



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M.FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO NEI PREZZI DI MERCATO

RELATORE:

CH.MO PROF. Lorenzo Rocco

LAUREANDA: Silvia Bugada

MATRICOLA N. 1135940

ANNO ACCADEMICO 2018 – 2019

Indice

<i>Introduzione</i>	4
<i>Capitolo 1: Il cambiamento climatico ed il rischio climatico nei mercati</i>	5
1.1 Aspettative dei mercati riguardo al cambiamento climatico	5
1.2 I mercati alimentari ed i mercati terrieri	6
1.3 Il valore a rischio climatico e gli effetti generali sui mercati finanziari	8
1.4 Cambiamento climatico e valutazione della sostenibilità	10
<i>Capitolo 2: Le componenti del rischio climatico</i>	12
<i>Capitolo 3: Il rischio di transizione ed i combustibili fossili</i>	13
3.1 Unburnable Carbon	13
3.2 Il disinvestimento dai combustibili fossili	16
3.3 S&P 500 Fossil Fuel Free Index	17
<i>Capitolo 4: Rischio fisico e mercato assicurativo</i>	21
4.1 Conseguenze sul mercato assicurativo	21
4.2 ILS e CAT bond	26
4.3 SwissRe Global Cat Bond Total Return Index	27
<i>Conclusioni</i>	30
<i>Bibliografia</i>	32
<i>Media</i>	35

Introduzione

Gli esseri umani hanno contribuito alla trasformazione dei sistemi naturali per millenni, sin dalla loro comparsa sulla terra, attraverso le più svariate attività. Ciononostante, l'ormai ben nota alterazione del ciclo carbonico ed il conseguente impatto climatico meritano menzione a parte in quanto a complessità, magnitudine e significatività degli effetti economici (Hsiang e Kopp, 2018).

A partire dalla fine del diciannovesimo secolo, la temperatura media superficiale del pianeta è cresciuta di circa 1°C, un trend in accelerazione a partire dal 1980 e più intenso sulla terraferma che sugli oceani (all'incirca +1,4 °C contro +0,6 °C, GISTEMP Team, 2019); inoltre, la comunità scientifica è pressoché unanime nell'affermare che questo incremento di temperatura sia stato causato dall'uomo.

Il verificarsi di questo fenomeno comporta significative distorsioni climatiche che non riguardano soltanto la temperatura, ma anche dove si formano le nuvole, quando piove, dove si formano i cicloni, come si muovono, e quale sia il volume di acqua nell'oceano (Hsiang e Kopp, 2018). Il riscaldamento globale ha quindi numerose implicazioni, tra cui variazioni nei fenomeni precipitativi, incremento di eventi climatici estremi (ad esempio i cicloni tropicali, che includono tempeste tropicali, tifoni, uragani e cicloni), innalzamento del livello del mare ed incremento della frequenza delle inondazioni, nonché intensificazione della siccità ed espansione delle aree desertiche (id.).

Considerata la potenziale vastità degli effetti di questo fenomeno, risulta evidente come esso possa avere significative conseguenze economiche. Il clima gioca infatti un ruolo fondamentale nel determinare i risultati di una moltitudine di settori produttivi; inoltre, esso ha delle ripercussioni dirette su output aggregato, produttività del lavoro, salute, conflitti, commercio internazionale e flussi migratori (Carleton e Hsiang, 2016).

Il cambiamento climatico presenta quindi diverse componenti di rischio per i mercati, in termini di stabilità e valutazione degli asset. Di conseguenza, filoni sempre più consistenti della letteratura economica si sono orientati verso l'analisi dei suoi effetti negli ultimi anni.

Si analizza qui come il cambiamento climatico si manifesti nei mercati sotto forma di rischio climatico e come questo impatti il mercato dei combustibili fossili ed il mercato assicurativo; si cerca inoltre di determinare se tali mercati, presi come riferimento in quanto profondamente colpiti dal fenomeno, siano oggi in grado di prezzare correttamente il rischio climatico.

Capitolo 1: Il cambiamento climatico ed il rischio climatico nei mercati

1.1 Aspettative dei mercati riguardo al cambiamento climatico

Alcuni fra gli studi più recenti sono volti ad analizzare se ed in che misura i mercati capitalizzino le informazioni ormai ampiamente disponibili sul cambiamento climatico, motivati in particolare dalla disomogeneità dell'opinione pubblica rispetto a tale fenomeno: le convinzioni personali riguardo al cambiamento climatico variano infatti a seconda di località geografica, affiliazione politica, educazione e professione (Lieserowitz et al., 2016, citati in Schlenker e Taylor, 2019).

A tal proposito, Gilligan, Toner Raimi e Vandenberg (2014) sostengono che i maggiori dubitatori della veridicità del cambiamento climatico siano coloro che supportano il libero mercato; inoltre, il loro dubbio sarebbe alimentato dalla convinzione che i governi e gli scienziati da essi finanziati non prendano in considerazione dati contrastanti con il fenomeno. Poiché i mercati sono in grado di incorporare informazioni che spesso sfuggono alla conoscenza comune, e persino coloro che dubitano del consenso scientifico potrebbero trovarli credibili fonti d'informazione, determinare in che misura essi reagiscano al cambiamento climatico può essere di particolare importanza al fine di diffondere la consapevolezza riguardo al fenomeno. Ciò è particolarmente rilevante considerata la quasi unanimità della letteratura nell'affermare che il riscaldamento globale provocherà una moltitudine di effetti economici negativi (Dell, Jones, e Olken, 2014; Carleton e Hsiang., 2016; Bansal, Kiku e Ochoa, 2016; Burke e Emerick, 2015).

L'adattamento a variazioni permanenti potrebbe ridurre parte della sensibilità osservata in risposta a shock climatici imprevedibili, mentre la mitigazione preventiva del cambiamento climatico potrebbe efficacemente ridurre la frequenza di tali eventi estremi (Bowen et al., 2016); però, prima che gli agenti economici possano effettuare investimenti in tale direzione, è necessario che realizzino che il clima sta cambiando.

A tal proposito, Schlenker e Taylor (2019) misurano direttamente come gli agenti economici rispondano al cambiamento climatico analizzando i prezzi dei derivati climatici, strumenti finanziari indicizzati che impiegano la situazione metereologica rilevata in una certa stazione per creare un indice sulla base del quale può poi essere determinato un payout. Questi strumenti, scambiati sul Chicago Mercantile Exchange, permettono di "scommettere" su quanto le temperature saranno superiori o inferiori rispetto alla media mensile. Gli autori hanno analizzato la correlazione tra le aspettative dei mercati riguardo alla temperatura e le previsioni ottenute dai modelli climatici della NASA: i modelli matematici spiegano il 94% della varianza nei prezzi di mercato. Ciò implica che le aspettative dei mercati riguardo la temperatura hanno

seguito lo stesso trend delle previsioni climatiche per il periodo 2002-2018: tutti i dati anticipavano un significativo riscaldamento. Gli agenti economici con del denaro in gioco sembrano quindi basare le loro scelte quasi esclusivamente sui modelli climatici; non solo, sembra anche che essi non aggiornino i loro comportamenti sulla base del meteo rilevato l'anno precedente, ma che anticipino proattivamente un clima sempre più caldo.

Addoum, David e Ortiz-Bobea (2019), nello studio degli effetti di temperature estreme sui guadagni delle imprese, analizzano quanto efficienti siano gli investitori nel reagire agli shock termici trimestrali e nell'incorporarne le conseguenze nelle previsioni riguardo ai guadagni. Gli autori scoprono che, nella maggior parte delle industrie analizzate, gli analisti avevano già anticipato gli effetti sui guadagni degli shock termici; rilevantemente, in nessun caso le aspettative degli analisti riguardo ai reali effetti degli shock termici erano opposte ai risultati osservati. Ciò implica che essi sono consapevoli del segno delle conseguenze che certi fenomeni termici hanno sul rendimento, anche se può permanere una qualche incertezza sull'entità delle stesse.

Inoltre, i risultati suggeriscono che analisti ed investitori non siano particolarmente rapidi nel rispondere ad eventi termici estremi, indipendentemente da affiliazione politica, opinione della comunità locale riguardo al cambiamento climatico ed "esperienze climatiche" passate. In luce dei risultati precedentemente menzionati, è probabile che gli analisti vengano a conoscenza dei reali effetti degli shock termici sulla profittabilità delle imprese attraverso canali indiretti, quali ad esempio informazioni fornite dal management (Addoum, David e Ortiz-Bobea, 2018).

1.2 I mercati alimentari ed i mercati terrieri

Diverse indagini si sono concentrate sull'efficienza di due mercati in particolare, quello alimentare e quello terriero, nell'anticipare le conseguenze del cambiamento climatico. Si presume infatti che questi mercati, a causa della loro sensibilità climatica, siano particolarmente reattivi alle news sui fenomeni climatici.

Hong Weikai Li e Xu (2018), cercano di determinare se i prezzi azionari delle imprese alimentari stiano efficientemente prezzando i rischi associati alla siccità. La vulnerabilità dei processi produttivi ai disastri naturali può infatti intaccare profondamente i profitti delle imprese; ciò è particolarmente rilevante per l'industria alimentare, fra tutte la più dipendente dall'acqua (Hong, Weikai Li e Xu, 2018). Essa è quindi estremamente sensibile al rischio di siccità, destinata secondo la comunità scientifica a diventare sempre più frequente in certe aree geografiche. Gli autori svolgono tale indagine servendosi del Palmer Drought Severity Index, che sfrutta informazioni quali la temperatura ed il livello di umidità nel suolo per misurare

l'intensità della siccità, e stimano l'impatto differenziale dei trend relativi alla siccità sui mercati azionari, in un campione di 31 paesi. La loro analisi suggerisce che le informazioni circa il rischio climatico, in relazione ai disastri naturali, siano incorporate nei prezzi di mercato con significativo ritardo. La conclusione finale è che i mercati azionari siano inefficienti nel capitalizzare le informazioni riguardo alla siccità e che i prezzi azionari delle imprese alimentari non stiano reagendo adeguatamente al rischio climatico. Ciò è particolarmente rilevante poiché conferma le preoccupazioni delle autorità competenti, le quali stanno promuovendo sempre più la diffusione di informazioni da parte delle imprese circa la propria esposizione al rischio climatico. Tali autorità temono infatti che i mercati non abbiano abbastanza esperienza, relativamente a questi rischi, da prestare sufficiente attenzione e che, di conseguenza, non reagiscano in maniera adeguata, come poi effettivamente dimostrato. I risultati ottenuti indicano quindi la necessità di una più profonda esplorazione circa il reale valore delle informazioni sull'esposizione al rischio fornite dalle imprese agli investitori (Hong, Weikai Li e Xu, 2018).

