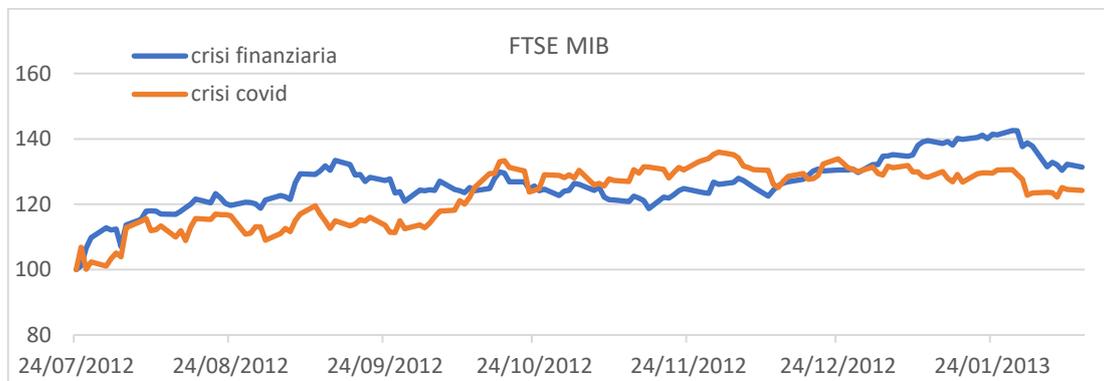
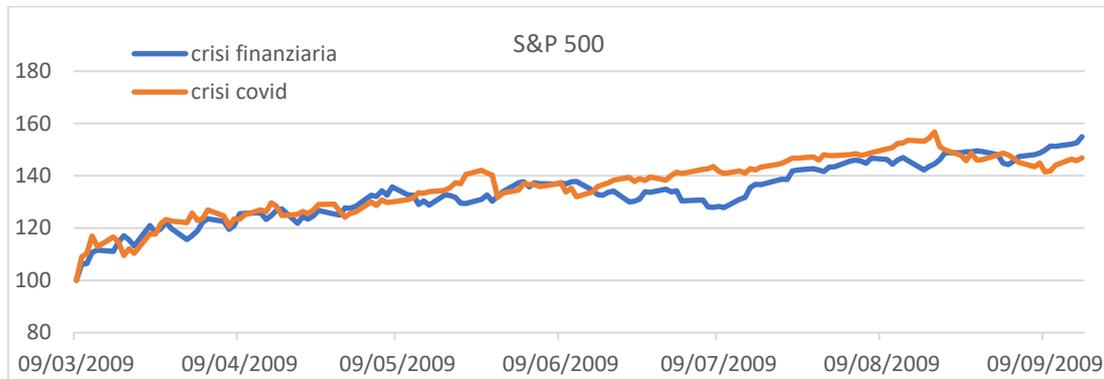
L'aspetto che differenzia profondamente le due crisi sono le diverse durate degli impatti che hanno provocato nei mercati; anche se non è possibile un'analisi di lungo periodo per la crisi da Covid, la tendenza che emerge è che lo shock iniziale abbia provocato delle considerevoli perdite nel breve periodo, le quali però sono, in parte, subito state recuperate. Nella crisi finanziaria invece, il punto di minimo è stato raggiunto solo dopo due anni dallo scoppio della bolla immobiliare, e gli effetti sono perdurati per diversi anni.

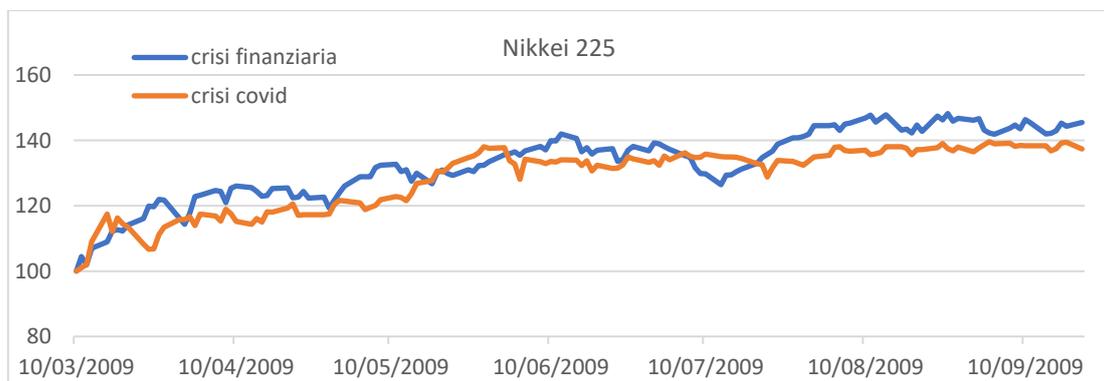
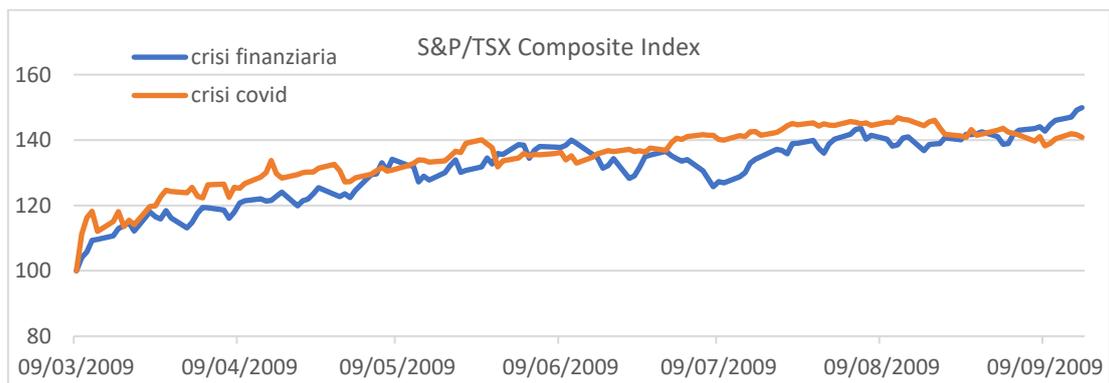
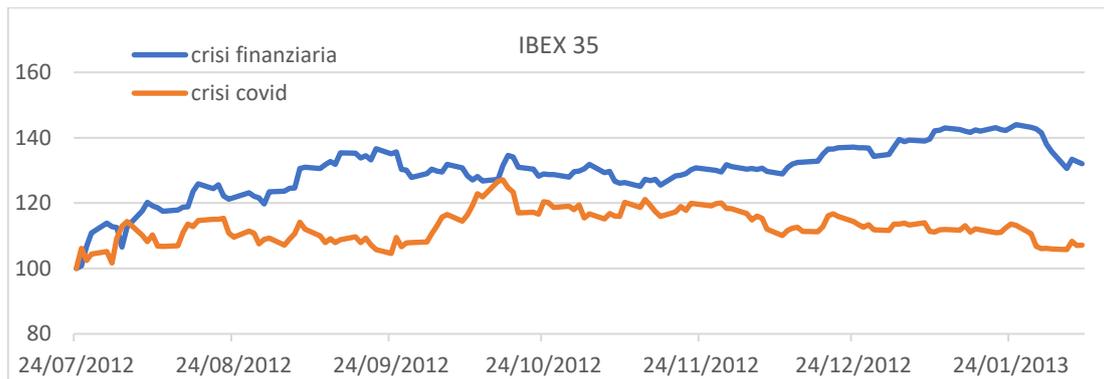
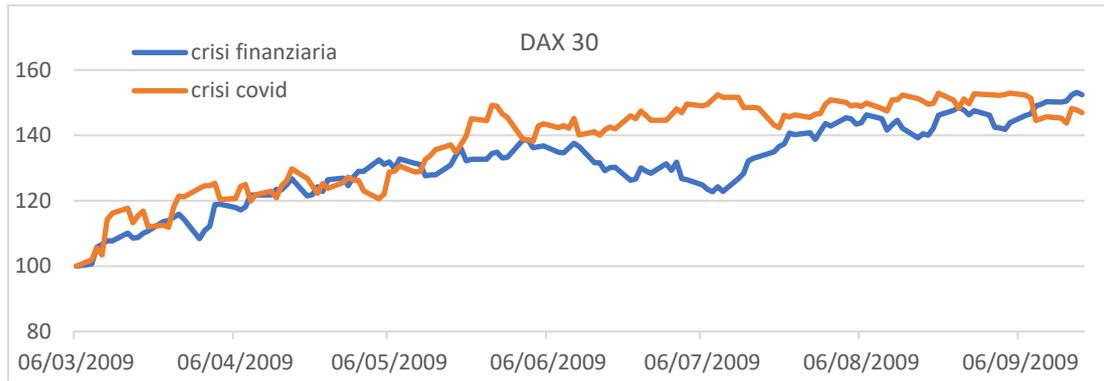
Citando il report Consob. (2020). *La crisi Covid-19*. un aspetto comune alle due crisi è sicuramente l'aumento delle volatilità dei mercati. Nel paper la volatilità implicita è stata calcolata sulla base di indicatori medi, rispetto alla moneyness e alle diverse scadenze, riferiti ai prezzi di call e put; l'aspetto che emerge è che in tutti i mercati considerati la volatilità è aumentata in maniera significativa nel mese di marzo, portandosi a livelli comparabili a quelli registrati in occasione della crisi finanziaria nel 2008.

5.2 Confronto grafico delle due crisi

In questo paragrafo l'obiettivo è fornire una comparazione grafica della crescita dei mercati azionari dopo il picco minimo delle due crisi, che risulta essere l'unico aspetto comparabile avendo quest'ultime durate differenti; infatti la crisi finanziaria del 2007 dura molto di più della crisi da Covid, per la quale si ha a disposizione solo il primo anno. Al fine di valutare la ripresa dei mercati azionari si è proceduto in modo tale da far combaciare il punto di massima svalutazione delle due crisi (si sono considerate le date in cui si sono registrati i valori minimi dei prezzi durante le due crisi, e si è fatto in modo di farli combaciare), e considerare tale punto come valore di partenza delle due serie a confronto. Anche in questo caso, per rendere più leggibile il grafico, si fanno partire le due serie analizzate (o meglio la stessa serie storica, ma analizzata in

istanti di tempo diversi) dalla stessa base comune di 100, a cui poi sono stati applicati i rendimenti registrati durante i due periodi di crisi. I risultati ottenuti sono di seguito illustrati.





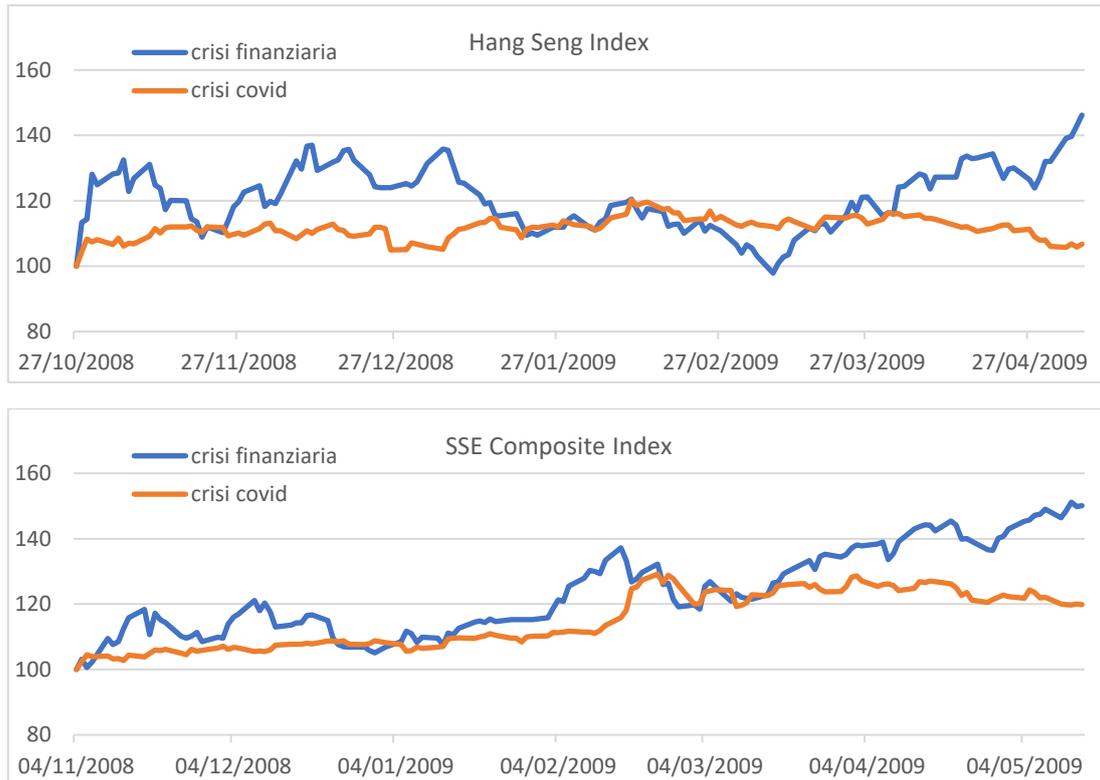


Figura 5.2 Confronto grafico, per ogni indice generale di borsa, tra la crisi finanziaria e la crisi da Covid 19; il confronto è fatto in modo tale da rappresentare la crescita post crisi, cioè dopo il punto di massima svalutazione. Si può notare che si riporta in asse orizzontale solo il periodo della crisi 2007 dato che risulta essere particolarmente variabile tra un indice e l'altro.

Guardando ai grafici in *Figura 5.2*, la crescita dei mercati azionari dopo le massime svalutazioni delle due crisi, almeno per il periodo analizzato, sono del tutto paragonabili; l'unica eccezione è la Spagna, che è stato uno dei paesi europei maggiormente colpiti dalla pandemia, e per la quale la crescita dopo la crisi Covid risulta più lenta rispetto alla crescita dopo la Grande Recessione. Discorso a parte va fatto per la Cina, e quindi anche per Hong Kong, per le quali l'epidemia di Covid non sembra aver avuto particolare effetto sui mercati azionari, e questo lo si può vedere anche dai grafici degli andamenti degli indici generali di borsa nel lungo periodo del paragrafo precedente. La 'resilienza' della piazza finanziaria cinese è riconducibile a talune caratteristiche strutturali del sistema economico che ne hanno mitigato l'esposizione agli impatti negativi del lockdown (ad esempio, una crescita trainata soprattutto dalla domanda interna e la minore dipendenza dalle catene di approvvigionamento e dagli scambi commerciali globali) nonché alle robuste misure monetarie e fiscali a sostegno dell'attività economica. Di conseguenza il fatto che la crescita dopo il periodo di crisi Covid sembra nulla guardando alla *Figura 5.2*, è dovuto al fatto che in realtà nel 2020 non c'è stata una vera perdita per SSE Composite Index, e quindi quella che si vede in figura è semplicemente la tendenza che l'indice ha da diversi anni.

In conclusione, si può affermare che, anche grazie alle imponenti misure varate dalle banche centrali, l'impatto della crisi Covid è stato in parte recuperato nei mesi successivi ad un tasso di crescita paragonabile a quello post crisi finanziaria. Si deve notare però una flessione nella crescita verso il tratto finale dei grafici, in corrispondenza del mese di settembre, e ciò potrebbe essere dovuto all'impatto della seconda ondata di contagi che ha innescato maggiore avversione al rischio degli investitori. Al contrario si osserva invece la tendenza della crescita post crisi finanziaria anche nel tratto finale dei grafici, a sottolineare il fatto che il recupero dei mercati è durato diversi anni.

6 Analisi effetto contagio

In questo capitolo ci si pone l'obiettivo di creare un modello per studiare l'effetto contagio della crisi del 2007. Lo stesso modello sarà poi applicato anche alla crisi causata dalla pandemia Covid 19, e utilizzando i dati ottenuti dalla crisi 2007 come benchmark, si effettuerà un confronto con la crisi dei primi anni 2000 per capirne le principali differenze. Il capitolo si sviluppa come segue: nel primo paragrafo viene presentata una panoramica dei principali studi dell'effetto contagio, nel secondo paragrafo viene esposto il modello teorico scelto per studiare l'effetto di interdipendenza e l'effetto contagio, nel terzo paragrafo si applica il modello di interdipendenza e di contagio alle due crisi, nel quarto paragrafo si riapplicheranno i due modelli alle due crisi aggiungendo però una matrice di variabili, di natura economica e non, con l'obiettivo di individuare i principali canali di contagio, nel quinto paragrafo si farà riferimento solo alla crisi pandemica, e sfruttando ancora una volta il modello di contagio, si cercherà di capire se i principali interventi delle banche centrali sono stati efficaci nel combattere il propagare dell'effetto contagio, nel sesto paragrafo l'obiettivo è fare delle riflessioni sui possibili effetti di lungo periodo della crisi Covid 19, paragonandola ad alcune crisi passate, ed infine, nel settimo paragrafo si andranno a fare dei ragionamenti conclusivi.

6.1 Letteratura principale relativa all'effetto contagio

Il fenomeno dell'integrazione finanziaria, si verifica quando i mercati finanziari di economie regionali o nazionali, sono strettamente collegati tra di loro; ciò si verifica ad esempio attraverso flussi di capitali transfrontalieri (cross-border), partecipazioni straniere nei mercati finanziari nazionali, e condivisione di informazioni tra istituzioni finanziarie. Tale fenomeno, che dal XX secolo ad oggi ha subito una crescita esponenziale, ha dei chiari effetti positivi, come ad esempio la liberalizzazione finanziaria che apporta benefici in termini di diversificazione del rischio, consumption smoothing e maggiori opportunità di investimento. Al tempo stesso, l'avvento delle peggiori crisi a livello mondiale dei decenni scorsi ha messo in luce l'aspetto più negativo di avere i mercati finanziari sempre più interconnessi, che si traduce con un sostanziale aumento del rischio della stabilità della finanza internazionale, derivante dalla trasmissione da un paese all'altro degli shock finanziari. Negli anni gli studiosi,

ispirandosi al modo dell'epidemiologia che studia l'insorgere e la propagazione delle malattie, hanno preso in prestito il termine *contagio*, per indicare tutti quei meccanismi di propagazione cross-border delle crisi finanziarie.

Una definizione univoca di contagio è difficile da dare in quanto si sovrappone al concetto di interdipendenza economica e finanziaria. Ad esempio, Kaminsky e Reinhart (2000) definiscono gli shock di propagazione come il risultato della risposta ottimale al cambiamento dei fondamentali²⁵ economici in un paese; d'altra parte, a causa delle imperfezioni di mercato, i paesi possono essere soggetti a effetti di "*contagio puro*" anche in assenza di cambiamenti nei loro fondamentali economici (Moser, 2003). Due principali meccanismi aiutano a spiegare il concetto di "*contagio puro*". In primo luogo, per via dell'effetto dell'informazione, quando un paese è colpito da una crisi finanziaria, gli investitori tendono a ridurre l'esposizione in esso (Goldstein, 1998). Il secondo aspetto è quello dell'*effetto domino*, per il quale una crisi che nasce in un paese, si diffonde in altri paesi per via di collegamenti finanziari diretti o indiretti. L'effetto domino può essere associato ad un *default a cascata*, quando le perdite si diffondono tra i creditori attraverso crediti diretti; questo meccanismo è utilizzato, ad esempio, per simulare il contagio nel mercato interbancario.

Numerosi studiosi si sono dedicati negli anni allo studio dell'effetto contagio, molteplici sono i punti in comune nei vari studi ma non sempre i vari ricercatori forniscono la stessa definizione di contagio, e di conseguenza propongono diverse metodologie per poterlo studiare; si vogliono brevemente presentare di seguito, i paper di maggiore rilevanza nella letteratura mondiale al riguardo. Moser (2003) si riferisce al "*contagio puro*" come la situazione in cui gli shock finanziari si propagano da un paese all'altro indipendentemente dai fattori fondamentali e in assenza di cause comuni. Nei modelli teorici, il contagio puro è spesso associato con le imperfezioni di mercato; ad esempio, Calvo e Mendoza (1997) mostrano che quando l'informazione è costosa l'integrazione finanziaria può portare al cosiddetto *effetto gregge (herding phenomena)*, anche se gli agenti economici sono razionali.

L'importanza dei meccanismi del *contagio puro* è stata messa in discussione da un punto di vista empirico. Secondo Forbes e Rigobon (2002), che analizzarono i co-movimenti²⁶ dei ritorni finanziari "cross-country", l'effetto spillover²⁷ è guidato da fattori economici comuni. Altri studi invece, che si concentrano sui dati quantitativi piuttosto che sui prezzi, suggeriscono che il fenomeno del contagio puro non è raro. Ad esempio, Van Rijckeghem (2000) pone l'attenzione sul fatto che un fattore importante è la struttura del sistema bancario internazionale e la presenza di istituti di credito, in particolare per le economie emergenti; analizzando i crediti bancari cross-

²⁵ Con *fondamentali* si intendono le variabili economiche che determinano lo stato di salute di un mercato o di un intero sistema economico, come il livello di attività e dei prezzi nel medio e nel lungo periodo.

²⁶ Il co-movimento è la tendenza di più variabili a muoversi assieme in modo prevedibile durante il ciclo economico.

²⁷ Il termine spillover (traboccamento) in economia ha molteplici significati, in questa sede però ci si riferisce all'effetto spillover come alla diffusione di situazioni di squilibrio da un mercato all'altro.

border, scoprirono che durante la crisi in Messico e Thailandia, i paesi maggiormente esposti in queste economie, ridussero le loro posizioni anche in altre economie. Secondo Kaminsky e Reinhart (2000), la presenza di istituti di credito aiuta a capire perché alcuni paesi sono maggiormente esposti al rischio di contagio; ad esempio, durante la crisi finanziaria del 1997, le banche giapponesi dominavano il mercato dei prestiti nei paesi dell'Asia emergente, ciò ha determinato un meccanismo di diffusione dello shock per il quale, uno shock idiosincratice in Thailandia si diffondeva anche in altri paesi (come la Malesia) che basavano maggiormente la loro economia sulle banche giapponesi, le quali erano sovraesposte in Thailandia.

Kaminsky et al. (2004) studiarono empiricamente il processo di ribilanciamento di un portafoglio analizzando i dati di fondi di investimento in mercati emergenti; trovarono che durante le crisi di Messico (1994), Thailandia (1997) e Russia (1998), i gestori dei fondi effettuavano un "*contagion trading*" vendendo gli asset di paesi terzi. Broner et al. (2006) svilupparono un modello di ribilanciamento del portafoglio, assumendo che i gestori del fondo fossero remunerati in base alle loro performance rispetto ad un benchmark. Quando un paese entra in crisi, il gestore del fondo che era sovraesposto in esso, diventava maggiormente avverso al rischio con l'effetto di ridurre l'investimento, oltre che in quel paese, anche in altri paesi dove era sovraesposto. Sviluppano un indice di interdipendenza finanziaria tra le economie, che tiene conto degli istituti di credito e della concentrazione dei finanziamenti, ed osservano che questo indicatore funziona bene come indicatore del rischio di contagio in un paese.

Tra i fattori che possono aumentare gli effetti contagio attraverso il meccanismo di ribilanciamento del portafoglio, un problema che ha ricevuto particolare attenzione in letteratura sono i vincoli finanziari degli investitori istituzionali. Schinasi et al. (2000) sviluppano un modello di asset allocation e mostrano che l'effetto del ribilanciamento di un portafoglio dopo un "*capital event*" (cioè, quando gli investitori subiscono delle perdite a causa di uno shock idiosincratice) può essere amplificato se gli intermediari sono indebitati (leveraged). Tale risultato è confermato anche da Kaminsky et al. (2003), i quali sostengono che gli investitori internazionali svolgono un ruolo fondamentale nella propagazione delle crisi finanziarie; analizzando episodi di contagio, accaduti negli anni ottanta e novanta, come svalutazioni e inadempimenti che innescano una reazione a catena immediata negli altri paesi, gli autori sostengono che un denominatore comune tra questi fenomeni di contagio sono gli intermediari indebitati.

Per quanto riguarda il ruolo dei fondi comuni di investimento nelle dinamiche del contagio, particolare attenzione è stata posta al meccanismo di *vendita forzata*, ovvero quando i gestori dei fondi, temendo che gli investitori finali riscattassero le loro azioni, liquidavano attività che avrebbero potuto causare effetto spillover (Shleifer et al., 1997). Raddatz et al. (2011) trovarono evidenze empiriche di *contagion trading* durante la crisi finanziaria globale; utilizzando microdati su fondi comuni di investimento americani, dimostrarono che né i gestori né gli investitori gestivano in

modo anticiclico²⁸, cercando di trarre vantaggio da potenziali opportunità di arbitraggio a lungo termine, svolgendo di conseguenza un ruolo destabilizzante.

Come si è potuto vedere in questa raccolta dei principali studi noti alla letteratura, le definizioni di contagio sono molteplici e non sempre concordi. Questo elaborato si baserà sullo studio “GLOBAL CRISES AND EQUITY MARKET CONTAGION” di Geert Bekaert, Michael Ehrmann, Marcel Fratzscher e Arnaud Mehl, che propongono una metodologia ancora differente rispetto a quelle viste prima. Prendendo come riferimento la crisi del 2007-09, sviluppano una metodologia per studiare l’effetto contagio che si basa su un modello CAPM a tre fattori. Il modello fattoriale viene usato per settare un benchmark per i co-movimenti del mercato azionario mondiale, in questo modo definiscono il contagio come il co-movimento in eccesso rispetto a quello implicito nel modello fattoriale. L’obiettivo dell’analisi è capire come, la crisi inizialmente originatasi negli Stati Uniti, in un segmento di mercato ristretto, come quello dei mutui sub-prime, rapidamente si estende a tutto il paese e successivamente in tutto il mondo; per fare ciò si utilizza il modello fattoriale per prezzare 415 portafogli settoriali-nazionali di 55 diversi paesi nel mondo, coprendo così 85% della capitalizzazione del mercato azionario mondiale. L’utilizzo di tre differenti fattori (fattore US specifico, fattore finanziario globale e fattore domestico) ha permesso di analizzare tre diversi tipi di contagio, dimostrarono che il contagio domestico ebbe un ruolo fondamentale nella crisi del 2007-09, risultato che prima di allora non era mai stato evidenziato.

Gli studi di Geert Bekaert, Michael Ehrmann, Marcel Fratzscher e Arnaud Mehl, non sono replicabili in questa sede per due motivi principali: primo, non si può avere a disposizione la stessa mole di dati ed in particolare con lo stesso livello di dettaglio (quotazioni delle imprese principali per poter creare dei portafogli settoriali); secondo, l’obiettivo di questo elaborato è diverso rispetto a quello che si erano prefissati gli studiosi. Se questi ultimi concentrano la loro analisi principalmente negli Stati Uniti con l’obiettivo di capire come è nata la crisi e come si è successivamente propagata a livello mondiale, in questa sede si sposta l’analisi unicamente a livello globale dove l’obiettivo è il confronto tra la crisi del 2007-09, con quella dovuta alla pandemia da Covid-19.

6.2 Modello teorico

L’obiettivo di questo capitolo è studiare le differenze di propagazione tra crisi del 2007-09 e quella dovuta al Corona virus, nei dieci principali paesi del mondo, concentrandosi principalmente sullo studio dell’effetto contagio a livello globale. Lo studio viene fatto prendendo in considerazione le quotazioni degli indici generali di borsa di ogni paese. Vedendo ogni indice come fosse un portafoglio dei principali titoli

²⁸ Un titolo *anticiclico* si riferisce alle azioni di una società che appartengono a un settore o una nicchia con prestazioni finanziarie tipicamente correlate negativamente con lo stato generale dell’economia. Questo significa, che il prezzo del titolo tenderà a muoversi in direzione opposta alla tendenza dell’economia generale, il che significa un aumento di prezzo si verifica durante i periodi di recessione e una caduta di prezzo avverrà nei periodi di espansione economia.

del paese i ²⁹, si va a creare un modello World CAPM ad un solo fattore F_t , dove l'unico fattore è l'indice MSCI (Morgan Stanley Capital International) World³⁰. Il modello viene usato per analizzare i co-movimenti in eccesso degli extra-rendimenti, che vengono intesi come indice di contagio.

Il modello per intero ha il seguente aspetto:

$$R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,t}F_t + \eta_{i,t-1}CR_t + e_{i,t} \quad (6.1)$$

$$\beta_{i,t} = \beta_{i,0} + \beta_1 Z_{i,t-k} + \gamma_{i,t-1}CR_t \quad (6.2)$$

$$\gamma_{i,t-1} = \gamma_{i,0} + \gamma_1 Z_{i,t-k} \quad (6.3)$$

$$\eta_{i,t-1} = \eta_{i,0} + \eta_1 Z_{i,t-k} \quad (6.4)$$

dove $R_{i,t}$ è extra-rendimento del portafoglio-paese i nel giorno t (calcolato come ritorno del portafoglio i meno rendimento del titolo risk free), $E_{t-1}[R_{i,t}]$ rappresenta il valore atteso degli extra-rendimenti, calcolato come media aritmetica degli extra-rendimenti fino al tempo t , CR_t è una variabile dummy indicatore della crisi (cioè una variabile che assume il valore 1 nei periodi di crisi e 0 altrimenti), e $Z_{i,t-k}$ è un insieme di variabili di controllo esogene, tipicamente ritardate di un periodo k .

Il primo passo è capire l'evoluzione dei co-movimenti dei mercati azionari durante i periodi "tranquilli" (non di crisi). Si fa ciò usando un caso speciale del modello generale, che si indicherà come *modello di interdipendenza*, ottenuto semplicemente settando su 0 la variabile dummy CR_t per tutte le t (quindi considerando sia i periodi di crisi che non). I beta stimati da questo modello corrispondono ai co-movimenti ("*interdipendenza*"³¹) tra i vari portafogli (paesi).

Aggiungendo la variabile dummy della crisi alle equazioni (6.1) e (6.2), si vanno ad osservare se ci sono delle differenze nei beta durante la crisi. Se ci sono delle evidenze di cambiamenti, allora il *modello di interdipendenza* non è sufficiente a catturare l'effetto della crisi. Si definisce questo fenomeno *contagio*, in linea con la definizione di Bekaert, Harvey e Ng (2005). Una volta verificata la presenza di contagio, il modello utilizzato permetterà di fare delle osservazioni sulle possibili fonti del contagio osservando il valore dei coefficienti γ e η .

²⁹ Si noti che l'indice generale della borsa corrisponde al cosiddetto *portafoglio di mercato*, che corrisponde al portafoglio che comprende tutte le attività di mercato, dove i pesi di ciascuna attività sono rappresentati dalla capitalizzazione di mercato di ciascuna attività divisa per la capitalizzazione totale di tutte le attività rischiose. Quindi intendere l'indice di mercato come il "*portafoglio-paese*" non è una forzatura, ma è anzi considerarlo per ciò che realmente rappresenta.

³⁰ L'indice MSCI World è un indice di mercato azionario costituito da migliaia di azioni di titoli di livello globale. L'indice comprende titoli di 23 paesi esclusi i titoli provenienti da economie di frontiera o emergenti.

³¹ Lo studio dell'*interdipendenza* durante un periodo di crisi è il primo passo per poter spiegare un aumento dei co-movimenti nei mercati, causato da un naturale aumento della volatilità. *Forbes e Rigobon (2002)* furono i primi a condurre l'utile distinzione tra il contagio causato da comportamenti emulativi o di panico degli investitori, e la normale interdipendenza causata da rapporti commerciali.

Analizzando il coefficiente γ , si può cogliere il contagio causato dal fattore F_t . tale contagio può essere indotto sia da un incondizionato aumento dei coefficienti $\gamma_{i,0}$ sia da un aumento, condizionato al numero di possibili determinati Z_i , del coefficiente γ_1 .

Invece, η nell'equazione (6.1) cattura l'effetto contagio non correlato con il fattore F_t . L'analisi di tale coefficiente permette di studiare le teorie del contagio che coinvolgono il comportamento degli investitori; come ad esempio il *comportamento gregge* per il quale gli investitori smettono di selezionare le imprese o i paesi nei quali investire sulla base di fondamenti macroeconomici.

Un modello ottimale è quello che rende la correlazione tra i residui dei portafogli i -esimi trascurabile. Nel momento in cui un modello sistematicamente sovrastima o sottostima la previsione, si verifica un eccesso di co-movimenti nei residui. Formalmente si può misurare un eccesso nei co-movimenti nel seguente modo:

$$EXCOV_t = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j>i}^N (e_{i,t} \times e_{j,t})$$

dove N è il numero di portafogli-paese i , quindi in questo caso $N = 10$. $EXCOV_t$ dovrebbe essere nullo se il modello fosse ottimale. La statistica del test dei co-movimenti in eccesso diventa:

$$ECTEST = \frac{[(1/T) \sum_{t=1}^T EXCOV_t]^2}{VAR(EXCOV_t)}$$

che risulta essere distribuito secondo una $\chi^2(1)$ sotto l'ipotesi nulla di co-movimenti assenti. $VAR(EXCOV_t)$ è la varianza campionaria di $EXCOV_t$.

Oltre al calcolo della statistica $ECTEST$, il fit del modello sarà stimato guardando ovviamente al R^2 dei modelli di regressione.

6.3 Risultati empirici

La strategia di analisi è quella di andare a studiare prima il modello di interdipendenza e poi quello di contagio; l'obiettivo è analizzare la differenza tra i due modelli, e capire quale si adatta meglio ai periodi di crisi.

Prima di andare a discutere i risultati ottenuti si vogliono fare dei brevi commenti per quanto riguarda i dati utilizzati, e le eventuali elaborazioni su di essi. Per prima cosa si ricorda che si sono calcolati gli *extra-rendimenti* dei portafoglio-paese in dollari americani, per poter applicare il modello World CAPM a tutti i paesi; così facendo però si deve tener conto che parte della volatilità riscontrata nei ritorni è influenzata dal tasso di cambio.

Nel calcolare gli extra-rendimenti si considera come titolo risk free globale, quindi per tutti i paesi in esame, il tasso dei Treasury Bill (T-Bill)³² a otto settimane. I dati sono stati scaricati dal sito del *Dipartimento del Tesoro degli Stati Uniti*³³ prendendo in considerazione i “*tassi coupon equivalent*”³⁴; a questo punto si segnala una prima assunzione, cioè quella di considerare i rendimenti come fossero log-rendimenti (considerando che sul sito del Dipartimento del Tesoro degli Stati Uniti non viene specificata alcuna informazione al riguardo, si è fatta l’assunzione di log-rendimenti, per poterli confrontare con i log-rendimenti degli indici di borsa generali dei paesi considerati). Si fa presente anche il problema relativo al dover armonizzare lo storico dei dati T-Bill con le date prese in considerazione per l’analisi; laddove mancasse il valore del tasso T-Bill per una data specifica, si fa l’assunzione di considerare per semplicità il valore T-Bill della data precedente.

In fine si vuole brevemente discutere i problemi relativi all’indice mondo. In origine si voleva considerare l’indice MSCI nel modello CAPM, ma data l’impossibilità di trovare le quotazioni dell’indice MSCI per tutto il periodo di interesse, si è optato per costruire un *indice mondo*. L’indice mondo viene costruito come media ponderata del valore di chiusura (in dollari), di tutti gli indici generali dei paesi considerati, dove come ponderazione si considera la capitalizzazione a fine anno del mercato di riferimento. Le capitalizzazioni dei vari paesi a fine anno sono state ottenute dal sito “the global economy.com”, tranne che per i valori relativi all’Italia e all’Inghilterra, scaricati rispettivamente dal sito della Banca d’Italia e dal sito di London Stock Exchange. Le capitalizzazioni di ogni paese sono riportate in *Tabella 6.1*.

Tabella 6.1 In figura sono riportati, in Miliardi e in dollari americani, i valori delle capitalizzazioni di fine anno dei mercati per ogni paese di riferimento. Per quanto riguarda il 2020, non avendo a disposizione la capitalizzazione annuale al momento dei calcoli, si è considerata, in modo del tutto arbitrario, solo la capitalizzazione del mese di giugno.

anno	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Italia	806,51	1025,56	1066,53	520,06	657,20	575,16	431,56	480,47
Regno Unito	3058,18	3781,36	3846,46	1868,15	6119,31	6605,87	1,55	6571,82
Stati Uniti	17000,86	19568,97	19922,28	11590,28	15077,29	17283,45	15640,71	18668,33
Cina	401,85	1145,45	4478,87	1778,78	3573,15	4027,84	3412,11	3697,38
Giappone	4572,90	4614,07	4330,92	3115,80	3306,08	3827,77	3325,39	3478,83
Hong Kong	1055,00	1714,95	2654,42	1328,77	2305,14	2711,32	2258,04	2831,95
Francia	1758,51	2428,25	2740,34	1472,41	1946,19	1911,52	1553,96	1808,19
Canada	1482,18	1700,71	2186,55	1033,65	1677,43	2171,19	1912,87	2059,97
Germania	1202,14	1637,61	2105,20	1110,58	1292,36	1429,72	1184,50	1486,31

³² I Treasury sono i Titoli di Stato del governo federale degli Stati Uniti. Vengono emesse quattro categorie di Treasury, ciascuna con diverse caratteristiche in termini di scadenza; i T-Bill sono i titoli a breve scadenza.

³³ <https://home.treasury.gov/>

³⁴ Il *coupon equivalent rate (CER)* è un calcolo alternativo del tasso cedolare utilizzato per confrontare titoli a reddito fisso zero coupon e coupon. È il rendimento annualizzato di un’obbligazione zero coupon quando calcolato come se pagasse una cedola ed è anche noto come *rendimento equivalente* all’obbligazione (BEY) o *rendimento equivalente alla cedola* (CEY).

Spagna	959,91	1322,92	1799,83	948,35	1434,54	1171,62	1030,99	995,09
tot	32298,04	38939,85	45131,40	24766,83	37388,69	41715,46	30751,68	42078,33

anno	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Italia	602,35	569,09	616,47	551,98	773,03	622,82	729,90	598,11
Regno Unito	7505,96	6175,65	5713,13	5549,06	5964,57	4707,67	5060,17	3927,50
Stati Uniti	24034,85	26330,59	25067,54	27352,20	32120,72	30436,31	21000,00	21036,31
Cina	3949,14	6004,95	8188,02	7320,74	8711,27	6324,88	8515,50	3916,77
Giappone	4543,17	4377,99	4894,92	4955,30	6222,83	5296,81	6191,07	5664,05
Hong Kong	3100,14	3233,03	3184,87	3193,24	4350,51	3819,22	4899,23	4890,42
Francia	2301,78	2085,90	2088,32	2159,05	2749,31	2365,95	4500,00	4286,01
Canada	2113,82	2095,42	1593,40	1993,52	2367,06	1937,90	2300,00	2098,05
Germania	1936,11	1738,54	1715,80	1716,04	2262,22	1755,17	2098,17	1933,70
Spagna	1116,56	992,91	787,19	704,55	888,84	723,69	798,29	620,79
tot	51203,88	53604,07	53849,66	55495,69	66410,36	57990,42	56092,33	48971,71

A questo punto si può passare a mostrare i risultati ottenuti dal modello di interdipendenza prima, e dal modello di contagio poi, ricordando che l'analisi si sviluppa su due periodi temporali differenti con l'obiettivo di analizzare le differenze tra le due crisi. Si considera infatti un primo periodo che va dal 03/01/2005 al 31/12/2012 dove il periodo di crisi va dal 07/08/2007 al 30/12/2011; si estende il periodo di crisi fino alla fine del 2011 in modo da essere sicuri che tutti i paesi coinvolti si possano ritenere "fuori" dal periodo di crisi (si considera invece in modo del tutto arbitrario il 31/12/2012 come data di fine periodo; l'intento è stato quello di dividere all'incirca a metà l'intero campione scaricato in modo da avere grosso modo lo stesso numero di osservazioni per i due periodi analizzati). Poi si considera un periodo più recente, per analizzare la moderna crisi dovuta alla pandemia da Covid 19; tale periodo comincia con il 01/01/2013 e finisce con il 30/09/2020³⁵; in questo caso si ha una più breve finestra temporale per analizzare il periodo di crisi vero è proprio, che va dal 09/01/2020 al 30/09/2020; si va a considerare quindi un periodo di crisi pandemica, durante il quale si sono verificate la prima e la seconda ondata di contagi (sia nel mondo occidentale che in quello orientale), e si cercherà di capire, in corrispondenza dello stesso periodo, in che misura i mercati azionari sono stati colpiti. La data 09/01/2020 corrisponde al giorno in cui le autorità sanitarie cinesi hanno dichiarato ai media locali, che i crescenti casi di polmonite che stavano riscontrando nella città di Wuhan a partire dal 31 dicembre 2019, erano causati da un patogeno appartenente ad un nuovo ceppo di coronavirus, della stessa famiglia dei coronavirus responsabili della

³⁵ La scelta di estendere l'analisi fino alla fine di settembre e di non estenderla a tutto l'anno 2020, è dovuta ad una indisponibilità dei dati. In particolare, al momento dei calcoli, si avevano a disposizione i valori di PIL trimestrale solo fino al terzo trimestre 2020; da qui la scelta di considerare il 30/09/2020 come data ultima. I dati storici relativi al PIL saranno utilizzati nei capitoli successivi per analizzare i canali di contagio.

Sars e della Mers, ma anche di banali raffreddori. Il 09/01/2020 è quindi la prima data in cui si diffondono delle notizie ufficiali relative al Covid-19.

6.3.1 Modello di interdipendenza

Il modello di contagio presentato nei paragrafi precedenti potrebbe non essere necessario a spiegare la trasmissione della crisi finanziaria del 2007-09 e quella del 2020 dovuta al Covid 19. Se il modello anticipa correttamente il rischio sistemico, considerando nulli i parametri relativi al contagio, gli effetti riscontrati nei rendimenti dei titoli azionari analizzati, sono spiegabili con il semplice concetto dell'interdipendenza e non con quello di contagio. Per analizzare questa possibilità, si considera nel modello la variabile dummy legata al contagio uguale a zero ($CR_t = 0$). Tenendo conto, che in questa prima fase la matrice $Z_{i,t}$ viene considerata nulla, si ottiene il seguente *modello di interdipendenza*:

$$R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + e_{i,t} \quad (6.5)$$

In *Tabella 6.2* e *Tabella 6.3* sono riportati i risultati ottenuti applicando il modello di interdipendenza per ogni paese, e per i due periodi presi in considerazione. Il modello viene stimato con il metodo dei minimi quadrati (OLS), e come si può vedere in figura viene fornito anche l'errore standard per ogni stima. I valori medi riportati in *Tabella 6.4* sono stati ottenuti come semplice media tra i vari dei singoli indici (quindi non come una media pesata)³⁶. La prima cosa che si nota è che R^2 medio è relativamente basso, molto lontano dall'unità, per entrambi i periodi considerati; ciò suggerisce che forse il modello utilizzato non è adeguato³⁷. I valori di R^2 sono comunque più alti se si applica il modello al secondo periodo di interesse; quindi se ci si fermasse alla sola analisi del R^2 verrebbe da dire che il modello di interdipendenza sembrerebbe più adeguato a rappresentare la situazione riscontrata nel periodo della pandemia da Covid. Si osserva però che la statistica ECTEST rientra nei livelli critici, sia al 5 che all'1 per cento, e quindi il modello non può essere rifiutato a priori.

Andando ad osservare i singoli valori di β stimati in *Tabella 6.2* e *Tabella 6.3*, si nota che in generale i valori maggiori si riscontrano nel mondo occidentale, dove il paese maggiormente esposto, per entrambi i periodi, è l'Italia (con un β per l'indice FTSE MIB che registra il valore massimo tra i vari portafogli); invece i coefficienti di interdipendenza per il Nikkei 225, Hang Seng e SSE Composite Index sono sempre i più bassi. Si nota anche che in generale il valore β_{medio} aumenta se si considera il secondo periodo di interesse, e questo è un ulteriore aspetto che sembrerebbe suggerire

³⁶ Si osservi che un'analisi in aggregato ha senso dato che non bisogna dimenticare l'assunzione di base di avere dei *portafoglio-paese*, in quella che è un'ottica di mercato internazionale.

³⁷ Analizzare isolatamente R^2 ha poco senso dal momento che è quasi impossibile individuare l'esatto modello che rappresenti il fenomeno osservato; invece avrà molto più senso utilizzare R^2 come metro di paragone tra i diversi modelli, per capire quale rappresenti meglio la serie storica analizzata.

la maggiore adeguatezza, da parte del modello, nel rappresentare l'impatto della crisi Covid sui mercati azionari. In generale si osserva che tutti i coefficienti stimati sono significativi al 5% (*t-statistic* maggiore di 1,96).

Tabella 6.2 Modello interdipendenza crisi finanziaria. In tabella sono riportate le stime, per ogni paese, del modello $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + e_{i,t}$, per la crisi finanziaria del 2007, considerando quindi un periodo che va dal gennaio 2005 al dicembre 2012.

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	0,872867	0,029488	29,601220	-0,017485	0,000509	-34,335288	0,296401694
FTSE 100	0,695676	0,027520	25,278590	-0,017150	0,000475	-36,084769	0,235014879
S&P 500	0,490471	0,028286	17,339550	-0,017089	0,000488	-34,983971	0,126292709
CAC 40	0,830037	0,028296	29,334395	-0,017211	0,000489	-35,220452	0,292638927
DAX 30	0,794883	0,028122	28,265947	-0,016902	0,000486	-34,802428	0,277517822
IBEX 35	0,825527	0,028964	28,501988	-0,017236	0,000500	-34,459121	0,280864894
S&P/TSX Composite Index	0,658068	0,029066	22,640096	-0,016934	0,000502	-33,735087	0,197708512
Nikkei 225	0,170251	0,031468	5,410304	-0,017114	0,000543	-31,493101	0,01387749
Hang Seng Index	0,346139	0,031489	10,992488	-0,016942	0,000544	-31,155710	0,054904074
SSE Composite Index	0,132310	0,031756	4,166486	-0,016746	0,000548	-30,535084	0,008276886

Tabella 6.3 Modello interdipendenza crisi Covid. In tabella sono riportate le stime, per ogni paese, del modello $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + e_{i,t}$, per la crisi Covid 19, considerando quindi il periodo gennaio 2013-settembre 2020.

