Roma Tre

Economia Aziendale

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN MERCATI, IMPRESA E CONSUMATORI

XXXVII

CICLO DEL CORSO DI DOTTORATO

Licensing in Blockchain per lo sviluppo della strategia distributiva delle Born Global

TITOLO DELLA TESI

Teresa Sardone — Dottorando — Firma

Prof.ssa Francesca Faggioni — Docente Guida — Firma

Prof.ssa Maria Francesca Renzi — Coordinatrice — Firma

Indice

Indice i

Elenco delle figure iv

Introduzione v

1 La *Contract Theory* e l'efficienza economica degli scambi 1

1.1 Introduzione . . . 1
1.2 Fondamenti economici della *Contract Theory* . . . 2
1.2.1 Cooperazione . . . 3
1.2.2 Elemento Temporale . . . 5
1.3 Incertezza . . . 6
1.3.1 Osservabilità e Verificabilità . . . 7
1.4 *Enforcement* . . . 8
1.4.1 *Enforcement* legale . . . 9
1.4.2 *Enforcement* relazionale . . . 11
1.4.3 Confronto tra i diversi meccanismi di *enforcement* . . . 12
1.5 *Deliver* o *default*? L'inadempimento efficiente . . . 14
1.6 Costi di transazione . . . 15
1.6.1 La *governance* dei costi di transazione . . . 15
1.6.2 Rischi contrattuali dei costi di transazione . . . 16
1.6.3 Tipologie di costi di transazione . . . 17
1.7 Contratti incompleti . . . 19
1.8 Il problema dell'*hold-up* . . . 22
1.9 La *governance* dei contratti incompleti . . . 23
1.9.1 Soluzione proprietaria: teoria dei diritti di proprietà e controllo . . . 24
1.9.2 Soluzione contrattuale: teoria del *design* della rinegoziazione . . . 27
1.9.3 Investimenti Cooperativi vs. Investimenti egoistici: il dilemma della rinegoziazione . . . 31
Bibliografia . . . 33

2 I contratti diventano smart: impatto della blockchain nella *Contract Theory* 41
2.1 Introduzione . . . 41
2.2 Smart contract: dalla teoria alle applicazioni su Blockchain . . . 42
2.3 La tecnologia Blockchain . . . 44
2.3.1 Classificazione dei sistemi Blockchain . . . 45
2.3.2 Architettura e funzionamento della Blockchain . . . 46
2.3.3 Caratteristiche della Blockchain . . . 49
2.4 Transazioni economiche in Blockchain . . . 53
2.5 Smart contract su Blockchain . . . 55
2.5.1 Il ciclo di vita dello Smart Contract . . . 58
2.6 Impatto degli Smart Contract sulla *Contract Theory* . . . 61
2.6.1 Costi di transazione e controllo dell'incertezza . . . 62
2.6.2 Rinegoziazione e rischio di *hold-up* . . . 66
2.6.3 Dal *lock-in* dei contratti tradizionali al *lock-in* degli Smart Contract? . . . 68
Bibliografia . . . 73

3 Evoluzione dei modelli teorici: dai contratti tradizionali ai contratti smart 79
3.1 Introduzione . . . 79
3.2 Metodologia e domande di ricerca . . . 80
3.2.1 Formalizzazione teorica e modellizzazione degli smart contract . . . 80
3.2.2 Limiti della metodologia di ricerca . . . 83
3.3 Contratti incompleti: i modelli tradizionali . . . 84
3.4 Modello deterministico . . . 84
3.4.1 La soluzione di *first-best* . . . 85
3.4.2 La teoria dei diritti residuali di proprietà . . . 85
3.4.3 Lo Smart Contract nel modello deterministico . . . 89
3.5 Modello stocastico . . . 90
3.5.1 Il contratto completo . . . 91
3.5.2 Il contratto *Spot* . . . 92
3.5.3 Il contratto a lungo termine . . . 93
3.5.4 Contrattazione "at will" - Hart e Moore 1988 . . . 93
3.5.5 Lo Smart Contract nel modello stocastico . . . 98
Bibliografia . . . 100

4 Il ruolo dei contratti nella strategia distributiva delle imprese 101
4.1 Introduzione . . . 101
4.2 Il processo di internazionalizzazione delle imprese . . . 102
4.3 Contratti incompleti e internazionalizzazione . . . 105

4.4 Il modello di internazionalizzazione delle imprese: contratto tradizionale vs. Smart Contract . . . 108
4.5 Sezione I: Le scelte di internazionalizzazione . . . 109
4.5.1 Scelta 1: Operare al Nord vs. operare al Sud . . . 112
4.5.2 Scelta 2: operare al al Nord vs. operare al Sud con uno Smart Contract 115
4.6 Sezione II: Le scelte sulle modalità di internazionalizzazione . . . 117
4.6.1 Scelta 3: operare al Nord vs. operare al Sud con *insourcing* vs. operare al Sud con *outsourcing* . . . 119
4.6.2 Scelta 4: operare al Nord vs. operare al Sud con *insourcing* vs. operare al Sud con Smart Contract . . . 121
4.6.3 Confronto tra scelta 3 e scelta 4 . . . 124
Bibliografia . . . 129

5 Le strategie di internazionalizzazione delle imprese Born Global 131
5.1 Introduzione . . . 131
5.2 Born Global e internazionalizzazione precoce . . . 132
5.3 *Licensing* . . . 136
5.4 L'evoluzione del *licensing* tra *arm's length* e Smart Contract . . . 139
5.5 L'internazionalizzazione delle Born Global attraverso contratti smart: *time*, *scope* e *degree* . . . 143
5.6 Il nuovo paradigma distributivo degli Smart Contract: benefici e limiti . . . 147
Bibliografia . . . 150

Appendice 154

Elenco delle figure

2.1 Modelli di reti di comunicazione (Baran, 1964) 50

4.1 Operare al Nord vs. operare al Sud 112
4.2 Andamento del prezzo p^{SC} e dei profitti π^{SC} al variare di ϑ 115
4.3 Confronto tra $A(z)$ e $A^{SC}(z)$ 116
4.4 Equilibrio con e senza multinazionali, contratto incompleto 120
4.5 Equilibrio con e senza multinazionali, contratto smart 123
4.6 Equilibrio senza multinazionali, confronto tra contratto incompleto e smart . . 125
4.7 Equilibrio con multinazionali, contratto incompleto 127
4.8 Equilibrio con multinazionali, contratto incompleto 127

Introduzione

Il presente lavoro di ricerca si propone di studiare l'utilizzo della tecnologia blockchain in ambito contrattuale e, in particolare, l'incidenza degli smart contract sull'efficienza degli scambi e sul processo di internazionalizzazione delle imprese.
L'analisi si fonda sul confronto tra contratti tradizionali e smart contract, con riferimento alla letteratura della *Contract Theory*, presentata nel capitolo 1. I contratti tradizionali, pur essendo strumenti fondamentali per la creazione di un *surplus* tra le parti, sono inevitabilmente incompleti: non riescono a prevedere tutti gli investimenti necessari né a descrivere in modo esaustivo tutti gli stati del mondo futuri. Questa incompletezza genera il rischio di *hold-up*, ossia la possibilità che una parte sfrutti la rigidità contrattuale dopo che l'altra ha sostenuto un investimento specifico, inducendo comportamenti di sottoinvestimento, soprattutto nelle relazioni di lungo periodo.
A partire da questo scenario, il capitolo 2 analizza la letteratura sugli smart contract, strumenti fondati sulle proprietà blockchain (decentralizzazione, immutabilità, sicurezza crittografica) che promettono di operare in un ambiente *trustless*, in cui la fiducia non è riposta in un'autorità centrale, bensì nel funzionamento del codice e della rete distribuita. Gli smart contract mirano ad automatizzare gli scambi, a ridurre l'ambiguità interpretativa ed i costi di verifica, contribuendo così a prevenire il rischio di *hold-up*. Tuttavia, il capitolo evidenzia anche le criticità teorizzate, legate alla loro rigidità, alla difficoltà di adattamento a circostanze impreviste ed alla complessità tecnica della codificazione contrattuale. Un punto cruciale di discussione è l'affidabilità dei meccanismi di verifica *off-chain* tramite l'uso degli oracoli, la cui fragilità potrebbe ridurre l'efficacia dello smart contract in contesti complessi e reintrodurre forme di dipendenza da terze parti e quindi nuovi problemi di fiducia.
Dall'analisi della letteratura nei primi due capitoli emerge come la *Contract Theory* abbia elaborato modelli formalizzati per affrontare l'incompletezza contrattuale e il rischio di *hold-up*, tra cui l'integrazione verticale e i meccanismi di rinegoziazione (*renegotiation design*) senza, tuttavia, fornire soluzioni pienamente risolutive. Allo stesso tempo emerge come la letteratura sugli smart contract, pur innestandosi nel quadro della *contract theory*, proponga alternative che restano principalmente teoriche e potenziali, prive di dimostrazioni formali o evidenze empiriche solide. Questo doppio limite evidenzia un chiaro *gap* nella letteratura, che costituisce il punto di partenza ed il campo di indagine della presente ricerca.

Il capitolo 3 esprime il nucleo metodologico della ricerca e definisce l'impianto analitico utilizzato per esaminare l'incidenza degli smart contract nelle dinamiche di incompletezza contrattuale e di *hold-up*. La metodologia utilizzata si basa su un modello teorico originale, sviluppato come estensione dei principali modelli deterministici e stocastici della *Contract Theory*. Tale approccio permette di verificare se gli smart contract, caratterizzati da meccanismi di verifica imperfetta tramite oracolo, possano attenuare il problema del sottoinvestimento e facilitare processi di internazionalizzazione precoce, generando esiti più efficienti rispetto ai contratti tradizionali.
Il capitolo 4 sviluppa l'analisi applicando i risultati del modello al contesto degli scambi internazionali e alle scelte di *governance*. Estendendo il quadro teorico di Pol Antràs (2005), che collega l'internazionalizzazione all'incompletezza contrattuale, il capitolo mostra come l'adozione degli smart contract possa configurarsi come una "terza via" per gestire l'incompletezza rispetto a quelle proposte dalla letteratura dei contratti tradizionali. L'indagine, in particolare, esamina in che modo questa innovazione contrattuale possa influenzare il *timing* delle decisioni e la struttura delle relazioni internazionali, contribuendo a ridefinire gli equilibri tra mercato e *governance* nelle strategie globali d'impresa.
Infine, il capitolo 5 analizza le implicazioni della ricerca per le strategie delle imprese Born Global. Queste imprese, ad alta intensità tecnologica e caratterizzate da una precoce apertura ai mercati esteri, ricorrono spesso a modalità di ingresso rapide e a basso impiego di capitale, come il *licensing*, che le espone tuttavia a rischi contrattuali legati all'incompletezza e all'opportunismo potenziale. Alla luce dei risultati ottenuti, il capitolo esamina in che modo l'impiego degli smart contract possa incidere sulle dimensioni del *time*, *scope* e *degree* che, tradizionalmente, definiscono le imprese Born Global, contribuendo a delineare le possibili implicazioni dell'innovazione contrattuale sui loro percorsi di crescita internazionale.

Capitolo 1

La *Contract Theory* e l'efficienza economica degli scambi

1.1 Introduzione

L'analisi economica dei contratti si fonda sull'idea che le interazioni economiche mirino a generare un *surplus* complessivo superiore rispetto a quanto ciascun attore potrebbe ottenere agendo individualmente. In questa prospettiva, i contratti rappresentano strumenti fondamentali per coordinare l'attività economica e promuovere la cooperazione tra le parti, definendo diritti, obblighi e aspettative reciproche. Tuttavia, il perseguimento dell'efficienza contrattuale è ostacolato da numerosi fattori legati sia alla natura degli scambi economici sia ai limiti intrinseci dei contratti stessi.

Uno degli impedimenti principali è il rischio di comportamento opportunistico. Sebbene la cooperazione sia l'obiettivo dichiarato, ogni parte ha comunque l'incentivo a massimizzare il proprio guadagno individuale, anche a scapito del *surplus* congiunto. Questo tipo di opportunismo può tradursi in una perdita di efficienza economica, generando rischi di profitto non realizzato.

Per contenere tali rischi, i contratti incorporano clausole di buona fede e meccanismi di enforcement, la cui efficacia è tuttavia limitata, soprattutto nei rapporti di lungo periodo. In particolare, quando i contratti si sviluppano nel tempo e richiedono investimenti specifici, emerge il cosiddetto problema dell'*hold-up*: una delle parti, dopo aver sostenuto i costi dedicati alla relazione, si trova esposta al rischio di rinegoziazioni opportunistiche da parte dell'altra. Tale vulnerabilità può disincentivare l'investimento iniziale, causando un livello di impegno inferiore rispetto all'ottimo sociale.

Un'ulteriore fonte di inefficienza è rappresentata dall'incertezza e dall'asimmetria informativa. L'impossibilità di prevedere e disciplinare ogni possibile stato del mondo rende i contratti inevitabilmente incompleti. Quando questa incompletezza si somma alla disuguaglianza informativa tra le parti, si generano problemi come la selezione avversa e l'azzardo morale: situazioni in cui

le decisioni ed i comportamenti risultano distorti da informazioni non osservabili o da incentivi mal strutturati.
La difficoltà di monitorare e verificare pienamente il rispetto degli obblighi contrattuali complica ulteriormente la progettazione di sistemi di *enforcement*, siano essi di natura legale o fondati su meccanismi relazionali. Infine, i costi di transazione, ossia le risorse impiegate per negoziare, formalizzare, eseguire e far rispettare un contratto, rappresentano un ulteriore vincolo alla piena efficienza. La necessità di anticipare scenari futuri e di definire in modo dettagliato le condizioni contrattuali può rendere i costi *ex ante* proibitivi. Allo stesso modo, i costi *ex post*, legati alla risoluzione delle controversie e all'adattamento a circostanze impreviste, possono erodere significativamente il *surplus* generato dallo scambio.
La presente analisi si concentrerà dunque su un esame approfondito dei principali ostacoli all'efficienza contrattuale, così come delineati dalla teoria dei contratti tradizionale. Verranno analizzati, in particolare, il comportamento opportunistico, il ruolo degli investimenti specifici e dell'elemento temporale nel generare il problema dell'*hold-up*, l'impatto dell'incertezza e dell'asimmetria informativa (con particolare attenzione al problema di selezione avversa e di azzardo morale), le modalità di *enforcement* contrattuale (sia legale che relazionale) e l'influenza dei costi di transazione sull'incompletezza dei contratti. Infine, saranno esaminate le implicazioni economiche di tali problematiche, le sfide che pongono alla contrattualistica tradizionale e le principali soluzioni proposte dalla letteratura. Questo quadro teorico costituirà la base per valutare se la tecnologia blockchain e gli smart contract possano offrire risposte efficaci a tali inefficienze, superando i limiti degli approcci convenzionali.

1.2 Fondamenti economici della *Contract Theory*

Le imprese orientate alla massimizzazione dei profitti si confrontano con il classico "contracting problem", ossia la necessità di garantire un'efficiente gestione sia degli scambi di beni o servizi (*ex post*) sia degli investimenti effettuati prima della stipula del contratto (*ex ante*). Uno scambio efficiente si verifica quando il valore che l'acquirente ricava dalla prestazione supera il costo sostenuto dal venditore per fornirla. Analogamente, un investimento è efficiente quando le azioni intraprese dalle parti massimizzano il beneficio complessivo o il *surplus* della transazione.
Il ruolo principale del diritto contrattuale è generalmente riconosciuto nell'incoraggiare e facilitare il commercio e gli investimenti efficienti (Schwartz e Scott, 2003).
Fino agli anni '40 e '50, l'analisi economica dei contratti si concentrava principalmente su transazioni semplici di beni e servizi, facilmente analizzati attraverso modelli economici tradizionali. Tuttavia, con l'evoluzione del pensiero economico, l'attenzione si è spostata su forme

di scambio più complesse, come quelle che coinvolgono l'allocazione e la gestione del rischio (Bolton e Dewatripont, 2005) . Una svolta decisiva è arrivata con l'introduzione del concetto di "state-contingent commodities" da parte di Arrow (1964) e Debreu (1972) che ha permesso un'analisi formale delle transazioni influenzate da eventi futuri e incerti.
A questa evoluzione ha contribuito anche lo sviluppo della teoria della "choice under uncertainty" sviluppata da von Neumann e Morgenstern (1944), che ha approfondito la comprensione dei processi decisionali in situazioni in cui i risultati non sono facilmente prevedibili.
Nei decenni successivi, dalla fine degli anni '60 agli anni '70, la teoria dei contratti ha compiuto un ulteriore passo in avanti con l'introduzione dei concetti di "private information" e "hidden actions". Questi concetti hanno modificato radicalmente l'approccio allo studio dei contratti, poiché hanno riconosciuto la possibilità che una parte disponesse di informazioni superiori rispetto all'altra, creando asimmetrie che complicavano gli scambi. Le azioni nascoste, in particolare, si riferiscono a comportamenti che una parte può intraprendere senza che l'altra sia in grado di osservarli, generando così problemi di "azzardo morale" e di monitoraggio (Bolton e Dewatripont, 2005).
Negli anni '80 e '90, la teoria dei contratti ha fatto ulteriori progressi, in particolare rispetto ai contratti a lungo termine ed alle relazioni dinamiche tra le parti. Concetti come la rinegoziazione, i contratti relazionali e i contratti incompleti sono emersi come strumenti essenziali per affrontare le complessità degli scambi che si evolvono nel tempo. Questi sviluppi hanno permesso di analizzare il modo in cui le imprese gestiscono le relazioni a lungo termine in cui non tutti gli scenari futuri possono essere previsti. In questo contesto, lo studio dei contratti incompleti ha aperto la strada all'analisi dei diritti di proprietà e di controllo, aspetti fondamentali per comprendere come le organizzazioni allocano internamente il potere decisionale e le risorse. Queste intuizioni hanno gettato le basi per una comprensione completa del funzionamento delle imprese e delle organizzazioni, contribuendo all'evoluzione della teoria aziendale.

1.2.1 Cooperazione

Ogni transazione coinvolge almeno due parti che decidono di intraprendere un'attività commerciale per ottenere un *surplus* maggiore di quello che potrebbero ottenere individualmente. La sfida risiede nel fatto che ciascuna parte è incentivata ad agire in modo opportunistico, massimizzando il proprio profitto invece di concentrarsi sul *surplus* comune (Meier e Sannajust, 2021).
Le transazioni spesso comportano passaggi complessi che richiedono ad entrambe le parti di condividere informazioni, rispondere rapidamente ed adattarsi a sviluppi imprevisti. La teoria dei contratti affronta direttamente questo problema: il suo scopo non è solo regolare gli scambi, ma anche promuovere la cooperazione tra le parti attraverso meccanismi che riducano l'incer-

tezza e limitino comportamenti opportunistici. I contratti, infatti, contribuiscono a creare una base di fiducia, stabiliscono aspettative reciproche, riducono i rischi e sostengono relazioni durature, condizioni essenziali per una cooperazione stabile ed efficiente.

In uno scenario ideale, i contratti dovrebbero fornire una comprensione chiara e specifica dei termini e delle responsabilità, riducendo al minimo il rischio di controversie e malintesi. Tuttavia, nella realtà l'effettiva collaborazione è ostacolata da interessi divergenti (Hart e Holmström, 2016). L'ipotesi che ciascuna parte di un contratto cerchi di ottenere un profitto, tuttavia, non implica necessariamente, secondo Schwartz e Scott (2003), che la stessa miri a massimizzare la propria quota del *surplus* totale. Infatti, una parte potrebbe preferire una quota maggiore di un *surplus* minore piuttosto che cercare di ottenere il massimo profitto possibile. Sebbene sia comune pensare che le parti agiscano strategicamente per massimizzare i propri benefici, un'analisi più approfondita mostra che, durante le negoziazioni, le parti potrebbero preferire contratti che promuovono la collaborazione ed i benefici a lungo termine piuttosto che concentrarsi solo sui guadagni immediati. Ciò accade perché, quando la quota di *surplus* di ciascuna parte è determinata in modo esogeno (cioè il valore totale del contratto è fisso e le quote delle parti sono predefinite), le parti potrebbero dare priorità a obiettivi diversi dalla massimizzazione del profitto individuale, come l'equità o i benefici reciproci. In questi casi, le considerazioni relative alla cooperazione e alle relazioni future potrebbero prevalere sugli interessi immediati Schwartz e Scott (2003).

In questo contesto, il lavoro di Arrow (1964) e Debreu (1972) ha formalizzato la teoria dei contratti nell'ambito dell'economia, dimostrando come i contratti possano facilitare l'allocazione efficiente delle risorse anche in contesti complessi caratterizzati da incertezza e informazioni incomplete. La loro teoria suggerisce che contratti ben strutturati possono ridurre l'incertezza e contribuire ad una distribuzione ottimale delle risorse, favorendo così la cooperazione tra le parti. Tuttavia, la cooperazione non si limita al perseguimento dell'efficienza economica, ma mira anche a costruire relazioni durature a vantaggio di tutte le parti coinvolte. Un'altra prospettiva chiave è fornita dalla teoria dei costi di transazione sviluppata da Coase (1937). Coase ha dimostrato che la cooperazione tra le parti può essere una risposta razionale ai costi impliciti di mercato come la ricerca di informazioni, la negoziazione, la redazione di contratti e il monitoraggio delle condizioni contrattuali. Quando questi costi sono elevati, le parti possono preferire strutture contrattuali o organizzative più integrate, riducendo così i costi di transazione e promuovendo una cooperazione più efficiente (Coase, 1937).

Williamson (1985), con la sua analisi dei costi di transazione, ha ampliato questa visione, spiegando come l'incertezza e le difficoltà nel monitorare l'esecuzione dei contratti possano influenzare la struttura stessa del contratto. In presenza di costi di transazione elevati, le parti potrebbero scegliere di organizzarsi in modo più cooperativo o integrato, piuttosto che affidarsi esclusivamente agli scambi di mercato. Questo approccio sottolinea l'importanza di stipulare contratti che promuovano la cooperazione reciproca e riducano le inefficienze, piuttosto che

concentrarsi esclusivamente sulla massimizzazione del beneficio immediato di ciascuna parte. In sintesi, la teoria dei contratti non si limita a spiegare come le parti possano massimizzare i propri guadagni, ma integra anche l'idea che la cooperazione a lungo termine, riducendo i costi di transazione e promuovendo l'equità, possa portare a risultati più efficienti e sostenibili.

1.2.2 Elemento Temporale

I contratti assumono un ruolo fondamentale quando lo scambio prevede un elemento temporale o quando almeno una delle parti è incerta sulle intenzioni future della controparte (Hermalin et al., 2007).
L'elemento temporale introduce una distanza tra il momento in cui le parti assumono un impegno (t_0) ed il relativo adempimento (t_2). In questo intervallo, possono verificarsi circostanze non previste nel contratto (t_1) o sorgere rischi legati alla possibilità che una delle parti non rispetti quanto promesso, soprattutto dopo che l'altra parte ha già sostenuto costi o preso decisioni rilevanti (attività che le parti pongono in essere tra t_0 e t_1). I contratti servono proprio a ridurre tali rischi, offrendo un quadro normativo che tutela l'affidabilità degli impegni futuri. In particolare, i contratti a lungo termine sono utilizzati per regolare rapporti economici che richiedono investimenti specifici, ossia investimenti che generano valore solo all'interno della relazione contrattuale e che non possono essere facilmente riconvertiti ad altri usi. Tali investimenti vincolano le parti al rapporto, riducendo l'influenza della concorrenza esterna (Hart e Moore, 1998) . Tuttavia, proprio il fattore tempo accentua alcune fragilità contrattuali, tra cui l'incompletezza ed il rischio di comportamenti opportunistici.
Williamson (1971) e Williamson (1975) hanno approfondito il concetto di specificità degli investimenti, identificando due principali forme: quella di localizzazione, legata alla prossimità geografica tra le parti e quella del capitale umano, relativa a competenze sviluppate appositamente per la collaborazione. Dopo la stipula del contratto (*ex post*), le parti si trovano spesso in una situazione di monopolio bilaterale: pur avendo scelto liberamente i partner in fase iniziale (*ex ante*), diventano reciprocamente dipendenti, alimentando tentativi di appropriazione del *surplus* condiviso (Tirole, 1988).
Un problema particolarmente rilevante nei contratti a lungo termine è quello dell'*hold-up*. Questo si verifica quando, a seguito di un investimento specifico, una parte si trova in una posizione di vulnerabilità e l'altra può approfittarne per rinegoziare i termini a proprio favore (Scott e Triantis, 2005). Chi ha investito si ritrova così con risorse difficilmente riutilizzabili e, quindi, in una posizione contrattuale più debole. Il timore di subire un *hold-up* può scoraggiare gli investimenti iniziali, anche quando essi sarebbero vantaggiosi per entrambe le parti, riducendo il *surplus* potenziale dello scambio (Holden e Malani, 2014).
Il rischio di *hold-up* è strettamente connesso alla naturale incompletezza dei contratti (Antràs,

2005) . Nessun accordo può infatti prevedere tutte le possibili contingenze future, né descrivere in anticipo ogni scenario rilevante (Holden e Malani, 2014). Anche contratti molto dettagliati possono risultare ambigui o inefficaci in presenza di eventi imprevisti, generando incertezze e conflitti interpretativi. Di conseguenza, i contratti a lungo termine sono indispensabili per sostenere relazioni economiche complesse, ma la loro efficacia è sempre limitata dall'incertezza e dai costi legati alla loro stesura (Holmström e Roberts, 1998). La principale sfida consiste dunque nel bilanciare la precisione contrattuale con la flessibilità necessaria ad affrontare eventi futuri. L'elemento temporale rende necessari accordi vincolanti, ma allo stesso tempo ne limita l'esaustività, esponendo le parti a rischi di *lock-in*, opportunismo e inefficienze nella gestione della relazione (Hart e Moore, 1988).

1.3 Incertezza

L'incertezza contrattuale riguarda la possibilità che la controparte adempia agli obblighi, agisca in buona fede e, in generale, si comporti secondo i termini concordati.
I contratti svolgono un ruolo fondamentale nella gestione delle situazioni in cui una o entrambe le parti sono incerte sul comportamento futuro della controparte. In situazioni di informazioni asimmetriche, in cui una parte dispone di più informazioni rispetto all'altra, i contratti offrono sicurezza e rappresentano un meccanismo essenziale per affrontare la natura frammentata della conoscenza nella società. Le parti stipulano contratti per ridurre l'incertezza aggregando informazioni, ma l'incertezza intrinseca del futuro rende impossibile redigere contratti completamente predittivi (Hayek, 1946).
A partire dagli anni '70, le teorie contrattuali hanno ampliato il loro focus includendo incertezze, asimmetrie informative, razionalità limitata, opportunismo e specificità degli *asset*, superando i limiti della teoria neoclassica (Kállay, 2012). Schwartz e Scott (2003) sottolineano che, pur riducendo l'incertezza, i contratti hanno limiti intrinseci perché non tutti i rischi sono anticipabili o definibili, evidenziando la nozione di razionalità limitata, ossia l'impossibilità per individui e organizzazioni di prevedere ogni contingenza futura. Williamson (1985) afferma che gli agenti umani sono razionali "intenzionalmente, ma in modo limitato" (Simon, 1961) e inclini all'opportunismo, cioà al perseguimento dell'interesse personale mediante inganno o manipolazione, fatto che contribuisce a rendere i contratti inevitabilmente incompleti (Williamson, 1975; Williamson, 1985).
Gran parte della letteratura sull'incertezza nei contratti si concentra sull'informazione incompleta, dove una o più parti ignorano aspetti chiave del contratto, come la qualità dei beni o le condizioni future del mercato. Questa asimmetria informativa può generare problemi di selezione avversa o rischio morale. Akerlof (1970) mostra come tali asimmetrie possano causare la

selezione avversa, ad esempio in mercati in cui acquirenti e venditori dispongono di informazioni diverse sulla qualità dei beni (i "limoni" e le "pesche"), con conseguente fallimento del mercato se non vengono introdotti contratti o garanzie per mitigare l'incertezza. Spence (1973) evidenzia come segnali osservabili (ad esempio garanzie su auto usate o dividendi pagati dalle imprese) possano contrastare la selezione avversa. Stiglitz (1975) descrive invece come la selezione possa essere gestita tramite la "screening", con la presentazione di diversi contratti che spingono le parti con diverse informazioni private a auto-selezionarsi.
Nel contesto contrattuale, la condivisione del rischio assume un ruolo chiave, con clausole contrattuali che allocano, condividono o trasferiscono rischi per ridurre l'incertezza. Un problema classico è il modello "principal-agent", in cui il committente (*principal*) incarica un agente di svolgere compiti, ma non può monitorare direttamente le azioni dell'agente, dando origine al rischio morale, ossia al rischio che l'agente agisca nel proprio interesse a scapito del valore complessivo della relazione (Hart e Holmström, 2016). Bolton e Dewatripont (2005) definiscono questa relazione come un meccanismo in cui il *principal* deve incentivare l'agente a comportarsi nel suo interesse nonostante l'asimmetria informativa e l'opportunismo. Shavell (1979) e Holmström (1979) studiano un possibile bilanciamento tra condivisione del rischio e utilizzo di incentivi per garantire che l'agente agisca in modo efficiente e nell'interesse del principale.
L'incertezza contrattuale non deriva unicamente dai problemi legati all'asimmetria informativa, ma riguarda anche tutte quelle informazioni che non sono accessibili a nessuna delle parti. Come evidenziato nel paragrafo precedente, nei contratti che si sviluppano nel tempo, in cui lo scambio non avviene in modo simultaneo, l'incertezza include anche l'impossibilità di conoscere e prevedere tutti i possibili stati futuri del mondo. Proprio per questo motivo, i contratti risultano inevitabilmente incompleti.

1.3.1 Osservabilità e Verificabilità

Nel contesto dell'incertezza contrattuale, che conduce alla stipula di contratti incompleti, due aspetti sono stati oggetto di particolare attenzione: l'osservabilità e la verificabilità delle clausole contrattuali.
Nella letteratura, i contratti incompleti sono generalmente descritti come osservabili ma non verificabili. L'osservabilità si riferisce alla possibilità, per le parti, di monitorare le azioni della controparte; la verificabilità, invece, attiene alla possibilità di far valere giuridicamente tali azioni davanti ad un giudice.
Nel modello classico principale-agente (Holmström, 1979, Shavell, 1979, e Grossman e Hart (1983)), si presume che il principale abbia le stesse informazioni del giudice. Studi successivi (Lewis e Sappington, 1989) hanno invece analizzato la possibilità che principale e agente dispongano delle stesse informazioni, ma queste non siano verificabili in tribunale. In queste

situazioni, i contratti che prevedono pagamenti legati alla *performance* dell'agente non possono essere applicati, poiché il giudice non potrebbe farli rispettare (Tirole, 1988).
Spesso accade che il principale abbia meno informazioni delle azioni dell'agente, ma comunque più conoscenza tecnica o specifica rispetto al giudice (Hermalin e Katz, 1991). Questa asimmetria informativa solleva dubbi su come la diversa distribuzione delle informazioni tra principale, agente e giudice influenzi la gestione del contratto. Quando il principale dispone di informazioni più complete rispetto al giudice, si discute su come possa utilizzarle; tuttavia, la teoria contrattuale concorda nel ritenere che i contratti non possano basarsi su dati non verificabili legalmente, perché non sarebbero applicabili (Hart, 1989). Perciò, in ogni caso, le parti evitano di inserire clausole su elementi non verificabili (Hart e Moore, 1988; Schwartz, 1992). Un'alternativa studiata in letteratura è il "meccanismo di rivelazione diretta", in cui principale e agente condividono le informazioni private con il giudice, permettendo così di specificare contratti basati su tali dati comuni. Questo metodo è stato analizzato soprattutto in situazioni di neutralità al rischio o in contesti di aste, dove il giudice cerca di indurre le parti a rivelare le informazioni (Cremer e McLean, 1988; McAfee e Reny, 1991). Tuttavia, altri studiosi (Hermalin e Katz, 1991) evidenziano i limiti di questo meccanismo, sostenendo che può generare squilibri, che esistono alternative più efficaci e che non funziona bene quando le informazioni private di principale e agente differiscono. Per questo motivo, propongono la rinegoziazione contrattuale come un sistema più naturale per includere segnali non verificabili nei contratti e migliorare la ripartizione del rischio tra le parti.

1.4 *Enforcement*

Nella teoria dei contratti, l'*enforcement*, cioè la possibilità di far rispettare un accordo, è considerata una delle ragioni principali per cui le parti decidono di stipulare un contratto.
Lo scambio volontario si basa infatti su un sistema efficace di tutela contrattuale: le parti non si limitano a stabilire obblighi reciproci, ma si affidano ad un meccanismo capace di garantire che tali obblighi vengano rispettati. Come suggerisce Hobbes (1994) se beni e servizi potessero essere scambiati simultaneamente, l'*enforcement* non sarebbe necessario; ma senza una tutela certa, nessuno sarebbe disposto a "fare il primo passo" per timore che l'altra parte non rispetti la propria promessa. Secondo Hermalin et al. (2006) la funzione del contratto è proprio quella di vincolare, in anticipo, un impegno che altrimenti le parti potrebbero non voler onorare in un secondo momento. Tuttavia, questo vincolo perde efficacia se il contratto non è applicabile nei termini previsti. In un'interpretazione più filosofica, il contratto rappresenta una forma di libertà, un modo giuridico per dare forza all'obbligo morale contenuto nelle promesse (Fried, 1981). In quest'ottica, il diritto contrattuale mira ad allineare obbligazioni giuridiche e obblighi

morali (Scanlon, 2001).
L'*enforcement* garantisce che, in caso di inadempienza, siano disponibili rimedi legali o alternativi per obbligare la parte inadempiente a rispettare l'accordo o per risarcire i danni. Come osserva Posner (1973), un sistema basato su contratti non applicabili non sarebbe efficiente.
L'*enforcement* è un elemento cruciale nella teoria dei contratti perché incide direttamente sugli incentivi che spingono le parti a rispettare l'accordo e sull'efficienza complessiva della contrattazione stessa.
La teoria dei contratti esamina vari modi in cui l'*enforcement* può essere strutturato e come ciò influenza il comportamento delle parti e gli esiti del contratto. L'*enforcement* non si limita a richiedere che le parti adempiano ai propri obblighi, ma include anche la prevenzione di frodi e coercizioni, oltre alla definizione di regole che facilitano o incentivano l'esecuzione, come quelle sul risarcimento danni (Schwartz e Scott, 2003).
Nel dibattito giuridico ed economico, diversi autori hanno analizzato le varie forme di *enforcement*, distinguendo tra i meccanismi formali, gestiti dai tribunali, e quelli informali o relazionali, attivati direttamente dalle parti. Oltre alla classica applicazione legale, esistono infatti soluzioni di "self-help" (Hermalin et al., 2006).
La letteratura ha individuato, in particolare, due categorie principali di *enforcement*: una legata al diritto contrattuale formale e alla tutela giuridica tradizionale (c.d. "black letter law"/legali) ed una fondata su meccanismi sociali e relazionali che promuovono la cooperazione tra individui ("relational enforcement") (Eenmaa-Dimitrieva e Schmidt-Kessen, 2019). Alcuni studiosi distinguono i meccanismi extra-legali in forme come "parentela", "cooperazione egoistica", "altruismo" e "reciprocità", soprattutto nei rapporti di lungo termine (Ganuza e Gómez Pomar, 2016). I contratti relazionali sono spesso definiti "self-enforcing" (Telser, 1980; Klein, 1996), "impliciti" (MacLeod e Malcomson, 2023), o entrambi (Bull, 1987), perché si fondano su fiducia, reputazione e continuità del rapporto piuttosto che sulla forza coercitiva del diritto.

1.4.1 *Enforcement* legale

Il meccanismo di *enforcement* legale prevede che gli accordi stipulati nel rispetto del diritto contrattuale generino obblighi vincolanti tra le parti, che possono essere fatti valere in sede giudiziaria. Il sistema legale garantisce l'applicazione dei contratti e, in caso di controversie relative a violazioni contrattuali o alla loro esecuzione, le parti possono rivolgersi ad un terzo imparziale, come un giudice o un arbitro indicato nel contratto stesso.
Una caratteristica distintiva dell'*enforcement* legale, rispetto ad altri meccanismi, è proprio il potenziale coinvolgimento di istituzioni statali centralizzate (Tazelaar e Snijders, 2010). Tuttavia le sanzioni per l'inadempimento di contratti formali non sono necessariamente applicate dallo Stato (Aldashev e Zanarone, 2017), poiché la risoluzione delle controversie può avvenire anche tramite associazioni commerciali o arbitri privati (Bernstein, 1992; Bernstein, 1996).

Inoltre, le parti potrebbero decidere di non ricorrere alla tutela legale anche in presenza di un contratto legalmente formalizzato decidendo, per esempio, di puntare sulla minaccia di risoluzione del contratto, una forma di deterrenza che è tipicamente associata a contratti informali (Hadfield e Bozovic, 2015).
Già nel 1937, Fuller e Perdue (1937) identificarono tre rimedi comuni nell'ambito dell'*enforcement* legale: i danni per aspettativa (*expectation damages*), i danni per affidamento (*reliance damages*) e la restituzione (*restitution damages*). I danni per aspettativa mirano a collocare la parte lesa nella posizione economica in cui si sarebbe trovata se il contratto fosse stato regolarmente eseguito. I danni per affidamento, invece, richiedono alla parte inadempiente di corrispondere una somma tale da garantire alla controparte un livello di utilità almeno pari a quello che avrebbe ottenuto se il contratto non fosse mai stato stipulato, compensandola per la perdita di opportunità alternative. La restituzione, infine, consente alle parti di recuperare ciò che hanno trasferito all'altra parte in misura ragionevole. Nel quadro dell'*enforcement* legale, le parti possono inoltre prevedere rimedi contrattuali specifici attraverso clausole penali (l*iquidated damages*), stabilite *ex ante* come alternative ai rimedi ordinari offerti dall'ordinamento.
Dal punto di vista dell'analisi economica del diritto, il principio fondamentale che guida le norme sull'*enforcement* contrattuale e sui rimedi disponibili è che le parti debbano essere vincolate agli accordi nella misura in cui ciò consenta di massimizzare il beneficio congiunto derivante dalla loro relazione contrattuale (Ganuza e Gómez Pomar, 2016).

Default rules e *Mandatory rules*

Nel contesto dei meccanismi di *enforcement* legale, un tema ampiamente dibattuto in letteratura riguarda la possibilità per le parti di modificare, tramite accordo, le regole giuridiche applicabili. Le norme contrattuali vengono solitamente suddivise in due categorie: regole di *default* (*default rules*) e regole inderogabili (*mandatory rules*). Le prime, note anche con termini come "regole suppletive", "regole di completamento", "regole standard" o "regole opt-in, opt-out", trovano applicazione solo in assenza di un accordo contrario tra le parti (Ayres e Gertner, 1989). Al contrario le seconde costituiscono un ristretto gruppo di norme che non possono essere derogate dalle parti neppure con il consenso reciproco, e che si applicano anche qualora le parti tentino di aggirarle. Llewellyn (1938) le ha definite, infatti "regole di ferro" (Schwartz, 1997). Mentre le regole inderogabili rappresentano norme imperative che tutelano interessi generali e non sono oggetto di negoziazione, le regole di *default* riflettono il principio di autonomia contrattuale, consentendo alle parti di determinare anticipatamente alcune conseguenze del loro rapporto obbligatorio. Ad esempio, il risarcimento del danno per interesse positivo (*expectation damage*) è una regola di *default* in quanto le parti possono concordare diverse modalità, mentre il principio di buona fede è una norma inderogabile che si applica a tutti i contratti. Gli studiosi concordano nel ritenere che la presenza di regole inderogabili sia giustificata solo se necessaria a proteggere le parti deboli del contratto o terzi che non sarebbero altrimenti in grado di tute-

larsi da soli (Ayres e Gertner, 1989). Al contrario, le regole di *default* hanno finalità regolatorie e possono essere utilizzate per ridurre i costi di transazione aiutando, secondo Camerer et al. (2003) le parti a prendere decisioni più efficienti anche in presenza di razionalità limitata.
Il concetto di regola di *default* è utilizzato in vari modi. In alcuni casi, si fa riferimento a qualsiasi norma derogabile. Tuttavia, per autori come Posner o Ayres e Gertner, le regole dispositive sono più specificamente quelle che colmano le lacune nei contratti ("fill the gap"), cioè forniscono disposizioni in mancanza di termini espressamente concordati (Bridgeman, 2006). Mentre lo studio delle norme imperative (*mandatory rules*) si concentra su quando l'intervento dello Stato è necessario, quello sulle norme dispositive (*default rules*) si focalizza sui diversi tipi di regole che possono integrare il contratto nei punti in cui le parti non hanno previsto nulla (Hermalin et al., 2007).
In particolare, la letteratura identifica tre principali approcci alle *default rules*:
i) Riduzione dei costi di transazione: le norme devono minimizzare i costi di negoziazione, riflettendo le preferenze della maggioranza o favorendo termini più facili da modificare (Goetz e Scott, 1985; Schwartz e Scott, 2003). Questa teoria è legata all'idea che le norme dovrebbero rappresentare ciò che le parti avrebbero scelto con costi di negoziazione più bassi (Easterbrook e Fischel, 1985; Posner, 1973; Baird e Jackson, 1985).
ii) Efficienza sostanziale: le norme devono massimizzare l'efficienza economica anche se non rispecchiano le preferenze reali delle parti, specialmente in contesti di razionalità limitata o esternalità (Korobkin, 1998; Kahan e Klausner, 1997).
iii) Approccio informativo: le norme devono spingere le parti con vantaggi informativi a rivelare informazioni importanti prima di concludere il contratto. Ad esempio, la dottrina contra proferentem fa sì che le clausole ambigue siano interpretate contro chi le ha redatte, incoraggiando così una redazione più chiara. Queste norme, chiamate "penalty defaults", agiscono come una penalità per la mancata trasparenza. Tuttavia, se il vantaggio informativo di una parte è molto alto, la penalità potrebbe non essere sufficiente a garantire la divulgazione (Ayres e Gertner, 1989; Ayres e Gertner, 1992; Johnston, 1990; Ben-Shahar e Bernstein, 2000).