È comunque sorprendente che i mercati siano così scarsamente recettivi riguardo alla siccità, considerata la magnitudo delle sue conseguenze sull'industria alimentare. A titolo d'esempio, si ricorda che nel 2018 la siccità estrema che ha colpito Argentina ed Uruguay ha avuto nefasti effetti sulle economie di entrambi i paesi. L'Argentina in particolare, terza esportatrice mondiale di mais e soia, è stata soggetta alla più severa siccità degli ultimi trent'anni; il Buenos Aires Grain Exchange ha quantificato perdite per 3,4 milioni di dollari, mentre i prezzi di mais e soia sono incrementati di più del 12% tra gennaio ed aprile (Andringa et al., 2018).

Prezzare correttamente questo rischio diventa perciò sempre più critico, in considerazione del fatto che siccità di tale portata diventeranno, come precedentemente menzionato, sempre più frequenti, al punto di minacciare l'offerta di cibo globale, specialmente se diversi paesi dovessero essere colpiti contemporaneamente (Lloyd, 2015).

Nell'ambito della valutazione dell'affidabilità del metodo Ricardiano nella determinazione del valore dei terreni, Costello, Deschenes e Severen (2016), prendono invece in considerazione i mercati dei terreni agricoli statunitensi e scoprono che essi sono già efficienti nel capitalizzare le aspettative riguardo al clima futuro. Inoltre, gli autori indagano se il valore dei terreni nelle regioni in cui è maggiormente diffusa la consapevolezza riguardo al cambiamento climatico rifletta il rischio climatico più consistentemente di quanto non avvenga altrove. I risultati da loro ottenuti mostrano che, effettivamente, il valore dei terreni nelle regioni appartenenti alla prima categoria è determinato dando maggiore peso alle previsioni riguardo al clima futuro piuttosto che a quello storicamente rilevato; ciò evidenzia l'interconnessione tra opinione pubblica rispetto al riscaldamento globale e reattività dei mercati a riguardo.

Infine, dall'analisi dei dati rilevati dagli autori emerge che sia cresciuta, nel corso del tempo, la quantità di informazioni sul cambiamento climatico incorporata dai mercati terreni nell'ambito della determinazione del prezzo dei terreni agricoli. Questi mercati in particolare sono quindi sempre più efficienti nel capitalizzare il rischio climatico.

Lo studio condotto da Kruger (2015) in proposito di rischio climatico e valutazione di terreni e proprietà ad esso soggette giunge invece a conclusioni differenti. Lamentando la scarsità di studi affini, Kruger prende in considerazione le proprietà immobiliari sull'estuario del fiume Swartvlei, nella costa sudafricana, particolarmente suscettibile al rischio d'innalzamento del livello del mare. Egli scopre che i valutatori immobiliari locali hanno una conoscenza molto generica del cambiamento climatico e dei suoi effetti e che sono quindi inconsapevoli della vulnerabilità delle proprietà considerate. Pertanto, essi fanno ancora riferimento all'andamento passato del mercato e non ritengono necessario incorporare nei loro metodi di valutazione il rischio d'inondazione. Sebbene questa inattenzione possa costituire un fenomeno localmente circoscritto, vale la pena sottolinearla data l'effettiva scarsità di indagini riguardo l'effetto del riscaldamento globale nella valutazione delle proprietà immobiliari, al fine di determinare se questo mercato si possa definire efficiente nel prezzare il rischio climatico. Ciò è particolarmente critico in considerazione del fatto che sono vastissime le aree costiere che diventeranno completamente inabitabili a causa del riscaldamento globale (IPCC, 2018).

1.3 Il valore a rischio climatico e gli effetti generali sui mercati finanziari

Un'ulteriore e più sviluppato filone della letteratura economica analizza l'effetto generale del cambiamento climatico sui mercati finanziari, sottolineando l'entità del valore a rischio che esso comporta.

Il "valore a rischio climatico" (VaR) quantifica la perdita complessiva subita da un portafoglio di asset lungo un certo orizzonte temporale, con una certa probabilità: si può quindi affermare che la stima del VaR possa essere interpretata come il danno potenziale dovuto a variazioni di prezzo di certi asset causate dal cambiamento climatico (Dietz et al., 2015). Il VaR climatico degli asset finanziari globali è oggi stimato per l'1,8% del loro valore, che equivale a 2,5 trilioni di dollari. L'incertezza, tuttavia, è alta: al novantanovesimo percentile della distribuzione, già il 19% degli asset è minacciato. Queste stime, se veritiere, dovrebbero determinare una sostanziale svalutazione nel valore fondamentale di numerosi asset finanziari (id.).

Partendo dal presupposto che, se si attende che la temperatura abbia effetti sulla crescita o sul rischio futuri, essa dovrebbe avere un impatto misurabile sulle valutazioni azionarie correnti, Bansal, Kiku e Ochoa (2016) stimano l'elasticità dei prezzi azionari alla temperatura. Gli autori

scoprono che la temperatura ha un effetto significativamente negativo sulle valutazioni azionarie, le quali diminuiscono del 5% in corrispondenza di un aumento di temperatura di 1°C; inoltre, l'elasticità alla temperatura è diventata più negativa nel corso del tempo, il che suggerisce che da quando la temperatura globale ha iniziato a crescere, il suo impatto economico si sia amplificato. In aggiunta, va sottolineato che questo impatto negativo sia principalmente dovuto a variazioni termiche permanenti, associate al riscaldamento globale.

Gli autori ipotizzano anche che gli asset maggiormente esposti al rischio termico dovrebbero portare un premio al rischio più alto di quelli meno sensibili: i risultati da essi ottenuti mostrano che i portafogli azionari hanno un'esposizione negativa alle variazioni termiche e che, effettivamente, le imprese con un premio al rischio maggiore sono proprio quelle più vulnerabili al rischio termico. Infine, la stima per il prezzo di mercato del rischio termico è significativamente negativa e, perciò, esso comporta un premio al rischio positivo nei mercati azionari.

Il rischio climatico rappresenta quindi una minaccia reale per i mercati: sebbene le conseguenze fisiche più significative del cambiamento climatico saranno probabilmente osservabili solo dalla seconda metà di questo secolo, i mercati finanziari potrebbero esserne affetti molto prima, a causa delle aspettative riguardo, delle normative in evoluzione e del cambiamento nei sentimenti di mercato (CISL, 2015). Gli attori dei mercati finanziari dovrebbero infatti reagire alle news sul cambiamento climatico, che possono riguardare eventi variegati quali cicloni, inondazioni e siccità, decisioni legislative o il successo o fallimento delle imprese. Questi sviluppi diventeranno sempre più significativi man mano che l'impatto del riscaldamento globale diventerà più consistente. Ciò influenzerà i mercati gradualmente in un primo momento e poi, potenzialmente, in maniera caotica mentre gli agenti economici cercheranno di disinvestire dagli asset a rischio (id.).

In linea di principio, l'impatto finanziario derivante da diversi gradi di esposizione al rischio può essere mitigato attraverso investimenti strategici in settori meno colpiti e dalla pianificazione di portafoglio; l'indagine in merito commissionata dal Cambridge Institute for Sustainable Leadership nel 2015, mostra però che circa metà di questo rischio sembra essere "non mitigabile", a causa delle ineliminabili componenti di rischio sistematico associate a diversi scenari climatici. Il cambiamento climatico deve quindi essere già preso in considerazione nelle valutazioni di portafoglio, anche se i suoi effetti fisici sono solo parzialmente osservabili.

Allen et al. (2015), in tal proposito, affermano che il cambiamento climatico costituisce rischio non diversificabile, e che dovrebbe essere prezzato in tutte le classi di asset, specialmente quelle a lungo termine quali i bond governativi. Secondo gli autori, data la potenziale gravità degli

effetti del riscaldamento globale sarebbe ragionevole assumere che limitazioni nell'accesso alle risorse ed asset stralciati possano intaccare le economie nazionali e, conseguentemente, la loro abilità di ripagare il debito. Tuttavia, anche se una quantità sempre crescente di banche ed investitori sta iniziando a prendere in considerazione riscaldamento globale e sostenibilità nella valutazione dei bond governativi, le esternalità associate al cambiamento climatico tendono a non essere esplicitamente incorporate nei modelli di rischio delle agenzie di rating, il che potrebbe condurre ad una determinazione sostanzialmente errata del valore di certi asset (Allen et al., 2015).

Che il rischio climatico non sia ristretto solo ad alcuni settori economici o aree geografiche è affermato anche da Covington e Thamotheram (2015), i quali sostengono che esso impatterà il valore di un'ampia varietà di asset, tra cui corporate bond, proprietà ed infrastrutture. Essi collaborano alla creazione di una letteratura relativa alla stima VaR climatico, concentrandosi sullo scenario -tra i più catastrofici- di un riscaldamento pari a 4°C. In tali circostanze, gli autori stimano che, nel 2030, il VaR di un portafoglio di investimento medio sarà pari al 5-20% del suo valore.

1.4 Cambiamento climatico e valutazione della sostenibilità

Se l'economia è robusta, gli investitori possono gestire il rischio climatico così come sono generalmente gestiti tutti gli altri tipi di rischio; al contrario, se il sistema economico non dovesse essere solido, non ci sono alternative realistiche alla riduzione delle emissioni per scongiurare ingenti perdite finanziarie.

A tal fine sarà necessario effettuare quella che può essere definita una "rapida transizione energetica", che permetta di ridurre le emissioni attraverso una combinazione di: miglioramento dell'efficienza energetica, uso di energie rinnovabili, tecnologie di sequestro e cattura del carbonio e passaggio da combustibili fossili a biocombustibili. Questo processo potrebbe avere l'importante beneficio collaterale di creare opportunità d'investimento in energia pulita, infrastrutture, miglioramento dell'efficienza nell'impiego delle risorse ed innovazione (Global Commission, 2014, citato in: Covington et al., 2015).

Una transazione energetica potrebbe quindi comportare un trasferimento di valore dalle imprese nel settore dei combustibili fossili e da quelli che ne fanno maggiormente uso verso imprese ecosostenibili ed energie rinnovabili. Ciò rappresenta un'opportunità dalla quale gli investitori possono trarre profitto. Conseguentemente, un certo numero di studi è stato effettuato per valutare in che misura i mercati penalizzino le emissioni e premino la sostenibilità, ed in che misura ciò rifletta la loro reattività nei confronti del cambiamento climatico.

È interessante notare che, sebbene la sostenibilità dal punto di vista sociale sia sempre stata premiata, per quanto riguarda la sfera ambientale le prime evidenze suggerivano una correlazione negativa con la performance finanziaria di un'impresa (Brammer, Brooks e Pavelin, 2006; Cheung, 2011; Lee e Faff, 2009). Ricerche più recenti mostrano invece che gli investitori penalizzano le imprese che non si impegnano nella mitigazione del cambiamento climatico (Moliterni, 2018; Baboukardos, 2017; Clarkson et al., 2015). Di conseguenza, si sottolinea come, sebbene all'inizio di questa decade l'impegno ambientale danneggiasse la performance finanziaria delle imprese e, conseguentemente, la loro valutazione di mercato, ora questo sembra essere preso positivamente in considerazione dai mercati capitali (Moliterni, 2018).