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	1,128826	0,027340	41,289195	-0,007121	0,000286	-24,925245	0,4584271
FTSE 100	0,931558	0,022165	42,027761	-0,007239	0,000232	-31,252038	0,46724266
S&P 500	0,776978	0,023216	33,467013	-0,006690	0,000243	-27,577087	0,357379172
CAC 40	0,998924	0,022904	43,613955	-0,007046	0,000239	-29,440181	0,485722949
DAX 30	0,984889	0,023690	41,573675	-0,006932	0,000248	-28,002438	0,461838425
IBEX 35	1,017991	0,025205	40,388850	-0,007282	0,000263	-27,645554	0,447501567
S&P/TSX Composite Index	0,883359	0,023848	37,041768	-0,007137	0,000249	-28,638416	0,405214135
Nikkei 225	0,246186	0,031754	7,753002	-0,006801	0,000332	-20,494605	0,028980658
Hang Seng Index	0,447136	0,027484	16,268899	-0,007086	0,000287	-24,670356	0,116153833
SSE Composite Index	0,325898	0,034145	9,544663	-0,006967	0,000357	-19,526600	0,043276123

Tabella 6.4 In tabella sono riportati i risultati ottenuti in Tabella 6.2, aggregandoli a livello mondo. Ogni valore corrisponde alla media non pesata dei singoli coefficienti dei portafoglio-paese. Il valore critico per la statistica ECTEST, distribuito secondo una $\chi^2(1)$, è 3,84 (6,63) è il valore critico al 5% (1%).

crisi 2007	coef.	st.err.	t-statistic
β_{medio}	0,58162	0,02945	19,75259
ECTEST	0,22329		
R-squared	0,17835		

crisi Covid	coef.	st.err.	t-statistic
β_{medio}	0,77417	0,02617	29,57691
ECTEST	0,08986		
<i>R-squared</i>	0,32717		

A questo punto viene naturale chiedersi se il modello di interdipendenza sia effettivamente adeguato a spiegare gli effetti delle due crisi. Per capirlo, si va a studiare la performance del modello nel predire gli shock nei periodi di crisi. Per fare ciò, occorre ottenere dal modello (6.5) le stime degli extra-rendimenti $\widehat{R}_{i,t}$ per ogni portafoglio-paese e per ogni periodo/giorno t ; sulla base di tali stime si può poi ottenere il rendimento complessivo \widehat{R}_i dell'intero periodo di crisi, e confrontarlo con il reale ritorno R_i . Nello specifico, una volta ottenute le stime dei rendimenti $\widehat{R}_{i,t}$, si va a determinare il valore del portafoglio-paese per ogni t (quindi per ottenere il prezzo del portafoglio al tempo t , si moltiplica il prezzo del portafoglio al tempo $t-1$ per il rendimento stimato al tempo t) supponendo per semplicità di partire da un valore iniziale pari a 1000 (dollari). Lo stesso procedimento viene effettuato anche con gli extra-rendimenti reali, questo viene fatto per uniformare i due valori; tale operazione viene effettuata solo ed unicamente per i due periodi di crisi (escludendo quindi i periodi *pre-crisi*). Una volta ottenuti i prezzi del portafoglio, si può calcolare il rendimento complessivo³⁸ durante l'intero periodo di crisi come:

$$R = \ln \left(\frac{Valore_{finale}}{Valore_{iniziale}} \right)$$

Si osservi che dato che il $Valore_{finale}$ sarà minore di $Valore_{iniziale}$, per via dei rendimenti negativi degli indici genali di borsa riscontrati nei periodi considerati, R calcolato rappresenterà a tutti gli effetti la perdita subita dai portafoglio-paese le due crisi.

I risultati ottenuti vengono riportati in *Tabella 6.5* dove la prima colonna rappresenta lo shock di tasso “reale” per ogni paese, durante il periodo di crisi, la seconda colonna rappresenta l'ordinamento delle perdite dalla peggiore alla minore, la terza colonna corrisponde alle perdite previste dal modello di interdipendenza, e l'ultima colonna invece rappresenta l'ordinamento delle perdite secondo il modello di interdipendenza. Si nota allora che la classificazione delle perdite previste dal modello non corrisponde *all'ordinamento effettivo* delle perdite (per entrambe le crisi, il modello è in grado di predire l'ordinamento solo di alcune perdite rispetto alle effettive perdite reali). L'inadeguatezza del modello nel predire gli shock durante la crisi, appare evidente se si confrontano, oltre al rank, anche i valori delle perdite stimate dal modello con le

³⁸ Si osservi che nel momento in cui il rendimento cumulato di un portafoglio (o di un titolo) è negativo, questo rappresenterà a tutti gli effetti una perdita; è per questo motivo che ci si riferirà spesso ai rendimenti cumulati come a delle perdite.

corrispondenti perdite reali, infatti i valori predetti sono troppo diversi da quelli effettivi per poter pensare di usare questo modello come modello di previsione. In generale il modello sovrastima le perdite, e ciò è particolarmente evidente per la crisi finanziaria del 2007, dato che le perdite previste sono anche più grandi del doppio rispetto a quelle reali.

Tabella 6.5 I ritorni cumulati per i vari portafoglio-paese sui due periodi di crisi 07/08/2007-30/12/2011 per la crisi del 2007-09, e 09/01/2020-30/06/2020 per la crisi da Corona virus.

crisi finanziaria modello Interdipendenza				
	R cumulato effettivo	rank	R cumulato previsto	rank
Italia (FTSE MIB)	-9,18	1	-21,03	1
Francia (CAC 40)	-8,76	2	-20,66	2
Spagna (IBEX 35)	-8,73	3	-20,69	3
Cina (SSE Composite Index)	-8,61	4	-19,44	10
Inghilterra (FTSE 100)	-8,44	5	-20,44	4
Germania (DAX 30)	-8,40	6	-20,26	6
Giappone (Nikkei 225)	-8,30	7	-19,90	8
Hong Kong (Hang Seng Index)	-8,25	8	-19,85	9
Canada (S&PTX Composite Index)	-8,18	9	-20,15	5
Stati Uniti (S&P 500)	-8,17	10	-20,16	7

crisi Covid modello Interdipendenza				
	R cumulato effettivo	rank	R cumulato previsto	rank
Spagna (IBEX 35)	-1,14	1	-1,52	1
Inghilterra (FTSE 100)	-1,11	2	-1,50	3
Italia (FTSE MIB)	-1,03	3	-1,51	2
Francia (CAC 40)	-1,01	4	-1,48	4
Canada (S&PTX Composite Index)	-0,94	5	-1,47	5
Hong Kong (Hang Seng Index)	-1,00	6	-1,40	7
Germania (DAX 30)	-0,84	7	-1,45	6
Stati Uniti (S&P 500)	-0,82	8	-1,37	8
Giappone (Nikkei 225)	-0,80	9	-1,32	10
Cina (SSE Composite Index)	-0,74	10	-1,36	9

Applicando una regressione dei valori R_i reali, sulle stime del modello \widehat{R}_i , si ottiene³⁹:

$$R_i = 0,464 + 0,443\widehat{R}_i + e_{i,t} \quad \text{con } R^2 = 0,417 \quad (\text{crisi 2007})$$

$$(3,752) \quad (0,185)$$

e

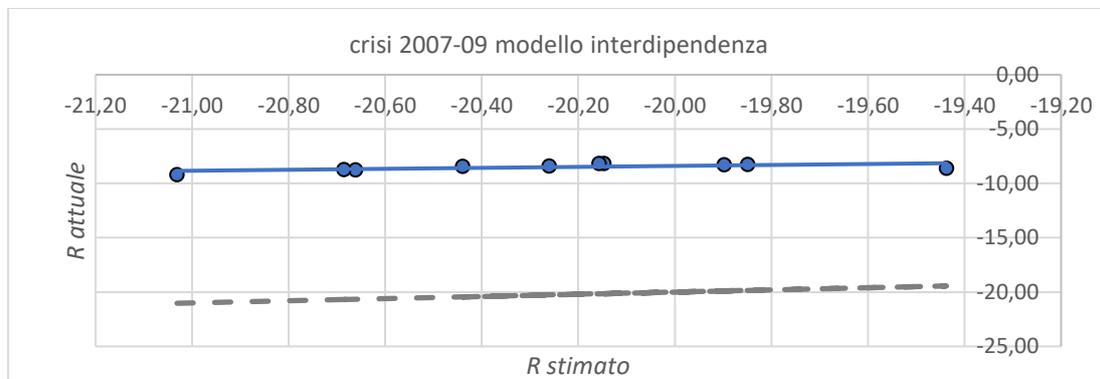
³⁹ Bisogna tener presente che tale modello di regressione potrebbe essere una forte approssimazione dato che si hanno a disposizione solo 10 osservazioni (infatti 10 sono i paesi) laddove il numero minimo di osservazioni consigliate dalla letteratura statistica in generale è di 30

$$R_i = 1,314 + 1,571\widehat{R}_i + e_{i,t} \quad \text{con } R^2 = 0,694 \quad (\text{crisi Covid})$$

$$(0,531) \quad (0,369)$$

Dove tra parentesi vengono riportati gli *standard error* dei coefficienti stimati. In un ipotetico modello che predice perfettamente i rendimenti nel periodo di crisi, la relazione tra i rendimenti reali e quelli predetti dovrebbe essere rappresentata da una bisettrice. Ciò si può testare prendendo in considerazione i modelli di regressione sopra calcolati, ed in particolare andando a testare l'ipotesi congiunta di $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$. Tale ipotesi, con un livello di significatività $\alpha = 5\%$, viene rifiutata per entrambi i modelli⁴⁰.

Nella *Figura 6.1* si fittano su di un grafico i modelli di regressione dei rendimenti cumulati sopra calcolati. L'asse verticale corrisponde ai ritorni cumulati attuali ("reali"), contro i ritorni predetti dal modello sull'asse orizzontale.



⁴⁰ Per testare l'ipotesi congiunta si dovrebbe utilizzare il test F la cui statistica è $F =$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{t^2_1 + t^2_2 - 2\rho t_1 t_2}{1 - \rho^2 t_1 t_2} \right),$$

ma in questa sede, non disponendo di un software statistico adeguato, si

andranno a verificare singolarmente le singole ipotesi $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$ con un semplice test t .

Quindi si ritiene non accettabile l'ipotesi congiunta quando almeno una delle singole ipotesi nulle viene rifiutata, e si è ben consapevoli che questo in linea teorica è un errore perché porta a rifiutare l'ipotesi nulla con una probabilità α maggiore di quella che ci si è prefissati.

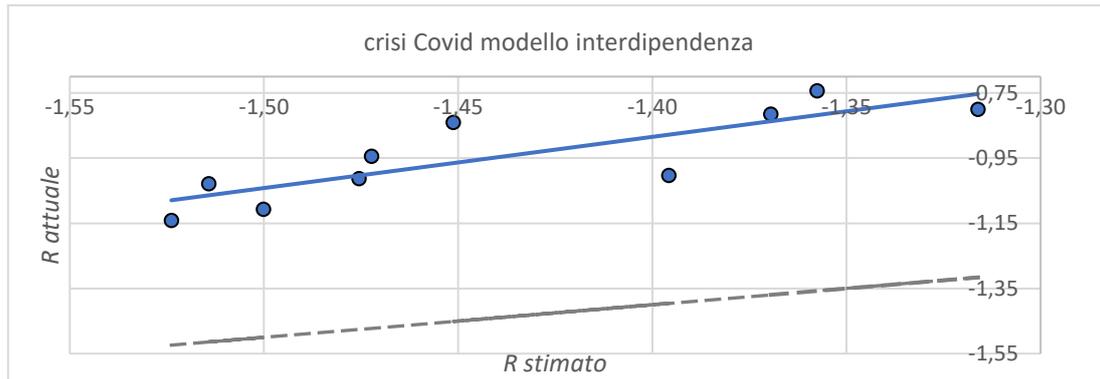


Figura 6.1 In figura vengono plottati i ritorni cumulati attuali contro i ritorni cumulati stimati dal modello di interdipendenza. La linea continua rappresenta la retta di regressione, e la linea tratteggiata rappresenta la bisettrice (linea a 45 gradi)

Guardando alla *Figura 6.1* si può notare anche graficamente quella che era la conclusione già osserva guardando al test d'ipotesi congiunta, e cioè che i modelli di regressione non sono sovrapponibili alla bisettrice dei piani⁴¹.

Alla luce dei risultati presentati in questo paragrafo si può ragionevolmente escludere che il modello di interdipendenza sia adeguato a rappresentare il fenomeno analizzato. Da un punto di vista pratico, per gli intendi di questo elaborato, si è raggiunto un primo importante risultato: *il fenomeno dell'interdipendenza non è sufficiente a spiegare la volatilità e gli shock dei rendimenti riscontrati nei periodi di crisi*. Nei paragrafi successivi si andrà ad indagare quello che è *l'effetto contagio*, con l'applicazione del modello (6.1)-(6.4).

6.3.2 Modello contagio

Come già anticipato per indagare l'effetto contagio si andrà ad applicare il modello (6.1)-(6.4), però ancora considerando la matrice $Z_{i,t}$ uguale a zero. Quindi il modello che si applicherà sarà il seguente:

$$R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,t}F_t + \eta_{i,0}CR_t + e_{i,t}$$

$$\beta_{i,t} = \beta_{i,0} + \gamma_{i,0}CR_t$$

oppure

$$R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \eta_{i,0}CR_t + \gamma_{i,0}(F_t \times CR_t) + e_{i,t}$$

Si è interessati ancora una volta ad analizzare il parametro di interdipendenza $\beta_{i,0}$, ma questa volta congiuntamente al parametro del contagio $\gamma_{i,0}$. I risultati ottenuti per i

⁴¹ A dar man forte al test d'ipotesi, che in parte perde di potenza non considerando la statistica F , viene il grafico. Analizzando congiuntamente il test d'ipotesi e il grafico si ritiene di poter trarre delle conclusioni ragionevolmente corrette.

singoli portafoglio-paese sono forniti nella *Tabella 6.6 e Tabella 6.7*, e gli stessi risultati aggregati a livello mondo sono presentati in *Tabella 6.8*. Per prima cosa si vuole commentare velocemente il *fit* del modello. Si può notare, guardando alla *Figura 7*, che in generale R^2 medio aumenta, rispetto al modello di interdipendenza⁴², per entrambi i periodi considerati (che si ricorda fa riferimento a tutto il periodo di interesse, quindi sia periodo di crisi che pre-crisi); in realtà per quanto riguarda il periodo della crisi Covid, il fit del modello subisce sì un incremento, ma non in modo sostanziale come avviene per la crisi del 2007-09. In generale si può concludere che considerare il beta fisso lungo tutto l'arco temporale, come è stato fatto nel modello di interdipendenza, è un errore. Ancora una volta le statistiche ECTEST rientrano all'interno dei livelli di accettazione, e di conseguenza non si può rifiutare il modello.

Tabella 6.6 Modello contagio crisi finanziaria. In figura sono riportate le stime, per ogni paese, del modello $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \eta_{i,0}CR_t + \gamma_{i,0}(F_t \times CR_t) + e_{i,t}$ per la crisi finanziaria, considerando quindi un periodo che va dal Gennaio 2005 al Dicembre 2012.

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	0,736127	0,052133	14,120179	0,216565	0,059844	3,618843
FTSE 100	0,468969	0,046986	9,981105	0,335519	0,053935	6,220817
S&P 500	0,293112	0,048928	5,990732	0,296856	0,056164	5,285500
CAC 40	0,619865	0,049047	12,638241	0,313470	0,056301	5,567767
DAX 30	0,632872	0,048842	12,957632	0,249850	0,056065	4,456392
IBEX 35	0,628054	0,050584	12,416141	0,296935	0,058065	5,113827
S&P/TSX Composite Index	0,409850	0,050633	8,094497	0,363875	0,058122	6,260545
Nikkei 225	0,210908	0,057110	3,692979	-0,017701	0,065557	-0,270004
Hang Seng Index	0,232040	0,057022	4,069324	0,186280	0,065455	2,845902
SSE Composite Index	0,106562	0,058672	1,816222	0,067491	0,067350	1,002092

	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	0,022966	0,000889	25,830322	-0,030048	0,000660	-45,519217	0,471208403
FTSE 100	0,023167	0,000801	28,911610	-0,029781	0,000595	-50,056901	0,46384982
S&P 500	0,023191	0,000834	27,792611	-0,029748	0,000620	-48,016282	0,37145685
CAC 40	0,023012	0,000836	27,511475	-0,029764	0,000621	-47,926817	0,488985798
DAX 30	0,022942	0,000833	27,542443	-0,029440	0,000618	-47,603143	0,475988298
IBEX 35	0,023146	0,000863	26,830437	-0,029869	0,000640	-46,634738	0,47261124
S&P/TSX Composite Index	0,023161	0,000864	26,821778	-0,029551	0,000641	-46,092754	0,414632339
Nikkei 225	0,022751	0,000974	23,358709	-0,029644	0,000723	-40,994000	0,219025381
Hang Seng Index	0,022694	0,000972	23,336691	-0,029367	0,000722	-40,673605	0,254821198
SSE Composite Index	0,021247	0,001001	21,234121	-0,028417	0,000743	-38,250528	0,186002516

⁴² Si vuole notare che in generale R^2 aumenta sempre quando si aggiunge una regressione. Per questo motivo quando si utilizza regressione multipla come misura di "bontà d'adattamento" bisognerebbe utilizzare R^2 **corretto**, che assume la seguente forma:

$$\bar{R}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-k-1} \right) \frac{SSR}{TSS}$$

Quando n è molto grande la differenza tra i due R^2 è trascurabile. Considerando che in questo caso n corrisponde a 2083 per il primo periodo analizzato e 1950 per il secondo, si ritiene trascurabile la differenza tra i due R^2 , e si sceglie quindi di usare la forma classica.

Tabella 6.7 **Modello contagio crisi Covid**. In figura sono riportate le stime, per ogni paese, del modello $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \eta_{i,0}CR_t + \gamma_{i,0}(F_t \times CR_t) + e_{i,t}$ per la crisi Covid 19, considerando quindi un periodo che va dal Gennaio 2013 al Settembre 2020.

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	1,146913	0,034343	33,396298	-0,045671	0,056586	-0,807109
FTSE 100	0,865616	0,027739	31,206060	0,181810	0,045705	3,977884
S&P 500	0,606812	0,028418	21,353291	0,466070	0,046824	9,953637
CAC 40	0,974492	0,028744	33,902966	0,069572	0,047361	1,468977
DAX 30	0,948706	0,029658	31,988408	0,102609	0,048867	2,099744
IBEX 35	1,007383	0,031683	31,795912	0,031462	0,052204	0,602676
S&P/TSX Composite Index	0,669656	0,028853	23,208901	0,584109	0,047542	12,286175
Nikkei 225	0,184030	0,039829	4,620444	0,172641	0,065627	2,630627
Hang Seng Index	0,426612	0,034541	12,350779	0,058640	0,056914	1,030333
SSE Composite Index	0,334005	0,042891	7,787284	-0,017585	0,070672	-0,248829

	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	0,002833	0,000976	2,901419	-0,007391	0,000300	-24,662600	0,460877255
FTSE 100	0,002353	0,000789	2,983145	-0,007450	0,000242	-30,777538	0,47361656
S&P 500	0,003502	0,000808	4,334437	-0,006993	0,000248	-28,199490	0,392569421
CAC 40	0,002702	0,000817	3,306877	-0,007297	0,000251	-29,092248	0,489011054
DAX 30	0,003651	0,000843	4,330345	-0,007270	0,000259	-28,093017	0,467891083
IBEX 35	0,002214	0,000901	2,457827	-0,007488	0,000276	-27,085774	0,449242534
S&P/TSX Composite Index	0,003400	0,000820	4,144838	-0,007423	0,000252	-29,480835	0,450698301
Nikkei 225	0,003269	0,001132	2,886722	-0,007098	0,000348	-20,423902	0,036177251
Hang Seng Index	0,002435	0,000982	2,479546	-0,007312	0,000301	-24,257687	0,119276087
SSE Composite Index	0,003661	0,001219	3,002557	-0,007313	0,000374	-19,540399	0,047584918

Tabella 6.8 Si riportano i risultati ottenuti in Tabella 6.6 e Tabella 6.7, aggregandoli a livello mondo. Ogni valore corrisponde alla media non pesata su tutti i portafoglio-paese. Il valore critico per la statistica ECTEST, distribuito secondo una $\chi^2(1)$, è 3,84 (6,63) al 5% (1%).

crisi 2007	coef.	st.err.	t-statistic
β_{medio}	0,43384	0,05200	8,34371
γ_{medio}	0,23091	0,05969	3,86882
η_{medio}	0,02283	0,00089	25,74308
ECTEST	0,10116		
R-squared	0,38186		

crisi Covid	coef.	st.err.	t-statistic
β_{medio}	0,71642	0,03267	21,92917
γ_{medio}	0,16037	0,05383	2,97910
η_{medio}	0,00300	0,00093	3,23208
ECTEST		0,11019	
R-squared		0,33869	

Analizzando i dati in aggregato della *Tabella 6.8*, e confrontandoli con quelli ottenuti per il modello di interdipendenza in *Tabella 6.4*, si può fare un interessante osservazione. Il coefficiente di interdipendenza $\beta_{i,0}$ medio, subisce un decremento nel modello di contagio, il che suggerisce che parte delle fluttuazioni riscontrate negli indici azionari durante il periodo di crisi, è da imputarsi proprio all'effetto contagio, e non tutto ad un aumento dei co-movimenti tra i portafogli (o meglio al fenomeno dell'interdipendenza, che si ricorda viene misurato dai beta del modello), come veniva sottinteso nel modello di interdipendenza nel momento in cui si considerava $CR_t = 0$.

In secondo luogo, c'è una forte evidenza statistica della correttezza del modello nel predire gli shock dei rendimenti durante i periodi di crisi. Alla stessa maniera di quanto fatto per il modello di interdipendenza, si vanno a calcolare i rendimenti cumulati, reali e previsti dal modello, dei portafoglio-paese durante il periodo di crisi⁴³. Le perdite riscontrate durante il periodo di crisi sono riportate in *Tabella 6.9*, dove i portafogli sono disposti, dal basso verso l'alto, in ordine crescente di perdita *reale*.

Tabella 6.9 La tabella mostra i ritorni cumulati per i vari portafoglio-paese sui due periodi di crisi 07/08/2007-30/12/2011 per la crisi finanziaria, e 09/01/2020-30/09/2020 per la crisi da Corona virus.

crisi finanziaria modello Contagio				
	R cumulato effettivo	rank	R cumulato previsto	rank
Italia (FTSE MIB)	-9,18	1	-9,06	1
Francia (CAC 40)	-8,76	2	-8,65	2
Spagna (IBEX 35)	-8,73	3	-8,61	3
Cina (SSE Composite Index)	-8,61	4	-8,37	4
Inghilterra (FTSE 100)	-8,44	5	-8,34	5
Germania (DAX 30)	-8,40	6	-8,30	6
Giappone (Nikkei 225)	-8,30	7	-8,07	8
Hong Kong (Hang Seng Index)	-8,25	8	-8,01	10
Canada (S&PTX Composite Index)	-8,18	9	-8,05	9
Stati Uniti (S&P 500)	-8,17	10	-8,05	7

⁴³ Il metodo di individuazione dei ritorni cumulati nel periodo di crisi è lo stesso di quello utilizzato per il modello di interdipendenza; in questo caso chiaramente per stimare il rendimento $\widehat{R}_{i,t}$ si userà il modello di contagio stimato in *Figura 6*

crisi covid modello Contagio

	R cumulato effettivo	rank	R cumulato previsto	rank
Spagna (IBEX 35)	-1,14	1	-1,15	1
Inghilterra (FTSE 100)	-1,11	2	-1,11	2
Italia (FTSE MIB)	-1,03	3	-1,02	3
Francia (CAC 40)	-1,01	4	-1,02	4
Canada (S&PTX Composite Index)	-0,94	5	-0,95	6
Hong Kong (Hang Seng Index)	-1,00	6	-0,98	5
Germania (DAX 30)	-0,84	7	-0,83	7
Stati Uniti (S&P 500)	-0,82	8	-0,81	8
Giappone (Nikkei 225)	-0,80	9	-0,77	9
Cina (SSE Composite Index)	-0,74	10	-0,73	10

Guardando alla *Tabella 6.9*, e confrontandola con i risultati ottenuti per il modello di interdipendenza (*Tabella 6.5*), si osserva facilmente che la capacità di predire gli shock di rendimento è nettamente migliore (infatti le perdite reali e quelle stimate sono molto simili). Ed ancora una volta, similmente a quanto fatto nel paragrafo precedente, si va a calcolare la regressione dei rendimenti reali su quelli previsti. Si ottiene:

$$R_i = 0,508 + 1,042\widehat{R}_i + e_{i,t} \quad \text{con } R^2 = 0,971 \quad (\text{crisi 2007})$$

(0,538) (0,063)

e

$$R_i = 0,061 + 1,057\widehat{R}_i + e_{i,t} \quad \text{con } R^2 = 0,994 \quad (\text{crisi Covid})$$

(0,028) (0,030)

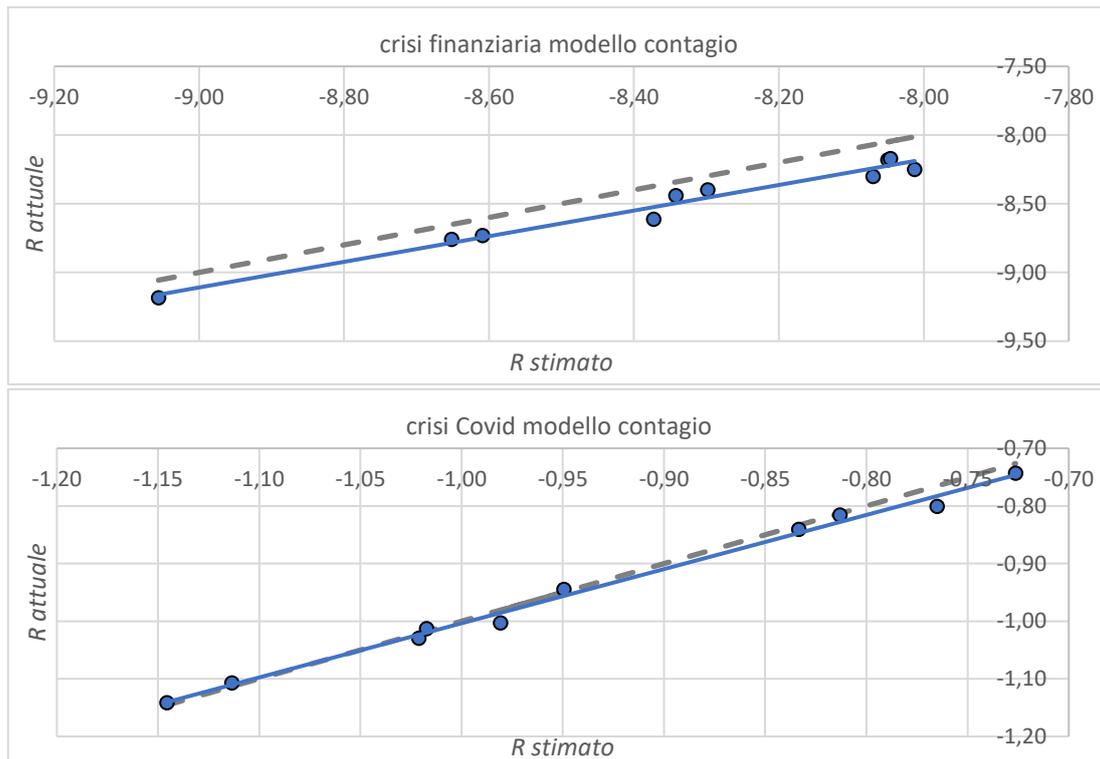


Figura 6.2 In figura vengono plottati i ritorni cumulati attuali contro i ritorni cumulati stimati dal modello di contagio. La linea continua rappresenta la retta di regressione, e la linea tratteggiata rappresenta la bisettrice (linea a 45 gradi)

Il coefficiente R^2 vicino all'unità conferma l'ottimo fit del modello, anche se l'ipotesi congiunta di intercetta zero e pendenza unitaria viene rifiutata ad un livello di significatività 5% se si applica il modello alla crisi da Covid 19⁴⁴. Il comportamento grafico dei due modelli di regressione è ripotato in Figura 6.2.

Ancora una volta, guardando ai grafici di Figura 6.1 e Figura 6.2, si nota la netta differenza tra il *modello interdipendenza* e *modello contagio*; in quest'ultimo è chiara la tendenza delle regressioni dei rendimenti a sovrapporsi alla bisettrice (linea tratteggiata in figura).

Alla luce di quanto detto fino ad ora in questo paragrafo, dopo aver dimostrato la presenza dell'effetto contagio nelle due crisi e l'inadeguatezza del *modello di interdipendenza* nello spiegare da solo gli andamenti degli indici di mercato nei periodi analizzati, si decide di considerare solo ed unicamente il *modello di contagio* per analizzare le due crisi nel prosieguo dell'elaborato⁴⁵.

⁴⁴ Si ricorda che si sta facendo "l'errore" di non calcolare la statistica F per testare l'ipotesi congiunta, il che porta a rifiutare l'ipotesi nulla con una probabilità α maggiore di quella prefissata, quindi prima di rifiutare l'ipotesi nulla si analizzerà anche il grafico in Figura 9.

⁴⁵ Si osservi ancora che l'aver analizzato prima l'effetto dell'interdipendenza, per poi effettuare il confronto con l'effetto del contagio, è stato un passo necessario per escludere la possibilità che gli andamenti degli indici di mercato registrati durante le crisi, potessero essere spiegati semplicemente

Assodata la validità del modello utilizzato, si vuole tornare ai modelli di regressione ottenuti per i singoli paesi in *Tabella 6.7* e *Tabella 6.8* per fare alcune osservazioni. I risultati ottenuti per il periodo di crisi del 2007-09 sono sicuramente più robusti, semplicemente perché si ha un numero maggiore di dati per studiare il periodo di crisi; se per la crisi del 2007 si hanno a disposizione più di tre anni di dati (con cadenza giornaliera) per analizzare il periodo di crisi vera e propria, per la crisi da Covid si hanno solo pochi mesi a disposizione. Quindi forti di questa “maggiore valenza statistica”, e considerando che parte dei risultati presentati fino ad ora sono confermati anche da “GLOBAL CRISES AND EQUITY MARKET CONTAGION” (il paper da cui si è preso maggiormente ispirazione per questo elaborato), il modello contagio della crisi del 2007 viene preso come benchmark. Quello che si può affermare quindi della crisi finanziaria è che:

- C'è stato a livello globale sicuramente un aumento dei co-movimenti, confermato da un $\beta_{medio} = 0,43384$ relativamente alto (*effetto dell'interdipendenza*). Allo stesso tempo però si è dimostrato anche che buona parte degli shock durante il periodo di crisi sono causati *dall'effetto contagio* che a livello globale si attesta su $\gamma_{medio} = 0,23091$. L'effetto contagio è stato poi aggravato dal cosiddetto *comportamento gregge* che se pur piccolo è presente a livello globale con $\eta_{medio} = 0,02283$
- Analizzando invece i singoli portafoglio-paese, i paesi più colpiti dalla crisi sono stati sicuramente i paesi occidentali che riscontrano i parametri di interdipendenza e contagio più elevati
- I paesi orientali sono stati sicuramente meno colpiti. Per la Cina (SSE Composite Index) i coefficienti non sono significativi al 5% (minori di 1,96) e quindi gli shock registrati potrebbero essere il solo effetto del fenomeno dell'interdipendenza. Per il Giappone invece si registra un fenomeno alquanto curioso: il coefficiente β e γ sono correlati negativamente. Il fatto che l'effetto interdipendenza è correlato negativamente con l'effetto contagio, significa che il portafoglio che prima della crisi era meno esposto (al fattore interdipendenza) nel momento della crisi ha subito un pesante effetto contagio. Se quest'ultima evidenza fosse confermata sarebbe una prova schiacciante del fatto che il modello fattoriale standard (con la variabile dummy nulla) non è in grado di differenziare i rischi sistemici durante le crisi globali. Si utilizza il condizionale perché osservando nel dettaglio il coefficiente di contagio γ_0 del *Nikkei 225* ci si accorge che in realtà non è significativo al 5%, oltre il fatto che è in valore assoluto molto piccolo, e che quindi gran parte dell'andamento delle fluttuazioni dell'indice potrebbero essere spiegate semplicemente con un fenomeno di interdipendenza.

Per quanto riguarda la crisi da Covid, come già detto bisogna tener presente il limite di aver pochi dati a disposizione per studiare il periodo di crisi. Si può quindi

come un aumento dei co-movimenti dei portafoglio-paese. Sarebbe stato un errore considerare fin da subito il modello di contagio senza aver analizzato prima il modello di interdipendenza.

commentare solo quelle che sono le evidenze di un periodo iniziale di crisi, ma si deve tener presente che tali risultati sono destinati quasi sicuramente a cambiare nel tempo. Le osservazioni che si possono fare per la crisi Covid sono:

- A livello globale, la situazione sembra essere differente rispetto alla crisi finanziaria globale. In questa fase iniziale della crisi sembra avere un ruolo principale *l'effetto di interdipendenza* con $\beta_{medio} = 0,71642$. Si riscontra anche un *effetto contagio* anche se in misura minore rispetto alla crisi finanziaria ($\gamma_{medio} = 0,16037$). L'*effetto gregge* è invece praticamente trascurabile con $\eta_{medio} = 0,00300$.
- A livello di singoli paesi gli effetti di interdipendenza e contagio maggiori si sono riscontrati per i paesi occidentali. Si deve osservare però che molti coefficienti di contagio non sono significativi al 5% (e neanche al 10%). Questa debolezza fa pensare ancora una volta alla predominanza dell'effetto interdipendenza sull'effetto contagio.
- Per i paesi asiatici si registra anche in questo caso la minore esposizione ai fattori analizzati
- Per l'Italia e la Cina si registra il fenomeno della correlazione negativa tra effetto contagio ed effetto interdipendenza, ma ancora una volta il coefficiente di contagio non è significativo e quindi per tali indici dovrebbe essere predominante l'effetto interdipendenza.

Alla luce di quanto ottenuto fino ad ora, sembrerebbe che in questa prima fase della crisi dovuta alla pandemia da Covid 19, e si presente un contagio tra i paesi, ma è predominante un effetto interdipendenza.

6.4 Modello con matrice Z

Fino ad ora si è studiato il modello di interdipendenza e del contagio, e si sono ottenute delle evidenze circa il migliore adattamento di quest'ultimo nel rappresentare le serie storiche analizzate. Fino a questo punto però non si sono ancora considerate delle variabili esogene (quindi variabili che non fossero solo gli indici di borsa dei mercati dei vari paesi), con l'obiettivo in parte di migliorare il fitting del modello, ma con il reale scopo di individuare quelli che sono i canali di contagio delle due crisi prese in esame; per fare ciò, in questo paragrafo si utilizzerà il modello nella sua forma completa, quindi considerando anche la matrice $Z_{i,t}$. Prima però di commentare i risultati ottenuti, si andrà brevemente ad introdurre la matrice $Z_{i,t}$ e le variabili scelte.

6.4.1 Matrice Z

La matrice $Z_{i,t}$ è costituita da un set di variabili esogene, le quali sono state scelte ancora una volta ispirandosi al paper "GLOBAL CRISES AND EQUITY MARKET CONTAGION". Avendo escluso indicatori che includessero dividendi, perché difficili da reperire, la scelta è ricaduta sul considerare tre variabili: l'indice VIX, l'indice T-NOTE, e il PIL.

Con la prima variabile considerata, e cioè con l'indice VIX⁴⁶, lo scopo è tenere conto della volatilità del mercato⁴⁷ mondiale. L'obiettivo è capire se l'aumento di variabilità del mercato in corrispondenza dei periodi di crisi possa servire a spiegare la propagazione dell'effetto contagio. Si osservi ancora che viene scelto l'indice VIX come indicatore di volatilità del mercato mondiale, che in realtà è un indicatore di volatilità del mercato statunitense, perché la borsa degli Stati Uniti risulta essere quella a maggiore capitalizzazione; in particolare si considerano le variazioni percentuali dell'indice, con granularità giornaliera (Fonte: investing.com).

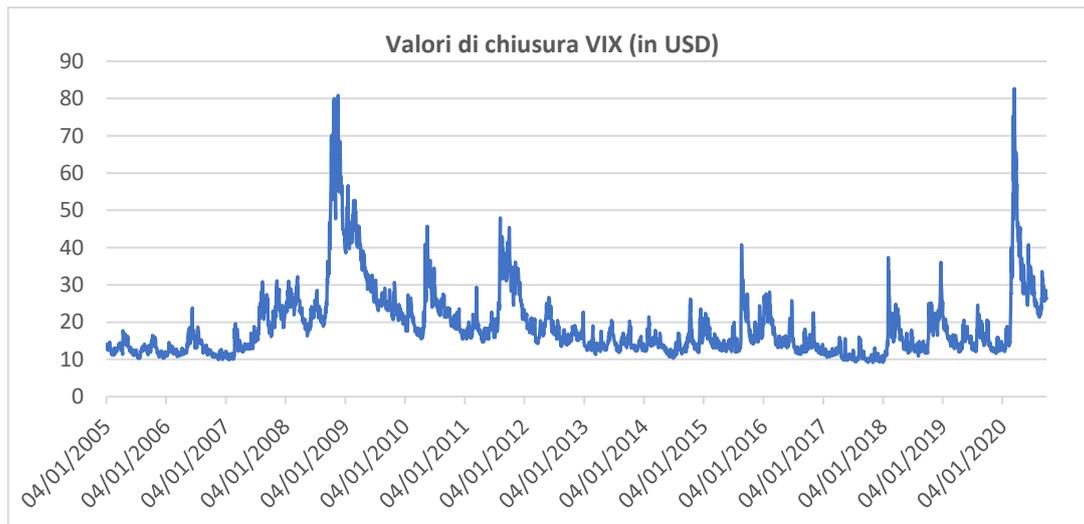


Figura 6.3 Serie storica dei valori di chiusura dell'indice VIX, dal 04/01/2005 al 30/09/2020

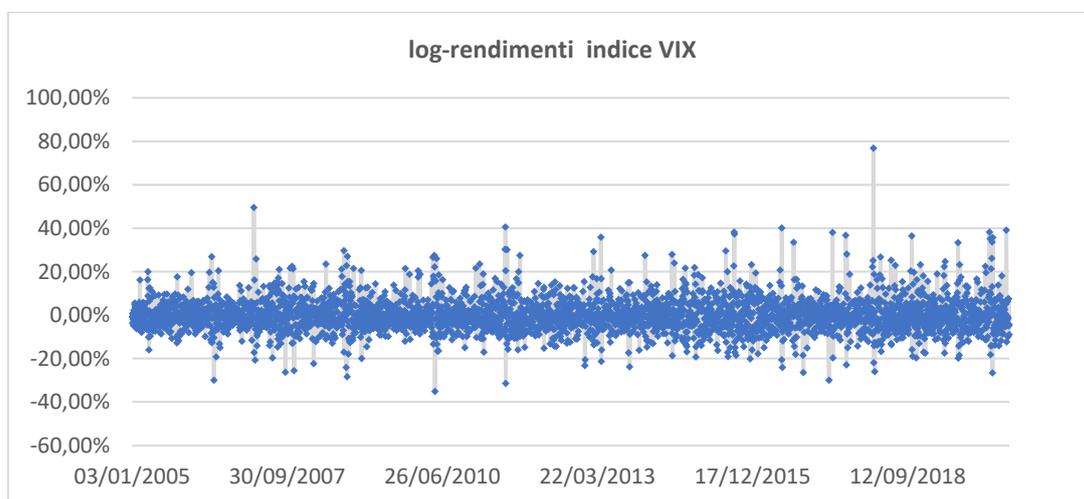


Figura 6.4 Grafico di dispersione dei log-rendimenti dell'indice VIX dal 04/01/2005 al 30/09/2020

⁴⁶ L'indice VIX stima la volatilità implicita nelle opzioni (call e put) sullo S&P 500, offrendo una previsione della variabilità del mercato azionario nei successivi 30 giorni (questo è un indicatore determinante nel pricing delle opzioni)

⁴⁷ Si considera quindi il "mercato *world*" e si prende come benchmark la volatilità del mercato statunitense (perché quello a maggiore capitalizzazione)

La seconda variabile esogena presa in considerazione è il T-Note a 10 anni⁴⁸ (in particolare i log-rendimenti giornalieri); l'idea è quella di andare a capire come l'andamento di un titolo di stato a tasso fisso (per definizione un titolo “sicuro”) può essere utile a spiegare l'effetto contagio nei periodi di crisi. La fonte dei dati è il sito ufficiale⁴⁹ “U.S. DEPARTMENT OF THE TREASURY”, e come fatto per il T-Bill, si assume che i dati calcolati dal dipartimento del tesoro siano log-rendimenti.

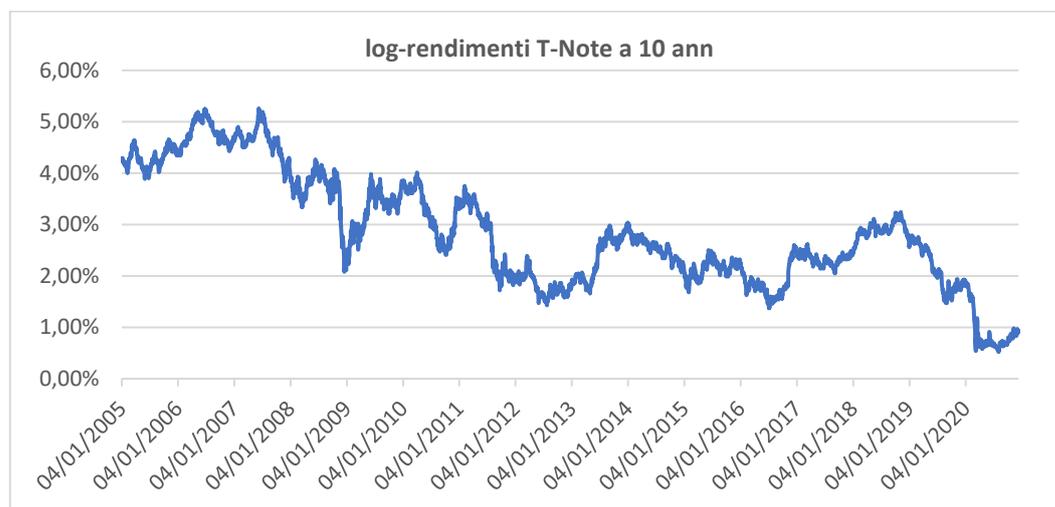


Figura 6.5 Serie storica dei log-rendimenti del T-Note a 10 anni, dal 04/01/2005 al 30/09/2020

Si osserva che, ancora una volta, si ha il problema di dover armonizzare i dati con le date utilizzate nelle serie storiche⁵⁰. Per l'indice VIX, avendo a disposizione i valori di chiusura, nel momento in cui manca il valore per una data si va a calcolare la media tra il valore precedente e successivo immediatamente disponibile. Per l'indice T-Note invece, avendo a disposizione solo i tassi, in corrispondenza delle date per cui manca un valore si considerano, per semplicità, i valori delle date precedenti.

L'ultima variabile presa in considerazione e che completa la matrice $Z_{i,t}$, è il PIL. Nell'utilizzare il PIL dei vari paesi nella matrice $Z_{i,t}$, ci si è scontrati, anche in questo caso, con il problema di omogeneizzare lo storico del PIL con tutte le altre variabili della matrice $Z_{i,t}$; infatti il PIL è calcolato con una “granularità” al massimo

⁴⁸ **Treasury Note** (T-Note) sono Titoli di Stato del governo federale degli Stati Uniti. Sono titoli a medio\lungo termine con scadenze a 2, 3, 5, 7 e 10 anni e riconoscono al sottoscrittore una cedola a tasso di interesse fisso, pagata ogni sei mesi fino alla scadenza.

⁴⁹ Come specificato nel sito del Dipartimento del Tesoro, i dati sono ottenuti dalla *Treasury Yield Curve Rates*. Tali tassi sono comunemente chiamati tassi “Constant Maturity Treasury” o semplicemente CMT e sono interpolati dal Dipartimento del Tesoro dalla curva dei rendimenti giornalieri. Questa curva, che mette in relazione il rendimento di un titolo con la rispettiva scadenza, si basa sui rendimenti, lato offerta, del mercato di chiusura (non transazioni effettive), ottenute dalla Federal Reserve Bank di New York alle 15:30 di ogni giorno di negoziazione. i valori di rendimento CMT vengono letti dalla curva dei rendimenti a scadenze fisse di 1, 2, 3 e 6 mesi e di 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, e 30 anni. Questo metodo permette di ottenere il rendimento per una scadenza a 10 anni, ad esempio, anche se nessun titolo in circolazione ha esattamente 10 anni rimanenti alla scadenza.

⁵⁰ Per maggiori informazioni si può guardare al capitolo dell'elaborazione dei dati, dove si è ampiamente discusso del problema di omogeneizzazione dei dati.

trimestrale, dove invece lo storico delle altre variabili viene considerato su base giornaliera. Per affrontare a tale problema si sono considerate due strade: la prima consiste nell'utilizzare semplicemente le variazioni trimestrali del PIL (ritenendo nulle le variazioni giornaliere tra un trimestre e l'altro), con la seconda invece si calcolano delle stime delle variazioni giornaliere del PIL. Verranno ora presentate entrambe le matrici $Z_{i,t}$, cioè sia quella con *PIL trimestrale* che quella con *PIL giornaliero*, ma si anticipa fin da ora che la scelta ricadrà sulla seconda, e questo perché anche se il *PIL giornaliero* non è osservabile, esso comunque esiste e quindi non può essere ignorato. In generale, indipendentemente dal metodo utilizzato, verranno usati i valori del PIL di tutti i paesi analizzati; questo significa che si avranno dieci matrici $Z_{i,t}$, ognuna caratterizzata dal prodotto interno lordo del paese preso in considerazione.

Entrando nello specifico dei due metodi per calcolare la matrice $Z_{i,t}$, il primo consiste nel prendere in considerazione il PIL percentuale, su base trimestrale, di ogni paese con l'obiettivo di capire in che misura tale indicatore è in grado di spiegare l'effetto contagio. Ad essere più precisi, si prende in considerazione il *deflatore del PIL*⁵¹, in modo da ottenere un indicatore della produzione di un paese che non dipende dalle fluttuazioni di prezzo. In *Tabella 6.10* e *Tabella 6.11* si riportano i valori dei deflatori del PIL su base trimestrale dal 2005 al 2020; solo per la Cina si utilizzano i valori su base annuale, gli unici trovati.