1.4.2 *Enforcement* relazionale

Gli studi nel campo del diritto e dell'economia hanno dimostrato l'esistenza di meccanismi sociali alternativi al diritto contrattuale, capaci di garantire la cooperazione tra le parti in scambi economici di lungo termine, sviluppando così la teoria del contratto relazionale. In contesti contrattuali basati su legami sociali, esistono meccanismi informali che fungono da alternativa al diritto contrattuale formale, basandosi principalmente sulla fiducia, l'onestà e la reputazione all'interno di una comunità commerciale per far rispettare gli accordi. L'*enforcement* relazionale, come meccanismo informale, offre un'alternativa in cui la parte che viola il contratto rischia di perdere future opportunità di collaborazione. Questo concetto nasce dalla teoria degli

accordi auto-esecutivi (*self-enforcing agreements*) proposta da Telser (1980). Secondo questa teoria, quando una parte viene meno agli impegni contrattuali, l'unica risposta possibile per la parte lesa è interrompere ogni futura relazione con la parte inadempiente. A differenza dell'*enforcement* legale formale, quello relazionale consente alla parte lesa di decidere autonomamente se si è verificata una violazione e se applicare misure di *enforcement* basandosi sul rapporto di fiducia esistente (Telser, 1980; Gil e Zanarone, 2017). Questo tipo di *enforcement* non si basa sul sistema legale e non comporta costi di *enforcement* legale (Yao et al., 2021).
Schwartz e Scott (2003) definiscono un accordo "auto-esecutivo" quando la semplice minaccia di una parte di interrompere il rapporto con l'altra è sufficiente a garantire l'adempimento da entrambe le parti. La reputazione rende credibili le promesse di adempimento in mercati dove il guadagno derivante dalla violazione sarebbe inferiore ai profitti attesi da futuri contratti. Tuttavia, l'incentivo reputazionale perde efficacia in mercati caratterizzati da un basso livello di fiducia sociale (Schwartz e Scott, 2003).
L'intera letteratura sulla teoria del contratto relazionale, a partire dagli studi fondamentali di Macaulay (1963) e Macneil (1985), mostra come, in determinate condizioni, i meccanismi di *enforcement* sociale possano risultare più efficaci di quelli legali. Dixit (2004) ha dimostrato che in piccole comunità, dove la comunicazione è rapida e la volontà di far rispettare le norme sociali è forte, la cooperazione può sostenersi senza bisogno di un sistema legale formale. In gruppi più grandi, invece, il commercio rischia di collassare senza l'introduzione di un sistema di *enforcement* legale esterno. Macaulay ha evidenziato come, nel contesto delle relazioni d'affari, molte relazioni verticali si basino su contratti relazionali, dove l'*enforcement* non è garantito da una terza parte, ma dall'interesse delle parti a mantenere rapporti futuri, quindi dagli incentivi "reputazionali". Le aziende spesso stipulano contratti relazionali anche in relazioni orizzontali, come alleanze strategiche, *joint venture* e gruppi societari (come ampiamente descritto da Powell, 1990 e da Gerlach, 1991), e questi contratti relazionali influenzano il comportamento delle imprese nei rapporti con altre imprese (Baker et al., 2002).

1.4.3 Confronto tra i diversi meccanismi di *enforcement*

I contratti relazionali, sia all'interno che tra imprese, aiutano a superare le difficoltà poste dai contratti formali. Nei contratti formali, affinché l'*enforcement* da parte di un terzo (come un tribunale) sia possibile, i termini devono non solo essere osservabili dalle parti, ma anche verificabili dal giudice. Ciò significa che un contratto formale deve essere specificato *ex ante* in termini che possano essere verificati *ex ante*. Al contrario, un contratto relazionale può basarsi su risultati osservati solo dalla parte contraente *ex ante*, o su esiti che sarebbe proibitivo specificare *ex ante*. Di conseguenza, i contratti relazionali permettono alle parti di sfruttare la loro conoscenza dettagliata della situazione specifica e di adattarsi alle nuove informazioni man mano che si rendono disponibili (Baker et al., 2002).

Il criterio della verificabilità, se interpretato in modo estremo, potrebbe rendere inapplicabile il meccanismo di *enforcement* legale in presenza di contratti incompleti. In particolare, quando alcune circostanze non sono previste o sono formulate in modo ambiguo, l'autorità non sempre può compensare con regole dispositive o criteri interpretativi (Posner, 1998); nei casi in cui il vuoto contrattuale renda le variabili rilevanti non osservabili e non verificabili, il ricorso all'autorità può risultare impossibile o troppo costoso (Scoppa, 2003). Inoltre, anche quando il requisito della verificabilità è soddisfatto, il meccanismo di *enforcement* può comunque risultare particolarmente oneroso, specialmente in paesi o settori caratterizzati da un sistema giuridico debole (Yao et al., 2018).

D'altra parte, secondo Schwartz e Scott (2003), l'*enforcement* legale è cruciale in due scenari: quando gli investimenti sono specifici alla relazione e quando il verificarsi di un esito negativo comporterebbe costi di interruzione significativi. Al contrario, risulta superfluo quando gli accordi rientrano nell'ambito degli accordi auto-esecutivi o possono essere applicati tramite sanzioni reputazionali.

I contratti relazionali basati su un meccanismo di *enforcement* sociale tendono ad essere meno efficaci in mercati dove, quindi, l'effetto dell'incentivo reputazionale è debole. Secondo Hermalin et al. (2007), ciò accade in diversi casi: a) quando la prestazione riguarda un "credence good" (un bene o servizio la cui qualità è difficile da valutare per il consumatore prima, durante o dopo il consumo senza l'aiuto di un esperto). In questo caso, l'incertezza sulla prestazione sarebbe così significativa da non soddisfare nemmeno il requisito di "osservabilità" tra le parti; b) quando l'*enforcement* reputazionale comporta costi privati che inducono fenomeni di *free riding* nell'*enforcement* (Klein e Leffler, 1981 descrivono un mercato in cui gli acquirenti, ricevuto anche solo una volta un prodotto difettoso, adottano una politica rigorosa di non acquistare mai più da quel venditore); c) quando l'informazione su una parte è difficile da ottenere; d) quando le condizioni di una parte rendono irrilevante la prospettiva di perdere affari futuri (ad esempio, quando una parte è prossima al fallimento). Inoltre, in generale, l'*enforcement* relazionale è più efficace in contesti di giochi ripetuti, dove la parte inadempiente paga la violazione contrattuale perdendo i benefici delle future interazioni. Per esempio, in un gioco a una singola mossa, un datore di lavoro potrebbe decidere di non effettuare un pagamento promesso a un dipendente; in un contesto ripetuto, invece, questo comportamento potrebbe indurre il dipendente a intraprendere azioni sufficientemente costose per il datore di lavoro, costringendolo a rispettare l'obbligo (Hermalin et al., 2007).

Infine, per concludere, nella letteratura che confronta *enforcement* legale ed *enforcement* relazionale, è importante citare alcuni studi come quelli di Baker et al. (1994) e Schmidt e Schnitzer (1995), che analizzano gli effetti di un contratto formale legalmente vincolante su azioni verificabili all'interno di un contratto relazionale. Baker et al. (1994) mostrano che quando un contratto formale è sufficientemente efficace, può sostituire il contratto relazionale. Se ciò non accade, entrambi i contratti devono essere combinati per ottenere risultati ottimali, agendo quin-

di come complementari (Ganuza e Gómez Pomar, 2021).

1.5 *Deliver* o *default*? L'inadempimento efficiente

Il sistema giuridico contrattuale, attraverso meccanismi di *enforcement* e rimedi disponibili in caso di inadempimento, mira a stabilire un sistema di incentivi efficiente.
L'obiettivo principale non è necessariamente imporre l'adempimento specifico in ogni situazione, ma piuttosto garantire che la parte che ha subito una perdita a seguito dell'inadempimento venga adeguatamente compensata per il danno subito. In questo modo si cerca di indurre il promittente a valutare attentamente i propri impegni contrattuali, ponderando i costi e i benefici dell'adempimento rispetto a quelli della mancata esecuzione e della conseguente compensazione, promuovendo così una maggiore efficienza all'interno del sistema contrattuale (Benson, 2001).
Nell'ambito dell'analisi economica del diritto contrattuale, esiste una tensione fondamentale tra il principio dell'adempimento e la possibilità di un inadempimento efficiente, entrambi valutati attraverso la lente dell'efficienza.
La prima teoria economica dell'*enforcement* contrattuale sostiene che una promessa debba essere legalmente vincolante se l'adempimento di quella promessa è in sé efficiente, cioè se la prestazione di quanto promesso porta a un risultato economicamente desiderabile. In questa prospettiva, l'adempimento è visto come il mezzo principale per raggiungere l'efficienza contrattuale, assicurando che le risorse siano allocate nel modo più vantaggioso come previsto dall'accordo originario. Tuttavia, la difficoltà che questa teoria pone riguarda la definizione e la misurazione dell'efficienza e quali criteri (individuali o collettivi) debbano essere considerati (Craswell, 2001).
La seconda teoria sposta l'attenzione sull'efficienza degli incentivi creati dalle regole sull'inadempimento, piuttosto che sull'efficienza intrinseca dell'adempimento. Questa prospettiva esamina come le norme che regolano l'inadempimento contrattuale, in particolare l'obbligo di risarcimento danni, influenzino le decisioni delle parti riguardo all'adempimento o all'inadempimento.
Un concetto centrale in questa teoria è quello di "inadempimento efficiente" (Barton (1972)). Tale teoria suggerisce che, in alcune circostanze, l'inadempimento del contratto, accompagnato dal pagamento di un risarcimento compensatorio, possa essere più efficiente dell'adempimento. Ciò accade quando il costo dell'adempimento per il promittente supera il beneficio che egli ricaverebbe dall'adempimento stesso, e quando il promittente ottiene un vantaggio dall'inadempimento superiore ai danni che deve pagare. In questo scenario, la mancata esecuzione è considerata "efficiente" perché massimizza il benessere economico complessivo, anche se com-

porta la mancata esecuzione della promessa originaria (Birmingham, 1970).
La prima teoria enfatizza l'efficienza intrinseca dell'adempimento, mentre la teoria dell'inadempimento efficiente pone l'accento sull'efficienza allocativa derivante da un inadempimento seguito dal pagamento di danni. Questo contrasto evidenzia un dibattito centrale nella teoria economica del contratto: se l'obiettivo primario sia garantire l'adempimento delle promesse in quanto tali, oppure promuovere esiti complessivamente efficienti, anche a costo di permettere un inadempimento compensato.

1.6 Costi di transazione

Arrow (1964) ha definito i costi di transazione come "i costi di funzionamento del sistema economico". Questi includono, tra l'altro, l'individuazione di partner commerciali affidabili, la ricerca dei prezzi e delle condizioni di mercato (costi di ricerca), la negoziazione e stipula dei contratti per ciascuna transazione (costi di contrattazione), nonché le attività di monitoraggio e tutela contro comportamenti opportunistici (costi di controllo e di *enforcement*) (Coase, 1937).
Secondo il teorema di Coase, se i costi di transazione fossero trascurabili, le parti sarebbero in grado di raggiungere risultati efficienti tramite la contrattazione privata, indipendentemente dalla distribuzione iniziale dei diritti. Tuttavia, Coase riconosce che nel mondo reale tali costi sono spesso elevati, rendendo difficile, se non impossibile, la negoziazione, con conseguenti inefficienze o fallimenti del mercato. Questi costi diventano particolarmente significativi in contesti complessi o incerti.
La principale intuizione di Coase è che le imprese esistono perché consentono di ridurre i costi di transazione legati all'utilizzo del mercato. Coordinando internamente le attività economiche, le imprese evitano il ricorso costante a contratti di mercato, internalizzando funzioni che altrimenti richiederebbero continue negoziazioni e controlli. Sviluppando ulteriormente questa analisi, Williamson (2005) afferma che i costi di transazione possono essere gestiti tramite diverse strutture di *governance*, da scegliere in base alle caratteristiche specifiche della transazione (Williamson, 1979).

1.6.1 La *governance* dei costi di transazione

Secondo Williamson (2005), il concetto di costi di transazione è strettamente connesso alla *governance*: le transazioni devono essere organizzate in modo da prevenire conflitti potenziali tra le parti e favorire scambi reciprocamente vantaggiosi.
L'economia della *governance* individua tre principali strutture attraverso cui è possibile regolare le transazioni: i mercati classici, che si riferiscono a scambi semplici e immediati (le cosiddette

transazioni “spot”); i contratti ibridi, che si fondano su accordi di lungo periodo (“long term agreement”); e le gerarchie, come le imprese e le organizzazioni pubbliche (Williamson, 2005). Nella sua analisi del 1979 (Williamson, 1979), Williamson sottolinea che l’organizzazione efficiente dell’attività economica richiede una corrispondenza attenta tra le caratteristiche delle transazioni e le relative strutture di *governance*. In generale, le transazioni non specifiche, sia occasionali che ricorrenti, possono essere regolate in modo efficace attraverso il mercato. Le transazioni occasionali e non standardizzate, invece, tendono a beneficiare maggiormente di strumenti come l’arbitrato. Infine, le transazioni ricorrenti, caratterizzate da elevata incertezza o da investimenti specifici e difficilmente riconvertibili (idiosincratici), richiedono strutture di *governance* più articolate e complesse. Anche altri studiosi, come Ouchi (1980) hanno messo in evidenza come mercati e gerarchie rappresentino due modalità fondamentali di coordinamento delle transazioni. I mercati risultano più adatti a scambi con bassa specificità, in cui i prezzi svolgono un ruolo centrale e le relazioni sono regolate da contratti.
Le gerarchie, al contrario, sono più efficaci in contesti in cui le transazioni sono poco standardizzate e richiedono regole formalizzate e definite in anticipo. Powell (1987) ha poi introdotto il concetto di forme ibride di *governance*, che combinano elementi tipici sia del mercato sia della gerarchia. Queste soluzioni intermedie si rivelano particolarmente adatte a coordinare transazioni ambigue, poco strutturate e ad alta variabilità, che risulterebbero svantaggiate se affidate esclusivamente a una logica di mercato o a un’organizzazione gerarchica.

1.6.2 Rischi contrattuali dei costi di transazione

Le transazioni presentano caratteristiche diverse a seconda dei rischi contrattuali legati alla specificità dell’attività o a livelli elevati di incertezza.
Williamson (1979) sottolinea quanto i costi di transazione siano centrali nello studio dell’economia, proponendo una sintesi dell’analisi basata su tre attributi fondamentali delle transazioni, che definisce “dimensioni”. Le tre dimensioni critiche individuate sono: l’incertezza, la frequenza con cui le transazioni si ripetono (*una tantum*, occasionali o ricorrenti), e il grado di investimento specifico e durevole richiesto dalla transazione (non specifico, misto o idiosincratico). La frequenza si riferisce alla ripetitività della transazione (Williamson, 1985) ed incide sulla possibilità di recuperare i costi sostenuti per la redazione del contratto. La dimensione dell’idiosincrasia riguarda la specificità degli *asset* ed il livello di discrezionalità implicato nel contratto. Una transazione è altamente idiosincratica quando l’investimento di una parte è perfettamente adattato alle esigenze dell’altra, al punto che qualsiasi cambiamento comporterebbe costi di adattamento rilevanti. Tale configurazione produce un effetto di “lock-in”, che vincola le parti al rapporto contrattuale. Gli investimenti specifici possono includere *asset* fisici specializzati, capitale umano specifico (acquisito tramite formazione interna o esperienza lavorativa) peculiarità del sito (vantaggi derivanti dalla prossimità geografica),*asset* dedicati (in-

vestimenti significativi fatti con l'aspettativa di una collaborazione duratura, che, se interrotta anticipatamente, costringerebbe a vendere i prodotti a prezzi svantaggiosi) o valore del marchio (*brand equity*). La specificità degli *asset* può riguardare investimenti durevoli non riconvertibili effettuati subito dopo la stipula del contratto, ma può anche svilupparsi nel corso dell'esecuzione contrattuale (Williamson (2005)). Al contrario, quando l'investimento non è perfettamente adattato alle esigenze della controparte, ma implica una prestazione standardizzata, si parla di transazione discreta. In questi casi, le parti non hanno necessariamente bisogno di instaurare una relazione a lungo termine e possono rivolgersi ad altri soggetti contrattuali se insoddisfatte. Nelle transazioni discrete, infatti, l'effetto di *lock-in* non si manifesta, poiché la prosecuzione del rapporto non è essenziale per ottenere i profitti derivanti dallo scambio (Williamson, 1979). Secondo Williamson (2005): "l'incertezza è la fonte dei disturbi a cui è necessario adattarsi. La frequenza è rilevante per due aspetti: effetti reputazionali e costi di impostazione, i cui effetti netti variano in base ai casi. Ma è la specificità degli *asset*, combinata ad eventi imprevisti, il fattore dove si colloca la principale forza predittiva."

1.6.3 Tipologie di costi di transazione

Williamson (1985) ha suddiviso i costi di transazione in due grandi categorie: costi di transazione *ex ante* ed i costi di transazione *ex post*.
I primi comprendono i costi iniziali di redazione, negoziazione e protezione di un accordo. Tali costi dipendono dalla complessità di un contratto e dalla volontà di prevedere tutte le eventualità e di stabilire anticipatamente come le parti dovranno adattarsi all'evolversi delle circostanze. Tuttavia, lo stesso Williamson mostra perplessità sulla reale possibilità di redigere un contratto integralmente definito, affermando l'inevitabile incompletezza contrattuale, che lascia alle parti l'onere di integrare l'accordo all'emergere di nuove condizioni. Un'opinione analoga è espressa anche da Hart e Moore (1988), i quali osservano che, nella pratica, è spesso irrealistico per le parti prevedere e specificare tutte le circostanze rilevanti all'interno di un contratto. In tale prospettiva, gli autori suggeriscono che l'incompletezza contrattuale possa essere, almeno parzialmente, compensata mediante la predisposizione di meccanismi di revisione contrattuale, che consentano un adeguamento dinamico dei termini dell'accordo sulla base delle informazioni che emergono in itinere relativamente ai costi e ai benefici dell'esecuzione.
I costi *ex post*, invece, riguardano le problematiche che insorgono nella fase di esecuzione del contratto. Williamson identifica quattro tipologie principali: (i) i costi derivanti da disallineamenti tra quanto stabilito contrattualmente e ciò che risulta, *ex post*, più efficiente; (ii) i costi di negoziazione sostenuti per correggere tali disallineamenti; (iii) i costi legati alla predisposizione e al funzionamento delle strutture di *governance* (non necessariamente giudiziarie) cui le parti si rivolgono per risolvere le controversie; (iv) i costi di assicurazione, volti a garantire l'effettiva attuazione degli impegni contrattuali.

Il disallineamento si verifica nel momento in cui le parti constatano che la scelta ottimale non era l'opzione A, precedentemente definita nel contratto (*ex ante*), bensì l'opzione B, rendendo così necessaria una rinegoziazione (*ex post*) per passare da A a B. Il problema della rinegoziazione risiede nel fatto che una delle parti potrebbe aver effettuato, durante l'esecuzione del contratto, investimenti specifici che costituiscono costi irrecuperabili ("sunk costs"), esponendosi pertanto ad una posizione di vulnerabilità nella fase di rinegoziazione. Il rischio di comportamenti opportunistici legati alla contrattazione *ex post* emerge in particolare nelle transazioni complesse, in cui non è possibile definire l'intera operazione con un singolo scambio. La complessità della transazione rende necessarie interazioni successive che creano, a loro volta, occasioni per la rinegoziazione. Questa rappresenta, secondo Williamson, la causa remota dei disallineamenti *ex post* e, conseguentemente, dei relativi costi di transazione.

Oltre alla classificazione proposta da Williamson, numerosi studiosi hanno contribuito a sviluppare e articolare le varie tipologie di costi di transazione. Tali costi possono emergere in ogni fase del processo contrattuale: nella preparazione, nell'esecuzione e nel monitoraggio dello scambio. A seconda della fase, Appel e Behr (1996) individua diverse categorie di costi che possono essere classificati come: a) costi di ricerca che si generano durante la fase di individuazione dei partner commerciali o delle possibili alternative. Comprendono, ad esempio, il tempo e le risorse impiegati per cercare attraverso organizzazioni specializzate, l'utilizzo di servizi di telecomunicazione, piattaforme *online*, pubblicazioni settoriali o consulenti gestionali; b) costi informativi che derivano dall'assenza o scarsità di informazioni durante l'interazione tra le parti. Questi possono emergere, ad esempio, da barriere linguistiche (come i costi per la traduzione) o da difficoltà tecniche che ostacolano lo scambio di informazioni, come i costi per strumenti tecnologici necessari a risolvere tali problemi. c) Costi decisionali rappresentano quei costi di transazione che sorgono quando il processo decisionale coinvolge più soggetti. Le divergenze tra obiettivi e motivazioni individuali rendono spesso lunga e complessa la ricerca di un accordo. Inoltre, tali costi possono manifestarsi quando i contratti non vengono rispettati come previsto o quando risultano ambigui rispetto all'intento iniziale. d) Costi di negoziazione sono i costi legati al processo di contrattazione, e includono le spese per avvocati e consulenti, oltre ai costi connessi alle risorse necessarie (ad esempio spese di viaggio e il tempo impiegato negli spostamenti). e) Costi di controllo sono legati alla necessità di monitorare e, se necessario, correggere l'andamento delle transazioni. Tali costi includono, ad esempio, le spese per verificare i pagamenti, garantire il rispetto degli *standard* tecnici concordati o mantenere il controllo della qualità. f) Costi di gestione riguardano l'organizzazione delle attività cooperative tra le parti coinvolte, comprese le spese relative al personale e alla definizione dei processi aziendali necessari al coordinamento. g) Costi di adattamento comprendono tutti i costi di transazione che derivano da cambiamenti nelle condizioni dell'accordo, come l'introduzione di nuove normative o la necessità di adottare nuovi standard informatici aggiornati. h) Costi da disincentivo sorgono in presenza di comportamenti opportunistici da parte dei partner contrattuali o

dei dipendenti, come nel caso di un fornitore che aumenti improvvisamente il prezzo di un prodotto altamente specializzato senza alcun preavviso, tentando così di reinterpretare il contratto a proprio vantaggio. i) Infine, i costi di esecuzione si riferiscono alle spese legate al recupero di prestazioni o pagamenti non ancora adempiuti. Tali costi si presentano principalmente nei contesti in cui la coordinazione avviene attraverso il mercato, come, ad esempio, nei casi in cui è necessario attivare procedure per ottenere il pagamento di crediti scaduti.

1.7 Contratti incompleti

Nei modelli neoclassici, si assume che le transazioni siano regolate da contratti completi, in cui ad ogni possibile contingenza realizzabile corrisponde un insieme di obblighi chiaramente definiti per le parti, la cui esecuzione è garantita dalla possibilità che un'autorità esterna verifichi ed imponga coattivamente l'adempimento (Hart, 1995; Williamson, 1985).
In realtà, "i contratti effettivi non sono così: sono scritti male, ambigui e omettono aspetti importanti" (Hart, 2017). La teoria dei contratti incompleti è stata sviluppata proprio per spiegare perché, nella pratica, i contratti non risultano mai completi e quali siano le conseguenze economiche di tale incompletezza contrattuale. Scott e Triantis (2005) definiscono l'incompletezza contrattuale attribuendole significati differenti a seconda che la prospettiva sia giuridica o economica. Da un punto di vista giuridico, un contratto è incompleto se non specifica tutte le obbligazioni delle parti per ogni possibile circostanza realizzabile. Da un punto di vista economico, invece, un contratto è considerato incompleto se non prevede, per ogni stato del mondo possibile, l'insieme efficiente di obbligazioni. Mentre l'incompletezza giuridica può essere gestita attraverso l'impiego di obbligazioni applicabili ad un ampio spettro di contingenze (tramite regole dispositive), l'incompletezza economica risulta molto più difficile da superare.
Ayres e Gertner (1992) definiscono "obbligatoriamente incompleti" i contratti che risultano tali secondo l'accezione giuridica, e "contingentemente incompleti" quelli che lo sono sotto il profilo economico. Gli stessi sostengono inoltre che un contratto "obbligatoriamente incompleto" sia necessariamente anche "contingentemente incompleto". Al contrario, un contratto incompleto dal punto di vista economico potrebbe non esserlo da quello giuridico, grazie all'impiego delle clausole penali "liquidated damages".
Le cause dell'incompletezza contrattuale possono essere molteplici. Secondo Katz (2005), l'incompletezza può derivare da risorse limitate o da una scarsa attenzione delle parti coinvolte. In altri casi, è l'utilizzo del linguaggio ordinario a generare ambiguità interpretative. Talvolta, l'incompletezza è invece una scelta consapevole delle parti, che decidono di lasciare intenzionalmente alcuni termini aperti per una futura negoziazione. In ogni caso, i problemi legati all'incompletezza ed ai vuoti interpretativi si manifestano solo nel momento in cui tra le parti

sorge un conflitto (Katz, 2005). "Le parti contrattuali talvolta lasciano volutamente incompleto il contratto, sia perché una delle due (o entrambe) trattiene informazioni necessarie per completarlo, sia perché decidono di agree to agree later" (Baker e Krawiec, 2006). Anche Hart e Holmström (1986) considerano la possibilità che l'incompletezza contrattuale derivi da una scelta razionale delle parti, le quali "preferiscono attendere gli sviluppi futuri piuttosto che tentare di prevedere un ampio numero di eventualità, ciascuna delle quali ha una probabilità individuale molto bassa di verificarsi".

La letteratura sui contratti incompleti individua nei costi di transazione la causa primaria dell'incompletezza contrattuale. I primi contributi in questo ambito (Crawford, 1988; Dye, 1985; Grout, 1984; Hall e Lazear, 1984; Rogerson, 1984; Shavell, 1980) sostengono che determinate clausole, quelle riferite ad eventi futuri ed incerti (clausole condizionate), comportano un costo fisso. Nei casi estremi in cui tale costo risulta estremamente alto, diventa impossibile includere queste disposizioni nel contratto (Hart e Moore, 1988).

Scott e Triantis (2005) attribuiscono l'incompletezza contrattuale alla presenza di costi di transazione sia nella fase iniziale (*front-end*) sia in quella successiva (*back-end*). I costi *front-end* riguardano le spese necessarie per acquisire le informazioni indispensabili ad anticipare tutte le possibili contingenze e per definire le relative obbligazioni contrattuali ottimali. Tali informazioni, però, sono spesso difficili da reperire e comportano costi considerevoli. I costi *back-end*, invece, si riferiscono all'attuazione delle clausole contrattuali, in particolare all'impegno richiesto all'autorità giudiziaria per verificare e garantire il rispetto delle obbligazioni concordate. Questi costi diventano proibitivi quando le contingenze rilevanti non possiedono le caratteristiche dell'osservabilità o della verificabilità, rendendo così impraticabile un'efficace applicazione da parte dell'autorità giudiziaria. Secondo Scott e Triantis, i costi di transazione costituiscono il principale vincolo che costringe le parti a redigere contratti incompleti. Ciò risulta vero anche in assenza di asimmetrie informative tra le parti, poiché il solo costo di redigere un contratto pienamente specificato può risultare eccessivamente gravoso.

Una parte rilevante della letteratura suggerisce che l'incompletezza contrattuale possa essere mitigata mediante l'uso del risarcimento per inadempimento, che funge da strumento per incentivare l'adempimento (Barton, 1972; Birmingham, 1970; Diamond e Maskin, 1979; Goetz e Scott, 1977). Se i contratti pienamente contingenti sono quelli che le parti hanno un mutuo interesse ad onorare, allora il risarcimento può servire da sostituto di tali contratti (Shavell, 1980). In particolare, Shavell (1980) sostiene che, affinché i risarcimenti siano efficaci, devono essere fissati ad un livello sufficientemente alto da assicurare che le clausole contrattuali vengano sempre rispettate. Poiché, come riconosciuto nella letteratura sui contratti incompleti, è troppo costoso specificare tutte le possibili contingenze *ex ante*, potrebbe risultare più efficiente per le parti affrontare tali contingenze nel momento in cui si verificano, piuttosto che sostenerne i costi iniziali di redazione. Il risarcimento definisce l'importo che la parte inadempiente deve versare alla parte non inadempiente per approssimare il comportamento che le parti avrebbero

concordato all'interno di un contratto pienamente specificato. Tuttavia, l'autore afferma anche che nessuna regola di risarcimento può indurre costantemente decisioni ottimali sia in relazione all'inadempimento (da parte dell'inadempiente)[1] sia all'investimento (da parte del promissario). Di conseguenza, i risarcimenti non possono riprodurre completamente la funzione di un contratto completo. In tal senso, un contratto incompleto, anche se corredato da rimedi ben progettati, non può mai eguagliare pienamente l'efficienza o la precisione di un accordo contrattuale completamente definito.

Diversi studiosi sostengono che la distinzione tra contratti completi ed incompleti sia in larga parte una costruzione teorica con un'applicabilità limitata alla pratica contrattuale reale: nessun contratto può essere totalmente completo a causa della presenza di costi di transazione, della complessità intrinseca del mondo reale e dell'impossibilità pratica di prevedere ogni possibile contingenza. Come è stato giustamente osservato, "se il contratto deve avere un effetto concreto nel mondo reale, ad un certo punto le parti dovranno smettere di perfezionare il linguaggio contrattuale ed iniziare la loro effettiva esecuzione" (Craswell, 2005). Il concetto di completezza contrattuale non riguarda tanto quindi, nella realtà, la distinzione tra contratti completi e incompleti, quanto piuttosto gli approcci interpretativi adottati nel trattare questioni che il contratto incompleto non risolve espressamente. Ciò comprende il modo in cui i tribunali interpretano l'accordo in caso di controversie impreviste, così come il modo in cui le stesse parti affrontano la rinegoziazione al mutare delle circostanze. Tale questione interpretativa è rilevante dal momento che è stato dimostrato come gran parte delle controversie legali riguardanti i contratti deriva proprio dalla loro intrinseca incompletezza (Dawson et al., 1982) e che i contratti incompleti hanno conseguenze significative sul funzionamento e sulla stabilità delle relazioni commerciali di lungo termine (Williamson, 1985; Klein et al., 1978).

Quando i contratti sono incompleti o contengono termini vaghi e ambigui, un'applicazione corretta da parte dei tribunali, volta a comprendere le reali intenzioni delle parti, richiede competenze che molti giudici potrebbero non possedere. Ciò introduce rischi significativi in termini di esiti e costi considerevoli nella redazione di accordi di lungo termine (Hart e Holmström, 1986). In particolare, l'incompletezza contrattuale determina un disallineamento rispetto al al livello di investimento efficiente che le parti effettuerebbero se volessero massimizzare i benefici derivanti dal contratto. Di conseguenza, i contratti incompleti generano sia problemi di sottoinvestimento sia di sovrainvestimento (Baker e Krawiec, 2006). Il primo caso deriva dalla paura che l'incertezza contrattuale possa esporre le parti al rischio di opportunismo, di rinegoziazione ed alla conseguente perdita di valore dell'investimento iniziale effettuato. La mancanza di obblighi pienamente definiti nel contratto potrebbe infatti spingere le parti a provocare una rinegoziazione del contratto con un rischio di *hold-up* che si manifesta soprattutto quando una delle parti ha realizzato un investimento specifico in vista dell'accordo (come costi irrimediabi-

[1] Il risarcimento potrebbe spingere la parte lesa a fare investimenti eccessivi, poiché questi investimenti non vengono recuperati in caso di inadempimento, portando così a decisioni di investimento non ottimali e a una possibile inefficienza economica.

li, condivisione di informazioni, formazione, specializzazione, ecc.) e si trova in una posizione contrattuale più vulnerabile rispetto all'altra.
Di contro, l'incompletezza contrattuale, unita ad una clausola di risarcimento danni che garantisce un rendimento fisso alla parte investitrice, potrebbe esporre il contraente al rischio di sovrainvestimento in attività specifiche del contratto. Quando l'investitore è garantito da un ritorno, indipendentemente dall'eventuale inadempimento, è spinto a investire più di quanto sarebbe economicamente razionale. Questo accade perché la certezza del rendimento riduce il rischio percepito, inducendo ad un eccesso di investimenti nelle attività specifiche del contratto. Tuttavia, tali investimenti potrebbero non tradursi in un reale valore aggiunto, in quanto le risorse impiegate potrebbero non corrispondere alle reali esigenze o ai benefici derivanti dall'accordo (Scott e Triantis, 2005).

1.8 Il problema dell'*hold-up*

Il problema del *hold-up*, come anticipato nei paragrafi precedenti, è strettamente legato alla dimensione temporale dei contratti ed agli investimenti specifici effettuati dalle parti coinvolte. In particolare, il rischio di *hold-up* si verifica quando una parte effettua investimenti che aumentano il proprio valore contrattuale ma che possono essere difficili da trasferire o recuperare, esponendola così alla possibilità che l'altra parte sfrutti questa dipendenza per ottenere un vantaggio negoziale. Tali investimenti possono essere di natura egoistica, se aumentano il valore solo per chi investe, oppure cooperativa, se contribuiscono a creare valore per entrambe le parti. Gli investimenti cooperativi, in particolare, possono determinare un problema di *moral hazard*: se una parte ha forti incentivi a investire, l'altra potrebbe avere incentivi più deboli, generando uno squilibrio negli sforzi di investimento (Holden e Malani, 2017). Il problema dell'*hold-up* è implicitamente connesso al rischio di rinegoziazione. Klein et al. (1978) descrivono la situazione in cui una parte effettua un investimento specifico per una transazione, ma non è in grado di stipulare un contratto completo che copra tutte le possibili problematiche future eliminando così la necessità di rinegoziare. Un esempio classico di *hold-up* riguarda gli stampi per parti di carrozzeria forniti da un fornitore esterno ad un costruttore automobilistico. Gli stampi sono molto costosi ed hanno un valore elevatissimo se destinati al costruttore, mentre risultano praticamente inutilizzabili per altri scopi in un'azienda diversa. Questo espone il fornitore al rischio di *hold-up*: una volta effettuato l'investimento, il costruttore potrebbe cercare di negoziare un prezzo più basso, approfittando del fatto che gli stampi non possono essere utilizzati altrove. Il fenomeno si verifica perché il contratto iniziale è incompleto e non può prevedere tutte le possibili circostanze future, come variazioni di prezzo o costi di produzione. Di conseguenza, dopo aver sostenuto un investimento specifico e potenzialmente non recuperabile, il fornitore

potrebbe trovarsi in una posizione contrattuale debole, con limitato potere negoziale. Questo rischio genera inefficienze: il fornitore potrebbe non essere propenso ad investire per timore che il ritorno venga ridotto da successive negoziazioni, oppure potrebbe decidere di adottare misure difensive, come contratti complessi o garantiti, che risultano costose e socialmente inefficienti (Klein et al., 1978).

1.9 La *governance* dei contratti incompleti

L'incompletezza dei contratti, unita alla possibilità che le parti si comportino in modo opportunistico, rende necessario adottare meccanismi di *governance* che vadano oltre i semplici contratti di mercato.
Seguendo il modello proposto da Coase (1937), questo problema può essere affrontato essenzialmente in due modi: attraverso l'integrazione verticale oppure tramite l'uso di contratti.
Klein et al. (1978) pongono l'attenzione su come la minaccia di appropriazione delle cosiddette "quasi rendite" rappresenti un fattore chiave nella scelta tra integrazione verticale e contratti di lungo periodo, che possono prevedere garanzie esplicite (di tipo legale) oppure implicite (basate sulla reputazione), con l'obiettivo di ridurre i costi di transazione necessari a prevenire comportamenti opportunistici.
L'argomentazione centrale è che, in presenza di beni specifici che generano quasi rendite specializzate appropriabili (rendimenti aggiuntivi derivanti da investimenti specifici), si presenta un elevato rischio di comportamenti opportunistici dopo la stipula del contratto. Questo rischio può essere ridotto attraverso diverse strategie organizzative e contrattuali.
Un investimento specifico è definito come un investimento il cui valore nell'uso previsto è significativamente maggiore rispetto al valore che avrebbe nella migliore alternativa possibile. Questa specificità crea una dipendenza bilaterale tra le parti, poiché ciascuna può potenzialmente appropriarsi di una parte della quasi rendita generata dall'investimento dell'altra una volta che quest'ultimo è stato effettuato (Klein et al., 1978).
Una delle principali soluzioni proposte da Klein, Crawford e Alchian (1978) è l'integrazione verticale, che consiste nell'unificare la proprietà dei beni specifici sotto la stessa impresa.
La logica sottostante è che, quando due o più beni sono altamente specifici l'uno rispetto all'altro, le parti che ne sono proprietarie separatamente diventano vulnerabili ai tentativi dell'altra di appropriarsi delle quasi rendite generate.
L'integrazione verticale, stabilendo la proprietà comune di questi beni, elimina l'incentivo all'opportunismo, poiché le decisioni vengono prese internamente all'impresa e sono orientate a massimizzare il profitto complessivo, piuttosto che a trasferire rendite da una divisione all'altra.
Un'alternativa all'integrazione verticale, come evidenziato nella stessa letteratura (Klein et al.,

1978), è rappresentata dai contratti a lungo termine, che possono essere espliciti o impliciti. I contratti espliciti mirano a specificare il maggior numero possibile di contingenze future e includono meccanismi di applicazione legale, come clausole arbitrali o penali in caso di inadempimento. Tuttavia, la loro efficacia è limitata dagli elevati costi di specificazione (è infatti costoso e spesso impraticabile prevedere e descrivere ogni possibile scenario futuro) nonché dai costi associati all'applicazione legale, dato che le controversie possono essere lunghe e onerose. Inoltre, anche quando un contratto sembra chiaramente definito, la minaccia di ritardi produttivi durante una disputa legale può essere utilizzata come leva per comportamenti opportunistici.
I contratti impliciti, invece, si basano su meccanismi di reputazione nel mercato. In questo contesto, un'impresa che si comporta in modo opportunistico rischia di perdere la fiducia dei propri partner commerciali e di subire una perdita di capitale reputazionale (o "brand name capital"), che può tradursi nella perdita di opportunità di business futuri.
Williamson (1979) propone un quadro più ampio, individuando diverse strutture di *governance* (di mercato, trilaterale, bilaterale e unificata) che si adattano alle caratteristiche specifiche delle transazioni. In particolare, egli evidenzia come la *governance* trilaterale, tipica dei contratti neoclassici e supportata dall'intervento di terzi (come l'arbitrato), sia particolarmente efficace nel gestire l'incompletezza dei contratti a lungo termine, occasionali e non standardizzati. Al contrario, la *governance* bilaterale, che si concretizza attraverso contratti relazionali, tende a emergere in contesti di transazioni ricorrenti e idiosincratiche, consentendo continui aggiustamenti reciproci tra le parti coinvolte. Infine, la *governance* unificata (integrazione verticale) rappresenta la soluzione più efficiente per transazioni altamente idiosincratiche, poiché permette di effettuare adattamenti sequenziali all'interno di una struttura proprietaria unitaria.
In generale, questi approcci nella letteratura sottolineano come la scelta della struttura di *governance* sia guidata dall'obiettivo di minimizzare i costi di transazione derivanti dall'incompletezza contrattuale e dal potenziale opportunismo delle parti coinvolte. Un importante risultato che emerge è che, all'aumentare della specificità degli *asset* e del valore delle quasi rendite suscettibili di appropriazione, i costi di contrattazione tendono a crescere più rapidamente rispetto ai costi associati all'integrazione verticale (Klein et al., 1978). Quando la specificità degli *asset* raggiunge un livello tale che i benefici dell'integrazione superano i costi di gestione interna, diventano preferibili forme di *governance* più personalizzate. Queste includono strutture che enfatizzano la continuità relazionale e l'adattabilità, oppure la piena integrazione verticale, come evidenziato da Williamson (1979).

1.9.1 Soluzione proprietaria: teoria dei diritti di proprietà e controllo

Grossman e Hart (1986) propongono una soluzione al problema dell'incompletezza contrattuale ed al rischio di *hold-up* definendo l'integrazione in termini di proprietà degli *asset* e sviluppando un modello per spiegare quando un'impresa ha l'incentivo ad acquisire gli *asset* di un'altra.