Al contrario, le imprese caratterizzate da emissioni molto alte stanno cominciando a preventivare i danni che misure volte ad incrementare la sostenibilità del sistema economico, quali ad esempio la tassazione delle emissioni, causeranno loro; tra queste ExxonMobil, Chevron, BP, Shell, American Electric Power e Duke Energy (Gilligan, Toner Raimi e Vandenberg, 2014).

Infine, è possibile affermare che la crescente attenzione dei mercati in merito al cambiamento climatico si possa anche evincere dalla crescita, in termini sia assoluti che relativi, degli investimenti sostenibili. Questi investimenti costituiscono una fetta considerevole del mercato non solo in Europa e in Australia, dove rappresentano circa il 50% degli asset gestiti professionalmente, ma anche negli Stati Uniti e in Canada, dove la loro quota di mercato varia dal 22 al 38% (Global Sustainable Investment Review, 2016).

La letteratura economica sin qui analizzata sottolinea l'entità dei vari effetti del cambiamento climatico su diversi mercati. È emerso che non sempre i mercati siano efficienti nell'anticipare e nel prendere in considerazione i possibili effetti del cambiamento climatico. Si è anche osservato che le conseguenze di questo fenomeno sulla stabilità finanziaria sono generalmente negative e che il rischio che una molteplicità di asset finanziari siano sostanzialmente svalutati non è del tutto mitigabile attraverso composizioni strategiche di portafoglio. Conseguentemente, diventa particolarmente rilevante che gli agenti economici prezzino correttamente il rischio climatico e che considerino questo fattore nelle proprie scelte d'investimento.

Per osservare più nello specifico come si manifestano il cambiamento climatico ed i rischi annessi, si analizza qui come essi impattino due mercati che ne sono colpiti profondamente, seppur in maniera differente: quello dei combustibili fossili e quello assicurativo.

Capitolo 2: Le componenti del rischio climatico

Innanzitutto, poiché il rischio climatico è variegato e presenta numerose sfaccettature, è bene definirlo in maniera più concreta.

Il rischio climatico è classificato come rischio sistemico, poiché colpisce tutte le categorie di asset in diversi modi. Esso è costituito da differenti componenti, le più importanti delle quali sono due: rischio di transizione e rischio fisico (Giuzio et al., 2019). Al fine di distinguerle, può essere utile considerare il seguente esempio: il clima può influenzare gli investitori attraverso due canali, quello informativo e quello strettamente collegato all'effettivo verificarsi degli eventi climatici, ossia quello diretto. Il canale informativo agisce tramite il cambiamento che gli individui implementano nel loro comportamento in base alle aspettative riguardo al clima: se un individuo si aspetta che piova, probabilmente comprerà un ombrello. Il canale diretto opera invece a livello prettamente fisico: se si vive in una zona piovosa, si dovrà affrontare la pioggia più spesso. Gli effetti di entrambi questi canali sono amplificati dal cambiamento climatico (Carleton et al., 2016).

Il rischio climatico può essere pertanto categorizzato come (1) rischio legato alla transizione verso un'economia caratterizzata da minori emissioni, collegato al canale informativo e (2) rischio legato all'impatto fisico del cambiamento climatico, collegato al canale diretto (TFCD, 2017). Sia il rischio fisico che il rischio di transizione possono avere molteplici effetti sui mercati finanziari. Si distinguono gli effetti primari, direttamente su imprese, famiglie, governi ed assicuratori, dagli effetti secondari, che agiscono sui portafogli degli attori dei mercati finanziari in termini di valutazione degli asset e liquidità (Southpole Group, 2016).

Capitolo 3: Il rischio di transizione ed i combustibili fossili

3.1 Unburnable Carbon

La consapevolezza dell'esistenza del rischio di transizione si è fatta più viva che mai a seguito dell'Accordo di Parigi (2015), nell'ambito del quale più di 200 paesi hanno concordato di mantenere l'incremento della temperatura globale al di sotto di 2°C rispetto ai livelli pre-industriali, e possibilmente entro 1,5°C. L'obiettivo di 2°C è stato fissato in quanto è quasi universalmente riconosciuto dalla comunità scientifica che i rischi di effetti enormemente dannosi, ad esempio il significativo ed irreversibile innalzamento del livello del mare, raggiungerebbero livelli inaccettabili in corrispondenza di temperature più alte (Carbon Tracker, 2013).

Perciò, risulta evidente come al fine di raggiungere questo obiettivo sia necessaria la transizione verso un sistema economico più sostenibile, la quale comporterebbe consistenti interventi legislativi, sia a livello tecnologico che di mercato. A seconda della natura, velocità ed entità di questi cambiamenti, il rischio di transizione può avere diverse conseguenze finanziarie e reputazionali per le organizzazioni (TFCD, 2017).

Uno dei settori sui quali il rischio di transizione ha conseguenze più significative è quello dei combustibili fossili, poiché per rimanere entro il target di 2°C, la maggior parte delle riserve conosciute diventeranno incombustibili, con implicazioni dirette sulle infrastrutture collegate. Le imprese che hanno a che fare con questo rischio sarebbero quindi soggette ad una sistematica sopravvalutazione, definita "bolla carbonica" (Carbon Tracker, 2013). Secondo stime recenti, queste stesse imprese potrebbero incorrere in una riduzione dei ricavi pari a \$25trn. È quindi verosimile il verificarsi di un effetto domino lungo l'intera catena del valore, comprendente trasporto, manifattura e produzione di energia (CISL, 2019).

Nello specifico, il "budget carbonico" disponibile fino al 2050, coerentemente con l'obiettivo di 2°C, si aggira intorno ai 900-1075 (rispettivamente, per un'80% e un 50% di probabilità di rimanere entro i 2°C di surriscaldamento) miliardi di tonnellate (Gt) di anidride carbonica, assumendo che le emissioni degli altri gas serra rimangano elevate. Questo budget corrisponde però a circa un terzo delle riserve conosciute di combustibili fossili, che ammontano complessivamente a 2860Gt di CO₂ (Carbon Tracker, 2013). McGlade ed Elkins (2015) giungono a risultati simili e affermano che, globalmente, un terzo delle riserve di petrolio, metà delle riserve di gas e più dell'80% delle riserve di carbone dovranno rimanere inutilizzate, fino al 2050, per rientrare nel target di 2°C.

Anche prefiggendosi un obiettivo meno ambizioso, quale un innalzamento della temperatura globale pari a 3°C, che già comporterebbe ulteriori e significative conseguenze economiche e sociali, i vincoli relativi all'impiego delle riserve di combustibili fossili rimangono estremamente stringenti (Carbon Tracker, 2013).

Le riserve delle imprese quotate appartenenti al settore dei combustibili fossili ammontano a circa 762 GtCO₂; questo valore è altamente inconsistente con l'ammontare delle riserve a loro effettiva disposizione che, nel rispetto degli obiettivi dell'Accordo di Parigi, corrisponde a 125-275GtCO₂. Questa discrepanza rappresenta quindi un considerevole rischio per gli investitori, che non sembrano aver realizzato che il 60-80% delle riserve quotate di carbone, petrolio e gas naturale è, di fatto, incombustibile (id.).

Al fine di minimizzare il rischio per investitori e risparmiatori, sarebbe quindi necessario dirottare il capitale dagli investimenti in combustibili fossili. Conversamente, l'analisi condotta da Carbon Tracker ha stimato che, nel solo corso del 2013, le 200 maggiori compagnie del settore hanno investito più di \$674 miliardi per trovare nuove fonti di combustibili e sviluppare metodi per estrarle, al fine di raddoppiare l'ammontare delle riserve quotate. Risulta altresì chiaro come questi investimenti rischino di perdere di valore.

La magnitudo di tale rischio si può afferrare considerando che le 200 compagnie sopracitate avevano un valore di mercato di \$4tr alla fine del 2012, ed un debito ammontante ad \$1,5trn; considerando uno scenario economico nel quale le emissioni saranno ridotte, è verosimile che la domanda di petrolio si riduca piuttosto rapidamente, data la disponibilità di tecnologie accessibili per migliorare l'efficienza dei trasporti. Ciò determinerebbe la continua riduzione del prezzo del petrolio, con una significativa ripercussione sul valore di mercato di queste imprese, che potrebbe ridursi del 40-60% (HSBC, 2013).

Nell'ambito delle stesse ipotesi, si osservi che la domanda globale di carbone deve diminuire a partire dal 2020; uno studio condotto nel 2012 da HSBC, volto ad analizzare i rischi da ciò derivanti sulle 4 maggiori compagnie estrattrici di carbone del Regno Unito, ha concluso che, sebbene la contrazione della domanda possa comportare la riduzione dei cash flow degli asset posseduti da queste imprese del 44%, i prezzi azionari si ridurrebbero solamente del 4-15%; ciò si verificherebbe poiché queste imprese sono estremamente diversificate.

Una risposta alla riduzione del prezzo delle commodity potrebbe consistere nella dilazione degli investimenti e nel congelamento degli asset vulnerabili (ad esempio, miniere e pozzi di estrazione), nella speranza che i prezzi si rialzino in futuro. In realtà, un più verosimile allontanamento permanente dall'impiego intensivo di combustibili fossili condurrebbe alla definitiva svalutazione di tali investimenti (Carbon Tracker, 2013).

Tuttavia, i prezzi azionari delle imprese oggetto degli studi sopracitati si basavano sul completo sfruttamento delle riserve quotate: le valutazioni non prendevano quindi in alcun modo in considerazione il rischio di transizione. Un'assunzione implicita era che le riserve quotate sarebbero state lavorate e vendute, e il capitale ottenuto in cambio utilizzato per rimpiazzarle. Questo modello di valutazione, basato sul Reserves Replacement Ratio (RRR), secondo la cui logica le imprese dovrebbero sostituire quanto prima le riserve di combustibili fossili impiegate nella produzione, non sarà più valido nel contesto di un sempre più stringente budget carbonico, divenendo una guida inadeguata per gli investitori (id.).

Più recentemente, il rischio di transizione ha iniziato ad essere considerato nella determinazione dei prezzi azionari delle imprese nel settore dei combustibili fossili.

Nel corso del 2015, a seguito della siglatura dell'Accordo di Parigi, numerosi fondi hanno iniziato a disinvestire dagli asset collegati ai combustibili fossili, mentre vari analisti ed agenzie di rating hanno suggerito di prestare attenzione agli investimenti in imprese "carbon-intensive". Infatti, entro la fine del 2015 più di 500 organizzazioni e 2000 individui nel mondo, per un valore di \$3,6trn, hanno scelto di disinvestire dai combustibili fossili, tra cui Bank of America, Crédit Agricole, Citibank, RBS ed Allianz (Sowerbutts, 2016). Sowerbutts (2016) ha quindi condotto un event study per quantificare la reazione dei prezzi azionari di varie imprese con diversi gradi di esposizione ai combustibili fossili, dall'energia rinnovabile all'estrazione di carbone, a particolari eventi in qualche modo legati al cambiamento climatico (come la siglatura dell'Accordo di Parigi). I risultati ottenuti suggeriscono che, sebbene questi prezzi si muovano nella direzione attesa, la variazione non sia statisticamente significativa.