Tabella 6.10 Deflatori del PIL in percentuale, su base trimestrale, dal 2005 al 2020. Fonte: OECD.org

Time	Canada	Francia	Germania	Italia	Giappone	Spagna	Inghilterra	Stati Uniti	Hong Kong
Q1 2005	0,85%	0,88%	0,87%	0,85%	1,08%	0,89%	0,76%	0,86%	0,60%
Q2 2005	0,86%	0,89%	0,87%	0,86%	1,07%	0,90%	0,77%	0,87%	0,30%
Q3 2005	0,87%	0,89%	0,87%	0,86%	1,07%	0,91%	0,77%	0,88%	0,10%
Q4 2005	0,88%	0,90%	0,87%	0,87%	1,07%	0,92%	0,78%	0,88%	-0,20%
Q1 2006	0,88%	0,90%	0,87%	0,87%	1,06%	0,92%	0,78%	0,89%	-0,80%
Q2 2006	0,89%	0,91%	0,88%	0,88%	1,06%	0,93%	0,79%	0,90%	0,20%
Q3 2006	0,89%	0,91%	0,88%	0,88%	1,06%	0,94%	0,80%	0,90%	-0,40%
Q4 2006	0,89%	0,92%	0,88%	0,88%	1,06%	0,95%	0,80%	0,91%	1,20%
Q1 2007	0,91%	0,92%	0,89%	0,89%	1,06%	0,96%	0,81%	0,92%	0,50%
Q2 2007	0,92%	0,93%	0,89%	0,89%	1,06%	0,97%	0,81%	0,92%	0,60%
Q3 2007	0,91%	0,94%	0,89%	0,90%	1,05%	0,97%	0,82%	0,93%	1,50%
Q4 2007	0,93%	0,94%	0,90%	0,92%	1,05%	0,98%	0,83%	0,93%	2,00%
Q1 2008	0,94%	0,95%	0,90%	0,91%	1,04%	0,99%	0,83%	0,93%	-1,60%
Q2 2008	0,96%	0,96%	0,90%	0,92%	1,04%	0,99%	0,83%	0,94%	0,50%
Q3 2008	0,97%	0,96%	0,90%	0,92%	1,04%	0,99%	0,84%	0,95%	1,00%
Q4 2008	0,93%	0,96%	0,90%	0,93%	1,05%	1,00%	0,85%	0,95%	-0,60%
Q1 2009	0,92%	0,96%	0,91%	0,94%	1,05%	1,00%	0,85%	0,95%	-0,30%

⁵¹ Il deflatore del PIL si calcola come:

$$\text{DeflatorePIL} = \frac{\text{PIL nominale}}{\text{PIL reale}} = \frac{\sum_{i=1}^N p_{it} q_{it}}{\sum_{i=1}^N p_{i0} q_{it}}$$

dove q_{it} è la quantità prodotta del bene i al tempo t , e p_{it} è il prezzo del bene i al tempo t .

Q2 2009	0,92%	0,95%	0,91%	0,94%	1,04%	0,99%	0,85%	0,95%	0,00%
Q3 2009	0,93%	0,95%	0,92%	0,94%	1,03%	0,99%	0,86%	0,95%	-1,10%
Q4 2009	0,95%	0,96%	0,92%	0,94%	1,02%	0,99%	0,86%	0,95%	1,00%
Q1 2010	0,95%	0,96%	0,92%	0,94%	1,02%	0,99%	0,86%	0,95%	0,50%
Q2 2010	0,95%	0,96%	0,92%	0,94%	1,02%	0,99%	0,87%	0,96%	-2,30%
Q3 2010	0,95%	0,97%	0,92%	0,94%	1,01%	0,99%	0,87%	0,96%	2,20%
Q4 2010	0,96%	0,97%	0,93%	0,94%	1,01%	1,00%	0,87%	0,97%	0,30%
Q1 2011	0,98%	0,97%	0,93%	0,95%	1,01%	0,99%	0,89%	0,97%	1,90%
Q2 2011	0,99%	0,97%	0,93%	0,95%	1,00%	1,00%	0,88%	0,98%	1,10%
Q3 2011	0,99%	0,98%	0,93%	0,96%	1,00%	0,99%	0,88%	0,99%	0,60%
Q4 2011	1,00%	0,98%	0,94%	0,96%	1,00%	0,99%	0,89%	0,99%	0,30%
Q1 2012	1,00%	0,98%	0,94%	0,97%	1,00%	1,00%	0,89%	0,99%	1,60%
Q2 2012	1,00%	0,99%	0,94%	0,97%	0,99%	1,00%	0,90%	1,00%	0,40%
Q3 2012	1,00%	0,99%	0,95%	0,97%	0,99%	0,99%	0,91%	1,00%	1,30%
Q4 2012	1,01%	0,99%	0,95%	0,98%	0,99%	0,99%	0,91%	1,01%	0,40%
Q1 2013	1,01%	0,99%	0,96%	0,98%	0,99%	1,00%	0,91%	1,01%	-0,30%
Q2 2013	1,01%	0,99%	0,96%	0,98%	0,99%	1,00%	0,91%	1,01%	-0,80%
Q3 2013	1,02%	0,99%	0,97%	0,98%	0,99%	1,00%	0,92%	1,02%	3,10%
Q4 2013	1,02%	0,99%	0,97%	0,99%	0,99%	0,99%	0,93%	1,03%	0,50%
Q1 2014	1,03%	1,00%	0,98%	0,99%	0,99%	1,00%	0,93%	1,03%	-0,50%
Q2 2014	1,04%	1,00%	0,98%	0,99%	1,01%	1,00%	0,93%	1,04%	1,20%
Q3 2014	1,04%	1,00%	0,98%	0,99%	1,01%	0,99%	0,94%	1,04%	0,90%
Q4 2014	1,03%	1,00%	0,99%	1,00%	1,01%	0,99%	0,93%	1,04%	1,10%
Q1 2015	1,02%	1,01%	1,00%	1,00%	1,02%	1,00%	0,94%	1,04%	1,10%
Q2 2015	1,03%	1,01%	1,00%	1,00%	1,03%	1,00%	0,94%	1,05%	1,00%
Q3 2015	1,03%	1,01%	1,00%	1,00%	1,03%	1,00%	0,94%	1,05%	0,30%
Q4 2015	1,03%	1,01%	1,00%	1,00%	1,03%	1,00%	0,94%	1,05%	0,50%
Q1 2016	1,02%	1,02%	1,01%	1,01%	1,03%	1,00%	0,95%	1,05%	0,30%
Q2 2016	1,03%	1,02%	1,01%	1,01%	1,03%	1,00%	0,96%	1,06%	0,30%
Q3 2016	1,04%	1,02%	1,01%	1,01%	1,03%	1,00%	0,96%	1,06%	0,30%
Q4 2016	1,05%	1,02%	1,02%	1,01%	1,03%	1,01%	0,97%	1,06%	1,00%
Q1 2017	1,06%	1,02%	1,02%	1,01%	1,03%	1,01%	0,97%	1,07%	0,70%
Q2 2017	1,06%	1,02%	1,03%	1,02%	1,03%	1,01%	0,97%	1,07%	1,00%
Q3 2017	1,06%	1,02%	1,03%	1,02%	1,03%	1,01%	0,98%	1,08%	0,40%
Q4 2017	1,07%	1,02%	1,03%	1,02%	1,03%	1,02%	0,99%	1,09%	0,70%
Q1 2018	1,08%	1,03%	1,04%	1,03%	1,03%	1,02%	0,99%	1,09%	1,50%
Q2 2018	1,08%	1,03%	1,04%	1,03%	1,03%	1,03%	1,00%	1,10%	1,00%
Q3 2018	1,09%	1,03%	1,05%	1,03%	1,03%	1,03%	1,00%	1,11%	0,60%
Q4 2018	1,08%	1,04%	1,05%	1,03%	1,02%	1,04%	1,01%	1,11%	0,60%
Q1 2019	1,09%	1,04%	1,06%	1,04%	1,03%	1,03%	1,01%	1,11%	0,60%
Q2 2019	1,10%	1,04%	1,06%	1,03%	1,03%	1,04%	1,02%	1,12%	0,90%
Q3 2019	1,10%	1,05%	1,07%	1,04%	1,03%	1,04%	1,02%	1,13%	0,30%
Q4 2019	1,11%	1,05%	1,08%	1,04%	1,04%	1,05%	1,03%	1,13%	0,20%
Q1 2020	1,11%	1,06%	1,08%	1,04%	1,04%	1,05%	1,05%	1,13%	1,40%

Q2 2020	1,09%	1,09%	1,09%	1,05%	1,04%	1,05%	1,12%	1,13%	-1,20%
Q3 2020	1,10%	1,06%	1,08%	1,05%	1,05%	1,05%	1,09%	1,14%	0,30%

Tabella 6.11 Lo storico del deflattore del PIL su base annuale della Cina. Fonte: Census and Statistics Departement (<https://www.censtatd.gov.hk/home.html>)

Time	Cina
2005	0,68%
2006	0,71%
2007	0,76%
2008	0,82%
2009	0,82%
2010	0,88%
2011	0,95%
2012	0,97%
2013	0,99%
2014	1,00%
2015	1,00%
2016	1,01%
2017	1,06%
2018	1,10%
2019	1,11%
2020	1,12%

L'alternativa a considerare il deflattore del PIL trimestrale, è stimare il PIL su base giornaliera. Il punto di partenza saranno i valori di PIL trimestrale di tutti i paesi, mostrati in *Tabella 6.12*.

Tabella 6.12 In tabella sono riportati i valori di PIL trimestrale per i dieci paesi presi in esame. Fonte: Eurostat.

TIME	Germania (mln EUR)	Spagna (mln EUR)	Francia (mln EUR)	Italia (mln EUR)	Regno Unito (mln EUR)	Stati Uniti (mln USD)	Canada (mln CAD)	Cina (mln CNY)	Giappone (mln Yen)	Hong Kong (mln HKD)
2004 Q4	581.520,00	228.041,00	439.755,00	392.865,40	485.542,50	12.522,40	1.615,59	4.673,98	138.826,70	344.316,00
2005 Q1	550.540,00	219.751,00	434.742,00	348.858,40	492.967,30	12.761,30	1.621,18	4.045,33	129.961,04	321.331,00
2005 Q2	568.040,00	235.008,00	443.478,00	373.950,70	507.010,40	12.910,00	1.632,94	4.479,31	131.631,00	331.485,00
2005 Q3	578.390,00	226.691,00	431.685,00	364.992,90	509.774,10	13.142,90	1.652,72	4.804,78	130.895,03	356.460,00
2005 Q4	591.340,00	245.907,00	455.998,00	405.833,30	527.485,40	13.332,30	1.669,06	5.402,48	140.027,08	373.314,00
2006 Q1	574.770,00	238.368,00	452.846,00	364.644,80	534.073,60	13.603,90	1.682,60	4.707,89	131.555,05	349.049,00
2006 Q2	586.070,00	254.165,00	462.909,00	389.045,70	522.341,40	13.749,80	1.683,47	5.267,33	131.960,02	350.588,00
2006 Q3	600.940,00	245.044,00	452.109,00	379.902,30	543.998,70	13.867,50	1.688,17	5.606,47	130.219,04	375.411,00
2006 Q4	623.300,00	266.246,00	480.286,00	419.093,90	557.329,80	14.037,20	1.694,90	6.362,16	141.435,01	400.310,00
2007 Q1	607.990,00	256.341,00	475.211,00	382.045,80	572.200,40	14.208,60	1.705,74	5.715,93	133.646,03	373.686,00
2007 Q2	614.050,00	272.717,00	485.273,00	403.065,50	555.328,50	14.382,40	1.722,26	6.478,16	133.678,07	378.215,00
2007 Q3	630.140,00	260.915,00	477.109,00	395.192,10	571.138,70	14.535,00	1.729,49	6.948,21	131.291,06	415.498,00
2007 Q4	647.370,00	285.566,00	503.768,00	434.536,50	560.903,90	14.681,50	1.731,46	7.866,93	140.665,00	448.056,00

2008	626.240,00	267.967,00	495.376,00	393.034,90	533.889,90	14.651,00	1.732,79	6.937,36	132.848,06	410.438,00
2008 Q1										
2008 Q2	637.830,00	285.050,00	504.020,00	415.638,50	497.713,30	14.805,60	1.739,05	7.871,18	131.383,04	402.082,00
2008 Q3	641.490,00	269.860,00	488.923,00	402.747,80	496.837,90	14.835,20	1.753,31	8.246,10	128.169,02	428.891,00
2008 Q4	640.930,00	286.664,00	504.062,00	426.278,30	471.345,70	14.559,50	1.732,98	8.869,90	135.422,06	433.905,00
2009 Q1	594.030,00	258.309,00	479.916,00	374.316,20	426.623,60	14.394,50	1.693,82	7.397,92	121.198,08	381.670,00
2009 Q2	597.350,00	272.044,00	484.114,00	392.790,00	431.710,30	14.352,90	1.675,34	8.386,58	122.759,08	390.465,00
2009 Q3	618.740,00	260.550,00	473.056,00	389.191,20	445.919,60	14.420,30	1.682,88	8.984,69	120.874,03	414.516,00
2009 Q4	635.610,00	278.420,00	499.341,00	420.958,50	434.046,20	14.628,00	1.702,50	10.082,58	130.105,05	445.633,00
2010 Q1	616.590,00	257.598,00	487.533,00	377.962,90	449.130,20	14.721,40	1.723,04	8.750,13	123.627,01	422.783,00
2010 Q2	627.500,00	273.434,00	499.708,00	403.808,20	465.515,80	14.926,10	1.732,06	9.934,74	124.552,06	412.768,00
2010 Q3	651.380,00	261.706,00	491.577,00	398.210,70	482.029,90	15.079,90	1.744,33	10.596,37	125.399,04	456.830,00
2010 Q4	668.930,00	279.971,00	516.471,00	431.297,70	475.918,00	15.240,80	1.763,83	11.930,68	131.951,05	483.951,00
2011 Q1	659.010,00	258.719,00	508.802,00	391.555,40	488.607,00	15.285,80	1.777,15	10.446,99	122.968,06	463.467,00
2011 Q2	660.420,00	272.481,00	516.487,00	414.755,60	462.012,60	15.496,20	1.780,61	11.889,59	121.144,05	456.607,00
2011 Q3	682.290,00	259.493,00	504.483,00	408.635,10	469.546,50	15.591,90	1.805,18	12.656,22	122.977,02	495.500,00
2011 Q4	691.840,00	273.070,00	528.595,00	433.809,70	493.459,50	15.796,50	1.819,39	13.801,21	130.358,06	518.856,00
2012 Q1	678.510,00	252.313,00	518.898,00	388.497,00	511.938,00	16.019,80	1.820,56	11.735,76	125.560,03	483.654,00
2012 Q2	672.110,00	262.527,00	522.661,00	406.788,30	517.205,40	16.152,30	1.826,50	13.132,60	123.449,04	473.958,00
2012 Q3	692.940,00	253.340,00	511.976,00	401.872,20	540.630,20	16.257,20	1.828,98	13.808,96	122.012,09	523.740,00
2012 Q4	701.750,00	262.919,00	535.270,00	427.201,20	542.131,50	16.358,90	1.832,77	15.181,20	129.452,02	555.707,00
2013 Q1	682.360,00	246.846,00	521.506,00	380.087,90	516.480,80	16.569,60	1.849,21	12.944,96	124.509,04	509.677,00
2013 Q2	692.930,00	259.228,00	531.010,00	402.771,20	515.848,40	16.637,90	1.859,94	14.351,87	125.245,03	492.639,00
2013 Q3	714.670,00	251.199,00	520.471,00	402.442,00	519.917,40	16.848,70	1.875,10	15.222,27	125.605,04	551.490,00
2013 Q4	721.390,00	263.075,00	544.202,00	427.449,10	544.412,10	17.083,10	1.894,80	16.777,23	133.340,05	584.854,00
2014 Q1	716.700,00	248.197,00	531.249,00	386.498,90	561.699,30	17.104,60	1.897,89	14.075,98	128.494,05	536.299,00
2014 Q2	717.360,00	260.733,00	536.560,00	405.581,90	566.315,60	17.432,90	1.915,23	15.648,96	127.784,01	525.881,00
2014 Q3	740.720,00	254.780,00	528.508,00	404.925,30	583.906,10	17.721,70	1.933,59	16.548,47	126.773,01	580.789,00
2014 Q4	752.650,00	268.448,00	553.448,00	430.399,50	599.559,00	17.849,90	1.946,97	18.082,89	135.759,04	612.666,00
2015 Q1	737.210,00	257.233,00	543.050,00	389.770,90	640.119,20	18.003,40	1.936,28	15.113,79	133.101,08	572.160,00
2015 Q2	741.980,00	272.132,00	549.149,00	412.552,40	661.665,60	18.223,60	1.931,01	16.854,97	132.896,08	565.750,00
2015 Q3	765.670,00	266.375,00	540.348,00	413.474,70	665.909,20	18.347,40	1.937,84	17.659,77	131.973,02	614.251,00
2015 Q4	781.320,00	281.850,00	565.885,00	439.557,00	677.282,10	18.378,80	1.939,29	19.257,29	140.060,05	646.119,00
2016 Q1	762.950,00	265.844,00	554.013,00	401.963,90	639.943,10	18.470,20	1.949,92	16.241,00	135.808,08	590.556,00
2016 Q2	779.080,00	281.788,00	561.664,00	423.978,70	630.990,90	18.656,20	1.940,34	18.140,82	134.271,06	585.135,00
2016 Q3	788.980,00	275.793,00	545.506,00	421.948,10	581.709,50	18.821,40	1.960,34	19.101,60	132.635,06	636.333,00
2016 Q4	803.730,00	290.415,00	572.946,00	447.896,00	587.945,90	19.032,60	1.971,35	21.156,62	141.648,06	678.414,00
2017 Q1	796.940,00	276.574,00	565.860,00	411.556,00	598.730,40	19.237,40	1.992,78	18.186,77	136.271,03	631.418,00
2017 Q2	799.040,00	294.157,00	573.594,00	432.198,20	593.311,00	19.379,20	2.013,17	20.195,30	136.011,08	628.277,00
2017 Q3	821.890,00	287.429,00	563.607,00	430.695,00	572.327,60	19.617,30	2.021,66	21.278,93	135.787,02	679.352,00
2017 Q4	841.990,00	303.707,00	594.183,00	462.143,70	596.243,70	19.938,00	2.032,13	23.542,87	145.002,07	720.337,00
2018 Q1	821.150,00	286.806,00	582.580,00	422.807,80	598.489,90	20.242,20	2.045,48	20.203,57	138.885,07	684.538,00
2018 Q2	831.070,00	305.083,00	587.982,00	442.617,70	604.984,20	20.552,70	2.058,72	22.396,22	137.854,04	673.764,00
2018 Q3	839.800,00	297.131,00	579.295,00	437.265,60	599.328,80	20.742,70	2.072,81	23.447,43	135.122,01	723.240,00
2018 Q4	864.390,00	315.221,00	610.829,00	468.372,00	618.302,60	20.909,90	2.078,54	25.880,89	144.327,04	753.619,00

2019 Q1	845.820,00	298.529,00	597.720,00	427.845,40	631.105,70	21.115,30	2.080,37	21.806,28	139.524,00	707.866,00
2019 Q2	846.940,00	315.695,00	606.543,00	444.366,50	623.637,10	21.329,90	2.102,61	24.257,38	139.225,08	694.280,00
2019 Q3	870.150,00	305.647,00	597.695,00	443.497,60	612.678,30	21.540,30	2.112,12	25.220,87	137.657,00	719.326,00
2019 Q4	886.140,00	324.901,00	623.752,00	474.037,50	660.925,00	21.747,40	2.114,11	27.801,97	144.860,01	744.207,00
2020 Q1	851.810,00	290.523,00	579.098,00	407.211,40	643.452,60	21.561,10	2.074,53	25.021,77	137.955,08	661.590,00
2020 Q2	768.770,00	250.776,00	513.877,00	370.119,40	530.595,80	19.520,10	1.839,80	27.949,32	126.703,08	636.860,00
2020 Q3	842.970,00	280.458,00	578.096,00	424.154,20	580.977,60	21.170,30	2.003,08	28.703,95	131.352,08	698.317,00

Partendo dai valori di PIL trimestrali in *Tabella 12*, si ottengono le variazioni di PIL in percentuale come:

$$PIL_{\text{percentuale}}^{\text{quartely}} = \frac{PIL_t - PIL_{t-1}}{PIL_{t-1}}$$

Così facendo si ottengono le variazioni percentuali del PIL per ogni trimestre, ma per stimare la variazione percentuale del PIL su base giornaliera si possono utilizzare due metodi:

- si divide la variazione trimestrale del PIL per 66, dove 66 sono i giorni di trading days trimestrali

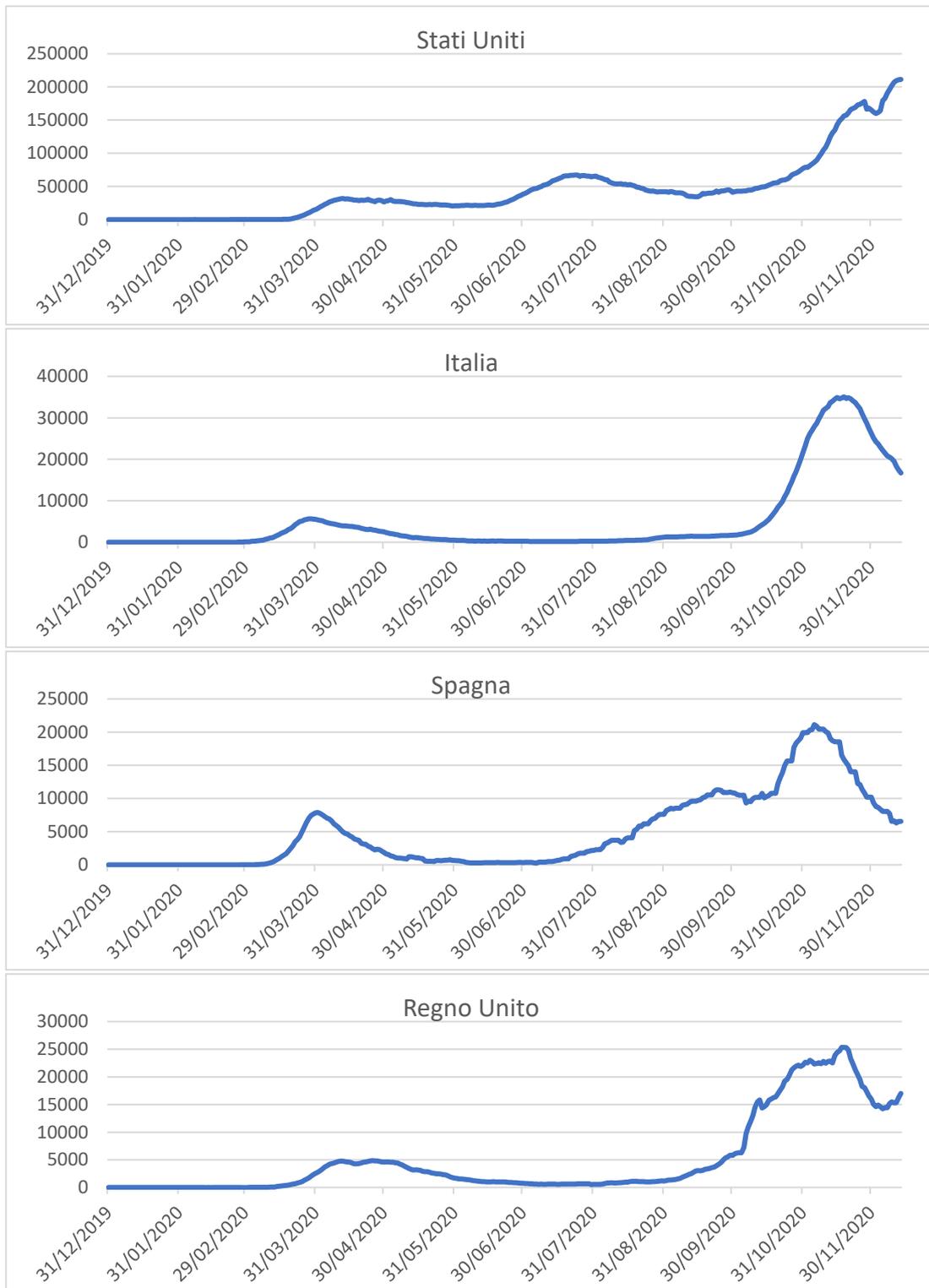
$$PIL_{\text{percentuale}}^{\text{daily}} = \frac{PIL_{\text{percentuale}}^{\text{quartely}}}{66}$$

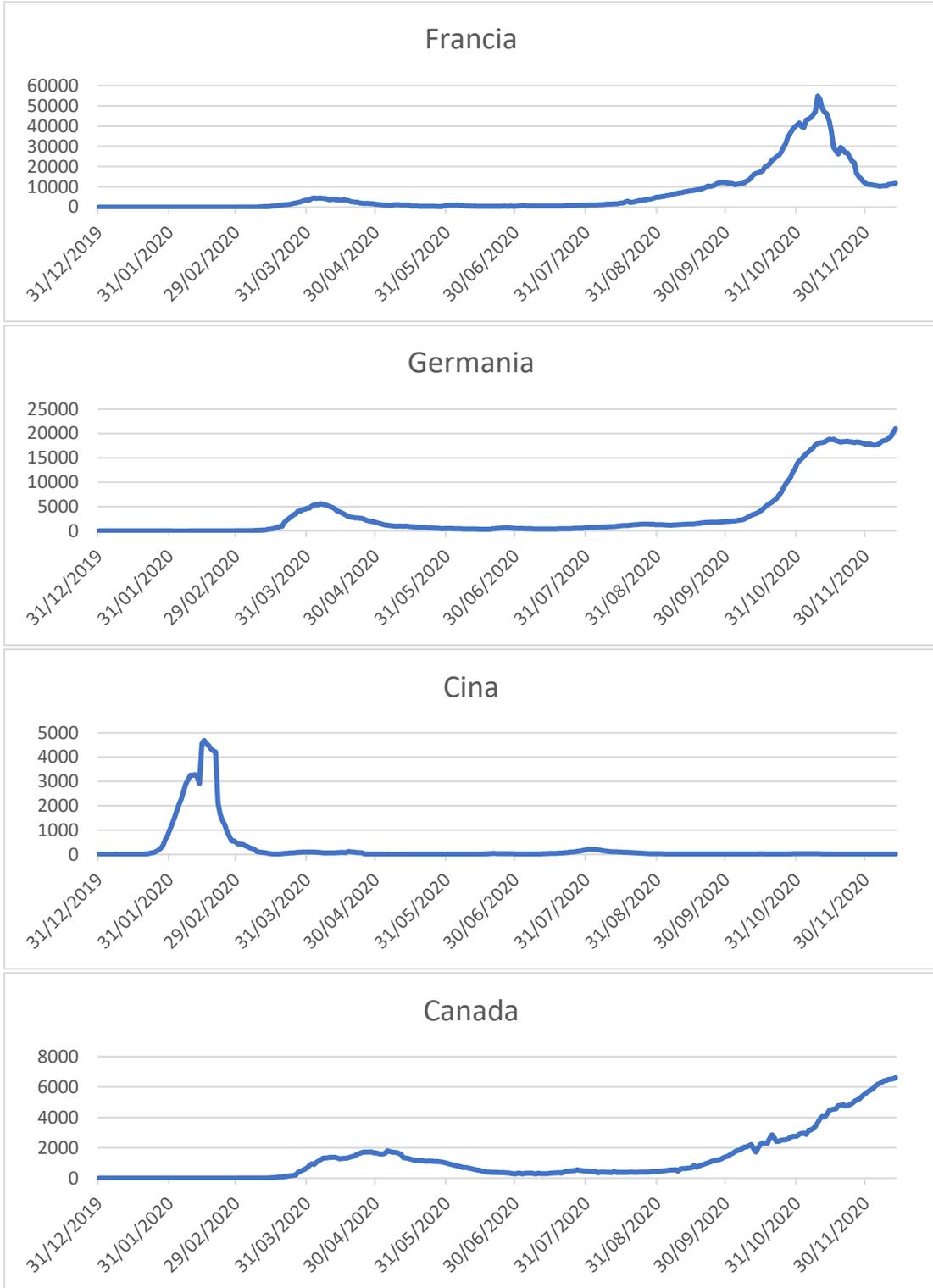
- si sfrutta il principio di capitalizzazione composta, e si calcola il PIL giornaliero come

$$PIL_{\text{percentuale}}^{\text{daily}} = \left(1 + PIL_{\text{percentuale}}^{\text{quartely}}\right)^{1/66} - 1$$

Entrambi i metodi presentati per calcolare la variazione giornaliera del PIL portano a valori molto simili; si è scelto di sfruttare i risultati ottenuti con la capitalizzazione composta.

Questa discussa fino ad ora è la matrice $Z_{i,t}$ “base” che verrà utilizzata per analizzare l’effetto di variabili esogene; però per la crisi dovuta alla pandemia da Covid, si vuole prendere in considerazione anche un altro elemento. Con l’obiettivo di capire se la crisi dei primi mesi del 2020 si propaghi parallelamente alla diffusione della pandemia da corona virus, si vogliono aggiungere alla matrice $Z_{i,t}$, sia le statistiche relative ai casi di contagio giornalieri di Covid-19, che le statistiche relative alle morti dovute all’infezione di Sars-Cov-2. L’idea è quindi quella di andare a quantificare l’effetto contagio del fenomeno “reale”, cioè di studiare l’effetto contagio causato dalla pandemia in quanto fenomeno reale, e non economico. Di seguito sono riportati sia gli andamenti dei “nuovi casi” di contagio che delle morti di Covid-19.





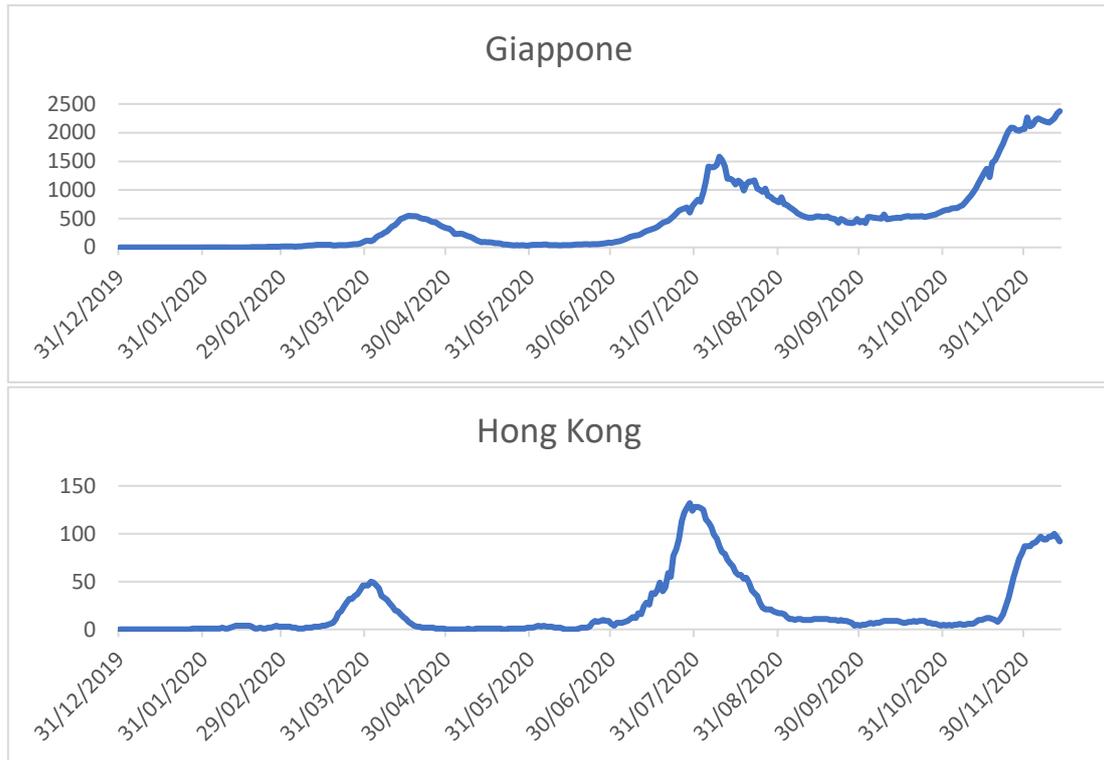
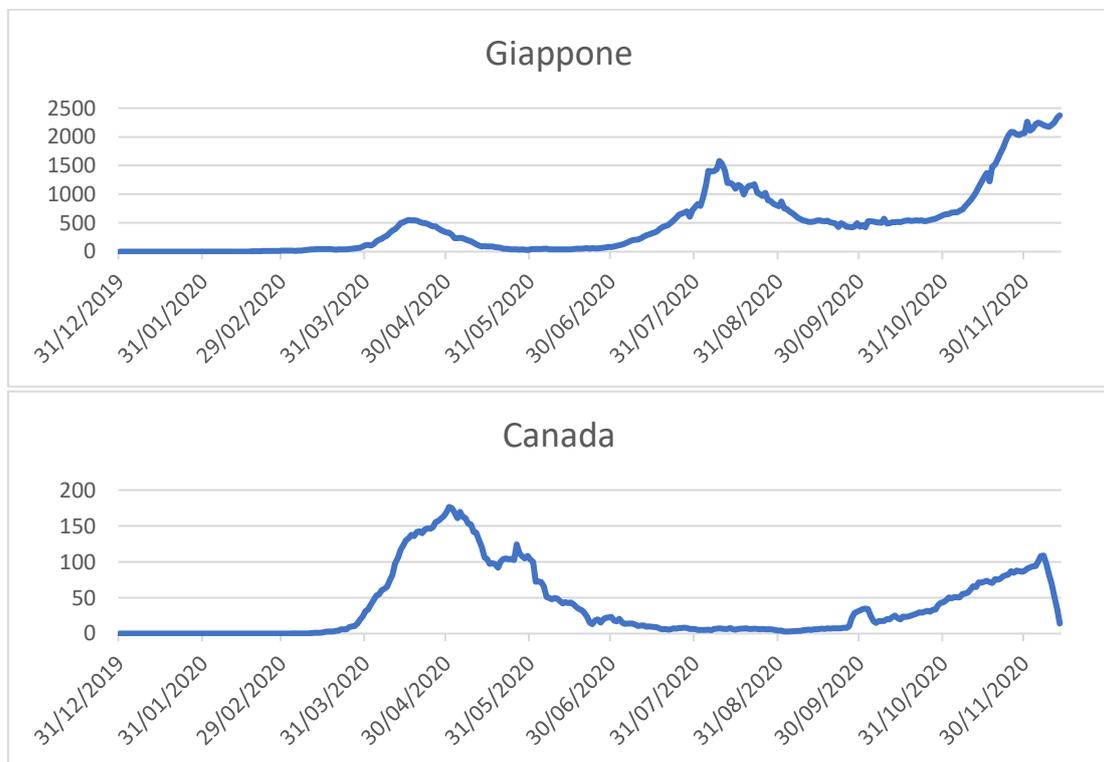
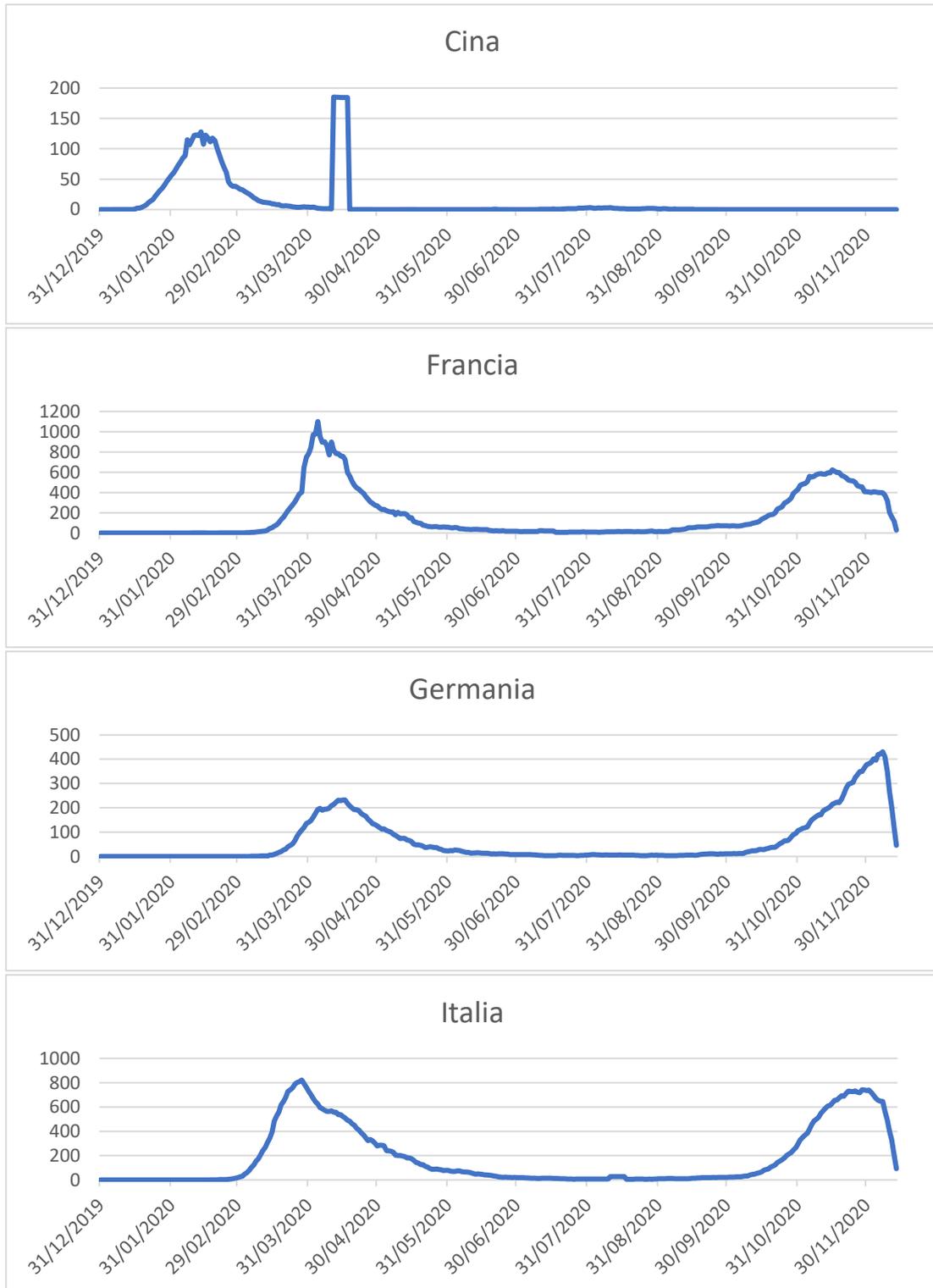
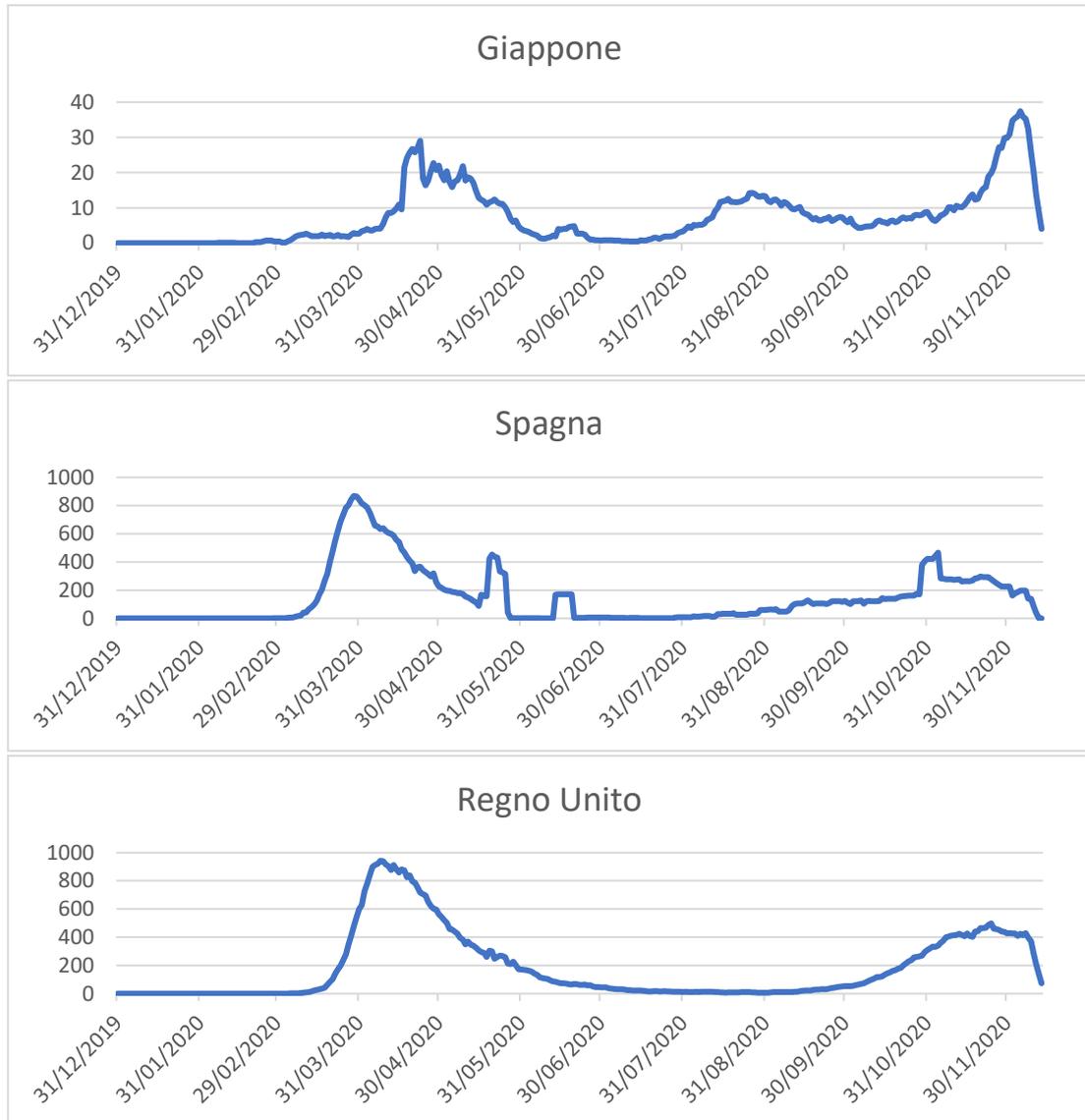


Figura 6.6 In figura sono riportati i grafici di dispersione dei casi di nuovi contagi di Covid 19, nei dieci paesi analizzati, dal 31/12/2019 al 30/09/2020.







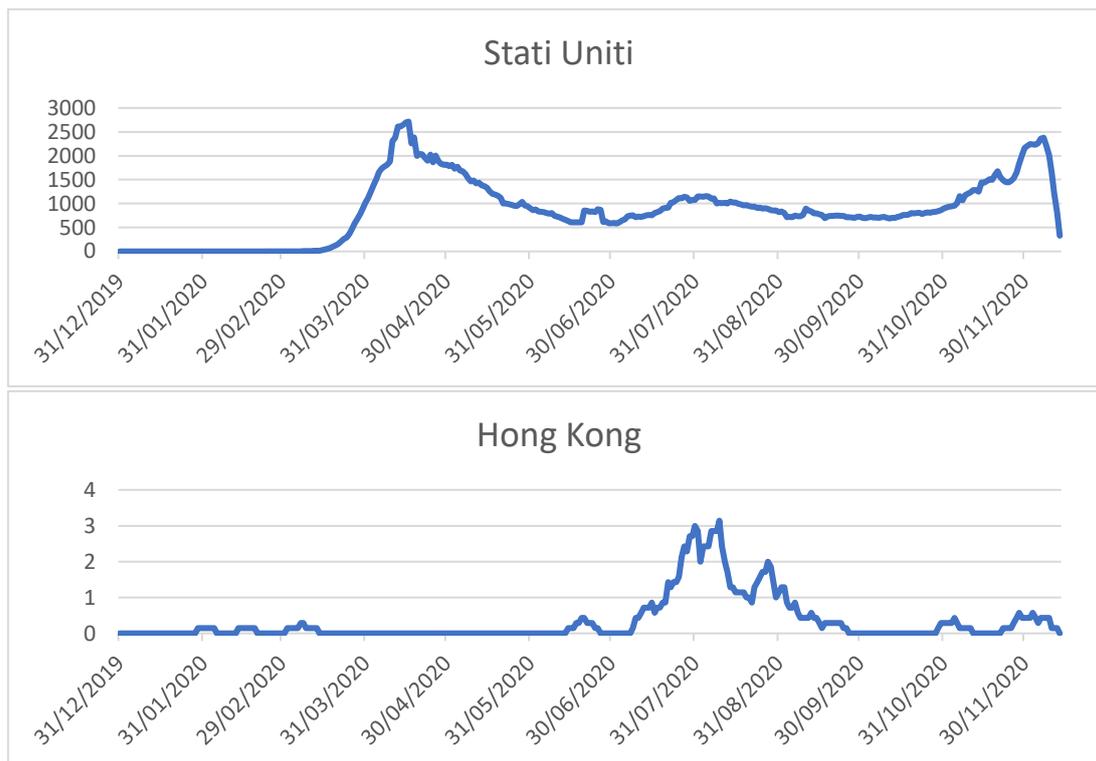


Figura 6.7 In figura sono riportati i grafici di dispersione delle morti registrati di Covid-19, nei dieci paesi analizzati, dal 31/12/2019 al 30/09/2020

Come già anticipato, nel modello di contagio, e quindi per i ragionamenti che seguiranno nei paragrafi successivi, si utilizzerà la matrice $Z_{i,t}$ con il *PIL giornaliero*, verranno comunque presentati in appendice i risultati del modello di contagio ottenuti utilizzando la matrice $Z_{i,t}$ con il *PIL trimestrali*.