Come affermano, "se una parte ottiene il diritto di controllo, ciò riduce i diritti dell'altra parte di esercitare controllo" (Grossman e Hart, 1986, p. 693).
La loro teoria dei diritti di proprietà si concentra sull'allocazione della proprietà degli *asset*, intesa come la distribuzione dei diritti residuali di controllo. Elemento centrale di questo approccio è la definizione di un'impresa: "definiamo un'impresa come l'insieme degli *asset* che possiede o su cui esercita controllo; non facciamo distinzione tra proprietà e controllo" (Grossman e Hart, 1986, p. 693). In questo quadro, la proprietà non è semplicemente un titolo legale, ma l'autorità effettiva di decidere come un *asset* può essere utilizzato in tutte le situazioni non espressamente disciplinate da un contratto.
In presenza di contratti incompleti, colui che detiene i diritti residuali di controllo esercita un potere decisivo nella fase *ex post*, influenzando sia l'esito della rinegoziazione sia, indirettamente, le decisioni di investimento *ex ante* delle parti coinvolte.
Gli autori definiscono l'impresa come l'insieme degli *asset* che possiede e distinguono due categorie di diritti contrattuali: i diritti specifici, che sono esplicitamente indicati ed applicabili all'interno del contratto, ed i diritti residuali, che riguardano tutte le decisioni non specificate contrattualmente. Quando risulta troppo costoso per una parte elencare tutti i diritti specifici che desidera avere sugli *asset* di un'altra parte, può risultare ottimale per quella parte acquisire tutti i diritti eccetto quelli esplicitamente riservati nel contratto. In questo senso, la proprietà è definita come l'acquisizione dei diritti residuali di controllo perchè conferisce al proprietario il potere decisionale su tutte le questioni non regolate dall'accordo contrattuale.
Il modello di Grossman e Hart (1986) si articola in due fasi. Nella prima fase (*ex ante*), le parti, solitamente due imprese o agenti economici, effettuano investimenti specifici alla relazione, che non possono essere stabiliti contrattualmente. Nella seconda fase (*ex post*), si prendono ulteriori decisioni produttive, anch'esse non prevedibili né contrattualizzabili in anticipo, ma suscettibili di rinegoziazione una volta realizzati gli investimenti. I benefici derivanti dalla relazione sono privati (osservabili) e non verificabili da terzi, condizione che rende impossibile stipulare contratti che disciplinino direttamente i risultati economici. In questo scenario, l'unico accordo vincolante *ex ante* è l'allocazione della proprietà degli *asset*, che stabilisce quale parte detiene i diritti di controllo nelle contingenze future impreviste.
Secondo Grossman e Hart (1986), la scelta della struttura proprietaria ottimale è fondamentale per minimizzare la perdita complessiva di *surplus* causata dalle distorsioni negli investimenti *ex ante*, tipiche dei contesti caratterizzati da contratti incompleti. Poiché non è possibile prevedere e specificare tutte le contingenze future nei contratti, l'allocazione della proprietà degli *asset*, e quindi dei diritti residuali di controllo, influenza la posizione negoziale delle parti nella fase *ex post* e, di conseguenza, gli incentivi a investire *ex ante*.
La teoria identifica tre principali strutture proprietarie. Nel primo caso, la non integrazione, in cui ogni impresa mantiene la proprietà e il controllo esclusivo dei propri *asset*: nessuna parte può decidere unilateralmente sull'uso degli *asset* dell'altra e tutte le decisioni operative richie-

dono un accordo reciproco. Nel secondo caso, l'integrazione verticale con controllo da parte dell'impresa 1: l'impresa 1 acquisisce l'impresa 2, ottenendo la proprietà di tutti gli *asset* rilevanti ed i diritti residuali di controllo. Nel terzo scenario, l'integrazione verticale con controllo da parte dell'impresa 2, in cui la situazione si inverte: è l'impresa 2 a detenere la proprietà e l'autorità decisionale esclusiva.
La scelta tra non integrazione e le due forme di integrazione verticale dipende principalmente da come l'allocazione dei diritti residuali di controllo influisce sugli incentivi agli investimenti delle parti. Uno dei criteri fondamentali per individuare la struttura proprietaria ottimale è l'importanza relativa degli investimenti specifici effettuati dalle due imprese. Se l'investimento di una delle due imprese è significativamente più rilevante per il successo della relazione rispetto a quello dell'altra, allora può essere ottimale assegnarle la proprietà e il controllo. In questi casi, il beneficio derivante dal rafforzamento degli incentivi ad investire per la parte che ha più interesse, può superare i costi legati a incentivi più deboli per l'altra parte. Al contrario, se è l'investimento dell'altra impresa ad essere più importante nella generazione di *surplus*, allora i diritti di controllo dovrebbero essere attribuiti a quest'ultima.
La non integrazione, d'altra parte, può risultare la scelta ottimale quando gli investimenti specifici alla relazione di entrambe le parti sono sufficientemente rilevanti. In tal caso, mantenere la proprietà separata consente a ciascuna impresa di conservare un certo grado di potere negoziale nella fase *ex post*, favorendo incentivi agli investimenti più equilibrati e moderati. L'integrazione verticale tende a generare un'asimmetria negli incentivi agli investimenti: la parte che detiene il controllo ha incentivi a sovrainvestire, poiché può appropriarsi di una quota maggiore del *surplus* mentre la parte subordinata tende a sottoinvestire a causa del minor potere negoziale. Al contrario in assenza di integrazione, entrambe le parti tendono generalmente a sottoinvestire, poiché nessuna ha garanzie sufficienti di appropriarsi del valore generato dall'investimento. In questo contesto, la struttura proprietaria ottimale è quella in grado di minimizzare la perdita complessiva di *surplus* dovuta a queste distorsioni, bilanciando il *trade-off* tra sovra e sottoinvestimento. Ogni assetto proprietario, infatti, incide sulla distribuzione del potere negoziale *ex post* e, di conseguenza, sull'efficienza complessiva della relazione contrattuale.
Il modello sviluppato da Grossman e Hart mostra quindi che nessuna configurazione proprietaria consente di raggiungere un esito pienamente efficiente (*first-best*), poiché l'allocazione del controllo influenza in modo asimmetrico gli incentivi delle parti. Tuttavia, la loro soluzione, basata sull'attribuzione della proprietà degli *asset*, rappresenta un meccanismo efficace per attenuare il problema del *hold-up*. Pur non eliminando del tutto le inefficienze legate all'incompletezza contrattuale, consente di ridurre la perdita di *surplus* complessiva, rendendo la struttura di controllo un elemento cruciale nella progettazione dei rapporti contrattuali. La teoria dei diritti di proprietà fornisce un quadro teorico fondamentale per comprendere la *governance* delle relazioni economiche in assenza di contratti pienamente contingenti e mostra come l'organizzazione proprietaria ottimale è quella che riesce a bilanciare queste distorsioni

opposte, minimizzando la perdita complessiva di efficienza.

Hart e Moore (1990) ampliano la teoria dei diritti di proprietà di Grossman e Hart, concentrandosi maggiormente sulla gestione degli *asset* e sugli incentivi degli attori coinvolti, inclusi i lavoratori. Gli autori affinano il concetto di diritti residuali di controllo, definendoli come la capacità del proprietario di escludere altri dall'uso di un *asset*.
Estendendo l'analisi alla proprietà degli *asset* umani, sostengono che, se un agente è indispensabile alla produttività di un certo bene, allora dovrebbe esserne anche il proprietario. In altre parole, un *asset* che ha valore solo per un determinato agente, come una competenza specifica o uno strumento unico, dovrebbe essere posseduto da quell'agente. Questo principio riflette l'idea di "proprietà idiosincratica", secondo cui gli *asset* rilevanti per un solo soggetto dovrebbero essere sotto il suo controllo. Inoltre, Hart e Moore suggeriscono che, quando è necessario il contributo di più agenti per generare valore da un *asset*, il controllo debba essere esercitato secondo il principio di maggioranza all'interno del gruppo come avviene, ad esempio, in una *partnership* o in una cooperativa. Questa modalità di *governance* favorisce la cooperazione e attenua i conflitti di interesse, contribuendo così ad ottimizzare le decisioni di investimento e a ridurre i problemi di *hold-up*, garantendo una gestione più efficiente delle risorse. Entrambe le teorie proprietarie mirano a massimizzare l'efficienza economica minimizzando le distorsioni negli investimenti; tuttavia, mentre Grossman e Hart si concentrano principalmente sulla struttura di controllo degli *asset* fisici, Hart e Moore estendono l'analisi anche agli *asset* umani e all'importanza della cooperazione tra le parti coinvolte.

1.9.2 Soluzione contrattuale: teoria del *design* della rinegoziazione

Contrariamente all'accezione più estrema che vede la rinegoziazione come un ostacolo al raggiungimento dell'efficienza, una parte della letteratura sottolinea invece l'importanza di progettare il processo di rinegoziazione in modo da promuovere risultati desiderabili, come investimenti efficienti ed una condivisione ottimale del rischio. In particolare, la definizione delle regole che governano la rinegoziazione *ex post* rappresenta un meccanismo fondamentale per affrontare i problemi di sottoinvestimento derivanti dall'incompletezza contrattuale e dall'informazione non verificabile.
Nella letteratura, la rinegoziazione è modellata in modi diversi, ma viene generalmente intesa come un processo di scambio di informazioni tra le parti, i cui esiti dipendono spesso dalla veridicità e dalla verificabilità dei messaggi comunicati. Per questo, parte della ricerca si è concentrata sull'analisi di strumenti idonei a promuovere la trasparenza delle comunicazioni e garantire uno scambio affidabile di informazioni.
Maskin (1985), Maskin (1999) e Moore e Repullo (1988), contributi centrali nella letteratura

sull'implementazione [2](Maskin e Sjöström, 2002), si sono concentrati, in particolare, sull'uso dei cosiddetti "meccanismi di rivelazione" come strumento per affrontare i problemi legati all'informazione non verificabile. Questi meccanismi sono progettati per indurre ciascuna parte a rivelare in modo veritiero le proprie informazioni private, anche quando tali informazioni non possono essere verificate esternamente da un tribunale.

Il contratto è strutturato in modo tale che il risultato finale dipenda dalle comunicazioni che le parti si scambiano dopo che l'incertezza iniziale è venuta meno, per esempio, dopo che gli investimenti sono stati realizzati o si è verificata la situazione futura ed incerta. Una caratteristica centrale di questi meccanismi è la previsione di punizioni, usate come minaccia per scoraggiare dichiarazioni false ed incentivare una comunicazione trasparente. Tuttavia, l'efficacia di tali strumenti dipende essenzialmente dalla capacità delle parti di impegnarsi a non rinegoziare il contratto. Se la rinegoziazione è possibile, la credibilità delle minacce punitive viene meno, impedendo di fatto l'implementazione di allocazioni efficienti.

I modelli successivi, tra cui quelli di Maskin e Moore (1999) e Green e Laffont (1988), riconoscono che le parti di un contratto possono avere incentivi a rinegoziare gli accordi iniziali qualora questi conducano, *ex post*, ad esiti inefficienti. Tuttavia, in tali modelli, la rinegoziazione è trattata in modo esogeno, ossia come un processo esterno non formalizzato all'interno del contratto iniziale. Gli autori non modellano il processo di rinegoziazione in sé, ma si limitano a considerarne l'esito finale. La rinegoziazione viene dunque concepita come un processo esterno, assimilabile ad una "scatola nera" (Aghion et al. (1994)) con una funzione correttiva in grado di trasformare un risultato inefficiente del contratto, considerato come *input*, in un esito Pareto-efficiente sulla base delle informazioni disponibili in quel momento (funzione di sostituzione). Indipendentemente dall'esito previsto dal contratto iniziale (soprattutto se basato su comunicazioni non veritiere o su contingenze non previste), qualora si riveli inefficiente *ex post*, la "scatola nera" interviene per correggerlo. L'ipotesi di fondo è che la rinegoziazione conduca sempre ad un accordo che massimizza il *surplus* complessivo. Tuttavia, questo approccio presenta un limite rilevante: l'inevitabilità della rinegoziazione può compromettere la credibilità delle sanzioni inefficienti previste da meccanismi *ex ante*. Se le parti sono consapevoli che qualsiasi inefficienza sarà successivamente corretta, il potere incentivante di tali meccanismi risulta indebolito.

Il modello di rinegoziazione proposto da Hart e Moore (1988) si fonda sull'idea che i contratti siano intrinsecamente incompleti, a causa dell'impossibilità di specificare in modo verificabile tutte le contingenze future. Gli autori sviluppano un modello che analizza la relazione tra un acquirente ed un venditore di un bene omogeneo. Dopo la firma del contratto, ma prima che si realizzi lo stato del mondo, le parti effettuano investimenti specifici, che sono osservabili ma

[2]La letteratura sull'implementazione ("implementation literature") è impegnata a progettare un meccanismo (forma di gioco) tale che gli esiti di equilibrio soddisfino un criterio di ottimo sociale definito da una regola di scelta sociale. Un meccanismo si dice che implementa una regola di scelta sociale se, in ogni possibile stato del mondo, l'insieme degli esiti di equilibrio coincide con l'insieme degli esiti ottimali individuati dalla regola stessa.

non verificabili da terze parti. Inoltre, il valore del bene per l'acquirente ed il costo di produzione per il venditore sono osservabili solo dalle parti coinvolte, ma non da soggetti esterni, come un tribunale (l'ipotesi di simmetria informativa tra le parti è un elemento centrale del modello). Una volta che queste informazioni private sono note ma prima che avvenga lo scambio le parti possono rinegoziare i termini originari del contratto. Una delle ipotesi chiave del modello è che il contratto iniziale possa sempre essere annullato e sostituito da uno nuovo, circostanza che limita fortemente la possibilità di regolare la rinegoziazione in modo vincolante.
La rinegoziazione è fortemente condizionata dalla tecnologia dei messaggi scambiati tra le parti dopo la realizzazione dello stato del mondo. Hart e Moore (1988) distinguono due casi principali. Nel primo caso, i messaggi non sono verificabili da terzi, come nel caso della corrispondenza privata. In tale contesto, i prezzi futuri dipendono meccanicamente dai prezzi inizialmente stabiliti nel contratto e le parti possono influenzare solo marginalmente gli esiti della rinegoziazione. Nel secondo caso, invece, i messaggi sono verificabili e pubblicamente utilizzabili, consentendo alle parti di introdurre meccanismi contrattuali più sofisticati, che permettono una maggiore flessibilità nella determinazione dei prezzi e una più elevata efficienza negli esiti. Tuttavia, anche in questo scenario, qualora il prezzo concordato non ripartisca il *surplus* in modo soddisfacente, le parti saranno portate ad una nuova rinegoziazione. La rinegoziazione, quindi, rimane un processo dinamico, in cui la struttura iniziale dei messaggi esercita un'influenza, ma non determina in modo definitivo il prezzo finale.
Secondo il modello sviluppato da Hart e Moore (1988), la possibilità di rinegoziare, combinata con il tipo di comunicazione disponibile, influisce in modo significativo sulla capacità del contratto di raggiungere esiti efficienti. In particolare, quando gli investimenti specifici non sono verificabili, risulta difficile conseguire un risultato ottimale (*first-best*), poiché la prospettiva di una futura rinegoziazione induce le parti ad investire meno del necessario[3]. Al contrario, in contesti privi di investimenti specifici, in cui l'unico obiettivo è la condivisione del rischio, è possibile attuare l'esito di primo grado, a condizione che i messaggi siano verificabili[4].

A differenza di Hart e Moore (1988) che evidenziano come l'informazione non verificabile ed i limiti nell'*enforcement* contrattuale conducano spesso ad un livello di sottoinvestimento, Aghion et al. (1994), insieme a Chung (1991), dimostrano come una progettazione attenta del contratto iniziale possa orientare la rinegoziazione futura e condurre ad esiti efficienti anche in presenza di non verificabilità. Il loro modello offre una soluzione contrattuale diversa da quella proprietaria per superare il problema dell'*hold-up* nei contratti incompleti.
In alternativa all'attribuzione della proprietà degli *asset* come strumento incentivante, gli auto-

[3]Le parti sono incentivate a sottoinvestire perchè temono che il *surplus* generato possa essere soggetto ad una rinegoziazione con esito a loro sfavorevole.

[4]Hart and Moore identificano alcune condizioni al di sotto delle quali possono essere raggiunti risultati ottimali anche in presenza di messaggi non verificabili:1) in ambienti dove non c'è incertezza; 2) quando il valore (per l'acquirente) ed il costo (per il produttore) del bene non dipendono dall'investimento; 3) se il prezzo di scambio è noto sin dall'inizio.

ri propongono la costruzione di contratti basati sulla "Renegotiation Design" (RD), capaci di rendere entrambe le parti "residual claimants" rispetto ai propri investimenti. Questa "progettazione della rinegoziazione" si basa su due caratteristiche fondamentali: la definizione di opzioni di *default* e l'allocazione del potere negoziale. Innanzitutto, il contratto iniziale specifica un'opzione di *default* (DO), un accordo predefinito che garantisce ad una delle parti, solitamente quella più vulnerabile (come il venditore), la possibilità di effettuare lo scambio a condizioni fissate nel caso in cui la rinegoziazione fallisca o non sia necessaria. Ciò significa che se le parti non riuscissero a concordare un nuovo termine, applicherebbero quanto stabilito dall'opzione di *default*, che funge quindi da protezione contro violazioni unilaterali dell'accordo iniziale. A differenza di lavori precedenti come quello di Hart e Moore (1988), che assumevano il "nessuno scambio" come unica opzione di *default* possibile ("at-will contracts"), questo modello introduce i "contratti a prestazione specifica" ("specific performance contracts"), dove i tribunali possono imporre i livelli di scambio pattuiti inizialmente, anche su richiesta di una sola parte.
Il valore della DO è progettato in modo da aumentare proporzionalmente all'investimento effettuato dal titolare, creando così un legame diretto tra investimento e rendimento. La capacità di impostare un'opzione di *default* a un "livello di scambio medio" ("average trade level") è particolarmente importante per superare il problema del "sottoinvestimento".
Per essere efficace, l'opzione predefinita deve essere legalmente applicabile, di norma attraverso l'esecuzione specifica. Questo approccio consente di internalizzare le esternalità che, nei contratti incompleti, disincentiverebbero l'investimento, e di ottenere risultati efficienti senza dover modificare i diritti di proprietà.
La clausola TIOLI ("Take It Or Leave It"), invece, assegna tutto il potere contrattuale in fase di rinegoziazione all'altra parte (ad esempio, all'acquirente). Quest'ultima, potendo formulare un'offerta non negoziabile, è in grado di appropriarsi dell'intero *surplus* residuo derivante dallo scambio e diventa così *residual claimant* rispetto al proprio investimento. Tuttavia, affinché questa offerta abbia efficacia, deve essere credibile *ex post*, ossia la parte deve avere l'incentivo a formularla anche dopo che l'incertezza si è risolta.
Combinando la *default* option (DO) con la clausola *take it or leave it* (TIOLI), il contratto di *Renegotiation Design* (RD) garantisce ad entrambe le parti una protezione simmetrica dal rischio di *hold-up* e una remunerazione proporzionata agli investimenti specifici effettuati. In questo modo, le parti sono incentivate a investire in modo efficiente: la parte titolare della DO perché è tutelata e ricompensata in caso di mancata rinegoziazione, e la parte con la clausola TIOLI perché può estrarre valore dallo scambio residuo. Si ottiene così un risultato di primo grado (*first-best*), equivalente a quello che si realizzerebbe se fosse possibile stipulare un contratto direttamente sugli investimenti (Holden e Malani, 2014).

1.9.3 Investimenti Cooperativi vs. Investimenti egoistici: il dilemma della rinegoziazione

Holden e Malani (2014), Chung (1991), Aghion et al. (1994) hanno dimostrato che l'impossibilità di specificare nel contratto iniziale gli investimenti o tutte le contingenze future, ossia la presenza di un contratto incompleto, non conduce necessariamente ad un livello di investimento inferiore a quello socialmente ottimale. In particolare, questa parte della letteratura ha analizzato come contratti semplici, seppur incompleti, possano comunque condurre ad esiti efficienti, anche a seguito di una rinegoziazione. Secondo Che e Hausch (1999), tuttavia, il ruolo della rinegoziazione assume un significato diverso a seconda che gli investimenti specifici considerati siano di natura egoistica o cooperativa. Gli investimenti egoistici (*self-investments*) sono quelli che generano benefici diretti per chi li effettua. Gli investimenti cooperativi, invece, sono quelli che producono benefici diretti per l'altra parte contrattuale. Ad esempio, un investimento cooperativo da parte dell'acquirente può ridurre i costi di produzione del venditore, mentre un investimento del venditore è considerato cooperativo se accresce il valore del bene per l'acquirente. Gli investimenti cooperativi sono definiti "puri" se non generano benefici diretti (o ne generano di negativi) per chi li realizza e favoriscono esclusivamente la controparte; sono invece considerati investimenti cooperativi "ibridi" se apportano vantaggi a entrambe le parti. Questa distinzione è fondamentale perché, secondo Che e Hausch (1999), influisce in modo significativo su come la possibilità di rinegoziazione modelli gli incentivi all'investimento. Tipi diversi di investimento hanno impatti differenti sulla posizione di *status quo* (o posizione di disaccordo) delle parti durante la rinegoziazione *ex post*. In particolare, gli investimenti egoistici tendono a migliorare la posizione di *status quo* dell'investitore, rafforzandone potenzialmente il potere contrattuale e preservando gli incentivi ad investire. Al contrario, gli investimenti cooperativi indeboliscono la posizione di *status quo* dell'investitore, poiché migliorano direttamente l'esito della controparte nel caso in cui non si raggiunga un accordo sui termini iniziali. Ciò riduce la quota del *surplus* rinegoziato che l'investitore può aspettarsi di ottenere dal proprio investimento. Questa differenza nell'effetto degli investimenti sulle posizioni contrattuali *ex post* determina esiti di efficienza sensibilmente diversi a seconda che l'investimento sia egoistico o cooperativo, soprattutto quando le parti non possono impegnarsi in modo credibile a evitare la rinegoziazione.

Nel modello sviluppato da Che e Hausch (1999), gli autori analizzano uno scenario in cui, in un mondo ideale, le parti possono impegnarsi effettivamente a non rinegoziare il contratto iniziale. In tal caso, un accordo ben progettato può realmente condurre ad un risultato efficiente (di *first-best*), indipendentemente dal fatto che gli investimenti siano egoistici o cooperativi. Tuttavia, nei contesti reali, questo impegno a non rinegoziare è difficilmente realizzabile. I sistemi giudiziari, infatti, tendono a riconoscere e far valere le modifiche contrattuali consensuali, riflettendo quella che gli autori chiamano "realtà pratica". In questo contesto più realistico, gli investimenti

egoistici possono ancora, in certi casi, portare a risultati efficienti: chi investe riesce comunque ad appropriarsi di una parte sufficiente del *surplus* generato e, quindi, ha incentivo a investire. Al contrario, gli investimenti cooperativi non offrono le stesse garanzie. In caso di rinegoziazione, infatti, chi ha investito ottiene solo una parte ridotta del valore creato, perché questo valore va a beneficio soprattutto dell'altra parte. Di conseguenza, l'incentivo ad investire in modo efficiente si riduce, portando spesso ad un livello di investimento inferiore a quello socialmente desiderabile.

Questa linea di ricerca, dunque, mette in discussione l'idea della rinegoziazione come soluzione al problema di *hold-up*, così come proposta dal modello di Aghion et al. (1994), e la interpreta piuttosto come un ostacolo all'efficienza, in particolare quando gli investimenti sono di tipo cooperativo. In tali casi, la contrattazione iniziale perde di significato: le parti finiscono per ottenere lo stesso risultato che avrebbero con una semplice negoziazione *ex post*, senza neppure stipulare un contratto preliminare. Questo esito è noto come "Williamson game" o "contratto spot".

Bibliografia

Aghion, Philippe, Mathias Dewatripont, and Patrick Rey, "Renegotiation Design with Unverifiable Information," *Econometrica*, 1994, *62* (2), 257–282.

Akerlof, George, "A Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism," *The Quarterly Journal of Economics*, 1970, *84* (3 (Aug., 1970)), 488–500.

Aldashev, Gani e Giorgio Zanarone, "Endogenous Enforcement Institutions," *Journal of Development Economics*, 2017, *128* (March), 49–64.

Antràs, Pol, "Incomplete contracts and the product cycle," *American Economic Review*, 2005, *95* (4), 1054–1073.

Appel, Wolfgang e Rainer Behr, "Towards the Theory of Virtual Organisations: A Description of their Formation and Figure," *Arbeitspapiere WI*, 1996, *12* (12).

Arrow, Kenneth J., "The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-bearing," *The Review of Economic Studies*, 1964, *31* (2), 386–408.

Ayres, Ian e Robert Gertner, "Filling Gaps in Incomplete Contracts- An Economic Theory of Default Rules," *Yale Law School*, 1989.

_ e _ , "Strategic Contractual Inefficiency and the Optimal Choice of Legal Rules," *The Yale Law Journal*, 1992, *101* (4), 729.

Baird, Douglas G. e Thomas H. Jackson, "Fraudulent Conveyance Law and Its Proper Domain," *Vanderbilt Law Review*, 1985, *38*, 829–855.

Baker, George, Robert Gibbons, and Kevin J. Murphy, "Subjective Performance Measures in Optimal Incentive Contracts," 1994.

_ , _ , and _ , "Relational Contracts and the Theory of the Firm," *the quartely Journal of Economics*, 2002, *117* (1), 39–84.

Baker, Scott e Kimberly D. Krawiec, "Incomplete Contracts In A Complete Contract World," *Florida State University Law Review*, 2006, pp. 725–755.

Barton, John H., "The Economic Basis of Damages for Breach of Contract," *The Journal of Legal Studies*, 1972, *1* (2), 277–304.

Ben-Shahar, Omri e Lisa Bernstein, "The Secrecy Interest in Contract Law," *Yale Law Journal*, 2000, *109* (8), 1885–1925.

Benson, Peter, *The Theory of Contract Law: New Essays*, Cambridge University Press, 2001.

Bernstein, Lisa, "Opting out of the Legal System: Extralegal Contractual Relations in the Diamond Industry," *The Journal of Legal Studies*, 1992, *21* (1), 115–157.

_ , "Merchant law in a merchant court: Rethinking the code's search for immanent business norms," *University of Pennsylvania Law Review*, 1996.

Birmingham, Robert L, "Breach of Contract, Damage Measures, and Economic Efficiency," *Rutgers Law Review*, 1970, *24*, 273–292.

Bolton, Patrick e Mathias Dewatripont, *Contract Theory*, The MIT Press, 2005.

Bridgeman, Curtis, "Default Rules, Penalty Default Rules, and New Formalism," *SSRN Electronic Journal*, 2006, *541* (4), 1–28.

Bull, Clive, "The Existence of Self-Enforcing Implicit Contracts Author (s): Clive Bull Stable URL : https://www.jstor.org/stable/1884685," *the quartely Journal of Economics*, 1987, *102* (1), 147–160.

Camerer, Colin, Samuel Issacharoff, George Loewenstein, Ted O'Donoghue, and Matthew Rabin, "Regulation for Conservatives : Behavioral Economics and the Case for "Asymmetric Paternalism"," *University of Pennsylvania Law Review*, 2003, *151* (3), 1211–1254.

Che, Yeon-Koo e Donald B Hausch, "Cooperative Investments and the Value of Contracting," *American Economic Review*, 1999, *89* (1), 125–147.

Chung, Tai Yeong, "Incomplete Contracts,Specific Investments, and Risk Sharing," *Oxford University Press*, 1991, *58* (5), 1031–1042.

Coase, R. H., "The Nature of the Firm," *Economica*, 1937, *4* (16), 386–405.

Craswell, Richard, "Two Economic Theories of Enforcing Promises," 2001.

_ , "The "Incomplete Contracts" Literature and efficient Precautions," *Case Western Reserve Law Review*, 2005, *56*, 151–168.

Crawford, Vincent P., "Long-Term Relationships Governed by Short-Term Contracts," *American Economic Review*, 1988, *78* (3), 485–499.

Cremer, Jacques e Richard p. McLean, "Full Extraction of the Surplus in Bayesian and Dominant Strategy Auctions," *Econometrica*, 1988, *56* (6), 1247–1257.

Dawson, John P., William Burnett Harvey, and Stanley D. Henderson, *Contracts: Cases and comment*, Foundation Press, 1982.

Debreu, Gerard, "Theory of Value: An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium," 1972.

Diamond, P. A. e Eric Maskin, "An Equilibrium Analysis of Search and Breach of Contract: Steady State," *The Bell Journal of Economics*, 1979, *10* (1), 282–316.

Dixit, Avinash K., "Lawlessness and economics: Alternative modes of governance," *Princeton University Press*, 2004.

Dye, Ronald A., "Costly Contract Contingencies," *International Economic Review*, 1985, *26* (1), 233–250.

Easterbrook, Frank H. e Daniel R. Fischel, "Limited Liability and the Corporation," *The University of Chicago Law Review*, 1985, *52* (1), 89.

Eenmaa-Dimitrieva, Helen e Maria José Schmidt-Kessen, "Creating Markets In No-trust Environments: The Law and Economics of Smart Contracts," *Computer Law and Security Review*, 2019, *35* (1), 69–88.

Fried, Charles, "Contract as Promise: A Theory of Contractual Obligation," *Harvard University Press*, 1981.

Fuller, L. L. e William R. Perdue, "The Reliance Interest in Contract Damages: 1," *The Yale Law Journal*, 1937, *46* (1), 52–96.

Ganuza, Juan José e Fernando Gómez Pomar, *The Strategic Structure of Contract Law*, Book Draft, 2016.

_ **e** _ , "Designing Relational Sanctions in Buyer–Supplier Relationships," *Journal of Economics and Management Strategy*, 2021, *31* (2), 470–491.

Gerlach, Michael L., *Alliance Capitalism: The Social Organization of Japanese Businesses*, University of California Press, 1991.

Gil, Ricard e Giorgio Zanarone, "Formal and Informal Contracting: Theory and Evidence," *Annual Review of Law and Social Science*, 2017, *13*, 141–159.

Goetz, Charles J. e Robert E. Scott, "Liquidated Damages, Penalties and the Just Compensation Principle: Some Notes on an Enforcement Model and a Theory of Efficient Breach," *Columbia Law Review*, 1977, *77* (4), 554–577.

_ **e** _ , "The Limits of Expanded Choice : An Analysis of the Interactions between Express and Implied Contract Terms," *California Law Review*, 1985, *73* (2), 261–322.

Green, Jerry e Jean-Jacques Laffont, "Renegotiation and the Form of Efficient Contracts," *Working Papers 672 California Institute of Technology*, 1988.

Grossman, Sanford J. e Oliver D. Hart, "An Analysis of the Principal-Agent Problem," *Econometrica*, 1983, *51* (1), 7–45.

_ **e** _ , "The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration," *Journal of Political Economy*, 1986, *94* (4), 691–719.

Grout, Paul A., "Investment and Wages in the Absence of Binding Contracts: A Nash Bargaining Approach," *Econometrica*, 1984, *52* (2), 449.

Hadfield, Gillian K. e Iva Bozovic, "Scaffolding: Using Formal Contracts to Support Informal Relations in Support of Innovation," *Wisconsin Law Review*, 2015.

Hall, Robert E. e Edward P. Lazear, "The Excess Sensitivity of Layoffs and Quits to Demand," *Journal of Labour Economics*, 1984, *2* (2), 233–257.

Hart, Oliver, "Incomplete contracts," in "Allocation, Information and Markets" 1989.

_ , *Firms, Contracts, and Financial Structure*, Oxford University Press, 1995.

_ , "Incomplete contracts and control," *American Economic Review*, 2017, *107* (7), 1731–1752.

_ **e Bengt Holmström**, "The Theory of Contracts," 1986.

_ **e** _ , "Contract Theory," *The Royal Swedish Academy of Science*, 2016.

_ **e John Moore**, "Incomplete Contracts and Renegotiation," *Econometrica*, 1988, *56* (4), 755–785.

_ **e** _ , "Property Rights and the Nature of the Firm," *The Journal of Political Economy*, 1990, *98* (6), 1119–1158.

_ **e** _ , "Foundations of Incomplete Contracts," 1998.

Hayek, Friedrich A., "The Use of Knowledge in Society," *American Economic Review*, 1946, *35* (4), 519–530.

Hermalin, Benjamin E., Avery W. Katz, and Richard Craswell, "The Law and Economics of Contracts," in "The handbook of law & Economics," Vol. 22 2006, p. 125.

_ **,** _ **, and** _ , "Contract Law," in "Handbook of Law and Economics," Vol. 1 2007, pp. 3–138.

_ **e Michael L. Katz**, "Moral Hazard and Verifiability : The Effects of Renegotiation in Agency," *Econometrica*, 1991, *59* (6), 1735–1753.

Hobbes, Thomas, *Leviathan: With Selected Variants from the Latin Edition of 1668*, Hackett Publishing, 1994.

Holden, Richard e Anup Malani, "Renegotiation Design by Contract," *University of Chicago Law Review*, 2014, *81* (1), 151–178.

_ **e** _ , "Can Blockchain Solve the Holdup Problem in Contracts?," *University of Chicago Law School*, 2017.

Holmström, Bengt, "Moral Hazard and Observability," *The Bell Journal of Economics*, 1979, *10* (1), 74.

_ **e John Roberts**, "The Boundaries of the Firm Revisited," *Journal of Economic Perspectives*, 1998, *12* (4), 156–170.

Johnston, Jason Scott, "Strategic Bargaining and the Economic Theory of Contract Default Rules," *The Yale Law Journal*, 1990, *100* (3), 615–664.

Kahan, Marcel e Michael Klausner, "Standardization and Innovation in Corporate Contracting (or "The Economics of Boilerplate")," *Virginia Law Review*, 1997, *83* (4), 713–770.

Kállay, Balázs, "Contract Theory of The Firm," *Economics and Sociology*, 2012, *5* (1), 39–50.

Katz, Avery W., "Contractual Incompleteness: A Transactional Perspective," *Case Western Reserve Law Review*, 2005, *56* (1), 169–186.

Klein, Benjamin, "Why Hold-ups Occur: the Self-Enforcing Range of Contractual Relationships," *Economic Inquiry*, 1996, pp. 444–463.

_ **e Keith B. Leffler**, "The Role of Market Forces in Assuring Contractual Performance," 1981.

_ **, Robert G. Crawford, and Armen A. Alchian**, "Vertical Integration, Appropriable Rents, and the Competitive Contracting Process," *The Journal of Law and Economics*, 1978, *21* (2), 297–326.

Korobkin, Russell, "Inertia and Preference in Contract Negotiation: The Psychological Power of Default Rules and Form Terms," *Vanderbilt Law Review*, 1998, *51* (6), 1583.

Lewis, Tracy R. e David E.M. Sappington, "Countervailing Incentives in Agency Problems," *Journal of Economic Theory*, 1989, *49* (2), 294–313.

Llewellyn, K. N., "Our Case-Law of Contract: Offer and Acceptance," *The Yale Law Journal*, 1938, *48*, 1–36.

Macaulay, Stewart, "Non-Contractual Relations in Business : A Preliminary Study," *American Sociology Review*, 1963, *28* (1), 55–67.

MacLeod, William Bentley e James M. Malcomson, "Implicit Contracts, Incentive Compatibility, and Involuntary Unemployment: Thirty Years on," *SSRN Electronic Journal*, 2023, (15881).

Macneil, Ian R., "Reflections on Relational Contract," *Wisconsin Law Review*, 1985, (Dezember), 541–546.

Maskin, Eric, "The Theory of Implementation in Nash Equilibrium: a Survey," 1985.

_ , "Nash Equilibrium and Welfare Optimality," *The Review of Economic Studies*, 1999, *66* (1), 23–38.

_ **e John Moore**, "Implementation and Renegotiation," *The Review of Economic Studies*, 1999, *66* (1), 39–56.

Maskin, Eric; e Tomas Sjöström, "Implementation theory," in "Handbook of Social Choice and Welfare," Vol. 1 2002, pp. 237–288.

McAfee, R. Preston e Philip J. Reny, "Correlated Information and Mecanism Design Published by : The Econometric Society Stable URL : http://www.jstor.org/stable/2951601 Accessed : 04-06-2016 14 : 04 UTC," *Econometrica*, 1991, *60* (2), 395–421.

Meier, Olivier e Aurélie Sannajust, "The Smart Contract Revolution: a Solution for the Holdup Problem?," *Small Business Economics*, 2021, *57* (2), 1073–1088.

Moore, John e Rafael Repullo, "Subgame Perfect Implementation," *Econometrica*, 1988, *56* (5), 1191.

Ouchi, William G., "Markets, Bureaucracies, and Clans," *Administrative Science Quartely*, 1980, *25* (1), 129–141.

Posner, Eric A., "The parol Evidence rule, the Plain Meaning Rule, and the Principles of Contractual Interpretation," *University of Pennsylvania Law Review*, 1998.

Posner, Richard A., *Economic Analysis of Law*, Little Brown and Company, 1973.

Powell, Walter W., "Hybrid Organizational Arrangements: New Form or Transitional Development," *California Management Review*, 1987, *30* (1), 67–87.

_ , "Neither market nor hierarchy: Network forms of," *Research in Organizational Behavior*, 1990, *12* (March), 295–336.

Rogerson, William P., "Efficient Reliance and Damage Measures for Breach of Contract," *RAND Journal of Economics*, 1984, *15* (1), 39–53.

Scanlon, Thomas M., "Promises and Contracts," in "The Theory of Contract Law: New Essays," Cambridge University Press, 2001.

Schmidt, Klaus M e Monika Schnitzer, "Discussion Paper No . A-452 The Interaction of Explicit and Implicit Contracts," *Economics Letters*, 1995, *48* (2), 193–199.

Schwartz, Alan, "Relational Contracts in the Courts: An Analysis of Incomplete Agreements and Judicial Strategies," *The Journal of Legal Studies*, 1992, *21* (2), 271–318.

_ , "Karl Llewellyn and the Origins of Contract Theory," 1997.

_ **e Robert E. Scott**, "Contract Theory and the Limits of Contract Law," *Yale Law Journal*, 2003, *113* (3), 541–619.

Scoppa, Vincenzo, "Contratti incompleti ed enforcement endogeno. Una rassegna della letteratura," *Economia Politica*, 2003, pp. 391–440.

Scott, Robert E. e George G. Triantis, "Incomplete Contracts and the Theory of the Firm," *Columbia Law Review*, 2005, *187*, 138–158.

Shavell, Steven, "Risk Sharing and Incentives in the Principal and Agent Relationship," *The Bell Journal of Economics*, 1979, *10* (1), 55–73.

_ , "Damage Measures for Breach of Contract," *The Bell Journal of Economics*, 1980, *11* (2), 466–490.

Simon, Herbert A., *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*, 2nd ed. 1961.

Spence, Michael, "Job Market Signaling," *The Quarterly Journal of Economics*, 1973, *87* (3), 355–374.

Stiglitz, Joseph E., "The Theory of "Screening", Education, and the Distribution of Income," *American Economic Review*, 1975, *65* (3), 283–300.

Tazelaar, Frits e Chris Snijders, "Dispute resolution and litigation in the construction industry: Evidence on conflicts and conflict resolution in The Netherlands and Germany," *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2010, *16* (4), 221–229.

Telser, L.G., "A Theory of Self-Enforcing Agreements," *The Journal of Business*, 1980, *53* (1), 27–44.

Tirole, Jean, *The Theory of Industrial Organization*, The MIT Press, 1988.

von Neumann, John e Oskar Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, 1944.

Williamson, Oliver, "The Vertical Integration of Production: Market Failure Considerations," *American Economic Review*, 1971, *61* (2), 112–123.

_ , *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications: A Study in the Economics of Internal Organization*, Free Press, 1975.

_ , "Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations," *Journal of law and economics*, 1979, *22* (2), 233–261.

_ , *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*, Vol. 12 1985.

_ , "The Economics of Governance," *American Economic Review*, 2005, *95* (2), 1–18.

Yao, Hongjiang, Yongqiang Chen, Yangbing Zhang, and Bo Du, "Contractual and relational enforcement in the aftermath of contract violations: the role of contracts and trust," *International Journal of Managing Projects in Business*, 2021, *14* (6), 1359–1382.

_ , _ , Yuting Chen, and Xingyu Zhu, "Mediating Role of Risk Perception of Trust and Contract Enforcement in the Construction Industry," *Journal of Construction Engineering and Management*, 2018, *145* (2).