Innanzitutto, in corrispondenza della stipula del Trattato di Parigi, diversi tipi di imprese hanno reagito diversamente: ad esempio, CVR Energy, una compagnia petrolifera, e Nordex, un'impresa produttrice di turbine eoliche, hanno manifestato reazioni diametralmente opposte. Mentre Nordex è stata soggetta ad un abnormal return (inteso come la differenza tra il rendimento effettivo ed il rendimento atteso del titolo) del +4%, CVR ha subito un -4%.

Nonostante entrambe queste variazioni fossero statisticamente significative, si è trattato di due casi insoliti: considerando altri eventi rilevanti dal punto di vista del rischio di transizione, sia il trend negativo per le compagnie petrolifere, che il trend positivo per quelle del settore dei rinnovabili non sono statisticamente significativi.

Ciò potrebbe essere parzialmente spiegato dal fatto che i mercati avessero già anticipato le conseguenze di questi eventi: era infatti plausibile che a seguito della Conferenza di Parigi un qualche tipo di accordo sarebbe stato siglato, nonostante permanesse incertezza sulla natura dello stesso. È anche possibile che gli investitori non percepiscano il Trattato come un evento

dalle conseguenze significative, considerato che non è giuridicamente vincolante (Sowerbutts, 2016).

Un'ulteriore spiegazione, più incoraggiante per la stabilità finanziaria, consiste nella possibilità che nessuno degli eventi considerati dall'autrice abbia spinto gli investitori ad apportare brusche variazioni al proprio portafoglio; ciò suggerisce che la transizione, qualora dovesse verificarsi, avverrebbe gradualmente. Gli investitori preoccupati dal possesso dei cosiddetti "high-carbon asset" potrebbero scegliere di disinvestire dai combustibili fossili nel corso di diversi anni piuttosto che liquidarli immediatamente basandosi su news specifiche (id.).

Diversi studi hanno però confermato la svalutazione di alcune imprese "carbon-intensive" in Europa (Koch e Bassen, 2013, citati in Southpole Group, 2016) ed in Australia (Chapple et al., 2013, citati in Southpole Group, 2016), mentre il costo del capitale per le stesse è cresciuto in Europa e negli USA (Koch e Bassen, 2013; Chen e Silva Gao, 2012, citati in Southpole Group, 2016).

Conclusioni contrastanti possono essere quindi evinte dalla letteratura. In alcuni casi, il rischio di transizione non ha alcun effetto sulla valutazione di mercato delle imprese, in altri esso conduce a riduzioni di prezzo.

3.2 Il disinvestimento dai combustibili fossili

Tuttavia, le iniziative di disinvestimento già precedentemente menzionate stanno diventando sempre più frequenti e significative.

Nel 2014 la famiglia Rockefeller, erede della fortuna creata da Standard Oil e in possesso di 860 milioni di dollari in asset, ha disinvestito dai combustibili fossili, che rappresentavano il 7% degli investimenti totali. La motivazione addotta da Stephen Heints, presidente del fondo Rockefeller, è stata che "John Rockefeller, fondatore di Standard Oil, ha portato l'America dall'olio di balena al petrolio. [...] se fosse vivo oggi, in quanto astuto uomo d'affari con un occhio verso il futuro, si allontanerebbe dai combustibili fossili per investire in energia pulita e rinnovabile." (Goldberg, 2014)

Nel 2015, un fondo norvegese da più di un trilione di dollari, in possesso dell'1,3% di tutte le imprese quotate al mondo, ha iniziato a vendere le quote delle compagnie che generavano più del 30% dei loro ricavi dal carbone, in quanto questo tipo di investimenti rappresenta un rischio sia climatico che economico (Reuters, 2017). Nel corso del 2017 la banca centrale norvegese, la quale gestisce il medesimo fondo -tra l'altro il più grande del mondo- ha annunciato di voler disinvestire anche da petrolio e gas naturale, per evitare di essere colpiti dal calo del prezzo del greggio. La richiesta, per la quale non era stata definita una scadenza, è stata presa in seria

considerazione da parte del governo norvegese; ciò è particolarmente rilevante considerata la notevole esposizione dello stato nei confronti dei combustibili fossili (Vaughan, 2017).

Questi esempi sono parte di un movimento più ampio, che coinvolge fondi pensionistici, compagnie di assicurazione, città, istituzioni religiose ed università.

Nel 2017 Nest, regime pensionistico istituito dal governo britannico, ha annunciato di voler disinvestire dai combustibili fossili per 130 milioni di sterline, rinunciando alle quote possedute in compagnie come Shell e Exxon Mobil, per proteggere i contribuenti dal rischio climatico (Jones, 2017).

L'Irlanda, a seguito dell'annuncio fatto durante l'estate del 2018, diventerà il primo stato al mondo a rinunciare ai combustibili fossili, disinvestendo da 150 compagnie per un valore di 300 milioni di euro; le imprese target di questo massivo disinvestimento sono quelle che generano più del 20% dei loro ricavi da esplorazione, estrazione o lavorazione dei combustibili fossili (Carrington, 2018).

La domanda più spinosa è se queste manovre di disinvestimento abbiano delle reali conseguenze sull'industria dei combustibili fossili; la risposta sembra essere che, sì, il rischio di transizione costituisce la sfida più ardua affrontata fin qui dal settore: nel 2016 Peabody, la più grande impresa nel carbone a livello globale, ha annunciato bancarotta, adducendo tra le motivazioni il movimento di disinvestimento; analisti di Goldman Sachs hanno affermato che il medesimo movimento è stato il driver principale del de-rating del 60% subito dal carbone negli ultimi 5 anni; nel 2018, Shell ha annunciato che il disinvestimento costituisce un "rischio materiale" per il proprio business (McKibben, 2018). Secondo Byrd e Cooperman, (2015), le strategie di disinvestimento hanno già determinato una minore valutazione di mercato delle compagnie che producono carbone.

3.3 S&P 500 Fossil Fuel Free Index

Al fine di osservare più analiticamente quanto sin qui discusso, si osservano alcuni dati relativi al S&P 500 Fossil Fuel Free Index, un indice azionario costituito da S&P Dow Jones Indices, divisione di S&P Dow Jones Global.

L'indice è appositamente realizzato per misurare la performance delle imprese contenute nell'S&P 500 che non possiedono riserve di combustibili fossili, definite come fonti tecnicamente ed economicamente sfruttabili di petrolio greggio, gas naturale e carbone. In proposito, si ricorda che S&P 500 è l'indice più significativo dell'intero mercato americano, in quanto rappresentativo dell'andamento di un paniere azionario formato dalle 500 aziende statunitensi a maggiore capitalizzazione (Wikipedia, 2018).

Il lancio dell'indice S&P 500 Fossil Fuel Free nel 2015 corrisponde alla crescente esigenza di rappresentare gli investitori che cercano di facilitare la transizione verso un sistema economico a ridotte emissioni tramite il finanziamento di progetti nell'ambito dei rinnovabili o la minimizzazione dell'esposizione ai combustibili fossili. Eliminare l'esposizione alle imprese che possiedono riserve di combustibili fossili può anche essere interpretata come un tentativo di copertura dal rischio climatico, in particolare da iniziative di natura regolativa e cambiamenti strutturali (Standard's & Poor, 2019a).

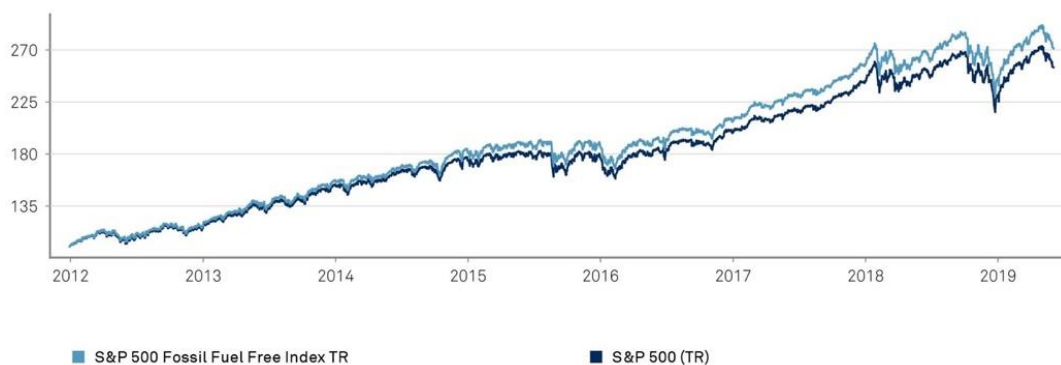
Il benchmark dell'indice è l'S&P 500, il che permette di valutare gli effettivi risultati ottenibili escludendo gli investimenti nei combustibili fossili, ed osservare quindi la tangibilità del rischio di transizione.

In primo luogo, è rilevante notare quali siano le caratteristiche ESG (Environmental Social and Governance), che permettono di valutare l'effettiva sostenibilità di un'impresa dal punto di vista ambientale e sociale, dei due indici a confronto; in particolare, S&P 500 Fossil Fuel Free ha un'intensità media di carbonio pari a 130,73 (tonnellate cube di CO2 per milione di dollari di ricavi) ed emissioni da riserve di combustibili fossili (tonnellate cube di CO2 per milione di dollari investiti) pari, naturalmente, a 0. Gli stessi dati per S&P 500 corrispondono, rispettivamente, a 252,7 e 752,08; ciò non dovrebbe risultare sorprendente considerato che uno dei dieci maggiori costituenti dell'indice è Exxon Mobil.

I dati relativi alla performance storica dei due indici sono disponibili a partire dal 2012. Come si può osservare dal grafico sottostante, S&P 500 Fossil Fuel Free è stato caratterizzato da performance migliori per tutto il periodo analizzato.

Historical Performance

* Data has been re-based at 100



fonte: Standard & Poor's, 2019a

Si osservi in particolare che il rendimento totale annualizzato dell'indice, negli ultimi 5 anni, è

stato del 10,54%, mentre quello del benchmark è stato del 9,66%. Una spiegazione per questa “outperformance” può essere il calo nel prezzo del petrolio verificatosi nel periodo 2014-2016, ma un’analisi dei rendimenti anno per anno permette di osservare che anche nel periodo 2012-2013, precedente al calo del prezzo del petrolio, il rendimento totale di S&P 500 Fossil Fuel Free sia stato superiore (15,44% contro 13,69% nel 2012, 33,51% contro 32,39% nel 2013), così come da quando il prezzo del greggio è tornato in crescita; anzi, il gap tra i due indici è sensibilmente aumentato dal 2016.

Prezzo del petrolio, 2010-2019



In primo luogo, questi dati mettono in discussione la credenza diffusa tra gli asset manager che il disinvestimento dai combustibili fossili nuoccia alla performance dei fondi d’investimento. Al contrario, essi mostrano che escludere i combustibili fossili dal proprio portafoglio non fa che migliorarne i rendimenti. I dati sono inoltre in linea con l’ipotesi che gli investimenti in combustibili fossili possano subire notevoli svalutazioni, divenendo asset “incagliati” e impattando i risultati delle imprese che li possiedono.