6.4.2 Risultati empirici modello con matrice Z

L'obiettivo dell'analisi in questo paragrafo è capire, una volta assodata la presenza di contagio, quali sono i canali di propagazione del contagio (quindi capire quale delle variabili inserite nella matrice $Z_{i,t}$ possa contribuire a diffondere la crisi da un paese all'altro). La procedura adottata è la stessa dei paragrafi precedenti; cioè si indaga prima l'effetto dell'interdipendenza (quindi considerando la variabile dummy della crisi CR_t nulla), e successivamente si va a quantificare l'effetto contagio (considerando pari ad 1 la variabile CR_t nei periodi di crisi). Quello che cambia è il modello considerato, perché in questo paragrafo si considererà anche la matrice $Z_{i,t}$. Di seguito è riportato il *modello di interdipendenza*:

$$R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,t}F_t + e_{i,t}$$

$$\beta_{i,t} = \beta_{i,0} + \beta_1 Z_{i,t-k}$$

oppure

$$R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t + e_{i,t} \tag{6.6}$$

E il modello di contagio:

$$\begin{aligned} R_{i,t} &= E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,t}F_t + \eta_{i,t-1}CR_t + e_{i,t} \\ \beta_{i,t} &= \beta_{i,0} + \beta_1Z_{i,t-k} + \gamma_{i,t-1}CR_t \\ \gamma_{i,t-1} &= \gamma_{i,0} + \gamma_1Z_{i,t-k} \\ \eta_{i,t-1} &= \eta_{i,0} + \eta_1Z_{i,t-k} \end{aligned}$$

oppure

$$\begin{aligned} R_{i,t} &= E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1Z_{i,t-k}F_t + \gamma_{i,0}CR_tF_t + \gamma_1Z_{i,t-k}CR_tF_t \\ &+ \eta_{i,0}CR_t + \eta_1Z_{i,t-k}CR_t + e_{i,t} \end{aligned} \quad (6.7)$$

Si osserva che la matrice $Z_{i,t}$, ha un ritardo k di un giorno, questo per essere sicuri che gli eventi accaduti in $t-k$, siano assimilati dai mercati e producano degli effetti visibili in t^{52} . Il modello sarà applicato prima con quella che si è definita matrice $Z_{i,t}$ base (quindi senza considerare le statistiche relative ai casi e alle morti da Corona virus), e solo successivamente, e solo per la crisi del 2020, si applicherà il modello considerando la matrice $Z_{i,t}$ completa anche delle statistiche relative ai casi e alle morti da Covid-19, per capire se effettivamente la propagazione della crisi sia imputabile alla pandemia.

Di seguito si riporta in *Tabella 6.13* e *Tabella 6.14*, l'intero modello di interdipendenza (6.6) calcolato per gli indici generali di borsa di tutti i paesi considerati; inoltre in *Tabella 6.15* viene riportato il modello aggregato a livello mondo.

Tabella 6.13 Modello di interdipendenza con matrice Z crisi finanziaria. Stima del modello di interdipendenza, completo della matrice $Z_{i,t}$, $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1Z_{i,t-k}F_t + e_{i,t}$ per la crisi finanziaria considerando un periodo che va dal Gennaio 2005 al Dicembre 2012.

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_1^{PL}	st.err.	t-statistic	β_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	0,812884	0,108358	7,501826	-238,352239	29,601347	-8,052074	5,252683	3,347847	1,568973
FTSE 100	0,374350	0,106211	3,524588	-143,709550	43,950227	-3,269825	10,048513	3,381722	2,971419
S&P 500	0,576895	0,106623	5,410583	-900,063543	151,027906	-5,959584	-1,815981	3,297815	-0,550662
CAC 40	0,877104	0,104858	8,364660	-615,693148	56,850699	-10,830001	4,125421	3,188130	1,293994
DAX 30	0,663950	0,103715	6,401669	-327,195177	69,913130	-4,680025	5,396010	3,225756	1,672789
IBEX 35	0,672254	0,105521	6,370790	-274,879079	32,411795	-8,480835	8,247067	3,283036	2,512025
S&P/TSX Composite Index	0,475197	0,107106	4,436707	-1440,352080	180,190152	-7,993512	6,819844	3,329215	2,048484
Nikkei 225	0,095122	0,120021	0,792543	-3,126507	42,291137	-0,073928	2,304578	3,668526	0,628203
Hang Seng Index	0,185660	0,118577	1,565731	-68,847745	37,134652	-1,854003	5,706441	3,645407	1,565378
SSE Composite Index	0,186672	0,119169	1,566456	-28,622486	23,881054	-1,198544	-1,254943	3,659498	-0,342928

⁵² La scelta del ritardo k , con cui considerare la matrice $Z_{i,t}$, è stata fatta facendo diverse prove. Cioè si è calcolato il modello di regressione, considerando $Z_{i,t}$ con diversi ritardi (fino ad un massimo di una settimana, aggiungendo di volta in volta il ritardo di un giorno), e si è scelto il modello di regressione che massimizzava R -quadro. La scelta è quindi ricaduta sul considerare il ritardo di un giorno.

	β_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	-1,000435	0,411597	-2,430617	-0,017598	0,000503	-34,956055	0,321395
FTSE 100	-0,711725	0,389426	-1,827628	-0,017138	0,000475	-36,077869	0,247796
S&P 500	0,146735	0,399899	0,366930	-0,017009	0,000488	-34,875470	0,141040
CAC 40	-0,719095	0,390952	-1,839344	-0,017246	0,000477	-36,143901	0,334585
DAX 30	-0,871990	0,396639	-2,198446	-0,016963	0,000485	-34,948189	0,288055
IBEX 35	-0,820323	0,403638	-2,032323	-0,017305	0,000494	-35,047523	0,308498
S&P/TSX Composite Index	-0,328271	0,406502	-0,807551	-0,016935	0,000496	-34,119683	0,225894
Nikkei 225	0,753978	0,447038	1,686609	-0,017013	0,000547	-31,121938	0,015442
Hang Seng Index	0,974797	0,445790	2,186672	-0,016778	0,000546	-30,729518	0,059921
SSE Composite Index	1,330625	0,449762	2,958511	-0,016573	0,000551	-30,097620	0,013015

Tabella 6.14 **Modello di interdipendenza con matrice Z crisi Covid.** Stima del modello di interdipendenza, completo della matrice $Z_{i,t}$, $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t + e_{i,t}$ per la crisi Covid 19 considerando un periodo che va dal Gennaio 2013 al Settembre 2020.

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	$\beta_1^{T>Note}$	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	1,314804	0,087233	15,072252	-3,967658	24,811257	-0,159914	-10,737888	4,191140	-2,562045
FTSE 100	1,205688	0,064609	18,661253	-57,120155	26,799719	-2,131371	-16,263301	3,227834	-5,038457
S&P 500	1,161314	0,060959	19,050588	-60,007345	50,851673	-1,180047	-21,875171	3,130784	-6,987123
CAC 40	1,087721	0,076831	14,157343	-86,775310	35,420707	-2,449847	-6,406838	3,746335	-1,710162
DAX 30	1,243186	0,070483	17,637984	28,021910	46,127975	0,607482	-14,316413	3,490629	-4,101385
IBEX 35	1,241936	0,084613	14,677798	4,511975	28,273532	0,159583	-12,460126	4,071624	-3,060235
S&P/TSX Composite Index	1,494030	0,065017	22,979035	14,042114	45,559553	0,308214	-34,391332	3,211646	-10,708318
Nikkei 225	0,175913	0,105602	1,665807	-173,056868	60,578513	-2,856737	2,486548	5,296451	0,469474
Hang Seng Index	0,516681	0,083695	6,173351	-3,326887	29,802317	-0,111632	-4,015228	4,110683	-0,976779
SSE Composite Index	0,257952	0,083264	3,098015	-25,311984	21,531735	-1,175566	3,902764	4,312816	0,904923

	β_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	0,352592	0,223684	1,576297	-0,007099	0,000286	-24,833831	0,462071
FTSE 100	0,082942	0,178896	0,463635	-0,007261	0,000229	-31,712187	0,483427
S&P 500	-0,070516	0,186691	-0,377716	-0,006729	0,000239	-28,142066	0,380493
CAC 40	-0,015900	0,186422	-0,085290	-0,007058	0,000239	-29,570885	0,492540
DAX 30	-0,090850	0,192993	-0,470745	-0,006957	0,000247	-28,147151	0,467618
IBEX 35	-0,316639	0,205925	-1,537644	-0,007328	0,000263	-27,843775	0,452549
S&P/TSX Composite Index	-0,044412	0,188526	-0,235576	-0,007183	0,000241	-29,752034	0,446093
Nikkei 225	-0,387265	0,259131	-1,494474	-0,006853	0,000332	-20,651579	0,036226
Hang Seng Index	0,064154	0,224995	0,285136	-0,007084	0,000288	-24,575701	0,116913
SSE Composite Index	0,014136	0,280128	0,050463	-0,006957	0,000358	-19,430650	0,044112

Tabella 6.15 Si riportano i risultati ottenuti in Tabella 6.13 e Tabella 6.14, aggregandoli a livello mondo. Ogni valore corrisponde alla media non pesata su tutti i portafoglio-paese. Il valore critico per la statistica ECTEST, distribuito secondo una $\chi^2(1)$, è 3,84 (6,63) al 5% (1%).

crisi 2007	coef.	st.err.	t-statistic	interdecile
β_1^{T-Note}	4,48296	3,40270	1,31747	9,738258
β_1^{VIX}	-0,12457	0,41412	-0,30080	1,895214
ECTEST	0,41455			
R-squared	0,19556			

crisi Covid	coef.	st.err.	t-statistic	interdecile
β_1^{T-Note}	-11,40770	3,87899	-2,94089	25,754956
β_1^{VIX}	-0,04118	0,21274	-0,19355	0,433609
ECTEST	0,16746			
R-squared	0,33820			

La prima osservazione che si può fare, guardando alla Tabella 6.15 e confrontandola alla Tabella 6.8, è che la sola introduzione della matrice $Z_{i,t}$, aumenta di molto il fit del modello; infatti *R-quadro* medio aumenta di circa 2 punti percentuali per la crisi del 2007, e di 1 punto percentuali per quella da Covid. Guardando invece alla statistica ECTEST si nota che questa rientra nei valori critici, calcolati sia al 5% che all'1%; di conseguenza il modello non viene rigettato a priori.

La bontà statistica dei coefficienti di regressione è deducibile guardando alla *statistica-t* calcolata in Tabella 6.13 e Tabella 6.14, per valutarne però la valenza economica si introduce, nella Tabella 6.15, l'*interdecile*. L'*interdecile* è una misura di dispersione, e si calcola come la differenza tra il beta stimato al 90-esimo percentile con il beta stimato al 10-esimo percentile, dove si fa riferimento alla distribuzione dei beta per calcolare i percentili (la distribuzione altro non è che l'insieme delle beta stimati). L'intervallo interdecile contiene l'80% delle osservazioni di una distribuzione, il che consente di fare delle interessanti osservazioni riguardo l'incidenza da un punto di vista economico dei beta calcolati. Ad esempio, se si guarda all'interdecile del beta dell'indice VIX, durante la crisi da Covid, si nota che un incremento dell'80% del log-rendimento dell'indice VIX causerebbe solo un aumento di 0,52 nel beta; un beta caratterizzato da un interdecile trascurabile viene visto, in questo elaborato, come *poco incisivo* da un punto di vista economico (in generale i coefficienti sono ritenuti economicamente rilevanti se l'interdecile è maggiore dell'unità)⁵³. Guardando alla Tabella 6.15 si nota che l'unico coefficiente significativo è quello del T-Note, sia statisticamente (significativo anche all'1%, dato che maggiore della soglia critica di

⁵³ Si osserva che non viene fornito il valore di interdecile per il beta del PIL e questo perché per il PIL non si ha una sola distribuzione che valga per tutti i portafogli considerati, ciò è dovuto al fatto di considerare il PIL di ogni paese di riferimento (in linea teorica si hanno quindi dieci distribuzioni dei beta stimati del PIL, una per ogni paese); non avendo un'unica distribuzione non si possono calcolare i percentili.

2,57) sia economicamente (dato che l'interdecile è ampiamente superiore all'unità), ma solo per la crisi da Covid 19; gli altri coefficienti riportati in *Tabella 6.15* sono trascurabili statisticamente, se si considera il modello globale, cioè se si aggregano i dati ottenuti.

Guardando alle stime ottenute a livello di singolo paese, il PIL, sembrerebbe essere un chiaro veicolo dell'aumento di interdipendenza per la crisi del 2007, anche se fanno eccezione i paesi orientali per i quali il coefficiente di interdipendenza del PIL non è statisticamente significativo. Per la crisi da Covid 19 invece, per la maggior parte degli indici generali il coefficiente di interdipendenza del PIL non è significativo. Per gli altri indicatori, quindi per il VIX e per il T-Note, guardando al modello applicato al singolo portafoglio-paese, si possono fare le stesse osservazioni fatte guardando al modello aggregato, e cioè che la variabile T-Note sembra essere un robusto indicatore di interdipendenza per la crisi Covid 19, ma in tutti gli altri coefficienti si nota una forte incertezza statistica, dato che gran parte di essi non sono significativi al 5%.

Anche se si è deciso di calcolare comunque il modello di interdipendenza (6.6), in realtà si è dimostrato nei paragrafi precedenti l'esistenza di un effetto contagio, quindi di seguito viene riportato per intero il modello del contagio (6.7), in *Tabella 6.16* per la crisi finanziaria, e in *Tabella 6.17* per la crisi da Covid. In *Tabella 6.18* invece si riporta il modello aggregando i dati di tutti i paesi analizzati.

Tabella 6.16 Modello contagio con matrice Z, crisi finanziaria. Stima del modello, completo della matrice $Z_{i,t}$ considerata con un ritardo di un giorno $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t + \gamma_{i,0}CR_t F_t + \gamma_1 Z_{i,t-k}CR_t F_t + \eta_{i,0}CR_t + \eta_1 Z_{i,t-k}CR_t + e_{i,t}$ La stima viene fatta su tutto il periodo che va dal Gennaio 2005 al Dicembre 2012

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	β_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	0,779079	0,127948	6,089037	-383,297998	61,997963	-6,182429	8,531920	3,964684	2,151980
FTSE 100	0,763058	0,199770	3,819680	-608,256890	176,701963	-3,442276	1,055701	4,710259	0,224128
S&P 500	0,930891	0,226503	4,109843	-3826,948684	1181,467499	-3,239149	2,462082	3,679639	0,669110
CAC 40	1,297070	0,136297	9,516472	-1329,484923	124,736906	-10,658312	-4,236857	3,812205	-1,111393
DAX 30	0,410515	0,114590	3,582460	-486,374090	199,891157	-2,433195	12,984258	3,651990	3,555392
IBEX 35	0,966039	0,120437	8,021113	-697,286511	77,163411	-9,036491	1,631618	3,732790	0,437104
S&P/TSX Composite Index	0,833938	0,156721	5,321165	-6428,487093	1117,432272	-5,752910	6,571782	3,758456	1,748532
Nikkei 225	0,222571	0,159350	1,396742	-230,151843	102,204911	-2,251867	1,398329	4,742212	0,294869
Hang Seng Index	0,225208	0,144567	1,557814	-58,685994	87,267807	-0,672482	-0,141361	4,371243	-0,032339
SSE Composite Index	0,480812	0,149016	3,226582	-192,018237	52,938707	-3,627180	-8,218493	4,472132	-1,837712

	β_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	-3,118630	1,038163	-3,003988	0,438140	0,195362	2,242706	167,384789	67,661925	2,473840
FTSE 100	-0,080991	0,971457	-0,083370	-0,306071	0,240618	-1,272021	557,231408	181,350472	3,072677
S&P 500	0,411305	0,997055	0,412520	-0,178972	0,266128	-0,672506	3214,438425	1189,138239	2,703166
CAC 40	0,351928	0,983458	0,357848	-0,245476	0,191960	-1,278792	824,317992	134,646738	6,122079
DAX 30	-2,109457	0,977625	-2,157738	0,796679	0,180732	4,408077	179,668296	208,612521	0,861254
IBEX 35	-2,051876	1,006269	-2,039093	-0,206159	0,186728	-1,104061	461,384750	82,274572	5,607866
S&P/TSX Composite Index	1,001242	1,038528	0,964097	-0,179684	0,212724	-0,844679	5326,964122	1127,894868	4,722926
Nikkei 225	3,183350	1,158153	2,748644	-0,018871	0,225684	-0,083619	241,779780	109,016108	2,217835
Hang Seng Index	2,173828	1,129680	1,924286	-0,117858	0,216936	-0,543287	-24,350602	93,448732	-0,260577
SSE Composite Index	2,021996	1,187153	1,703232	-0,444841	0,226020	-1,968153	175,150162	57,651857	3,038066

	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	-14,736887	6,008910	-2,452506	2,556146	1,100088	2,323583	0,061385	0,002971	20,661267
FTSE 100	8,649985	6,256653	1,382526	-0,656611	1,026469	-0,639679	0,061295	0,002704	22,664817
S&P 500	-7,712749	5,625833	-1,370952	-0,087286	1,055231	-0,082718	0,062847	0,002806	22,394188
CAC 40	3,650640	5,626423	0,648839	-0,965719	1,038374	-0,930031	0,061502	0,002724	22,576237
DAX 30	-22,762360	5,606074	-4,060303	1,610407	1,036903	1,553094	0,060377	0,002817	21,435593
IBEX 35	5,318049	5,753311	0,924346	1,565562	1,065362	1,469512	0,061841	0,002858	21,635249
S&P/TSX Composite Index	-3,286436	5,769232	-0,569649	-1,252118	1,097700	-1,140675	0,061197	0,002895	21,138006
Nikkei 225	-3,538570	6,795692	-0,520708	-2,966618	1,223463	-2,424771	0,059298	0,003236	18,324885
Hang Seng Index	8,971964	6,576607	1,364224	-1,598792	1,198160	-1,334372	0,058324	0,003263	17,876639
SSE Composite Index	11,900199	6,853956	1,736253	-0,944058	1,259153	-0,749756	0,059856	0,003431	17,447911

	η_1^{PL}	st.err.	t-statistic	η_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	η_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	-0,462862	0,516457	-0,896227	-1,136376	0,085439	-13,300395	-0,005674	0,007739	-0,733148
FTSE 100	1,738213	0,789968	2,200359	-1,136221	0,077987	-14,569291	-0,013501	0,007038	-1,918260
S&P 500	-0,553618	3,914936	-0,141412	-1,190219	0,080710	-14,746861	0,039829	0,007304	5,453244
CAC 40	-1,198693	1,054126	-1,137144	-1,150216	0,078267	-14,696049	-0,011869	0,007088	-1,674657
DAX 30	-1,008671	1,228527	-0,821041	-1,111939	0,081057	-13,717955	-0,007630	0,007343	-1,039176
IBEX 35	-0,289044	0,549857	-0,525672	-1,147167	0,082233	-13,950269	-0,001567	0,007443	-0,210531
S&P/TSX Composite Index	4,224335	3,890422	1,085830	-1,151948	0,083219	-13,842369	0,017963	0,007540	2,382283
Nikkei 225	-1,004166	0,806071	-1,245754	-1,106106	0,093149	-11,874576	-0,121080	0,008386	-14,438999
Hang Seng Index	-1,240398	0,631322	-1,964762	-1,062242	0,093670	-11,340302	-0,101367	0,008488	-11,941929
SSE Composite Index	-0,421212	0,407690	-1,033168	-1,149736	0,098510	-11,671242	-0,048243	0,008924	-5,405965

	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	-0,030600	0,000629	-48,683280	0,540344405
FTSE 100	-0,029851	0,000573	-52,101223	0,525047461
S&P 500	-0,029633	0,000595	-49,773271	0,446997068
CAC 40	-0,029842	0,000576	-51,787367	0,57922766
DAX 30	-0,029761	0,000597	-49,883970	0,532490264
IBEX 35	-0,030290	0,000604	-50,111916	0,549718858
S&P/TSX Composite Index	-0,029424	0,000614	-47,925023	0,487445469
Nikkei 225	-0,029317	0,000682	-42,971013	0,335603468
Hang Seng Index	-0,029115	0,000690	-42,210268	0,347912459
SSE Composite Index	-0,028232	0,000725	-38,932243	0,256539856

Tabella 6.17 **Modello contagio con matrice Z, crisi Covid**. Stima del modello, completo della matrice $Z_{i,t}$ considerata con un ritardo di un giorno $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t + \gamma_{i,0}CR_t F_t +$

$\gamma_1 Z_{i,t-k} CR_t F_t + \eta_{i,0} CR_t + \eta_1 Z_{i,t-k} CR_t + e_{i,t}$ La stima viene fatta su tutto il periodo che va dal Gennaio 2013 al Settembre 2020

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	β_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	2,432435	0,163870	14,843697	-204,317663	34,914551	-5,851934	-53,496849	6,958321	-7,688183
FTSE 100	1,732263	0,146099	11,856752	-283,461237	58,404621	-4,853404	-35,363778	6,382714	-5,540555
S&P 500	0,711358	0,137979	5,155538	-1160,121038	519,661146	-2,232457	2,659837	6,292667	0,422688
CAC 40	1,638627	0,139729	11,727208	-565,252536	64,852477	-8,715975	-23,946290	6,059607	-3,951789
DAX 30	1,761891	0,142700	12,346784	-150,678491	102,850640	-1,465022	-34,060425	6,003779	-5,673164
IBEX 35	2,075289	0,152179	13,637182	-179,887133	42,485922	-4,234041	-44,023454	6,461899	-6,812774
S&P/TSX Composite Index	1,083444	0,148281	7,306687	-356,687334	431,451115	-0,826716	-16,779860	6,757329	-2,483209
Nikkei 225	-0,082834	0,201343	-0,411409	-161,866331	69,472963	-2,329918	12,905801	8,713754	1,481084
Hang Seng Index	0,605815	0,172126	3,519598	-50,867969	39,405224	-1,290894	-7,377219	7,346840	-1,004135
SSE Composite Index	0,239961	0,210938	1,137591	-35,403526	25,966964	-1,363406	4,708399	8,941486	0,526579

	β_2^{VIX}	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_2^{PIL}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	-0,559585	0,287952	-1,943324	-1,056792	0,253367	-4,171000	240,095444	54,779979	4,382905
FTSE 100	0,044813	0,232234	0,192963	-0,552363	0,224407	-2,461429	293,216220	65,589542	4,470472
S&P 500	-0,252969	0,242259	-1,044209	-0,055426	0,219795	-0,252171	1129,956566	522,235164	2,163693
CAC 40	-0,270973	0,239274	-1,132480	-0,439568	0,216119	-2,033917	581,067052	78,012647	7,448370
DAX 30	-0,247617	0,250901	-0,986912	-0,416075	0,226088	-1,840327	160,516478	116,424863	1,378713
IBEX 35	-1,074995	0,268755	-3,999908	-0,944986	0,240954	-3,921851	195,686992	61,295727	3,192506
S&P/TSX Composite Index	-0,205671	0,250643	-0,820572	0,166070	0,231285	0,718032	405,495619	434,022689	0,934273
Nikkei 225	-0,080149	0,339823	-0,235856	0,591399	0,321248	1,840944	12,444417	138,232353	0,090025
Hang Seng Index	0,510264	0,298795	1,707738	-0,337662	0,265140	-1,273523	100,008296	69,658030	1,435704
SSE Composite Index	0,197963	0,372327	0,531692	-0,090731	0,343384	-0,264225	0,122269	53,026098	0,002306

	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_2^{VIX}	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	24,308493	25,648542	0,947753	2,068011	0,436251	4,740416	0,012486	0,002464	5,067235
FTSE 100	17,611380	20,267544	0,868945	0,007761	0,351782	0,022062	0,014588	0,001831	7,967186
S&P 500	44,127108	20,751999	2,126403	0,438003	0,366511	1,195060	0,017327	0,001879	9,219746
CAC 40	4,441903	20,089106	0,221110	0,430456	0,361982	1,189165	0,014405	0,001892	7,614186
DAX 30	-3,780776	20,964731	-0,180340	0,104812	0,379711	0,276031	0,016087	0,001960	8,208076
IBEX 35	33,248554	22,524575	1,476101	1,617354	0,406164	3,982027	0,012930	0,002108	6,133722
S&P/TSX Composite Index	18,123982	21,388312	0,847378	0,357440	0,377763	0,946201	0,015484	0,001933	8,012455
Nikkei 225	-47,847493	28,511386	-1,678189	-1,270446	0,513988	-2,471744	0,015969	0,002640	6,048066
Hang Seng Index	39,600676	27,623778	1,433572	-1,212028	0,453390	-2,673258	0,015357	0,002798	5,487543
SSE Composite Index	10,400854	35,200629	0,295474	-0,706089	0,569626	-1,239566	0,017649	0,004253	4,149938

	η_1^{PH}	st.err.	t-statistic	η_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	η_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	0,448415	0,565200	0,793373	-1,060684	0,274187	-3,868462	-0,032826	0,009584	-3,425042
FTSE 100	0,067226	0,407230	0,165081	-1,370892	0,186072	-7,367537	-0,038498	0,007730	-4,980658
S&P 500	-0,245952	0,668242	-0,368059	-1,559351	0,193895	-8,042255	0,056045	0,008039	6,971652
CAC 40	0,014025	0,496554	0,028245	-1,308884	0,200801	-6,518313	-0,043602	0,007923	-5,503241
DAX 30	-0,087523	0,641737	-0,136384	-1,406234	0,204953	-6,861268	-0,058908	0,008318	-7,082312
IBEX 35	0,121129	0,506704	0,239053	-1,177618	0,228200	-5,160474	-0,027957	0,008883	-3,147154
S&P/TSX Composite Index	-0,154239	0,604972	-0,254952	-1,369175	0,199352	-6,868112	0,025452	0,008261	3,081109
Nikkei 225	0,014188	1,394425	0,010175	-1,437196	0,278521	-5,160107	-0,089835	0,011252	-7,983706
Hang Seng Index	-0,600514	0,945912	-0,634852	-1,462589	0,314987	-4,643327	-0,036300	0,009996	-3,631479
SSE Composite Index	-0,090603	1,305300	-0,069412	-1,544447	0,436775	-3,536027	-0,034764	0,012668	-2,744264

	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	-0,007580	0,000289	-26,216159	0,506640605
FTSE 100	-0,007506	0,000233	-32,182793	0,519723466
S&P 500	-0,007008	0,000243	-28,842382	0,426883643
CAC 40	-0,007421	0,000240	-30,871467	0,538563151
DAX 30	-0,007364	0,000252	-29,202432	0,50350565
IBEX 35	-0,007695	0,000269	-28,553994	0,485497357
S&P/TSX Composite Index	-0,007473	0,000250	-29,921673	0,468965335
Nikkei 225	-0,007108	0,000341	-20,838079	0,086928044
Hang Seng Index	-0,007279	0,000300	-24,300125	0,144563408
SSE Composite Index	-0,007296	0,000374	-19,516573	0,066053504

Tabella 6.18 Si riportano i risultati ottenuti in Tabella 6.16 e Tabella 6.17, aggregandoli a livello mondo. Ogni valore corrisponde alla media non pesata su tutti i portafoglio-paese. Il valore critico per la statistica ECTEST, distribuito secondo una $\chi^2(1)$, è 3,84 (6,63) al 5% (1%).

crisi 2007	coef.	st.err.	t-statistic	interdecile
β_1^{T-Note}	2,20390	4,08956	0,53891	13,612174
β_1^{VIX}	0,17827	1,04875	0,16998	4,485154
γ_1^{T-Note}	-1,35462	6,08727	-0,22253	24,804222
γ_1^{VIX}	-0,27391	1,11009	-0,24674	3,440555
η_1^{T-Note}	-1,13422	0,08542	-13,27748	0,054055
η_1^{VIX}	-0,02531	0,00773	-3,27509	0,123488
ECTEST		0,14755		
R-squared		0,46013		
crisi Covid	coef.	st.err.	t-statistic	interdecile
β_1^{T-Note}	-19,47738	6,99184	0,57717	50,498933
β_1^{VIX}	-0,19389	0,27830	-0,69671	0,840319
γ_1^{T-Note}	14,02347	24,29706	0,57717	48,240767
γ_1^{VIX}	0,18353	0,42172	0,43519	2,880290
η_1^{T-Note}	-1,36971	0,25177	-5,44022	0,380013
η_1^{VIX}	-0,02812	0,00927	-3,03491	0,090512
ECTEST		0,20633		
R-squared		0,37473		

Prendendo in considerazione il modello contagio in aggregato in *Tabella 6.18* la prima cosa che si nota è il forte incremento di R-quadro, rispetto sia al modello di interdipendenza con matrice $Z_{i,t}$, sia rispetto al modello contagio ma senza la matrice $Z_{i,t}$; se si considera anche il fatto che la statistica ECTEST è ampiamente all'interno dei livelli critici, si può concludere che questo è il modello con il miglior fit tra quelli analizzati.

Prima di proseguire si vuole ribadire l'intento di questo paragrafo, in modo da sgombrare il campo da possibili dubbi di interpretazione del modello. A questo punto dell'elaborato, si dà per assodata la presenza di un effetto contagio per alcuni paesi durante le due crisi, di conseguenza in questo paragrafo non si è interessati ad indagare ulteriormente la presenza o meno di un effetto contagio, ma si è invece interessati nel capire quali sono i suoi possibili canali di diffusione, tra quei paesi nei quali si è riscontrato un fenomeno di contagio; questo vuol dire che anche se si è presentato il modello di regressione nella sua interezza nella *Tabella 6.16* e *Tabella 6.17*, in realtà saranno importanti, per i ragionamenti che seguono, solo i coefficienti relativi alla matrice $Z_{i,t}$, quindi i coefficienti relativi al PIL, VIX, e T-Note.

Per la crisi del 2007, per gran parte dei paesi colpiti dall'effetto contagio (quindi per tutti i paesi tranne Giappone e Cina), il principale veicolo di trasmissione delle crisi sembra essere stato il PIL, dato che i coefficienti di contagio γ^{PIL} sono altamente significativi; fanno eccezione la Germania ed Hong Kong per i quali γ^{PIL} è statisticamente nullo. Gli indici generale di questi ultimi due paesi d'altronde, insieme all'indice FTSE MIB italiano, sembrano essere stati influenzati dagli andamenti del titolo T-Note, dato che il coefficiente γ^{T-Note} è statisticamente diverso da zero; per tutti gli altri paesi invece, il T-Note sicuramente non è un canale di contagio. Per quanto riguarda l'indice VIX si osserva che solo per l'Italia ha avuto un effetto non trascurabile. Se si considera il T-Note e l'indice VIX a livello globale (*Tabella 6.18*) risultano non essere ne statisticamente ne economicamente significativi.

Per quanto riguarda i coefficienti η , che misurano gli effetti del contagio non correlati al fattore F_t , risultano essere statisticamente significativi ma irrilevanti da un punto di vista economico (interdecile inferiore all'unità in *Tabella 6.18*), e di conseguenza trascurabili.

Passando alla crisi pandemica del 2020, immaginando di aver riscontrato un effetto contagio per tutti i paesi⁵⁴, il PIL si conferma l'unico vero canale di contagio anche per la crisi da Covid 19. In realtà per quei paesi nei quali si è riscontrato un effetto contagio (e cioè per il Regno Unito, Stati Uniti, Germania, Canada, e Giappone) solo

⁵⁴ Si ipotizza questa possibilità, perché per l'anno 2020, al momento dell'analisi svolta in questo elaborato, si hanno a disposizione solo i primi tre trimestri di una crisi che al momento non si sa quanto durerà. Delle analisi certe possono essere fatte solo quando la crisi sarà conclusa. In questo solo, ed unico, caso ci si permette di speculare sul fatto che l'effetto contagio sia presente in tutti i paesi analizzati, immaginando per l'appunto che questa sia la reale situazione se l'analisi fosse stata svolta al termine della crisi; tale assunzione permette di osservare l'importanza del PIL nello spiegare il propagare dell'effetto contagio. In ogni caso si abbandona la speculazione nelle righe immediatamente successive, per ritornare a discutere di quelle che sono le evidenze, ad oggi, applicando il modello di interdipendenza.

il Regno Unito e Stati Uniti hanno un γ^{PIL} statisticamente diverso da zero. Tutti gli altri indicatori non sono utili a spiegare il propagarsi dell'effetto contagio; infatti da una parte γ^{T-Note} e γ^{VIX} non sono statisticamente significativi a livello globale, e dall'altra i coefficienti η^{T-Note} e η^{VIX} non sono economicamente rilevanti. Analizzando nello specifico Germania, Canada, e Giappone (i paesi per i quali si era riscontrato γ^{PIL} non significativo), si osserva che se per il Giappone (indice Nikkei 225) una possibile fonte di contagio potrebbe essere l'indice VIX, e quindi la volatilità riscontrata a livello globale, per gli altri due indici, DAX 30 e S&P/TSX Composite Index, nessun altro indicatore di contagio risulta significativo. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che nel modello non si sono considerate le vere variabili che influenzano l'effetto contagio.

Prima di proseguire nel presentare l'ultimo modello, cioè quello in cui si aggiungono al modello della crisi pandemica anche le statistiche dei contagi e dei decessi, si vogliono fornire degli spunti di riflessione su quello che è l'effetto dell'andamento del PIL sui mercati finanziari. Il rapporto che può esserci tra queste due grandezze non è semplice, dato che il PIL influenza la stabilità dei mercati sotto molteplici aspetti. La prima cosa da osservare è che il PIL è una misura retrospettiva del benessere di un paese, ed invece i mercati, in quanto luogo di contrattazione di titoli finanziari, risultano essere influenzati dalle aspettative future di ciò che accadrà nell'economia del paese. Quindi una prima importante verità è che il PIL influenzerà tanto più i mercati quanto più cambierà le aspettative degli investitori su ciò che accadrà in futuro. Ci sono però, sicuramente degli effetti più concreti del PIL sui mercati, ad esempio un aumento del PIL può provocare un periodo di inflazione, ed un aumento di inflazione può influenzare negativamente i tassi di cambio, con chiari effetti negativi sulle esportazioni. Il PIL inoltre influenza il prezzo di alcune materie prime, infatti una forte crescita del PIL tende a far aumentare la domanda di tutte quelle materie prime *industriali* come il rame, l'alluminio, e il petrolio. Concentrandosi invece sull'effetto del PIL sul valore delle azioni, in generale, una forte crescita del PIL ha un effetto positivo sulle azioni, perché in generale le imprese ottengono risultati migliori nelle economie forti; non c'è però una relazione diretta tra la crescita del PIL e quella del valore delle azioni. Si pensi ad esempio che S&P 500 dopo il periodo di recessione del 2008 ha subito una crescita annua del 27%, dove invece nello stesso anno il PIL statunitense è cresciuto in media solo del 2%. Il concetto è che in un mercato internazionale sempre più globalizzato, le società più grandi tendono a trarre maggiori profitti dalle esportazioni. Ciò significa che la loro performance dipenderà dalla salute di molte economie diverse piuttosto che solo dalla propria. E questa è la spiegazione per la quale le loro prestazioni sul mercato, possono divergere dall'andamento del PIL nazionale. Ecco che si è trovata una possibile chiave di lettura per i risultati ottenuti nel modello di contagio; nel momento in cui nell'economia di un paese risultano preponderanti le esportazioni, le quotazioni registrate in borsa dell'indice generale, potrebbero essere influenzate da molteplici economie reali e quindi in misura minore dal PIL nazionale.

Tabella 6.19 I primi venti paesi per esportazioni per l'anno 2019. Fonte: Banca mondiale.

#	Paese	export in mln di USD
1	Cina	2.399.018
2	Stati Uniti	1.652.806
3	Germania	1.464.383
4	Giappone	697.521
5	Francia	595.428
6	Corea del Sud	561.963
7	Paesi Bassi	554.107
8	Hong Kong	547.675
9	Italia	510.894
10	Regno Unito	475.657
11	Messico	461.451
12	Canada	448.611
13	Singapore	440.798
14	Russia	418.686
15	Svizzera	337.280
16	India	331.342
17	Spagna	329.020
18	Belgio	311.100
19	Emirati Arabi Uniti	287.389
20	Australia	272.302

In *Tabella 6.19* si riportano i primi venti paesi per esportazioni nell'anno 2019, e si osserva che Germania e Giappone, per i quali si era riscontrata inconsistenza del coefficiente del PIL nello spiegare l'effetto contagio, risultano essere ai primi posti per esportazioni; potrebbe essere quindi questo il motivo per il quale le quotazioni degli indici generali di questi indici sono poco sensibili alle variazioni del PIL.

Non ci si addentrerà ulteriormente nell'analisi dell'influenza del PIL sui mercati, perché sarebbe un argomento troppo lungo da sviscerare, e perché non è l'obiettivo del presente elaborato, si però voluto dare un accenno a questo argomento per fornire una chiave di lettura dei risultati ottenuti nel modello del contagio.

A questo punto, solo ed unicamente per la crisi pandemica del 2020, si vuole indagare se, e quanto, siano responsabili le statistiche relative ai casi di contagio e di decessi da Covid, nello spiegare la propagazione dell'*effetto contagio*. Per fare questo si aggiungono alla matrice $Z_{i,t}$, le statistiche dei casi e delle morti di Corona Virus, e si calcola, come sempre prima il modello interdipendenza in *Tabella 6.20*, e poi il modello di contagio in *Tabella 6.21*.

Tabella 6.20 Modello di interdipendenza con matrice Z (cases & death). Stima del modello, completo della matrice $Z_{i,t}$, $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t + e_{i,t}$. La stima viene fatta su tutto il periodo che va da Gennaio 2013-Settembre 2020. In questo caso si includono anche le statistiche relative ai casi di contagio e di morte da Covid 19

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_1^{PII}	st.err.	t-statistic	β_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	1,706418	0,098778	17,275202	-67,526700	25,609034	-2,636831	-25,790963	4,539544	-5,681399
FTSE 100	1,226819	0,075649	16,217357	-93,990872	34,470150	-2,726732	-16,807485	3,630450	-4,629587
S&P 500	1,199038	0,072525	16,532761	-119,343663	63,733196	-1,872551	-23,114268	3,545195	-6,519887
CAC 40	1,073311	0,095133	11,282256	-97,200653	41,036538	-2,368637	-5,738782	4,459234	-1,286943
DAX 30	1,295170	0,079122	16,369353	68,380731	51,143300	1,337042	-16,565408	3,769566	-4,394513
IBEX 35	1,442488	0,101176	14,257172	5,958892	30,256509	0,196946	-20,656185	4,679664	-4,414032
S&P/TSX Composite Index	1,529337	0,069521	21,998236	-113,125592	61,514097	-1,839019	-35,551588	3,358658	-10,585057
Nikkei 225	0,005529	0,125525	0,044049	-195,476034	62,518459	-3,126693	9,747655	6,016770	1,620081
Hang Seng Index	0,514414	0,084603	6,080315	-0,473264	30,547622	-0,015493	-4,045880	4,127413	-0,980246
SSE Composite Index	0,166183	0,114008	1,457641	-41,061083	24,086614	-1,704726	8,006348	5,502661	1,454996

	β_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	β_1^{deaths}	st.err.	t-statistic	β_1^{cases}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	-0,187571	0,228935	-0,819316	0,001068	0,000417	2,562267	-0,000322	0,000056	-5,779562
FTSE 100	0,055144	0,179826	0,306649	-0,000299	0,000344	-0,868635	-0,000013	0,000045	-0,280584
S&P 500	-0,086607	0,187246	-0,462530	-0,000107	0,000080	-1,329180	0,000000	0,000004	-0,067896
CAC 40	-0,017972	0,187663	-0,095767	-0,000093	0,000187	-0,498521	0,000008	0,000022	0,367283
DAX 30	-0,139175	0,197186	-0,705804	0,001984	0,000817	2,428667	-0,000057	0,000027	-2,150852
IBEX 35	-0,446683	0,207279	-2,154989	-0,000313	0,000185	-1,694316	-0,000035	0,000016	-2,174045
S&P/TSX Composite Index	-0,058625	0,189262	-0,309757	-0,002728	0,001407	-1,939150	-0,000087	0,000098	-0,887072
Nikkei 225	-0,353514	0,259216	-1,363783	0,006450	0,010045	0,642134	0,000593	0,000289	2,054266
Hang Seng Index	0,086503	0,226951	0,381151	-0,001470	0,001388	-1,059382	0,000296	0,000176	1,682433
SSE Composite Index	0,019003	0,280133	0,067835	-0,013857	0,008207	-1,688380	0,000247	0,000156	1,579696

	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	-0,007159	0,000281	-25,465962	0,481279397
FTSE 100	-0,007256	0,000229	-31,703297	0,484365155
S&P 500	-0,006720	0,000239	-28,107204	0,381613794
CAC 40	-0,007053	0,000239	-29,524100	0,492610823
DAX 30	-0,006970	0,000247	-28,230989	0,469489576
IBEX 35	-0,007332	0,000262	-27,968373	0,457782814
S&P/TSX Composite Index	-0,007163	0,000241	-29,713036	0,448758935
Nikkei 225	-0,006864	0,000331	-20,706152	0,039400465
Hang Seng Index	-0,007098	0,000288	-24,609884	0,118268699
SSE Composite Index	-0,006982	0,000358	-19,488125	0,045466196

Tabella 6.21 Modello contagio con matrice Z (cases & death). Stima del modello, completo della matrice $Z_{i,t}$, $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t + \gamma_{i,0}CR_t F_t + \gamma_1 Z_{i,t-k}CR_t F_t + \eta_{i,0}CR_t + \eta_1 Z_{i,t-k}CR_t + e_{i,t}$ La stima viene fatta su tutto il periodo che va da Gennaio 2013-Settembre 2020. In questo caso si includono anche le statistiche relative ai casi di contagio e di morte da Covid 19

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_1^{PI}	st.err.	t-statistic	β_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	2,432435	0,163462	14,880772	-204,317663	34,827564	-5,866551	-53,496849	6,940985	-7,707386
FTSE 100	1,732263	0,146159	11,851893	-283,461237	58,428563	-4,851415	-35,363778	6,385331	-5,538284
S&P 500	0,676464	0,137201	4,930473	-61,592503	65,829796	-0,935633	-2,579448	5,800814	-0,444670
CAC 40	1,638627	0,139787	11,722308	-565,252536	64,879584	-8,712333	-23,946290	6,062140	-3,950138
DAX 30	1,761891	0,142696	12,347181	-150,678491	102,847330	-1,465070	-34,060425	6,003586	-5,673347
IBEX 35	2,075289	0,152132	13,641370	-179,887133	42,472880	-4,235341	-44,023454	6,459915	-6,814866
S&P/TSX Composite Index	1,083444	0,148011	7,320002	-356,687334	430,666321	-0,828222	-16,779860	6,745037	-2,487734
Nikkei 225	-0,082834	0,201466	-0,411157	-161,866331	69,515508	-2,328492	12,905801	8,719090	1,480177
Hang Seng Index	0,622954	0,173259	3,595508	-48,583035	39,502504	-1,229872	-7,993931	7,381981	-1,082898
SSE Composite Index	0,239961	0,211073	1,136867	-35,403526	25,983485	-1,362540	4,708399	8,947175	0,526244

	β_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	β_1^{deaths}	st.err.	t-statistic	β_1^{cases}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	-0,559585	0,287235	-1,948178	0	0	-	0	0	-
FTSE 100	0,044813	0,232329	0,192884	0	0	-	0	0	-
S&P 500	-0,219790	0,242104	-0,907834	0	0	-	0	0	-
CAC 40	-0,270973	0,239374	-1,132007	0	0	-	0	0	-
DAX 30	-0,247617	0,250893	-0,986943	0	0	-	0	0	-
IBEX 35	-1,074995	0,268672	-4,001136	0	0	-	0	0	-
S&P/TSX Composite Index	-0,205671	0,250187	-0,822067	0	0	-	0	0	-
Nikkei 225	-0,080149	0,340031	-0,235712	0	0	-	0	0	-
Hang Seng Index	0,493112	0,299520	1,646339	0	0	-	-0,010935	0,012279	-0,890523
SSE Composite Index	0,197963	0,372564	0,531354	0	0	-	0	0	-

	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PI}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	-0,824685	0,276745	-2,979939	199,180112	58,144586	3,425600	14,107944	28,392608	0,496888
FTSE 100	-0,589815	0,248432	-2,374154	322,299936	71,460533	4,510181	22,025041	22,250279	0,989877
S&P 500	0,137361	0,260571	0,527155	0,000000	0,000000	-	34,229702	24,149888	1,417386
CAC 40	-0,539533	0,241428	-2,234754	590,435604	89,926519	6,565756	14,441638	21,785515	0,662901
DAX 30	-0,448445	0,244793	-1,831938	202,891296	120,896631	1,678221	4,458167	22,975049	0,194044
IBEX 35	-0,751926	0,267930	-2,806426	199,528244	75,708826	2,635469	19,405284	23,892592	0,812188
S&P/TSX Composite Index	0,478653	0,254437	1,881227	278,500280	435,423889	0,639607	-14,552495	23,818015	-0,610987
Nikkei 225	0,592054	0,383821	1,542529	-55,996005	154,903271	-0,361490	-50,911142	32,627249	-1,560387
Hang Seng Index	-0,337424	0,298865	-1,129019	68,492284	71,931856	0,952183	38,393556	34,982217	1,097516
SSE Composite Index	-0,253535	0,405756	-0,624846	-62,438400	86,857461	-0,718861	16,657940	36,548839	0,455772

	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	γ_1^{deaths}	st.err.	t-statistic	γ_1^{cases}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	1,341033	0,477317	2,809522	0,000373	0,000456	0,818298	-0,000138	0,000061	-2,274611
FTSE 100	0,056062	0,358592	0,156339	0,000274	0,000359	0,761622	-0,000008	0,000048	-0,159369
S&P 500	0,367620	0,375800	0,978235	-0,000053	0,000090	-0,584443	-0,000002	0,000004	-0,480592
CAC 40	0,472647	0,367710	1,285379	0,000225	0,000238	0,947293	0,000005	0,000027	0,171792
DAX 30	0,002391	0,396284	0,006035	0,001229	0,000905	1,357968	-0,000031	0,000028	-1,103266
IBEX 35	1,444936	0,414603	3,485106	-0,000211	0,000240	-0,879176	-0,000013	0,000021	-0,591464
S&P/TSX Composite Index	0,289780	0,383354	0,755908	-0,002724	0,001480	-1,840533	-0,000141	0,000106	-1,336540
Nikkei 225	-1,300990	0,517966	-2,511730	-0,012512	0,011107	-1,126487	0,000245	0,000339	0,724639

Hang Seng Index	-0,974765	0,478442	-2,037371	-0,005664	0,003916	-1,446374	0,011244	0,012281	0,915541
SSE Composite Index	-0,696023	0,572794	-1,215137	-0,014223	0,013852	-1,026797	0,000274	0,000296	0,926639

	$\eta_{i,0}$	<i>st.err.</i>	<i>t-statistic</i>	$\eta_{i,PII}^{PII}$	<i>st.err.</i>	<i>t-statistic</i>	$\eta_{i,T-Note}^{T-Note}$	<i>st.err.</i>	<i>t-statistic</i>
FTSE MIB	0,012828	0,003342	3,838764	-0,305467	0,777614	-0,392826	-1,199119	0,339160	-3,535555
FTSE 100	0,013598	0,002557	5,317516	-0,253887	0,537944	-0,471959	-1,320995	0,216832	-6,092260
S&P 500	0,016810	0,004663	3,604691	0,039868	1,052870	0,037866	-1,526267	0,327195	-4,664700
CAC 40	0,015925	0,002352	6,770615	-0,224422	0,684876	-0,327683	-1,417016	0,221971	-6,383804
DAX 30	0,017348	0,002544	6,818131	-0,906769	0,806970	-1,123671	-1,519935	0,233314	-6,514542
IBEX 35	0,013660	0,002509	5,444393	-0,086001	0,662207	-0,129870	-1,240366	0,241777	-5,130206
S&P/TSX Composite Index	0,014385	0,003109	4,626519	0,078165	0,867065	0,090149	-1,305566	0,254859	-5,122695
Nikkei 225	0,016672	0,003932	4,240367	0,039463	1,797870	0,021950	-1,480444	0,315934	-4,685920
Hang Seng Index	0,015087	0,002907	5,190326	-0,482397	0,953190	-0,506087	-1,435723	0,337506	-4,253920
SSE Composite Index	0,018211	0,006513	2,796008	-0,153674	1,408739	-0,109086	-1,584182	0,529131	-2,993934

	$\eta_{i,VIX}^{VIX}$	<i>st.err.</i>	<i>t-statistic</i>	$\eta_{i,deaths}^{deaths}$	<i>st.err.</i>	<i>t-statistic</i>	$\eta_{i,cases}^{cases}$	<i>st.err.</i>	<i>t-statistic</i>
FTSE MIB	-0,030670	0,009862	-3,109934	-0,000020	0,000012	-1,644058	0,000003	0,000002	1,803116
FTSE 100	-0,038049	0,007927	-4,799956	-0,000006	0,000005	-1,168099	0,000001	0,000001	1,052023
S&P 500	0,054680	0,008426	6,489734	0,000001	0,000002	0,555413	0,000000	0,000000	-0,185575
CAC 40	-0,043747	0,007988	-5,476737	-0,000005	0,000005	-1,095280	0,000000	0,000000	-0,222997
DAX 30	-0,058551	0,008472	-6,911211	-0,000030	0,000017	-1,703359	0,000001	0,000001	0,852299
IBEX 35	-0,029309	0,008928	-3,282685	-0,000002	0,000004	-0,538773	0,000000	0,000000	0,012753
S&P/TSX Composite Index	0,022153	0,008505	2,604764	0,000009	0,000026	0,336013	0,000001	0,000002	0,334232
Nikkei 225	-0,090697	0,011488	-7,895087	-0,000020	0,000123	-0,161959	-0,000001	0,000004	-0,142773
Hang Seng Index	-0,037214	0,010118	-3,677976	-0,000036	0,000027	-1,335400	0,000001	0,000001	0,610696
SSE Composite Index	-0,034387	0,012783	-2,690100	-0,000033	0,000153	-0,213556	0,000000	0,000003	0,071975

	<i>intercetta</i>	<i>st.err.</i>	<i>t-statistic</i>	<i>R-squared</i>
FTSE MIB	-0,007580	0,000288	-26,281638	0,510076
FTSE 100	-0,007506	0,000233	-32,169606	0,520290
S&P 500	-0,007020	0,000243	-28,861952	0,426101
CAC 40	-0,007421	0,000240	-30,858568	0,539100
DAX 30	-0,007364	0,000252	-29,203372	0,504529
IBEX 35	-0,007695	0,000269	-28,562762	0,486840
S&P/TSX Composite Index	-0,007473	0,000249	-29,976198	0,471952
Nikkei 225	-0,007108	0,000341	-20,825326	0,087635
Hang Seng Index	-0,007276	0,000300	-24,277435	0,146098
SSE Composite Index	-0,007296	0,000374	-19,504164	0,066732

In generale il fit del modello, sia in termini di R-quadro generale che di ECTEST (anche se non viene riportato in figura, né R-quadro medio, né la statistica ECTEST), aumenta ma non considerevolmente rispetto allo stesso modello, nel quale però, non si considerano le statistiche relative ai casi e alle morti di Corona Virus.