Capitolo 2

I contratti diventano smart: impatto della blockchain nella *Contract Theory*

2.1 Introduzione

Questo capitolo si propone di analizzare in chiave critica il ruolo degli smart contract all'interno della teoria contrattuale, con l'obiettivo di valutarne l'effettiva capacità di rispondere ad alcune delle principali inefficienze che caratterizzano i contratti tradizionali.
I costi di transazione elevati, l'incompletezza contrattuale e l'incertezza nell'*enforcement*, discussi nel capitolo precedente, costituiscono il punto di partenza per indagare sul potenziale carattere innovativo degli smart contract, strumenti che si fondano su una struttura tecnologica radicalmente diversa: la blockchain.
Comprendere le caratteristiche chiave di questa tecnologia (decentralizzazione, immutabilità, trasparenza, consenso distribuito e sicurezza crittografica) è essenziale per conoscere il funzionamento degli smart contract e le ragioni per cui questi strumenti si distinguono nettamente sia dai contratti tradizionali, sia da forme più semplici di contratti digitali automatizzati.
Una prima parte del capitolo sarà quindi dedicata all'analisi delle proprietà strutturali della blockchain, che costituiscono il fondamento della fiducia nei sistemi distribuiti e spiegano l'assenza di un'autorità centrale negli smart contract. In questo contesto, verranno introdotte le caratteristiche tecniche ed operative degli smart contract, con particolare attenzione alla loro capacità di automatizzare l'esecuzione, ridurre l'ambiguità interpretativa e limitare la dipendenza da intermediari, con possibili ricadute positive in termini di efficienza, certezza e riduzione dell'opportunismo.
Ampio spazio sarà quindi riservato al confronto tra smart contract e contratti tradizionali, mettendo in luce differenze sostanziali nei meccanismi di fiducia, nella gestione dell'incertezza e nei modelli di *enforcement*. Saranno esaminate le principali posizioni espresse dalla letteratura favorevole, che sottolinea come gli smart contract possano contribuire a ridurre i costi di verifica, prevenire il rischio di *hold-up* e rafforzare l'impegno contrattuale *ex ante*. Allo stesso

tempo, saranno considerati anche i limiti evidenziati da un approccio più critico della letteratura, che mette in discussione la flessibilità di questi strumenti, la loro capacità di adattarsi a circostanze impreviste e la difficoltà nel rappresentare concetti giuridici astratti o dinamici. Si rifletterà, in particolare, sulle difficoltà tecniche connesse alla codificazione contrattuale: da un lato, l'automatismo e la rigidità degli smart contract impongono un'elevata specificazione delle clausole; dall'altro, proprio questo livello di dettaglio necessario rende più complesso e costoso il processo di programmazione, aumentando il rischio di introdurre errori e vulnerabilità nel codice. Da questa analisi emergerà, inoltre, il problema dell'integrazione tra dati *on-chain* e *off-chain* rispetto alla blockchain, evidenziando le criticità legate all'uso degli oracoli, che possono reintrodurre i problemi legati alla fiducia e alla centralizzazione.
In conclusione, il capitolo si interrogherà sulla reale capacità degli smart contract di superare alcune criticità legate ai sistemi contrattuali tradizionali. Se da un lato l'auto-esecutività e l'inalterabilità degli accordi possono ridurre il rischio di rinegoziazione opportunistica, dall'altro la mancanza di adattabilità può generare nuove forme di *lock-in*, sollevando un interrogativo sulla reale capacità di tali strumenti di eliminare, o semplicemente sostituire, i vincoli contrattuali inefficienti.

2.2 Smart contract: dalla teoria alle applicazioni su Blockchain

Nel 1994, Nick Szabo,[1] informatico e crittografo, introdusse per la prima volta il concetto di smart contract, definendolo come "un protocollo di transazione computerizzato che esegue automaticamente i termini di un contratto". Secondo Szabo, gli obiettivi principali nella progettazione di uno smart contract sono: soddisfare condizioni contrattuali comuni (come termini di pagamento, garanzie, riservatezza ed esecuzione), ridurre al minimo le eccezioni, sia dolose che accidentali, e limitare la necessità di intermediari fidati.
Dal punto di vista economico, ciò comporta una diminuzione delle perdite per frodi, dei costi legati ad arbitrato e *enforcement*, e più in generale, dei costi di transazione.
L'idea alla base degli smart contract è quella di eliminare la necessità di fiducia tra le parti, assicurando che il contratto venga eseguito esattamente secondo quanto previsto, rendendo al contempo troppo onerosa ogni possibile violazione.
Szabo illustrò questa logica con l'esempio del distributore automatico: inserendo la somma corretta, la macchina eroga automaticamente il prodotto desiderato. In questo processo non è richiesta fiducia tra le parti, poiché l'interazione è regolata da un sistema pre-programmato che esegue l'accordo al verificarsi di una determinata condizione (il pagamento).
Il funzionamento del distributore automatico si basa su una logica condizionale ("if-then"):

[1] https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html

l'inserimento del denaro attiva una sequenza di azioni irreversibili, come trattenere l'importo e consegnare l'articolo. Questa sequenza si svolge in modo autonomo, senza l'intervento umano. In modo analogo, anche gli smart contract non richiedono un'identificazione preventiva dell'utente: chiunque soddisfi le condizioni previste (es. possesso dei fondi necessari) può interagire con il contratto. Il processo è completamente automatizzato, segue una sequenza logica di *input-output* ed è assimilabile a un sistema "black-box". In termini tecnici, uno smart contract è un programma informatico deterministico che si auto-esegue in base a regole predefinite, strutturate secondo istruzioni condizionali (*if-then*). Riceve dati in *input* e genera risultati in *output* in modo prevedibile e coerente: ad uno stesso *input* corrisponderà sempre lo stesso *output*.
L'esecuzione del contratto e la verifica delle condizioni sono gestite direttamente dal codice, senza necessità di intervento umano, garantendo così l'esecuzione del contratto avvenga in modo autonomo secondo la logica condizionale "se X, allora Y" (Chamber of Digital Commerce, 2018).
Gli smart contract possono essere implementati sia su tecnologie di registro distribuito (DLT), come la blockchain, sia in sistemi di *database* tradizionali. Sulle piattaforme DLT, gli smart contract vengono eseguiti in modo automatico e decentralizzato al verificarsi di condizioni prestabilite, con risultati che sono verificabili da tutti i partecipanti alla rete, garantendo trasparenza, tracciabilità e affidabilità. Nei sistemi tradizionali, invece, gli smart contract si configurano come "procedure memorizzate" che automatizzano processi all'interno di un sistema centralizzato. In entrambi i casi, il vantaggio principale risiede nell'automazione e nell'efficienza, con la differenza che nella blockchain l'esecuzione è decentralizzata, mentre nei *database* classici è controllata da un'autorità centrale (Hileman e Rauchs, 2017).
Nel presente lavoro, il termine "smart contract" viene impiegato secondo l'accezione oggi maggiormente condivisa all'interno della comunità blockchain, ossia come codice eseguibile distribuito e attivato in un ambiente blockchain, secondo la definizione proposta da Buterin (2014).

L'espressione "smart contract code" compare per la prima volta nella documentazione tecnica di Ethereum, piattaforma blockchain co-fondata dallo stesso Buterin. Nel 2014, in occasione di un summit dedicato, Buterin illustrò il funzionamento degli smart contract come accordi digitali tradotti in linguaggio di programmazione e registrati all'interno dei blocchi della blockchain. Tali contratti, conservati su registri distribuiti, garantiscono l'anonimato delle parti e si attivano automaticamente al verificarsi di condizioni predefinite, come una determinata scadenza temporale o il compimento di una transazione.
Buterin evidenziò il carattere "trustless" di questi strumenti: una volta soddisfatte le condizioni previste, l'esecuzione avviene in modo automatico oppure viene interrotta prima della conclusione, senza alcun bisogno di interventi esterni.
Secondo la letteratura più autorevole, uno smart contract su blockchain è un programma informatico che incorpora un insieme di regole concordate tra le parti e le esegue in maniera

automatica (Raskin, 2017). Werbach e Cornell (2017) descrivono gli smart contract come accordi digitali auto-esecutivi, basati su meccanismi crittografici decentralizzati che ne garantiscono l'applicazione. De Filippi e Wright (2018) li definiscono come istruzioni condizionali del tipo "if-then", che permettono alle parti di entrare in una relazione contrattuale vincolante, interamente o parzialmente codificata, e gestita tramite *software* in grado di monitorare e automatizzare l'esecuzione delle obbligazioni.
Le prime blockchain erano progettate per eseguire un numero limitato di operazioni semplici, incentrate principalmente su transazioni con *token* aventi funzione monetaria. I recenti sviluppi tecnologici hanno reso possibile l'elaborazione di operazioni ben più complesse, definite attraverso linguaggi di programmazione, ponendo le basi per lo sviluppo di smart contract.

2.3 La tecnologia Blockchain

L'origine della tecnologia blockchain risale al 2008, quando Satoshi Nakamoto pubblicò il documento Bitcoin: A *Peer-to-Peer Electronic Cash System*. In questo documento veniva proposto un innovativo sistema di pagamento elettronico basato sulla crittografia, concepito per risolvere il problema della "doppia spesa" che si verifica quando lo stesso ammontare di denaro digitale viene utilizzato più di una volta per effettuare pagamenti distinti.
Nakamoto suggerì un metodo per impedire la duplicazione delle valute digitali, assicurando che ogni unità monetaria potesse essere spesa una sola volta. Introdusse, inoltre, il concetto di registro pubblico (*public ledger*), uno strumento fondamentale per tracciare e verificare l'intera cronologia delle transazioni, prevenendo così la doppia spesa (Nakamoto, 2008).
Dopo la pubblicazione del *paper*, fu sviluppato un programma *open-source* per implementare il sistema Bitcoin e, nei primi mesi del 2009, venne avviata la prima rete Bitcoin.
Nonostante l'anonimato di Nakamoto, la creazione di Bitcoin diede origine a una vasta comunità che ne sostenne lo sviluppo e si occupò di affrontare le problematiche emergenti del sistema (Sarmah, 2018).
La tecnologia blockchain non presenta una definizione univoca e universalmente accettata poiché, dopo la nascita di Bitcoin, sono emerse numerose implementazioni differenti. Con l'evoluzione della tecnologia, infatti, le sue applicazioni si sono progressivamente ampliate (Walch, 2016).
La blockchain originaria di Bitcoin è spesso descritta come un registro decentralizzato, convalidato dai nodi della rete, in cui le transazioni vengono registrate in modo permanente, pubblico e in ordine cronologico. Sebbene originariamente la blockchain era stata concepita per prevenire la doppia spesa in un sistema decentralizzato (Nakamoto, 2008), con l'arrivo di Ethereum le sue funzionalità si sono ampliate fino a includere l'esecuzione di smart contract e la gestione di logiche complesse (Buterin, 2014).
Oggi esistono diverse tipologie di blockchain, differenziate per meccanismi di consenso, livelli di accesso, dimensioni dei blocchi e finalità d'uso. Per questo motivo, è difficile proporre

una definizione generica e comprensiva della tecnologia. Per includere le molteplici varianti esistenti, si utilizza spesso il termine *Distributed Ledger Technologies* (DLT), che indica registri distribuiti e sincronizzati in più nodi della rete, non necessariamente organizzati in blocchi (UK Government Chief Scientific, 2016). Di conseguenza, sia le analisi giuridiche sia quelle tecniche devono tenere conto delle caratteristiche specifiche di ciascun tipo di blockchain (Mik, 2017).

La blockchain rappresenta dunque una particolare forma di DLT, che organizza le transazioni in blocchi concatenati crittograficamente, formando un registro cronologico, sicuro e immutabile. A differenza dei *database* tradizionali, centralizzati e controllati da un'unica entità, la blockchain si basa su una rete *peer-to-peer* in cui le transazioni sono validate e registrate da una comunità distribuita di nodi.

Questo approccio decentralizzato garantisce che la cronologia delle transazioni non possa essere alterata o cancellata da nessun singolo attore. Ogni blocco contiene i dati delle transazioni, un *timestamp*, un riferimento crittografico al blocco precedente (*hash*) e un *nonce*, utilizzato per garantire la sicurezza del processo. Una volta verificata, la transazione viene inserita nella blockchain, che si espande progressivamente in una catena di blocchi (Sarmah (2018)) . Chiunque partecipi alla rete può raccogliere nuove transazioni e creare nuovi blocchi, che vengono poi sottoposti al processo di validazione e, se approvati, aggiunti alla catena. I nodi che eseguono queste operazioni (noti come "miner"[2]) si occupano della validazione delle transazioni, del mantenimento della sicurezza del sistema e dell'esecuzione di funzioni accessorie, a seconda della blockchain considerata. Questo registro condiviso è sincronizzato tra tutti i partecipanti alla rete, assicurando l'integrità, la trasparenza e l'immutabilità dei dati registrati (Sarmah, 2018; Mik, 2017).

2.3.1 Classificazione dei sistemi Blockchain

I sistemi blockchain possono essere classificati in tre categorie principali in base al controllo degli accessi e al grado di decentralizzazione: blockchain pubbliche, private e consortili. Queste tipologie si distinguono ulteriormente in base al fatto che siano permissioned (con permessi) o permissionless (senza permessi) (Zheng et al., 2017; BitFury Group e Garzik, 2015).

Le blockchain pubbliche, come Bitcoin ed Ethereum, sono aperte a chiunque. Sono completamente decentralizzate, consentendo a qualsiasi utente di unirsi alla rete, validare transazioni o partecipare al processo di consenso. Tutte le transazioni sono pubblicamente visibili, garantendo così trasparenza. La fiducia è riposta nel protocollo crittografico, non nei singoli partecipanti, rendendo questi sistemi altamente trasparenti e decentralizzati. Tuttavia, tali reti possono pre-

[2]Angela Walch, in The Path of the Blockchain Lexicon (and the Law) (Walch, 2016), afferma: "Nell'operare questi *database* o registri sono coinvolte diverse parti, talvolta chiamate *miner*, altre volte nodi o validatori. Naturalmente, alcuni di questi nodi potrebbero avere funzionalità parziali (anziché complete), e alcuni *miner* potrebbero far parte di un *mining pool*"

sentare problemi di scalabilità ed efficienza, a causa dell'elevato numero di partecipanti e del tempo necessario per la convalida delle transazioni.
Le blockchain private, al contrario, sono accessibili solo ad un gruppo ristretto di partecipanti, solitamente appartenenti ad una singola organizzazione. Sono sistemi centralizzati, in cui un'entità controlla l'accesso e le operazioni. Poiché i partecipanti sono noti e affidabili, i meccanismi di consenso possono essere meno complessi dal punto di vista computazionale, permettendo una maggiore velocità nell'elaborazione delle transazioni. Anche la gestione della *privacy* risulta più agevole, in quanto l'accesso ai dati e alle transazioni può essere limitato. Tuttavia, la centralizzazione rende questi sistemi meno sicuri in termini di immutabilità e più vulnerabili a manomissioni o attacchi.
Le blockchain consortili rappresentano un modello ibrido che combina elementi delle blockchain pubbliche e private. Sono gestite da un gruppo predefinito di partecipanti (ad esempio, più organizzazioni) che condividono la responsabilità del processo di consenso. Questo modello offre un equilibrio tra decentralizzazione e controllo. Le blockchain consortili sono generalmente più efficienti e scalabili rispetto a quelle pubbliche, e garantiscono maggiore *privacy* e sicurezza rispetto a quelle private. Trovano spesso applicazione in contesti aziendali, come la gestione della *supply chain*, dove è necessaria la collaborazione tra più soggetti.
Le differenze fondamentali tra queste tre tipologie di blockchain riguardano il controllo degli accessi ed il livello di decentralizzazione. Nelle blockchain pubbliche, chiunque può accedere alla rete e partecipare al consenso, rendendole pienamente decentralizzate. Le blockchain private e consortili, invece, sono *permissioned*, cioè accessibili solo a partecipanti autorizzati. Nei sistemi pubblici, il consenso è aperto a tutti i nodi, mentre nelle blockchain private e consortili solo un gruppo selezionato di nodi può validare le transazioni. Le blockchain pubbliche garantiscono piena trasparenza, poiché tutte le transazioni sono visibili, mentre quelle private e consortili possono limitare l'accesso ai dati, assicurando una maggiore riservatezza. In termini di efficienza e scalabilità, le blockchain private e consortili risultano generalmente più performanti, grazie al numero ridotto di partecipanti e nodi, che consente tempi di validazione più rapidi e una minore latenza.

2.3.2 Architettura e funzionamento della Blockchain

La blockchain è una tecnologia decentralizzata che consente la registrazione sicura, trasparente e immutabile delle transazioni, eliminando la necessità di un'autorità centrale. Una transazione è un'operazione tra due parti che, una volta verificata, viene inserita in un blocco, che viene poi aggiunto alla blockchain. La blockchain funziona come un registro pubblico (*public ledger*), che conserva tutte le transazioni in ordine cronologico. Il registro è composto da una catena di blocchi ed ogni blocco è collegato crittograficamente al precedente mediante un *hash*, garantendo l'integrità della catena (Bacon et al., 2017). La blockchain opera su una rete *peer-to-peer*

(P2P), in cui ogni nodo (ossia un computer connesso alla rete) comunica direttamente con gli altri. In questo sistema decentralizzato non esiste un *server* centrale né un'autorità di controllo. I nodi verificano la validità delle transazioni (ad esempio, per evitare la doppia spesa) e conservano una copia del registro. I "full nodes" memorizzano l'intera blockchain, mentre i "light nodes" conservano solo una parte del registro, consentendo una validazione più rapida.
I *miner* sono un tipo specifico di nodo, incaricato di aggiungere un ulteriore livello di sicurezza risolvendo complessi problemi matematici per validare nuovi blocchi. In cambio della potenza computazionale impiegata, i *miner* ricevono ricompense sotto forma di nuove criptovalute emesse e commissioni di transazione. Sia i nodi sia i *miner* svolgono un ruolo essenziale nel mantenimento dell'integrità della blockchain: i primi validano le transazioni, mentre i secondi si occupano della creazione e aggiunta di nuovi blocchi alla catena. Il processo di *mining* comporta una competizione tra *miner* per la validazione del blocco successivo, incentivandoli a proteggere la rete (Zheng et al., 2018).
Il funzionamento della blockchain si articola in tre fasi: generazione del blocco, verifica del consenso e mantenimento del registro. Nella prima, i nodi raccolgono le transazioni e generano un nuovo blocco. Successivamente, il blocco viene validato collettivamente dalla rete, che ne conferma l'autenticità. Infine, il blocco è aggiunto alla blockchain, dove i dati rimangono immutabili, verificabili e consultabili in qualsiasi momento. Attraverso la combinazione di crittografia, meccanismi di consenso e struttura decentralizzata, la blockchain si configura come uno strumento robusto per la gestione dei dati, resistente alle manomissioni e adatto a garantire trasparenza e sicurezza (Xiong et al., 2022).

Hashing e integrità dei dati

All'interno di una blockchain, ogni blocco contiene tre elementi fondamentali: i dati delle transazioni, un *timestamp* e l'*hash* crittografico del blocco precedente. Quest'ultimo agisce come una sorta di "impronta digitale" unica, che collega ciascun blocco al suo predecessore, formando così una catena cronologica e immutabile. L'elemento centrale che garantisce la resistenza alle manomissioni di questo sistema è l'utilizzo della funzione di *hash*. Questa genera un valore univoco e di lunghezza fissa per i dati del blocco: anche una minima variazione nei dati genera un *hash* completamente diverso, rendendo immediatamente evidente qualsiasi tentativo di alterazione. I blocchi sono collegati tra loro tramite *hash pointers* , che garantiscono l'integrità sia dei contenuti di ciascun blocco sia della sequenza temporale dei blocchi stessi. Poiché ogni blocco include anche l'*hash* del precedente, qualsiasi modifica comporterebbe la necessità di ricalcolare tutti gli *hash* successivi, alterando l'intera catena. Inoltre, poiché la blockchain è distribuita su più nodi della rete, modificare i dati significherebbe alterare simultaneamente tutte le copie presenti nel sistema, un'operazione altamente complessa e dispendiosa dal punto di vista computazionale, che aggiunge un ulteriore livello di sicurezza. La blockchain, come

forma di tecnologia di registro distribuito (*Distributed Ledger Technology*, DLT), utilizza una struttura a catena, in cui ciascun blocco è collegato in ordine crescente in base al momento della sua generazione. Il primo blocco, noto come *genesis block*, dà inizio alla catena. Ogni blocco è composto da un corpo (che contiene le transazioni) e da un'intestazione (*header*) che include metadati come l'*hash* del blocco precedente. Modificare un blocco richiederebbe il ricalcolo di tutti i blocchi successivi, rendendo la manomissione computazionalmente impraticabile (Bacon et al., 2017).

Meccanismo di consenso

Il consenso è un meccanismo fondamentale nei sistemi distribuiti, in particolare nella tecnologia blockchain, dove serve a garantire che tutti i nodi della rete concordino su una versione unica, verificabile e coerente del registro condiviso. In assenza di un'autorità centrale, diventa cruciale assicurare l'affidabilità del sistema anche in presenza di nodi malfunzionanti o malevoli[3]. Per affrontare questa sfida, si utilizzano protocolli di consenso, che regolano la validazione delle transazioni e l'ordinamento dei blocchi, assicurando l'integrità del registro anche in condizioni avverse (Cachin e Vukolić, 2017). Tali protocolli, oltre a stabilire l'ordine delle transazioni, incentivano economicamente i partecipanti attraverso criptovalute native (come sussidi per i blocchi o commissioni di transazione). In molti casi, un nodo *leader* guida il processo decisionale, selezionato tramite criteri deterministici o probabilistici (Bano et al., 2019).
L'efficacia di un protocollo si misura attraverso tre proprietà: sicurezza (tutti i nodi producono lo stesso risultato), "liveness" (il sistema continua a funzionare), e tolleranza ai guasti (capacità di operare nonostante errori o attacchi) (Cachin et al., 2011; De Angelis et al., 2022; Van Steen e Tanenbaum, 2002). Tuttavia, secondo il teorema dell'impossibilità FLP (Fischer et al., 1985), non è possibile soddisfare simultaneamente tutte e tre le proprietà in un ambiente asincrono, costringendo i sistemi distribuiti a trovare compromessi in base agli obiettivi specifici (Baliga, 2017).
I protocolli si dividono in deterministici, come Paxos o PBFT, e probabilistici, come *Proof of Work* (PoW) e *Proof of Stake* (PoS), i più utilizzati nei sistemi blockchain pubblici (rispettivamente in Bitcoin ed Ethereum 2.0).
Il *Proof of Work* (PoW), introdotto da Bitcoin, è un meccanismo di consenso che garantisce la sicurezza e la validazione decentralizzata delle transazioni attraverso il *mining*, ossia la risoluzione di complessi problemi computazionali da parte dei nodi della rete. Sebbene fornisca elevati livelli di sicurezza e resistenza alla censura, il PoW è stato criticato per il suo elevato consumo energetico e per la bassa efficienza in termini di velocità e capacità di transazione

[3]Questo problema è ben rappresentato dal cosiddetto "Problema dei Generali Bizantini", in cui un gruppo di generali dell'esercito bizantino, ognuno a capo di una parte dell'armata, deve decidere se attaccare o ritirarsi. Alcuni preferiscono attaccare, altri ritirarsi, ma l'attacco fallirà se solo una parte decide di agire. Perciò, devono necessariamente giungere a un accordo comune (Lamport et al., 1982).

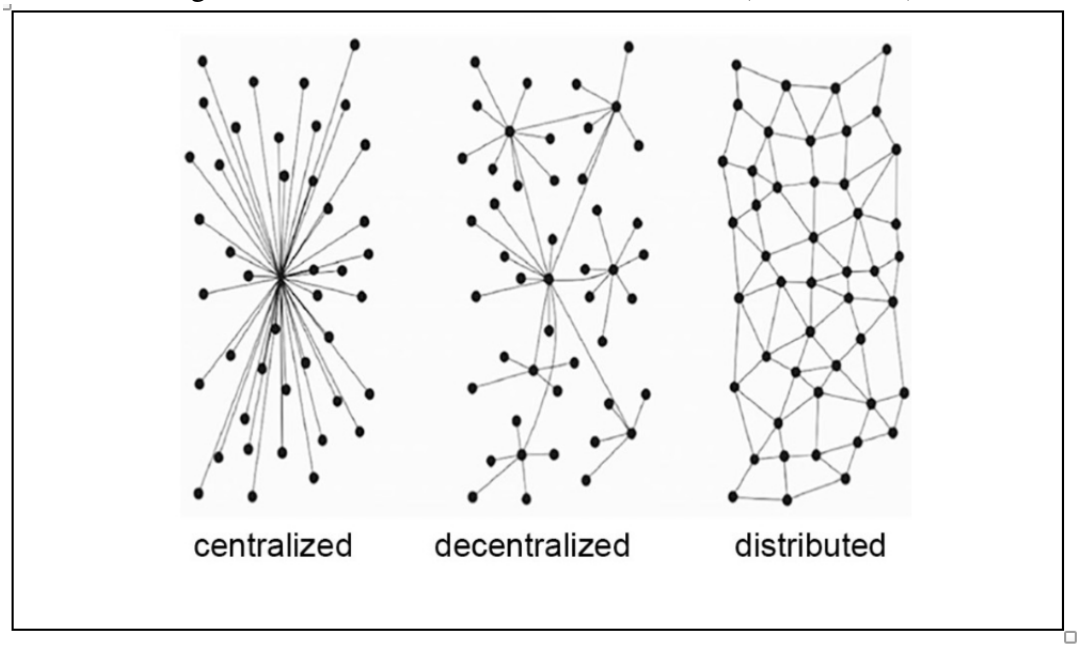
(Pinna e Ruttenberg, 2016; Xiong et al., 2022).
Per superare queste limitazioni è stato sviluppato il *Proof of Stake* (PoS), un meccanismo alternativo che assegna il diritto di validare i blocchi sulla base della quantità di criptovaluta posseduta (*stake*), anziché sulla potenza computazionale. PoS riduce drasticamente i consumi energetici e aumenta l'efficienza del sistema, ma può favorire la concentrazione del potere in mano a pochi grandi detentori di *stake*, minacciando la decentralizzazione. Sono quindi emerse varianti come il *Delegated Proof of Stake* (DPoS) e il *Proof of Authority* (PoA), che migliorano le prestazioni ma sollevano questioni legate alla centralizzazione (Baliga, 2017; Zheng et al., 2017).

2.3.3 Caratteristiche della Blockchain

La tecnologia blockchain garantisce un alto livello di sicurezza principalmente grazie all'uso della crittografia a chiave asimmetrica, che protegge le transazioni tra i partecipanti tramite chiavi private e pubbliche generate in modo casuale, rendendo praticamente impossibile risalire alla chiave privata partendo da quella pubblica. Questo sistema protegge la blockchain da attacchi e fughe di dati, rafforzandone integrità e affidabilità (Wang e Nixton, 2023).
L'immutabilità dei dati è assicurata dall'uso di funzioni crittografiche di *hashing* e dal protocollo di consenso decentralizzato, che rendono ogni modifica di un blocco facilmente rilevabile e invalidano l'intera catena successiva, impedendo alterazioni non autorizzate e garantendo la permanenza delle informazioni (Wang e Nixton, 2023).
La trasparenza è un altro punto di forza: tutti i nodi possiedono una copia identica della blockchain e gli utenti possono verificare in ogni momento la validità delle transazioni, grazie anche ai *timestamp* che registrano l'esatto momento di ogni operazione. Questo permette una completa tracciabilità e riduce il rischio di manomissioni.
La robustezza del sistema deriva poi dalla replica dei dati su più nodi, che elimina i punti di vulnerabilità e assicura che la rete resti operativa anche in caso di guasti o attacchi, mantenendo l'integrità e la disponibilità delle informazioni (Finck, 2018).
Infine, la blockchain elimina la necessità di intermediari, promuovendo un modello decentralizzato di collaborazione aperta e distribuita. Sistemi come Bitcoin mostrano come una rete possa essere gestita senza un'autorità centrale, affidandosi alla partecipazione diretta degli utenti, che diventano sia contributori che beneficiari del valore generato consentendo una redistribuzione del valore più equa e garantendo che chi contribuisce al *network* possa condividere il valore creato (De Filippi, 2019).

Centralizzazione vs. Decentralizzazione vs. Distribuzione

Figura 2.1: Modelli di reti di comunicazione (Baran, 1964)



Negli anni ’60, Paul Baran distinse tra decentralizzazione e distribuzione nelle reti di comunicazione, considerando la decentralizzazione come una via di mezzo tra sistemi centralizzati e distribuiti. Baran si concentrò sulla resilienza delle reti distribuite agli shock esterni, classificandole in base al numero di guasti ai nodi necessari per interrompere la comunicazione. Nelle reti centralizzate, il guasto di un solo nodo causa il collasso, nelle reti decentralizzate si tollerano alcuni guasti, mentre nelle reti distribuite il sistema può sopportare la perdita di molti nodi senza rompersi (Baran, 1964).

Il concetto di distribuzione viene spesso confuso e sovrapposto a quello di decentralizzazione. La distribuzione riguarda la dispersione geografica dell’infrastruttura o, più in generale, l’architettura specifica della rete, mentre la decentralizzazione si riferisce all’assenza di un’autorità centrale di controllo, in contrapposizione alla centralizzazione. Esistono infatti esempi di reti sia distribuite che centralizzate (come Amazon Web Services - AWS) (Mik, 2018).

La blockchain viene definita come una tecnologia a registro distribuito e decentralizzato. È considerata distribuita perché una copia degli stessi dati è replicata su una rete di nodi (Bacon et al., 2017) che possono comunicare tra loro (European Commission, 2020). La sua natura decentralizzata, invece, in cui nessun singolo soggetto controlla l’intero sistema e la blockchain non dipende da un’entità centrale per il suo funzionamento, è ben descritta da De Filippi e Wright (2018).

Si tratta, dunque, di *database* condivisi e autonomi che operano su scala globale, oltrepassando i confini nazionali (De Filippi e Wright, 2018). In particolare, mentre in un *database* distribuito la coordinazione tra i nodi è centralizzata in un nodo principale che dirige gli altri, nei registri distribuiti i nodi aggiornano il registro seguendo regole condivise in modo *peer-to-peer*, ren-

dendo il sistema sia distribuito che decentralizzato (Bomprezzi, 2021).
Nell'ambito delle blockchain pubbliche, la decentralizzazione si esprime concretamente attraverso un algoritmo di consenso automatizzato che regola il processo decisionale senza possibilità di interventi discrezionali. Tutti i nodi applicano lo stesso protocollo e prendono decisioni binarie (accettare o rifiutare un blocco) basandosi su criteri chiari e prestabiliti. Questo garantisce uniformità nella rete ed impedisce che singoli attori influenzino il processo (Mik, 2018).
Sebbene, in teoria, le definizioni di "centralizzato" e "decentralizzato" traccino una distinzione netta tra i due concetti, fondata rispettivamente sulla presenza o sull'assenza di un'autorità centrale, nella pratica l'applicazione del concetto di decentralizzazione alla tecnologia blockchain ha suscitato un ampio dibattito nella letteratura.
Una parte degli studiosi ha interpretato la decentralizzazione come una caratteristica strutturale della blockchain, identificandola con una rete di computer distribuiti e interconnessi tramite un protocollo *software* condiviso (De Filippi e Wright, 2018). Da questa prospettiva, la distinzione tra blockchain pubbliche e "permissioned" (a accesso ristretto) non dipenderebbe tanto dall'architettura tecnica, quanto piuttosto dal modello di *governance* adottato (Finck, 2018).
Altri autori, invece, adottano una posizione più critica, sottolineando come persino le blockchain pubbliche, pur essendo formalmente decentralizzate sotto il profilo tecnico, possano in realtà celare forme di centralizzazione di fatto. In tali contesti, il controllo effettivo si concentra spesso nelle mani di pochi attori dominanti, compromettendo i principi di apertura, trasparenza ed equità che la decentralizzazione dovrebbe garantire (Walch, 2019).

Ambiente "trustless"

Il concetto di decentralizzazione nella blockchain è strettamente legato a quello di fiducia. Il valore principale di questa tecnologia risiede proprio nella sua capacità di eliminare la necessità di affidarsi a terze parti fidate (De Filippi et al., 2020).
Come spiega Nakamoto (2009), il sistema è "completamente decentralizzato, senza un *server* centrale o soggetti fidati, poiché tutto si basa su prove crittografiche invece che sulla fiducia".
Di conseguenza, si presume che la blockchain elimini il bisogno di fidarsi di altri soggetti, poiché la fiducia viene trasferita direttamente al codice. Antonopoulos (2014) descrive infatti la blockchain come un "passaggio dalla fiducia nelle persone alla fiducia nella matematica". Bitcoin, in particolare, implementa un modello di fiducia fondato sul calcolo computazionale. La fiducia all'interno della rete viene costruita attraverso la richiesta ai partecipanti di fornire una prova di lavoro (*proof of work*), ossia la soluzione di un problema computazionale complesso (Antonopoulos, 2014). Quando due soggetti intendono effettuare una transazione, devono trasmetterla all'intera rete, richiedendo di fatto ai partecipanti di verificarne l'autenticità (Kiviat, 2015).
A differenza delle organizzazioni tradizionali, dove le decisioni sono concentrate al vertice, nelle organizzazioni decentralizzate il processo decisionale può essere codificato direttamente nel

codice sorgente. I partecipanti o azionisti possono contribuire alle decisioni tramite sistemi di voto decentralizzato, distribuendo l'autorità senza dover ricorrere a un soggetto centrale o fidato (Wright e De Filippi, 2015). Questa concezione introduce un modello in cui la fiducia, nel senso tradizionale, perde di significato: nessun attore viene considerato affidabile, né è necessario che lo sia (Antonopoulos, 2014). La fiducia non è più riposta in un'autorità centrale, in una terza parte o nella controparte della transazione, bensì nei processi computazionali stessi. Per questo motivo, Werbach (2018) definisce la blockchain come una tecnologia che promuove una "fiducia senza fiducia" (*trustless trust*).

Il tema della fiducia nella tecnologia blockchain ha suscitato numerosi interrogativi in ambito accademico, in particolare riguardo alla sua effettiva capacità di sostituire gli intermediari tradizionali con il codice informatico. Diversi studiosi mettono in dubbio che vi sia un effettivo trasferimento della fiducia dall'uomo al codice, sottolineando come quest'ultimo non sia un soggetto neutro o autonomamente affidabile, ma il risultato di scelte progettuali umane. L'espressione "la fiducia è nel codice" può infatti essere fuorviante, poiché il codice, privo di personalità giuridica e autonomia decisionale, non può essere realmente oggetto di fiducia. È quindi più accurato affermare che "la fiducia risiede nei creatori del codice", cioè negli sviluppatori e nei *team* che progettano, implementano e gestiscono le applicazioni basate su blockchain (Bomprezzi, 2021). In questo senso, Mik (2018) sottolinea come "la capacità di riporre fiducia nel codice implica necessariamente la fiducia nelle persone che lo hanno sviluppato". Allo stesso modo, Werbach (2018) evidenzia che la cosiddetta "fiducia algoritmica" può includere decisioni umane, ribadendo che la fiducia nei sistemi blockchain, pur mediata dal codice, dipende in ultima analisi dalle persone che li hanno progettati e che ne regolano il funzionamento.

La letteratura ha sollevato poi ulteriori criticità riguardo alla vulnerabilità dei meccanismi di consenso e al problema della responsabilità in caso di errori o malfunzionamenti all'interno dei sistemi blockchain. La decentralizzazione, infatti, comporta l'assenza di un'autorità centrale che sovrintenda alla gestione e validazione delle transazioni. Di conseguenza, in mancanza di un soggetto unico incaricato di mantenere il registro, non è possibile attribuire a una singola entità la responsabilità per eventuali errori o disfunzioni nel processo transazionale (Walch, 2019). Tali problematiche possono derivare sia da malfunzionamenti tecnici, sia dal mancato rispetto degli obblighi da parte di una delle controparti coinvolte. In presenza di guasti tecnici, non esiste un operatore della piattaforma a cui rivolgersi legalmente, poiché la gestione è, almeno in linea teorica, collettiva e affidata alla comunità degli utenti. Allo stesso modo, in caso di inadempienza contrattuale da parte della controparte, non è previsto alcun meccanismo formale di risoluzione delle controversie offerto dalla piattaforma, né sono garantite le protezioni tipiche delle transazioni elettroniche tradizionali, come quelle assicurate dai circuiti di carte di credito (Mik, 2018).

2.4 Transazioni economiche in Blockchain

Molti studiosi riconoscono alla tecnologia blockchain un potenziale significativo nel migliorare l'efficienza di alcune transazioni economiche, avvicinandole al modello ideale del *peer-to-peer* (Davidson et al., 2018). In particolare, la letteratura ha analizzato l'impatto della blockchain sui costi di transazione, confrontando le dinamiche proprie delle piattaforme decentralizzate con quelle dei sistemi centralizzati tradizionali.

L'economia dei costi di transazione (TCE) si concentra sull'analisi delle componenti di costo associate alle transazioni e sull'individuazione delle forme organizzative più efficienti in relazione alla natura delle stesse. Come evidenziato nel capitolo precedente, i modelli tradizionali presentano rischi legati all'opportunismo, all'incertezza e a vari vincoli contrattuali e operativi, che generano inefficienze economiche.

Le caratteristiche di decentralizzazione e consenso della blockchain hanno portato molti studiosi a considerare come questa tecnologia possa, entro certi limiti e condizioni, ridurre i costi di transazione associati ai sistemi centralizzati tradizionali. In particolare, sono stati considerati i costi di transazione, i costi di verifica, i costi di rete, i costi di monitoraggio ed i costi di coordinamento.

Davidson et al., 2018 evidenziano come la blockchain possa ridurre i costi di transazione eliminando la necessità di fiducia tra le parti grazie agli smart contract e a meccanismi crittografici. Rispetto ai modelli tradizionali di Williamson, basati sul controllo dell'opportunismo tramite *governance* centralizzata, e di Alchian e Demsetz (1972), incentrati sul monitoraggio nelle attività di *team*, la blockchain offre una soluzione decentralizzata che riduce sia il bisogno di controllo gerarchico sia i costi di supervisione, migliorando l'efficienza delle transazioni economiche. Secondo Davidson et al. (2018), la blockchain potrebbe cambiare il funzionamento del mercato in due modi principali: da un lato sostituendo i tradizionali sistemi di gestione economica, come le imprese, i mercati ed i contratti tra le parti e trasferendo su blockchain attività già esistenti; dall'altro potrebbe permettere lo sviluppo di nuove attività economiche che prima non erano possibili, perché i costi di transazione per gestirle con i sistemi tradizionali erano troppo alti rispetto ai benefici attesi.

Catalini e Gans (2020) rafforzano questa visione, sostenendo che la blockchain consente una riduzione significativa dei costi di verifica e di *networking*, rendendo le operazioni più trasparenti ed efficienti. Mentre nei sistemi tradizionali la verifica delle transazioni è affidata a intermediari come banche o istituzioni centrali, la blockchain permette una verifica automatica e distribuita, eliminando la necessità di fiducia e abbattendo i costi di intermediazione. Ciò favorisce una distribuzione più equa del valore generato tra utenti, sviluppatori e investitori.

La blockchain favorisce la nascita di nuovi tipi di *asset* digitali e di diritti di proprietà, ampliando così il ventaglio delle transazioni economiche realizzabili all'interno di queste piattaforme. Oltre all'efficienza, la blockchain consente una maggiore *privacy* e controllo dei dati da parte

degli utenti. A differenza dei modelli centralizzati, dove le informazioni personali sono gestite da terzi, i sistemi basati su blockchain permettono agli utenti di decidere come e quando i propri dati vengono condivisi, garantendo maggiore trasparenza e sicurezza (Catalini e Gans, 2020).
In ambito commerciale, la blockchain è in grado di migliorare la tracciabilità e la sicurezza delle transazioni, specialmente nel commercio internazionale. Tecnologie complementari come l'*Internet of Things* (IoT) e gli oracoli permettono il monitoraggio in tempo reale delle merci, migliorando la trasparenza lungo la catena di approvvigionamento e semplificando i processi di pagamento (Cong e He, 2019).
Nonostante il potenziale innovativo della tecnologia blockchain, la letteratura ha evidenziato alcuni limiti strutturali e dinamici che ne condizionano l'effettiva sostenibilità ed efficienza economica. Sebbene la tecnologia blockchain offra strumenti avanzati per ridurre l'incertezza e l'opportunismo, la sua efficienza è strettamente condizionata dalla crescente complessità strutturale e organizzativa.
Pereira et al. (2019), sottolineano che, man mano che aumenta il numero di partecipanti alla rete e la varietà delle condizioni contrattuali da gestire, le piattaforme blockchain tendono a diventare più onerose. In particolare, crescono i costi di coordinamento, la complessità tecnica e le difficoltà di manutenzione. L'inserimento di un numero elevato di variabili nei protocolli, se da un lato consente una maggiore precisione e automazione, dall'altro espone il sistema a rischi legati alla scrittura del codice, alla sicurezza e alla stabilità operativa. In tal senso, l'efficienza della blockchain può risultare compromessa proprio dai meccanismi che dovrebbero costituirne il punto di forza.
A tali criticità di tipo tecnico si aggiungono vulnerabilità di natura sociale e sistemica, connesse alla gestione della fiducia in ambienti aperti e decentralizzati.
Evans et al. (2016) descrivono la blockchain come una "macchina della fiducia", poiché consente di sostituire le tradizionali relazioni fiduciari con regole automatizzate e immutabili, garantendo il funzionamento del sistema anche tra utenti che non si conoscono. Tuttavia, questo modello entra in crisi quando si ampliano la scalabilità e l'accesso pubblico della piattaforma. In contesti completamente aperti, privi di filtri o criteri di selezione, aumenta infatti il rischio di comportamenti opportunistici o fraudolenti. In questi casi, pur rimanendo intatta la fiducia nel protocollo, si deteriora la cosiddetta "fiducia periferica", ovvero quella tra gli utenti stessi. Come osservano Evans et al. (2016), il risultato è una crescente difficoltà nel mantenere una cooperazione stabile, soprattutto se i benefici collettivi percepiti non sono sufficienti a compensare i rischi individuali.
Pereira et al. (2019) confermano che la sostenibilità di una piattaforma blockchain dipende dalla capacità di bilanciare correttamente i benefici intrinseci, (legati all'uso, allo sviluppo e all'integrazione del sistema), con quelli estrinseci, come la valorizzazione dei *token* e la reputazione associata alla partecipazione. Con l'espansione della comunità, i vantaggi d'uso tendono a diminuire, mentre quelli legati al possesso aumentano.