Si può quindi evincere da tale analisi che il rischio di transizione cominci a manifestare i propri effetti sulle dinamiche di mercato attraverso un’apparente correlazione tra performance ed esposizione alla cosiddetta “climate policy”. Ciò è di particolare rilevanza poiché costituisce un passo avanti verso la determinazione del prezzo del rischio di transizione, la quale ridurrebbe l’impatto di bruschi e improvvisi assestamenti, e perciò anche i costi legati alla transizione stessa, che avverrebbe in maniera più ordinata (Giuzio et al., 2019).

Il disinvestimento e l’esclusione dal proprio portafoglio delle imprese del settore dei combustibili fossili costituiscono quindi due esempi delle modalità con le quali gli investitori incorporano il rischio di transizione. Ciononostante, va notato che l’approccio dell’esclusione

ha un limite: il rischio di transizione non viene fattorizzato nella valutazione delle imprese non escluse (Southpole Group, 2016). Similmente, le strategie di disinvestimento non possono incorporare completamente il rischio di transizione poiché si concentrano sulle imprese del settore dei combustibili fossili, ma non considerano tutte le imprese che emettono gas serra (Covington e Thamotheram, 2014).

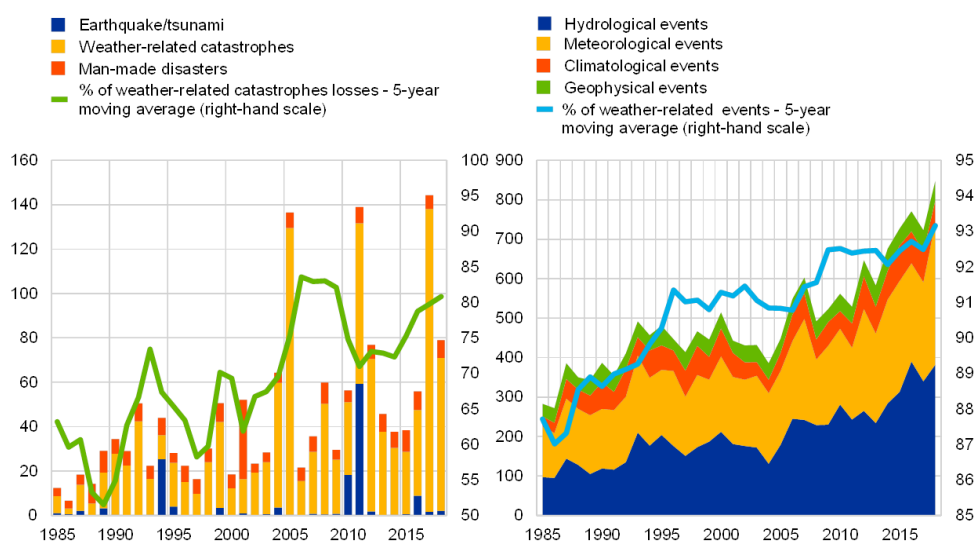
Si può infine affermare che nel caso del rischio di transizione i deficit informativi siano ampi, a causa di numerose incertezze, quali gli sviluppi futuri del cambiamento climatico e della politica economica adottata di conseguenza; pertanto, è probabile che i mercati siano inefficienti nell'incorporare completamente tale rischio (Hjort, 2016, citato in Southpole Group, 2016). Si osservi infatti che l'esposizione dei mercati nei confronti dei combustibili fossili è ancora notevole.

Resta comunque possibile che, come precedentemente affermato, gli investimenti nei combustibili fossili e negli asset collegati subiscano sostanziali svalutazioni. Gli investitori dovrebbero essere quindi portati a maggiore conoscenza di tale possibilità; essi dovrebbero essere inoltre più informati riguardo ai superiori rendimenti ottenibili escludendo i combustibili fossili dal proprio portafoglio. Diffondere maggiori informazioni sul rischio di transizione potrebbe quindi permettere agli investitori di allineare i propri portafogli agli obiettivi climatici, ammorbidendo l'aggiustamento dei prezzi e gli effetti della svalutazione (Baranova, Carsten e Noss, 2017).

Capitolo 4: Rischio fisico e mercato assicurativo

4.1 Conseguenze sul mercato assicurativo

Le conseguenze fisiche del cambiamento climatico, ad esempio eventi climatici estremi, possono costituire rischi diretti per i mercati finanziari sotto forma di perdite più alte e volatili per l'industria assicurativa e possibili rischi operativi, quali l'interruzione delle attività (Southpole Group, 2016). Il rischio fisico è quindi costituito dalla possibilità che particolari fenomeni climatici si verifichino con maggiore intensità e frequenza a causa del cambiamento climatico, con conseguenze economiche particolarmente rilevanti dal punto di vista dell'industria assicurativa. I contratti di assicurazione sono infatti particolarmente esposti ad una maggiore frequenza ed intensità di fenomeni meteorologici che danneggiano le proprietà o interrompono il commercio (Giuzio et al., 2019). A ciò vanno aggiunte anche variazioni graduali, sempre dovute al cambiamento climatico (ad esempio, un incremento cronico della temperatura), a cui i mercati finanziari e l'industria assicurativa possono però adattarsi relativamente meglio grazie alla maggiore prevedibilità (Standard & Poor's, 2014, citato in Southpole Group, 2016).



Catastrofi naturali in aumento: perdite assicurate dovute a catastrofi, USD (a sinistra) e numero di eventi dannosi (a destra)

fonte: Giuzio et al., 2019

Conseguentemente, l'industria assicurativa è in prima linea nella comprensione e nella determinazione del prezzo del rischio fisico, e osservandola si possono ottenere indizi riguardo a come esso impatterà più in generale i mercati capitali (Allen et al., 2015).

Inoltre, è interessante analizzare il rischio fisico dal punto di vista dell'industria assicurativa non solo perché essa è quella a pagarne le conseguenze principali, ma anche in considerazione

della sua rilevanza a livello macroeconomico: i servizi finanziari forniti dagli assicuratori sono infatti essenziali per supportare il trasferimento del rischio e l'efficiente allocazione del capitale, e quindi la più ampia attività economica (PRA, 2015).

In aggiunta, si osservi che riferendosi all'industria assicurativa si include anche quella della riassicurazione, la cui funzione principale è fornire copertura per i contratti di assicurazione tradizionali e quindi assicurare altre forme di assicurazione. Relativamente alla sfida costituita dal cambiamento climatico, la posizione della riassicurazione è particolarmente significativa: le informazioni riguardo a rischi ed opportunità sono in essa condensate; dalla loro posizione, al vertice del capitalismo globale, le compagnie di riassicurazione possono influenzare il modo in cui il resto del mondo considera il cambiamento climatico (Lehtonen, 2017). Inoltre, esse rendono anche possibile investire nel cambiamento climatico, diventando azionisti delle compagnie stesse, o investendo negli strumenti che emettono per distribuire il rischio (id.).

L'industria assicurativa ha a disposizione diverse strategie di adattamento in risposta al cambiamento climatico; l'efficacia delle stesse dipende però dal tipo di effetto con cui esso si manifesta.

Nel caso di maggiori e più variabili danni dovuti al cambiamento climatico, gli assicuratori primari possono innanzitutto alzare i premium assicurativi -misura facilitata dai contratti a breve termine tipici del settore-, incrementare il capitale di rischio e fare maggiormente ricorso alla riassicurazione. Strategie simili sono disponibili per i riassicuratori, i quali possono anche ricorrere "all'outsourcing" del rischio, attraverso le cosiddette Insurance Linked Securities (ILS) (Southpole Group, 2016).

Queste misure sono però valide solo se la variabilità e l'entità dei danni climatici mutano secondo un trend pluriennale, e quindi gli assicuratori possono fare affidamento su dati storici. Invece, se molteplici cataclismi dovessero verificarsi in rapida successione, le compagnie assicurative faticherebbero ad adattarsi (id.).

Nel complesso, il cambiamento climatico può comportare per l'industria assicurativa le seguenti conseguenze.

- **Inassicurabilità dovuta ad eccessiva incertezza**

Alcuni danni (ad esempio, quelli sugli edifici) potrebbero non essere più coperti dagli assicuratori a causa del rischio molto alto o della grande incertezza riguardo alle possibili perdite (id.). Un'altra possibilità è che essi smettano completamente di assicurare certe aree (ad esempio, le aree costiere che saranno più soggette ad inondazioni a causa dell'innalzamento del livello del mare).

Poiché gli assicuratori non operano nell'ambito del libero mercato, essi potrebbero subire dei vincoli per quanto riguarda l'adattamento dei premium: regolazioni di prezzo potrebbero impedir loro di innalzarli fino ad incorporarvi il rischio climatico; di conseguenza, essi non avrebbero alcun incentivo a restare in un business non più profittevole (Allen et al., 2015).

- **Perdita di clienti a causa dei premium in crescita**

Considerando il caso in cui nessun vincolo stringente sia posto sull'innalzamento dei premi: se i danni dovuti ad incendi, allagamenti, o tempeste crescessero come previsto dai modelli climatici, gli assicuratori, per rimanere in affari, sarebbero obbligati ad incrementare i premium di conseguenza (Neslen, 2019). I premium sono infatti il principale strumento di adattamento per l'industria, grazie alla durata tendenzialmente breve dei contratti (solitamente un anno): ogni volta che si verificano eventi climatici più costosi del previsto, è possibile fattorizzare l'incremento del rischio nei premium per l'anno successivo (PRA, 2015). Tuttavia, va valutato quanto un solo anno attraversato da numerose catastrofi pesi su i dati storici tendenzialmente considerati dagli assicuratori nella determinazione dei premi (Southpole Group, 2016)

Ad ogni modo, qualora i premium dovessero crescere eccessivamente è possibile che meno persone decidano di sottoscrivere contratti assicurativi (PRA, 2015). A tal proposito, Allen et al. (2015) sostengono che se le compagnie assicurative adeguassero i propri premi al rischio climatico si verificherebbe la seguente reazione a catena: date le implicazioni politiche del cambiamento climatico, in alcuni stati (es: USA) i detentori di polizze farebbero pressioni sullo Stato o cercherebbero di rivolgersi ad altri assicuratori; interventi regolativi impedirebbero agli assicuratori di incrementare eccessivamente i premium; a seguito di tali circostanze, gli azionisti delle compagnie in questione potrebbero rivalutare la rischiosità del proprio investimento. Nel breve termine, la performance azionaria delle compagnie assicurative peggiorerebbe mentre gli investitori vendono le azioni possedute.

Anche Mills (2005) sostiene che gli assicuratori abbiano a disposizione metodi "tradizionali", quali incremento dei premium e riduzione dei limiti contrattuali, per rispondere al cambiamento climatico. Egli sostiene che queste misure porterebbero ad una diminuzione della disponibilità a pagare e della diffusione di copertura assicurativa. Legget (1993, citato in Hazime, 2017) afferma invece che il problema nell'adattamento dei premium sia che determinare il prezzo del rischio climatico sia particolarmente complesso, soprattutto poiché a causa della rapidità del cambiamento climatico non è

più possibile fare affidamento sui trend climatici passati, pratica che costituisce la prassi nell'industria assicurativa.