Se si vanno ad analizzare i coefficienti di interdipendenza si nota che gran parte dei beta non sono significativi, sia per i casi di Covid-19 che per le morti da Sars-Cov-2. Se si analizza invece il modello di contagio i beta diventano addirittura nulli, a

discapito di un aumento dei coefficienti di contagio γ , e ciò dimostra, come detto diverse volte, l'inadeguatezza del modello di interdipendenza. Non ostante ciò, anche in questo caso gran parte dei coefficienti di contagio sono statisticamente insignificanti, eccetto uno, e cioè del γ^{cases} del FTSE MIB. Questo è un risultato molto interessante, cioè si è trovato che l'unico paese per il quale, i dati statistici della pandemia, hanno avuto un effetto statisticamente significativo è l'Italia, che è il primo paese occidentale ad essere stato colpito dalla pandemia; è ben chiaro che i primi focolai di Covid-19 sono nati nei paesi asiatici, ma la prima volta che la pandemia ha avuto una grossa risonanza mediatica è stato quando si sono registrati i primi casi nell'occidente, e quindi con i primi casi in Italia. Detto questo, il fatto che γ^{cases} e γ^{deaths} non siano statisticamente significativi per tutti i paesi, eccetto che per l'Italia, può essere indice del fatto che piuttosto che la pandemia in sé, i canali di contagio della crisi sono da ricercare negli indicatori economici come il PIL, come si è potuto dimostrare in questo capitolo.

6.5 Interventi delle banche centrali e crisi Covid

In questo paragrafo ci si concentra unicamente sulla crisi Covid, cercando di capire gli effetti degli interventi delle banche centrali sulla crisi. La banca centrale è un'istituzione pubblica che gestisce la valuta di un paese o gruppo di paesi e controlla l'offerta di moneta, ovvero la quantità di moneta in circolazione. L'obiettivo principale di molte banche centrali è la stabilità dei prezzi, ed in questo senso risulta particolarmente interessante l'analisi degli interventi delle banche centrali durante le prime fasi della crisi da Covid, al fine di comprendere se tali interventi sono stati in grado di mitigare l'effetto contagio tra i mercati dei paesi analizzati; non bisogna dimenticare che si sta considerando la crisi unicamente riferita ai mercati azionari. A tale scopo nei paragrafi successivi si applicherà, il modello di interdipendenza⁵⁵ e del contagio, unicamente al periodo di crisi Covid; in particolare, considerando la crisi del 2020, si considererà un periodo precedente ed uno successivo all'intervento della banca centrale⁵⁶. I provvedimenti delle banche centrali considerati, ricadono tutti in

⁵⁵ Anche se il modello di interdipendenza è stato calcolato, in questo capitolo non ne verranno presentati i risultati; questo perché il modello di interdipendenza risulta inadeguato, per i motivi detti varie volte nei paragrafi precedenti, se confrontato con il modello di contagio. Anticipando i risultati illustrati in seguito, i coefficienti di interdipendenza, nel modello contagio, sono sempre nulli, e ciò significa che la variabilità riscontrata nei campioni analizzati non è minimamente imputabile all'interdipendenza, ma solo al fenomeno del contagio. Un risultato così netto potrebbe essere dovuto al fatto che nel calcolare il modello di regressione, si sta considerando un campione nettamente inferiore rispetto a quanto fatto nei paragrafi precedenti (si considererà solo l'anno 2020, e per di più diviso in due periodi), ed in parte è dovuto anche al fatto di star considerando solo ed unicamente il periodo di crisi Covid (senza quindi considerare un eventuale periodo di pre-crisi "tranquillo").

⁵⁶ Gli interventi delle banche centrali, per far fronte alla crisi, sono stati numerosi nel corso dell'anno 2020; suddividere il periodo della crisi in base a tutti i provvedimenti messi in atto dalle banche centrali non avrebbe senso perché l'analisi perderebbe di valenza statistica (si otterrebbero infatti numerosi intervalli temporali, con un numero ristretto di osservazioni). Per questo motivo si sceglierà un solo intervento, per ogni banca, ritenuto significativo, ed in base a quello, si dividerà in

concomitanza degli inizi della crisi, cioè in corrispondenza della prima ondata della pandemia, in modo da capire se le precauzioni adottate dalle banche centrali possano aver avuto effetti sullo svilupparsi della crisi. L'evidenza che si vuole dimostrare, è un cambiamento nei coefficienti di interdipendenza e di contagio, in modo da poter commentare le conseguenze degli interventi delle banche sulla crisi.

Nei paragrafi che seguono si cercherà di fare il punto della situazione, per ogni paese, sulla riapertura economica post-lockdown, sui principali interventi di politica fiscale messi in atto dai vari governi, e sugli interventi di politica monetaria varati dalle banche centrali. Solo alla fine si applicherà il modello di contagio pre e post intervento delle banche centrali.

6.5.1 Italia

Il blocco a livello nazionale (la cosiddetta *zona rossa*) scade il 4 maggio, a partire da tale data le attività produttive sono state riaperte in base a nuove norme di sicurezza (ad esempio, turni sfalsati, postazioni di lavoro distanziate, controlli della temperatura, mascherine). Negozi, ristoranti, bar e parrucchieri hanno riaperto il 18 maggio. Gli impianti sportivi hanno riaperto il 25 maggio, seguiti da cinema e teatri il 15 giugno. Ai governi regionali è consentita la possibilità di modificare autonomamente le date in entrambe le direzioni. Le persone possono ora viaggiare all'interno della propria regione, invece le restrizioni alla mobilità tra le regioni sono state revocate solo il 3 giugno, quando anche i confini internazionali riapriranno senza restrizioni da e verso altri paesi dell'Unione Europea.

A seguito dell'aumento dei casi verificatisi all'inizio di agosto, il governo ha reintrodotta alcune misure di contenimento, tra cui la chiusura dei locali notturni, e la riduzione del numero massimo di persone contemporaneamente ammesse nei siti culturali come i teatri. La mascherina da indossare in luoghi pubblici (sia all'interno che all'esterno) sarà richiesta fino alla fine di gennaio 2021. Nel corso del lockdown sono state inflitte sanzioni per coloro che non seguono le regole anti-contagio e che non rispettavano quarantena. I test rapidi sono stati ampiamente utilizzati per monitorare il dilagare dei contagi, ed in particolare sono richiesti per i viaggiatori che tornano dai paesi europei e sono stati autorizzati per l'uso nelle scuole per identificare e mettere in quarantena gli individui infetti, evitando così la necessità di chiudere intere scuole. Con lo scoppio della seconda ondata lo stato di emergenza è stato prorogato fino a gennaio 2021.

6.5.1.1 *Politica fiscale*

Il 17 marzo, il governo ha adottato un pacchetto di emergenza "Cura Italia" da 25 miliardi di euro (1,6% del PIL). Comprende:

due intervalli il periodo di crisi. Gli interventi scelti sono quelli ritenuti più significativi, in termini sia simbolici che di mole.

- fondi per il rafforzamento del sistema sanitario italiano e della protezione civile (3,2 miliardi di euro);
- misure per preservare l'occupazione e sostenere i redditi dei lavoratori licenziati e dei lavoratori autonomi (10,3 miliardi di euro);
- altre misure a sostegno delle imprese, inclusi differimenti fiscali e rinvio dei pagamenti delle bollette nella maggior parte dei comuni colpiti (6,4 miliardi di euro);
- misure a sostegno dell'offerta di credito (5,1 miliardi di euro)

Il 6 aprile, il decreto sulla liquidità ha consentito ulteriori garanzie statali fino a 400 miliardi di euro (25% del PIL). La dotazione di garanzia di questo decreto, e di quelli precedenti, mira a sbloccare oltre 750 miliardi di euro (quasi il 50% del PIL) di liquidità per le imprese e le famiglie.

Il 15 maggio, il governo ha adottato un ulteriore pacchetto di misure fiscali per il “rilancio” di 55 miliardi di euro (3,5% del PIL). Fornisce, tra le altre cose, ulteriore sostegno al reddito delle famiglie (14,5 miliardi di euro), fondi per il sistema sanitario (3,3 miliardi di euro) e altre misure a sostegno delle imprese, tra cui sovvenzioni per le PMI e dilazioni fiscali (16 miliardi di euro).

A seguito dell'approvazione da parte del Parlamento di un'ulteriore deviazione del deficit di 25 miliardi di euro (1,6% del PIL), l'8 agosto il governo ha adottato un nuovo terzo pacchetto di sostegno. Le misure sociali e lavorative (12 miliardi di euro) comprendono, tra le altre cose, un sostegno al reddito aggiuntivo per le famiglie e alcuni lavoratori, un'estensione del programma di lavoro a tempo ridotto e una sospensione dei contributi previdenziali per i neoassunti. Altre misure chiave sono le estensioni della moratoria sul rimborso del debito delle PMI (Piccole Medie Imprese) e il tempo per rimborsare gli obblighi fiscali.

6.5.1.2 *Politica monetaria*

Le misure chiave adottate nei pacchetti di emergenza del governo di *Cura Italia* e del *Decreto Liquidità* comprendono: una moratoria sui rimborsi dei prestiti per alcune famiglie e PMI, anche su mutui e scoperti di conto⁵⁷, garanzie statali sui prestiti a tutte le imprese, incentivi per società finanziarie e non finanziarie sotto forma di attività fiscali differite, garanzia statale alla Cassa Depositi e Prestiti, sostegno dei prestiti e della liquidità alle banche per consentire loro di finanziare società di medie e grandi dimensioni, regime di assicurazione per gli esportatori.

La Banca d'Italia ha annunciato una serie di misure per aiutare le banche e gli intermediari non bancari sotto la sua vigilanza, in linea con le iniziative intraprese dalla

⁵⁷ In ambito bancario, per *scoperto di conto* si intende la situazione in cui l'importo degli addebiti in conto corrente ecceda quello degli accrediti e il conto assume così un saldo debitore per il cliente.

BCE e dall'ABE⁵⁸. Questi includono: la possibilità di operare temporaneamente al di sotto di requisiti di capitale e liquidità selezionati, estensione di alcuni obblighi di rendicontazione, e riprogrammazione delle ispezioni in loco. Il 20 maggio 2020, per promuovere l'utilizzo dei crediti come garanzia e per incentivare i prestiti alle piccole e medie imprese, la Banca d'Italia ha esteso i fondi destinati alla richiesta di credito in modo da includere i prestiti garantiti al settore pubblico maggiormente colpito dalla pandemia Covid-19.

L'IVASS (Autorità di vigilanza sulle assicurazioni) ha seguito le raccomandazioni dell'EIOPA⁵⁹ e ha richiamato le compagnie di assicurazione alla prudenza sui dividendi e sui pagamenti dei bonus a tutela della propria posizione patrimoniale; alle compagnie di assicurazione viene richiesto di fornire settimanalmente rapporti di Solvency II⁶⁰ aggiornati.

La Consob ha deciso di mantenere fino ad ottobre una soglia minima oltre la quale è tenuta a comunicare la partecipazione in una società quotata. Tali misure sono finalizzate a contenere la volatilità dei mercati finanziari e rafforzare la trasparenza delle partecipazioni nelle società italiane quotate in Borsa.

Per l'Italia, così come per tutti i paesi europei analizzati, risultano essere particolarmente rilevanti gli interventi della BCE. Si vogliono di seguito presentare i provvedimenti più significativi. In particolare, a marzo 2020 sono state varate diverse iniziative: nuove operazioni di rifinanziamento bancario a più lungo termine (cosiddette Long Term Refinancing Operation, LTRO), a un costo più conveniente delle precedenti, al fine di fornire liquidità immediata al settore bancario; una nuova serie di operazioni mirate di rifinanziamento a più lungo termine (Targeted Long Term Refinancing Operation 3, TLTRO3), tese a favorire l'erogazione del credito bancario all'economia reale, a un costo minore e per un più elevato ammontare complessivo di fondi, a cui le banche possono accedere in funzione dello stock di prestiti concessi al settore privato; un allentamento temporaneo dei criteri di idoneità applicabili alle attività che le banche utilizzano come garanzie nelle operazioni di rifinanziamento con l'Eurosistema. Nel mese di maggio inoltre la BCE ha avviato una nuova serie di operazioni di rifinanziamento a lungo termine denominate pandemic emergency longer-term refinancing operations (PELTRO), per favorire il mantenimento di adeguati livelli di liquidità nel sistema anche oltre il termine delle LTRO.

⁵⁸ **Autorità bancaria europea (ABE)** è un'agenzia dell'UE incaricata di attuare un insieme di norme standard per regolamentare e vigilare sul settore bancario in tutti i paesi dell'UE. Il suo obiettivo è creare un mercato unico dei prodotti bancari dell'UE efficiente, trasparente e stabile.

⁵⁹ **Autorità europea delle assicurazioni e delle pensioni aziendali o professionali (EIOPA)** fa parte del sistema europeo di vigilanza finanziaria. È un organo indipendente che fornisce pareri alla Commissione europea, al Parlamento europeo e al Consiglio dell'UE. L'EIOPA ha il compito di: contribuire alla stabilità del sistema finanziario, garantire la trasparenza dei mercati e dei prodotti finanziari, contribuire alla protezione degli assicurati e degli iscritti e beneficiari dei sistemi pensionistici.

⁶⁰ La Solvency II è una direttiva dell'Unione Europea che ha lo scopo di estendere la normativa di Basilea II al settore assicurativo.

Con riferimento alle operazioni di mercato aperto, la BCE ha ampliato i programmi esistenti, ossia il programma di acquisto di attività finanziarie (Expanded Asset Purchase Programme, APP), per il quale è stata prevista una dotazione aggiuntiva di 120 miliardi di euro sino a fine anno in aggiunta ai 20 miliardi di euro mensili previsti dal programma originario. L'APP avviato nel 2014, si compone di quattro programmi di acquisto relativi a varie tipologie di titoli ossia: le obbligazioni emesse da società non finanziarie dei paesi dell'area euro (Corporate Sector Purchase Programme, CSPP, potenziato nel mese di marzo con l'inclusione della carta commerciale con adeguato merito di credito tra i titoli ammissibili); i titoli pubblici emessi da paesi dell'area euro (Public Sector Purchase Programme, PSPP); i titoli cartolarizzati (Asset-Backed Securities Purchase Programme, ABSPP) e le obbligazioni bancarie garantite (Covered Bond Purchase Programme, CBPP3).

Ed in fine è stato avviato un nuovo programma di acquisto di titoli pubblici e privati per l'emergenza pandemica (Pandemic Emergency Purchase Programme, PEPP) per un ammontare complessivo dapprima di 750 miliardi, poi ampliato a giugno 2020 a 1.350 miliardi di euro. Nell'ambito del PEPP gli acquisti riguardano tutte le attività finanziarie oggetto dell'APP, con l'inclusione dei titoli di Stato della Grecia (prima esclusi), e sono gestiti in modo flessibile rispetto a tempistica, tipologie di attività e giurisdizioni, in modo da favorire i segmenti soggetti a tensioni più gravi. Ed è proprio quest'ultimo provvedimento, il PEPP, che viene considerato come evento spartiacque nell'applicazione del modello contagio; in particolare viene considerata la prima fase del programma cioè quella emanata il 19 marzo 2020, data in cui il consiglio direttivo della BCE ha stanziato 750 miliardi di euro per l'acquisto di titoli finanziari.

Tabella 6.22 Modello contagio calcolato per l'indice FTSE MIB, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-18/03/2020 e 19/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	periodo 1	0,000000	0,000000	-	1,060951	0,094791	11,192578	0,000000	0,000000	-
FTSE MIB	periodo 2	0,000000	0,000000	-	1,024160	0,043298	23,653554	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	periodo 1	-0,013696	0,002672	-5,125972	0,723328
FTSE MIB	periodo 2	-0,001148	0,000740	-1,552092	0,8033

Nella Tabella 6.22 si calcola il modello di contagio nel periodo 1, corrispondente al periodo precedente all'intervento della BCE, e nel periodo 2, successivo allo stanziamento dei 750 miliardi per l'area euro.

6.5.2 Inghilterra

Anche Nel Regno Unito la riapertura si svolge in tre fasi a partire dal 13 maggio, con riapertura delle strutture scolastiche a settembre. La ricaduta delle infezioni però, ha riportato inizialmente a restrizioni localizzate in base a tre livelli di intensità, ma alla fine è stato istituito un secondo blocco a livello nazionale il 5 novembre (restrizioni

simili sono state stabilite in Scozia, Galles e Irlanda del Nord). Le strutture educative, e le attività produttive sono rimaste aperte. A partire dal 2 dicembre, il governo ha introdotto in Inghilterra un sistema di restrizioni a tre livelli rivisto fino alla primavera, con la maggior parte del paese classificata sotto i livelli più severi 2 e 3. Il livello di ciascuna area è stato aggiornato ogni 14 giorni. In base alla nuova regolamentazione, negozi e palestre possono riaprire. Per quanto riguarda Scozia, Galles e Irlanda del Nord mantengono regole separate.

6.5.2.1 *Politica fiscale*

Le misure fiscali e di spesa per sostenere le famiglie durante l'emergenza sanitaria includono:

- finanziamenti aggiuntivi per il NHS⁶¹, servizi pubblici, e enti di beneficenza (48,5 miliardi di sterline);
- misure a sostegno delle imprese (29 miliardi di sterline), comprese esenzioni fiscali sulla proprietà, sovvenzioni dirette per piccole imprese, imprese nei settori più colpiti, e indennità per malattia;
- rafforzamento della rete di sicurezza sociale per sostenere le persone vulnerabili (per 8 miliardi di sterline) aumentando i pagamenti nell'ambito del regime di credito universale e ampliando altri benefici.

Il governo ha lanciato tre schemi di prestito separati per facilitare l'accesso delle imprese al credito. Inoltre, il governo ha messo in atto il programma di prestito Bounce Bank per le PMI con una garanzia del 100% per importi di prestito fino a 50.000 sterline. Ha inoltre differito di sei mesi i pagamenti dell'IVA per il secondo trimestre del 2020 fino alla fine dell'esercizio finanziario, e dei pagamenti delle imposte sul reddito dei lavoratori autonomi. Il governo pagherà l'80% dei guadagni dei lavoratori autonomi (Self Employment Income Support Scheme, SEISS) e dei dipendenti licenziati (Coronavirus Job Retention Scheme, CJRS) (fino a un massimo di 2.500 sterline per dipendente al mese), inizialmente solo per il periodo marzo-maggio. Per i dipendenti licenziati, il regime è stato prorogato fino a fine ottobre. La copertura del governo scende al 70 per cento dei salari a settembre (fino a 2.187 sterline) e al 60 per cento in ottobre (fino a 1.875 sterline), con i datori di lavoro tenuti a contribuire fino a 2.500 sterline. Il regime per i lavoratori autonomi è stato prorogato per altri tre mesi ma a un livello ridotto del 70 per cento del reddito.

L'assicurazione del credito commerciale per le transazioni business-to-business riceverà fino a 10 miliardi di sterline di garanzie governative, attraverso il programma di assicurazione del credito commerciale. Inoltre il governo ha messo in atto un pacchetto da 1 miliardo di sterline per sostenere le aziende che guidano l'innovazione e lo sviluppo attraverso sovvenzioni e prestiti. Per sostenere la risposta internazionale, il governo ha fornito un nuovo prestito di 2,2 miliardi di sterline al Poverty Reduction

⁶¹ Il **National Health Service** o **NHS** è il sistema sanitario nazionale del Regno Unito.

and Growth Trust (PRGT) dell'FMI per aiutare i paesi a basso reddito a rispondere al Covid 19.

A luglio, il governo ha adottato un pacchetto di misure per proteggere e creare posti di lavoro e sostenere la ripresa economica. Questi includono: fornire alle aziende 1.000 sterline per ogni dipendente assunto entro la fine di gennaio; pagare il salario minimo, per 25 ore settimanali, per sei mesi per i giovani lavoratori a rischio di disoccupazione di lunga durata; maggiori risorse per migliorare le competenze e facilitare il reinserimento nel mercato del lavoro; riduzioni temporanee dell'aliquota IVA per attività alberghiere, alloggi, attrazioni e della tassa sulle transazioni immobiliari; aumento della spesa pubblica per le infrastrutture (anche per progetti verdi come l'ammodernamento delle case per migliorare l'efficienza energetica). Le persone a basso reddito che devono isolarsi in quarantena e che quindi non sono nelle condizioni di lavorare, così come i membri della loro famiglia, riceveranno 130 e 182 sterline, rispettivamente. Le piccole attività che devono chiudere a causa di blocchi localizzati riceveranno fino a 1.500 sterline ogni tre settimane.

6.5.2.2 Politica monetaria

Per il Regno Unito viene presa in considerazione la data del 15 marzo, in cui la Bank of England, in accordo con la Banca centrale europea, la Bank of Canada, la Bank of Japan e la Federal Reserve annunciano un'azione coordinata volta a migliorare l'approvvigionamento di liquidità dei mercati, tramite accordi permanenti di swap in dollari USA⁶².

Tabella 6.23 Modello contagio calcolato per l'indice FTSE 100, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-14/03/2020 e 15/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
FTSE 100	periodo 1	0,000000	0,000000	-	0,887937	0,049031	18,109872	0,000000	0,000000	-
FTSE 100	periodo 2	0,000000	0,000000	-	1,057338	0,035087	30,134708	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE 100	periodo 1	-0,017102	0,001231	-13,896497	0,881726
FTSE 100	periodo 2	-0,001490	0,000666	-2,237283	0,86734

6.5.3 Francia

A partire dall'11 maggio, la Francia ha iniziato ad allentare il primo ciclo di misure di contenimento, a cominciare dalla riapertura di scuole primarie, negozi e attività produttive, su base regionale. La maggior parte delle principali restrizioni nazionali associate al primo blocco sono state revocate il 22 giugno (comprese le restrizioni di

⁶² Gli accordi di swap sono schemi permanenti che fungono da importante rete di sicurezza («liquidity backstop») per allentare le tensioni sui mercati internazionali di finanziamento, contribuendo ad attenuare gli effetti di tali tensioni sulla concessione di crediti a economie domestiche e imprese nel proprio paese e all'estero.

viaggio). La recrudescenza delle infezioni alla fine di agosto ha spinto il governo ad applicare prima il coprifuoco notturno regionale e infine un secondo blocco a partire dal 30 ottobre. Le scuole sono rimaste aperte ma è stato ordinato di chiudere i negozi e i servizi non essenziali. Sono state applicate anche restrizioni di viaggio regionali e internazionali. Alla fine di novembre è iniziata una progressiva revoca delle regole di blocco con l'apertura dei negozi al dettaglio mentre a metà dicembre, il blocco è stato sostituito da un coprifuoco notturno. Bar e ristoranti riapriranno solo a fine gennaio. Le vaccinazioni per il Covid sono iniziate il 28 dicembre 2020, con il governo che mira a vaccinare un milione di persone entro la fine di gennaio 2020.

6.5.3.1 Politica fiscale

Le autorità hanno introdotto tre leggi di bilancio tra marzo e luglio aumentando la dotazione fiscale dedicata ad affrontare la crisi a circa 135 miliardi di euro (quasi il 6% del PIL, comprese le misure di liquidità). Ciò si aggiunge a un pacchetto di garanzie pubbliche di 327 miliardi di euro (quasi il 15% del PIL), di cui 315 miliardi di euro in garanzie per prestiti bancari e schemi di assicurazione del credito. Le principali misure di sostegno fiscale comprendono:

- la razionalizzazione e il potenziamento dell'assicurazione sanitaria per i malati e i loro assistenti
- l'aumento la spesa per le forniture sanitarie
- sostegno alla liquidità attraverso posticipi dei pagamenti previdenziali e fiscali per le imprese e rimborso accelerato dei crediti d'imposta (es. CIT e IVA)
- sostegno alle retribuzioni dei lavoratori nell'ambito del regime di orario ridotto
- sostegno finanziario diretto alle microimprese interessate, alle libere professioni, e lavoratori indipendenti, nonché per le famiglie a basso reddito
- rinvio dei pagamenti degli affitti e delle utenze per le microimprese e le PMI interessate
- ulteriore accantonamento per partecipazioni o nazionalizzazioni di società in difficoltà
- agevolare la concessione di premi eccezionali esenti da contributi previdenziali
- estensione delle indennità di disoccupazione in scadenza fino alla fine del blocco e conservazione dei diritti e delle prestazioni nell'ambito dei regimi di reddito di invalidità e solidarietà attiva
- misure di sostegno per i settori più colpiti (ad esempio, incentivi all'acquisto di veicoli più ecologici e sostegno agli investimenti verdi per i settori automobilistico e aerospaziale).

Alcune misure di sostegno vengono gradualmente eliminate da giugno, fatta eccezione per le industrie che devono ancora affrontare restrizioni di apertura (ad esempio il turismo, che beneficerà di esenzioni per le tasse e contributi previdenziali, e supporto esteso attraverso il regime a orario ridotto e il fondo di solidarietà fino alla fine del 2020). Il 3 settembre il governo ha annunciato un nuovo pacchetto fiscale a sostegno

della ripresa dell'economia francese ("Plan de Relance"). Il piano prevede misure per un importo di circa 100 miliardi di euro in due anni e si concentra sulla trasformazione ecologica dell'economia, sull'aumento della competitività delle imprese francesi e sul sostegno alla coesione sociale e territoriale. Si prevede che circa 40 miliardi di questa dotazione saranno coperti da sovvenzioni del Fondo di recupero dell'UE. In risposta alla reintroduzione delle misure di blocco, le autorità hanno annunciato l'estensione del sostegno di emergenza alle imprese e alle famiglie (di circa lo 0,9 per cento del PIL) nell'ambito della quarta legge di bilancio di modifica.

6.5.3.2 Politica monetaria

Per la Francia sono particolarmente rilevanti gli interventi intrapresi dalla Banca centrale europea, anche perché la Banca di Francia (*Banque de France*) è strettamente legata alla BCE. Alla stregua di quanto fatto per l'Italia si considera la data del 19/03/2020, data in cui la BCE ha emanato il PEPP stanziato 750 miliardi per l'area euro in acquisti titoli.

Tabella 6.24 Modello contagio calcolato per l'indice CAC 40, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-18/03/2020 e 19/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
CAC 40	periodo 1	0,000000	0,000000	-	0,843039	0,051015	16,525310	0,000000	0,000000	-
CAC 40	periodo 2	0,000000	0,000000	-	1,108125	0,041680	26,586465	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
CAC 40	periodo 1	-0,015718	0,001438	-10,930691	0,850509
CAC 40	periodo 2	-0,001242	0,000712	-1,744114	0,837647

6.5.4 Spagna

Il primo stato di emergenza è stato revocato il 21 giugno, consentendo una mobilità senza limitazioni in tutte le province e la riapertura dei confini dell'UE. Le scuole hanno riaperto per l'insegnamento in presenza da settembre, con una serie di misure preventive come l'uso obbligatorio di maschere dai 6 anni in su. I requisiti di distanza sociale, i limiti di capacità e le misure igieniche sui luoghi di lavoro rimangono in vigore, compreso l'uso obbligatorio di maschere in spazi chiusi, e sulle strade quando non è possibile mantenere una distanza di sicurezza di 1,5 metri. In risposta alla seconda ondata di epidemie, il 14 agosto è stata reintrodotta la chiusura nazionale di locali notturni e bar. Invece gli eventi sportivi non hanno subito nuove restrizioni fino al 28. La maggior parte delle regioni hanno previsto nuovamente restrizioni, su base regionale, per le attività non essenziali, ed hanno provveduto alla chiusura del settore alberghiero, varando inoltre blocchi temporanei tra le regioni. Il 30 settembre è stato concordato un piano d'azione coordinato tra il governo e le regioni, che include l'avvio delle misure di contenimento regionale a partire da ottobre. Il governo ha dichiarato un nuovo stato di emergenza il 25 ottobre, inizialmente per 15 giorni e poi prorogato

fino al 9 maggio 2021 con la possibilità di revocarlo in quattro mesi a seconda degli sviluppi epidemiologici.

6.5.4.1 *Politica fiscale*

Le misure chiave (circa il 4,2% del PIL, 47 miliardi di euro, soggetto a modifiche nell'utilizzo e nella durata delle misure) includono: il sostegno al bilancio del fondo di emergenza, e al Ministero della Salute (1,4 miliardi di euro); trasferimento anticipato alle regioni per i servizi sanitari regionali (2,9 miliardi di euro); spesa sanitaria aggiuntiva inclusa la ricerca relativa a Covid 19 (160 milioni di euro); diritto all'indennità di disoccupazione per i lavoratori temporaneamente licenziati nell'ambito dei regimi di adeguamento del lavoro temporaneo (ERTE) a causa del Covid 19, senza obbligo di contributo minimo preventivo o riduzione del diritto accumulato (circa 19 miliardi di euro a seconda della durata); un beneficio straordinario per lavoratori autonomi, anche stagionali, interessati dalla sospensione dell'attività economica (circa 3,75 miliardi di euro a seconda della durata); aumento dell'indennità di malattia per i lavoratori infettati da Covid 19 o in quarantena, dal 60 al 75 per cento della base normativa, a carico del bilancio della previdenza sociale (1,4 miliardi di euro); introduzione di un nuovo sistema di assistenza sociale "Minimum Income Scheme" (circa 3 miliardi di euro all'anno); nuovi programmi di assistenza alla locazione per affittuari vulnerabili e contributo statale aggiuntivo al *Piano per la Casa dello Stato* 2018-21 (800 milioni di euro); fondi di bilancio aggiuntivi di 300 milioni di euro e maggiore flessibilità di bilancio per la fornitura di assistenza alle persone a carico; sovvenzione per il rinnovo dei veicoli nell'ambito del programma MOVE II (250 milioni di euro); rafforzamento della protezione contro la disoccupazione per i lavoratori con contratti permanenti che non possono riprendere il lavoro ma non sono qualificati per l'indennità di disoccupazione (85 milioni di euro); estensione dell'indennità di disoccupazione per coprire i lavoratori licenziati durante il periodo di prova (dal 9 marzo), nonché coloro che stavano cambiando lavoro ma colti dalla nuova offerta in calo (42 milioni di euro); espansione di ERTE a copertura di lavoratori e aziende con significativa riduzione di attività nei settori ritenuti essenziali; un'indennità mensile temporanea di circa 430 euro per i lavoratori temporanei il cui contratto (durata di almeno due mesi) scade durante lo stato di emergenza e non hanno diritto all'indennità di disoccupazione (18 milioni di euro); una sovvenzione temporanea per i dipendenti domestici affetti da Covid 19 con un importo pari al 70 per cento della loro base contributiva (3 milioni di euro); trasferimento di 25 milioni di euro a comunità autonome che finanziano pasti per i bambini colpiti dalla chiusura della scuola; estensione del beneficio sociale per l'approvvigionamento energetico; assistenza finanziaria al sistema educativo (40 milioni di euro); e altre misure di sostegno industriale e settoriale (375 milioni di euro).

Ulteriori misure includono esenzioni dai contributi sociali per le aziende colpite che mantengono l'occupazione nell'ambito dell'ERTE e quelle che ripristinano i posti di lavoro per i lavoratori dell'ERTE (circa 6,8 miliardi di euro a seconda della durata); esenzione dei contributi sociali per i lavoratori autonomi che percepiscono le

prestazioni straordinarie (circa 2,9 miliardi di euro o più a seconda della durata); differimento debiti previdenziali per imprese e lavoratori autonomi (533 milioni di euro); moratorie dei contributi previdenziali per i lavoratori autonomi e le imprese di industrie selezionate; incentivi fiscali per alcuni locatori che riducono gli affitti di immobili adibiti ad attività legate al settore alberghiero, della ristorazione e del turismo (324 milioni di euro); dilazioni di pagamento delle imposte per piccole e medie imprese e lavoratori autonomi, con i primi tre/quattro mesi esenti da interessi; proroga al 30 maggio dei termini per la presentazione della dichiarazione dei redditi e dell'autovalutazione per PMI e lavoratori autonomi; riduzione temporanea delle imposte sul reddito e dell'IVA (117 milioni di euro); riduzione del contributo per i lavoratori agricoli che hanno maturato un massimo di 55 giorni effettivi di contribuzione nel 2019; azzeramento dell'IVA sugli acquisti di materiale medico indispensabile per combattere il Covid 19, nonché sui test e sui vaccini Covid 19 (70 milioni di euro); nessun supplemento per ritardato pagamento dei debiti fiscali, per le aziende che ottengono finanziamenti tramite le linee di garanzia dell'*Instituto de Crédito Oficial (ICO)*; maggiore flessibilità per i lavoratori nell'accesso ai risparmi dei loro piani pensionistici; flessibilità di bilancio per consentire trasferimenti tra linee di bilancio e per le amministrazioni locali di utilizzare l'avanzo di bilancio degli anni precedenti per sostenere misure nel settore dell'edilizia; centralizzazione delle forniture mediche; e un processo di gestione delle emergenze per l'approvvigionamento di tutti i beni e servizi necessari al settore pubblico per attuare qualsiasi misura per affrontare Covid 19.

6.5.4.2 Politica monetaria

Si considera ancora una volta come data di riferimento il 19/03/2020, data in cui la BCE stanziava 750 miliardi di euro per il mercato europeo.

Tabella 6.25 Modello contagio calcolato per l'indice IBEX 35, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-18/03/2020 e 19/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
IBEX 35	periodo 1	0,000000	0,000000	-	0,950953	0,066166	14,372269	0,000000	0,000000	-
IBEX 35	periodo 2	0,000000	0,000000	-	1,016115	0,049451	20,547730	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
IBEX 35	periodo 1	-0,014036	0,001865	-7,525886	0,811548
IBEX 35	periodo 2	-0,002264	0,000845	-2,679164	0,755011

6.5.5 Germania

Il 20 aprile sono stati riaperti negozi più piccoli soggetti a requisiti di allontanamento sociale. Le scuole hanno gradualmente riaperto il 4 maggio, così come i luoghi culturali e di svago. Il 6 maggio, il governo ha annunciato un ulteriore allentamento delle misure di contenimento che si estendono a tutti i negozi, ristoranti e impianti sportivi, con la tempistica esatta da stabilire a livello statale. La riapertura è soggetta a un "freno di emergenza", per cui il verificarsi di più di 50 nuove infezioni per 100.000

abitanti in 7 giorni annullerà la riapertura e ripristinerà il contenimento a livello regionale. I controlli alle frontiere verso i paesi limitrofi verranno gradualmente revocati a partire dal 16 maggio. Il requisito di quarantena per i viaggiatori provenienti dai paesi dell'UE è stato revocato in diversi stati a partire dal 18 maggio. I governi regionali e statale hanno deciso di comune accordo di ridurre la restrizione alle riunioni pubbliche per un massimo di 10 persone con l'obbligo di mantenere la distanza minima e la mascherina. Il 16 giugno il governo lancia un'app, Corona Warning, che consente agli utenti di tracciare potenziali contatti con individui infettati da Covid 19 su base volontaria e anonima. Il 1° luglio viene revocato il divieto di ingresso per i viaggiatori provenienti da 11 Paesi extra UE.

Alla luce del crescente numero di nuove infezioni in Germania in concomitanza delle vacanze estive, entra in vigore l'8 agosto, l'obbligo di sottoporsi al test Covid 19, nonché l'obbligo di quarantena, per le persone che entravano da circa 130 paesi "ad alto rischio". Gli eventi di massa restano vietati almeno fino alla fine del 2020 e le amministrazioni locali si sono impegnate a rafforzare le misure di contenimento locale laddove le infezioni superano il limite di contagi prefissati. I viaggi non essenziali da e verso i punti caldi ad alta numerosità di contagi sono scoraggiati. Il 14 ottobre, i governi regionali e statali hanno concordato sulla strategia comune hot-spot: ogniqualvolta e ovunque venga superata la soglia di 50 nuovi casi (per 100.000 abitanti in 7 giorni), i governi locali dovranno rafforzare le restrizioni introducendo il coprifuoco per ristoranti e bar.

Contro una seconda ondata di infezioni in aumento, per il mese di novembre è stata introdotta una "lockdown light" a livello nazionale: ristoranti e bar, servizi per il tempo libero, e attività sportive saranno chiusi a livello nazionale, sebbene le scuole rimangano aperte. Le riunioni private sono limitate a un massimo di 5 persone. I viaggi non essenziali sono severamente scoraggiati e gli hotel non devono offrire alloggio ai turisti. Queste misure di blocco sono state prorogate fino al 10 gennaio.

Dal 16 dicembre, il blocco è stato rafforzato alla luce dei continui alti tassi di infezione e dell'aumento dei tassi di mortalità. Tutti i negozi non essenziali sono chiusi, così come le scuole e gli asili nido, almeno fino al 10 gennaio 2021. Alcuni stati hanno anche introdotto il coprifuoco notturno. Il 5 gennaio, i blocchi sono stati ulteriormente rafforzati ed estesi fino alla fine di gennaio 2021.

6.5.5.1 Politica fiscale

Per combattere la crisi del Covid 19 e successivamente sostenere la ripresa, il governo federale ha previsto due budget supplementari: 156 miliardi di euro (4,9% del PIL) a marzo e 130 miliardi di euro (4% del PIL) a giugno. Le autorità prevedono di emettere un debito di 218,5 miliardi di euro quest'anno per finanziare i pacchetti. Le prime misure includono: spesa per attrezzature sanitarie, capacità ospedaliera e R&S (vaccino); sussidio per preservare i posti di lavoro e i redditi dei lavoratori, maggiori prestazioni per l'assistenza all'infanzia per i genitori a basso reddito e un accesso più facile al reddito di base per i lavoratori autonomi; 50 miliardi di euro in sovvenzioni

per i lavoratori dipendenti gravemente colpiti dall'epidemia di Covid 19 oltre a differimenti fiscali senza interessi fino a fine anno, e 2 miliardi di euro di finanziamenti in capitale di rischio per le start-up; durata dell'assicurazione contro la disoccupazione e delle indennità di congedo parentale temporaneamente estese.

Il pacchetto di stimoli a giugno comprende una riduzione temporanea dell'IVA, sostegno al reddito per le famiglie, sovvenzioni per le PMI più colpite, sostegno finanziario per i governi locali, maggiori garanzie di credito per gli esportatori e per le banche che finanziano l'esportazione e sussidi ed investimenti in energia verde e digitalizzazione. Ad agosto, il governo ha esteso la durata massima delle indennità di lavoro a breve termine da 12 a 24 mesi.

Allo stesso tempo, attraverso il nuovo fondo di stabilizzazione economica (*Economic Stabilization Fund* or *WSF*) e la banca pubblica di sviluppo (*Kreditanstalt für Wiederaufbau* o *KfW*), il governo sta espandendo il volume delle garanzie disponibili e l'accesso alle garanzie pubbliche per le imprese di diverse dimensioni, assicuratori del credito e istituzioni senza scopo di lucro, per un volume totale di almeno 757 miliardi di euro (24% del PIL). Il WSF e il KfW includono anche strutture per l'iniezione di capitale pubblico in imprese di importanza strategica.

Oltre al pacchetto fiscale del governo federale, molti governi locali (Länder e comuni) hanno annunciato misure proprie a sostegno delle loro economie, per un importo di 141 miliardi di euro in sostegno diretto e circa 70 miliardi di euro in garanzie sui prestiti a livello statale.

Parallelamente al rinnovato blocco per combattere la seconda ondata di infezioni Covid, il governo ha introdotto misure fiscali aggiuntive e migliorato quelle esistenti per supportare le imprese colpite, inclusa la compensazione delle entrate (fino al 75%).

6.5.5.2 Politica monetaria

Alla stregua di quanto fatto per tutti gli altri paesi europei si considererà come evento cardine l'annuncio, avvenuto il 19/03/2020, da parte della BCE del Programma di acquisto per l'emergenza pandemica con una dotazione finanziaria complessiva di 750 miliardi di euro sino alla fine dell'anno.

Tabella 6.26 Modello contagio calcolato per l'indice DAX 30, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-18/03/2020 e 19/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
DAX 30	periodo 1	0,000000	0,000000	-	0,793901	0,055990	14,179370	0,000000	0,000000	-
DAX 30	periodo 2	0,000000	0,000000	-	1,159030	0,041063	28,225738	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
DAX 30	periodo 1	-0,015890	0,001578	-10,068124	0,807372
DAX 30	periodo 2	-0,000108	0,000702	-0,154534	0,853271

6.5.6 Stati Uniti

Le misure di contenimento in atto variano a seconda dello stato e dell'area geografica. A metà dicembre, molti stati avevano imposto nuove restrizioni su affari e attività. Alcuni stati hanno chiuso ristoranti al coperto e luoghi di intrattenimento e hanno vietato i raduni in luoghi chiusi in tutto lo stato o in alcune regioni (ad esempio Washington, California, Michigan). Le scuole hanno riaperto nella maggior parte degli stati con diversi approcci (istruzione di persona, virtuale o ibrida).

6.5.6.1 *Politica fiscale*

Il 28 dicembre il presidente Trump ha firmato un sussidio per il coronavirus di 877 miliardi di dollari (circa il 2 per cento del PIL), e un disegno di legge per il finanziamento del governo che include maggiori indennità di disoccupazione e aumento dei sussidi federali fino al 14 marzo, risorse per vaccini, per i test Covid 19 e per il tracciamento, ed in fine finanziamenti per l'istruzione K-12⁶³.

L'8 agosto, il presidente Trump ha emesso ordini esecutivi per affrontare la scadenza di alcuni provvedimenti previsti dalle precedenti legislazioni, per far fronte alla pandemia di coronavirus. Questi includevano: l'utilizzo di 44 miliardi di dollari dal Disaster Relief Fund⁶⁴ per fornire sussidi di disoccupazione extra, sussidio continuativo del pagamento del prestito studentesco, differimento della riscossione delle imposte sui salari dei dipendenti previdenziali, e identificazione di aiuti per affittuari e proprietari di case per evitare sfratti e pignoramenti.

Sono stati stanziati 483 miliardi di dollari attraverso il *Paycheck Protection Program* e *Health Care Enhancement Act*. La legislazione include: 321 miliardi di dollari per ulteriori prestiti e garanzie della Small Business Administration⁶⁵ per aiutare le piccole imprese che trattengono i lavoratori; 62 miliardi di dollari per la Small Business Administration per fornire sovvenzioni e prestiti per assistere le piccole imprese; 75 miliardi di dollari per gli ospedali; e 25 miliardi per espandere i test sul Covid 19.

Il governo degli Stati Uniti ha stanziato 2,3 trilioni di dollari (circa l'11% del PIL) con l'emanazione del *Coronavirus Aid, Relief and Economy Security Act* (CARES Act). La legge include: 293 miliardi di dollari per fornire sconti fiscali per le persone fisiche; 268 miliardi per espandere i sussidi di disoccupazione; 25 miliardi di dollari per fornire una rete di sicurezza alimentare per i più vulnerabili; 510 miliardi di dollari per

⁶³ Negli Usa si usa quest'espressione, K-12, per indicare i 12 anni di educazione dalla prima elementare all'ultimo anno delle superiori.

⁶⁴ Il Disaster Relief Fund è gestito dalla Federal Emergency Management Agency (FEMA), e costituisce la principale fonte di finanziamento del governo federale per programmi di soccorso in caso di calamità.