Una piattaforma decentralizzata risulta dunque vantaggiosa rispetto ai modelli centralizzati solo se, nel breve periodo, riesce a garantire benefici d'uso superiori e, nel medio-lungo termine, una remunerazione adeguata dei partecipanti. In mancanza di questo equilibrio, le promesse della blockchain rischiano di rimanere in gran parte inespresse.
Uno dei principali ostacoli all'applicazione diffusa della blockchain è rappresentato, inoltre, dal cosiddetto problema dell'"ultimo miglio" (Marthews e Tucker, 2023), ossia la difficoltà di collegare in modo affidabile e verificabile il mondo digitale con quello fisico. Affinché il registro digitale rifletta fedelmente eventi e transazioni reali, è necessario ricorrere a strumenti esterni attendibili, noti come oracoli. Sistemi come Bitcoin sono molto efficaci nella gestione e verifica di *asset* puramente digitali; tuttavia, l'estensione della blockchain a transazioni che coinvolgono beni e servizi fisici comporta ancora sfide significative. La piena integrazione tra i due mondi (*on-chain* e *off-chain*), richiede soluzioni capaci di garantire l'accuratezza dei dati provenienti dall'esterno, elemento essenziale per favorire l'adozione della blockchain nei mercati tradizionali. Questo nodo critico, spesso definito anche "problema di *gateway*" (Halaburda, 2018) emerge con particolare forza quando le transazioni coinvolgono entità o beni non digitali. In tali casi, garantire l'integrità del collegamento tra registro e realtà comporta un aumento dei costi di verifica, infrastruttura e archiviazione, mettendo in discussione i potenziali vantaggi economici della tecnologia (Pereira et al., 2019).

2.5 Smart contract su Blockchain

Come già osservato, la blockchain è una tecnologia di uso generale che consente di effettuare transazioni affidabili senza la necessità di intermediari tradizionali.
L'integrazione tra il registro distribuito (*ledger*), la rete ed i meccanismi di consenso, permette di sostituire istituzioni centrali, come banche o autorità finanziarie, nel processo di costruzione della fiducia (Werbach, 2018). Tale architettura garantisce l'affidabilità e la sicurezza delle transazioni, rendendo possibile per gli utenti verificarne legittimità, accuratezza e unicità.
Una delle applicazioni più rilevanti di questa fiducia "distribuita" riguarda i contratti (Werbach e Cornell, 2017). In particolare, la blockchain consente l'uso di smart contract anche tra soggetti che non hanno rapporti pregressi o fiducia reciproca. Gli smart contract trasferiscono la fiducia dal comportamento delle parti al codice che li regola. In questo modello, è il codice stesso a garantire l'adempimento contrattuale (De Graaf, 2019).
Gli smart contract sono programmi composti da istruzioni registrate sulla blockchain, ognuno dotato di un indirizzo univoco. Quando una transazione soddisfa le condizioni previste, il contratto viene attivato ed eseguito automaticamente da tutti i nodi della rete, permettendo calcoli e operazioni direttamente sulla catena. Una volta implementato, il codice è pubblico e consultabile da tutti i partecipanti, che possono verificarne il funzionamento in ogni fase. Questa trasparenza rappresenta un'innovazione significativa, perché consente interazioni affidabili an-

che in assenza di fiducia interpersonale (Meier e Sannajust, 2021).
Nei contratti tradizionali, la fiducia si basa sullo Stato e su intermediari privati che ne garantiscono il corretto funzionamento. La blockchain decentralizzata ha, secondo parte della letteratura, il potenziale di sostituire completamente i sistemi legali tradizionali non limitandosi ad un semplice passaggio preliminare, ma rappresentando una reale alternativa (Cassano, 2014) . I contratti decentralizzati offrono inoltre tre vantaggi principali: maggiore efficienza, trasparenza e sicurezza. Tuttavia, rimane centrale la sfida di garantire che tutti i partecipanti accettino le regole stabilite dal sistema e si conformino ai risultati da esso generati (Velde, 2013).
Gli smart contract basati su tecnologia blockchain si distinguono dagli accordi elettronici tradizionali per il meccanismo di *enforcement*: mentre i contratti convenzionali si affidano a intermediari come tribunali per far rispettare i termini, gli smart contract sfruttano la rete blockchain per garantire l'esecuzione automatica degli accordi, senza necessità di terze parti (Levy, 2017; Werbach e Cornell, 2017). Questo sistema decentralizzato consente di ridurre errori, costi e tempi, e amplia l'accesso ai contratti anche a chi non potrebbe permettersi di usufruire dei servizi legali tradizionali (Cassano, 2014).
Il linguaggio di programmazione delle piattaforme blockchain, come Bitcoin ed Ethereum, permette di codificare le condizioni contrattuali: una volta soddisfatte, queste vengono verificate dai nodi della rete e l'accordo si esegue automaticamente (Narayanan et al., 2016). Un esempio tipico è rappresentato da un contratto assicurativo automatizzato, in cui il pagamento avviene solo se si verifica un evento esterno prestabilito, come un'anomalia climatica. Lo smart contract monitora la temperatura e trasferisce automaticamente il pagamento nel caso in cui si verifichi la condizione stabilita. Questa esecuzione algoritmica degli smart contract permette un'esecuzione rapida del contratto a costi inferiori rispetto ad altri codici informatici.
Nel caso più semplice, le parti coinvolte allocano Bitcoin o altre criptovalute in uno "stato sospeso" sulla blockchain. Quando vengono soddisfatti determinati termini, quei Bitcoin vengono trasferiti al conto corretto. Tuttavia, non tutti gli smart contract richiedono un deposito di denaro in garanzia. Infatti, molti contratti non prevedono trasferimenti diretti di fondi. Inoltre, le criptovalute possono essere utilizzate come *token* per rappresentare altri tipi di beni o diritti, come la proprietà di un immobile (Cassano, 2014).
Gli smart contract realizzano quindi un aspetto fondamentale del diritto contrattuale che è l'esecuzione, eliminando la possibilità di inadempienza: non lasciano infatti spazio a violazioni, poiché l'accordo viene eseguito automaticamente e integralmente, compresi eventuali trasferimenti di valore, senza possibilità di interruzione (Hinkes, 2014).
Sebbene gli smart contract offrano vantaggi significativi in termini di automazione, rapidità di esecuzione e riduzione dell'intermediazione, presentano, secondo la letteratura più scettica, anche una serie di limiti strutturali e funzionali che ne condizionano l'efficacia in molte applicazioni reali. Un primo limite rilevante è che, essendo scritti in codice ed eseguiti automaticamente, non possono essere modificati né fermati da autorità esterne, come tribunali o

organismi di regolazione. Tale rigidità è strettamente legata alla natura decentralizzata delle blockchain pubbliche. In reti come Bitcoin o Ethereum, non esiste un'entità centrale con potere decisionale: gli sviluppatori non possono forzare modifiche ai nodi validatori, e neppure un'ordinanza giudiziaria può garantire l'interruzione di un contratto, poiché i *miner* non sono legalmente obbligati a rispettarla. Al contrario, nei *network permissioned*, dove l'accesso è ristretto e controllato, è più agevole implementare meccanismi di intervento e supervisione (Swanson, 2015).

Un ulteriore aspetto critico degli smart contract basati su blockchain riguarda l'irrevocabilità delle transazioni. Sebbene questa caratteristica consenta di garantire l'esecuzione completa del contratto e di evitare la rottura del vincolo contrattuale (Vigna, 2016), tale meccanismo riduce la flessibilità contrattuale. In teoria, sarebbe possibile rendere il sistema più flessibile integrando nello smart contract una logica capace di gestire eccezioni o condizioni particolari, prevedendo anche la possibilità di includere meccanismi di arbitrato. In teoria, è possibile prevedere clausole di eccezione o meccanismi di arbitrato già in fase di progettazione, ma ciò implica un maggiore sforzo di codifica, e può contrastare con i principi di efficienza e decentralizzazione che rendono attraente l'uso degli smart contract (Morgan, n.d.; Werbach e Cornell, 2017).

Un limite cruciale nell'utilizzo degli smart contract, ampiamente discusso già nella letteratura della blockchain, riguarda poi la gestione di *asset* non digitali o direttamente controllabili su blockchain. Ad esempio, uno smart contract per la costruzione di una casa non può costringere fisicamente l'impresa a eseguire i lavori. Analogamente, un contratto per l'acquisto di un'opera d'arte non può trasferire materialmente il quadro nella casa dell'acquirente (Levy, 2017). Anche un contratto assicurativo basato su blockchain, pensato per coprire i ritardi aerei, potrebbe riconoscere il diritto al risarcimento, ma non può procedere al pagamento senza l'intervento diretto della compagnia assicurativa. Queste situazioni evidenziano che, quando un contratto dipende da dati esterni alla blockchain (cosiddetti dati *off-chain*), l'esecuzione automatica non può essere garantita esclusivamente dal codice (Bomprezzi, 2021). I limiti della blockchain legati al confronto tra dati *on-chain* e *off-chain* non riguardano solo l'applicazione e l'adempimento di prestazioni non digitali, ma possono anche minare la fiducia, uno dei principali punti di forza della decentralizzazione della tecnologia.

Per affrontare questo problema si ricorre agli oracoli: sistemi in grado di acquisire, verificare e trasmettere dati del mondo reale agli smart contract[4]. Ad esempio, un contratto può prevedere

[4]Gli oracoli possono svolgere diverse funzioni all'interno degli smart contract, agendo sia come fonti automatizzate di dati, sia come arbitri umani. Nel primo caso, vengono utilizzati come data feed per gli smart contract, fornendo in tempo reale le informazioni necessarie all'esecuzione automatica del contratto. Nel secondo caso, possono intervenire nella risoluzione di controversie, fungendo da terze parti imparziali. Un esempio interessante è il modello di smart contract a tre chiavi (*three-key model*): ciascuna delle due parti coinvolte e un arbitro indipendente detengono una chiave crittografica. Se le parti concordano sull'avvenuto adempimento del contratto, forniscono entrambe le proprie chiavi e il contratto viene eseguito. In caso di controversia, l'arbitro ha il potere di decidere: se fornisce la propria chiave, l'esecuzione avviene; se la nega, il contratto resta bloccato. Questo meccanismo ricorda da vicino i processi arbitrali del diritto tradizionale, ma li integra in un sistema automatizzato, più rapido ed economico. L'utilizzo degli oracoli in questo modo amplia le potenzialità degli smart contract, migliorandone

un pagamento automatico se il prezzo di un'azione supera una certa soglia in una data specifica. Tuttavia, poiché blockchain come quella di Bitcoin non hanno accesso diretto a queste informazioni, devono affidarsi agli oracoli. A differenza della blockchain, però, gli oracoli non sono sempre decentralizzati. Ciò implica che le parti coinvolte devono necessariamente fidarsi dell'entità che fornisce i dati, introducendo un elemento di centralizzazione che può ridurre l'affidabilità complessiva del sistema (Werbach e Cornell, 2017).
Inoltre, gli oracoli, che collegano la blockchain al mondo esterno, possono influenzare l'esecuzione degli smart contract. Se un oracolo non è affidabile, oppure se la fonte dei dati è errata o non attiva, ciò può compromettere il corretto funzionamento del contratto. Se le informazioni esterne sono inesatte o mancanti, il contratto potrebbe non essere eseguito correttamente, e le parti non possono fare affidamento esclusivamente sul codice per far valere i propri diritti in caso di inadempimento (Bomprezzi, 2021).

2.5.1 Il ciclo di vita dello Smart Contract

Lo smart contract è un accordo digitale tradotto in un codice eseguibile sulla blockchain, che automatizza l'adempimento delle condizioni concordate tra le parti.
Le obbligazioni contrattuali sono associate a account digitali (*wallet*) e la loro osservanza viene verificata attraverso le transazioni registrate sulla rete. Il codice contrattuale formalizza le regole stabilite, definendo con precisione le condizioni per l'esecuzione. Una volta memorizzato sulla blockchain, il codice diventa permanente e accessibile a tutti i nodi della rete, inclusi i *miner* responsabili della validazione delle transazioni e del corretto svolgimento del contratto. Al verificarsi delle condizioni previste, il contratto si attiva automaticamente. L'intero processo è regolato da un protocollo di consenso che garantisce trasparenza, coerenza e affidabilità, eliminando la necessità di intermediari.
Il ciclo di vita dello smart contract si articola in quattro fasi principali: la creazione del contratto, il congelamento (registrazione e distribuzione sulla blockchain), l'esecuzione automatica quando le condizioni sono soddisfatte, e la finalizzazione, che rappresenta il completamento del contratto.
Sillaber e Waltl (2017) hanno formalizzato queste fasi con i termini creazione, congelamento, esecuzione e finalizzazione.
La prima fase del ciclo di vita di uno smart contract è la creazione che si compone di due sottofasi: una fase di negoziazione iterativa e una successiva fase di implementazione.
In un primo momento, le parti coinvolte devono raggiungere un accordo sugli obiettivi e sul contenuto generale dello smart contract, attraverso un processo di negoziazione simile a quello dei contratti tradizionali, che può svolgersi sia *online* che *offline*. È fondamentale che ciascuna parte disponga di un portafoglio digitale (*wallet*) sulla piattaforma blockchain utilizzata. Tale

l'efficacia, l'adattabilità e la capacità di risolvere controversie in modo equo ed efficiente (Werbach, 2018).

wallet, spesso identificato in modo pseudonimo, viene utilizzato sia per l'identificazione delle parti sia per il trasferimento di fondi.
Una volta definiti gli obiettivi ed i contenuti, l'accordo viene tradotto in codice informatico. Questa fase è vincolata dalla capacità espressiva del linguaggio di programmazione previsto dalla piattaforma. Come avviene nei linguaggi di programmazione tradizionali, anche in questo caso la traduzione dei requisiti contrattuali in codice richiede diverse iterazioni tra le parti coinvolte e gli sviluppatori, al fine di assicurare una corretta implementazione delle condizioni previste. Dopo l'approvazione della versione definitiva, lo smart contract viene pubblicato sulla blockchain. In questa fase, i nodi della rete distribuita ricevono il contratto come parte di un blocco di transazioni.
Una volta che il blocco viene confermato dalla maggioranza dei nodi secondo il protocollo di consenso, lo smart contract è considerato pronto per l'esecuzione. Va sottolineato che uno smart contract, una volta registrato sulla blockchain, non può essere modificato. Qualsiasi modifica richiede la creazione e la distribuzione di un nuovo smart contract.
Inoltre, è importante precisare che il semplice fatto che uno smart contract sia stato pubblicato sulla blockchain non implica automaticamente che le parti ne abbiano accettato i termini[5].
Dopo che lo smart contract è stato inserito nella blockchain, viene memorizzato in modo permanente e validato dalla maggior parte dei nodi della rete. Questo processo richiede il pagamento di una commissione ai *miner*, sia come compenso per il lavoro svolto sia come misura per evitare il sovraccarico della rete con un numero eccessivo di smart contract[6]. In questa fase, lo smart contract e le informazioni sulle parti coinvolte diventano pubblicamente accessibili attraverso il registro distribuito. Contestualmente, eventuali trasferimenti effettuati all'indirizzo del portafoglio associato allo smart contract vengono temporaneamente bloccati (congelati): non è possibile eseguire ulteriori operazioni fino a quando non siano state verificate tutte le condizioni preliminari all'esecuzione. Durante la fase di congelamento, i nodi della rete assumono un ruolo simile a quello di un organo di controllo: analizzano e verificano che tutte le precondizioni indicate nel codice dello smart contract siano effettivamente soddisfatte. Solo una volta completata questa verifica, lo smart contract può accedere alla fase successiva, ovvero l'esecuzione

[5]Questo perché il processo di pubblicazione su una blockchain è intrinsecamente aperto: chiunque può inviare qualsiasi smart contract alla blockchain. Se la semplice archiviazione fosse considerata un accordo, ciò implicherebbe che un contratto potrebbe unilateralmente indicare e imporre un'obbligazione a un qualsiasi proprietario di un portafoglio (*wallet*) casuale, anche se quel proprietario non ha mai acconsentito o negoziato i termini. La blockchain fornisce l'infrastruttura per l'immutabilità e l'esecuzione di un contratto una volta che è stato legittimamente concordato e caricato, ma non è di per sé il meccanismo che stabilisce il consenso legale iniziale tra le parti coinvolte. La fase di negoziazione e accordo tra le parti, e non la semplice pubblicazione, è ciò che forma la base del contratto.

[6]Le commissioni versate ai *miner* nella fase di congelamento di uno smart contract sono essenziali per prevenire il "flooding" (eccessiva immissione) di contratti smart nell'ecosistema blockchain. Poiché la capacità della blockchain di memorizzare ed elaborare dati è limitata, l'assenza di costi permetterebbe a utenti malintenzionati di saturare la rete con contratti inutili o spam. L'introduzione di una commissione rappresenta quindi un deterrente economico: rende costoso inviare grandi volumi di smart contract, scoraggiando così comportamenti abusivi e contribuendo a mantenere efficiente e sicuro l'ecosistema.

automatica delle disposizioni contrattuali.
La fase di esecuzione rappresenta il cuore operativo del ciclo di vita di uno smart contract. Una volta che lo smart contract è stato memorizzato e "congelato" sul registro distribuito (blockchain), i nodi partecipanti iniziano a leggerlo. Questi nodi, che includono anche i *miner*, hanno la capacità di eseguire smart contract. Il loro ruolo fondamentale in questa fase è quello di valutare se le precondizioni definite nel contratto sono state soddisfatte ed in caso affermativo, convalidare l'integrità del contratto. Successivamente, un motore di esecuzione, come un compilatore o un interprete (a seconda del tipo di blockchain), esegue il codice del contratto. Per farlo, vengono raccolti gli *input* necessari: questi possono arrivare da oracoli, che forniscono dati esterni, oppure dalle parti coinvolte, che mettono a disposizione beni o criptovaluta per soddisfare le condizioni del contratto. Le funzioni codificate all'interno dello smart contract vengono quindi attivate ed eseguite basandosi su questi *input* e sulla logica predefinita. Il risultato dell'esecuzione di uno smart contract è la generazione di un insieme di nuove transazioni e l'aggiornamento dello stato del contratto. Il nuovo stato e le nuove transazioni vengono poi inviati al registro distribuito per essere validati. L'intero processo di esecuzione e validazione e la correttezza del suo esito sono garantiti dal protocollo di consenso della blockchain che assicura che tutti i nodi concordino sulla validità e sull'esito dell'esecuzione, prevenendo così manipolazioni e garantendo che il risultato sia coerente e univoco per tutti i partecipanti.
La fase di finalizzazione rappresenta l'ultima tappa del ciclo di vita di uno smart contract, e si verifica immediatamente dopo che il contratto è stato eseguito. Una volta che lo smart contract ha completato la sua esecuzione, le transazioni che ne derivano e le nuove informazioni sullo stato del contratto vengono memorizzate nel registro distribuito (la loro validità e integrità è confermata in base al protocollo di consenso). Durante questa fase, gli *asset* digitali che erano stati precedentemente impegnati (o "congelati" nella fase di congelamento) vengono trasferiti alle parti designate, un processo noto come lo "scongelamento degli *asset*" ("unfreezing of assets").
Con la conferma di tutte le transazioni, il contratto viene quindi considerato adempiuto ("has been fulfilled"). La finalizzazione implica che l'insieme risultante delle transazioni è, per sua stessa natura, immutabile e irreversibile. La connessione criptograficamente sicura tra l'esecuzione del contratto e la finalizzazione dei pagamenti conferisce all'infrastruttura di esecuzione decentralizzata e agli attori partecipanti il ruolo di "enforcer" (garante o esecutore) del contratto, aumentando intrinsecamente la trasparenza e l'equità per le parti coinvolte, risolvendo diverse debolezze presentate dal contratto tradizionale. Tuttavia, la natura irreversibile degli smart contract finalizzati solleva preoccupazioni riguardo a possibilità di rettifiche o rimedi, poiché l'insieme delle transazioni risultanti è intrinsecamente immutabile e non può essere annullato (Sillaber e Waltl, 2017) .

2.6 Impatto degli Smart Contract sulla *Contract Theory*

Nella teoria dei contratti, la fiducia gioca un ruolo essenziale nell'adempimento delle obbligazioni, soprattutto quando l'elemento temporale condiziona le prestazioni.
Nei contratti tradizionali, in cui gli obblighi vengono adempiuti in momenti diversi, le parti devono fare affidamento su meccanismi di fiducia per garantire il rispetto degli accordi. La prestazione è sicura solo quando gli scambi dell'obbligazione sono simultanei, in tutti gli altri casi la fiducia diventa essenziale. La fiducia può essere determinata anche attraverso meccanismi sociali come la reputazione di un individuo o l'aspettativa di interazioni ripetute. I sistemi di reputazione coinvolgono l'ambiente sociale per incentivare l'adempimento degli obblighi, migliorando la futura possibilità di impiego e le prospettive professionali, ma per essere efficaci devono garantire la registrazione delle prestazioni passate (Gans, 2019).
In situazioni in cui queste forze sociali sono insufficienti, il diritto contrattuale fornisce una struttura per garantire l'adempimento degli obblighi. In particolare, il diritto contrattuale prevede la possibilità di garantire l'esecuzione del contratto attraverso parti terze come i tribunali che verificano lo stato di adempimento degli obblighi e applicano sanzioni in caso di inadempienza. Tuttavia, i tradizionali meccanismi di applicazione dei contratti possono essere costosi, lenti o difficili da attuare, in particolare in contesti in cui i meccanismi di fiducia sociale o istituzionale sono deboli o assenti. In tali casi, gli smart contract basati sulla tecnologia blockchain rappresentano un'alternativa interessante.
La fiducia contribuisce, secondo molti studiosi, a ridurre i problemi legati all'incertezza e all'asimmetria informativa, influendo positivamente sui costi di transazione e, in ultima analisi, sull'efficienza degli scambi economici. Le blockchain sono descritte come tecnologie "trustless", ma questo termine si riferisce alla loro potenziale capacità di operare indipendentemente dai tradizionali meccanismi sociali di fiducia. Affinché una blockchain abbia valore, deve lavorare per migliorare la fiducia sostituendo le tecnologie, sia legali che istituzionali, che tipicamente costituiscono la base della fiducia. A questo proposito, gli smart contract supportati dalla tecnologia blockchain saranno valutati in base alla loro capacità di migliorare la fiducia negli obblighi che comprendono. Promuovendo la fiducia tra le parti e garantendo che gli obblighi contrattuali siano automaticamente eseguiti e applicati, gli smart contract possono svolgere un ruolo essenziale, secondo molti studiosi, nel ridurre l'incertezza, mitigare i costi di transazione e migliorare l'efficienza economica. Questi contratti, caratterizzati da automazione, decentralizzazione e applicazione garantita in tutte le giurisdizioni, sono particolarmente efficaci nel facilitare gli scambi economici globali. Offrono una soluzione ai limiti del diritto contrattuale tradizionale, soprattutto in caso di mancanza di fiducia, garantendo l'esecuzione degli accordi senza la necessità di intermediari o di affidarsi ai sistemi giuridici locali. Di conseguenza, gli smart contract rappresentano un mezzo più efficiente e affidabile per l'esecuzione degli accordi in contesti in cui i meccanismi convenzionali potrebbero avere difficoltà a garantire la

conformità (Eenmaa-Dimitrieva e Schmidt-Kessen, 2017).

2.6.1 Costi di transazione e controllo dell'incertezza

Gli smart contract rappresentano accordi innovativi basati sulla tecnologia blockchain, il cui scopo primario è la riduzione dell'incertezza e dei costi di transazione, fattori che storicamente compromettono l'efficienza degli scambi. L'incertezza e l'asimmetria informativa, specialmente in merito agli obblighi e all'adempimento delle prestazioni, possono infatti spingere le parti ad investire meno del dovuto oppure a non investire affatto, a causa del rischio di inadempienza o degli elevati costi di monitoraggio.
Secondo un'ampia letteratura, grazie alle loro caratteristiche intrinseche di trasparenza, accessibilità e autoesecuzione, gli smart contract possono contribuire significativamente a minimizzare questi costi. Yermack (2017) afferma che gli smart contract sono caratterizzati da una maggiore trasparenza ed Eenmaa-Dimitrieva e Schmidt-Kessen (2017) ritengono che gli smart contract possano portare ad una significativa riduzione dei costi, dei tempi e delle controversie. Holden e Malani (2017) suggeriscono, in particolare, come gli smart contract riducano 1) "l'incertezza sulle promesse (rischio di controparte)", poiché garantiscono alle controparti che gli impegni saranno onorati grazie alla loro natura automatizzata e al loro design predittivo; e 2) "l'incertezza sull'interpretazione (rischio legale)", eseguendo automaticamente le prestazioni sulla base di codici predefiniti e rendendo così il risultato più prevedibile e indipendente dall'interpretazione giudiziaria. La possibilità di simulare vari scenari futuri aumenta ulteriormente la certezza per tutte le parti coinvolte. Un vantaggio cruciale in termini di riduzione dell'incertezza risiede nell'eliminazione dell'ambiguità linguistica: a differenza dei contratti tradizionali, che spesso utilizzano il linguaggio naturale con la sua intrinseca flessibilità ma anche potenziale ambiguità, gli smart contract impiegano un linguaggio di programmazione. Questo garantisce che i termini siano definiti con precisione ed eseguiti automaticamente, eliminando le interpretazioni multiple (Savelyev, 2016) , prevenendo che le parti possano sfruttare l'ambiguità per eludere i propri impegni (Wright e De Filippi (2015)) e riducendo significativamente il tempo e le risorse che altrimenti sarebbero dedicate alla risoluzione dei conflitti (Cuccuru, 2017). Come osservato da Vatiero (2018), "Poiché i costi rilevanti derivano dall'applicazione legale dei contratti semantici, come dimostrato dalla letteratura sui contratti incompleti, gli smart contract, che dovrebbero funzionare senza tale applicazione legale, diventano un'alternativa più economica."
Gli smart contract vengono spesso paragonati ai tradizionali accordi di deposito a garanzia (*escrow agreement*), in cui una terza parte fidata trattiene i fondi fino al soddisfacimento delle condizioni del contratto, mitigando il rischio di inadempienza (Werbach e Cornell, 2017). Analogamente, gli smart contract sospendono i *token* di criptovaluta sulla blockchain, impedendone l'utilizzo fino al raggiungimento delle condizioni prestabilite. Questo meccanismo riduce l'ambiguità e minimizza la necessità di costosi meccanismi di monitoraggio e applicazione (Werbach

e Cornell, 2017). Tra gli altri benefici, questo approccio è particolarmente efficace nel risolvere il dilemma del prigioniero, dove la mancanza di fiducia reciproca potrebbe portare a un risultato subottimale; in assenza di un sistema di questo tipo, la prima parte ad agire potrebbe trovarsi in una posizione di svantaggio (Werbach e Cornell, 2017). Con gli smart contract, l'affidabilità è garantita dal codice stesso, anziché dalla fiducia reciproca tra le parti, che sono quindi vincolate automaticamente agli stessi termini (Werbach e Cornell, 2017). Inoltre, gli smart contract possono incorporare funzionalità "multisignature", che richiedendo le firme digitali di più parti prima dell'esecuzione, aggiungono un ulteriore livello di sicurezza e garanzia di adempimento degli obblighi (Narayanan et al., 2016). Questo approccio metodologico, caratterizzato da un'elevata efficienza, consente di eliminare l'incertezza ed i costi associati alle transazioni.
L'autoesecuzione garantisce un elevato livello di automazione nell'adempimento degli accordi, che si traduce in una riduzione dei tempi e dei costi legati al monitoraggio e all'applicazione manuale (Werbach e Cornell, 2017). Questo comporta una maggiore efficienza contrattuale, permettendo l'adempimento delle prestazioni senza gli elevati costi di redazione tipici dei contratti tradizionali (Savelyev, 2016).
L'eliminazione di lunghi processi cartacei e dell'applicazione manuale accelera le transazioni, rendendole più rapide e convenienti (Wright e De Filippi, 2015). Il vantaggio principale degli smart contract risiede nella sostanziale riduzione dei costi relativi all'esercizio e alla verifica dei diritti, poiché eliminano la necessità di azioni esecutive tradizionali, come le spese legali e amministrative, operando con costi minimi e senza interventi esterni. In particolare, l'uso degli smart contract diventa vantaggioso quando i costi di non conformità (come il contenzioso o la ricerca di alternative) superano il valore atteso dell'accordo, evidenziando i significativi risparmi sui costi e la riduzione delle incertezze rispetto all'esecuzione dei contratti tradizionali (Borgogno, 2019).
Inoltre, gli smart contract ben progettati possono contribuire in modo significativo alla riduzione dei costi di monitoraggio degli obblighi contrattuali (Gans, 2019; Halaburda et al., 2019). Tali costi rappresentano le spese sostenute dalle parti per verificare che gli obblighi previsti dal contratto siano stati effettivamente adempiuti. La maggior parte degli obblighi deriva da eventi specifici o da determinati "stati", come la firma di un contratto, il ricevimento di un pagamento, oppure eventi esterni, come il risarcimento assicurativo in seguito ad un incidente. Un conflitto comune può sorgere quando vi è incertezza sull'effettivo verificarsi della condizione che attiva un obbligo, con il rischio che le parti abbiano aspettative discordanti in merito alle prestazioni attese. Quando non è chiaro se la condizione sia stata soddisfatta, possono emergere controversie sull'adempimento. Per evitare tali situazioni, è spesso necessario che una delle parti monitori attentamente l'occorrenza della condizione (verificando la consegna di beni, la qualità del lavoro o l'avvenuto pagamento). Questo tipo di monitoraggio può comportare costi elevati, soprattutto se richiede la conferma esterna dell'adempimento.
In molti casi, è necessaria la verifica da parte di soggetti terzi (come i tribunali), che devono

basarsi su “prove concrete” quali ricevute, documentazione contabile o *wallet*. Questo processo implica costi aggiuntivi e la collaborazione della parte che esegue la prestazione. Le tecnologie digitali possono influire su questo processo riducendo i costi di monitoraggio, rendendo più facile per una parte verificare che una condizione o una prestazione si sia verificata. Grazie alla digitalizzazione delle informazioni, quali pagamenti o consegne di prodotti, gli smart contract rendono più semplice ed economico verificare l'adempimento degli obblighi, riducendo significativamente la necessità di verifiche esterne. La digitalizzazione dei *trigger* codificati consente l'esecuzione degli smart contract chiarendo la conformità ai termini contrattuali e contribuendo a prevenire costose controversie (Gans, 2019). Questa automazione riduce la necessità di supervisione manuale e garantisce che la conformità sia monitorata in modo accurato e coerente, minimizzando il rischio di disaccordi tra le parti e migliorando l'efficienza dell'esecuzione dei contratti (Szabo (1997)).

Le tecnologie blockchain supportano tale processo fornendo una piattaforma sicura per la registrazione e la condivisione dei dati, anche se il loro valore dipende dal caso d'uso specifico e dal fatto che aggiungano valore oltre alla conferma interna. La sfida per gli smart contract, tuttavia, risiede nella gestione dei costi di verifica, nella necessità cioè di fornire prove concrete dell'adempimento di un obbligo. I problemi sorgono perché la parte che adempie all'obbligo potrebbe avere un incentivo a dichiararne falsamente il completamento, mentre la parte ricevente potrebbe negarlo. Questo problema è particolarmente critico quando le azioni di una parte (ad esempio, effettuare un pagamento) dipendono dall'adempimento dell'altra. Per ovviare a ciò, gli smart contract richiedono meccanismi che garantiscano che le prove concrete dell'adempimento siano disponibili alla parte giusta al momento giusto (Gans, 2019).

La riduzione dei costi di transazione derivante da una “incertezza controllata” nei meccanismi degli smart contract basati su blockchain non implica una diminuzione assoluta dei costi di transazione. A differenza dei contratti tradizionali, che sono accordi continuativi con rinegoziazioni future e interventi giudiziari per colmare eventuali lacune, gli smart contract mirano a semplificare e automatizzare l'esecuzione eliminando tempo e incertezza. Tuttavia, poiché coinvolgono ancora persone e relazioni reali, non possono evitare completamente le complessità che sorgono nei contratti tradizionali (Werbach e Cornell, 2017).

Affinché uno smart contract funzioni con monitoraggio e applicazione automatici, le parti interessate devono codificare con precisione: 1) le azioni che ciascuna parte è tenuta a compiere, 2) ogni possibile scenario futuro e 3) gli *input* che attivano l'esecuzione automatica (“se... allora”). Uno smart contract ben definito specifica chiaramente le azioni, gli scenari e i *trigger*in modo da riflettere accuratamente l'intenzione di ciascuna parte, garantendo l'esecuzione automatica. Questo processo rende gli smart contract non adatti a tutti i tipi di transazioni, come i contratti di sviluppo di sistemi informativi, dove creare uno smart contract pratico ed efficace può essere impossibile o economicamente proibitivo (Halaburda et al., 2019).

Una sfida significativa è la difficoltà di tradurre gli obblighi contrattuali in codice *software*, cosa

non sempre fattibile a causa dell'ambiguità del linguaggio giuridico, che non può essere ridotto a codice binario. I contratti tradizionali sono progettati per essere interpretati dagli esseri umani, mentre gli smart contract richiedono una logica meccanica e binaria. Inoltre, gli smart contract non consentono clausole implicite o lacune contrattuali, richiedendo alle parti di negoziare ogni singola clausola, un processo che può diventare costoso e complesso per i contratti più complessi. Questo aumento della complessità potrebbe portare a errori nel codice, con il rischio di conseguenze indesiderate, soprattutto nei contratti più complessi. Se non gestita correttamente, questa complessità potrebbe comportare ulteriori costi di contenzioso e di esecuzione (Borgogno, 2019).

Inoltre, i minori costi di monitoraggio e applicazione degli smart contract sono spesso compensati da costi "iniziali" o di "specificazione" più elevati (Tapscott e Tapscott, 2016). Questi costi si riferiscono alle spese necessarie per trasformare un accordo tradizionale in uno smart contract ben progettato e automaticamente eseguibile, richiedendo competenze tecniche specializzate per tradurre il linguaggio naturale in codice (costi di specificazione). Tali costi possono essere significativi e, sebbene nell'attuale contesto giuridico non siano sempre giustificati, diventano più attraenti se le parti possono beneficiare di un regime contrattuale potenziato dagli smart contract, che riduce i costi di monitoraggio e applicazione.

Gli attori economici si trovano quindi di fronte a un compromesso tra costi iniziali più elevati e costi successivi inferiori. I vantaggi della riduzione dei costi di monitoraggio e di esecuzione sono particolarmente significativi per le transazioni con un'elevata specificità patrimoniale, poiché gli smart contract riducono al minimo le opportunità di rinegoziazione e riducono il rischio di inadempienza o controversie, offrendo maggiore sicurezza e prevedibilità rispetto ai contratti tradizionali (Halaburda et al., 2019).

In ogni caso, un contratto che includa entrambe le caratteristiche (una definizione *ex ante* altamente precisa delle prestazioni adeguate e un monitoraggio esteso) sarebbe costoso da redigere e poco pratico da attuare (Sklaroff, 2017).

Sebbene gli smart contract abbiano il potenziale per ridurre i costi eliminando gli intermediari, ciò si realizza solo se il codice è impeccabile, senza errori o vulnerabilità, un'ipotesi non sempre possibile (Mik, 2017).

La riduzione dei costi tramite smart contract è possibile solo se il codice è privo di errori, ma ciò è difficile da garantire a causa di potenziali problemi tecnici come bug o malfunzionamenti degli oracoli. Poiché gli smart contract devono prevedere tutte le possibili variabili, risultano spesso più lunghi e complessi dei contratti tradizionali, aumentando così il rischio di errori e autoesecuzioni errate. Di conseguenza, pur riducendo il rischio di inadempienze, introducono nuovi rischi legati alla programmazione, che possono generare controversie e non eliminano la necessità di avvocati e tribunali (Mik, 2017).

Infine, esistono altri costi impliciti associati agli smart contract. I partecipanti devono considerare il costo opportunità di non poter utilizzare o investire i fondi depositati fino al completamento

del contratto. Possono esserci anche costi di prestito per l'agente che deve raccogliere i fondi da depositare, e un rischio di perdita del deposito se il protocollo di consenso sottostante (la tecnologia blockchain) dovesse fallire o incontrare problemi (Mamageishvili e Schlegel, 2020). Alcuni smart contract utilizzano anche meccanismi punitivi che richiedono depositi molto grandi per rendere credibile la minaccia della punizione in caso di comportamento scorrettorendendo tali meccanismi molto onerosi da implementare a causa dell'elevato importo richiesto per il deposito e la complessità di gestione delle sanzioni (Mamageishvili e Schlegel, 2020; Holden e Malani, 2017).

2.6.2 Rinegoziazione e rischio di *hold-up*

Nel contesto dei contratti tradizionali, la possibilità di rinegoziazione presenta una duplice natura. *Ex post*, ossia dopo la firma, può consentire correzioni utili a superare inefficienze contrattuali. Tuttavia, *ex ante*, questa stessa possibilità può disincentivare gli investimenti, specialmente quando una delle parti sostiene costi specifici e irreversibili legati alla relazione.
In tali casi, il rischio che la controparte agisca in modo opportunistico nella fase successiva alla stipula, può compromettere l'equità nella distribuzione del *surplus* e scoraggiare l'impegno iniziale (Casey e Niblett, 2017).
Le controversie contrattuali, anche in presenza di clausole formalmente chiare, comportano spesso elevati costi legali e giudiziari (Savelyev, 2016; Wright e De Filippi, 2015). Una delle cause più frequenti è il cosiddetto problema di *hold-up*, che si manifesta soprattutto nei rapporti di lungo termine: una parte tenta di modificare i termini dopo che l'altra ha già sostenuto investimenti specifici, generando squilibri e inefficienze. I contratti tradizionali, non riuscendo a impedire tale possibilità, si rivelano strumenti inadeguati per contrastare efficacemente questo rischio (Williamson, 2002).
Gli smart contract, in questo scenario, emergono come una soluzione innovativa. Il loro valore risiede nella capacità di prevenire la rinegoziazione, riducendo i costi di transazione e il rischio di comportamenti opportunistici (Halaburda et al., 2019). Secondo parte della dottrina, proprio questa caratteristica consente loro di mitigare significativamente il problema di *hold-up* (Casey e Niblett, 2017; Holden e Malani, 2017).
Sebbene la teoria contrattuale riconosca che, in alcuni casi, la rinegoziazione possa favorire un livello efficiente di investimento (Chung (1991); Aghion et al., 1994), nella prassi tende a ridurre gli incentivi *ex ante*, specialmente in assenza di meccanismi di impegno credibile (Che e Hausch, 1999).
Le soluzioni proposte in ambito economico, come lo strumento di *renegotiation design* o i meccanismi di rivelazione, si scontrano con ostacoli pratici, in particolare con la difficoltà di garantire vincoli sufficientemente forti a livello istituzionale o contrattuale. In questo contesto, gli smart contract supportati dalla blockchain offrono un vincolo tecnologico difficilmente

eludibile. Oltre a rendere non rinegoziabili i termini originari, permettono l'implementazione di clausole penali (*liquidated damages*) automatizzate, eseguite in modo irreversibile grazie alla natura immutabile della blockchain. A differenza dei contratti tradizionali, dove tali penali possono essere oggetto di contestazione giudiziale, negli smart contract le clausole si attivano automaticamente in base a *trigger* predefiniti senza possibilità di intervento esterno, scoraggiando comportamenti opportunistici (Halaburda et al., 2019; Casey e Niblett, 2017).
Gli smart contract, supportati dalla blockchain, offrono questo impegno in diverse modalità. In primo luogo, stabiliscono un impegno credibile ai termini contrattuali originali attraverso clausole penali (*liquidated damages*) che vengono automaticamente attivate in caso di violazione. Grazie all'inalterabilità della blockchain, queste penali sono eseguite irreversibilmente, rendendo estremamente difficile, se non impossibile, per le parti o i tribunali annullarle o rinegoziarle *ex post*. Questo meccanismo disincentiva fortemente i comportamenti opportunistici dopo aver effettuato investimenti specifici. A differenza delle soluzioni tradizionali, dove le clausole penali possono essere contestate in tribunale e la rinegoziazione può avvenire nonostante gli accordi iniziali, gli smart contract possono imporre penali non rinegoziabili o annullabili dai tribunali. In secondo luogo, gli smart contract rendono possibile l'implementazione di meccanismi di *renegotiation design* (come l'ADR, risoluzione alternativa delle controversie) che richiedono forti vincoli per funzionare efficacemente. Attraverso uno smart contract, è possibile codificare le regole del meccanismo, comprese sanzioni automatiche e irreversibili in caso di deviazione dal protocollo concordato. Ad esempio, uno smart contract può garantire che una parte abbia effettivamente l'opportunità di esercitare un'opzione di "scambio predefinito" (*default trade*), impedendo all'altra parte di fare una seconda offerta dopo il rifiuto della prima ("prendere o lasciare") senza incorrere in penalità automatiche. Tali penalità possono essere destinate a terzi, in modo da impedire alle parti di rinegoziarle tra loro. La blockchain garantisce che i trasferimenti delle penalità siano inevitabili, rafforzando la credibilità del meccanismo e incentivando il rispetto delle regole da parte di entrambe le parti.
Infine, grazie alla possibilità di interagire con dati esterni gli smart contract possono essere progettati per monitorare la blockchain o altre fonti di informazione, rilevando tentativi di rinegoziazione occulta. L'attivazione di penali in caso di "rinegoziazione nascosta" può rafforzare ulteriormente l'impegno al contratto originale: le parti, volendo beneficiare delle penali *ex ante*, avrebbero un incentivo a concedere al contratto intelligente l'accesso alle loro comunicazioni e account (Holden e Malani, 2017).