- **Default nei pagamenti e bancarotta**

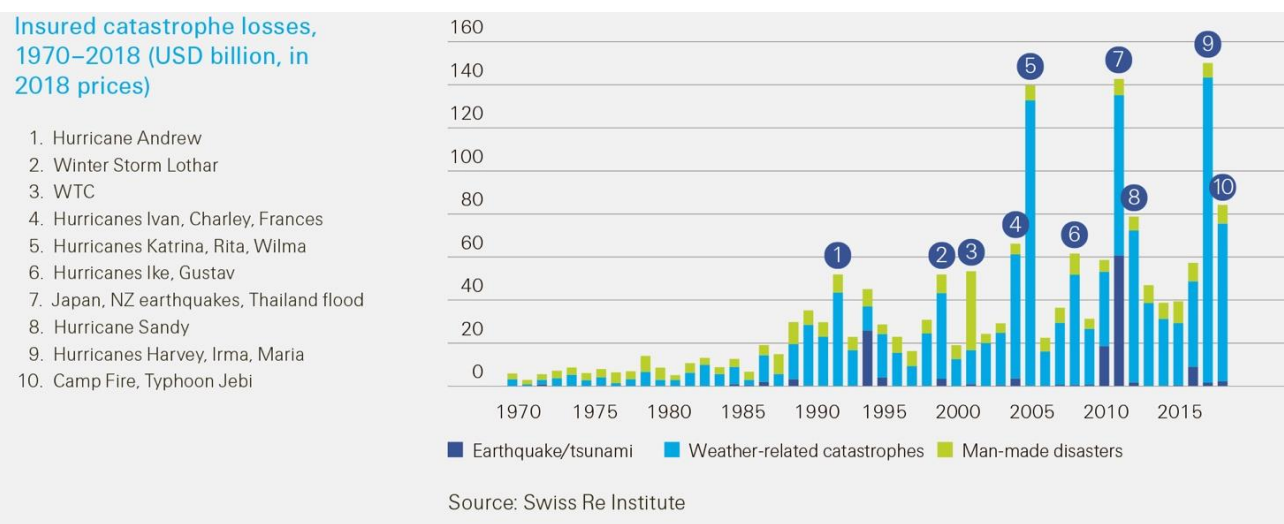
Nell'eventualità di eventi estremi, alcune compagnie potrebbero faticare a rispondere delle proprie obbligazioni; questo è quello che è accaduto nel 1992 a seguito dell'uragano Andrew negli USA (id.).

Il rischio di default potrebbe essere incrementato dalla concentrazione di proprietà ed attività economiche in zone a rischio climatico: il verificarsi di eventi catastrofici in tali zone comporterebbe il rischio di perdite correlate, che hanno il potenziale di mandare in bancarotta alcune compagnie di assicurazione (Kunreuther et al., 2013).

Vale inoltre la pena notare una possibile conseguenza di questa circostanza: se per rimborsare le polizze le compagnie assicurative dovessero essere costrette a liquidare rapidamente i propri investimenti in seguito ad un qualche cataclisma, potrebbero verificarsi degli effetti sulla stabilità dei mercati finanziari. Tale liquidazione di massa potrebbe infatti spingere i prezzi degli asset al ribasso ed influenzare gli stati patrimoniali di banche e altre istituzioni finanziarie (Batten et al., 2016, citato in Southpole Group, 2016).

Il cambiamento climatico ha quindi il potenziale di influire notevolmente sulla performance dell'industria assicurativa. Negli ultimi anni, tale possibilità è diventata più concreta che mai: il numero di eventi climatici dannosi è triplicato rispetto agli anni '80, mentre le perdite annue assicurate (corrette per l'inflazione) da essi causate sono passate da circa 10 miliardi di dollari a più di 50 miliardi nel corso dell'ultima decade. I driver di tale fenomeno sono complessi: sicuramente l'espansione dell'industria assicurativa gioca il suo ruolo, ma ci sono evidenze che anche il cambiamento climatico stia avendo un impatto (PRA, 2015).

Le catastrofi naturali hanno causato perdite totali assicurate pari a 219 miliardi di dollari per il periodo 2017-2018, il valore più alto mai registrato per un biennio; il precedente periodo più costoso era stato quello del 2011-2012, con danni per 207 miliardi (SwissRe Institute, 2019). Nel solo 2018, le perdite sono state pari a 85 miliardi, portando il 2018 al quarto posto nella classifica dell'anno più catastrofico per l'industria assicurativa. Da notare, comunque, che le prime tre posizioni sono occupate da 2017, 2011 e 2005 (id.). Ciò si può considerare indicativo del fatto che l'industria assicurativa sia destinata a sopportare sempre di più il peso del cambiamento climatico.



Il totale per il 2018 è stato comunque ben al di sotto dei picchi registrati nel 2017, 2011 e 2005, il che rifletta l’assenza di mega eventi catastrofici. Ciononostante, esso è stato così alto a causa dei cosiddetti “eventi secondari”, fenomeni di maggiore frequenza e taglia ridotta rispetto alle catastrofi, o dirette conseguenze delle stesse (ad esempio, un’alluvione a seguito di un uragano). Più del 60% dei danni assicurati subiti nel 2018 erano dovuti a tali eventi secondari (come l’incendio in California, che ha causato danni per \$12 miliardi). Si prevede che anche questo tipo di eventi sia in aumento a causa del cambiamento climatico (id.).

Ciò è particolarmente rilevante poiché l’industria assicurativa dipende grandemente da sofisticati modelli che calcolano la significatività delle perdite dovute a pericoli primari come uragani o terremoti, ma gli eventi secondari non sono inclusi nelle stime dei danni, il che potrebbe avere significative conseguenze sulla profittabilità del settore nel lungo termine (id.).

L’entità di questi danni comincia a far sentire il suo peso sui bilanci delle compagnie di assicurazione. Si consideri infatti il caso di SwissRe, uno dei top player nell’industria assicurativa e riassicurativa a livello globale. Nel 2017 il gruppo ha registrato un utile di 331 milioni di dollari, un calo enorme rispetto ai 3,6 miliardi del 2016. Similmente, nel 2018 il bilancio si è chiuso con un utile di 421 milioni, un valore decisamente inferiore alla media del periodo 2012-2016 (Swiss Re, 2018; Swiss Re, 2019).

Tuttavia, l’industria assicurativa è ben capitalizzata per supportare queste perdite: la stima della capitalizzazione totale dell’industria (esclusa quella dell’assicurazione sulla vita) era di più di due trilioni di dollari alla fine del 2018. Infatti, le compagnie assicurative non solo stanno compiendo le misure di adattamento del caso, ma hanno un capitale di rischio che va ben oltre il minimo necessario (Southpole Group, 2016).

Le compagnie assicurative dispongono inoltre di varie strategie per gestire la propria esposizione alle catastrofi climatiche e mantenerla in linea con il proprio appetito per il rischio. Tra queste, sicuramente, la diversificazione di portafoglio: assicurando diversi tipi di rischio, dispersi tra diverse aree geografiche, prodotti e pericoli, è possibile comprimere la probabilità che si verifichino grosse perdite contemporanee per il proprio portafoglio di business (PRA, 2015).

Un'altra possibile strategia è il trasferimento del rischio. Per gli assicuratori, questa si attua attraverso il ricorso alla riassicurazione. Per i riassicuratori, ciò avviene principalmente tramite la creazione di ibridi tra strumenti finanziari ed assicurativi, che garantiscono l'accesso diretto ai mercati capitali, le cosiddette Insurance Linked Securities (ILS) (Hazime, 2017).

4.2 ILS e CAT bond

Le ILS sono sostanzialmente strumenti finanziari il cui valore è influenzato dal verificarsi di eventi che comportano danni assicurati; essi permettono ai riassicuratori di distribuire il rischio e raccogliere capitale. Le principali ILS sono i CAT bond (id.).

I CAT bond, nati nel 1990, sono obbligazioni generalmente emesse dalle maggiori compagnie di riassicurazione per condividere con il mercato il rischio che si verifichi una catastrofe naturale, di durata solitamente compresa fra i 2 e i 4 anni (Galbiati, 2017). Essi hanno un rating BB o B ed appartengono perciò al segmento di investimenti con rischio e rendimento superiori (Southpole Group, 2016).

Michel-Kerjana e Morlaye (2008) descrivono il loro funzionamento nel seguente modo: si consideri un riassicuratore, SafeCompany, che voglia coprire parte della sua esposizione al rischio climatico. A tal fine, crea una compagnia, BigCat, il cui unico scopo è fornire copertura a SafeCompany; BigCat si può definire un "SPI" (special purpose insurer) o un "SPV" (special purpose vehicle). Alla sottoscrizione del contratto, SafeCompany paga un premium a BigCat, in cambio della copertura fornita tramite le security emesse. BigCat emette infatti i bond e riceve del capitale. Questo capitale è a seguito depositato in un fondo di garanzia, ed allocato in investimenti dal rating elevato.

La cedola che il bond paga agli investitori è costituita dagli interessi che BigCat riceve dal fondo di garanzia e dai premium pagati da SafeCompany, lo sponsor. Se non si verifica alcun evento che innesca il pagamento da BigCat a SafeCompany, BigCat ricompensa gli investitori alla scadenza del bond. Se invece le perdite subite da SafeCompany rispondono a delle determinate caratteristiche, la cedola pagata dal bond, il capitale, o entrambi, sono forniti a

SafeCompany per permetterle di rimborsare le polizze.

Il pagamento da BigCat a SafeCompany si attiva quindi a seguito del verificarsi di un “evento innesco”; questo innesco può essere strutturato in vario modo: può essere collegato alle perdite subite da SafeCompany, a quelle subite dall’intera industria assicurativa, o al verificarsi di un evento climatico che abbia determinate caratteristiche fisiche (Artemis, 2019).

Quello dei CAT bond è un mercato in grande crescita: le emissioni totali nel 2018 sono state pari a \$9,7 miliardi, rendendo il volume emesso secondo solo a quello del 2017, nel quale le emissioni hanno raggiunto i \$10,5 miliardi (Swiss Re Institute, 2019). L’offerta ha tenuto il passo con la domanda, e molti osservatori si aspettano che questa crescita continui, poiché la necessità di sottoscrivere assicurazione sarà sempre maggiore a causa del cambiamento climatico (Chappatta, 2018)

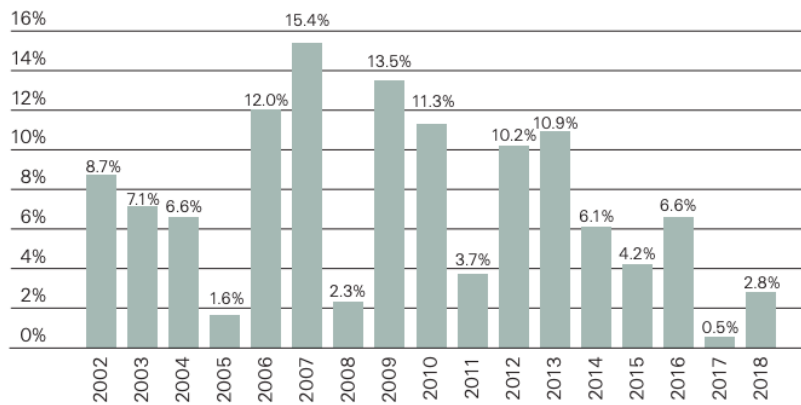
I principali sottoscrittori di tali strumenti finanziari sono investitori istituzionali, quali fondi d’investimento, fondi pensione, società di private banking e in genere soggetti che gestiscono patrimoni (Galviati, 2017).