⁶⁵ L'Agenzia per le piccole imprese (in lingua inglese *Small Business Administration*, SBA) è un'agenzia governativa degli Stati Uniti d'America che fornisce supporto a imprenditori e piccole imprese. Il suo obiettivo è quello di "mantenere e rafforzare l'economia della nazione consentendo la costituzione e la redditività di piccole imprese e aiutando la ripresa economica delle comunità dopo le situazioni emergenziali".

prevenire il fallimento aziendale fornendo prestiti, garanzie e sostenendo il programma della *Federal Reserve 13(3)*; 349 miliardi di dollari in prestiti e garanzie per la Small Business Administration per aiutare le piccole imprese che trattengono i lavoratori; 100 miliardi di dollari per gli ospedali; 150 miliardi di dollari in trasferimenti ai governi statali e locali; 49,9 miliardi di dollari per l'assistenza internazionale (inclusi 28 miliardi di SDR per il nuovo accordo di prestito dell'FMI).

6.5.6.2 *Politica monetaria*

In data 15 marzo 2020 la Federal Reserve ha tagliato a sorpresa i tassi di interesse portandoli nella fascia 0-0,25%; tale intervento porta il costo del denaro ai minimi storici visti durante la Grande recessione a seguito del fallimento di Lehman Brothers. La Fed si impegna a mantenere questo livello di tassi finché l'economia non avrà superato l'epidemia e si sarà rimessa in carreggiata per centrare gli obiettivi di inflazione e di piena occupazione. Inoltre, la Fed ha lanciato un massiccio programma di Quantitative Easing⁶⁶ da 700 miliardi di dollari, al fine di sostenere l'economia e proteggerla dall'impatto della pandemia. Nel dettaglio, il programma prevede l'acquisto di 500 miliardi di dollari di buoni del Tesoro e 200 miliardi di titoli ipotecari.

Tabella 6.27 Modello contagio calcolato per l'indice S&P 500, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-14/03/2020 e 15/03/2020-30/09/2020

		β_{i0}	st.err.	t-statistic	γ_{i0}	st.err.	t-statistic	η_{i0}	st.err.	t-statistic
S&P 500	periodo 1	0,000000	0,000000	-	1,022742	0,090943	11,245977	0,000000	0,000000	-
S&P 500	periodo 2	0,000000	0,000000	-	1,046979	0,046155	22,684184	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
S&P 500	periodo 1	-0,011434	0,002283	-5,009115	0,7419
S&P 500	periodo 2	-0,000946	0,000876	-1,079989	0,787528

6.5.7 Canada

Il 28 aprile, il primo ministro Trudeau ha rilasciato una dichiarazione congiunta, in cui i governatori di tutte le regioni del Canada, si impegnano in un approccio condiviso per la salute pubblica al fine di sostenere il riavvio dell'economia; tutte le province hanno iniziato ad attuare piani dettagliati basati sui dati per la riapertura a maggio. Tuttavia, un recente aumento di nuovi casi ha provocato un inasprimento delle restrizioni in alcune aree del Quebec e dell'Ontario.

6.5.7.1 *Politica fiscale*

Le principali misure fiscali e di spesa (16,4% del PIL, 354 miliardi di dollari canadesi) includono:

⁶⁶ In politica monetaria, con **quantitative easing** ci si riferisce a tutte quelle modalità non convenzionali con cui la banca centrale interviene sul sistema finanziario ed economico di uno stato, per aumentare la moneta a debito in circolazione.

- 20 miliardi (0,9% del PIL) al sistema sanitario per sostenere un aumento dei test, lo sviluppo di vaccini, forniture mediche, sforzi di mitigazione e maggiore sostegno per le comunità indigene⁶⁷;
- circa 249 miliardi (11,6% del PIL) in aiuti diretti a famiglie e imprese, inclusi sussidi salariali, pagamenti ai lavoratori senza congedo per malattia e accesso all'assicurazione sul lavoro, un aumento dei crediti d'imposta GST esistenti e dei sussidi per l'infanzia, e un nuovo Fondo di sostegno alle comunità indigene;
- circa 85 miliardi di dollari (3,9% del PIL) a sostegno della liquidità mediante differimenti fiscali.

6.5.7.2 Politica monetaria

Il 27 marzo 2020 la banca centrale canadese annuncia di aver ridotto il tasso di interesse di riferimento⁶⁸ di 50 punti base allo 0,25%. Si tratta del terzo intervento annunciato nel mese, ma sicuramente il più radicale: il 4 marzo il costo del denaro era sceso dall'1.75 all'1.25 per cento, e il 13 marzo è stato tagliato dall'1,25 allo 0,75%. Inoltre, l'istituto centrale canadese ha fatto sapere che avvierà due piani di stimolo tramite l'acquisto di asset: il *Commercial Paper Purchase Program* con l'obiettivo di sostenere i finanziamenti a breve termine, ed un piano di acquisto di titoli governativi sul mercato secondario.

Tabella 6.28 Modello contagio calcolato per l'indice S&P/TSX Composite Index, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-26/03/2020 e 27/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
S&P/TSX Composite Index	periodo 1	0,000000	0,000000	-	1,332115	0,059038	22,563755	0,000000	0,000000	-
S&P/TSX Composite Index	periodo 2	0,000000	0,000000	-	1,017577	0,040258	25,276220	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
S&P/TSX Composite Index	periodo 1	-0,011046	0,001815	-6,087346	0,905727
S&P/TSX Composite Index	periodo 2	-0,000611	0,000584	-1,046126	0,833773

6.5.8 Giappone

Di fronte alla tendenza del calo dei nuovi casi di contagio giornalieri di Covid 19 dall'inizio di maggio, lo stato di emergenza è stato revocato per 39 delle 47 prefetture il 14 maggio; per Osaka, Kyoto e Hyogo la revoca dello stato di emergenza slitta al 21 maggio. Il 25 maggio lo stato di emergenza è stato revocato per tutte le prefetture. Le restrizioni ai viaggi tra prefetture sono state revocate il 19 giugno.

⁶⁷ I popoli indigeni del Canada comprendono tutte quelle popolazioni autoctone che vivevano dentro i confini dell'attuale Canada prima della colonizzazione europea; essi comprendono le *Prime Nazioni*, gli *Inuit* e i *Metis*.

⁶⁸ Il **tasso di riferimento**, noto anche come *tasso base*, è il tasso di interesse che una banca centrale applica alle banche del paese per i prestiti.

A seguito della seconda ondata di infezioni, Tokyo ha innalzato il livello di allarme Covid 19 al massimo il 15 luglio. In questo contesto, ha chiesto ai residenti di astenersi dal viaggiare fuori Tokyo, e che i locali per il karaoke e i ristoranti che servono alcol chiudessero entro le 22:00. Gli stessi provvedimenti sono stati intrapresi da Aichi, Osaka, Miyazaki e Okinawa ad agosto.

Con l'aumento delle nuove infezioni, il 19 novembre Tokyo ha innalzato il livello di allerta Covid 19 al massimo e ha chiesto ai residenti di astenersi dall'andare fuori e che i locali per il karaoke e i ristoranti che servono alcolici chiudessero entro le 22:00 fino a metà dicembre. Hokkaido, Ibaraki, Saitama, Chiba, Kanagawa, Aichi, Osaka hanno anche richiesto che i locali per il karaoke e ristoranti che servono alcolici riducessero l'orario di apertura alle 21:00 e alle 22:00 fino a metà dicembre. Sapporo ed Osaka sono state temporaneamente rimosse come destinazioni dalla campagna *Go to Travel*, un programma di sovvenzioni del governo per promuovere i viaggi nazionali, fino all'8 dicembre. Il 14 dicembre, il governo ha sospeso temporaneamente la campagna *Go To Travel* a livello nazionale dal 28 dicembre 2020 al 11 gennaio 2021. Il 7 gennaio 2021, il primo ministro Suga ha dichiarato lo stato di emergenza per Tokyo e tre prefetture vicine (Saitama, Kanagawa, e Chiba) in vigore dall'8 gennaio al 7 febbraio. Il governo ha chiesto a ristoranti e bar di abbreviare l'orario di chiusura entro le 20:00, ed ha esortato allo smart working con l'obiettivo di ridurre il numero di lavoratori in ufficio del 70%, ha chiesto inoltre ai cittadini di astenersi dall'uscire per futili motivi soprattutto dopo le 20:00 ed ha limitato il pubblico ai grandi eventi a 5.000 persone.

Per quanto riguarda i viaggi oltre i confini nazionali, il Giappone ha concordato il "Residence Track" che consente lo scambio di affari essenziali tra paesi, a condizione che adottino misure preventive e di quarantena, con Brunei, Cambogia, Cina, Repubblica Democratica Popolare del Laos, Myanmar, Malesia, Singapore, Corea del Sud, Taiwan, Thailandia e Vietnam. Inoltre, il Giappone ha concordato con Cina, Singapore, Corea del Sud e Vietnam il *Business Track* che consente attività commerciali limitate durante il periodo di permanenza a casa di 14 giorni, immediatamente dopo l'arrivo dai paesi sopra citati, a condizione che i viaggiatori accettino ulteriori misure di quarantena come la presentazione del "Programma delle attività in Giappone". A partire da ottobre, i titolari di status di "Studente", "Dipendente" e altri, oltre ai viaggiatori d'affari transfrontalieri di tutti i paesi e regioni, sono stati autorizzati ad entrare in Giappone a condizione che la persona sia ospitata da un'entità in grado di assicurare l'osservazione delle misure di quarantena. Il 30 ottobre, il governo del Giappone ha deciso di rimuovere il divieto di ingresso in Australia, Brunei, Cina (compresi Hong Kong e Macao), Nuova Zelanda, Repubblica di Corea, Singapore, Taiwan, Thailandia e Vietnam.

6.5.8.1 *Politica fiscale*

Il 7 aprile (parzialmente rivisto il 20 aprile), il governo del Giappone ha adottato il pacchetto economico di emergenza contro Covid 19 di 117,1 trilioni di yen (20,9% del PIL 2019) e ha incluso la parte rimanente dei pacchetti precedentemente annunciati. Il pacchetto di aprile mira a cinque obiettivi, tra cui:

- sviluppare misure preventive contro la diffusione dell'infezione e rafforzare la capacità di trattamento (spesa dello 0,4% del PIL 2019);
- proteggere l'occupazione e le imprese (15,8% del PIL 2019);
- riguadagnare le attività economiche dopo il contenimento (1,5% del PIL 2019);
- ricostruire una struttura economica resiliente (2,8% del PIL 2019);
- migliorare la preparazione per il futuro (0,3% del PIL 2019).

Le misure chiave comprendono elargizioni in contanti a ogni individuo e alle imprese interessate, differimento dei pagamenti delle tasse e dei contributi previdenziali e prestiti agevolati da istituzioni finanziarie pubbliche e private.

Il 27 maggio, il governo del Giappone ha annunciato il secondo progetto di bilancio suppletivo FY2020 (approvato il 12 giugno). Il pacchetto, del valore di 117,1 trilioni di yen (20,9% del PIL 2019), copre: misure relative alla salute, sostegno alle imprese, sostegno alle famiglie, trasferimenti ai governi locali e innalzamento del massimale del fondo di riserva Covid 19. Le misure specifiche includono l'espansione dei sussidi al lavoro, l'erogazione di prestiti subordinati da parte delle istituzioni finanziarie alle imprese interessate a sovvenzioni.

L'8 dicembre, il governo del Giappone emette un nuovo pacchetto, del valore di 73,6 trilioni di yen (13,1% del PIL 2019), che copre misure per: contenere Covid 19, promuovere cambiamenti strutturali e cicli economici positivi per l'era post-Corona e garantire sicurezza e soccorso in relazione alla gestione delle catastrofi, insieme all'assegnazione del Fondo di riserva Covid 19. Le misure specifiche includono incentivi per le imprese a investire nella digitalizzazione e nelle tecnologie verdi, nonché un'estensione delle risposte Covid 19 in corso come prestiti agevolati alle imprese interessate.

6.5.8.2 Politica monetaria

Il 16 marzo, la Banca del Giappone (BoJ) ha convocato una riunione di politica monetaria e ha annunciato una serie completa di misure per mantenere il buon funzionamento dei mercati finanziari (in particolare dei mercati di finanziamento in dollari americani) e incentivare la fornitura di credito. Questi includono la fornitura mirata di liquidità attraverso un aumento delle dimensioni e della frequenza degli acquisti di titoli di stato giapponesi (JGB), operazioni speciali di fornitura di fondi per fornire prestiti a istituti finanziari per facilitare il finanziamento delle società, un aumento temporaneo del ritmo annuale degli acquisti di BoJ di Exchange Traded

Funds (ETF)⁶⁹ e Japan-Real Estate Investment Trusts (J-REIT)⁷⁰ e un aumento temporaneo degli acquisti mirati di commercial paper⁷¹ e obbligazioni societarie⁷².

Tabella 6.29 Modello contagio calcolato per l'indice Nikkei 225, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-15/03/2020 e 16/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
Nikkei 225	periodo 1	0,000000	0,000000	-	0,055269	0,089325	0,618744	0,000000	0,000000	-
Nikkei 225	periodo 2	0,000000	0,000000	-	0,447311	0,073675	6,071442	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
Nikkei 225	periodo 1	-0,019060	0,002453	-7,769905	0,008254
Nikkei 225	periodo 2	0,000349	0,001310	0,266720	0,208424

6.5.9 Cina

A partire da metà febbraio, il governo ha gradualmente rimosso le limitazioni alla mobilità e alle attività, dando priorità a settori essenziali, industrie specifiche, regioni e gruppi di popolazione in base alle valutazioni del rischio di contagio. La maggior parte delle aziende e delle scuole ha riaperto a livello nazionale, ma le regole di distanziamento sociale rimangono in vigore e l'ingresso dall'estero rimane limitato per contenere i casi di contagio. Le restrizioni di movimento localizzate sono state rimesse in vigore per nuovi punti caldi, inclusi Jilin, Heilongjiang, Pechino, Shanghai e Hebei. Test e codici QR sanitari personalizzati vengono utilizzati per misurare il percorso del virus e contenere le epidemie. Le autorità incoraggiano meno viaggi durante le festività del capodanno lunare, imponendo severi requisiti di test e quarantena.

6.5.9.1 Politica fiscale

Sono stati annunciati circa 4,8 trilioni di renminbi (RMB) (corrispondenti al 4,7% del PIL) di misure fiscali discrezionali. Le misure chiave includono:

- aumento della spesa per la prevenzione e il controllo delle epidemie;
- produzione di attrezzature mediche;

⁶⁹ Gli **ETF** (acronimo di Exchange Traded Funds) sono fondi negoziati in borsa come normali azioni, si caratterizzano per il fatto di avere come unico obiettivo quello di replicare fedelmente l'andamento e quindi il rendimento di indici azionari, obbligazionari o di materie prime. Le caratteristiche fondamentali che ne hanno decretato il successo nel tempo sia verso gli investitori istituzionali che retail sono: semplicità, trasparenza, flessibilità, economicità abbattimento del rischio emittente.

⁷⁰ Un **Real Estate Investment Trust**, ossia REIT, è una società che opera nel settore immobiliare. Simili ai fondi di investimento immobiliari, possiedono, amministrano e finanziano beni immobili che generano un reddito. Solitamente sono negoziati in grandi mercati finanziari, garantendo quindi agli investitori una partecipazione liquida nel mercato immobiliare.

⁷¹ I **commercial paper** sono strumenti finanziari a breve termine utilizzati dalle imprese per finanziare fabbisogni di capitale circolante.

⁷² Le **obbligazioni societarie** sono titoli obbligazionari rappresentativi di un prestito emesso da una società per azioni o da una società in accomandita per azioni.

- esborso accelerato dell'assicurazione contro la disoccupazione e estensione ai lavoratori migranti;
- sgravi fiscali e rinuncia ai contributi previdenziali;
- investimenti pubblici aggiuntivi.

Si prevede inoltre che il sostegno complessivo per il settore pubblico sarà più elevato. Ad esempio, il sostegno al di fuori del budget include garanzie aggiuntive per le PMI di 400 miliardi di RMB (0,4% del PIL) e tagli di imposte per oltre 900 miliardi di RMB (0,9% del PIL) per l'utilizzo di elementi come strade, porti ed elettricità.

6.5.9.2 Politica monetaria

La Cina è stato il primo paese a livello mondiale ad essere stato colpito dalla pandemia e di conseguenza la banca centrale cinese è stata la prima a reagire. Il 17 febbraio 2020 la People's Bank of China (PBoC) ha tagliato dal 3,25% al 3,15% i tassi sui finanziamenti a medio termine e tramite questa linea di credito ha immesso nuova liquidità nel sistema per un totale di 200 miliardi di RMB, circa 30 miliardi di dollari, a sostegno delle imprese. Però, dal momento che ai fini dell'analisi si vorrebbero considerare gli interventi delle banche centrali nello stesso periodo, verrà preso in esame il provvedimento della banca centrale avvenuto il 17 marzo 2020; in tale data la PBoC ha immesso sui mercati 100 miliardi di RMB attraverso una linea di credito di medio termine al tasso d'interesse del 3,15%. Lo scopo era quello di assicurare liquidità sufficiente ai mercati.

Tabella 6.30 Modello contagio calcolato per l'indice SSE Composite Index, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-16/03/2020 e 17/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
SSE Composite Index	periodo 1	0,000000	0,000000	-	0,234204	0,087168	2,686794	0,000000	0,000000	-
SSE Composite Index	periodo 2	0,000000	0,000000	-	0,276489	0,057676	4,793823	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
SSE Composite Index	periodo 1	-0,013948	0,002394	-5,826583	0,135645
SSE Composite Index	periodo 2	-0,000308	0,001026	-0,300471	0,141003

6.5.10 Hong Kong

Hong Kong ha segnalato il suo primo caso Covid 19 confermato il 23 gennaio 2020. Poiché la crisi pandemica è migliorata tra la fine di agosto e l'inizio di novembre, alcune misure di distanziamento sociale sono state gradualmente allentate, ma alcune misure di contenimento rimangono in vigore, tra cui:

- richiedere l'uso della maschera in tutti i luoghi pubblici, compresi i mezzi di trasporto pubblico con alcune esenzioni;
- attuare un divieto d'ingresso temporaneo per i non residenti della regione ad amministrazione speciale (RAS) di Hong Kong provenienti da paesi d'oltremare;

- ridurre e sospendere parzialmente i servizi di trasporto transfrontaliero e di punti di controllo di frontiera;
- richiedere ai passeggeri che volano da paesi "ad alto rischio" di effettuare un test Covid 19, con esito negativo, prima di arrivare a Hong Kong;
- il rafforzamento delle disposizioni di esenzione per gli equipaggi aerei e marittimi.

Tuttavia, poiché la situazione pandemica è peggiorata dalla fine di novembre, sono state introdotte ulteriori misure di contenimento, tra cui:

- il divieto di raduni pubblici di più di 2 persone, a meno che non siano autorizzati;
- limitare i servizi di ristorazione fino alle 18:00 e consentire fino ad un massimo di 2 persone per ogni tavolo;
- ridurre a 20 il numero di persone ammesse in una sala assembleare di una società quotata o in cerimonie nuziali;
- limitare a 20 il numero di persone che partecipano ai banchetti nei ristoranti;
- vietare riunioni di gruppo in relazione ad attività religiose e tour locali;
- sospendere la frequenza di asili nido, scuole primarie e secondarie;
- chiusura di tutti i bar, club, sale per feste e luoghi di intrattenimento pubblico (eccetto i luoghi di spettacolo);
- richiedere ai ristoranti di munirsi di un codice QR in ogni locale fisico e facilitare la clientela nella registrazione delle proprie visite (ai fini di un maggiore tracciamento degli spostamenti);
- autorizzare i medici registrati a richiedere a qualsiasi persona che è clinicamente sospettata di contrarre Covid 19 di sottoporsi a un test;
- designare gli hotel come strutture di supporto alle strutture sanitarie;
- estensione del periodo di quarantena per i viaggiatori dall'estero a 21 giorni dai 14 giorni iniziali, mantenendo il periodo di quarantena di 14 giorni per gli arrivi dalla Cina continentale;
- vietare l'ingresso nel paese ai viaggiatori provenienti dal Sud Africa e dal Regno Unito.

Il governo inoltre ha intensificato gli sforzi per condurre test Covid 19 per contenere la diffusione del virus.

6.5.10.1 Politica fiscale

Sono state annunciati circa 317,9 miliardi di dollari di Hong Kong (HKD) (o circa l'11% del PIL) di misure fiscali. Le misure chiave includono:

- il miglioramento delle strutture e dei servizi anti-epidemici (43 miliardi di HKD o 1,6% del PIL), inclusa l'istituzione di un nuovo Fondo anti-epidemico;
- sgravi fiscali e tariffari (85,5 miliardi di HKD corrispondenti al 3,1% del PIL);
- pagamento in contanti ai residenti di Hong Kong di età pari o superiore a 18 anni (71 miliardi di HKD corrispondenti al 2,6% del PIL);

- programma di sussidi all'occupazione (80 miliardi di HKD corrispondenti al 2,9% del PIL);
- misure di soccorso per settori specifici (31,9 miliardi di HKD corrispondenti al 1,2% del PIL);
- creazione di posti di lavoro temporanei (6 miliardi di HKD corrispondenti al 0,2% del PIL).

6.5.10.2 Politica monetaria

In base all'accordo del *currency board*⁷³, il tasso di base è stato adeguato al ribasso all'1,50 e allo 0,86 percento rispettivamente il 4 e il 16 marzo 2020, in risposta ad una variazione al ribasso dei tassi dei fondi federali statunitensi (si considera nell'analisi la data del 16 marzo).

Tabella 6.31 Modello contagio calcolato per l'indice Hang Seng Index, nel periodo 1 e nel periodo 2, rispettivamente corrispondenti a 09/01/2020-15/03/2020 e 16/03/2020-30/09/2020

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
Hang Seng Index	periodo 1	0,000000	0,000000	-	0,309953	0,064127	4,833415	0,000000	0,000000	-
Hang Seng Index	periodo 2	0,000000	0,000000	-	0,521317	0,059490	8,763047	0,000000	0,000000	-

		intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
Hang Seng Index	periodo 1	-0,015316	0,001761	-8,697402	0,336812
Hang Seng Index	periodo 2	-0,001878	0,001058	-1,775313	0,354217

6.5.11 Efficacia delle politiche monetarie contro il contagio della crisi Covid

In questo paragrafo si presenteranno le conclusioni riassuntive sui risultati ottenuti nei paragrafi precedenti. Il *Figura 11* si richiamano velocemente quelle che sono le misure di politica monetaria messe in atto dalle banche centrali dei vari paesi analizzati, tali eventi sono gli “spartiacque” per l'applicazione del modello di contagio; nel senso che si applica il modello di contagio prima e dopo gli interventi delle banche centrali, con l'obiettivo di capire l'efficacia di tali provvedimenti nel combattere l'avanzata della crisi.

Tabella 6.32 In figura si riassumono gli interventi principali delle banche centrali, e le rispettive date, emanati agli inizi della crisi Covid

⁷³ Un **currency board** è un'autorità monetaria che può operare in sostituzione della banca centrale, o parallelamente ad essa, e che emette moneta legale convertibile in una determinata valuta estera ad un tasso di cambio fisso. Il currency board stabilisce un regime di cambio che però vincola la politica monetaria del paese che lo stipula, in particolare l'operato della banca centrale del paese che adotta il currency board è legato alla condotta della banca centrale del paese verso cui il tasso è stato fissato. Il currency board è adottato da Hong Kong verso il dollaro americano dal 1983.

	evento	data
Italia	annuncio della BCE di un nuovo programma di acquisto per l'emergenza pandemica con una dotazione finanziaria complessiva di 750 miliardi di euro fino alla fine dell'anno	19/03/2020
Regno Unito	insieme alle banche centrali del Canada, del Giappone, dell'area dell'euro, degli Stati Uniti e della Svizzera, rafforzando ulteriormente la fornitura di liquidità tramite accordi di liquidity swap in dollari USA permanenti	16/03/2020
Stati Uniti	la Fed taglia i tassi e lancia un piano da 700 miliardi di acquisti titoli	15/03/2020
Francia	annuncio della BCE di un nuovo programma di acquisto per l'emergenza pandemica con una dotazione finanziaria complessiva di 750 miliardi di euro fino alla fine dell'anno	19/03/2020
Germania	annuncio della BCE di un nuovo programma di acquisto per l'emergenza pandemica con una dotazione finanziaria complessiva di 750 miliardi di euro fino alla fine dell'anno	19/03/2020
Spagna	annuncio della BCE di un nuovo programma di acquisto per l'emergenza pandemica con una dotazione finanziaria complessiva di 750 miliardi di euro fino alla fine dell'anno	19/03/2020
Canada	Il 27 marzo 2020 la banca centrale canadese annuncia di aver ridotto il tasso di interesse di riferimento di 50 punti base allo 0,25%	27/03/2020
Giappone	la BoJ ha annunciato una serie completa di misure per mantenere il buon funzionamento dei mercati finanziari e incentivare la fornitura di credito	16/03/2020
Hong Kong	in base ad un accordo currency board, il tasso di base è stato aggiustato al ribasso a 0,86%	16/03/2020
Cina	la PBoC immette nei mercati 100 miliardi di RMB attraverso una linea di credito di medio termine al tasso d'interesse del 3,15%	17/03/2020

In *Tabella 6.33* si riportano nella stessa figura tutti i modelli dell'effetto contagio, ottenuti per i singoli paesi, in modo da rendere più facile la comparazione dei risultati.

Tabella 6.33 Si riportano tutti i risultati relativi all'effetto contagio applicato ai dieci indici generali di borsa. Periodo 1 e Periodo 2, fanno riferimento rispettivamente al periodo, pre e post, intervento delle banche centrali, tali interventi sono riportanti in *Tabella 6.32*. Non si riportano i coefficienti di interdipendenza perché nulli.

		$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	periodo 1	1,060951	0,094791	11,192578	0,000000	0,000000	-	-0,013696	0,002672	-5,125972	0,723328
FTSE MIB	periodo 2	1,024160	0,043298	23,653554	0,000000	0,000000	-	-0,001148	0,000740	-1,552092	0,8033
		$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE 100	periodo 1	0,887937	0,049031	18,109872	0,000000	0,000000	-	-0,017102	0,001231	-13,896497	0,881726
FTSE 100	periodo 2	1,057338	0,035087	30,134708	0,000000	0,000000	-	-0,001490	0,000666	-2,237283	0,86734
		$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
S&P 500	periodo 1	1,022742	0,090943	11,245977	0,000000	0,000000	-	-0,011434	0,002283	-5,009115	0,7419
S&P 500	periodo 2	1,046979	0,046155	22,684184	0,000000	0,000000	-	-0,000946	0,000876	-1,079989	0,787528
		$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
CAC 40	periodo 1	0,843039	0,051015	16,525310	0,000000	0,000000	-	-0,015718	0,001438	-10,930691	0,850509
CAC 40	periodo 2	1,108125	0,041680	26,586465	0,000000	0,000000	-	-0,001242	0,000712	-1,744114	0,837647
		$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
DAX 30	periodo 1	0,793901	0,055990	14,179370	0,000000	0,000000	-	-0,015890	0,001578	-10,068124	0,807372
DAX 30	periodo 2	1,159030	0,041063	28,225738	0,000000	0,000000	-	-0,000108	0,000702	-0,154534	0,853271
		$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
IBEX 35	periodo 1	0,950953	0,066166	14,372269	0,000000	0,000000	-	-0,014036	0,001865	-7,525886	0,811548

		$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
IBEX 35	periodo 2	1,016115	0,049451	20,547730	0,000000	0,000000	-	-0,002264	0,000845	-2,679164	0,755011
S&P/TSX Composite Index	periodo 1	1,332115	0,059038	22,563755	0,000000	0,000000	-	-0,011046	0,001815	-6,087346	0,905727
S&P/TSX Composite Index	periodo 2	1,017577	0,040258	25,276220	0,000000	0,000000	-	-0,000611	0,000584	-1,046126	0,833773
Nikkei 225	periodo 1	0,055269	0,089325	0,618744	0,000000	0,000000	-	-0,019060	0,002453	-7,769905	0,008254
Nikkei 225	periodo 2	0,447311	0,073675	6,071442	0,000000	0,000000	-	0,000349	0,001310	0,266720	0,208424
Hang Seng Index	periodo 1	0,309953	0,064127	4,833415	0,000000	0,000000	-	-0,015316	0,001761	-8,697402	0,336812
Hang Seng Index	periodo 2	0,521317	0,059490	8,763047	0,000000	0,000000	-	-0,001878	0,001058	-1,775313	0,354217
SSE Composite Index	periodo 1	0,234204	0,087168	2,686794	0,000000	0,000000	-	-0,013948	0,002394	-5,826583	0,135645
SSE Composite Index	periodo 2	0,276489	0,057676	4,793823	0,000000	0,000000	-	-0,000308	0,001026	-0,300471	0,141003

Guardando alla *Tabella 6.32* si osserva che il coefficiente di contagio γ_0 aumenta da un periodo all'altro, ad eccezione dell'indice generale della borsa canadese. Questo vuol dire che gli interventi delle banche centrali dei paesi analizzati, nella maggior parte dei casi, non sono serviti ad evitare l'effetto contagio. Si osservi che tutti i coefficienti di contagio sono ampiamente significati, o per lo meno lo sono nel secondo periodo analizzato, il che conferma, almeno da un punto di vista statistico, la presenza di contagio.

Volendo indagare in modo più approfondito su quali siano stati gli effetti dell'intervento delle banche centrali sui mercati, si è applicato il modello di contagio con matrice Z prima e dopo gli interventi di politica monetaria. L'intento è quello di capire su quali canali di contagio, le banche centrali hanno avuto maggiore influenza. In *Tabella 6.34* si riportano in modo compatto i risultati del modello di contagio applicato a tutti gli indici generali di borsa; in questo caso si riportano solo i coefficienti di contagio escludendo quelli di interdipendenza e dei fattori esogeni al mercato, perché non significativi dal punto di vista o statistico o economico.

Tabella 6.34 Si riportano i risultati in forma compatta del modello contagio applicato a tutti gli indici generali

	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PII}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB Periodo 1	1,236442	0,372720	3,317348	0,000000	0,000000	-	-29,966663	36,964263	-0,810693	2,086801	0,516095	4,043443
FTSE MIB Periodo 2	2,078629	0,394852	5,264318	71,870062	32,840763	2,188441	-138,384387	56,825294	-2,435260	-1,190038	0,690721	-1,722893
FTSE 100 Periodo 1	0,970183	0,191768	5,059155	0,000000	0,000000	-	0,000000	0,000000	-	-0,578425	0,478588	-1,208608
FTSE 100 Periodo 2	0,866940	0,261559	3,314510	22,595438	24,217532	0,933020	40,377963	33,932611	1,189946	1,261199	0,376995	3,345400

S&P 500 Periodo 1	0,571349	0,301776	1,893288	0,000000	0,000000	-	0,000000	0,000000	-	0,621879	0,753131	0,825725
S&P 500 Periodo 2	0,782226	0,323089	2,421087	-34,572309	50,100055	-0,690065	25,717529	42,614718	0,603489	-0,236995	0,479097	-0,494671
	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
CAC 40 Periodo1	0,787926	0,190885	4,127749	0,000000	0,000000	-	7,892359	18,930911	0,416903	0,608816	0,264313	2,303385
CAC 40 Periodo 2	1,459973	0,367523	3,972467	13,953091	34,224940	0,407688	-47,310190	51,331893	-0,921653	-0,203483	0,675611	-0,301183
	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
DAX 30 Periodo 1	0,646104	0,206783	3,124557	0,000000	0,000000	-	17,589967	20,507543	0,857732	0,584202	0,286326	2,040337
DAX 30 Periodo 2	2,406267	0,331509	7,258518	15,516555	36,856886	0,420995	-177,919848	45,825393	-3,882560	-1,443422	0,608268	-2,373004
	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
IBEX 35 Periodo 1	1,016347	0,293492	3,462952	0,000000	0,000000	-	-8,195173	29,106832	-0,281555	0,924890	0,406390	2,275870
IBEX 35 Periodo 2	1,182177	0,456349	2,590514	21,023898	38,968577	0,539509	-22,252625	64,128404	-0,347001	-0,728367	0,838511	-0,868643
	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
S&P/TSX Composite Index Periodo 1	1,864706	0,251317	7,419721	0,000000	0,000000	-	-59,500925	27,471259	-2,165934	0,045061	0,351853	0,128067
S&P/TSX Composite Index Periodo 2	0,541627	0,461186	1,174422	-35,506987	33,807888	-1,050257	64,443625	67,304531	0,957493	0,458537	0,653374	0,701798
	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
Nikkei 225 Periodo 1	0,138 648	0,299355	0,463157	0,000000	0,000000	-	-1,624699	29,816469	-0,054490	-1,005471	0,429252	-2,342381
Nikkei 225 Periodo 2	0,940 896	0,488750	1,925106	-147,15554	120,172463	-1,224536	-88,988980	64,342220	-1,383057	-2,095181	0,978661	-2,140865
	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
Hang Seng Index Periodo 1	0,094697	0,278557	0,339956	0,000000	0,000000	-	35,296329	27,744960	1,272171	-0,558522	0,399430	-1,398298
Hang Seng Index Periodo 2	-0,008602	0,455692	-0,018877	57,160955	70,818180	0,807151	75,840176	65,171949	1,163694	-0,617127	0,832471	-0,741320
	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIL}	st.err.	t-statistic	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic
SSE Composit e Index Periodo 1	0,54223 2	0,35555 9	1,525013	0,000000	0,000000	-	-9,436082	35,414570	-0,266446	-1,105902	0,509845	-2,169096
SSE Composit e Index Periodo 2	0,19512 5	0,50597 4	0,385643	-24,544569	50,109733	-0,489816	8,587472	67,470570	0,127277	-0,596931	0,857213	-0,696363

Guardando alla *Tabella 6.34* si può osservare che:

- l'effetto maggiore dell'intervento delle banche centrali lo si può osservare per l'indicatore VIX; per gran parte dei paesi analizzati, si registra un cambio di segno per il coefficiente γ^{VIX} , il che sottolinea l'inversione dell'impatto di tale indice sulla diffusione del contagio. Dato che l'indice VIX rappresenta la volatilità del mercato internazionale, si può affermare che le banche centrali

sono riuscite a rendere i mercati più stabili dal momento che si riscontra una riduzione della variabilità. I risultati ottenuti si possono riunire in tre gruppi: del primo gruppo fanno parte i paesi per i quali si riscontra un cambio di segno del coefficiente γ^{VIX} , significativo al 5% o al 10% (quindi con coefficiente γ^{VIX} significativo per entrambi i periodi), o tali per cui il coefficiente γ^{VIX} perde di significatività nel secondo periodo analizzato (e quindi non è più utile a spiegare l'effetto contagio), tali paesi sono Italia, Francia, Germania, Spagna, Hong Kong, e Cina; un secondo gruppo di paesi per i quali si acuisce l'effetto della variabilità sul contagio nel secondo periodo, tali paesi sono il Regno Unito (il coefficiente per FTSE 100 diventa significativo nel secondo periodo) e il Giappone (il coefficiente γ^{VIX} , già significativo nel primo periodo, aumenta in valore assoluto nel secondo periodo); ed in fine ci sono gli Stati Uniti per i quali non si registra un effetto significativo dell'indice VIX nei due periodi analizzati.

- Per il coefficiente γ^{T-Note} si osserva che non c'è un chiaro impatto come per l'indice VIX, infatti gran parte dei coefficienti di contagio relativi al T-Note non sono significativi, fanno eccezione Italia e Germania per le quali il coefficiente γ^{T-Note} diventa significativo, con segno negativo, nel secondo periodo, e il Canada per il quale lo stesso coefficiente diventa trascurabile nel secondo periodo.
- Guardando al coefficiente γ^{PIL} si deve osservare che l'impatto del PIL non è mai consistente per i paesi analizzati, ad eccezione dell'Italia, per la quale si registra una statistica t di 2,19. Tale risultato, che cade in parte in contraddizione con i risultati ottenuti quando si era applicato il modello nella sua forma generale (e cioè che il PIL risultava essere il principale canale di contagio) può essere dovuto in parte al fatto di considerare periodi temporali più ristretti che inevitabilmente determinano una riduzione del numero di osservazioni su cui calcolare la regressione (e quindi un deterioramento dell'efficienza statistica), ma potrebbero essere dovuti anche al fatto che, considerando il periodo di piena crisi internazionale, i mercati dei singoli paesi non siano influenzati tanto dall'economia reale del singolo paese, quanto dalle economie reali di tutti i paesi coinvolti nella crisi e con i quali si hanno maggiori scambi commerciali (questo è un concetto già accennato nei paragrafi precedenti quando si è parlato dell'effetto del PIL sui mercati).

Per concludere si può osservare che l'intervento delle banche centrali è stato ben accolto da alcuni mercati che hanno riscontrato una diminuzione del coefficiente di contagio legato alla volatilità del mercato stesso. Se però si vuole commentare l'efficacia dei provvedimenti intrapresi dalle banche nel combattere l'effetto contagio, si deve concludere che non sono sufficienti ad arginare il diffondersi della crisi, dato che i coefficienti generali di contagio aumentano anche dopo aver considerato i provvedimenti messi in atto dalle banche stesse.

6.6 Analisi dei lungo periodo della crisi finanziaria e pandemica

Le osservazioni che verranno fatte in questo capitolo fanno riferimento ad uno studio presentato nel *Bollettino economico BCE*, n.8 del 2020 della Banca Centrale Europea. Si vogliono presentare quali possono essere gli effetti a lungo termine della crisi causata dalla pandemia, confrontandola, laddove possibile, con alcune crisi passate.

La pandemia di coronavirus ha causato uno shock senza precedenti per l'economia internazionale. La gravità della crisi è rappresentata da un impatto a più livelli, sia dal lato dell'offerta, per via di severe misure di chiusura (lockdown), sia dal lato della domanda, in seguito all'aumento della disoccupazione. Tale impatto ha causato una repentina risposta da parte dei governi per sostenere le attività economiche, tali provvedimenti però potrebbero accentuare gli squilibri esistenti nell'economia internazionale facendo temere eccessi di debito pubblico e privato, con conseguenti esigenze di riduzione della leva finanziaria in futuro. Non bisogna poi dimenticare tutti quei settori particolarmente colpiti dalle misure di chiusura e dai cambiamenti delle abitudini di consumo. Uno shock di questo tipo che colpisce molteplici aspetti dell'economia, obbliga ad interrogarsi su quelli che possono essere gli effetti di lungo periodo del potenziale di crescita⁷⁴ internazionale.

Lo studio degli effetti di scarring⁷⁵ delle crisi verificatisi in passato fornisce delle indicazioni sulle possibili ripercussioni del Covid 19 sul prodotto potenziale. Lo studio attuato dalla BCE si basano su proiezioni locali desunte dai dati di un modello di tipo panel relativi a 117 paesi per un periodo che va dal 1970 al 2017. Le variabili indipendenti rappresentano la crescita cumulata del prodotto potenziale in ogni anno. I regressori includono termini autoregressivi di quattro ritardi, variabili dummy per i rispettivi eventi, nonché effetti fissi per paese. L'analisi è stata fatta prima di tutto su *crisi di natura esogena*, causate quindi da eventi esterni all'economia di un paese, ed in particolare si sono presi in esame alcune pandemie passate⁷⁶, l'embargo sul petrolio imposto dall'Organizzazione dei paesi esportatori di petrolio negli anni 1973-1974, che per i paesi colpiti può essere considerato uno shock esogeno negativo dal lato dell'offerta, e le ripercussioni delle principali guerre. Ebbene i risultati ottenuti per queste tre tipologie di crisi sono molto simili, cioè un impatto considerevole sul prodotto potenziale nel breve periodo, di uno o due anni, senza però effetti di scarring di lunga durata, cioè per periodi superiori ai quattro anni.

⁷⁴ Il **prodotto interno lordo potenziale** è il PIL massimo raggiungibile stabilmente da un'economia di un sistema economico. Di conseguenza, la **crescita potenziale** del PIL è quella raggiungibile stabilmente nel lungo periodo.

⁷⁵ *Scarring effect*, letteralmente *effetto cicatrice*, è un'espressione con cui gli economisti indica gli effetti di lungo periodo causati da una crisi. In questo caso si è interessati agli effetti di lungo periodo sulla crescita potenziale.

⁷⁶Le epidemie prese in considerazione sono: la SARS (2003), influenza suina (2009-2010), sindrome respiratoria mediorientale da coronavirus (MERS) (2013), virus Ebola (2014-2015) e virus Zika (2016). È bene sottolineare che nessuna di queste epidemie *locali* è paragonabile ad una pandemia di livello globale come quella da coronavirus, ed è per questo che vengono considerate anche altre crisi di natura esogena.

Le crisi di natura finanziaria, come la crisi del 2007, sono caratterizzate da un calo del prodotto potenziale molto prolungato. Le crisi di natura finanziaria, in quanto originatesi dall'accumulo di squilibri economici, sono da considerarsi *crisi endogene*. Per le crisi finanziarie si riscontra una perdita del 5 per cento anche dopo otto anni, e ciò è dovuto al fatto che dopo una recessione causata da una crisi finanziaria, non si osservano aumenti superiori al previsto dei tassi di crescita, denotando un marcato fenomeno di scarring sul prodotto potenziale. Questo rappresenta una grossa differenza rispetto alle crisi esogene, per le quali dopo lo shock iniziale, segue un rialzo dei tassi di crescita, superiori al valore atteso, che riporta il prodotto potenziale ai livelli antecedenti la crisi.

Le evidenze empiriche mostrano che l'impatto delle crisi finanziarie è particolarmente persistente per lo stock di capitale. Una crisi finanziaria ha un impatto iniziale su tutte e tre le componenti della funzione di produzione dal lato dell'offerta, quindi su capitale, forza lavoro, e produttività totale dei fattori. Se l'impatto negativo sulla produttività totale dei fattori e sull'input di lavoro inizia a diminuire dopo circa tre anni, l'impatto sullo stock di capitale persiste nel lungo periodo, diventando la principale causa degli effetti di scarring di lungo termine delle crisi finanziarie. È bene osservare che lo stesso effetto non si riscontra per le crisi di natura esogena, per le quali l'impatto sulle singole componenti dal lato dell'offerta è breve o per nulla significativo.

La crisi causata da Covid 19, è chiaramente una crisi di natura esogena, ma sembrerebbe incidere negativamente sullo stock di capitale, alla stregua delle crisi finanziarie. Il problema è che si è riscontrato un grande deprezzamento del capitale, soprattutto per quei settori ad elevata intensità di capitale colpiti dalla crisi; si pensi ad esempio al settore aereo in cui lo stock di capitale potrebbe essere soggetto ad obsolescenza. Un altro aspetto da considerare è un periodo di sottoinvestimento prolungato; nel primo semestre del 2020 gli investimenti mondiali (esclusa l'area euro) hanno registrato un calo dell'11 per cento, maggiore di quello osservato tra il terzo trimestre del 2008 e il primo del 2009, cioè dopo la crisi finanziaria mondiale, che era pari all'8 per cento cumulato. Secondo una stima dell'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo), gli investimenti mondiali nel quarto trimestre del 2021 saranno ancora inferiori del 4 per cento rispetto allo stesso periodo del 2020.

Oltre ad un impatto sul capitale, si deve riconoscere che il Covid 19 ha colpito principalmente i settori ad elevata intensità di lavoro; ciò significa che l'impatto iniziale sull'offerta di lavoro potrebbe mostrarsi più intenso rispetto alla crisi finanziaria mondiale del 2008. Attività come il commercio al dettaglio, servizi alberghieri e di ristorazione, attività di intrattenimento e di divertimento, tendono a rappresentare maggiore intensità di lavoro che di capitale, ma al tempo stesso sono i settori ad essere stati maggiormente colpiti dalle misure di contenimento adottate dai vari governi. Perfino settori non direttamente interessati dalle misure di chiusura hanno subito effetti indiretti, a causa della riduzione della domanda di beni intermedi da parte dei settori colpiti da tali provvedimenti. Infine, le conseguenze della pandemia potrebbero determinare anche una riduzione della forza lavoro, infatti una crescente quota di

lavoratori scoraggiati o la diminuzione dei flussi migratori verso economie avanzate hanno causato una riduzione della manodopera. È comunque doveroso sottolineare che tale impatto sul mercato del lavoro, è anche influenzato dalle politiche del lavoro e dalle azioni di risposta dei vari governi.

In chiusura, la crisi legata al Covid 19 potrebbe impattare sulla produttività in diversi modi. Prima di tutto, le risorse di settori non produttivi potrebbero subire una battuta di arresto per via della pandemia, e la loro riallocazione verso comparti a crescita rapida richiederà tempo. Inoltre, l'innovazione potrebbe risentire della riduzione degli investimenti in ricerca e sviluppo, sia nel settore pubblico che in quello privato. È anche vero però che, la pandemia ha causato una spinta verso le tecnologie che potrebbe accelerare l'evoluzione digitale dell'economia mondiale e quindi contribuire positivamente alla produttività dei fattori.

7 Ragionamenti conclusivi sull'effetto contagio

In questo capitolo conclusivo si vogliono racchiudere quelli che sono stati i principali risultati dell'elaborato. L'idea è stata quella di confrontare due crisi economiche apparentemente molto diverse nella loro natura, che in quanto tali avrebbero dovuto avere effetti diversi sulle economie colpite; da una parte c'è la crisi finanziaria, che in quanto crisi endogena risulta difficile da analizzare in tutte le sue cause le quali sono da ricercarsi all'interno del sistema economico stesso, dall'altra c'è la crisi scaturita dalla pandemia che invece ha una causa esogena e che per questo motivo risulta molto più facile da comprendere (la crisi sanitaria costringe i paesi ad adottare misure di distanziamento sociale, il cosiddetto lockdown che inevitabilmente ha un effetto sulle economie). La differenza nelle cause dovrebbe essere motivo della differenza, in linea di principio, tra gli effetti delle due crisi; una crisi endogena risulta essere molto più radicata all'interno del sistema economico e di conseguenza caratterizzata da effetti di lungo periodo, nella crisi di natura esogena invece dopo lo shock iniziale dovuto al fattore esogeno sarà caratterizzata da una veloce ripresa. Ebbene nonostante le due crisi prese in considerazione fossero profondamente diverse nell'origine sembrano avere degli effetti sulle economie analizzate molto simili. Infatti, come la crisi finanziaria, anche la crisi da Covid ha un impatto iniziale su tutte e tre le componenti della funzione di produzione dal lato dell'offerta, quindi su capitale, forza lavoro, e produttività totale dei fattori; ciò pone i presupposti per effetti di lungo periodo della crisi Covid.

Data questa comunanza negli effetti sulle economie reali delle due crisi, ci si interroga su quanto tale similitudine valga anche in termini di impatto sui mercati azionari.