2.6.3 Dal *lock-in* dei contratti tradizionali al *lock-in* degli Smart Contract?

La capacità degli smart contract di affrontare l'incertezza contrattuale, le rinegoziazioni sfavorevoli ed il rischio di *hold-up* non elimina, secondo un'ampia letteratura, il rischio di inefficienze contrattuali. Al contrario, molti studiosi sostengono che, le stesse caratteristiche che rendono gli smart contract efficaci contro il comportamento opportunistico nelle trattative, possono anche vincolare le parti a condizioni definite *ex ante* che, *ex post*, non rappresentano più la soluzione contrattuale ottimale. In altre parole, possono verificarsi situazioni in cui una rinegoziazione successiva risulta preferibile rispetto all'esecuzione dei termini originariamente concordati. La rinegoziazione, infatti, non è legata esclusivamente al fenomeno del *hold-up*, ma può diventare necessaria ogni volta che le condizioni al momento dell'esecuzione del contratto differiscono in modo significativo da quelle esistenti al momento della stipula. In tali circostanze, le parti possono ritenere più vantaggioso non adempiere al contratto piuttosto che eseguirlo (il c.d."inadempimento efficiente"), soprattutto se le nuove condizioni sono tali che, se fossero state conosciute prima, probabilmente non avrebbero mai determinato la stipula dell'accordo.
L'ambiguità nei contratti può dar luogo a controversie in merito alla corretta interpretazione degli obblighi assunti dalle parti, ma allo stesso tempo rappresenta una risorsa utile per garantire una certa flessibilità nella gestione del rapporto contrattuale. L'uso di formulazioni non eccessivamente rigide consente infatti di lasciare spazio a valutazioni discrezionali nell'adempimento delle prestazioni e nell'interpretazione del comportamento reciproco, permettendo di adattare il contratto all'evoluzione delle circostanze senza la necessità di procedere a una formale rinegoziazione o revisione dell'accordo (Mik, 2017).
Come osserva Vatiero (2018) sostenere che gli smart contract rendano le transazioni più efficienti rispetto ai contratti redatti in linguaggio naturale rischia di trascurare un aspetto centrale dell'economia dei costi di transazione: l'importanza di disporre di meccanismi adattivi realmente efficaci. Nel diritto contrattuale, l'incompletezza del contratto è una caratteristica strutturale e, in molti casi, una scelta strategica finalizzata a migliorare l'efficienza, soprattutto quando i costi di una definizione puntuale e dettagliata degli accordi risultano troppo elevati.
Il ricorso ad un linguaggio volutamente non del tutto preciso può derivare dalla necessità di contenere i costi legati alla negoziazione e alla stesura del contratto, oppure riflettere una visione secondo cui il testo scritto rappresenta solo una base formale, mentre l'effettiva regolazione del rapporto si sviluppa nel tempo attraverso le interazioni commerciali tra le parti (Levy, 2017). Mik (2017) sottolinea come molti sviluppatori non tengano conto del fatto che, nel diritto dei contratti, l'ambiguità "is a feature, not a bug". I contratti tradizionali, grazie alla loro natura interpretativa e flessibile, risultano particolarmente adatti ad affrontare l'imprevedibilità delle condizioni reali. L'intervento del giudizio umano consente di gestire situazioni non previste, adattando le obbligazioni alle mutevoli esigenze del contesto (Mik, 2017).

Al contrario, gli smart contract sono progettati per eliminare ogni ambiguità, attraverso una formulazione estremamente precisa e un'esecuzione automatica. Questa caratteristica può risultare efficace in contesti semplici e ben definiti, ma si rivela inadeguata in ambienti complessi o incerti, dove non è possibile prevedere tutte le eventualità. Una volta attivati, gli smart contract sono immutabili, e ciò rende difficile intervenire per adattare l'accordo a nuove condizioni economiche o esigenze contrattuali (Xiao, 2021).
L'ambiguità e l'incompletezza dei contratti tradizionali consentono un adattamento *ex post* attraverso diversi meccanismi (Vatiero, 2018). Il primo consiste nella cosiddetta *gap-filling doctrine*, ossia la possibilità che un giudice intervenga per colmare eventuali lacune contrattuali nel momento in cui si presenta una controversia legata a circostanze impreviste. Questo approccio risulta efficiente per le parti quando i costi di redazione di un contratto capace di prevedere tutte le possibili eventualità (costi di scrittura), in particolare quelle altamente improbabili, superano i benefici, che sono ridotti proprio dalla bassa probabilità che tali eventi si verifichino.
Come osserva Shavell (2006), "i tribunali colmano le lacune nei contratti, risolvono i conflitti e le ambiguità linguistiche e, talvolta, sostituiscono i termini espressamente previsti dalle parti con quelli determinati dal giudice."
Il secondo tipo di intervento giudiziario riguarda l'interpretazione contrattuale, in cui il giudice valuta il significato dei termini espliciti dell'accordo. In questo processo, l'autorità esterna dispone di un certo margine di flessibilità per modificare retroattivamente le disposizioni contrattuali, in particolare nei contratti tra imprese, consentendo così adattamenti efficienti in risposta a mutamenti del contesto (Schwartz e Scott, 2003). In tal senso, il tribunale completa i contratti incompleti, evitando alle parti i costi di transazione legati alla complessa redazione di contratti "completi" sin dall'origine. Invero, Vatiero (2018), in un confronto tra contratti tradizionali e smart contract, sottolinea che in contesti in cui il sistema giudiziario è efficiente e di qualità elevata, i benefici derivanti dall'intervento legale e dall'utilizzo di un contratto tradizionale possono superare i costi legati alla stesura e implementazione di uno smart contract.
Un ulteriore problema legato agli smart contract riguarda l'assunto, presente in molte pubblicazioni tecniche, secondo cui tutti gli obblighi contrattuali possano essere espressi interamente attraverso un codice (Mik, 2017). Esistono infatti principi che, pur non essendo esplicitamente previsti dalle parti, rientrano nella disciplina generale del contratto e fungono da fonti integrative e criteri per valutare il comportamento delle parti in casi specifici. Ad esempio, alcune obbligazioni contrattuali dipendono da nozioni astratte come la "buona fede" o la "ragionevolezza", che non possono essere facilmente tradotte in una lista completa di azioni o in termini di risultati oggettivamente misurabili (Mik, 2017). Le clausole generali, che hanno la funzione di adattare principi giuridici astratti al caso concreto, per loro natura, demandano l'adempimento ad una valutazione *ex post* e non possono essere predefinite *ex ante* nel contratto. Tali clausole si basano su circostanze concrete e non sono compatibili con il linguaggio di esecuzione automatica degli smart contract. Le parti che utilizzano smart contract possono tentare di tutelarsi

da tali situazioni inserendo clausole di qualificazione o di forza maggiore, ma questi termini vaghi risultano difficilmente codificabili in un linguaggio di programmazione (Werbach e Cornell, 2017).

Sklaroff (2017) sottolinea come i contratti tradizionali, definiti contratti semantici, si distinguano per la loro capacità di gestire efficacemente l'incertezza tipica delle situazioni reali. Un elemento chiave di tale capacità risiede negli "standard di prestazione", intesi come criteri che non definiscono rigidamente e in modo dettagliato cosa costituisca un corretto adempimento contrattuale, ma che traggono significato dalle relazioni specifiche e interdipendenti tra le parti coinvolte. Tali *standard* consentono alle parti di stipulare accordi senza dover anticipare con esattezza ogni possibile forma di prestazione adeguata, permettendo una valutazione *ex post* dell'adempimento basata sulle circostanze concrete che emergono nel momento dell'esecuzione. Questo approccio è particolarmente utile perché la maggiore flessibilità permette di portare avanti transazioni che, se dovessero essere specificate con estrema precisione e completezza fin dall'inizio, sarebbero troppo complesse, costose o addirittura impossibili da realizzare. Inoltre, i tribunali che intervengono per interpretare e far rispettare questi *standard* basati sulle consuetudini commerciali svolgono un ruolo prezioso, offrendo un "servizio pubblico": riducono i costi di negoziazione e di stesura del contratto e allo stesso tempo assicurano che il risultato finale sia equo e conforme alle aspettative delle parti. Tale ruolo assume anche la valenza di una "polizza assicurativa" che previene comportamenti opportunistici o abusivi senza necessitare che le parti definiscano in maniera dettagliata le condizioni di inadempimento (Sklaroff, 2017). Inoltre, Sklaroff (2017) evidenzia come la natura flessibile dei contratti tradizionali faciliti la risoluzione informale delle controversie, consentendo alle parti di modificare i termini contrattuali attraverso accordi verbali, senza ricorrere a procedure formali di rinegoziazione o riscrittura. Questo meccanismo contribuisce a preservare i rapporti commerciali duraturi e la possibilità di future collaborazioni, evitando l'insorgere di contenziosi giudiziari spesso lunghi, costosi e incerti, che potrebbero compromettere la prosecuzione degli scambi. In sintesi, secondo Sklaroff, la flessibilità e la capacità di adattamento dei contratti tradizionali sono fondamentali per affrontare l'incertezza e la complessità delle relazioni commerciali reali, offrendo soluzioni pratiche ed efficaci che gli smart contract, per loro natura rigidi e automatici, ancora non riescono a replicare appieno.

Per i sostenitori degli smart contract, la flessibilità e la ricchezza espressiva dei contratti tradizionali rappresentano spesso un rischio ed un costo; al contrario, per la letteratura sui contratti relazionali questi aspetti costituiscono un valore significativo. Tale valore risiede nella capacità, offerta dalla flessibilità semantica dei contratti tradizionali, di rappresentare meccanismi complessi e imprevedibili della realtà, nonché di gestire le specificità di diversi contesti transazionali e rapporti d'affari (Sklaroff, 2017). Come evidenziato da Werbach e Cornell (2017), la letteratura sui contratti relazionali considera i contratti come elementi inseriti in rapporti continuativi, nei quali "sia le parti sia il giudice interpretano il contratto alla luce di norme sociali

e relazionali". Gli smart contract, al contrario, mirano a scomporre il processo contrattuale in fasi discrete e automatizzate, eliminando la dimensione temporale delle interazioni tra le parti e rimuovendo le incertezze legate alle future decisioni giuridiche (Werbach e Cornell, 2017). Essendo autoesecutivi, gli smart contract riducono la capacità di adattamento dei rapporti contrattuali, impedendo alle parti di modificare le proprie posizioni legali e commerciali in risposta a circostanze mutanti (Mik, 2017). Secondo questa letteratura, la rigidità del codice degli smart contract rischia di trasformare il problema di "lock-in" derivante dal fenomeno del *hold-up* in un problema di "lock-in" legato all'obbligo delle parti di eseguire il contratto. Quando l'intero rapporto contrattuale è incorporato in un codice immutabile, la risoluzione del contratto avviene in modo automatico (Mik, 2017) e manca la flessibilità necessaria per adeguarsi alle nuove condizioni, impedendo così alle parti di rinegoziare o adattare la propria posizione in funzione dei cambiamenti delle circostanze.

Nel sistema giuridico attuale, le norme stabiliscono obblighi che i cittadini sono tenuti a rispettare, ma ciascun individuo conserva la facoltà di violarli, accettando il rischio di incorrere in sanzioni o risarcimenti, poiché l'applicazione del diritto avviene *ex post*. Nei contratti tradizionali, analogamente, le parti possono scegliere di non adempiere agli obblighi assunti, consapevoli delle conseguenze giuridiche di un eventuale inadempimento. Gli smart contract, invece, eliminano questa possibilità: una volta che le parti accettano una determinata clausola, il codice del contratto le vincola in modo irrevocabile, impedendo ogni forma di violazione (Wright e De Filippi, 2015). Tuttavia, anche quando uno smart contract si comporta esattamente secondo quanto programmato, può produrre risultati subottimali (sia per una o entrambe le parti coinvolte, sia sotto il profilo dell'efficienza economica) proprio a causa della sua rigidità e della mancanza di meccanismi di adattamento. Esistono infatti circostanze in cui il mancato adempimento può rappresentare la soluzione più efficiente (Werbach e Cornell, 2017).

Secondo la teoria dell'"inadempimento efficiente", elaborata nell'ambito dell'analisi economica del diritto, in determinati casi la scelta di non adempiere agli obblighi contrattuali può condurre ad un'allocazione più ottimale delle risorse, a beneficio complessivo delle parti coinvolte. (Goetz e Scott, 1977; Eisenberg, 2005). Un esempio tipico è la decisione di non consegnare un bene a un cliente perché un altro acquirente offre un prezzo più alto: a condizione che il primo cliente venga risarcito per il danno subito, il risultato complessivo è efficiente, in quanto la risorsa è allocata laddove ha maggior valore (Mik, 2017). In termini di efficienza paretiana, la parte inadempiente ottiene un vantaggio economico superiore rispetto a quello previsto dal contratto originario, mentre la controparte viene integralmente compensata, senza subire una perdita effettiva (Posner, 2011). Al contrario, gli smart contract costringono le parti ad eseguire l'accordo così com'è, eliminando la possibilità di scioglierlo o di violarlo, anche quando ciò sarebbe economicamente giustificato (Borgogno, 2019). Questa impossibilità di sottrarsi all'adempimento rende il contratto meno flessibile sul piano commerciale e potenzialmente più rischioso sotto il profilo giuridico (Mik, 2017).

In conclusione, gli smart contract, pur garantendo l'adempimento automatico e certo delle obbligazioni, presentano limiti in termini di efficienza proprio per la loro rigidità: una volta eseguiti, non permettono né la rinegoziazione né l'inadempimento strategico.
Come osserva Shavell (2005), anche nel diritto contrattuale tradizionale l'adempimento forzato ("specific performance") può risultare inefficiente, perché impedisce alle parti di rinegoziare in modo più vantaggioso quando cambiano le condizioni. Una volta eseguito su blockchain, lo smart contract viene automaticamente applicato, impedendo ogni possibilità di rinegoziazione o di inadempimento strategico per conseguire risultati economicamente più vantaggiosi. Questa mancanza di adattabilità rende gli smart contract meno flessibili rispetto ai contratti tradizionali e, in determinati contesti, in particolare quelli caratterizzati da elevata dinamicità o incertezza, può determinare significative perdite di efficienza, proprio laddove la possibilità di rinegoziazione o di inadempimento risulterebbe funzionale ad un'allocazione più ottimale delle risorse (Eenmaa-Dimitrieva e Schmidt-Kessen, 2017).

Bibliografia

Aghion, Philippe, Mathias Dewatripont, and Patrick Rey, "Renegotiation Design with Unverifiable Information," *Econometrica*, 1994, *62* (2), 257–282.

Alchian, Armen e Harold Demsetz, "Production , Information Costs, and Economic Organization," *American Economic Review*, 1972, *62* (5), 777–795.

Antonopoulos, Andreas, "Bitcoin Security Model: Trust By Computation," *Forbes Online*, 2014, pp. 2–4.

Bacon, Jean, Johan David Michels, Christopher Millard, and Jatinder Singh, "Blockchain Demystified," *Queen Mary University of London, School of Law, Legal Studies Research Paper No.268/2017*, 2017, (268), 30–53.

Baliga, Arati, "Understanding Blockchain Consensus Models," 2017.

Bano, Shehar, Alberto Sonnino, Mustafa Al-Bassam, Sarah Azouvi, Patrick McCorry, Sarah Meiklejohn, and George Danezis, "Sok: Consensus in the Age of Blockchains," *AFT 2019 - Proceedings of the 1st ACM Conference on Advances in Financial Technologies*, 2019.

Baran, Paul, *On Distributed Comminications: Introduction to Distributed Communications Networks* 1964.

BitFury Group e Jeff Garzik, "PND61 Impact of Patient Cost-Sharing Arrangements for Disease Modifying Therapies on Treatment Compliance among Patients with Multiple Sclerosis in the United States," 2015.

Bomprezzi, Chantal, "From Trust in the Contracting Party to Trust in the Code in Contract Performance. A Critical Analysis of the Relationship between Blockchain-Based Smart Contracts and Consumer Protection," *Journal of European Consumer and Market Law*, 2021.

Borgogno, Oscar, "Blockchain Regulation," in "Smart Contracts and Blockchain Technology: Role of Contract Law" 2019.

Buterin, Vitalik, "A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform.," *Ethereum Whitepaper*, 2014, (January), 1–36.

Cachin, Christian e Marko Vukolić, "Blockchain Consensus Protocols in the Wild," 2017.

_ , Rachid Guerraoui, and Luís Rodrigues, *Introduction to reliable and secure distributed programming* 2011.

Casey, Anthony J. e Anthony Niblett, "Self-Driving Contracts," *Journal of Corporation Law*, 2017.

Cassano, Jay, "What are Smart Contracts? Cryptocurrency's Killer App," *Fast Company*, 2014.

Catalini, Christian e Joshua S. Gans, "Some Simple Economics of the Blockchain," *Communications of the ACM*, 2020, *63* (7), 80–90.

Chamber of Digital Commerce, "Smart Contracts: Is the Law Ready?," 2018.

Che, Yeon-Koo e Donald B. Hausch, "Cooperative Investments and the Value of Contracting," *American Economic Review*, 1999, *89* (1), 125–147.

Chung, Tai Yeong, "Incomplete contracts, specific investments, and risk sharing," *Review of Economic Studies*, 1991, *58* (5), 1031–1042.

Cong, Lin William e Zhiguo He, "Blockchain Distruption and Smart Contracts," *The Review of Financial Studies*, 2019, *32* (5), 1754–1797.

Cuccuru, Pierluigi, "Beyond Bitcoin: An Early Overview on Smart Contracts," *International Journal of Law and Information Technology*, 2017, *25* (3), 179–195.

Davidson, Sinclair, Primavera De Filippi, and Jason Potts, "Blockchains and the Economic Institutions of Capitalism," *Journal of Institutional Economics*, 2018, *14* (4), 639–658.

De Angelis, Stefano, Gilberto Zanfino, Leonardo Aniello, Federico Lombardi, and Vladimiro Sassone, "Evaluating Blockchain Systems: A Comprehensive Study of Security and Dependability Attributes," *CEUR Workshop Proceedings*, 2022.

De Filippi, Primavera, "Blockchain Technology and Decentralized Governance: The Pitfalls of a Trustless Dream," 2019.

_ **e Aaron Wright**, *Blockchain and the Law: The Rule of Code*, Harvard University Press, 2018.

_ **, Morshed Mannan, and Wessel Reijers**, "Blockchain as a Confidence Machine: The Problem of Trust & Challenges of Governance," *Technology in Society*, 2020, *62*.

De Graaf, T.J., "From Old to New: from Internet to Smart Contracts and from People to Smart Contracts," *Computer Law & Security Review*, 2019.

Eenmaa-Dimitrieva, Helen e Maria Joss Schmidt-Kessen, "Regulation Through Code as a Safeguard for Implementing Smart Contracts in No-Trust Environments," *EUI Working Paper LAW 2017/13*, 2017.

Eisenberg, Melvin A., "Actual and Virtual Specific Performance, the Theory of Efficient Breach, and the Indifference Principle in Contract Law," *California Law Review*, 2005, *93* (4), 975–1020.

European Commission, *Study on Blockchains: Legal, Governance and Interoperability Aspects* 2020.

Evans, Philip, Lionel Are, Patrick Forth, Nicolas Harle, and Massimo Portincaso, "A Strategic Perspective on Blockchain and Digital Tokens," *Boston Consulting Group*, 2016, pp. 1–31.

Finck, Michèle, "Blockchain Regulation and Governance in Europe," *Cambridge University Press*, 2018.

Fischer, Michael J., Nancy A. Lynch, and Michael S. Paterson, "Impossibility of Distributed Consensus with One Faulty Process," *Journal of the ACM (JACM)*, 1985, *32* (2), 374–382.

Gans, Joshua S., "The Fine Print in Smart Contracts," *SSRN Electronic Journal*, 2019, (November 2018), 39–57.

Goetz, Charles J. e Robert E. Scott, "Liquidated Damages, Penalties and the Just Compensation Principle: Some Notes on an Enforcement Model and a Theory of Efficient Breach," *Columbia Law Review*, 1977, *77* (4), 554–577.

Halaburda, Hanna, "Blockchain Revolution Without the Blockchain," *SSRN Electronic Journal*, 2018.

_ , Natalia Levina, and Semi Min, "Understanding Smart Contracts as a New Option in Transaction Ccost Economics," *Proceedings of the 40th International Conference on Information Systems*, 2019.

Hileman, Garrick e Michel Rauchs, "Global Blockchain Benchmarking Study," *SSRN Electronic Journal*, 2017.

Hinkes, Andrew, "Blockchains, Smart Contracts, and the Death of Specific Performance," *Inside Counsel*, 2014.

Holden, Richard e Anup Malani, "Can Blockchain Solve the Holdup Problem in Contracts?," *University of Chicago Law School*, 2017.

Kiviat, Trevor I., "Beyond Bitcoin: Issues in Regulating Blockchain Transactions," *Duke Law Journal*, 2015, *65* (3), 569–608.

Lamport, Leslie, Robert Shostak, and Marshall Pease, "The Byzantine Generals Problem," *ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS)*, 1982, *4* (3), 382–401.

Levy, Karen E. C., "Book-Smart, Not Street-Smart: Blockchain-Based Smart Contracts and The Social Workings of Law," *Engaging Science, Technology, and Society*, 2017.

Mamageishvili, Akaki e Jan Christoph Schlegel, "Optimal Smart Contracts with Costly Verification," *IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency, ICBC 2020*, 2020.

Marthews, Alex e Catherine Tucker, "What blockchain can and can't do: Applications to marketing and privacy," *International Journal of Research in Marketing*, 2023, *40* (1), 49–53.

Meier, Olivier e Aurélie Sannajust, "The Smart Contract Revolution: a Solution for the Holdup Problem?," *Small Business Economics*, 2021, *57* (2), 1073–1088.

Mik, Eliza, "Smart Contracts: Terminology, Technocal Limitations and Real World Complexity," *Law, Innovation and Technology*, 2017, p. 111.

_ , "Blockchains: A technology for decentralized marketplaces," in "Impact of Technology on International Contract Law: Smart Contracts and Blockchain Technologies" 2018.

Morgan, Pamela, "At Bitcoin South : Innovating Legal Systems Through Blockchain Technology."

Nakamoto, Satoshi, "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System," 2008.

_ , "Bitcoin open source implementation of P2P currency," *P2P Foundation*, 2009.

Narayanan, Arvin, Joseph Bonneau, Edward Felten, Andrew Miller, and Steven Goldfeder, "Bitcoin and cryptocurrency technologies: A review," *AIP Conference Proceedings*, 2016.

Pereira, Joana, M. Mahdi Tavalaei, and Hakan Ozalp, "Blockchain-Based Platforms: Decentralized Infrastructures and its Boundary Conditions," *Technological Forecasting and Social Change*, 2019.

Pinna, Andrea e Wiebe Ruttenberg, "Distributed Ledger Technologies in Securites Post-Trading," *European Central Bank Ocassional Paper Series*, 2016.

Posner, R., *Economic Analysis of Law*, 8th ed., Aspen Publishers, 2011.

Raskin, Max, "The Law of Smart Contracts," *SSRN Electronic Journal*, 2017, *305*, 306–341.

Sarmah, Simanta Shekhar, "Understanding Blockchain Technology," *Computer Science and Engineering 2018,*, 2018, *8* (2), 23–29.

Savelyev, Alexander, "Contracts Law 2.0: "Smart" Contracts as the Beginning of the end of Classic Contract Law," *Higher School of Economics Research Paper*, 2016.

Schwartz, Alan e Robert E. Scott, "Contract Theory and the Limits of Contract Law," *Yale Law Journal*, 2003, *113* (3), 541–619.

Shavell, Steven, "Specific Performance Versus Damages for Breach of Contract," *The Harvard John M. Olin Discussion Paper Series*, 2005.

_ , "On the writing and the interpretation of contracts," *Journal of Law, Economics, and Organization*, 2006, *22* (2), 289–314.

Sillaber, Christian e Bernhard Waltl, "Life Cycle of Smart Contracts in Blockchain Ecosystems," *Datenschutz und Datensicherheit - DuD*, 2017, *41* (8), 497–500.

Sklaroff, Jeremy M., "Smart Contracts and the Cost of Inflexibility," *University of Pennsylvania Law Review*, 2017, *166.*

Swanson, Tim, "Consensus-as-a-Service: a Brief Report on the Emergence of Permissioned, Distributed Ledger System," Technical Report 2015.

Szabo, Nick, "Formalizing and Securing Relationships on Public Networks," *First Monday*, 1997, pp. 1–21.

UK Government Chief Scientific, "Distributed Ledger Technology: Beyond Block chain," Technical Report 2016.

Van Steen, M. e A. Tanenbaum, *Distributed Systems: Principles and Paradigms* 2002.

Vatiero, Massimiliano, "Smart Contracts and Transaction Costs," *Discussion Papers 2018/238, Dipartimento di Economia e Management (DEM), University of Pisa*, 2018.

Velde, François R., "Bitcoin - A Primer," *The Federal Reserve Bank of Chicago*, 2013, (December), 1–4.

Vigna, Paul, "Ethereum Gets Its Hard Fork , and the ' Truth ' Gets Tested," 2016.

Walch, Angela, "The Path of the Blockchain Lexicon (and the Law)," *Boston University Review of Banking & Financiale Law*, 2016.

_ , "Deconstructing "Decentralization": Exploring the Core Claim of Crypto Systems," in "Cryptoassets: Legal, Regulatory, and Monetary Perspectives," Oxford Academic, 2019.

Wang, G. e M. Nixton, "SoK: Blockchain for industrial Internet of Things," in "2023 Fifth International Conference on Blockchain Computing and Application" number October 2023.

Werbach, Kevin, "Trust but Verify: Why the Blockchain Needs the Law.," *Berkeley Technology Law Journal*, 2018, *33* (2), 487–550.

_ **e Nicolas Cornell**, "Contracts: Ex Machina," *Duke Law Journal*, 2017.

Williamson, Oliver E., "The Theory of the Firm as Governance Structure: From Choice to Contract," *Journal of Economic Perspectives*, 2002, *16* (3), 171–195.

Wright, Aaron e Primavera De Filippi, "Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia," *SSRN Electronic Journal*, 2015.

Xiao, David, "In Bits We Trust (?)," 2021.

Xiong, Huanliang, Muxi Chen, Canghai Wu, Yingding Zhao, and Wenlong Yi, "Research on Progress of Blockchain Consensus Algorithm: A Review on Recent Progress of Blockchain Consensus Algorithms," *Future Internet*, 2022, *14* (2).

Yermack, David, "Corporate Governance and Blocjchains," *Review of Finance*, 2017, *21* (1), 7–31.

Zheng, Zibin, Shaoan Xie, Hong Ning Dai, Xiangping Chen, and Huaimin Wang, "Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey," *International Journal of Web and Grid Services*, 2018, *14* (4), 352–375.

_ **,** _ **, Hongning Dai, Xiangping Chen, and Huaimin Wang**, "An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends," *Proceedings - 2017 IEEE 6th International Congress on Big Data, BigData Congress 2017*, 2017, pp. 557–564.

Capitolo 3

Evoluzione dei modelli teorici: dai contratti tradizionali ai contratti smart

3.1 Introduzione

Il capitolo ha lo scopo di esplicitare l'impianto metodologico su cui si fonda l'intero lavoro, attraverso l'utilizzo di modelli teorici formali tratti dalla letteratura della *contract theory*. In particolare, si indaga su come l'introduzione degli smart contract, intesi come strumenti digitali in grado di automatizzare clausole contrattuali e delegare la verifica ad un oracolo esterno, possa incidere sulle dinamiche contrattuali tra acquirente e venditore in contesti caratterizzati da investimenti specifici e incompletezza contrattuale.
In tali contesti, gli investimenti specifici, pur essendo osservabili dalle parti, non risultano legalmente verificabili, aprendo così la strada al problema dell'*hold-up*: una delle parti può sfruttare la dipendenza contrattuale dell'altra per rinegoziare le condizioni a proprio vantaggio, disincentivando investimenti efficienti e riducendo il *surplus* complessivo.
L'approccio metodologico adottato consiste nell'estensione strutturata di modelli classici della letteratura economica, già esaminati nel primo capitolo, per integrarvi formalmente lo smart contract. Questo consente di analizzare in maniera comparativa come le caratteristiche proprie dei contratti tradizionali e quelle degli smart contract, esaminati nel secondo capitolo, influenzino effettivamente gli incentivi ad investire, in presenza di potenziale opportunismo e mancanza di verificabilità giuridica.
L'analisi si articola intorno a due macro-categorie di modelli: da un lato, il modello deterministico, che assume rendimenti certi dagli investimenti; dall'altro, il modello stocastico, che introduce l'incertezza sugli esiti futuri. Entrambi rappresentano riferimenti consolidati nella *contract theory* e costituiscono la base teorica su cui vengono costruite le estensioni.
Nel caso del modello deterministico, ispirato alla teoria dei diritti residuali di controllo, si analizza come l'allocazione della proprietà dell'asset tra le parti influenzi gli incentivi all'investimento, dando luogo a differenti configurazioni di efficienza. Nel modello stocastico, invece,

si considerano scenari in cui l'esito dell'interazione dipende da variabili casuali, seguendo le formulazioni proposte da Hart e Moore (1988) e da Aghion et al. (1994), in cui l'incompletezza contrattuale e la possibilità di rinegoziazione esacerbano i problemi di coordinamento tra le parti.
In sintesi, questo capitolo costituisce il nucleo metodologico della ricerca, proponendo un contributo originale alla letteratura attraverso una metodologia che estende formalmente i modelli contrattuali tradizionali al contesto degli smart contract. Il quadro metodologico qui sviluppato sarà fondamentale per l'analisi successiva, che applicherà i risultati ottenuti allo studio delle dinamiche contrattuali all'interno delle imprese, nei rapporti commerciali tra aziende e nelle scelte strategiche aziendali.

3.2 Metodologia e domande di ricerca

La presente ricerca si propone di esplorare in che modo l'introduzione della tecnologia blockchain, e, in particolare degli smart contract, possano incidere sulle dinamiche economiche legate all'efficienza degli scambi e all'internazionalizzazione delle imprese.
L'intero impianto metodologico è costruito per rispondere a due domande centrali:

1. Gli smart contract possono aiutare a ridurre i problemi di sottoinvestimento causati dall'incompletezza dei contratti tradizionali?

2. Gli smart contract possono facilitare l'internazionalizzazione precoce delle imprese tramite soluzioni contrattuali?

Per affrontare questi interrogativi, è stata adottata una metodologia teorica e modellistica, fondata sulla costruzione e l'estensione di modelli economici formali. Si tratta di un approccio analitico, coerente con la tradizione della *contract theory*, che utilizza strumenti matematici per descrivere e comparare differenti assetti contrattuali, identificare le distorsioni generate dall'incompletezza dei contratti e valutare soluzioni istituzionali alternative.

3.2.1 Formalizzazione teorica e modellizzazione degli smart contract

La metodologia si sviluppa a partire dalla riproposizione e dall'estensione di modelli classici della *contract theory* che analizzano il problema del sottoinvestimento causato dall'incompletezza contrattuale. Questa scelta metodologica si giustifica in primo luogo per la natura teorica delle domande di ricerca e per la tradizione della *contract theory*, che ha da sempre fatto ricorso alla modellizzazione matematica per analizzare i problemi di incentivo, incompletezza e struttura contrattuale. Nell'ambito contrattuale, infatti, i modelli matematici e teorici consentono di astrarre e generalizzare principi economici fondamentali, che possono essere applicati in molteplici contesti normativi e istituzionali, superando le specificità di ogni sistema giuridico o

paese. Questo tipo di astrazione è particolarmente prezioso quando si studiano fenomeni complessi come le inefficienze contrattuali legate all'incompletezza e ai problemi di incentivo, che si manifestano trasversalmente in diversi mercati e settori.
Inoltre, nell'ambito degli smart contract e della blockchain, la scelta di un metodo teorico è dettata anche da motivi pratici. Si tratta di una tecnologia ancora molto giovane, con una diffusione e una casistica empirica limitata. Non esistono ad oggi dati pubblici o accessibili riguardanti specifici contratti basati su blockchain tra imprese, poiché questi sono generalmente privati e riservati. Questa scarsità di evidenze empiriche rende difficile condurre studi quantitativi o analisi basate su casi concreti. Pertanto, sviluppare modelli teorici consente di colmare questo vuoto, offrendo strumenti analitici per prevedere e spiegare i potenziali effetti economici di questi nuovi sistemi contrattuali.

Prima fase: estensione dei modelli classici per analizzare l'efficienza contrattuale

La prima parte dell'analisi teorica è dedicata alla formulazione e all'estensione di due modelli economici fondamentali, con l'obiettivo di rispondere alla prima domanda di ricerca: se e in che misura l'impiego degli smart contract possa contribuire a mitigare il sottoinvestimento derivante dall'incompletezza contrattuale.
Il primo è un modello deterministico, basato sulla trattazione nel Capitolo 7 dell'opera di Salanié (2005) *The Economics of Contracts* della teoria dei diritti residuali di proprietà sviluppata da Grossman e Hart (1986). In questa impostazione, si parte dalla definizione di una soluzione di *first-best*, ossia uno scenario ideale in cui tutte le informazioni rilevanti possono essere incluse *ex ante* in un contratto perfettamente vincolante. Questo scenario serve da *benchmark* teorico per valutare gli scostamenti dovuti all'incompletezza. Il modello viene poi arricchito analizzando tre diverse configurazioni di allocazione della proprietà (al venditore, all'acquirente, oppure in forma condivisa) al fine di comprendere in che modo la distribuzione dei diritti di controllo incida sugli incentivi ad investire e quale struttura proprietaria sia più efficace nel ridurre le inefficienze generate dall'asimmetria informativa e dal rischio di *hold-up*.
Il secondo è un modello stocastico, che introduce un elemento essenziale di realismo: l'incertezza sui rendimenti degli investimenti e sugli stati futuri del mondo. Questo approccio si ispira al Capitolo 12 del manuale di Bolton e Dewatripont (2005) *Contract Theory* e consente di esaminare in dettaglio tre tipologie contrattuali ricorrenti nella prassi economica: il contratto completo, il contratto *spot* e il contratto a lungo termine. Quest'ultimo, in particolare, è modellato seguendo i contributi di Hart e Moore, 1988 e di Aghion et al. (1994), i quali introducono l'idea di *renegotiation design*: meccanismi contrattuali pensati per regolare in modo credibile la rinegoziazione futura e contrastare i comportamenti opportunistici, pur in un contesto in cui non tutte le condizioni possono essere specificate a priori.
Su entrambi questi modelli classici si innesta la principale innovazione del lavoro: la formalizzazione degli smart contract come contratti auto-esecutivi che, pur determinando *ex ante*

gli investimenti richiesti, demandano la verifica a un soggetto terzo, l'oracolo, soggetto ad un margine di errore rappresentato da una probabilità. Questa struttura permette di simulare un contesto realistico in cui, pur non essendo completamente affidabile, la blockchain riduce il rischio di comportamenti opportunistici.
I risultati ottenuti mostrano che, anche in presenza di errori nella verifica, il livello di investimento generato dagli smart contract è comunque superiore rispetto a quello dei contratti tradizionali, soprattutto perché questi ultimi sono condizionati dalla possibilità di rinegoziazione *ex post*.

Seconda fase: estensione del modello di Antràs e applicazione alle Born Global

Nella seconda parte del lavoro, i risultati ottenuti vengono reinterpretati e applicati al tema dell'internazionalizzazione, rispondendo così alla seconda domanda di ricerca. A tal fine, si fa riferimento al modello sviluppato da Antràs (2005), che spiega l'evoluzione delle strategie internazionali delle imprese in relazione al ciclo di vita del prodotto.
Secondo questo modello, le imprese tendono a ricorrere all'integrazione verticale (tramite la creazione di filiali estere) nelle fasi iniziali, quando il prodotto è ancora altamente specifico e soggetto a contrattualizzazione incompleta, per poi passare a forme contrattuali più leggere, come l'*outsourcing*, solo in una fase più matura e standardizzata.
L'analisi condotta estende lo studio del modello di Antràs (2005) all'utilizzo del contratto smart, come modellato nella prima parte della ricerca all'interno del modello deterministico, ipotizzando che l'adozione degli smart contract, riducendo le incertezze contrattuali, renda possibile l'avvio di relazioni internazionali già in fase pre-standardizzazione, anche tra imprese indipendenti, e persino da parte di realtà di piccole dimensioni o prive di *asset* multinazionali.
I risultati ottenuti dall'estensione dei modelli contrattuali sono stati quindi applicati allo studio delle strategie di internazionalizzazione delle Born Global, imprese giovani e tecnologiche che mirano a operare su scala globale fin dalle prime fasi della loro attività. In particolare, l'analisi si è focalizzata sull'ipotesi che l'introduzione degli smart contract possa rappresentare una leva innovativa per superare i limiti del *licensing* tradizionale, spesso inefficace in presenza di incompletezza contrattuale.
Riprendendo e adattando il modello teorico di Antràs (2005), l'estensione sviluppata mostra che gli smart contract, grazie all'automatizzazione delle clausole, alla verifica esterna tramite oracoli e alla distribuzione condizionata delle *royalties*, possono ridurre il rischio di comportamento opportunistico e incentivare investimenti adeguati da parte dei *partner* esteri. Ciò consente alle Born Global di adottare strategie di *licensing* anche nelle fasi iniziali del ciclo di vita del prodotto, prima che la tecnologia sia completamente standardizzata, e di operare in contesti istituzionalmente deboli o giuridicamente distanti.
In questo scenario, il *licensing* tramite smart contract si configura come una "terza via": mantiene la flessibilità dei contratti *arm's length*, ma introduce un meccanismo di *enforcement* en-

dogeno che ne accresce l'affidabilità, rendendolo una strategia di internazionalizzazione più sostenibile, efficace e scalabile per le Born Global.

3.2.2 Limiti della metodologia di ricerca

Nonostante la solidità formale e la coerenza interna dell'approccio modellistico adottato, è necessario riconoscerne alcuni limiti strutturali, che derivano principalmente dalle scelte di delimitazione teorica effettuate nel corso dell'analisi. In primo luogo, l'analisi si concentra esclusivamente su una specifica classe di problemi contrattuali: quelli legati all'incompletezza contrattuale, al rischio di *hold-up* e al conseguente sottoinvestimento. Questa focalizzazione ha comportato l'esclusione di altri filoni consolidati della letteratura economica dei contratti, in particolare i modelli che trattano problematiche di *moral hazard*, selezione avversa o, più in generale, di asimmetria informativa *ex ante*. Sebbene si tratti di dimensioni centrali in molte relazioni economiche, la loro inclusione avrebbe richiesto strumenti analitici differenti e un'estensione significativa della struttura modellistica, che avrebbe rischiato di compromettere la comparabilità e la leggibilità dei risultati. Un'ulteriore ipotesi restrittiva riguarda la neutralità al rischio. Questa scelta consente di semplificare il confronto tra le diverse forme contrattuali e di isolare gli effetti puri dell'incompletezza e dell'automatizzazione, ma limita la possibilità di analizzare scenari in cui le parti contrattuali siano avverse al rischio, situazione frequente nella realtà imprenditoriale, soprattutto in contesti internazionali caratterizzati da elevata incertezza.
Inoltre, va sottolineato che l'approccio si fonda su una rappresentazione semplificata delle tecnologie abilitanti, in particolare della blockchain e del funzionamento degli oracoli. Sebbene nel modello sia introdotta una probabilità di errore nella verifica delle clausole contrattuali, che rappresenta un importante passo verso una maggiore aderenza alla realtà tecnologica, restano fuori dal perimetro analitico numerose complessità operative e istituzionali legate all'effettiva implementazione degli smart contract. Tra queste, si possono citare i costi di sviluppo e manutenzione dei contratti auto-esecutivi, la sicurezza delle fonti esterne (oracoli), i rischi legati alla codifica delle clausole e alla compatibilità con i quadri giuridici esistenti nei diversi Paesi.
Infine, sebbene i risultati ottenuti forniscano indicazioni utili sul potenziale impatto economico degli smart contract in termini di riduzione delle inefficienze contrattuali e di rafforzamento degli incentivi, vanno interpretati come esiti teorici, condizionati dalla struttura ipotetica e astratta dei modelli di riferimento. Non si tratta quindi di previsioni deterministiche, ma di scenari controfattuali che andrebbero ulteriormente testati e affinati mediante estensioni successive, sia dal punto di vista teorico (inclusione di ulteriori frizioni economiche), sia attraverso l'analisi empirica (qualora i dati lo consentano). In questa prospettiva, il lavoro si propone come un primo contributo teorico al dibattito sulla *contract theory* e alle strategie di internazionalizzazione nell'economia digitale, offrendo una formalizzazione innovativa degli smart contract applicata al contesto delle Born Global, suscettibile di successive estensioni.