I CAT bond sono particolarmente apprezzati dagli investitori per le opportunità di diversificazione che offrono, poiché per la loro stessa natura sono decorellati dall’andamento del ciclo economico: la possibilità che il fallimento di Lehman Brothers si verifichi contemporaneamente alla distruzione di Pompei dovuta ad un’eruzione del Vesuvio è infatti statisticamente molto bassa (Marro, 2018).

Ciononostante, poiché il cambiamento climatico sta costando caro alle compagnie di riassicurazione che li emettono, risulta naturale chiedersi come il rendimento dei CAT bond sia da esso influenzato.

4.3 SwissRe Global Cat Bond Total Return Index

Al fine di osservare l’impatto delle sempre più frequenti catastrofi climatiche sui CAT bond, è possibile osservare la performance dello Swiss Re Global Cat Bond Total Return Index, il quale tiene traccia della performance di tutti i CAT bond emessi e costituisce, di conseguenza, una buona rappresentazione del settore.



Source: Swiss Re Capital Markets, as of December 31, 2018

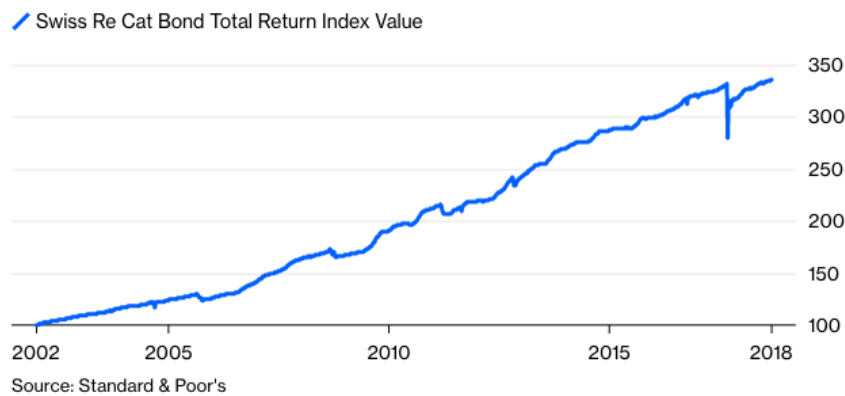
Innanzitutto, si osservi che nonostante il biennio 2017-2018 sia stato, come precedentemente affermato, attraversato da numerose catastrofi e quindi enormemente costoso per il settore assicurativo, l'indice ha concluso entrambi gli anni in positivo. Non solo, i CAT bond non hanno avuto un rendimento negativo da quando l'indice è stato costituito.

Inoltre, nel 2018 i rendimenti totali dei CAT bond hanno distintamente superato altre classi di asset: si consideri ad esempio l'indice S&P 500, che ha chiuso con un -4,38% (Standard & Poor's, 2019b).

In effetti, l'indice ha triplicato il proprio valore negli ultimi 15 anni, balzando del 50% tra il 2011 e il 2016 e "risultando uno degli strumenti più performanti, superando addirittura il mercato azionario globale" (Galbiati, 2017) nel corso dello stesso periodo.

Ciononostante, la performance rimane in qualche misura correlata con le catastrofi naturali: nel 2017, anno che ha visto il susseguirsi degli uragani Harvey, Irma e Maria, l'indice ha subito un crollo di 16 punti percentuali nel corso di una sola settimana, evento assolutamente nuovo nella sua storia, considerato che i ribassi non avevano mai superato i 6 punti (id.). Sarebbero quindi 18 i CAT bond a rischio di default a seguito di tali circostanze, almeno cinque dei quali subirebbero una perdita del 100% del capitale per gli investitori (Standard & Poor's, 2018). In realtà, quasi tutti i CAT bond sono arrivati a scadenza dal 1990; quelli più sfortunati, sono stati colpiti da eventi come l'Uragano Katrina del 2005 o il disastro di Fukushima del 2011 (Marro, 2018).

In soli 12 mesi, infatti, l'indice ha recuperato un notevole 20%, e a settembre 2018 aveva già guadagnato un 4,3% (Chappatta, 2018).



Perciò, nonostante la performance dei CAT bond correli con il verificarsi di eventi catastrofici, essi sembrano rimanere strumenti piuttosto resistenti al cambiamento climatico. In primo luogo, ciò è dovuto alle già menzionate opportunità di diversificazione offerte agli investitori. Inoltre, la diversificazione è importante all'interno degli strumenti stessi: il rendimento di un portafoglio ben diversificato di CAT, che coprono una serie di rischi indipendenti, è infatti mediamente più alto rispetto alle perdite attese dei bond sottostanti (Marro, 2018).

Infine, essi assicurano rischi molto specifici: dovesse presentarsi un uragano forza 5, un CAT bond potrebbe coprire i danni causati dal vento, ma non quelli dovuti all'allagamento (Chappatta, 2018).

Il rischio fisico non ha quindi avuto effetti particolarmente concreti, sino ad ora, su questo mercato di riferimento, il che rende difficile determinare che ruolo i CAT bond giochino nella determinazione del prezzo del rischio fisico. Ciò è anche imputabile al fatto che la crescita del loro mercato non dipenda solamente da un incremento nel rischio climatico: la politica generale sui tassi d'interesse, la domanda aggregata di riassicurazione e lo sviluppo di strumenti concorrenti (come i derivati climatici) giocano un ruolo preponderante. Anche se i CAT bond aiutano l'industria assicurativa a gestire il rischio fisico, essi costituiscono solo una possibilità tra la varietà di strumenti disponibili (Southpole Group, 2016).

Tuttavia, è difficile prevedere con certezza quali saranno gli sviluppi futuri: sebbene sia probabile che la crescita del mercato continui, non si può escludere che l'intensificarsi di disastri climatici come quelli del 2005, 2011 o 2017, incrementi il rischio di default dei bond. Ciò potrebbe avere conseguenze significative sia per gli investitori che per le compagnie che li emettono, rendendo la precisa fattorizzazione del rischio climatico più importante anche per questi strumenti.

Conclusioni

In conclusione, le conseguenze del cambiamento climatico si manifestano nei mercati sotto forma di incremento del rischio climatico, ovvero rischio fisico e rischio di transizione; si è pertanto cercato di determinare se i mercati siano oggi in grado di apprezzare correttamente tale rischio.

Come premessa, si osserva che l'incorporazione del rischio di transizione potrebbe essere più rilevante di quella del rischio fisico, in considerazione degli orizzonti temporali coinvolti: nel breve termine, è più probabile che siano introdotte restrizioni sulle emissioni piuttosto che il numero di uragani incrementi esponenzialmente. Ciononostante, i due rischi diventeranno ugualmente importanti man mano che crescerà l'interdipendenza globale dei mercati finanziari (Southpole Group, 2016).

Il rischio di transizione è estremamente dipendente dalle aspettative dei mercati rispetto alle future restrizioni sulle emissioni. Assumendo che buona parte dei combustibili fossili diventi effettivamente inutilizzabile nel prossimo futuro, si può affermare che i mercati stiano cominciando a apprezzare il rischio di transizione, come si è potuto osservare attraverso i massicci movimenti di disinvestimento e la superiore performance che si può ottenere escludendo questi ultimi dal proprio portafoglio. Tuttavia, l'esposizione rispetto ai combustibili fossili rimane significativa, considerata la capitalizzazione di mercato di compagnie come Shell, Exxon, BP... ciò conduce alla conclusione che i mercati stiano ancora sottostimando il rischio di transizione. Si osserva però che questa inefficienza sarebbe automaticamente eliminata qualora nessuna misura volta alla riduzione delle emissioni fosse effettivamente implementata, poiché in tale circostanza i combustibili fossili non rischierebbero di incorrere in alcuna svalutazione.

L'incorporazione del rischio fisico, invece, difficilmente si verifica al di fuori del mercato assicurativo, a causa della complessità di previsione e del fatto che i suoi effetti non siano ancora stati colossali (id.). Gli assicuratori apprezzano questo rischio adattando i premium e le riserve tecniche, ma nel fare ciò rischiano di sottostimarli, poiché i dati storici su cui fanno tradizionalmente affidamento potrebbero essere dei non più validi indicatori. Un rimedio è costituito dall'outsourcing del rischio attraverso strumenti come i CAT bond, il cui mercato è cresciuto intensamente negli ultimi anni. Ci si chiede quindi che ruolo essi giochino nel apprezzare il rischio fisico.

In realtà, pare che il boom del loro mercato sia maggiormente imputabile ad altri fattori, piuttosto che ad un incremento del rischio climatico. Cionondimeno, il fatto che il rendimento di questi strumenti rimanga correlato con il verificarsi di cataclismi indica che essi possano contribuire alla determinazione del prezzo del rischio fisico.

Finora la loro performance è stata solo parzialmente intaccata dall'incremento del rischio climatico, il che suggerisce che gli strumenti lo stiano sottostimando; si ricorda infatti che sebbene negli anni attraversati da maggiori catastrofi il rendimento sia diminuito, esso è comunque rimasto positivo: fenomeni che sono costati così cari alle compagnie assicurative non hanno avuto quindi significativi effetti sulla performance di questi strumenti.

Una spiegazione è costituita dal fatto che il rischio fisico non sia ancora cresciuto esponenzialmente, e che sia particolarmente difficile da calcolare a causa dell'incertezza riguardo al futuro scenario climatico. Qualora nei prossimi anni il numero di catastrofi climatiche crescesse così intensamente da aumentare sensibilmente il rischio di default dei bond, è verosimile che tale rischio sarebbe maggiormente incorporato nel prezzo di emissione e nella performance degli strumenti.

In conclusione, i mercati presi come riferimento in questa analisi sembrano stare ancora sottostimando le possibili conseguenze del cambiamento climatico, ossia l'incremento del rischio climatico. Questo evidenzia la necessità di fornire maggiori informazioni agli investitori circa tale rischio, al fine di evitare bruschi aggiustamenti nei mercati finanziari e di incentivare gli investimenti in mitigazione ed adattamento rispetto al cambiamento climatico.