Guardando gli andamenti degli indici generali di borsa nel lungo periodo si notano quelle che sono le differenze tipiche tra una crisi esogena e una endogena. Infatti, la crisi finanziaria raggiunge il suo picco solo dopo due anni dall'inizio delle turbolenze, con dei chiari effetti di lungo periodo dato che la crescita è stata graduale negli anni successivi. La crisi da Covid invece si caratterizza con un pesante impatto iniziale in

concomitanza dello scoppio della pandemia, che però in parte viene recuperato nei mesi successivi.

Le similitudini sono maggiori se si confrontano le due crisi in termini di effetto contagio. Per fare ciò, una tappa obbligatoria è quella di analizzare prima l'effetto interdipendenza, per capire se l'aumento dei co-movimenti degli indici generali di borsa, potesse essere spiegato semplicemente da un aumento generale della volatilità dei mercati. Si applica quindi, quello che si è definito *modello di interdipendenza*, che però si dimostra inadeguato nel momento in cui lo si confronta con il *modello contagio*, sia in termini di fitting del modello, che di incongruenze nei coefficienti di interdipendenza (nel momento in cui si considera il modello di contagio, i coefficienti di interdipendenza diminuiscono a discapito di quelli del contagio). Tale inadeguatezza è schiacciante per la crisi del 2007, ed è meno evidente per la crisi da Covid, per la quale non si può escludere l'importanza dell'effetto di interdipendenza. Parte di questa differenza tra i risultati ottenuti, ci si sente di imputarla comunque al set di dati utilizzati; cioè nell'analizzare la crisi dei primi mesi dell'anno 2020, si ha un numero di osservazioni nettamente minore rispetto a quello utilizzato nella crisi del 2007, cioè non bisogna dimenticare che si sta analizzando l'inizio della crisi del 2020 e che quindi, i risultati ottenuti sono destinati a mutare nel tempo e a diventare con il tempo più accurati. Detto ciò si conclude che sicuramente esiste un effetto contagio per entrambe le crisi analizzate, ma che per quella del 2020 è presente anche un preponderante effetto interdipendenza.

Al termine di questa prima fase l'obiettivo diventa indagare i possibili canali di contagio, per capire le differenze di propagazione delle due crisi. Per fare ciò si considera una matrice $Z_{i,t}$ composta dal PIL di ogni paese (in quanto indicatore di economia reale), indice VIX (come indice di volatilità dei mercati) e indice T-Note (per tener traccia dell'andamento di un titolo sicuro). A questo punto applicando la matrice $Z_{i,t}$ al modello contagio emerge quello che è sicuramente un importante risultato di questo elaborato: le due crisi pur essendo diverse nella loro origine, la crisi finanziaria di natura endogena, e la crisi del 2020 di natura pandemica, quindi di origine esogena, si propagano attraverso gli stessi canali di contagio; in particolare il canale di contagio principale risulta essere il PIL. In effetti, anche un'analisi di lungo periodo della BCE, conferma che le due crisi sembrano avere un impatto molto simile sull'economia reale. Alla stregua di una crisi finanziaria, in questo inizio di crisi pandemica, si registra un pesante impatto sulle tre componenti della funzione di produzione dal lato dell'offerta, quindi su capitale, forza lavoro, e produttività totale dei fattori. Da sottolineare la corsa alla digitalizzazione che ha causato la crisi pandemica, e che potrebbe avere effetti positivi nel lungo periodo sulla produttività.

In fine si deve concludere che la crisi da Covid nei suoi effetti sull'economia reale e sui mercati azionari, è paragonabile alla crisi finanziaria del 2007, ed è per questo che è stato necessario un coordinamento a livello internazionale per la definizione e l'attuazione di misure di contrasto alla crisi adeguate e tempestive. In riferimento a ciò si è applicato il modello di contagio, prima e dopo, i principali interventi di politica monetaria messi in atto dalle banche centrali. I risultati ottenuti mettono in luce

l'inefficacia dei provvedimenti messi in atto dalle banche nel mitigare l'effetto contagio (il quale si è dimostrato essere influenzato dagli indicatori di economia reale), anche se si deve sottolineare il miglioramento della stabilità dei mercati, in termini di volatilità, dopo l'intervento delle banche centrali. Nell'analizzare i risultati ottenuti si deve tenere conto del fatto che si è analizzata solo la fase iniziale della crisi Covid, e che quindi solo con il tempo saranno chiari i reali effetti di questa crisi.

8 APPENDICE A

8.1 Analisi di serie storiche lineari

Nel trattamento dei prezzi e dei rendimenti di asset (nel caso di quest'elaborato *log-prezzi* p_t e *log-rendimenti* r_t) come una collezione di variabili casuali nel tempo, si ha a che fare sostanzialmente con delle serie storiche $\{r_t\}$. Le serie storiche vengono studiate per interpretare un fenomeno, individuando eventuali comportamenti di trend, di ciclicità, di stazionarietà e per prevederne il comportamento futuro. A tale scopo, costituiscono parte integrante dell'analisi delle serie storiche il concetto di stazionarietà, dipendenza dinamica, funzione di autocorrelazione, modellazione e previsione.

8.2 Stazionarietà

Lo studio della stazionarietà è uno degli elementi più importanti dell'analisi delle serie storiche. Data una serie storica $\{r_t\}$, si ha **stazionarietà stretta** se la distribuzione congiunta di $(r_t \dots r_{t+k})$ rimane invariata nel tempo. Ma questa è una condizione molto difficile da verificare empiricamente. Spesso viene fornita una più debole condizione di stazionarietà. Data una serie storica $\{r_t\}$, si ha **stazionarietà debole** se la media di r_t e la covarianza tra r_t e r_{t+l} sono costanti al variare di t , dove l è un numero intero positivo. In particolare, $\{r_t\}$ è debolmente stazionaria se:

- $E(r_t) = \mu$, dove μ è una costante
- $Cov(r_t, r_{t+l}) = \gamma_l$, è chiamata *lag- l autocovarianza* e dipende solo da l

Se r_t è fortemente stazionaria, sarà anche debolmente stazionaria, ma non vale il viceversa in generale. Invece se r_t è normalmente distribuita, allora la stazionarietà debole è equivalente alla stazionarietà forte.

8.3 Funzione di correlazione e autocorrelazione

Le informazioni che potrebbero essere contenute nei dati storici di r_t , potrebbero essere in grado di spiegare l'ambiente economico entro il quale il prezzo di un asset è determinato. In questo senso lo studio della correlazione (o meglio dell'autocorrelazione) diventa un punto cardine dello studio delle serie storiche.

Il coefficiente di correlazione tra due variabili casuali X e Y si calcola come

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{Var}(X)\text{Var}(Y)}} = \frac{E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]}{\sqrt{E(X - \mu_x)^2 E(Y - \mu_y)^2}}$$

dove μ_x e μ_y sono le medie di X e Y . Tale coefficiente misura la forza della dipendenza lineare tra X e Y e può variare tra $-1 < \rho_{x,y} < 1$. Le due variabili sono incorrelate se $\rho_{x,y} = 0$.

Se si va a considerare la dipendenza lineare tra un valore della serie storica r_t ed un suo vecchio valore r_{t-1} il concetto di correlazione viene generalizzato a quello di *autocorrelazione*. Il coefficiente di correlazione tra r_t e r_{t-l} è chiamato *lag- l autocorrelazione* di r_t ed è denotato comunemente come ρ_l . Indicando con \bar{r} la media aritmetica per r_t , si può calcolare il valore del coefficiente di lag-1 autocorrelazione nel suo caso più generale come

$$\hat{\rho}_l = \frac{\sum_{t=l+1}^T (r_t - \bar{r})(r_{t-l} - \bar{r})}{\sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})^2}$$

8.4 White noise

Il *white noise* è la tipologia di processo più semplice che si può immaginare. Un processo r_t si definisce *white noise* se è composto da una sequenza di variabili casuali indipendenti e identicamente distribuite (i.i.d.) con media e varianza finite. Formalmente per un processo *white noise* deve valere:

$$\begin{aligned} E(r_t) &= 0 \\ \text{Var}(r_t) &= \sigma^2 \\ \gamma_k &= 0 \text{ per } |k| > 0 \end{aligned}$$

Ad essere rigorosi in un processo *white noise* le variabili non sono indipendenti l'una dall'altra ma sono *incorrelate*. Se però si parla di *white noise Gaussiana*, cioè un processo in cui le r_t sono distribuite secondo una normale con media zero e una varianza σ^2 , allora le variabili sono anche indipendenti l'una dall'altra.

8.5 Modelli AR

Un modello *auto-regressivo di ordine 1*, o semplicemente *AR(1)* assume la seguente forma:

$$r_t = \phi_0 + \phi_1 r_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove $\{\varepsilon_t\}$ è una serie *white noise* con media nulla e varianza σ^2 . Questo modello ha la stessa forma di una regressione lineare in cui r_t è la variabile dipendente e la r_{t-1} è la variabile indipendente.

Il modello auto-regressivo generalizzato all'ordine p , *AR(p)*, assume la forma:

$$r_t = \phi_0 + \phi_1 r_{t-1} + \dots + \phi_p r_{t-p} + a_t$$

dove p è un intero non negativo. Il modello AR illustra come congiuntamente le p variabili r_{t-i} ($i = 1, \dots, p$) contribuiscono a determinare il valore r_t . In sostanza il modello AR(p) è un modello lineare regressivo.

Può essere utile agli scopi di questo elaborato, andare a calcolare i momenti di un processo AR. Per un processo AR(1), la media e la varianza, condizionata al rendimento passato r_{t-1} , corrispondono a:

$$\begin{aligned} E(r_t|r_{t-1}) &= \phi_0 + \phi_1 r_{t-1} \\ \text{Var}(r_t|r_{t-1}) &= \text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma_\varepsilon^2 \end{aligned}$$

Se invece si vuole calcolare la media incondizionata si può fare il seguente ragionamento⁷⁷. Sotto le ipotesi di modello debolmente stazionario deve valere che $E(r_t) = \mu$, allora considerando la forma generale di un modello AR(1) e considerando che $E(a_t) = 0$, si può scrivere:

$$E(r_t) = \phi_0 + \phi_1 E(r_{t-1})$$

Sotto la condizione di stazionarietà si ha che $E(r_t) = E(r_{t-1}) = \mu$ e quindi si ottiene il seguente risultato:

$$\mu = \phi_0 + \phi_1 \mu \quad \text{oppure} \quad E(r_t) = \frac{\phi_0}{1 - \phi_1}$$

Generalizzando lo stesso procedimento si può ottenere la forma della media, sotto la condizione di stazionarietà debole, anche per un modello AR(p):

$$E(r_t) = \frac{\phi_0}{1 - \phi_1 - \dots - \phi_p}$$

Di seguito verranno presentati degli accenni alla previsione, perché questi saranno propedeutici ad alcuni ragionamenti sul random walk. La *previsione* è un'importante applicazione dell'analisi delle serie storiche. Considerando un modello AR(p), si suppone di essere nell'istante di tempo h e di essere interessati alla previsione del valore r_{h+l} , dove $l \geq 1$. L'istante di tempo h è chiamato *origine di previsione* (*forecast origin*) e l'intero positivo l prende il nome di *orizzonte di previsione* (*forecast horizon*). Con $\hat{r}_h(l)$ si indica la previsione per il valore r_{h+l} , calcolata con l'errore quadratico medio. Cioè il valore $\hat{r}_h(l)$ è scelto in modo tale che:

$$E\{[r_{h+l} - \hat{r}_h(l)]^2 | F_h\} \leq \min_g E\{(r_{h+l} - g)^2 | F_h\}$$

dove g è una funzione delle informazioni accessibili al tempo h , ed è una funzione di F_h . F_h è quindi una collezione di informazioni accessibile nell'istante di tempo h , ed $\hat{r}_h(l)$ sarà indicato come la previsione di passo l (*l-step ahead forecast*).

Per una trattazione più completa sulla media, varianza e covarianza dei modelli AR si rimanda al Ruey S. Tsey, (2010), *Analysis of Time Series*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, p. 38. In questa sede si presenta solo la definizione della media perché propedeutica all'introduzione della proprietà *mean reversion*.

Sulla base del modello AR(p), la previsione ad un passo, partendo dal punto h, può essere scritta come:

$$r_{h+1} = \phi_0 + \phi_1 r_h + \dots + \phi_p r_{h+1-p} + \varepsilon_{h+1}$$

Applicando l'errore quadratico medio, la previsione condizionata per r_{h+1} dato F_h è:

$$\hat{r}_h(1) = E(r_{h+1}|F_h) = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i r_{h+1-i}$$

e l'errore di previsione associato sarà

$$e_h(1) = r_{h+1} - \hat{r}_h(1) = \varepsilon_{h+1}$$

Di conseguenza la varianza dell'errore di previsione è $Var[e_h(1)] = Var[\varepsilon_{h+1}] = \sigma_\varepsilon^2$. Sotto l'ipotesi di distribuzione normale per la variabile ε_t , e considerando un livello di fiducia al 95%, si può definire l'intervallo di fiducia per la stima della previsione come $\hat{r}_h(1) \pm 1,96 \times \sigma_\varepsilon$.

Se si considera la previsione per r_{h+2} (*2-Step-Ahead Forecast*) partendo dall'istante di tempo h, e considerando il modello AR(p) si può scrivere:

$$r_{h+2} = \phi_0 + \phi_1 r_{h+1} + \dots + \phi_p r_{h+2-p} + \varepsilon_{h+2}$$

Alla stregua di quanto fatto prima si possono ottenere la previsione condizionata $\hat{r}_h(2)$ e il rispettivo errore $e_h(2)$:

$$\begin{aligned} \hat{r}_h(2) &= E(r_{h+2}|F_h) = \phi_0 + \phi_1 \hat{r}_h(1) + \phi_2 r_h + \dots + \phi_p r_{h+2-p} \\ e_h(2) &= r_{h+2} - \hat{r}_h(2) = \phi_1 [r_{h+1} - \hat{r}_h(1)] + \varepsilon_{h+2} = \varepsilon_{h+2} + \phi_1 \varepsilon_{h+1} \end{aligned}$$

In questo caso la varianza dell'errore di previsione è $Var[e_h(2)] = (1 - \phi_1^2) \sigma_\varepsilon^2$. Si vuole notare come $Var[e_h(2)] \geq Var[e_h(1)]$ il che vuol dire che all'aumentare dell'orizzonte di previsione aumenta anche l'incertezza della previsione effettuata.

Generalizzando i passi fatti fino ad ora si può pensare di effettuare una previsione con un generico passo l , e considerando il modello AR(p) si può scrivere:

$$r_{h+l} = \phi_0 + \phi_1 r_{h+l-1} + \dots + \phi_p r_{h+l-p} + \varepsilon_{h+l}$$

E la rispettiva stima della previsione, calcolata con l'errore quadratico medio sarà

$$\hat{r}_h(l) = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i \hat{r}_h(l-i)$$

L'errore di previsione l -step-ahead è $e_h(l) = r_{h+l} - \hat{r}_h(l)$. Si può notare come per un modello AR(p) stazionario, $\hat{r}_h(l)$ converge a $E(r_t)$ per $l \rightarrow \infty$, il che significa che una previsione di lungo termine, per questo tipo di serie, si avvicina alla media incondizionata. Nella letteratura finanziaria questa proprietà si chiama *mean reversion*.

8.6 Modelli MA

In questo paragrafo si introduce il modello della media mobile (*moving-average model*). Ci sono diversi modi per introdurre i modelli MA, in particolare in questa sede si sceglie di vederli come degli AR model con ordine infinito, e con alcuni vincoli sui parametri.

Come visto nei paragrafi precedenti, un modello AR di ordine di ordine infinito ha la forma:

$$r_t = \Phi_0 + \Phi_1 r_{t-1} + \Phi_2 r_{t-2} + \dots + \varepsilon_t$$

Però un AR model di ordine infinito non è realistico perché avrà infiniti parametri. Allora un modo di rendere concretamente utilizzabile il modello è quello di imporre alcuni vincoli ai coefficienti Φ_i in modo tale da poterli esprimere con un numero finito di valori. Ad esempio, si può esprimere il modello nella forma:

$$r_t = \Phi_0 - \theta_1 r_{t-1} - \theta_1^2 r_{t-2} - \theta_1^3 r_{t-3} - \dots + \varepsilon_t$$

dove i coefficienti dipendono dal singolo parametro θ_1 attraverso la relazione $\Phi_i = -\theta_1^i$ per $i \geq 1$.

Il modello sopra presentato può essere scritto in una forma compatta di più facile lettura. Per arrivare alla forma compatta si può riscrivere il modello nella forma seguente:

$$r_t + \theta_1 r_{t-1} + \theta_1^2 r_{t-2} + \dots = \Phi_0 + \varepsilon_t$$

lo stesso vale anche per il valore r_{t-1}

$$r_{t-1} + \theta_1 r_{t-2} + \theta_1^2 r_{t-3} + \dots = \Phi_0 + \varepsilon_{t-1}$$

Moltiplicando questa seconda forma per θ_1 e andandola a sostituire alla prima si ottiene il modello MA nella sua forma compatta:

$$r_t = \Phi_0(1 - \theta_1) + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

la quale, escluso il termine noto, corrisponde ad una media ponderata dei valori ε e ε_{t-1} . Tale modello è chiamato modello MA di ordine 1, o più semplicemente modello $MA(1)$. La forma più generale per un modello $MA(1)$ è:

$$r_t = c_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad \text{oppure} \quad r_t = c_0 + (1 - \theta_1 B) \varepsilon_t$$

dove c_0 è una costante, e $\{\varepsilon_t\}$ è una serie white noise.

Seguendo gli stessi ragionamenti fatti per il modello $MA(1)$ si può ottenere facilmente la forma più generale del modello $MA(q)$:

$$\begin{aligned} r_t &= c_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad \text{oppure} \quad r_t \\ &= c_0 + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t, \quad \text{dove } q > 0 \end{aligned}$$

I modelli della media mobile sono sempre debolmente stazionari perché sono una combinazione finita di una sequenza di white noise, e quindi i primi due momenti sono invarianti nel tempo. Ad esempio considerando il valore atteso di un modello $MA(1)$ si ottiene

$$E(r_t) = c_0$$

che è quindi costante nel tempo. Calcolando invece la varianza si ottiene:

$$Var(r_t) = \sigma_\varepsilon^2 + \theta_1^2 \sigma_\varepsilon^2 = (1 + \theta_1^2) \sigma_\varepsilon^2$$

dove si è sfruttato il fatto che ε_t e ε_{t-1} sono incorrelati, dal momento che fanno parte di una serie white noise. I valori di media e varianza sono stati calcolati per un modello $MA(1)$, ma sono facilmente ottenibili anche per il più generale $MA(q)$. Il valore atteso è esattamente lo stesso di quello per un modello $MA(1)$, la varianza invece sarà:

$$Var(r_t) = (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_\varepsilon^2$$

Ancora una volta verrà accennata la teoria della previsione applicata ai modelli MA perché propedeutica al trattamento del modello di *random walk*.

Effettuare una previsione con i modelli MA è relativamente semplice, questo perché tali modelli hanno una memoria finita, e di conseguenza le previsioni puntuali puntano velocemente alla media della serie. Per vederlo si può assumere h come origine di previsione e F_h l'informazione disponibile al tempo h .

Per una previsione *1-step-ahead* con modello $MA(1)$ si ottiene:

$$r_{h+1} = c_0 + \varepsilon_{h+1} - \theta_1 \varepsilon_h$$

Considerando il valore atteso condizionato all'informazione disponibile si ottiene:

$$\hat{r}_h(1) = E(r_{h+1}|F_h) = c_0 - \theta_1 \varepsilon_h$$

$$e_h(1) = r_{h+1} - \hat{r}_h(1) = \varepsilon_{h+1}$$

La varianza dell'errore di previsione *1-step-ahead* è $Var[e_h(1)] = \sigma_\varepsilon^2$.

Considerando una previsione *2-step-ahead*, sempre per un modello $MA(1)$, si ottiene:

$$r_{h+2} = c_0 + \varepsilon_{h+2} - \theta_1 \varepsilon_{h+1}$$

$$\hat{r}_h(2) = E(r_{h+2}|F_h) = c_0$$

$$e_h(2) = r_{h+2} - \hat{r}_h(2) = \varepsilon_{h+2} - \theta_1 \varepsilon_{h+1}$$

In questo caso la varianza dell'errore di previsione è $Var[e_h(2)] = (1 + \theta_1^2) \sigma_\varepsilon^2$, la quale risulta essere maggiore o uguale alla varianza dell'errore di previsione *1-step-ahead*. Si nota che per un modello $MA(1)$ la previsione *2-step-ahead* è la semplice media incondizionata, e questo è vero per ogni orizzonte di previsione. In generale $\hat{r}_h(l) = c_0$ per $l \geq 2$. Si può osservare, guardando ai valori di $\hat{r}_h(1)$ e $\hat{r}_h(2)$, che per un modello $MA(1)$ la previsione punta al valore medio della serie già a partire dal *2-step-ahead* (basta cioè un solo orizzonte di previsione per tornare al valore medio).

Si vogliono ora ripetere gli stessi ragionamenti per un modello $MA(2)$, si ottiene quindi:

$$r_{h+l} = c_0 + \varepsilon_{h+l} - \theta_1 \varepsilon_{h+l-1} - \theta_2 \varepsilon_{h+l-2}$$

$$\hat{r}_h(1) = c_0 - \theta_1 \varepsilon_h - \theta_2 \varepsilon_{h-1}$$

$$\hat{r}_h(2) = c_0 - \theta_2 \varepsilon_h$$

$$\hat{r}_h(l) = c_0 \text{ per } l > 2$$

Si nota come in questo caso la previsione punta alla media della serie dopo due step. Generalizzando questo ragionamento si può concludere che per un modello $MA(q)$, una previsione multistep-ahead raggiunge la media della serie dopo q step.

8.7 Random walk

Un processo *random walk* è un processo $I(1)$ ⁷⁸, cioè un processo che non è stazionario, ma che invece ad esserlo è la sua differenza prima. In generale, se p_t ⁷⁹ è *random walk* allora Δp_t deve essere *white noise*.

Un processo *random walk* assume la seguente forma:

$$p_t = p_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove ε_t è una serie *white noise*. Di conseguenza sostituendo ripetutamente i valori passati y_{t-1} , si può arrivare alla seguente relazione:

$$p = p_{t-n} + \sum_{i=0}^{n-1} \varepsilon_{t-i}$$

Tale espressione dimostra che il *random walk* non è un processo stazionario. Per vederlo, si può supporre per semplicità che il valore iniziale della serie p_{t-n} sia nullo, in modo che l'espressione si riduca a:

$$p_t = \sum_{i=0}^t \varepsilon_i$$

Si nota allora che, la media di un tale processo è ad ogni istante t nulla; quindi se fosse solo per la media il processo sarebbe stazionario. Ma al tempo stesso, in quanto somma

⁷⁸ $I(1)$ sta per *integrato di ordine uno*, cioè è un processo che deve essere differenziato una volta per diventare stazionario

⁷⁹ Si utilizzerà in questo paragrafo una notazione più affine agli scopi di questo elaborato; si tratterà p_t come la variabile dei *log-prezzi*, ma chiaramente tutti i ragionamenti sviluppati per un processo *random walk* valgono per qualsiasi tipologia di variabile, e non solo per i *log-prezzi*

di variabili casuali *i.i.d.* con varianza σ^2 , la varianza di p_t è $t\sigma^2$, e quindi cresce nel tempo. Di conseguenza p_t non può essere stazionario.

Non essendo un processo stazionario, il *random walk* non è **mean reverting**, cioè non ha la tendenza a tornare al suo valore medio. Si noti che per via di questa caratteristica non è possibile predire il comportamento della variabile p_t ; questo in realtà è poi il motivo per il quale il *random walk* è ampiamente considerato il modello statistico più corretto per la descrizione del movimento dei prezzi degli asset, infatti, secondo il principio dell'*efficienza informativa* non è possibile predire sistematicamente l'andamento dei prezzi.

Che il *random walk* non può essere usato come modello di previsione, può essere dimostrato sia vedendolo come un processo AR, che come un processo MA. Ad esempio, considerando il *random walk* come fosse un **processo AR**, si può pensare di applicare il modello di previsione *1-step-ahead*, considerando come partenza della previsione il punto h ; si ottiene il seguente risultato:

$$\hat{p}_h(1) = E(p_{h+1}|p_h, p_{h-1}, \dots) = p_h$$

dove p_h corrisponde al prezzo dell'asset al punto di origine. Se invece si considerasse una previsione *2-step-ahead* si otterrebbe il seguente risultato:

$$\begin{aligned} \hat{p}_h(2) &= E(p_{h+2}|p_h, p_{h-1}, \dots) = E(p_{h+1} + a_{h+2}|p_h, p_{h-1}, \dots) \\ &= E(p_{h+1}|p_h, p_{h-1}, \dots) = \hat{p}_h(1) = p_h \end{aligned}$$

dove ancora una volta la previsione corrisponde al prezzo dell'asset nel punto di partenza. In generale considerando un orizzonte di previsione $l > 0$, la previsione per un processo *random walk* è:

$$\hat{p}_h(l) = p_h$$

Che è come dire: per un processo random walk la migliore previsione che si può fare su un orizzonte temporale l , corrisponde al valore che la variabile assume nell'istante h in cui si fa la previsione; in altre parole, si può utilizzare solo l'informazione nota all'istante h , cioè il valore p_h , ma tutta l'informazione pregressa, cioè tutti i valori che la variabile ha assunto prima di h , non influenza la previsione.

Se non si fosse ancora convinti che il *random walk* non può essere utilizzato come modello di previsione, fornirne una rappresentazione sottoforma di **processo MA** può aiutare a convincersene. Come fatto in precedenza, con le dovute assunzioni, un modello *random walk* può essere visto come:

$$p_t = \sum_{i=0}^t \varepsilon_i$$

Tale rappresentazione può essere vista come un modello di media mobile, dove tutti i coefficienti dei ε_i sono pari ad 1. Sulla base di questa rappresentazione del modello

random walk, si possono fare una serie di importanti considerazioni. Ad esempio, andando a calcolare l'errore di previsione per *l-step-ahead* si ottiene:

$$e_h(l) = \varepsilon_{h+l} + \dots + \varepsilon_{h+1}$$

per il quale vale $Var[e_h(l)] = l\sigma^2$, che converge all'infinito per $l \rightarrow \infty$. Questo determina l'impossibilità di usare il *random walk* come modello di previsione, perché se da una parte la varianza dell'errore di previsione aumenta all'aumentare dell'orizzonte l , dall'altra diminuisce l'affidabilità della previsione $\hat{p}_h(l)$ all'aumentare dell'orizzonte di previsione.

La caratteristica di un processo *random walk* di non essere *mean reverting*, provoca periodi in cui la serie presenta un andamento crescente o decrescente piuttosto marcato (dove invece un processo *mean reverting* sarebbe caratterizzato da frequenti oscillazioni nell'intorno del valore medio). Per questo motivo quando si parla di *random walk* si parla di trend **stocastici** e non di trend **deterministici** semplici funzioni del tempo. Detto ciò, un *random walk* può avere anche un trend deterministico, come accade per il ***random walk con drift*** di seguito illustrato (questa variante può essere utile per rappresentare ad esempio i *log-rendimenti* che tendono ad avere una media prossima allo zero ma comunque positiva):

$$p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove $\mu = E(p_t - p_{t-1})$ e $\{\varepsilon_t\}$ è una serie white noise con media zero. Il termine costante μ rappresenta il trend nel tempo del *log-prezzo* p_t , chiamato anche *drift* del modello. Si può facilmente dimostrare che μ sia un trend temporale come segue:

$$\begin{aligned} p_1 &= \mu + p_0 + \varepsilon_1 \\ p_2 &= \mu + p_1 + \varepsilon_2 = 2\mu + p_0 + \varepsilon_2 + \varepsilon_1 \\ &\vdots \\ p_t &= t\mu + p_0 + \varepsilon_t + \varepsilon_{t-1} + \dots + \varepsilon_1 \end{aligned}$$

dove l'ultima equazione mostra come il log-prezzo sia composto dal trend $t\mu$ e da un puro random walk.

Si vogliono, in ultima analisi, far notare la differenza tra un random walk e un semplice processo con trend lineare come può essere un ***Trend-Stationary Time series*** di seguito illustrato:

$$p_t = \beta_0 + \beta_1 t + r_t$$

dove r_t è un processo stazionario. In questo caso p_t cresce linearmente nel tempo con un tasso di crescita β_1 , e quindi mostra un andamento simile al random walk con drift. In realtà c'è una profonda differenza tra i due modelli. Il random walk con drift assume che la media $E(p_t) = p_0 + \mu t$ e la varianza $Var(p_t) = t\sigma^2$, e quindi che entrambe siano dipendenti dal tempo. Il random walk trend-stationary model, invece, assume che la media $E(p_t) = \beta_0 + \beta_1 t$ che quindi è dipendente dal tempo, e che la varianza sia $Var(p_t) = Var(r_t)$ che al contrario è finita e invariante nel tempo.

9 APPENDICE B

9.1 Risultati completi del Dickey-Fuller Test

Di seguito vengono riportate, per intero, i modelli di regressione per testare l'ipotesi nulla di puro *random walk*, *random walk con drift*, e *random walk con drift e trend* calcolate per la serie di log-prezzi per tutti gli indici azionari presi in considerazione. Per questioni di spazio non viene riportato l'intero procedimento *Ng & Perron (1995)*, ma viene riportato direttamente il modello di regressione "finale". In ogni caso si riporta qui brevemente il procedimento: partendo da $p_{max} = \left[12 \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^{1/4} \right] = 30,23$, quindi $p_{max} = 30$, si sono calcolati i modelli di regressione considerando, ad ogni iterazione, un lag in meno, e ritenendo valido il primo modello di regressione per il quale il coefficiente del lag *p-esimo* fosse stato significativo. Si può notare evidenziato in grassetto, che la statistica *t* del *p-esimo* lag è maggiore in modulo di 1.6, e quindi il coefficiente ad essa associata è significativamente diverso da zero.

Tabella 9.1 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice S&P 500; DF, DF_δ e DF_τ corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF _τ , ADF _τ			DF _δ , ADF _δ			DF, ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,01508547	0,00759387		0,00095036	0,00391593				
α_1	0,00000073	0,00000034							
φ	-0,00219536	0,00110423	-1,98813589	-0,00008759	0,00052724	-0,16613203	0,00004021	0,00002560	1,57105689
ρ_1	-0,12872379	0,01569050		-0,12964166	0,01569199		-0,12974972	0,01568385	
ρ_2	-0,01028840	0,01580601		-0,01108277	0,01580902		-0,01119392	0,01580055	
ρ_3	0,01571472	0,01580227		0,01490641	0,01580512		0,01479506	0,01579663	
ρ_4	-0,02225760	0,01578312		-0,02305418	0,01578608		-0,02315743	0,01577852	
ρ_5	-0,01541427	0,01578654		-0,01618438	0,01578979		-0,01628814	0,01578217	
ρ_6	-0,04897213	0,01579082		-0,04969869	0,01579451		-0,04980428	0,01578669	
ρ_7	0,03019338	0,01580857		0,02953829	0,01581293		0,02943378	0,01580523	
ρ_8	-0,00511292	0,01581050		-0,00580546	0,01581453		-0,00591562	0,01580618	
ρ_9	0,02595451	0,01581272		0,02525804	0,01581671		0,02514544	0,01580807	
ρ_{10}	0,00885351	0,01581571		0,00810664	0,01581921		0,00799005	0,01581008	
ρ_{11}	0,02805144	0,01581618		0,02729224	0,01581956		0,02717562	0,01581043	
ρ_{12}	-0,00007157	0,01581485		-0,00087020	0,01581782		-0,00099035	0,01580824	
ρ_{13}	-0,01932323	0,01579705		-0,02009233	0,01580032		-0,02020555	0,01579160	

ρ_{14}	0,00700901	0,01579750		0,00628040	0,01580117		0,00616820	0,01579258	
ρ_{15}	-0,05397340	0,01579655		-0,05469855	0,01580026		-0,05481059	0,01579168	
ρ_{16}	0,03343288	0,01582112		0,03276353	0,01582536		0,03265326	0,01581701	
ρ_{17}	0,04470942	0,01583116		0,04400455	0,01583508		0,04389314	0,01582659	
ρ_{18}	-0,03859357	0,01571610	-2,45567142	-0,03926369	0,01572026	-2,49764842	-0,03936515	0,01571288	-2,50527893

Tabella 9.2 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice FTSE MIB; DF , DF_{δ} e DF_{τ} corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF $_{\tau}$, ADF $_{\tau}$			DF $_{\delta}$, ADF $_{\delta}$			DF, ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,01508547	0,00759387		0,00095036	0,00391593				
α_1	0,00000073	0,00000034							
φ	-0,00212057	0,00105602	-2,00807291	-0,00156642	0,00085499	-1,83209180	-0,00001493	0,00002493	-0,59893350
ρ_1	-0,05120678	0,01573197		-0,05157165	0,01572629		-0,05233144	0,01572518	
ρ_2	0,00283673	0,01574860		0,00248763	0,01574336		0,00178649	0,01574310	
ρ_3	-0,00706261	0,01574570		-0,00741362	0,01574041		-0,00814269	0,01573976	
ρ_4	0,00936226	0,01574685		0,00901020	0,01574154		0,00828824	0,01574098	
ρ_5	-0,03766264	0,01574733		-0,03801518	0,01574200		-0,03874442	0,01574134	
ρ_6	0,01259195	0,01574504		0,01226413	0,01574038		0,01158651	0,01574043	
ρ_7	0,02380194	0,01574622		0,02347442	0,01574156		0,02278840	0,01574150	
ρ_8	0,00946914	0,01575870		0,00912908	0,01575371		0,00844331	0,01575366	
ρ_9	0,00495694	0,01576036		0,00461324	0,01575528		0,00392352	0,01575517	
ρ_{10}	-0,01198220	0,01575826		-0,01232272	0,01575327		-0,01300591	0,01575325	
ρ_{11}	0,00543342	0,01575311		0,00510414	0,01574841		0,00445105	0,01574878	
ρ_{12}	0,02306558	0,01575066		0,02273082	0,01574582		0,02205921	0,01574595	
ρ_{13}	-0,00527310	0,01573246		-0,00563076	0,01572699		-0,00635647	0,01572637	
ρ_{14}	0,00590317	0,01572778		0,00555562	0,01572258		0,00484851	0,01572222	
ρ_{15}	-0,02110312	0,01572787		-0,02145319	0,01572261		-0,02216645	0,01572216	
ρ_{16}	0,05557799	0,01573407		0,05524295	0,01572922		0,05454622	0,01572900	
ρ_{17}	0,02156605	0,01575708		0,02120628	0,01575155		0,02045550	0,01575059	
ρ_{18}	-0,02580685	0,01576266		-0,02616465	0,01575719		-0,02694108	0,01575586	
ρ_{19}	-0,01645453	0,01576703		-0,01680638	0,01576173		-0,01754950	0,01576089	
ρ_{20}	-0,00422932	0,01577103		-0,00458428	0,01576564		-0,00531314	0,01576500	
ρ_{21}	-0,01520544	0,01577180		-0,01555499	0,01576656		-0,01629283	0,01576580	

ρ_{22}	-0,00238782	0,01576952	-0,00274108	0,01576418	-0,00348416	0,01576334			
ρ_{23}	-0,03745914	0,01576959	-0,03782058	0,01576402	-0,03856460	0,01576317			
ρ_{24}	-0,00140014	0,01576747	-0,00174473	0,01576237	-0,00242541	0,01576239			
ρ_{25}	0,00107187	0,01576858	0,00071947	0,01576326	0,00003813	0,01576327			
ρ_{26}	0,03258087	0,01576809	0,03223406	0,01576293	0,03155621	0,01576298			
ρ_{27}	-0,02117272	0,01577645	-0,02152663	0,01577109	-0,02223214	0,01577078			
ρ_{28}	0,03134491	0,01576095	1,98877082	0,03101897	0,01575634	1,96866607	0,03036335	0,01575667	1,92701528

Tabella 9.3 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice FTSE 100; DF , DF_δ e DF_t corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF_t, ADF_t			DF_δ, ADF_δ			DF, ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,015085470	0,007593868		0,000950358	0,003915929				
α_1	0,000000732	0,000000337							
φ	-0,004405652	0,001667416	-2,642202982	-0,002898621	0,001232828	-2,351197464	0,000004599	0,000020550	0,223806955
ρ_1	-0,025650669	0,015740957		-0,025883293	0,015727587		-0,027384595	0,015723501	
ρ_2	-0,026523507	0,015739278		-0,026774310	0,015725784		-0,028270697	0,015721781	
ρ_3	-0,037470593	0,015745093		-0,038999597	0,015726408		-0,040489682	0,015722513	
ρ_4	0,046042988	0,015739570		0,043891185	0,015735159		0,042482342	0,015732627	
ρ_5	-0,037761535	0,015758399		-0,038893868	0,015738511		-0,040306843	0,015735917	
ρ_6	-0,045408956	0,015769246		-0,045903464	0,015752400		-0,047258314	0,015750745	
ρ_7	0,053220845	0,015783496		0,052147251	0,015765538		0,050837937	0,015764594	
ρ_8	-0,014855371	0,015821180		-0,016089899	0,015802733		-0,017451525	0,015801035	
ρ_9	0,003271660	0,015807010		0,001212155	0,015804525		-0,000111783	0,015803407	
ρ_{10}	0,016557700	0,015805999		0,015980254	0,015790228		0,014698692	0,015789724	
ρ_{11}	-0,011805289	0,015806106		-0,012271440	0,015790962		-0,013587176	0,015789951	
ρ_{12}	0,008141165	0,015800247		0,006270988	0,015792742		0,004949632	0,015791649	
ρ_{13}	-0,028525294	0,015800616		-0,029398516	0,015782906		-0,030682949	0,015782352	
ρ_{14}	0,008553212	0,015798928		0,006844133	0,015789415		0,005600682	0,015789460	
ρ_{15}	-0,029769518	0,015799559		-0,030609044	0,015782825		-0,031829506	0,015783186	
ρ_{16}	0,022376356	0,015807664		0,021061819	0,015792842		0,019874493	0,015793671	
ρ_{17}	0,018826314	0,015809973		0,018270764	0,015794700		0,017069530	0,015795340	
ρ_{18}	-0,039502487	0,015822913		-0,040507019	0,015804857		-0,041758326	0,015804807	
ρ_{19}	-0,005108190	0,015832865		-0,006503143	0,015818383		-0,007688841	0,015819261	

ρ_{20}	0,002537916	0,015816965	0,002874940	0,015819696	0,001725384	0,015821057	
ρ_{21}	0,024409661	0,015799205	0,022231458	0,015801507	0,021025094	0,015802085	
ρ_{22}	-0,000916876	0,015791175	-0,002840240	0,015788091	-0,004032062	0,015788854	
ρ_{23}	-0,040024937	0,015778077	-0,039813927	0,015776924	-0,040961576	0,015778265	
ρ_{24}	-0,014511060	0,015774292	-0,016515615	0,015774922	-0,017657114	0,015776341	
ρ_{25}	0,035883266	0,015769297	0,034279093	0,015763078	0,033215704	0,015765472	
ρ_{26}	0,035856033	0,015771574	2,273459393	0,034329489	0,015765514	0,033255301	
ρ_{27}			-0,025674818	0,015769458	-1,628135752	-0,026774490	
						0,015771408	
							-1,697660135

Tabella 9.4 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice CAC 40; DF , DF_δ e DF_τ corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF_τ , ADF_τ			DF_δ , ADF_δ			DF , ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,0226685431	0,0101026542		0,0211289458	0,0097901607				
α_1	0,0000001179	0,0000001907							
φ	0,0027243784	0,0012159106	2,2406075064	0,0025119314	0,0011662523	2,1538489507	0,0000050441	0,0000255859	0,1971449653
ρ_1	0,0258220540	0,0157443939		0,0259425955	0,0157419813		0,0283823916	0,0157188202	
ρ_2	0,0122842241	0,0157497839		0,0124009506	0,0157474465		0,0135332291	0,0157201812	
ρ_3	0,0312326683	0,0157537128		0,0313594993	0,0157511710		0,0327731210	0,0157267455	
ρ_4	0,0193037169	0,0157578006		0,0191841437	0,0157554073		0,0192205455	0,0157286782	
ρ_5	0,0492384259	0,0157560388		0,0493593543	0,0157536185		0,0503648889	0,0157324556	
ρ_6	0,0167831219	0,0157706031		0,0169036160	0,0157681915		0,0187004493	0,0157516074	
ρ_7	0,0431127322	0,0157723161		0,0429950027	0,0157699591		0,0412891364	0,0157542285	
ρ_8	0,0100985887	0,0157928801		0,0102090044	0,0157906612		0,0111002898	0,0157780624	
ρ_9	0,0247812510	0,0157952593		0,0248854909	0,0157931502		0,0252628923	0,0157730213	
ρ_{10}	0,0135985507	0,0158001657		0,0136997266	0,0157981086		0,0159973252	0,0157736989	
ρ_{11}	0,0014237126	0,0158010791		0,0015255787	0,0157990103		0,0036463574	0,0157619942	
ρ_{12}	0,0165912745	0,0157976183		0,0164874412	0,0157955162		0,0154298036	0,0157588238	
ρ_{13}	0,0215707776	0,0157911384		0,0216730337	0,0157890633		0,0225001492	0,0157606964	
ρ_{14}	0,0034329329	0,0157898989		0,0033296063	0,0157878056		0,0036928232	0,0157607666	
ρ_{15}	0,0145978702	0,0157775073		0,0147047352	0,0157753526		0,0169924725	0,0157586321	
ρ_{16}	0,0424826511	0,015778348		0,0423722945	0,0157756172		0,0414401780	0,0157631320	
ρ_{17}	0,0269078080	0,0157949630		0,0267984174	0,0157927628		0,0252960159	0,0157775319	
ρ_{18}	0,0301258208	0,0157992319		0,0302413148	0,0157969180		0,0308429759	0,0157799440	

ρ_1	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0,0148925464	0,0158053043	0,0150020306	0,0158031022	0,0163453888	0,0157870983		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0,0020694233	0,0158072888	0,0019639557	0,0158051581	0,0006877113	0,0157757997		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0,0116342707	0,0158091743	0,0115247581	0,0158069717	0,0107858998	0,0157769962		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,0001081493	0,0158040382	0,0000008473	0,0158018450	0,0007197829	0,0157582534		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,0272375124	0,0158035997	0,0273438828	0,0158014533	0,0287495610	0,0157565827		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,0064172679	0,0157966222	0,0065258436	0,0157944366	0,0071143357	0,0157536868		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0,0281274446	0,0157938405	0,0280256543	0,0157917732	0,0254645809	0,0157526092		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0,0291832578	0,0157801651	0,0290830887	0,0157781253	0,0290184821	0,0157516138	1,842254545	7
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,0206546097	0,0157844267	0,0207593618	0,0157823089				
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0,0157440120	0,0157816575	0,0156380464	0,0157795185				
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0,0010002887	0,0157814791	0,0008930966	0,0157793185				
ρ_3	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0,0260255248	0,0157762565	1,6496641514	0,0259270451	0,0157742446	1,6436314860		

Tabella 9.5 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice DAX 30; DF , DF_δ e DF_t corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF_t , ADF_t			DF_δ , ADF_δ			DF , ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,0360830658	0,0122143033		0,0092553801	0,0056987088				
α_1	0,0000010123	0,0000004077							
φ	0,0042150075	0,0014414108	2,9242236998	0,0009995658	0,0006332063	1,5785785152	0,0000281272	0,0000235174	1,196012455 5
ρ_1	0,0092380742	0,0157226700		0,0074984615	0,0157170788		0,0071038997	0,0157183830	
ρ_2	0,0026509887	0,0157197799		0,0044372855	0,0157133333		0,0048482809	0,0157144765	
ρ_3	0,0135211814	0,0157309272		0,0153156921	0,0157243474		0,0156956092	0,0157257908	
ρ_4	0,0225640665	0,0157293447		0,0208264894	0,0157238010		0,0204669551	0,0157254259	
ρ_5	0,0309823325	0,0157331315		0,0327415924	0,0157272024		0,0331187572	0,0157286718	
ρ_6	0,0004435884	0,0157394921		0,0021386849	0,0157347176		0,0024845969	0,0157364616	
ρ_7	0,0235757858	0,0157382889		0,0218624533	0,0157331917		0,0215203340	0,0157349667	
ρ_8	0,0324766731	0,0157591439		0,0342102649	0,0157537201		0,0345873994	0,0157551979	
ρ_9	0,0132843449	0,0157412339		0,0117023090	0,0157383743		0,0113610689	0,0157401580	
ρ_{10}	0,0079602159	0,0157395885		0,0063275657	0,0157358867		0,0059681727	0,0157375165	
ρ_{11}	0,0125346650	0,0157374228		0,0108578024	0,0157329625		0,0104846069	0,0157344695	
ρ_{12}	0,0055841908	0,0157345716		0,0039209019	0,0157303409		0,0035554745	0,0157319163	
ρ_{13}	0,0147536586	0,0157343429		0,0164365746	0,0157297727		0,0168109021	0,0157312685	
ρ_{14}	0,0104872619	0,0157334188		0,0088587042	0,0157297766		0,0084981049	0,0157313941	

ρ_1	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0,0146505893	0,0157339401	0,0162956835	0,0157300192	0,0166696864	0,0157315180		
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0,0216847271	0,0157397150	0,0200345509	0,0157357164	0,0196793623	0,0157373824		
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,0236287897	0,0157446684	0,0219468317	0,0157401311	0,0215699977	0,0157416074		
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0,0533870791	0,0157534244	0,0551359034	0,0157477177	0,0555154252	0,0157491720		
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0,0128538322	0,0157686108	0,0112574149	0,0157655556	0,0109196750	0,0157673758		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0,0138142160	0,0157693604	0,0121768302	0,0157656238	0,0118142010	0,0157672344		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0,0084911504	0,0157752491	0,0101590399	0,0157710023	0,0105242162	0,0157725923		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,0020958364	0,0157654550	0,0036935110	0,0157623745	0,0040491475	0,0157640446		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,0130225259	0,0157633321	0,0146418030	0,0157598903	0,0150104884	0,0157614459		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,0036779081	0,0157619027	0,0052452938	0,0157593109	0,0055969970	0,0157610135		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0,0261375102	0,0157611679	0,0245907581	0,0157589062	0,0242482993	0,0157606859		
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0,0327613033	0,0157665946	2,0778934332	0,0311567915	0,0157634029	1,9765270078	0,0307944951	0,0157650157
								1,953343759
								5