3.3 Contratti incompleti: i modelli tradizionali

Il contesto tipico in cui vengono analizzati i contratti incompleti è quello del rapporto tra acquirente e venditore. In questo scenario, il venditore S e l'acquirente B sono coinvolti nell'utilizzo di un bene che ha valore per l'acquirente e che viene prodotto a un certo costo dal venditore. Entrambe le parti possono effettuare un investimento: l'acquirente per aumentare il valore del bene, il venditore per ridurne i costi di produzione. Si tratta di investimenti costosi e specifici, cioè privi di valore al di fuori di quella specifica relazione contrattuale. L'aspetto cruciale è che tali investimenti specifici non possono essere inseriti formalmente nel contratto come clausole o condizioni, rendendo il contratto incompleto. In particolare, gli investimenti possono essere osservabili da entrambe le parti, ma non sono verificabili da un tribunale, il che impedisce di farli valere giuridicamente. Questo modello è stato originariamente sviluppato per analizzare il problema del *hold-up* e costruire una teoria sui confini dell'impresa. Nelle applicazioni più comuni, si tiene conto anche di forme di incertezza legate al rendimento dell'investimento o ai valori effettivi di costo e valore realizzati. Tuttavia, per semplicità, si parte da una versione deterministica del modello acquirente-venditore, al fine di introdurre in forma stilizzata i concetti di *hold-up*, diritti di controllo e inefficienza derivante dall'incompletezza contrattuale.

3.4 Modello deterministico

La versione deterministica del modello descritta di seguito si basa sul Capitolo 7 del libro di Bernard Salanié *The Economics of Contracts* (Salanié, 2005). Gli investimenti specifici effettuati dal compratore e dal venditore sono, rispettivamente i_b e i_s.Attraverso l'investimento specifico i_b, il compratore ottiene, in caso di scambio, un valore pari a $v(i_b)$ dall'acquisto del bene, dove $v(\quad)$ è una funzione crescente, continua, differenziabile e concava. Analogamente, l'investimento specifico i_s effettuato dal venditore comporta un costo di produzione pari a $c(i_s)$, dove $c(\quad)$ è una funzione decrescente, continua, differenziabile e convessa. Inoltre, si assume che entrambe le parti siano neutrali al rischio, per cui la loro utilità coincide esattamente con l'efficienza dell'investimento. In caso di scambio, le rispettive utilità sono:

$$U_b = v(i_b) - i_b - p \tag{3.1}$$

e

$$U_s = p - c(i_s) - i_s \tag{3.2}$$

dove p è il prezzo pattuito nel contratto. Per garantire che la produzione e lo scambio siano sempre efficienti, si assume che $v(i_b = 0) \geq c(i_s = 0)$, ossia che anche in assenza di investimenti da parte delle parti, il *surplus* totale generato dallo scambio sia positivo. Quest'ultimo è definito come:

$$TS = U_b + U_s = v(i_b) - i_b - c(i_s) - i_s \tag{3.3}$$

3.4.1 La soluzione di *first-best*

Una prima questione che si pone riguarda quali sarebbero i termini contrattuali nel caso in cui gli investimenti specifici fossero contrattualizzabili. Secondo il meccanismo di negoziazione di *Nash*, che prevede una suddivisione equa del *surplus* totale TS tra le due parti, il prezzo fissato da un contratto completo risulta tale che: $U_b^* = U_s^* = \frac{TS}{2} = \frac{v(i_b)-i_b-c(i_s)-i_s}{2}$. Inserendo questa condizione nella definizione di utilità di ciascuna delle parti, si ottiene:

$$p^* = \frac{v(i_b) - i_b + c(i_s) + i_s}{2} \tag{3.4}$$

E' possibile, inoltre, determinare il livello ottimale di investimento risolvendo il seguente problema:

$$\max_{i_b, i_s} \frac{TS}{2} = \max_{i_b, i_s} \frac{v(i_b) - i_b - c(i_s) - i_s}{2} \tag{3.5}$$

Le condizioni del primo ordine del problema di massimizzazione stabiliscono che:

$$v'(i_b) = 1 \tag{3.6}$$

e

$$c'(i_s) = -1 \tag{3.7}$$

I livelli di investimento di primo grado ottimale (*first-best*) sono quelli che risolvono le seguenti equazioni: (3.6) e (3.7).

3.4.2 La teoria dei diritti residuali di proprietà

Nel problema originale, in cui gli investimenti specifici non risultano contrattualizzabili, un contratto *ex ante* come quello descritto nella sottosezione precedente risulta impraticabile, sebbene l'accordo *ex post* sia sempre efficiente. Il contratto *ex post*, o *spot contract*, (quello stipulato solo dopo che gli investimenti specifici sono stati effettuati), determina la ripartizione dell'incremento del *surplus* totale. Tale ripartizione dipende in modo determinante da quale parte detenga i diritti di proprietà residua o i diritti di controllo, ossia i diritti di disporre dell'*asset* in

assenza di un accordo. Vengono considerati tre casi alternativi.

1) Proprietà del venditore. Se il venditore detiene i diritti di proprietà residua, possiede l'*outside option*, cioè la possibilità di vendere l'*asset* che ha prodotto sul mercato al prezzo competitivo p^c nel caso in cui non raggiunga un accordo con l'acquirente. In tal caso, l'acquirente avrebbe sprecato l'investimento i_b. Se le due parti raggiungono un accordo al prezzo p, il guadagno del venditore è $(p - p^c)$, mentre il guadagno dell'acquirente è $(v(i_b) - p)$. Sotto l'ipotesi di *Nash bargaining*, il prezzo p viene fissato in modo che tali guadagni siano uguali. Il prezzo del contratto *ex post* risolve quindi l'equazione:

$$p - p^c = v(i_b) - p \tag{3.8}$$

Allora

$$p = \frac{v(i_b) + p^c}{2} \tag{3.9}$$

Di conseguenza, le utilità *ex post* dell'acquirente e del venditore sono, rispettivamente:

$$U_b = v(i_b) - i_b - p = \frac{v(i_b) - p^c}{2} - i_b \tag{3.10}$$

$$U_s = p - c(i_s) - i_s = \frac{v(i_b) + p^c}{2} - c(i_s) - i_s \tag{3.11}$$

A questo punto, è possibile determinare quale sarebbe l'investimento ottimale di ciascuna parte, conoscendo il loro guadagno atteso. L'acquirente risolverebbe il problema:

$$\max_{i_b} U_b = \max_{i_b} \frac{v(i_b) - p^c}{2} - i_b \tag{3.12}$$

che porta alla seguente condizione di primo ordine:

$$\frac{v'(i_b)}{2} - 1 = 0 \tag{3.13}$$

e allora

$$v'(i_b) = 2 \tag{3.14}$$

Il venditore, invece, sceglierebbe i_s per massimizzare:

$$\max_{i_s} U_s = \max_{i_s} \frac{v(i_b) + p^C}{2} - c(i_s) - i_s \tag{3.15}$$

che determina la condizione al primo ordine:

$$-c'(i_s) - 1 = 0 \tag{3.16}$$

e allora

$$c'(i_s) = -1 \tag{3.17}$$

Ora possiamo fare un confronto tra questo risultato e la soluzione ottimale (*first-best*). Mentre l'equazione (3.17) coincide con l'equazione (3.7), indicando che in questo caso il venditore, proprietario dell'*asset*, realizza il livello di investimento ottimale, l'equazione (3.14) risulta diversa rispetto all'equazione (3.6). Data la concavità della funzione $v(i_b)$, un valore della derivata prima più elevato rispetto a quello del contratto completo, $v'(i'_b) > v'(i_b)$, implica che $i'_b < i_b$, cioè che il livello di investimento è inferiore a quello previsto dal contratto completo. L'intuizione economica alla base di questo fenomeno di sottoinvestimento deriva dal fatto che, mentre il venditore, essendo proprietario dei diritti residui di controllo, tutela sempre il proprio investimento anche nel caso in cui decida di vendere l'*asset* sul mercato competitivo (quindi il suo investimento non è specifico alla relazione), il compratore sa che, nel momento dello scambio *ex post*, una parte del valore del suo investimento viene di fatto espropriata dal venditore tramite un prezzo più elevato. Questo accade perché il venditore può minacciare di vendere il bene a un altro soggetto, facendo così perdere al compratore il valore dell'investimento specifico i_b. In questa situazione si dice che il venditore fa "hold-up" al compratore.

2) Proprietà dell'acquirente. Passando ora al caso in cui la proprietà residua appartiene al compratore, si ha una situazione speculare a quella appena descritta. In questo scenario è il compratore che dispone dell'opzione di acquistare l'*asset* sul mercato competitivo al prezzo p^c, mettendo il venditore nella condizione di rischiare la perdita del suo investimento specifico i_s. Il contratto *ex post* stabilisce il prezzo p, che determina la ripartizione dei guadagni relativi allo scambio. Il guadagno del compratore è $(p^c - p)$, mentre quello del venditore è $(p - c(i_s))$. Anche in questo caso, applicando la negoziazione di *Nash*:

$$p^c - p = p - c(i_s) \tag{3.18}$$

Risolvendo quindi per p

$$p = \frac{c(i_s) + p^c}{2} \tag{3.19}$$

Le utilità del compratore e del venditore sono:

$$U_b = v(i_b) - i_b - p = v(i_b) - i_b - \frac{c(i_s) + p^c}{2} \tag{3.20}$$

$$U_s = p - c(i_s) - i_s = \frac{p^c - c(i_s)}{2} - i_s \tag{3.21}$$

Risolvendo nuovamente per i livelli ottimali di investimento, si ottengono le seguenti regole di investimento:

$$v'(i_b) = 1 \tag{3.22}$$

per l'acquirente, e

$$c'(i_s) = -2 \tag{3.23}$$

Per quanto riguarda il venditore, è facile osservare che, in questo scenario, è l'acquirente a effettuare il livello di investimento *first-best*, mentre il venditore investe meno del necessario. Questo risultato è garantito dalla convessità della funzione dei costi $c(\quad)$. Infatti, indipendentemente dal fatto che l'acquirente acquisti l'*asset* dal venditore al prezzo p oppure sul mercato competitivo al prezzo p^c, l'acquirente ottiene il valore $v(i_b)$ del suo investimento. Al contrario, il venditore beneficia di un costo di produzione ridotto $c(i_s)$ solo se riesce a vendere il bene all'acquirente. Pertanto, in queste circostanze, è l'acquirente che esercita l'*hold-up* sul venditore.

3) Proprietà condivisa. Esaminiamo infine il caso di proprietà congiunta, che implica che né l'acquirente né il venditore possano utilizzare l'*asset* senza il consenso reciproco. Il guadagno dell'acquirente derivante dallo scambio è $(v(i_b) - p)$, mentre quello del venditore è $(p - c(i_s))$. Una divisione paritaria di tali guadagni, sotto l'ipotesi di *Nash bargaining*, richiede:

$$v(i_b) - p = p - c(i_s) \tag{3.24}$$

Allora

$$p = \frac{v(i_b) + c(i_s)}{2} \tag{3.25}$$

Le utilità dell'acquirente e del venditore sono, rispettivamente:

$$U_b = v(i_b) - i_b - p = \frac{v(i_b) - c(i_s)}{2} - i_b \tag{3.26}$$

$$U_s = p - c(i_s) - i_s = \frac{v(i_b) - c(i_s)}{2} - i_s \tag{3.27}$$

Risolvendo per i livelli ottimali di investimento, si ottiene:

$$v'(i_b) = 2 \tag{3.28}$$

per l'acquirente, e

$$c'(i_s) = -2 \tag{3.29}$$

Il risultato suggerisce che, in questo caso, sia il venditore che l'acquirente tendono a sottoinvestire. Tra i tre scenari analizzati, quello della proprietà congiunta è quello che porta agli esiti peggiori in termini di benessere (*welfare*): ciascuna parte può bloccare l'altra, impedendo ogni possibilità di accordo al di fuori della relazione contrattuale e quindi scoraggiando qualsiasi investimento efficiente.
In sintesi, il modello deterministico mostra che il possesso dei diritti residuali di controllo consente al titolare di proteggere il proprio investimento.

3.4.3 Lo Smart Contract nel modello deterministico

A questo punto si introduce la formalizzazione dello smart contract, ipotizzando che l'assetto proprietario sia tale per cui nessuna delle due parti possa disporre dell'*asset* senza il consenso dell'altra. A differenza del contratto *spot*, lo smart contract si configura come un contratto di lungo termine, ossia è stipulato in un momento precedente rispetto all'investimento specifico di ciascuna parte. Inoltre, si assume che con lo smart contract sia possibile contrattare il livello specifico di investimento. L'elemento distintivo rispetto al contratto completo risiede nella modalità di verifica del rispetto delle clausole contrattuali. In particolare, mentre nel contratto completo si assume che ogni aspetto rilevante sia perfettamente osservabile e verificabile dalle parti o da un'autorità centrale, nello smart contract la verifica è demandata a un oracolo esterno, un meccanismo (tecnologico o istituzionale) incaricato di accertare il livello effettivo dell'investimento specifico realizzato. L'oracolo agisce come soggetto terzo rispetto ai contraenti e in sostituzione di un tribunale. Tuttavia si assume che l'attività di verifica dell'oracolo sia soggetta a un errore, che si realizza solo con probabilità $1-\vartheta$. Ogni qualvolta l'oracolo rileva che l'investimento effettivamente realizzato dal compratore e/o dal venditore risulti inferiore rispetto a quello pattuito, il codice informatico determina automaticamente il pagamento di una penale a carico della parte inadempiente commisurata al danno arrecato alla controparte. La possibilità di un errore di verifica da parte dell'oracolo costituisce un incentivo sia per il compratore che per il venditore a provare a "ingannare" l'oracolo, effettuando un investimento inferiore rispetto a quello effettivamente concordato nel contratto e sperando che l'oracolo non rilevi correttamente la deviazione del proprio comportamento rispetto a quello pattuito. Da un punto di vista formale, il compratore risolverà pertanto il seguente problema:

$$\max_{i_b} \vartheta \left\{ \frac{v(i_b)-c(i_s)}{2} - i_b - \left[\frac{TS}{2} - \frac{v(i_b)-c(i_s)}{2} + i_s \right] \right\} + (1-\vartheta) \left\{ \frac{v(i_b)-c(i_s)}{2} - i_b \right\} \tag{3.30}$$

analogamente, il venditore massimizzerà la seguente funzione obiettivo:

$$\max_{i_s} \vartheta \left\{ \frac{v(i_b)-c(i_s)}{2} - i_s - \left[\frac{TS}{2} - \frac{v(i_b)-c(i_s)}{2} + i_b \right] \right\} + (1-\vartheta) \left\{ \frac{v(i_b)-c(i_s)}{2} - i_s \right\} \tag{3.31}$$

dove $\frac{TS}{2}$ rappresenta la metà del *surplus* totale ottenibile nella soluzione del contratto completo. Le condizioni del primo ordine dei due problemi danno luogo al seguente sistema di due equazioni nelle incognite i_b e i_s:

$$\begin{cases} v'(i_b) = \frac{2}{1+\vartheta} \\ c'(i_s) = -\frac{2}{1+\vartheta} \end{cases} \tag{3.32}$$

Come è possibile osservare, il livello ottimo di investimento effettivamente realizzato varia a seconda del parametro ϑ. Quando ϑ tende a 0, i livelli di investimento ottimi scelti dalle due parti coincidono esattamente con quelli del contratto *spot*, sotto l'ipotesi di proprietà condivisa

dell'*asset*. In tal caso, lo smart contract non migliora il problema di sottoinvestimento tipico dei contratti incompleti. Al contrario, al tendere di ϑ a 1, si verifica la situazione opposta: il minor rischio di errore di verifica da parte dell'oracolo spinge le due parti a realizzare un livello di investimento prossimo a quello che caratterizza la soluzione *first-best*, ossia quella del contratto completo. Pertanto, la formulazione proposta del contratto smart contempla contratti con diverso grado di incompletezza per tutti i valori possibili di ϑ (che sono compresi tra 0 e 1). Poiché nel peggiore dei casi ($\vartheta = 0$) il contratto smart corrisponde a un contratto incompleto, e nel migliore ($\vartheta = 1$) a quello completo, possiamo concludere che questa tecnologia contrattuale mitiga il problema di sottoinvestimento tipico dei contratti incompleti.

3.5 Modello stocastico

Prima di analizzare il potenziale dello smart contract come strumento per superare le limitazioni dei contratti tradizionali nell'affrontare le inefficienze tipiche dei contratti incompleti, è opportuno aggiungere un ulteriore elemento di realismo introducendo l'incertezza nel modello, seguendo l'impostazione del capitolo 12 *Contract Theory* di Bolton e Dewatripont (2005). Nella versione della relazione tra acquirente e venditore esaminata in questa sezione, si assume che i rendimenti delle specifiche attività di investimento realizzate dalle due parti siano soggetti a incertezza. Di conseguenza, la natura incompleta del contratto si estende anche all'impossibilità di vincolare i termini contrattuali ai diversi stati del mondo, la cui realizzazione è incerta. Per mantenere il modello gestibile dal punto di vista analitico, si considera il caso in cui sia il valore dell'attività per l'acquirente sia il costo di produzione per il venditore possano assumere solo due valori: rispettivamente $v \in (v^L, v^H)$ con $v^H > v^L$ e $c \in (c^L, c^H)$ con $c^H > c^L$. Inoltre, si assume che le probabilità dei due possibili risultati dipendano direttamente dall'ammontare dell'investimento specifico effettuato:

$$Pr(v = v^H) = i_b \tag{3.33}$$

$$Pr(c = c^L) = i_s \tag{3.34}$$

Diversamente dalla sezione precedente, i costi degli investimenti non coincidono con il valore degli investimenti stessi, ma sono rappresentati da una funzione di questi ultimi. In particolare, l'investimento i_b comporta per l'acquirente un costo pari a $\psi(i_b)$, mentre l'investimento i_s determina un costo $\phi(i_s)$ per il venditore. Entrambe le funzioni di costo sono crescenti, differenziabili e convesse. Un'ulteriore differenza rispetto al modello deterministico riguarda l'ipotesi secondo cui lo scambio *ex post* non è sempre efficiente, ma dipende dalla realizzazione dei valori v e c. Consideriamo solo il caso in cui:

$$c^H > v^H > c^L > v^L \tag{3.35}$$

che implica che lo scambio *ex post* avverrà solo se i$v = v^H$ e $c = c^L$. Data l'ipotesi di neutralità al rischio, nello stato del mondo in cui $v = v^H$ e $c = c^L$, se le due parti concordano di effettuare lo scambio al prezzo p le utilità *ex post* sono:

$$U_b = v^H - p - \psi(i_b) \tag{3.36}$$

$$U_s = p - c^L - \phi(i_s) \tag{3.37}$$

In tutte le altre combinazioni di v e c, poiché lo scambio non è più efficiente, le utilità *ex post* sono:

$$U_b = -\psi(i_b) \tag{3.38}$$

$$U_s = -\phi(i_s) \tag{3.39}$$

A questo punto, caratterizziamo, a turno, il contratto completo, il contratto *spot* (o *ex post*) e il contratto di lungo termine.

3.5.1 Il contratto completo

Sotto l'ipotesi che il contratto possa specificare prezzi differenti a seconda dello stato di natura realizzato, la soluzione di *Nash bargaining* richiederebbe che il *surplus* totale atteso venga diviso equamente tra le parti. Il *surplus* totale atteso è definito come:

$$TS = i_b i_s (v^H - c^L) - \psi(i_b) - \phi(i_s) \tag{3.40}$$

in cui a ciascuna parte spetta $\frac{TS}{2}$. A questo punto, l'acquirente risolve il problema:

$$\max_{i_b} \frac{TS}{2} = \max_{i_b} \frac{i_b i_s (v^H - c^L) - \psi(i_b) - \phi(i_s)}{2} \tag{3.41}$$

che porta alla condizione di primo ordine:

$$\frac{i_s (v^H - c^L) - \psi'(i_b)}{2} = 0 \tag{3.42}$$

E il venditore risolve il problema:

$$\max_{i_s} \frac{TS}{2} = \max_{i_s} \frac{i_b i_s (v^H - c^L) - \psi(i_b) - \phi(i_s)}{2} \tag{3.43}$$

che porta alla condizione di primo ordine:

$$\frac{i_b (v^H - c^L) - \phi'(i_s)}{2} = 0 \tag{3.44}$$

Le condizioni che caratterizzano i livelli ottimali di investimento nella soluzione *first-best* sono:

$$\psi'(i_b^*) = i_s(v^H - c^L) \tag{3.45}$$

$$\phi'(i_s^*) = i_b(v^H - c^L) \tag{3.46}$$

Si pone la questione se tali livelli specifici di investimento possano essere replicati da un contratto *spot* o da un contratto a lungo termine. Le sottosezioni successive forniscono una risposta a questa domanda.

3.5.2 Il contratto *Spot*

Il contratto *spot* viene stipulato solo dopo che gli investimenti sono stati già effettuati, quindi i costi sono ormai sostenuti,e dopo che si sono osservati i valori realizzati delle variabili casuali v e c. Non vi è asimmetria informativa: ciascuna parte osserva il rendimento dell'investimento effettuato dall'altra, oltre al proprio. Nonostante l'informazione simmetrica e la perfetta osservabilità, gli investimenti specifici non sono verificabili, cioè risulta troppo costoso far certificare da un giudice o da una terza parte lo stato di natura effettivamente realizzato. Data la struttura dei *payoff* descritta sopra, le due parti discutono i termini del contratto se e solo se $v = v^H$ e $c = c^L$. Inoltre, ci concentriamo sul caso in cui l'acquirente e il venditore possiedono congiuntamente l'*asset*, in modo che nessuno dei due abbia un'outside option per garantire valore al proprio investimento specifico. Di conseguenza, il guadagno *ex post* per l'acquirente è $(v^H - p)$, mentre quello del venditore è $(p - c^L)$. Sotto *Nash bargaining*, il prezzo viene fissato in modo da uguagliare i due guadagni rispettivi, così che:

$$p = \frac{v^H + c^L}{2} \tag{3.47}$$

Per determinare i livelli di investimento scelti da acquirente e venditore, è necessario massimizzare le loro utilità *ex ante* rispetto all'investimento specifico. Partendo dall'acquirente:

$$\max_{i_b} E[U_b] = \max_{i_b} \quad i_b i_s(v^H - p) - \psi(i_b) = \max_{i_b} \quad i_b i_s \frac{v^H - c^L}{2} - \psi(i_b) \tag{3.48}$$

La corrispondente condizione di primo ordine richiede:

$$\psi'(i_b) = \frac{i_s(v^H - c^L)}{2} \tag{3.49}$$

Per il venditore, invece:

$$\max_{i_s} E[U_s] = \max_{i_s} \quad i_b i_s(p - c^L) - \phi(i_s) = \max_{i_s} \quad i_b i_s \frac{v^H - c^L}{2} - \phi(i_s) \tag{3.50}$$

La sua condizione di primo ordine determina che il livello di investimento scelto risolve implicitamente:

$$\phi'(i_s) = \frac{i_b(v^H - c^L)}{2} \tag{3.51}$$

Ancora una volta, il confronto tra queste regole di investimento e quelle derivate per il contratto completo rivela che con il contratto *spot* entrambe le parti sottoinvestono a causa del reciproco *hold-up*. Il problema diventa quindi come progettare un contratto a lungo termine, cioè un contratto che venga stipulato prima della realizzazione degli investimenti specifici e degli stati di natura effettivi, e se questo tipo di accordo possa attenuare i livelli di investimento subottimali dovuti all'*hold-up*.

3.5.3 Il contratto a lungo termine

Anche nel caso di un contratto a lungo termine, i termini dello scambio non possono essere fissati in modo condizionato ai livelli specifici di investimento o allo stato di natura realizzato. Come generalmente si assume nella letteratura, il contratto a lungo termine è soggetto a rinegoziazione *ex post*, una volta che gli investimenti ed i loro rendimenti sono osservati. Da un lato, la rinegoziazione *ex post* garantisce l'efficienza dello scambio *ex post*; dall'altro lato, generalmente non risolve il problema della sottovalutazione degli investimenti. Si esaminano due tipi di contratti a lungo termine proposti in letteratura e le loro implicazioni sull'efficienza degli investimenti. La differenza nei risultati riflette il fatto che ciascuno di questi tipi di contratti si basa su specifici insiemi di assunzioni.

3.5.4 Contrattazione "at will" - Hart e Moore 1988

Il primo tipo di contratto che si analizza è quello discusso inizialmente in Hart e Moore (1988). Si consideri una situazione in cui acquirente e venditore possano firmare un contratto prima di effettuare gli investimenti specifici alla relazione, specificando due prezzi, p_0 e p_1, che definiscono rispettivamente i termini contrattuali iniziali in caso di mancato scambio e in caso di scambio. Anche in questo caso, le due parti possiedono congiuntamente l'*asset*; inoltre, ciascuna delle parti può rifiutarsi di effettuare lo scambio. In uno scenario simile, la clausola contrattuale rimane comunque applicabile e il compratore è tenuto a pagare al venditore il prezzo p_0. Inizialmente, è opportuno chiarire in quali casi le due parti effettueranno lo scambio e in quali no. La condizione necessaria per lo scambio è che valga $v \geq c$. Data la struttura dei *payoff*, questo si riduce al solo caso in cui $v = v^H$ e $c = c^L$, pertanto in tutti gli altri casi non si realizzerà alcuno scambio. L'incentivo a scambiare non dipende soltanto dalla realizzazione delle variabili casuali v e c, ma anche dai prezzi stabiliti dal contratto iniziale, p_0 e p_1. In particolare, l'acquirente sarà disposto a scambiare a quei prezzi solo se:

$$v - p_1 \geq -p_0 \tag{3.52}$$

Analogamente, il venditore sarà disposto a fornire l'*asset* solo se:

$$p_1 - c \geq p_0 \tag{3.53}$$

In sintesi, l'acquirente e il venditore effettueranno lo scambio al prezzo p_1 se e solo se:

$$v^H \geq p_1 - p_0 \geq c^L \tag{3.54}$$

Si parte dalla fase finale del processo di negoziazione tra le due parti, che avviene una volta osservati i benefici e i costi relativi allo scambio. In questa fase, acquirente e venditore decidono se effettuare lo scambio e se rivedere il contratto iniziale.

Partendo dalle tre combinazioni (v^H, c^H), (v^L, c^H), e (v^L, c^L), in ciascuna di esse almeno una delle parti non è disposta a effettuare lo scambio, e non esiste alcun prezzo, né originale né rivisto, che possa rendere almeno una delle parti migliore rispetto allo scambio senza peggiorare la posizione dell'altra. In altre parole, l'assenza di scambio è l'esito efficiente. Si può procedere a una revisione delle condizioni contrattuali originali relative al prezzo dovuto in caso di mancato scambio? La risposta a questa domanda è negativa, semplicemente perché non conviene al venditore accettare un prezzo inferiore a p_0 né conviene all'acquirente pagare un prezzo superiore a p_0.

Passando ora al caso in cui lo scambio sia potenzialmente efficiente, cioè quando $v = v^H > c = c^L$, ci si chiede se questo avverrà al prezzo p_1. Questo dipenderà dalla configurazione dei prezzi stabiliti inizialmente nel contratto a lungo termine p_0 e p_1. Si individuano tre casi distinti, che vengono analizzati in sequenza.

1) $v^H \geq p_1 - p_0 \geq c^L$**.** In questo scenario, entrambe le parti preferiscono effettuare lo scambio al prezzo p_1 piuttosto che non scambiare (pagando il corrispettivo p_0), perché, dal punto di vista del compratore:

$$v^H - p_1 \geq -p_0 \tag{3.55}$$

e, dal punto di vista del venditore:

$$p_1 - c^L \geq p_0 \tag{3.56}$$

Sorge quindi la questione se ci sia spazio per una rinegoziazione del prezzo di scambio p_1. È facile notare che qualsiasi revisione del prezzo è impossibile perché peggiorerebbe la situazione di una delle due parti, quindi lo scambio avverrà al prezzo p_1 stabilito nel contratto a lungo termine originario. A questo punto, si può tornare alla fase precedente, in cui ciascuna parte prende la propria decisione di investimento basandosi sui *payoff* attesi e sui prezzi iniziali. Il

problema del compratore è:

$$\max_{i_b} E[U_b] = \max_{i_b} i_s i_b (v^H - p_1) + i_s(1-i_b)(-p_0) + (1-i_s) i_b (-p_0) + (1-i_s)(1-i_b)(-p_0) - \psi(i_b) \tag{3.57}$$

La condizione di primo ordine associata stabilisce:

$$\psi'(i_b) = i_s(v^H - p_1 + p_0) \tag{3.58}$$

In questo caso si sa che $p_1 - p_0 \geq c^L$, il che implica $i_s(v^H - p_1 + p_0) \leq i_s(v^H - c^L)$ per un dato i_s. Pertanto, il contratto a lungo termine determina comunque un sottoinvestimento da parte del compratore. Il problema del venditore è:

$$\max_{i_s} E[U_s] = \max_{i_s} i_s i_b (p_1 - c^L) + i_s(1-i_b) p_0 + (1-i_s) i_b p_0 + (1-i_s)(1-i_b) p_0 - \phi(i_s) \tag{3.59}$$

La corrispondente condizione di primo ordine stabilisce:

$$\phi'(i_s) = i_b(p_1 - p_0 - c^L) \tag{3.60}$$

Poiché, in questo scenario, $v^H \geq p_1 - p_0$, ne consegue che $i_b(p_1 - p_0 - c^L) \leq i_b(v^H - c^L)$, e anche il venditore investirà meno rispetto al livello ottimale (*first-best*).

2) $p_1 - p_0 > v^H$. Questo caso è peculiare perché, anche quando i valori realizzati di v e c permetterebbero potenzialmente uno scambio efficiente, i guadagni derivanti dallo scambio non si concretizzano al prezzo p_1 previsto dal contratto di lungo termine, poiché il compratore risulta avvantaggiato dal non procedere allo scambio. L'acquirente infatti ha incentivo ad evitare la transazione e a pagare il prezzo p_0, dato che $v^H - p_1 < -p_0$. Al contrario, il venditore preferisce effettuare lo scambio, poiché $p_1 - c^L > p_0$. In pratica, vi è spazio per una rinegoziazione del prezzo di scambio tra le due parti. L'esito della revisione del contratto di lungo termine dipende dal potere contrattuale relativo delle parti. In base alla soluzione di *Nash bargaining*, il *surplus* derivante dallo scambio viene equamente suddiviso tra le parti. Definendo p_1' il prezzo rinegoziato per lo scambio, questo deve soddisfare la condizione:

$$v^H - p_1' = p_1' - c^L \tag{3.61}$$

ciò implica che $p_1' = \frac{v^H + c^L}{2}$, che corrisponde esattamente al prezzo del contratto *spot* derivato in precedenza, ed è indipendente dal prezzo originario p_1. A questo punto, ci si può chiedere quali saranno i livelli di investimento specifico.

Il problema del compratore è:

$$\max_{i_b} E[i_b] = \max_{i_b} i_s i_b \left(v^H - \frac{v^H + c^L}{2} \right) + i_s(1-i_b)(-p_0) + (1-i_s)i_b(-p_0) + (1-i_s)(1-i_b)(-p_0) - \psi(i_b) \tag{3.62}$$

La sua regola di investimento risulta quindi essere:

$$\psi'(i_b) = i_s \left(\frac{v^H - c^L}{2} + p_0 \right) \tag{3.63}$$

L'investimento ottimale (*first-best*) verrebbe replicato solo nel caso in cui $p_0 = \frac{v^H - c^L}{2}$. Il problema del venditore è:

$$\max_{i_s} E[i_s] = \max_{i_s} i_s i_b \left(\frac{v^H + c^L}{2} - c^L \right) + i_s(1-i_b)p_0 + (1-i_s)i_b p_0 + (1-i_s)(1-i_b)p_0 - \phi(i_s) \tag{3.64}$$

La sua regola di investimento invece è:

$$\phi'(i_s) = i_b \left(\frac{v^H - c^L}{2} - p_0 \right) \tag{3.65}$$

Il suo investimento corrisponderebbe a quello ottimale (*first-best*) solo se $p_0 = -\frac{v^H - c^L}{2}$ che non è compatibile con la condizione su p_0 necessaria affichè l'acquirente faccia l'investimento ottimale. In particolare, se p_0 è tale che una delle parti effettua l'ammontare di investimento socialmente ottimale, allora dev'essere che l'altra non investe affatto. Complessivamente, anche in questo scenario si verifica un sottoinvestimento. È facile mostrare che il risultato di sottoinvestimento si estende anche ai casi in cui il potere contrattuale nella fase di rinegoziazione non è distribuito equamente. Nel caso particolare in cui tutto il potere è attribuito a una sola parte, quest'ultima effettuerà l'investimento ottimale (*first-best*), mentre l'altra non investirà affatto, poiché i benefici derivanti dai suoi sforzi sarebbero interamente appropriati dall'altra parte.

3) $c^L < p_1 - p_0$. Quest'ultimo caso è analogo al precedente. È il venditore, in questo caso, a non essere disposto a fornire il bene al prezzo p_1 poiché si trova in una situazione migliore non scambiando e ricevendo il pagamento. L'acquirente, invece, preferisce concludere lo scambio, dal momento che $v^h - p_1 > p_0$. Di conseguenza, le due parti possono rinegoziare il prezzo di scambio e fissarlo a $p_1' > p_1$, che rifletterà i rispettivi poteri negoziali. In equilibrio di *Nash*:

$$v^H - p_1' = p_1' - c^L \tag{3.66}$$

Anche in questo caso, il nuovo prezzo sarà $p_1' = \frac{v^H - c^L}{2}$. Il resto dell'analisi ricalca quanto già visto nel caso precedente, incluse le regole ottimali di investimento e il risultato di sottoinvestimento.

La conclusione di questo esercizio è che il contratto incompleto di lungo termine, come quello esaminato in Hart e Moore (1988), che specifica i prezzi p_0 e p_1 rispettivamente per il caso di mancato scambio e per lo scambio, ed è soggetto a una possibile rinegoziazione, non risolve il problema del sottoinvestimento dovuto al reciproco *hold-up*.

Contratto a prestazione specifica - Aghion, Dewatripont & Rey (1994)

La soluzione proposta da Aghion et al. (1994) si basa sulla possibilità di includere un'opzione di default nel contratto di lungo termine che, quando esercitata, conferisce a una delle due parti la possibilità di scambiare la quantità specifica $\tilde{q}$ al prezzo stabilito $\tilde{p}$[1]. Questo contrasta con l'impostazione esaminata da Hart e Moore (1988), in cui vengono scambiate una o zero unità dell'*asset* e lo scambio avviene solo se entrambe le parti vi acconsentono. Il risultato sorprendente di Aghion et al. (1994) è che, se la clausola contrattuale che definisce una specifica prestazione è accompagnata dalla disposizione secondo cui tutto il potere negoziale nella fase di rinegoziazione è assegnato alla parte che non possiede l'opzione di *default*, allora tale contratto a lungo termine garantisce i livelli di investimento ottimali (*first-best*). Per dimostrarlo, si assume che il contratto a lungo termine assegni al venditore l'opzione di *default*, che gli concede la possibilità di interrompere qualsiasi rinegoziazione e di richiedere un pagamento $\tilde{p}$ in cambio della quantità $\tilde{q}$, in modo che il suo costo di produzione effettivo sia $\tilde{q}c$. Si noti che il prezzo $\tilde{p}$ è insensibile al costo di produzione realizzato c e all'investimento i_s. Allo stesso tempo, al compratore viene conferito tutto il potere di negoziazione nella fase di rinegoziazione tramite il contratto, permettendogli così di ottenere l'intero *surplus* dalla transazione quando il venditore non esercita l'opzione di *default*. Data la struttura dei *payoff*, si nota che il venditore esercita l'opzione di *default* per tutte le combinazioni (v,c) ad eccezione di $(v = v^H, c = c^L)$.. In quest'ultimo caso, entrambe le parti hanno un incentivo a commerciare, ma poiché il compratore detiene tutto il potere di negoziazione, farà un'offerta *take it or leave it* al venditore che corrisponde esattamente all'utilità che il venditore otterrebbe esercitando l'opzione di *default*. In pratica, proporrà un prezzo p tale che:

$$p - c^L = \tilde{p} - \tilde{q}c^L \tag{3.67}$$

dove il lato sinistro dell'equazione rappresenta l'utilità del venditore quando accetta l'offerta take-it-or-leave-it del compratore, mentre il lato destro corrisponde alla sua utilità nel caso eserciti l'opzione di *default*.

Di conseguenza, il *payoff ex post* del venditore è pari a $\tilde{p} - \tilde{q}c^H$ con probabilità $(1 - i_s)$ e $\tilde{p} - \tilde{q}c^L$ con probabilità i_s. Il venditore sceglierà quindi l'investimento specifico i_s in modo da

[1] Il prezzo stabilito nel contratto deve essere tale che $\tilde{p} > c^H$.

massimizzare la sua utilità attesa:

$$\max_{i_s} E[U_b] = \max_{i_s} \tilde{p} - i_s \tilde{q} c^L - (1 - i_s)\tilde{q} c^H - \phi(i_s) \tag{3.68}$$

La condizione del primo ordine del problema richiede:

$$\phi'(i_s) = \tilde{q}(c^H - c^L) \tag{3.69}$$

che stabilisce che la clausola di specifica esecuzione inserita nel contratto a lungo termine deve determinare la quantità $\tilde{q}$ in modo tale che

$$\tilde{q} = \frac{\phi'(i_s*)}{c^H - c^L} \tag{3.70}$$

per garantire il livello di investimento *first-best* i_s^*, determinato dalla condizione $\phi'(i_s^*) = i_b(v^H - c^L)$. Passando ora ai *payoff ex post* dell'acquirente, questi ottiene:

1. $v^H - p = v^H - \tilde{p} + \tilde{q}c^L - c^L$ con probabilità $i_b i_s^*$;
2. $-p = -\tilde{p} + \tilde{q}c^H$ con probabilità $(1 - i_s^*)$;
3. $-p = -\tilde{p} + \tilde{q}c^L$ con probabilità $(1 - i_b)i_s^*$.

Successivamente, il compratore sceglie il proprio investimento specifico i_b massimizzando:

$$\max_{i_b} i_s^* i_b(v^H - \tilde{p} + \tilde{q}c^L - c^L) + (1 - i_s^*)(-\tilde{p} + \tilde{q}c^H - c^H) + (1 - i_b)i_s^*(-\tilde{p} + \tilde{q}c^L) - \psi(i_b) \tag{3.71}$$

La condizione del primo ordine implicita è la seguente:

$$\psi'(i_b) = i_s^*(v^H - c^L) \tag{3.72}$$

che corrisponde esattamente alla regola di investimento *first-best* per l'acquirente.

3.5.5 Lo Smart Contract nel modello stocastico

Analogamente a quanto riportato in riferimento al contratto smart nel modello deterministico, si assume che con probabilità $1 - \vartheta$ l'oracolo non rilevi un livello di investimento di una delle parti inferiore a quello pattuito. Come sopra, questa inefficienza nell'attività di verifica dell'oracolo fornisce un incentivo agli agenti a deviare dal comportamento concordato nelle clausole contrattuali, confidando nella possibilità che l'oracolo commetta un errore. Il compratore risolverà

pertanto il seguente problema:

$$\max_{i_b} \vartheta \left\{ \frac{i_b i_s (v^H - c^L)}{2} - \psi(i_b) - \left[\frac{TS}{2} \frac{i_b i_s (v^H - c^L)}{2} - \phi(i_s) \right] \right\} + (1 - \vartheta) \left\{ \frac{i_b i_s (v^H - c^L)}{2} - \psi(i_b) \right\} \tag{3.73}$$

mentre il venditore il seguente:

$$\max_{i_s} \vartheta \left\{ \frac{i_b i_s (v^H - c^L)}{2} - \phi(i_s) - \left[\frac{TS}{2} \frac{i_b i_s (v^H - c^L)}{2} - \psi(i_b) \right] \right\} + (1 - \vartheta) \left\{ \frac{i_b i_s (v^H - c^L)}{2} - \phi(i_s) \right\} \tag{3.74}$$

Le due condizioni del primo ordine danno luogo al seguente sistema di due equazioni nelle incognite i_b e i_s:

$$\begin{cases} \psi'(i_b) = \frac{1+\vartheta}{2} i_s (v^H - c^L) \\ \phi'(i_s) = \frac{1+\vartheta}{2} i_b (v^H - c^L) \end{cases} \tag{3.75}$$

La soluzione del sistema suggerisce che, come nel modello deterministico, le regole di investimento ottimo quando le due parti stipulano un contratto smart dipendono dal parametro ϑ. In particolare, quando $\vartheta = 0$, esse replicano quelle tipiche del contratto incompleto *spot*, determinando un sottoinvestimento. Nell'altro caso estremo, quando $\vartheta = 1$, il contratto smart comporta gli stessi livelli di investimento del contratto completo, poiché l'attività di verifica da parte dell'oracolo è infallibile. Per tutti i valori di ϑ compresi tra 0 e 1, il contratto smart induce un investimento inferiore rispetto alla soluzione di *first-best*, ma il problema di sottoinvestimento è attenuato rispetto ad un contratto *spot* incompleto. Si può pertanto di nuovo concludere che, anche quando l'attività di verifica del livello di investimento da parte dell'oracolo è soggetta ad errore, il contratto smart mitiga il problema di sottoinvestimento tipico dei contratti incompleti.