Bibliografia

1. Addoum, J., David, N., Ortiz-Bobea, A., 2019. Temperature Shocks and Earning News. *Review of Financial Studies*.
2. Allen, M., Crawford, K., Théot, J., Toscani, L., 2015. *Climate Change and Capital Markets*. Stanford MSx Program. Stanford Graduate School of Business.
3. Baboukardos, D., 2017. *Market valuation of greenhouse gas emissions under a mandatory reporting regime: evidence from the UK*. Essex Business School. University of Essex.
4. Bansal, R., Kiku, D., Ochoa, M., 2016. *Climate Change and Growth Risks*. NBER Working Paper No. 23009. National Bureau of Economic Research.
5. Bowen, A., Dietz, S., Dixon, C., Gradwell, P., 2016. *Climate Value at Risk of global financial assets*. Nature Climate Change.
6. Brammer, S., Brooks, C., Pavelin, S., 2006. Corporate Social Performance and Stock Returns: UK Evidence from Disaggregate Measures. *Financial Management*. 35(3), 97–116.
7. Burke, M., Emerick, K., 2016. Adaptation to Climate Change: Evidence from US Agriculture. *American Economic Journal: Economic Policy*. 8(3), 106–140.
8. Byrd, J., Cooperman, E. (2015). Carbon bubble & divestment trouble: Investor reactions, an analysis. *Journal of Environmental Investing*. 6 (1), 75-88.
9. Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL), 2015. *Unhedgeable risk: How climate change sentiment impacts investment*. UK: the Cambridge Institute for Sustainability Leadership.
10. Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL), 2019. *Transition risk framework: Managing the impacts of the low carbon transition on infrastructure investments*. UK: the Cambridge Institute for Sustainability Leadership.
11. Carbon Tracker & The Grantham Research Institute, LSE, 2013. *Unburnable Carbon 2013: Wasted capital and stranded assets*.
12. Carleton, T., Hsiang, S., 2016. Social and economic impacts of climate. *Science*. 353(6304), 1-15.
13. Cheung, A., 2011. Do Stock Investors Value Corporate Sustainability? Evidence from an Event Study. *Journal of Business Ethics*. 99(2), 145-165.
14. Clarkson, P., Li, Y., Pinnuck, M., Richardon, G., 2014. The Valuation Relevance of Greenhouse Gas Emissions under the European Union Carbon Emissions Trading Scheme. *European Accounting Review*. 24(3), 552-580.

15. Costello, C., Deschenes, O., Severen, C., 2016. *A Forward Looking Ricardian Approach: Do Land Markets Capitalize Climate Change Forecasts?* NBER Working Paper No. 22413. National Bureau of Economic Research.
16. Covington, H., Thamotheram, R., 2015. *The Case for Forceful Stewardship (Part 1): The Financial Risk from Global Warming*. Disponibile su https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2551478 [data di accesso: 15/05/2019].
17. Dell, M., Jones, B., Olken, B., 2014. What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature. *Journal of Economic Literature*. 52(3), 740-798.
18. Elkins, P., McGlade, C., 2015. The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C. *Nature*. 517, 187-190.
19. Faff, R., Lee, D., 2009. Corporate Sustainability and Idiosyncratic Risk: A Global Perspective. *The Financial Review*. 44(2), 213-237.
20. *Food System Shock – The insurance impacts of acute disruption to global food supply*. 2015. Lloyd's Emerging Risk Report.
21. Gilligan, J., Toner Raimi, K., Vandenberg, M., 2014. Energy and Climate Change: A Climate Prediction Market. *UCLA Law Review*. 61, 1964-2016.
22. GISTEMP Team, 2019. GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP) [online] NASA Goddard Institute for Space Studies. Disponibile su <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/> [data di accesso: 14/06/2019]
23. Giuzio, M. et al., 2019. *Climate Change and financial stability*. Financial Stability Review May 2019. European Central Bank.
24. Global Sustainable Investment Alliance, 2016. *Global Sustainable Investment Review*.
25. Hazime, N., 2017. *The Financialization of Environmental Risks through Catastrophes Bonds: A Spatial-Temporal Evaluation*. Thesis. Master of Environmental Studies in Sustainability Management. University of Waterloo.
26. Hong, H., Weikai Li, F., Xu, J., 2019. Climate risks and market efficiency. *Journal of Econometrics*. 208(1), 265-281.
27. HSBC Global Research, 2012. *Coal and carbon – Stranded assets: assessing the risk*.
28. HSBC Global Research, 2013. *Oil & carbon revisited - Value at risk from 'unburnable' reserves*.
29. Hsiang, S., Kopp, R., 2018. An Economist's Guide to Climate Change Science. *Journal of Economic Perspectives*. 32(4), 3-32.
30. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018. *Global Warming of 1.5°C*.

31. Kruger, A., 2015. *The influence of climate change on the market value of coastal residential property in South Africa*. Department of Finance and Investment Management. University of Johannesburg.
32. Kunreuther, H., Michel-Kerjan, E., Ranger, N., 2013. Insuring future climate catastrophes. *Climate Change*. 118(2), 339-354.
33. Lehtonen, T., 2017. Objectifying Climate Change: Weather-Related Catastrophes as Risks and Opportunities for Reinsurance. *Political Theory*. 45(1), 32-51.
34. Michel-Kerjan, E., Morlaye, F., 2008. Extreme Events, Global Warming, and Insurance-Linked Securities: How to Trigger the “Tipping Point”. *The Geneva Papers*. 33, 153-176.
35. Mills, E., 2005. Insurance in a Climate of Change. *Science*. 309(5737), 1040-1044.
36. Moliterni, F., 2018. *Do Global Financial Markets Capitalise Sustainability? Evidence of a Quick Reversal*. Fondazione Eni Enrico Mattei.
37. Prudential Regulation Authority (PRA), 2015. *The impact of climate change on the UK insurance sector*.
38. Schlenker, W., Taylor, C., 2019. *Market Expectations About Climate Change*. NBER Working Paper No. 25554. National Bureau of Economic Research.
39. Southpole Group, 2016. *Final report – Potential Impact of Climate Change on Financial Market Stability*.
40. Standard & Poor’s, S&P Dow Jones Indices LLC, 2019b. *S&P 500*. Disponibile su <https://eu.spindices.com/indices/equity/sp-500> [data di accesso: 31/05/2019].
41. Standard & Poor’s, S&P Global Ratings, 2018. *Global Reinsurance Highlights 2018*.
42. Standard & Poor’s, S&P Dow Jones Indices LLC, 2019a. *S&P 500 Fossil Fuel Free Index*. Disponibile su <https://eu.spindices.com/indices/equity/sp-500-fossil-fuel-free-index> [data di accesso: 31/05/2019].
43. Swiss Re Institute, 2019. *Natural catastrophes and man-made disasters in 2018: “secondary” perils on the frontline*.
44. Swiss Re, 2018. *2017 Business Report*.
45. Swiss Re, 2019. *2018 Business Report*.
46. Swiss Re, 2019. *Insurance-Linked Securities market update – Volume XXX*.
47. Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, 2017. *Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures*.
48. Trading Economics, 2019. *Crude Oil*. Disponibile su <https://tradingeconomics.com/commodity/crude-oil> [data di accesso: 02/06/2019].
49. Wikipedia, 2018. *S&P 500* [online]. Disponibile su https://it.wikipedia.org/wiki/S%26P_500 [data di accesso 6/06/2019]

Media

1. Andringa, P et al., 2018. Deadly Weather: the human cost of 2018's climate disasters – visual guide. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/environment/ng-interactive/2018/dec/21/deadly-weather-the-human-cost-of-2018s-climate-disasters-visual-guide> [data di accesso: 15/05/2019].
2. Artemis, 2019. *What is a catastrophe bond (or cat bond)?* Disponibile su <https://www.artemis.bm/library/what-is-a-catastrophe-bond/> [data di accesso: 13/06/2019].
3. Baranova, Y., Carsten, J., Noss, J., 2017. The tip of the iceberg: the implications of climate change on financial markets. *Bank Underground* [online], 23 gennaio. Disponibile su <https://bankunderground.co.uk/2017/01/23/the-tip-of-the-iceberg-the-implications-of-climate-change-on-financial-markets/> [data di accesso 31/05/2019].
4. Carrington, D., 2018. Ireland becomes world's first country to divest from fossil fuels. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/environment/2018/jul/12/ireland-becomes-worlds-first-country-to-divest-from-fossil-fuels> [data di accesso 29/05/2019].
5. Chappatta, B., 2018. The catastrophe Bond Business Is Booming. *Bloomberg* [online]. Disponibile su <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2018-09-11/catastrophe-bonds-are-anything-but-a-disaster> [data di accesso: 12/06/2019].
6. Galbiati, W., 2017. Cat bond, il rendimento arriva dal rischio disastro. *LaRepubblica* [online]. Disponibile su https://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2017/10/09/news/cat_bond_il_rendimento_arriva_dal_rischio_disastro-177841390/ [data di accesso 12/06/2019].
7. Goldberg, S., 2014. Heirs to Rockefeller oil fortune divest from fossil fuels over climate change. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/environment/2014/sep/22/rockefeller-heirs-divest-fossil-fuels-climate-change> [data di accesso 29/05/2019].
8. Jones, R., 2017. Government pension scheme begins ditching oil and gas investments. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/money/2017/feb/24/government-pension-scheme-ditching-oil-gas-investments-shell-exxonmobil> [data di accesso 29/05/2019].
9. Marro, E., 2018. Le “obbligazioni catastrofe” verranno travolte dai cambiamenti climatici? *Il Sole 24 Ore* [online]. Disponibile su <https://www.ilsole24ore.com/art/finanza-e-mercati/2018-04-18/le-obbligazioni-catastrofe->

- [verranno-travolte-cambiamenti-climatici-160227.shtml?uuid=AEbjhaE&refresh_ce=1](#)
[data di accesso: 12/06/2019].
10. McKibben, B., 2018. At last, divestment is hitting the fossil fuel industry where it hurts. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/commentisfree/2018/dec/16/divestment-fossil-fuel-industry-trillions-dollars-investments-carbon> [data di accesso 29/05/2019].
 11. Neslen, A., 2018. Climate change could make insurance too expensive for most people - report. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/environment/2019/mar/21/climate-change-could-make-insurance-too-expensive-for-ordinary-people-report> [data di accesso: 11/06/2019].
 12. Reuters, 2015. Norway's \$900bn sovereign wealth fund told to reduce coal assets. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/world/2015/may/27/norway-sovereign-fund-reduce-coal-assets> [data di accesso 29/05/2019].
 13. Sowerbutts, R., 2016. No smog without fire: the financial stability risks around carbon-intensive investments. *Bank Underground* [online], 6 giugno. Disponibile su https://bankunderground.co.uk/2016/07/06/no-smog-without-fire-the-financial-stability-risks-around-carbon-intensive-investments/?utm_source=Bruegel+Updates&utm_campaign=59e66ef9e8-Blogs+review++22%2F1%2F2017&utm_medium=email&utm_term=0_eb026b984a-59e66ef9e8-278032037 [data di accesso: 13/05/2019].
 14. Vaughan, A., 2017. World's biggest sovereign wealth fund proposes ditching oil and gas holdings. *The Guardian* [online]. Disponibile su <https://www.theguardian.com/business/2017/nov/16/oil-and-gas-shares-dip-as-norways-central-bank-advises-oslo-to-divest> [data di accesso 29/05/2019].