Tabella 9.6 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice IBEX 35; DF , DF_δ e DF_τ corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF_τ , ADF_τ			DF_δ , ADF_δ			DF , ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,0373749626	0,013673903 9	-	0,0224123120	0,011671592 7	-	-	-	-
α_1	-	0,000000223 7	-	-	-	-	-	-	-
φ	0,0039638204	0,001459246 0	2,7163483189	0,0024439604	0,001267256 9	1,9285437884	0,0000109798	0,000024713 7	0,4442792465
ρ_1	0,0096322657	0,015741637 5	-	0,0091941685	0,015746882 4	-	0,0076367668	0,015731214 1	-
ρ_2	-	0,015738485 5	-	0,0093022008	0,015743710 1	-	0,0108788449	0,015727516 3	-
ρ_3	-	0,015740996 4	-	0,0339418386	0,015746396 6	-	0,0355075098	0,015730504 8	-
ρ_4	-	0,015748205 0	-	0,0019666888	0,015753775 5	-	0,0035187649	0,015738261 5	-
ρ_5	-	0,015747974 3	-	0,0393530986	0,015753568 2	-	0,0409067093	0,015738012 8	-
ρ_6	-	0,015759801 2	-	0,0065733158	0,015765654 7	-	0,0080969692	0,015750913 5	-
ρ_7	-	0,015749197 4	-	0,0225096466	0,015755185 6	-	0,0210468218	0,015741993 5	-
ρ_8	-	0,015756606 9	-	0,0152469136	0,015762472 4	-	0,0166579892	0,015750572 5	-
ρ_9	-	0,015761925 7	-	0,0084485682	0,015767862 5	-	0,0070743175	0,015756853 6	-
ρ_{10}	-	0,015761797 4	-	0,0154995958	0,015767725 8	-	0,0168672041	0,015756873 6	-
ρ_1	0,0074647090	0,015763143 1	-	0,0071813249	0,015769203 7	-	0,0058066791	0,015758187 2	-
ρ_2	0,0186498113	0,015758856 2	-	0,0183750044	0,015764949 3	-	0,0170186613	0,015754357 6	-
ρ_3	0,0084797227	0,015756725 4	-	0,0081891819	0,015762753 4	-	0,0067840116	0,015750997 2	-
ρ_4	0,0064343860	0,015751331 9	-	0,0061258790	0,015757279 7	-	0,0046836777	0,015744607 1	-

ρ_1	-	0,015741781	-	0,015747779	-	0,015736158			
5	0,0289732222	1	0,0292691169	6	0,0306678446	0			
ρ_1		0,015749566		0,015755701		0,015744318			
6	0,0324953879	6	0,0322324262	5	0,0308431623	4			
ρ_1		0,015760556		0,015766513		0,015754735			
7	0,0273564635	8	0,0270489948	6	0,0256426891	2			
ρ_1	-	0,015766331	-	0,015772123	-	0,015758810			
8	0,0226504039	8	0,0229936827	3	0,0244622963	5			
ρ_1		0,015770220		0,015776115		0,015763221			
9	0,0121039957	6	0,0117819940	9	0,0103297864	6			
ρ_2	-	0,015768576	-	0,015774445	-	0,015761874			
0	0,0055179859	3	0,0058453840	6	0,0072845198	3			
ρ_2		0,015768929		0,015774881		0,015762076			
1	0,0044395167	0	0,0041302494	6	0,0026816867	6			
ρ_2	-	0,015766222	-	0,015772182	-	0,015759932			
2	0,0243576270	6	0,0246649481	6	0,0260909335	4			
ρ_2	-	0,015771775	-	0,015777827	-	0,015766110			
3	0,0308942501	4	0,0311807664	0	0,0325851850	3			
ρ_2		0,015778931		0,015785133		0,015774226			
4	0,0057198510	3	0,0054714226	0	0,0041005102	4			
ρ_2		0,015765550		0,015771741		0,015762002			
5	0,0087025374	8	0,0084527254	5	0,0071330098	6			
ρ_2		0,015766168		0,015772332		0,015762435			
6	0,0182043560	4	0,0179472333	6	0,0166205208	2			
ρ_2	-	0,015758020	-	0,015764153	-	0,015754975			
7	0,0178804314	6	0,0181449784	3	0,0194393324	7			
ρ_2		0,015762182		0,015768433		0,015759578			
8	0,0234506938	3	0,0232185772	0	0,0219385367	0			
ρ_2		0,015765483		0,015771594		0,015762077			
9	0,0280049868	1	1,7763481475	0,0277339092	0	1,7584721808	0,0264240451	9	1,6764315698

Tabella 9.7 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice S&P/TSX Composite Index; DF_t , DF_δ e DF_t corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF_t, ADF_t			DF_δ, ADF_δ			DF, ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,05347825	0,01582195		0,02568973	0,01049383				
α_1	0,00000053	0,00000023							
φ	-0,00573663	0,00170438	-3,36581221	-0,00269273	0,00110564	-2,43544548	0,00001360	0,00001822	0,74655255
ρ_1	-0,05874951	0,01572890		-0,06036138	0,01572264		-0,06154744	0,01572489	
ρ_2	0,00454858	0,01573283		0,00293867	0,01572663		0,00178954	0,01572934	
ρ_3	0,03056957	0,01572262		0,02888384	0,01571495		0,02771798	0,01571745	
ρ_4	0,03790156	0,01572350		0,03620720	0,01571566		0,03506119	0,01571840	
ρ_5	-0,02807066	0,01573060		-0,02985569	0,01572095		-0,03107279	0,01572280	
ρ_6	-0,08401848	0,01574332		-0,08575129	0,01573475		-0,08694673	0,01573690	
ρ_7	0,06255296	0,01579737		0,06095357	0,01579146		0,05990834	0,01579545	
ρ_8	0,01282463	0,01582423		0,01119040	0,01581770		0,01007776	0,01582095	
ρ_9	0,01524496	0,01582559		0,01359577	0,01581879		0,01246458	0,01582181	
ρ_{10}	0,01545931	0,01582598		0,01377432	0,01581849		0,01261813	0,01582122	
ρ_{11}	0,01072399	0,01582810		0,00902240	0,01582028		0,00784601	0,01582276	

ρ_{12}	-0,04603440	0,01582344	-0,04771549	0,01581602	-0,04886620	0,01581881			
ρ_{13}	-0,03588245	0,01582144	-0,03743375	0,01581643	-0,03845950	0,01582065			
ρ_{14}	0,04644116	0,01582904	0,04491346	0,01582445	0,04392456	0,01582908			
ρ_{15}	-0,01949642	0,01584099	-0,02112070	0,01583468	-0,02220851	0,01583823			
ρ_{16}	0,03160337	0,01584440	0,03002505	0,01583893	0,02902782	0,01584348			
ρ_{17}	0,02293377	0,01583956	0,02125489	0,01583221	0,02016621	0,01583575			
ρ_{18}	-0,04514469	0,01583075	-0,04678905	0,01582404	-0,04787734	0,01582758			
ρ_{19}	-0,01975664	0,01582998	-0,02124751	0,01582604	-0,02224310	0,01583059			
ρ_{20}	0,00632476	0,01583670	0,00486594	0,01583331	0,00387381	0,01583791			
ρ_{21}	0,01600375	0,01583472	0,01451963	0,01583091	0,01352784	0,01583551			
ρ_{22}	0,00521694	0,01583851	0,00368742	0,01583391	0,00268130	0,01583836			
ρ_{23}	-0,02092574	0,01583980	-0,02246467	0,01583504	-0,02348812	0,01583931			
ρ_{24}	-0,01112255	0,01581608	-0,01271750	0,01581027	-0,01377924	0,01581409			
ρ_{25}	0,00769068	0,01575538	0,00624738	0,01575214	0,00528737	0,01575699			
ρ_{26}	0,02879032	0,01574876	0,02737743	0,01574601	0,02645293	0,01575122			
ρ_{27}	-0,02419758	0,01574668	-0,02570115	0,01574240	-0,02669123	0,01574694			
ρ_{28}	0,04433848	0,01574614	0,04282289	0,01574166	0,04183897	0,01574626			
ρ_{29}	0,05939561	0,01576201	0,05782519	0,01575657	0,05677626	0,01576049			
ρ_{30}	-0,04289237	0,01575543	-2,72238688	-0,04444902	0,01575023	-2,82211936	-0,04554477	0,01575360	-2,89107018

Tabella 9.8 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice Nikkei 225; DF , DF_δ e DF_τ corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF_τ , ADF_τ			DF_δ , ADF_δ			DF , ADF		
	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,0139401808	0,0080074959	-	0,0075941978	0,0066251762	-	-	-	-
α_1	0,0000003329	0,0000002360	-	-	-	-	-	-	0,722862645
φ	0,0015082877	0,0008646044	1,7444830078	0,0007746698	0,0006907941	1,1214192548	0,0000167184	0,0000231280	0
ρ_1	0,0075853633	0,0157142764	-	0,0078369744	0,0157151905	-	0,0083377369	0,0157097278	-
ρ_2	0,0123986511	0,0157143301	-	0,0121504564	0,0157152715	-	0,0116557768	0,0157099555	-
ρ_3	0,0446583923	0,0157157924	-	0,0449256378	0,0157165770	-	0,0454216227	0,0157112302	-
ρ_4	0,0025487501	0,0157302756	-	0,0022996109	0,0157312125	-	0,0018133639	0,0157261033	-
ρ_5	0,0072572829	0,0157303053	-	0,0070153869	0,0157312990	-	0,0065290442	0,0157261875	-
ρ_6	0,0145766622	0,0157229669	-	0,0148228212	0,0157239260	-	0,0152954019	0,0157191311	-
ρ_7	0,0038843774	0,0157241871	-	0,0041230025	0,0157252048	-	0,0045952224	0,0157204186	-

ρ_0	-	-	-	-	-	-	-
	0,0015973297	0,0157197829	0,0018266413	0,0157208695	0,0022873336	0,0157163421	
ρ_0	-	-	-	-	-	-	-
	0,0096137199	0,0157191132	0,0098420071	0,0157202072	0,0102966066	0,0157158146	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
0	0,0240669582	0,0157202572	0,0238456880	0,0157214018	0,0233891863	0,0157169676	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
1	0,0013073538	0,0157243590	0,0015456218	0,0157253794	0,0020102860	0,0157207647	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
2	0,0049699815	0,0157223999	0,0047397733	0,0157234803	0,0042806938	0,0157189898	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
3	0,0154728728	0,0157226810	0,0152402215	0,0157237434	0,0147804463	0,0157192375	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
4	0,0051354454	0,0157243813	0,0048867811	0,0157253209	0,0044285904	0,0157208508	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
5	0,0152404486	0,0157236930	0,0149835889	0,0157245662	0,0145204193	0,0157199847	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
6	0,0011119676	0,0157265463	0,0013747187	0,0157273711	0,0018484260	0,0157225517	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
7	0,0024599242	0,0157254230	0,0021934780	0,0157262163	0,0017160323	0,0157213104	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
8	0,0145451680	0,0157244677	0,0148044537	0,0157253210	0,0152891410	0,0157202461	
ρ_1	-	-	-	-	-	-	-
9	0,0059118218	0,0157276105	0,0056664752	0,0157285769	0,0051819563	0,0157235072	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
0	0,0053840702	0,0157245137	0,0051295817	0,0157254064	0,0046356821	0,0157201133	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
1	0,0077486168	0,0157238062	0,0080065382	0,0157246707	0,0084944759	0,0157195189	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
2	0,0229884083	0,0157237035	0,0232458570	0,0157245718	0,0237286522	0,0157195409	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
3	0,0090201958	0,0157279663	0,0087765090	0,0157289456	0,0083063083	0,0157242070	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
4	0,0264546315	0,0157276352	0,0266877642	0,0157286949	0,0271610909	0,0157238847	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
5	0,0111652260	0,0157328066	0,0113881864	0,0157339413	0,0118565529	0,0157292462	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
6	0,0144128254	0,0157336641	0,0141929139	0,0157348206	0,0137285068	0,0157302151	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
7	0,0118195048	0,0157199378	0,0116021876	0,0157211101	0,0111586107	0,0157169575	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
8	0,0047384980	0,0157198289	0,0049688694	0,0157209077	0,0054191911	0,0157166091	
ρ_2	-	-	-	-	-	-	-
9	0,0620741481	0,0157188650	3,9490222865	0,0618524927	0,0157200066	3,9346352923	0,0614066938
							3,907320729
							6

Tabella 9.9 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice Hang Seng Index; DF , DF_δ e DF_τ corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

	DF_t, ADF_t		DF_δ, ADF_δ			DF, ADF			
	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	
α_0	0,0502935582	0,015752834 9	0,0297049696	0,0109679423	-	-	-	-	
α_1	0,0000005032	0,000000276 5	-	-	-	-	-	-	
φ	0,0051255016	0,001618286 6	3,1672397802	0,0029604086	0,0010976663	2,6970023816	0,0000118514	0,0000220481	0,5375221495
ρ_1	0,0214052323	0,015717171 0	0,0226855633	0,0157059262	-	-	0,0237757048	0,0157130851	
ρ_2	0,0264117025	0,015716048 1	0,0251264958	0,0157046815	-	-	0,0240590946	0,0157120523	
ρ_3	0,0055308747	0,015722657 0	0,0068594438	0,0157102098	-	-	0,0079766556	0,0157171140	
ρ_4	0,0275145657	0,015719165 1	0,0288622151	0,0157062223	-	-	0,0299915729	0,0157130033	

ρ_5	-	0,015720939	-	-	-	-	-	-
	0,0124106909	8	0,0137544912	0,0157080991	0,0148644261	0,0157150713		
ρ_6	-	0,015710906	-	-	-	-	-	-
	0,0183872003	8	0,0196787015	0,0156993776	0,0207158803	0,0157070189		
ρ_7	-	0,015711735	-	-	-	-	-	-
	0,0142209680	0	0,0129566012	0,0157008738	0,0119806077	0,0157090521		
ρ_8	-	0,015717341	-	-	-	-	-	-
	0,0284032689	1	0,0271485967	0,0157067218	0,0261498547	0,0157147111		
ρ_9	-	0,015717246	-	-	-	-	-	-
	0,00876222905	9	0,0100091327	0,0157068157	0,0110321178	0,0157145922		
ρ_{10}	-	0,015718494	-	-	-	-	-	-
	0,0226537849	1	0,0238664161	0,0157088731	0,0248643894	0,0157168714		
ρ_{11}	-	0,015710132	-	-	-	-	-	-
	0,0207497869	0	0,0219876241	0,0156999071	0,0230005637	0,0157077650		
ρ_{12}	-	0,015713289	-	-	-	-	-	-
	0,0085435538	9	0,0097700055	0,0157033387	0,0107343780	0,0157116176		
ρ_{13}	-	0,015713828	-	-	-	-	-	-
	0,0581470021	6	0,0569295531	0,0157040895	0,0559949444	0,0157126148		
ρ_{14}	-	0,015738230	-	-	-	-	-	-
	0,0202895786	8	0,0215852232	0,0157266344	0,0226433211	0,0157341151		
ρ_{15}	-	0,015739140	-	-	-	-	-	-
	0,0067281162	4	0,0080230304	0,0157275633	0,0090616448	0,0157352223		
ρ_{16}	-	0,015736591	-	-	-	-	-	-
	0,0231873774	2	0,0219192271	0,0157256694	0,0209292012	0,0157337540		
ρ_{17}	-	0,015735438	-	-	-	-	-	-
	0,0240373787	6	0,0227779045	0,0157247259	0,0217674192	0,0157326319		
ρ_{18}	-	0,015717308	-	-	-	-	-	-
	0,0026053513	3	0,0039462421	0,0157045376	0,0050677074	0,0157113940		
ρ_{19}	-	0,015716784	-	-	-	-	-	-
	0,0053661250	6	0,0040573216	0,0157048305	0,0029354089	0,0157116829		
ρ_{20}	-	0,015711556	-	-	-	-	-	-
	0,0433758685	1	0,0420989196	0,0157003872	0,0410022642	0,0157074781		
ρ_{21}	-	0,015720489	-	-	-	-	-	-
	0,0071471720	0	0,0084252584	0,0157093037	0,0095716521	0,0157159198		
ρ_{22}	-	0,015718676	-	-	-	-	-	-
	0,0234288572	9	0,0246872308	0,0157079698	0,0257902346	0,0157150084		
ρ_{23}	-	0,015718787	-	-	-	-	-	-
	0,0038612412	4	0,0026015937	0,0157080496	0,0015027626	0,0157151283		
ρ_{24}	-	0,015718612	-	-	-	-	-	-
	0,0001494865	9	0,0014304736	0,0157073537	0,0025443354	0,0157142871		
ρ_{25}	-	0,015714648	-	-	-	-	-	-
	0,0317836749	7	0,0330314686	0,0157041915	0,0341153242	0,0157114079		
ρ_{26}	-	0,015720217	-	-	-	-	-	-
	0,0353868901	4	0,0341865028	0,0157108825	0,0331782033	0,0157187929		
ρ_{27}	-	0,015721862	-	-	-	-	-	-
	0,0265393400	3	0,0253506315	0,0157127974	0,0243078477	0,0157204026		
ρ_{28}	-	0,015729501	-	-	-	-	-	-
	0,0131148222	7	0,0118992327	0,0157198248	0,0108119268	0,0157270260		
ρ_{29}	-	0,015728305	-	-	-	-	-	-
	0,0292105234	9	0,0279467043	0,0157174789	0,0268078464	0,0157241792		
ρ_{30}	-	0,015728890	-	-	-	-	-	-
	0,0573772247	9	3,6478875010	0,0586164006	0,0157186572	3,7290972003	0,0598166150	0,0157247358
							3,8039822004	

Tabella 9.10 I tre modelli di regressione calcolati per l'indice SSE Composite Index; DF , DF_δ e DF_τ corrispondono rispettivamente ai modelli di regressione $\Delta P_t = \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, $\Delta P_t = \alpha_0 + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$, e $\Delta P_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varphi P_{t-1} + \varepsilon_t$ (quindi al modello "puro" random walk, random walk con drift e random walk con drift e trend).

DF τ , ADF τ			DF δ , ADF δ			DF, ADF		
coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat	coefficient	standard error	t-stat
α_0	0,0148263480	0,0061941723	0,0141384223	0,0057759491				
α_1	0,0000000695	0,0000002259						
φ	0,0018798572	0,0008103819	0,0017740946	0,0007337894	2,4177162701	0,0000205270	0,0000305453	0,6720198774

ρ_1	0,0265950632	0,015724887 5	0,0265167256	0,015721062 3	0,0262280913	0,015730338 8
ρ_2	0,0133340068	0,015712089 5	0,0134180761	0,015707951 2	0,0137776928	0,015716974 6
ρ_3	0,0363981992	0,015709669 9	0,0363164303	0,015705659 7	0,0359922336	0,015714810 4
ρ_4	0,0480778894	0,015718781 8	0,0479966369	0,015714800 2	0,0476299043	0,015723800 7
ρ_5	0,0018804511	0,015738274 7	0,0019618585	0,015734285 3	0,0024177548	0,015742909 4
ρ_6	0,0491851550	0,015738324 0	0,0492669824	0,015734311 5	0,0497218879	0,015742940 5
ρ_7	0,0224541723	0,015756305 6	0,0223767674	0,015752529 7	0,0219984804	0,015761509 6
ρ_8	0,0152915066	0,015756662 0	0,0152124131	0,015752797 6	0,0148260947	0,015761745 1
ρ_9	0,0134233203	0,015761395 5	0,0133422061	0,015757422 7	0,0129325089	0,015766274 7
ρ_{10}	0,0227822713	0,015739596 8	0,0226968897	0,015735384 9	0,0223327285	0,015744409 1
ρ_{11}	0,0061299780	0,015720066 1	0,0062207517	0,015715534 3	0,0066635387	0,015724208 1
ρ_{12}	0,0098029450	0,015713075 6	0,0098905173	0,015708735 2	0,0103254666	0,015717441 0
ρ_{13}	0,0570818285	0,015712775 1	0,0569943113	0,015708438 0	0,0565568195	0,015717131 7
ρ_{14}	0,0220884532	0,015736129 8	0,0221762355	0,015731778 3	0,0227094179	0,015739994 9
ρ_{15}	0,0174172712	0,015736397 2	0,0173291139	0,015732023 5	0,0168006500	0,015740267 0
ρ_{16}	0,0205673989	0,015740051 9	0,0204794597	0,015735691 3	0,0199104225	0,015743701 0
ρ_{17}	0,0101585842	0,015737626 0	0,0102465695	0,015733262 6	0,0108053925	0,015741331 7
ρ_{18}	0,0050770657	0,015711787 3	0,0049842551	0,015707129 2	0,0044270132	0,015715188 8
ρ_{19}	0,0246958326	0,015710341 3	0,0247859150	0,015705850 8	0,0253587851	0,015713815 6
ρ_{20}	0,0556591815	0,015714384 2	0,0555715444	0,015710040 1	0,0550295177	0,015718190 6
ρ_{21}	0,0100424032	0,015734707 1	0,0099511348	0,015730146 0	0,0093177433	0,015737740 9
ρ_{22}	0,0012433413	0,015730566 4	0,0013351042	0,015725974 6	0,0020207622	0,015733200 2
ρ_{23}	0,0046739069	0,015727856 3	0,0045812347	0,015723208 0	0,0038725904	0,015730261 3
ρ_{24}	0,0154652667	0,015725605 2	0,0155620810	0,015720693 1	0,0162862160	0,015727626 5
ρ_{25}	0,0036574148	0,015708018 2	0,0035652110	0,015703397 5	0,0029022435	0,015710768 4
ρ_{26}	0,0133262166	0,015709008 7	0,0132356168	0,015704486 7	0,0125705828	0,015711843 8
ρ_{27}	0,0116681018	0,015693925 0	0,0117636858	0,015689089 8	0,0124706580	0,015696128 8
ρ_{28}	0,0207839540	0,015685761 2	0,0208830615	0,015680694 3	0,0215930133	0,015687704 1
ρ_{29}	0,0495766930	0,015687263 7	0,0494794271	0,015682318 7	0,0488015826	0,015689567 1
ρ_{30}	0,0359608194	0,015702648 4	0,0360606154	0,015697537 1	0,0368284927	0,015704104 8
		2,2901117394		2,2972148552		2,3451507270

9.2 Risultati modello contagio con PIL trimestrale

Facendo riferimento al *paragrafo 6.4.2*, si riportano di seguito i risultati ottenuti dal modello contagio con matrice $Z_{i,t}$ con *PIL trimestrale*.

Tabella 9.11 Stima del modello contagio per la crisi finanziaria, completo della matrice $Z_{i,t}$ con PIL trimestrale considerata con un ritorno di un giorno $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t +$

$\gamma_{i,0} CR_t F_t + \gamma_1 Z_{i,t-k} CR_t F_t + \eta_{i,0} CR_t + \eta_1 Z_{i,t-k} CR_t + e_{i,t}$ la stima viene fatta su tutto il periodo che va dal Gennaio 2005 a Gennaio 2013

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_1^{PL}	st.err.	t-statistic	β_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	2,338648	0,166498	14,046072	-182,544781	12,494455	-14,610063	-23,691464	4,334367	-5,465957
FTSE 100	1,324913	0,156139	8,485455	-118,159197	12,635033	-9,351713	-11,118398	4,063353	-2,736262
S&P 500	1,014282	0,169466	5,985179	-67,814930	12,402636	-5,467784	-14,101575	4,411269	-3,196716
CAC 40	1,988152	0,155948	12,748852	-151,987549	11,501587	-13,214485	-20,957666	4,060370	-5,161517
DAX 30	1,813181	0,158216	11,460143	-146,148055	12,171656	-12,007245	-16,365519	4,119967	-3,972245
IBEX 35	2,292746	0,163216	14,047312	-164,097397	11,908230	-13,780167	-28,873615	4,250249	-6,793393
S&P/TSX Composite Index	1,177886	0,173598	6,785122	-90,011040	12,589018	-7,149965	-11,229756	4,518046	-2,485534
Nikkei 225	0,386882	0,197168	1,962197	-36,162766	14,260486	-2,535872	-1,196439	5,145262	-0,232532
Hang Seng Index	0,442825	0,183384	2,414738	-78,147950	39,311717	-1,987905	-4,961105	5,064758	-0,979535
SSE Composite Index	0,725743	0,216933	3,345465	-47,626426	16,596415	-2,869682	-16,112234	5,645503	-2,853995

	β_1^{VIK}	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PL}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	1,850240	1,007481	1,836500	-0,637649	0,214317	-2,975255	55,160442	14,065605	3,921654
FTSE 100	2,528946	0,942500	2,683232	-0,553913	0,200780	-2,758804	10,674366	14,234147	0,749913
S&P 500	1,904367	1,024837	1,858214	-0,076788	0,218091	-0,352090	-5,766430	13,964216	-0,412943
CAC 40	2,288130	0,944713	2,422036	-0,483806	0,200848	-2,408814	30,388166	12,920891	2,351863
DAX 30	2,328864	0,959299	2,427671	-0,206731	0,203819	-1,014288	27,171507	13,698910	1,983479
IBEX 35	1,679577	0,989725	1,697014	-1,014780	0,210312	-4,825127	51,891293	13,325257	3,894206
S&P/TSX Composite Index	2,418814	1,048505	2,306917	-0,268110	0,223259	-1,200892	-6,099567	14,215832	-0,429069
Nikkei 225	3,688064	1,210287	3,047264	-0,108142	0,255442	-0,423353	12,369322	15,950276	0,775493
Hang Seng Index	2,863702	1,184943	2,416742	-0,462999	0,246529	-1,878074	43,905966	40,787105	1,076467
SSE Composite Index	3,303395	1,294363	2,552140	-0,685544	0,282433	-2,427275	26,466271	19,402814	1,364043

	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIK}	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	8,304457	5,938381	1,398438	-2,047452	1,059707	-1,932092	0,059910	0,002669	22,448860
FTSE 100	18,072726	5,561196	3,249791	-2,923707	0,991344	-2,949237	0,061468	0,002496	24,622685
S&P 500	8,218586	6,042317	1,360171	-1,432333	1,077961	-1,328744	0,062985	0,002715	23,201371
CAC 40	10,880166	5,566033	1,954743	-2,545422	0,993689	-2,561589	0,059999	0,002503	23,974558
DAX 30	1,008289	5,649300	0,178480	-2,523937	1,009036	-2,501335	0,059942	0,002541	23,586920
IBEX 35	25,248026	5,829150	4,331339	-1,779250	1,041038	-1,709112	0,060287	0,002622	22,993162
S&P/TSX Composite Index	13,117053	6,184528	2,120946	-2,476115	1,102848	-2,245202	0,061711	0,002777	22,221228
Nikkei 225	-1,493003	7,094188	-0,210454	-3,373847	1,273127	-2,650048	0,058933	0,003209	18,367265
Hang Seng Index	17,625141	7,153483	2,463854	-2,075724	1,251709	-1,658312	0,057724	0,003253	17,747298
SSE Composite Index	20,667592	7,851925	2,632169	-2,107052	1,362108	-1,546906	0,059348	0,003422	17,343224

	η_i^{PIL}	st.err.	t-statistic	η_i^{T-Note}	st.err.	t-statistic	η_i^{VIX}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	0,243517	0,455315	0,534831	-1,117608	0,076728	-14,565829	-0,004812	0,006954	-0,691910
FTSE 100	0,694826	0,464329	1,496411	-1,159521	0,071772	-16,155625	-0,011528	0,006505	-1,772150
S&P 500	0,434273	0,453406	0,957800	-1,200943	0,078049	-15,387073	0,040934	0,007074	5,786410
CAC 40	0,527310	0,415408	1,269378	-1,121557	0,071952	-15,587637	-0,011051	0,006522	-1,694499
DAX 30	0,101853	0,443656	0,229575	-1,120578	0,073065	-15,336719	-0,005869	0,006622	-0,886255
IBEX 35	0,551269	0,421227	1,308721	-1,123030	0,075384	-14,897555	-0,000910	0,006833	-0,133217
S&P/TSX Composite Index	0,217599	0,465601	0,467350	-1,165193	0,079844	-14,593276	0,019760	0,007237	2,730483
Nikkei 225	0,154448	0,495895	0,311452	-1,097269	0,092252	-11,894261	-0,120349	0,008361	-14,393407
Hang Seng Index	0,300336	0,397056	0,756408	-1,057796	0,093571	-11,304746	-0,101010	0,008477	-11,916230
SSE Composite Index	1,709668	1,586649	1,077534	-1,150368	0,098416	-11,688881	-0,047636	0,008919	-5,341143

	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	-0,029937	0,000567	-52,817971	0,628598603
FTSE 100	-0,029576	0,000530	-55,783647	0,594357483
S&P 500	-0,029537	0,000577	-51,230061	0,48129824
CAC 40	-0,029584	0,000532	-55,658984	0,643408784
DAX 30	-0,029259	0,000540	-54,208557	0,619756311
IBEX 35	-0,029736	0,000557	-53,397707	0,620210602
S&P/TSX Composite Index	-0,029320	0,000590	-49,708981	0,527937387
Nikkei 225	-0,029265	0,000682	-42,940914	0,339254554
Hang Seng Index	-0,029064	0,000689	-42,159715	0,349725681
SSE Composite Index	-0,028021	0,000726	-38,578000	0,257567579

Tabella 9.12 Stima del modello di contagio per la crisi da Covid, completo della matrice $Z_{i,t}$ con PIL trimestrale considerata con un ritardo di un giorno $R_{i,t} = E_{t-1}[R_{i,t}] + \beta_{i,0}F_t + \beta_1 Z_{i,t-k}F_t + \gamma_{i,0}CR_t F_t + \gamma_1 Z_{i,t-k}CR_t F_t + \eta_{i,0}CR_t + \eta_1 Z_{i,t-k}CR_t + e_{i,t}$ la stima viene fatta su tutto il periodo che va dal Gennaio 2013 a Settembre 2020

	$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	β_i^{PIL}	st.err.	t-statistic	β_i^{T-Note}	st.err.	t-statistic
FTSE MIB	1,778994	0,159527	11,151711	-141,630029	8,218694	-17,232668	-14,141034	6,992943	-2,022186
FTSE 100	1,511329	0,130275	11,601027	-106,359100	7,084841	-15,012206	-18,582406	5,709314	-3,254753
S&P 500	0,200220	0,136969	1,461783	-86,184813	6,725408	-12,814808	25,844700	6,002138	4,305916
CAC 40	1,316009	0,134297	9,799271	-115,726356	6,858546	-16,873307	-3,959041	5,886971	-0,672509
DAX 30	1,118164	0,138219	8,089829	-120,650664	7,169588	-16,828118	3,726986	6,055980	0,615422
IBEX 35	1,477379	0,150149	9,839417	-118,070827	7,696030	-15,341783	-9,162156	6,583000	-1,391790
S&P/TSX Composite Index	0,642563	0,140878	4,561136	-87,679145	6,985149	-12,552222	9,565259	6,174130	1,549248
Nikkei 225	-0,156596	0,199199	-0,786130	-40,142927	10,191579	-3,938833	18,402491	8,729454	2,108092
Hang Seng Index	0,434221	0,167948	2,585453	-103,362312	12,148129	-8,508497	5,493437	7,233454	0,759449
SSE Composite Index	-0,077238	0,217734		-61,111283	11,148359		23,221132	9,540743	

FTSE MIB	β_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	$\gamma_{i,0}$	st.err.	t-statistic	γ_1^{PIR}	st.err.
FTSE 100	-0,206524	0,271355	-0,761084	-0,400399	0,242829	-1,648889	115,948328	35,337547
S&P 500	0,190633	0,221664	0,860008	-0,351924	0,198363	-1,774139	101,558573	28,141538
CAC 40	-0,042325	0,233127	-0,181554	0,492707	0,208582	2,362171	90,499456	28,197385
DAX 30	0,009179	0,228438	0,040184	-0,145697	0,204425	-0,712716	120,359559	29,028276
IBEX 35	-0,013959	0,235332	-0,059317	0,213739	0,210525	1,015263	108,690398	29,679907
S&P/TSX Composite Index	-0,769185	0,255267	-3,013252	-0,353946	0,228501	-1,548996	99,939750	33,232722
Nikkei 225	-0,051012	0,239743	-0,212776	0,560980	0,214503	2,615249	71,665602	29,796950
Hang Seng Index	-0,027974	0,339147	-0,082484	0,737444	0,303342	2,431065	80,933455	44,462011
SSE Composite Index	1,024507	0,299828	3,416987	-0,140331	0,259694	-0,540372	85,211408	32,751449
	0,336380	0,370042		0,145354	0,329639		0,000000	0,000000

FTSE MIB	γ_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	γ_1^{VIX}	st.err.	t-statistic	$\eta_{i,0}$	st.err.
FTSE 100	-22,571560	22,812592	-0,989434	1,670247	0,410672	4,067112	0,013384	0,002113
S&P 500		18,638067	#VALORE!	-0,133731	0,335513	-0,398587	0,014547	0,001726
CAC 40	17,933627	19,599611	0,914999	0,214241	0,352846	0,607179	0,017385	0,001815
DAX 30	-14,601613	19,204738	-0,760313	0,161891	0,345723	0,468268	0,014570	0,001779
IBEX 35	-40,861195	19,784193	-2,065346	-0,124584	0,356184	-0,349774	0,016228	0,001832
S&P/TSX Composite Index	-3,398606	21,463774	-0,158342	1,297730	0,386350	3,358951	0,012972	0,001988
Nikkei 225	-5,338207	20,154497	-0,264864	0,202442	0,362839	0,557939	0,015354	0,001867
Hang Seng Index	-49,700287	28,503562	-1,743652	-1,285333	0,513213	-2,504483	0,016507	0,002640
SSE Composite Index	15,579472	24,581766	0,633782	-1,727385	0,448466	-3,851761	0,014403	0,002286
	4,528155	30,973212		-0,804310	0,559363		0,017224	0,002869

FTSE MIB	η_1^{PIR}	st.err.	t-statistic	η_1^{T-Note}	st.err.	t-statistic	η_1^{VIX}	st.err.
FTSE 100	-0,364282	1,028025	-0,354351	-1,185892	0,217241	-5,458887	-0,033864	0,008982
S&P 500	-0,034480	0,790949	-0,043593	-1,366703	0,177500	-7,699731	-0,038150	0,007339
CAC 40	0,254732	0,824607	0,308914	-1,557328	0,186663	-8,342995	0,055636	0,007717
DAX 30	-0,476220	0,835360	-0,570077	-1,319456	0,182884	-7,214726	-0,043922	0,007561
IBEX 35	-0,809622	0,862805	-0,938361	-1,409254	0,188430	-7,478945	-0,059200	0,007791
S&P/TSX Composite Index	-0,125032	0,968852	-0,129051	-1,193777	0,204385	-5,840830	-0,027872	0,008450
Nikkei 225	0,014605	0,875116	0,016689	-1,355502	0,191941	-7,062076	0,026287	0,007936
Hang Seng Index	-1,041116	1,297645	-0,802312	-1,467319	0,271461	-5,405275	-0,091364	0,011223
SSE Composite Index	-0,906599	0,974556	-0,930269	-1,338614	0,235039	-5,695280	-0,036735	0,009718
	0,000000	0,000000		-1,505850	0,295884		-0,033013	0,012236

FTSE MIB	intercetta	st.err.	t-statistic
FTSE 100	-0,007590	0,000272	-27,891920
S&P 500	-0,007567	0,000222	-34,030722
CAC 40	-0,007050	0,000234	-30,150969
DAX 30	-0,007430	0,000229	-32,430025
IBEX 35	-0,007392	0,000236	-31,318457
S&P/TSX Composite Index	-0,007714	0,000256	-30,130966
Nikkei 225	-0,007510	0,000240	-31,233856
Hang Seng Index	-0,007115	0,000340	-20,923413
SSE Composite Index	-0,007270	0,000294	-24,692770
0,078801093	-0,007303	0,000371	

9.3 Modello interdipendenza vs banche centrali

Si riporta di seguito, per completezza, anche il modello di interdipendenza, con e senza matrice $Z_{i,t}$, applicato prima e dopo gli interventi delle banche centrali, con riferimento al *paragrafo 1.5.11*.

Tabella 9.13 Modello di interdipendenza nella sua forma generale, applicato a tutti gli indici generali, prima e dopo l'intervento delle banche centrali. Gli eventi cardine che dividono il periodo 1 dal periodo 2, sono riportati in modo sintetico in Tabella 6.32, nel paragrafo 6.5.11.

		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE MIB	periodo 1	1,060951	0,094030	11,283141	-0,013696	0,002650	-5,167448	0,722079
FTSE MIB	periodo 2	1,024160	0,043298	23,653554	-0,001148	0,000740	-1,552092	0,803300
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
FTSE 100	periodo 1	0,887937	0,048510	18,304137	-0,017102	0,001218	-14,045565	0,881592
FTSE 100	periodo 2	1,057338	0,035854	29,490260	-0,001490	0,000680	-2,189437	0,860489
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
S&P 500	periodo 1	1,022742	0,089931	11,372503	-0,011434	0,002257	-5,065471	0,741875
S&P 500	periodo 2	1,046979	0,046698	22,420267	-0,000946	0,000886	-1,067424	0,780943
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
CAC 40	periodo 1	0,843039	0,050494	16,695854	-0,015718	0,001423	-11,043497	0,850497
CAC 40	periodo 2	1,108125	0,041680	26,586465	-0,001242	0,000712	-1,744114	0,837647
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
DAX 30	periodo 1	0,793901	0,055491	14,306970	-0,015890	0,001564	-10,158726	0,806850
DAX 30	periodo 2	1,159030	0,041063	28,225738	-0,000108	0,000702	-0,154534	0,853271
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
IBEX 35	periodo 1	0,950953	0,065585	14,499457	-0,014036	0,001849	-7,592486	0,810982
IBEX 35	periodo 2	1,016115	0,049451	20,547730	-0,002264	0,000845	-2,679164	0,755011
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
S&P/TSX Composite Index	periodo 1	1,332115	0,058529	22,759815	-0,011046	0,001799	-6,140240	0,905596
S&P/TSX Composite Index	periodo 2	1,017577	0,042800	23,775413	-0,000611	0,000621	-0,984011	0,810690
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
Nikkei 225	periodo 1	0,055269	0,089325	0,618744	-0,019060	0,002453	-7,769905	0,008254
Nikkei 225	periodo 2	0,447311	0,073675	6,071442	0,000349	0,001310	0,266720	0,208424
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
Hang Seng Index	periodo 1	0,309953	0,064127	4,833415	-0,015316	0,001761	-8,697402	0,336812
Hang Seng Index	periodo 2	0,521317	0,059490	8,763047	-0,001878	0,001058	-1,775313	0,354217
		$\beta_{i,0}$	st.err.	t-statistic	intercetta	st.err.	t-statistic	R-squared
SSE Composite Index	periodo 1	0,234204	0,087168	2,686794	-0,013948	0,002394	-5,826583	0,135645
SSE Composite Index	periodo 2	0,276489	0,057676	4,793823	-0,000308	0,001026	-0,300471	0,141003

Tabella 9.14 Modello di interdipendenza con matrice Z applicato a tutti gli indici generali, prima e dopo l'intervento delle banche centrali. Gli eventi cardine che dividono il periodo 1 dal periodo 2, sono riportati in modo sintetico in Tabella 6.32, nel paragrafo 6.5.11.

	FTSE MIB		FTSE 100		S&P 500		CAC 40		DAX 30	
	periodo 1	periodo 2								
$\beta_{i,0}$	1,15801	2,06178	0,69492	1,08379	0,65810	0,37797	0,53045	1,33997	0,37757	2,39405

st.err.	0,33000	0,38607	0,19106	0,26530	0,35378	0,34193	0,18913	0,37085	0,21255	0,34989
t-statistic	3,50908	5,34045	3,63713	4,08508	1,86017	1,10541	2,80470	3,61324	1,77641	6,84222
β_1^{PI}	0,00000	68,49188	0,00000	18,90374	0,00000	-21,86089	0,00000	13,08998	0,00000	14,69472
st.err.	0,00000	33,05853	0,00000	25,01537	0,00000	54,28832	0,00000	35,73280	0,00000	40,17386
t-statistic	-	2,07184	-	0,75569	-	-0,40268	-	0,36633	-	0,36578
β_1^{T-Note}	-21,80019	-135,69793	21,02385	8,90868	32,20005	83,98826	28,93115	-29,47469	40,32380	-174,06420
st.err.	34,76141	55,81681	19,44588	34,17170	36,00726	44,84420	19,92218	51,88331	22,38918	48,39133
t-statistic	-0,62714	-2,43113	1,08115	0,26070	0,89427	1,87289	1,45221	-0,56810	1,80104	-3,59701
β_1^{VIX}	2,19045	-0,95597	0,01967	1,23880	0,60407	-0,19050	1,00750	0,21581	0,99198	-1,02285
st.err.	0,43040	0,68901	0,48335	0,38127	0,89500	0,50847	0,24667	0,69816	0,27721	0,65592
t-statistic	5,08930	-1,38744	0,04069	3,24909	0,67494	-0,37465	4,08441	0,30911	3,57837	-1,55941
intercetta	-0,01525	-0,00143	-0,01700	-0,00167	-0,01144	-0,00054	-0,01619	-0,00127	-0,01628	-0,00044
st.err.	0,00218	0,00071	0,00124	0,00067	0,00230	0,00089	0,00125	0,00073	0,00141	0,00068
t-statistic	-6,98480	-2,02162	-13,70743	-2,48846	-4,98201	-0,60444	-12,93185	-1,74998	-11,56999	-0,64593
R-squared	0,82344	0,82687	0,88473	0,87234	0,74932	0,78979	0,89182	0,83846	0,85384	0,86736

	IBEX 35		S&P/TSX Composite Index		Nikkei 225		Hang Seng Index		SSE Composite Index	
	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2
$\beta_{i,0}$	0,85651	1,25709	1,93573	0,48326	-0,28416	1,27222	-0,22830	0,21346	-0,15020	0,23186
st.err.	0,25691	0,43965	0,26407	0,46683	0,37081	0,49544	0,25541	0,45264	0,36077	0,49707
t-statistic	3,33387	2,85928	7,33033	1,03521	-0,76634	2,56785	-0,89385	0,47159	-0,41634	0,46646
β_1^{PI}	0,00000	20,24345	0,00000	-30,27262	0,00000	#####	0,00000	62,70986	0,00000	-12,20730
st.err.	0,00000	38,84805	0,00000	34,52864	0,00000	123,82751	0,00000	71,03369	0,00000	48,28277
t-statistic	-	0,52109	-	-0,87674	-	-1,29804	-	0,88282	-	-0,25283
β_1^{T-Note}	4,26504	-31,63525	-67,92911	74,01541	37,56757	#####	59,19968	44,73172	41,96003	2,48602
st.err.	27,06239	61,90675	29,01045	68,30307	39,25439	64,83609	27,03831	64,86257	38,19161	66,27078
t-statistic	0,15760	-0,51101	-2,34154	1,08363	0,95703	-2,13342	2,18947	0,68964	1,09867	0,03751
β_1^{VIX}	1,17846	-0,60059	0,00386	0,20902	-0,05910	-2,65701	-0,02804	-1,03976	0,03620	-0,98136
st.err.	0,33508	0,82751	0,35711	0,66332	0,50325	0,96727	0,34664	0,80693	0,48963	0,78496
t-statistic	3,51698	-0,72578	0,01080	0,31511	-0,11743	-2,74691	-0,08088	-1,28853	0,07393	-1,25020
intercetta	-0,01477	-0,00235	-0,01175	-0,00048	-0,01885	-0,00006	-0,01500	-0,00175	-0,01375	-0,00025
st.err.	0,00170	0,00086	0,00177	0,00064	0,00250	0,00129	0,00172	0,00107	0,00243	0,00104
t-statistic	-8,68835	-2,73270	-6,62888	-0,75860	-7,54629	-0,04278	-8,72298	-1,63160	-5,65870	-0,24147
R-squared	0,85040	0,75690	0,91460	0,81384	0,02895	0,27049	0,40224	0,36633	0,15875	0,15321

Bibliografia

Peijie W., *Financial Econometrics. Second edition*, Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, Routledge, 2009

Ruey. S. T., *Analysis of financial time series. Third edition.*, Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, 2010

Geert B., Michael E., Marcel F., Arnaud M., *Global crises and equity market contagio*, European Central Bank, 2011

Linciano N., Caivano V., Fancello F., Gentile M., *La crisi Covid-19. Impatti e rischi per il sistema finanziario italiano in una prospettiva comparata*, CONSOB, 20200

Alessandro S., *Questioni di Economia e Finanza. Estimating the contagion effect through the portfolio channel using a network approach*, BANCA D'ITALIA, 2018

SITOGRAFIA

Banca centrale europa; <https://www.ecb.europa.eu/home/html/index.en.html>

INTERNATIONAL MONETARY FUND; <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Policy-Responses-to-COVID-19#C>

Investire; <https://www.investiremag.it/investire/2020/03/31/news/https---www-investiremag-it-investire-2020-03-31-news-oltre-7-miliardi-di-euro-in-liquidita--la-cina-pensa-alla-ripresa-13213--13213/>

La Repubblica;

https://www.repubblica.it/economia/2020/03/15/news/coronavirus_la_fed_taglia_ancora_i_tassi_e_annuncia_un_piano_da_700_miliardi_di_acquisti_titoli-251389743/

Money; <https://www.money.it/Bank-Canada-tassi-interesse-acquisto-bond>

Orizzonti Politici; <https://www.orizzontipolitici.it/come-le-banche-centrali-curano-il-coronavirus/>

Banca Centrale Europea; <https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/bollettino-eco-bce/2020/bol-eco-8-2020/bolleco-BCE-8-2020.pdf>

Starting Finance; <https://www.startingfinance.com/approfondimenti/la-deregolamentazione-finanziaria/>

IUSitineri; https://www.iusitineri.it/la-crisi-finanziaria-del-2008-da-cosa-e-stata-scatenata-9025#_ftn2

CONSOB; <https://www.consob.it/web/investor-education/crisi-finanziaria-del-2007-2009>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/assetbackedsecurities.htm>

Bank for International Settlements; https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2009_2_it.pdf

CONSOB; <https://www.consob.it/web/investor-education/crisi-covid-19>

CONSOB; <https://www.consob.it/web/investor-education/crisi-sanitaria-economica>

Agenzia Italia; <https://www.agi.it/economia/news/2021-02-02/pil-covid-annus-horribilis-11250766/>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/sp500.htm>

Tradingonline-NEWS; <https://www.tradingonline-news.com/ftse-mib-storia-e-composizione/>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/indice-dax30.html>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/indice-cac40.html>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/indice-ibex35.html>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/indice-ftse100.html>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/indice-nikkei225.html>

Borsa Italiana; <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/indici-borsa-cinese.htm>

Avatrade International; <https://www.avatrade.it/trading-info/financial-instruments-index/indices/hsi>