Bibliografia

Aghion, Philippe, Mathias Dewatripont, and Patrick Rey, "Renegotiation Design with Unverifiable Information," *Econometrica*, 1994, *62* (2), 257–282.

Antràs, Pol, "Incomplete Contracts and the Product Cycle," *American Economic Review*, 2005, *95* (4), 1054–1073.

Bolton, Patrick e Mathias Dewatripont, *Contract Theory*, The MIT Press, 2005.

Grossman, Sanford J. e Oliver D. Hart, "The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration," *Journal of Political Economy*, 1986, *94* (4), 691–719.

Hart, B Y Oliver e John Moore, "Incomplete Contracts and Renegotiation," *Econometrica*, 1988, *56* (4), 755–785.

Salanié, Bernard, *The Economics of Contracts*, The MIT Press, 2005.

Capitolo 4

Il ruolo dei contratti nella strategia distributiva delle imprese

4.1 Introduzione

I problemi legati all'efficienza contrattuale sono stati oggetto di analisi anche nel contesto degli scambi internazionali e della scelta del modello di *governance* più idoneo a garantire un processo di internazionalizzazione più sicuro e veloce per l'impresa. In particolare le distorsioni derivanti dall'incompletezza contrattuale sono riconosciute come un fattore determinante non solo nella scelta dell'impresa tra operare nel mercato domestico o espandersi all'estero, ma anche della definizione del momento più opportuno del ciclo di vita del prodotto in cui avviare un investimento internazionale.

L'internazionalizzazione delle imprese è un fenomeno complesso che, nel corso del tempo, ha visto le sue teorie evolvere per spiegare dinamiche sempre più articolate. Mentre i modelli tradizionali si basavano su assunzioni di mercati perfetti e immobilità dei fattori produttivi, l'emergere delle imprese multinazionali (MNC) e degli investimenti diretti esteri (IDE) ha reso evidente la necessità di considerare le imperfezioni di mercato. In risposta a tali limiti, si è affermata una visione che attribuisce un ruolo centrale alle asimmetrie informative e ai costi di transazione, come fattore determinante nella scelta delle modalità di ingresso nei mercati internazionali e nella configurazione delle catene globali del valore. La teoria di Hymer (1960) ha rappresentato un punto di svolta, sostenendo che per operare con successo in un contesto estero, un'impresa deve possedere vantaggi specifici (*firm-specific advantages*), come risorse distintive o competenze tecnologiche, per compensare gli svantaggi legati alla distanza e all'asimmetria informativa. Parallelamente, il modello del ciclo di vita del prodotto di Vernon (1966) ha proposto un approccio dinamico all'internazionalizzazione, vedendo la delocalizzazione come una fase naturale della maturazione del prodotto, in cui la produzione si sposta gradualmente dal paese d'origine a paesi con costi inferiori. La teoria dell'internalizzazione, sviluppata a fine anni '70, ha posto l'accento sulla scelta dell'impresa di gestire internamente le operazioni in-

ternazionali per ridurre i costi di transazione e tutelare le risorse immateriali.
In questa prospettiva, il presente capitolo analizza il ruolo dei contratti ed in particolare degli smart contract, nelle strategie distributive delle imprese internazionali. A partire dal modello di Pol Antràs (2005), che estende la teoria del ciclo di vita del prodotto di Vernon (1966), si indagano le conseguenze dell'incompletezza contrattuale sulle decisioni di delocalizzazione produttiva e sulla scelta tra integrazione verticale e *outsourcing*. L'analisi viene poi estesa introducendo gli smart contract come strumento capace, almeno parzialmente, di colmare le lacune informative e incentivare comportamenti cooperativi tra partner indipendenti in contesti transfrontalieri. Il capitolo si propone quindi di esplorare in che misura l'impiego di contratti smart possa modificare non solo il timing dell'internazionalizzazione, ma anche la *governance* delle relazioni contrattuali, offrendo una possibile alternativa tra la soluzione di mercato (*arm's length*) e l'integrazione verticale. In tal modo, l'analisi mette in luce come l'innovazione contrattuale, resa possibile dalla tecnologia blockchain, possa incidere sulla configurazione ottimale delle strategie globali d'impresa. Inoltre, l'introduzione dello smart contract modifica l'equilibrio tra *insourcing* e *outsourcing*. Mentre la soluzione proprietaria (*insourcing*) gestisce l'incompletezza contrattuale centralizzando il controllo, la soluzione contrattuale (*outsourcing*) si affida al *design* contrattuale.
Il capitolo suggerisce che lo smart contract possa rappresentare una "terza via" rispetto alle due soluzioni individuate da Ronald Coase per rispondere all'incompletezza contrattuale: da un lato, la soluzione proprietaria fondata sull'integrazione verticale e sul controllo diretto; dall'altro, la soluzione contrattuale basata sul mercato e su rapporti di tipo *arm's length*. Lo smart contract fornisce quindi una soluzione contrattuale più efficiente senza la necessità di ricorrere al controllo diretto o alla proprietà, soprattutto per il coordinamento tra soggetti indipendenti. Il confronto tra il modello di Antràs e la sua estensione con smart contract mostra che questa nuova tecnologia amplia l'insieme dei contesti in cui l'*outsourcing* risulta preferibile all'integrazione verticale, anche in scenari che tradizionalmente avrebbero richiesto una struttura multinazionale. Lo smart contract offre così uno strumento per ripensare le modalità di coordinamento tra imprese indipendenti, soprattutto in ambito internazionale, e contribuisce a ridefinire gli equilibri tra mercato e gerarchia nella *governance* globale dell'impresa.

4.2 Il processo di internazionalizzazione delle imprese

Fino alla fine degli anni Cinquanta, l'economia internazionale utilizzava modelli tradizionali per spiegare i flussi commerciali tra nazioni. Questi includevano la Teoria dei vantaggi assoluti di Smith (1776), la Teoria dei vantaggi comparati di Ricardo (1817) e la Teoria della dotazione di risorse di Ohlin (1933). Queste teorie erano utili per capire perché e dove le nazioni commerciavano. Tuttavia tali studi presentavano limiti significativi a causa di ipotesi restrittive, come mercati perfetti e immobilità dei fattori produttivi, che le rendevano inadatte a spiegare

fenomeni emergenti come l'ascesa delle imprese multinazionali e gli investimenti diretti esteri (IDE). Con l'aumentare della complessità economica globale, è diventata chiara la necessità di considerare le imperfezioni di mercato. La teoria di Hymer (1960) è stata pionieristica in questo senso, sostenendo che gli IDE non sono semplici flussi finanziari, ma implicano il trasferimento di un pacchetto di risorse e *know-how*. Per avere successo all'estero, un'impresa deve possedere vantaggi esclusivi (*firm-specific*) in grado di superare lo svantaggio di operare in un contesto sconosciuto. Questi vantaggi possono derivare da fallimenti strutturali del mercato o dalla capacità di organizzare le transazioni in modo più efficiente. Parallelamente, il modello del ciclo di vita del prodotto di Vernon (1966) ha fornito una spiegazione microeconomica, descrivendo l'internazionalizzazione come una conseguenza naturale dell'evoluzione di un prodotto, che passa dalla produzione nel paese d'origine all'esportazione, fino alla delocalizzazione produttiva per sfruttare costi inferiori. Sebbene utile, questo modello è orientato principalmente agli IDE di ricerca di mercato e non copre tutte le motivazioni per investire all'estero. Contributi successivi, come quelli di Magee (1977) sull'internalizzazione della tecnologia e Knickerbocker (1973) sul comportamento strategico, iniziano ad integrare l'idea dei vantaggi *firm-specific* con i fattori di localizzazione e le distorsioni di mercato. La teoria dell'internalizzazione, sviluppata a fine anni '70, si concentra sullo spiegare perché le imprese scelgono di organizzare le transazioni internazionali internamente, tramite gerarchie multinazionali, piuttosto che affidarsi al mercato. Recuperando il lavoro di Coase sui costi di transazione, questa teoria vede le gerarchie come meccanismi alternativi al mercato per coordinare attività connesse tra Paesi. L'incentivo all'internalizzazione dipende da fattori specifici (attività, paese, impresa) e dai benefici che derivano dalla proprietà e dalle transazioni interne rispetto a quelle di mercato. Sebbene questa teoria rientri nel più ampio filone dell'*international business*, da sola non è sufficiente a spiegare completamente il comportamento delle imprese all'estero, in quanto non considera in maniera sistematica i fattori di localizzazione. Un tentativo di sintesi e integrazione di questi approcci è rappresentato dal Paradigma Eclettico (OLI) di Dunning e Lundan (2008). Questo paradigma olistico spiega l'attività economica internazionale combinando l'analisi delle caratteristiche di mercato con le specificità delle singole imprese. La capacità di un'impresa di internazionalizzarsi dipende dal possesso o dall'acquisizione di specifici vantaggi: di Proprietà (*Ownership* - risorse e *asset* dell'impresa), di Localizzazione (*Location* - caratteristiche del paese ospitante), e di Internalizzazione (*Internalisation* - vantaggi dell'organizzare transazioni internamente per superare fallimenti di mercato). La combinazione di questi vantaggi determina le strategie di investimento. Accanto a queste prospettive più economiche, si sono affermate poi le teorie comportamentali o processuali, che si focalizzano sulla singola impresa e descrivono l'internazionalizzazione come un processo evolutivo graduale e incrementale, guidato dall'apprendimento e dall'acquisizione di conoscenza esperienziale sui mercati esteri. All'interno di questo approccio, il modello a stadi, in particolare l'*U-Model* di Johanson e Vahlne (1977), descrive l'internazionalizzazione come un processo sequenziale, graduale, dinamico

e lineare. Il cuore di questo processo è l'apprendimento manageriale e l'acquisizione di conoscenza esperienziale ("*learning by doing*") sui mercati esteri. Esiste una relazione inversa tra la conoscenza che l'impresa possiede di un mercato estero e la percezione del rischio associato all'operare in quel mercato: più l'impresa impara e accumula esperienza su un mercato estero, minore diventa la sua percezione del rischio. Man mano che la conoscenza aumenta e il rischio percepito diminuisce, le imprese sono portate ad aumentare il loro livello di coinvolgimento e di controllo nelle operazioni estere. La progressione attraverso gli stadi è anche influenzata dalla distanza psichica. Questo concetto si riferisce alle differenze percepite tra il paese d'origine dell'impresa e i mercati esteri in termini di lingua, sistema educativo, sviluppo economico, sistema politico, cultura e pratiche industriali. Le imprese tendono ad iniziare l'internazionalizzazione penetrando prima i mercati che percepiscono come "psicologicamente" più vicini, dove la distanza psichica è minore, per poi spostarsi gradualmente verso mercati più lontani man mano che acquisiscono esperienza. Gli stadi tipici descritti dal modello partono da forme di coinvolgimento più semplici e con minor rischio, per arrivare a quelle più complesse e con maggior impegno di risorse. Le prime fasi sono generalmente di natura commerciale, come l'esportazione indiretta tramite intermediari o agenti. Con l'aumentare della conoscenza e della fiducia, l'impresa può passare a forme di presenza più impegnative, che possono includere l'apertura di filiali commerciali, l'avvio di attività produttive dirette all'estero (IDE), o la partecipazione a *joint venture*. La conoscenza del mercato è quindi centrale per il passaggio da uno stadio all'altro. Si distingue tra conoscenza oggettiva (facilmente trasferibile) e conoscenza endemica o esperienziale (difficile da trasferire, acquisita tramite l'interazione e l'esperienza diretta).
Nonostante la sua importanza nel descrivere un aspetto chiave del processo di internazionalizzazione per molte imprese, questo modello è stato oggetto di critiche, essendo considerato da alcuni troppo deterministico. La realtà empirica ha infatti mostrato che l'internazionalizzazione non sempre segue un percorso così rigido e sequenziale, specialmente con l'emergere di fenomeni come le imprese Born Global o International New Ventures (INV), che si internazionalizzano intensamente e precocemente in mercati distanti, saltando le fasi iniziali previste dal modello. Questi nuovi fenomeni hanno evidenziato la necessità di integrare o rivedere il modello, considerando ad esempio il ruolo cruciale dei network di relazioni o il comportamento transnazionale dell'imprenditore, fattori che possono accelerare il processo e renderlo meno lineare di quanto ipotizzato dal modello a stadi.
Le Born Global sono definite dalla letteratura come imprese con specializzazione tecnologica che iniziano precocemente un processo di internazionalizzazione. A differenza del modello di internazionalizzazione per stadi, queste imprese riescono ad entrare nei mercati esteri pochi anni dopo la loro costituzione. Si tratta generalmente di imprese piccole, altamente tecnologiche, con un'organizzazione flessibile e *manager* con esperienze internazionali. Queste caratteristiche, insieme all'apertura dei mercati ed alla globalizzazione, contribuiscono a rendere il loro processo di internazionalizzazione più veloce.

Gli studiosi di Born Global, nella ricerca delle determinanti allo sviluppo di queste imprese, hanno individuato, in particolare, due grandi spinte all'internazionalizzazione, una esterna, legata all'ambiente, agli effetti della globalizzazione ed una interna, legata al *manager* e alla società. L'internazionalizzazione precoce è stata motivata in primo luogo dallo sviluppo di nuove tecnologie di trasporto e comunicazione (Knight e Cavusgil, 2004) dalla capacità di sfruttare una rete di contatti e alleanze nazionali (Coviello, 2006; Mort e Weerawardena, 2006), dalle caratteristiche del modello di *business* aziendale (Hennart, 2014) e dalle specificità dell'*output* prodotto dall'impresa indirizzate ad un mercato di nicchia con dinamiche concorrenziali differenti (Zucchella et al., 2016). In particolare il possesso di risorse interne uniche e la specializzazione in prodotti tecnologici sono considerate ragioni principali per cui le imprese Born Global deviano dalla lenta internazionalizzazione (Knight e Cavusgil, 2004). L'orientamento imprenditoriale incide poi sulla predisposizione al rischio associato all'ingresso in nuovi mercati che la letteratura considera un fattore determinante nella decisione di internazionalizzazione (Dimitratos et al., 2016; Freeman e Cavusgil, 2007). Se un *manager* è più disposto ad assumersi dei rischi, è più probabile che l'impresa internazionalizzi prima. Diversi studi nella letteratura internazionale evidenziano il ruolo dell'imprenditore come catalizzatore per l'internazionalizzazione (Andersson, 2000; Reid, 1981).

4.3 Contratti incompleti e internazionalizzazione

La teoria dei contratti svolge un ruolo cruciale nelle strategie di internazionalizzazione delle imprese. In particolare, la natura incompleta dei contratti che regolano le transazioni internazionali rappresenta, nel modello elaborato da Antràs (2005), un fattore determinante che genera distorsioni significative e limita la frammentazione globale delle catene del valore[1].
Questo approccio riprende la teoria del ciclo di vita del prodotto di Vernon (1966), secondo cui la produzione dei beni si sposta progressivamente dal Paese d'origine (il Nord industrializzato, dove avviene l'innovazione) verso Paesi a più basso costo del lavoro (il Sud), con l'avanzare del ciclo di maturazione del prodotto. Mentre Vernon attribuiva il ritardo nello spostamento produttivo ad una serie di "attriti", come la bassa elasticità della domanda al prezzo o la necessità di comunicazione efficace con i fornitori, il modello di Antràs introduce un meccanismo più strutturato, fondato sull'incompletezza contrattuale ed ispirato al lavoro di Williamson (1985) e Grossman e Hart (1986).
Nel modello di Antràs, un bene è il risultato della combinazione di due *input*: uno ad alta tecnologia (x_h) associato allo sviluppo del prodotto (R&D/*marketing*) ed uno a bassa tecnologia

[1]Nel modello di Antràs (2005), le cause di incompletezza contrattuale sono principalmente tre: l'impossibilità di verificare la qualità degli input prodotti in paesi diversi, l'inverificabilità *ex ante* degli investimenti specifici alla relazione e l'impossibilità di stipulare contratti legati ai ricavi futuri. A queste si aggiungono difficoltà più ampie come l'ambiguità giurisdizionale, le barriere linguistiche e la debole tutela dei diritti di proprietà nei paesi a basso salario.

(x_l) che cattura la mera attività manifatturiera o di assemblaggio del prodotto. L'*input* ad alta tecnologia è sempre prodotto al Nord poiché il modello di Antràs riprendendo la letteratura di Grossman e Helpman (Grossman e Helpman, 1991a; Grossman e Helpman, 1991b), assume che il Nord goda di un sufficiente vantaggio comparato nello sviluppo prodotto, tale da garantire che questa attività venga sempre svolta lì. L'*input* a bassa tecnologia, al contrario, può essere trasferito al Sud. A differenza dei modelli precedenti, Antràs concepisce lo sviluppo come un processo attivo in modo continuativo lungo l'intero ciclo. Tale concezione ampia comprende non solo l'ideazione e l'introduzione iniziale del prodotto, ma anche il miglioramento progressivo delle sue caratteristiche, l'ottimizzazione dei processi produttivi e l'adozione di strategie di *marketing* e comunicazione finalizzate alla diffusione e al consolidamento del prodotto sul mercato. Nel modello proposto da Antràs, tale processo è formalizzato ipotizzando che il contributo relativo dello sviluppo prodotto all'*output*, misurato attraverso l'elasticità dell'*output* rispetto all'*input* ad alta tecnologia, decresca con l'aumentare dell'età o della maturità del bene. In altri termini, nelle fasi iniziali del ciclo di vita, lo sviluppo del prodotto costituisce una componente essenziale della produzione, influenzandola in maniera significativa. Con il progredire della maturazione del bene, tuttavia, la rilevanza dell'*input high-tech* si riduce, mentre acquisisce maggiore importanza l'*input* a bassa tecnologia, legato alle attività di assemblaggio e manifattura.

In una prima fase, quindi, tutta la produzione rimane nel Nord, poiché la prossimità geografica consente l'applicazione efficace di contratti domestici: la qualità degli *input* può essere verificata da terze parti, riducendo così il rischio di comportamenti opportunistici. Al contrario, nelle transazioni internazionali la qualità e gli investimenti *ex ante* risultano difficili da verificare, rendendo i contratti incompleti. Questa incompleta verificabilità genera problemi di *hold-up* e sottoinvestimenti, che rendono inefficiente la frammentazione produttiva nelle fasi iniziali del ciclo di vita del prodotto.

L'incompletezza dei contratti nelle transazioni internazionali deriva dall'ipotesi centrale che solo quando entrambi gli *input* (alta tecnologia/sviluppo prodotto e bassa tecnologia/manifattura) sono prodotti nello stesso paese, una parte esterna, come un tribunale, può verificare la qualità degli *input*. Quando l'*input* a bassa tecnologia è prodotto in un paese straniero, specialmente nel Sud a basso salario, diventa impossibile per le parti stipulare contratti *ex ante* pienamente esecutivi che specifichino la qualità o gli investimenti desiderati. Quando il prodotto è nuovo e non ancora standardizzato, l'*input* ad alta tecnologia ha un ruolo relativamente maggiore (nel modello, l'elasticità dell'*output* rispetto all'*input low-tech*, indicata con z, è bassa). In questa fase, i vantaggi derivanti dal mantenere la produzione nel Nord superano i benefici del basso costo del lavoro nel Sud. Solo con la standardizzazione e maturazione del bene, quando z aumenta e cresce il peso della manodopera, il differenziale salariale diventa sufficientemente vantaggioso da giustificare lo spostamento della produzione nel Sud, nonostante le inefficienze contrattuali. Antràs dimostra che, in un mondo caratterizzato da contratti internazionali com-

pleti, la delocalizzazione della produzione nel Sud avverrebbe immediatamente, a inizio ciclo. Il fatto che questo non accada evidenzia il ruolo centrale dell'incompletezza contrattuale: non bastano attriti generici (come i costi di trasporto) a spiegare il ritardo, poiché solo le distorsioni contrattuali impattano entrambi gli stadi della produzione (R&D e assemblaggio).

L'incompletezza contrattuale emerge come un fattore strutturale centrale nel determinare non solo la tempistica e la localizzazione del trasferimento produttivo internazionale dell'impresa, ma anche la modalità organizzativa attraverso cui tale trasferimento avviene. In presenza di contratti internazionali imperfetti, ossia incapaci di specificare in modo completo e verificabile tutti gli aspetti della relazione produttiva, come la qualità degli *input* o gli investimenti relazionali, l'esternalizzazione risulta inefficiente nelle fasi iniziali del ciclo, quando la protezione dell'*input* ad alta tecnologia (tipicamente l'R&D) è prioritaria. In tali contesti, le imprese del Nord tendono a preferire l'integrazione verticale attraverso l'investimento diretto estero (FDI), internalizzando la produzione nel Sud per preservare i diritti di controllo e garantire incentivi adeguati all'investimento in sviluppo prodotto.

In questo quadro, il modello sviluppato da Antràs si pone in continuità, ma anche in significativo contrasto con l'ipotesi classica del ciclo di vita del prodotto formulata da Vernon (1966). Vernon pur riconoscendo il ruolo delle multinazionali (MNC) nel processo di internazionalizzazione, non ha fornito una trattazione formale né un'analisi approfondita delle determinanti organizzative alla base della scelta tra internalizzazione (via filiali estere) e esternalizzazione (via contratti con terze parti - "arm's length"). Il contributo teorico di Antràs si distingue proprio per la formalizzazione di queste scelte, ricorrendo all'approccio dei diritti di proprietà (Grossman e Hart, 1986; Hart e Moore, 1990). L'autore mostra come, in un contesto di contratti incompleti, la scelta organizzativa non sia neutrale: l'internalizzazione conferisce alla parte più rilevante dal punto di vista dell'investimento (tipicamente il centro R&D del Nord) i diritti residuali di controllo, correggendo le distorsioni dovute al rischio di *hold-up* e incentivando l'investimento *ex ante*. Quando invece il contributo dell'*input high-tech* si riduce e l'*input low-tech* acquisisce rilevanza, la cessione del controllo a fornitori indipendenti del Sud diventa la soluzione efficiente, in quanto ne rafforza il potere contrattuale *ex post* e ne stimola l'investimento. Questo porta a una riarticolazione dinamica del ciclo di vita del prodotto. A differenza del modello lineare implicito in Vernon, in cui le MNC appaiono come semplici veicoli di trasferimento, il modello di Antràs introduce una sequenza evolutiva fondata su logiche contrattuali. Nella fase iniziale, in cui l'innovazione è ancora dominante, la produzione resta nel Nord, dove i contratti sono completi e la protezione dell'investimento in R&D è massima. In una fase intermedia, quando la standardizzazione inizia ad avanzare ma la componente tecnologica resta ancora rilevante, la manifattura viene trasferita nel Sud, ma mantenuta all'interno della stessa impresa tramite un investimento diretto estero. Infine, nella fase più matura, la produzione viene affidata a soggetti terzi, mediante *outsourcing* o *licensing* (contratti *arm's length*), poiché il contributo dell'*input* manifatturiero diventa centrale e l'impresa del Sud è meglio incentivata a investire.

4.4 Il modello di internazionalizzazione delle imprese: contratto tradizionale vs. Smart Contract

Introduciamo ora un modello che permette di studiare l'internazionalizzazione delle imprese in maniera alternativa all'utilizzo dei contratti tradizionali ed alle conseguenze di sottoinvestimento legate all'incompletezza contrattuale. L'incompletezza dei contratti tradizionali ritarda, infatti, secondo Antràs (2005), il momento di ingresso delle imprese nel mercato estero limitando anche la scelta tra *insourcing* ed *outsourcing* a favore della prima strategia.
Viene quindi ripreso il modello di internazionalizzazione introdotto da Antràs (2005) per i contratti tradizionali ed esteso all'utilizzo della blockchain, per confrontare l'incidenza di tale tecnologia sulla strategia distributiva delle imprese attraverso la formalizzazione di un nuovo modello teorico di contratti: gli smart contract.
Nella teoria dei contratti si assume che i contratti siano sostanzialmente incompleti perché i costi di verifica sono sufficientemente alti. L'impossibilità di verificare gli investimenti, per quanto questi siano osservabili dalle parti, rappresenta, insieme all'impossibilità di prevedere tutte le contingenze future, il fattore determinante dell'incompletezza del contratto. L'innovazione tecnologica introdotta con la blockchain potrebbe fornire una soluzione a tale problema. Gli smart contract permettono infatti l'attuazione automatica del contratto al verificarsi di condizioni prestabilite che sono accertate dall'oracolo. La presenza dell'oracolo, come figura terza alle parti, consente pertanto di verificare se il livello di investimento effettuato dai contraenti corrisponde a quello stabilito nel contratto. Il contratto smart, tuttavia, si distingue dal contratto completo perché, come sottolineato dalla letteratura (cap. 2), un'importante criticità legata all'efficacia della tecnologia blockchain è la coordinazione tra ambienti *on-chain* e ambienti *off-chain* che si traduce, nel modello, nel rischio di errore da parte dell'oracolo, nell'attività di verifica. Lo smart contract è quindi formalmente modellato come un contratto in cui, a differenza dei contratti incompleti, il livello di investimento delle parti è verificabile e contrattabile ma la verifica è soggetta ad una probabilità di errore (la probabilità è espressa da $1 - \vartheta$).
Il modello di internazionalizzazione delle imprese introdotto, nel confrontare l'utilizzo dei contratti tradizionali e degli smart contract, si compone di due sezioni: la prima analizza il momento in cui l'impresa decide di operare in un Paese estero; la seconda studia le modalità di ingresso e la strategia distributiva delle imprese che decidono di internazionalizzare l'attività.

4.5 Sezione I: Le scelte di internazionalizzazione

Il modello considera due Paesi: il Nord industrializzato ed il Sud a basso costo di lavoro. Il bene finale y è prodotto combinando un *input* ad alta tecnologia (x_h) ed uno a bassa tecnologia (x_l). La funzione di produzione è specificata come Cobb-Douglas:

$$y = \zeta_z (x_h)^{1-z} x_l^z \tag{4.1}$$

$$\zeta = z^{-z}(1-z)^{-(1-z)}$$

$$0 < z < 1$$

Dove z è l'elasticità dell'*output* rispetto all'*input* a bassa tecnologia. Un valore basso di z significa che il bene è nuovo e poco standardizzato, richiedendo molta attività di ricerca e sviluppo del prodotto (x_h). Un valore alto di z significa che il bene è maturo e standardizzato e l'attività di assemblaggio (x_l), costituisce la fase più importante del processo produttivo. La domanda per il bene y è data dalla funzione isoelastica:

$$y = (\lambda p)^{\frac{-1}{(1-\alpha)}} \tag{4.2}$$

$$0 < \alpha < 1$$

Dove p è il prezzo di vendita del bene finale in un mercato non perfettamente concorrenziale, in cui il produttore detiene un certo potere e internalizza, nelle proprie scelte produttive, la relazione tra quantità e prezzo di equilibrio. Combinando le espressioni 4.1 e 4.2, è possibile definire i profitti totali che derivano dalla vendita del bene finale:

$$\pi = py - w_h x_h - w_l x_l = \lambda^{1-\alpha} \zeta_z^{\alpha} x_h^{\alpha(1-z)} x_l^{az} - w_h x_h - w_l x_l \tag{4.3}$$

La produzione di *input* di buona qualità comporta un costo salariare w^N al Nord e w^S al Sud, dove $w^S < w^N$. Gli investimenti negli *input* di produzione sono specifici e non hanno quindi nessun valore al di fuori della relazione tra il centro di ricerca (produttore di x_h) e l'impianto di produzione (produttore di x_l). Il centro di ricerca affronta una scelta di localizzazione della produzione dell'*input low-tech* considerando il *trade-off* tra operare al Nord e operare al Sud. La decisione del centro di ricerca si basa su un'analisi comparativa dei costi e dei benefici tra Nord e Sud, prendendo come riferimento la soluzione *first-best*, ossia quella associata al contratto completo.

Contratto completo:

Se non ci fosse un problema di incompletezza contrattuale e l'impresa al Nord potesse scegliere liberamente dove operare, la scelta ottima sarebbe quella che permette di ridurre i costi e massimizzare i profitti. Potendo quindi stipulare un contratto completo con l'impresa manifatturiera al Sud, in cui è possibile predeterminare *ex ante* e verificare il livello di investimento delle parti, l'impresa massimizzerebbe i propri profitti mantenendo al Nord la produzione dell'*input high-tech* (x_h) e spostando al Sud quella dell'*input low-tech* (x_l):

$$\max_{x_l,x_h} = \lambda^{1-\alpha}\zeta_z^{\alpha}x_h^{\alpha(1-z)}x_l^{\alpha z} - w^N x_h - w^S x_l \tag{4.4}$$

La soluzione al problema di massimizzazione del profitto porta alla seguente determinazione del prezzo e dei profitti derivanti dall'operare al Sud con un contratto completo:

$$p^{cc} = \frac{(w^S)^z(w^N)^{1-z}}{\alpha} \tag{4.5}$$

$$\pi^{cc} = (1-\alpha)\,\lambda\left[\frac{(w^S)^z(w^N)^{1-z}}{\alpha}\right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{4.6}$$

Operare al Nord:

Quando entrambi gli *input* (x_h, x_l) sono prodotti nello stesso Paese (al Nord), si assume che i contratti possano essere completi e che la qualità degli *input* sia verificabile da una parte esterna. Ciò implica che le parti possono scrivere un contratto contingente *ex ante* sulla qualità, pienamente eseguibile e che non richiederà rinegoziazioni *ex post*. In questo scenario il contratto iniziale prevede la produzione di *input* di buona qualità in una quantità che massimizza i profitti *ex ante* del centro di ricerca che, considerando le equazioni 4.1 e 4.2 sono dati da:

$$\max_{x_h,x_l} \pi^N = \lambda^{1-\alpha}\zeta_z^{\alpha}x_h^{\alpha(1-z)}x_l^{\alpha z} - w^N\,(x_h + x_l) \tag{4.7}$$

La soluzione al problema di massimizzazione del profitto determina il seguente prezzo ottimale che riflette una domanda con elasticità costante ed il potere di mercato del produttore di caricare un *markup* fisso sul costo marginale:

$$p^N(z) = \frac{w^N}{\alpha} \tag{4.8}$$

Allo stesso modo i profitti sono dati da:

$$\pi^N(z) = (1-\alpha)\lambda \left[\frac{w^N}{\alpha}\right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{4.9}$$

Operare al Sud:

Quando l'impresa al Nord decide di spostare la produzione al Sud non stipula contratti *ex ante* poiché l'incompletezza contrattuale porterebbe entrambi i produttori (centro di ricerca al Nord ed impianto di assemblaggio al Sud), a produrre *input* di bassa qualità. La negoziazione avviene quindi direttamente *ex post*, quando gli *input* sono già stati realizzati ed i relativi costi sono ormai pagati ("sunk"). In questo scenario, ciascuna parte massimizza metà del *surplus* ottenuto, al netto dei costi di produzione del relativo *input*:

$$\max_{x_i} \frac{1}{2}R - w^i x_i \tag{4.10}$$

che per l'impresa al Nord è:

$$\max_{x_h} \frac{1}{2}R - w^N x_h \tag{4.11}$$

e per l'impresa al Sud corrisponnde a:

$$\max_{x_l} \frac{1}{2}R - w^S x_l \tag{4.12}$$

dove:

$$R = \lambda^{1-\alpha}\zeta_z^{\alpha} x_h^{\alpha(1-z)} x_l^{\alpha z} \tag{4.13}$$

La soluzione al problema di massimizzazione del profitto porta alla seguente determinazione del prezzo e dei profitti derivanti dall'operare al Sud:

$$p^S = \frac{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}{\alpha} \tag{4.14}$$

$$\pi^S = \lambda \left[\frac{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}{\alpha}\right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \left(1-\frac{\alpha}{2}\right) \tag{4.15}$$

4.5.1 Scelta 1: Operare al Nord vs. operare al Sud

L'impresa sceglierà di operare al Sud, spostando la produzione dell'*input low-tech* x_l, quando $\pi^s \geq \pi^n$. Confrontando 4.15 e 4.9, emerge come questa condizione si realizza quando:

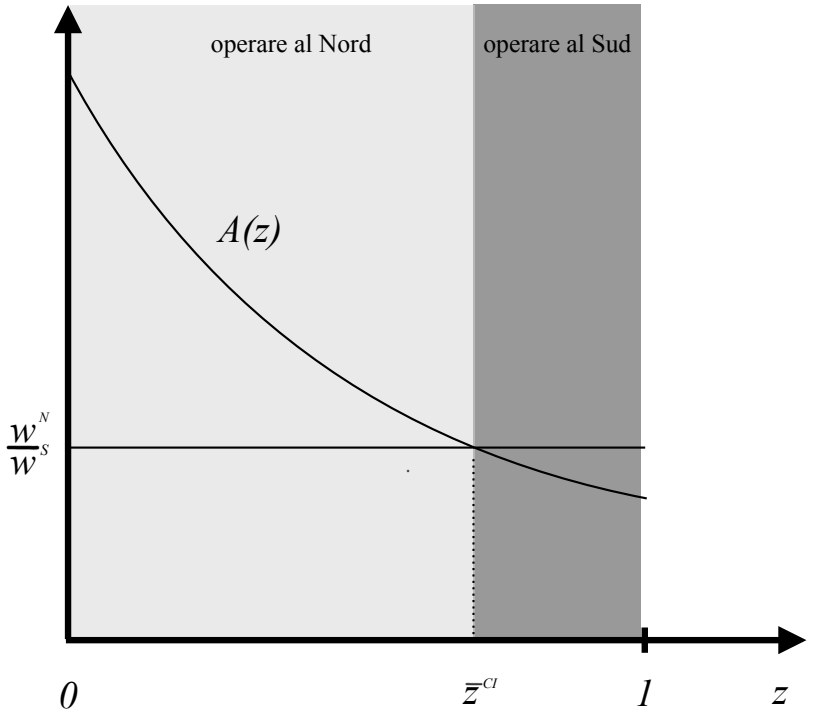
$$\left[\frac{1-\alpha}{\left(1-\frac{1}{2}\alpha\right)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}\right]^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \leq \frac{w^N}{w^S} \tag{4.16}$$

Possiamo definire il lato sinistro di questa disequazione come $A(z)$:

$$A(z) \equiv \left[\frac{1-\alpha}{\left(1-\frac{1}{2}\alpha\right)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}\right]^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \tag{4.17}$$

e definire il lato destro come $\omega \equiv \frac{w^N}{w^S}$.

Figura 4.1: Operare al Nord vs. operare al Sud



Come dimostrato in Antràs (2005), la funzione $A(z)$ è decrescente nella variabile z, mentre ω è indipendente da z. Le due curve sono rappresentate nella Figura 4.1.
Il valore in cui $z = \bar{z}^{CI}$ individua esattamente il punto in cui per il centro di ricerca è indifferente operare al Nord oppure al Sud in quanto $\pi^N = \pi^S$. Graficamente $\bar{z}^{CI}$ divide l'area in due regioni: a sinistra, quella in cui è soddisfatta la condizione $\pi^S \leq \pi^N$ e l'impresa troverà più conveniente operare al Nord; a destra, quella in cui, al contrario, sarà più conveniente spostare la produzione

di x_l al Sud.
In Antràs (2005) si assume che il parametro z tenda ad aumentare esogenamente nel tempo e che quindi diminuisca progressivamente l'importanza dell'*input high-tech* (x_h) all'interno della funzione di produzione. Ciò accade perchè Antràs (2005) nel suo modello, riprende la teoria del ciclo di vita del prodotto di Vernon (1966), che spiega come un prodotto, inizialmente innovativo e altamente tecnologico, subisca poi una standardizzazione e maturazione. Il processo di standardizzazione è facilmente associabile alla componente tecnologica del prodotto che, col trascorrere del tempo ed il progredire dell'innovazione, perde progressivamente valore.
Antràs (2005) come Vernon, associano l'internazionalizzazione di un'impresa alla fase di standardizzazione del prodotto, in quanto nella fase iniziale si assume che l'impresa riesca a proteggere meglio la sua innovazione all'interno del mercato domestico a causa di alcuni "attriti" che esisterebbero nell'entrare in un mercato estero. Antràs, nel suo modello, identifica tali attriti nell'incompletezza contrattuale che l'impresa dovrebbe affrontare se decidesse di stipulare degli accordi con imprese al Sud.
Il grafico mostra quindi come, in equilibrio, la scelta dell'impresa tra operare al Nord e operare al Sud dipenda dalla fase del ciclo di vita del prodotto e segua un profilo temporale: nella fase iniziale, per valori di $z < \bar{z}^{CI}$ l'importanza dell'innovazione (*input* x_h) spinge l'impresa ad operare al Nord con contratti completi; con la progressiva standardizzazione del prodotto (per valori di $z > \bar{z}^{CI}$) aumenta l'importanza di x_l e del fattore legato al minor costo di produzione $w^S(x_l)$ per cui, in questa fase, l'impresa troverà più conveniente spostare la produzione al Sud.

Smart Contract:

Nel modellare lo Smart Contract, si assume che le parti stipulino *ex ante* un contratto che definisca il livello di investimento di ciascuna e che l'oracolo certifichi con probabilità i) ϑ: che l'investimento osservato corrisponda a quello effettivo (verifica esatta); ii) $1-\vartheta$: che l'investimento osservato corrisponda a quello contrattato pur essendo in realtà inferiore (verifica erronea).
La possibilità dell'oracolo di commettere un errore di verifica, fornisce alle parti un incentivo ad investire al di sotto del livello previsto *ex ante* nel contratto.
Ciascuna parte sceglierà quindi l'investimento x che massimizza il guadagno atteso:

$$\max_{x_i} \vartheta \left\{ \frac{1}{2}R - w_i x_i - \left[\frac{\pi^{cc}}{2} - \left(\frac{1}{2}R - w_{j\neq i} x_{j\neq i} \right) \right] \right\} + (1-\vartheta) \left\{ \frac{1}{2}R - w_i x_i \right\} \tag{4.18}$$

dove se $i = l$, allora $w_i = w^s$ e se invece $i = h$, allora $w_i = w^N$.
Questa espressione riflette, da un lato, il guadagno conseguito in caso di erronea verifica e dall'altro, quello ottenuto in caso di esatta verifica da parte dell'oracolo del livello di investimento

effettuato dalla parte. In particolare, l'espressione $\frac{\pi^{cc}}{2} - \left(\frac{1}{2}R - w_{j\neq i}x_{j\neq i}\right)$ rappresenta la "penale" attribuita alla parte inadempiente (i) in favore della controparte (j), nel caso in cui l'oracolo certifichi, solo con probabilità $\vartheta < 1$, che ci sia stato un sottoinvestimento.
Tale somma riflette il guadagno di cui avrebbe goduto la controparte se il contratto fosse stato rispettato.
Le condizioni del primo ordine associate alla soluzione dei problemi di massimizzazione danno luogo al seguente sistema di equazioni nelle incognite x_l e x_h:

$$\begin{cases} \frac{\partial R}{\partial x_l} = \frac{2}{1+\vartheta} w^S \\ \frac{\partial R}{\partial x_h} = \frac{2}{1+\vartheta} w^N \end{cases} \tag{4.19}$$

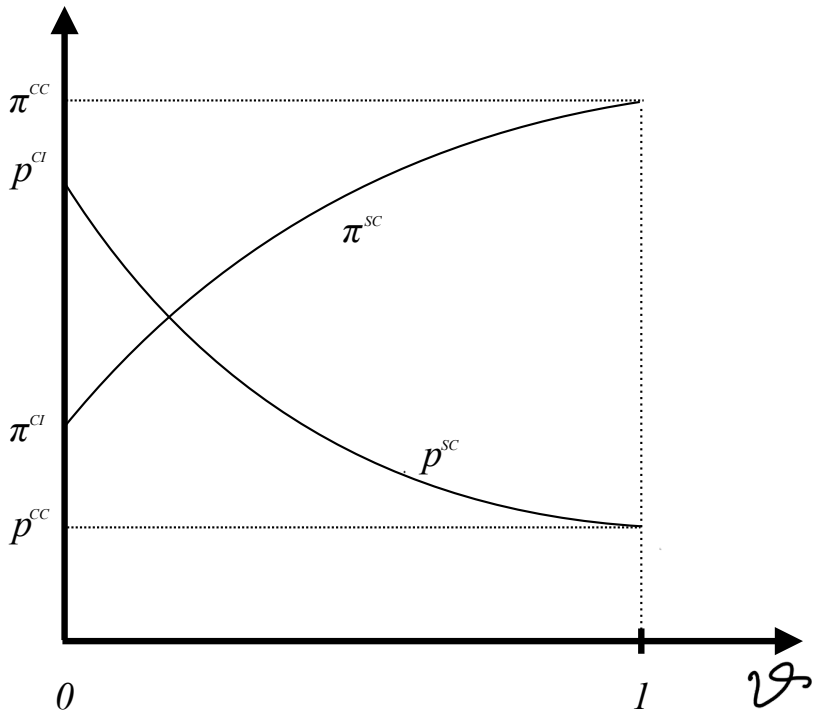
Se $\vartheta = 1$, la condizione di primo ordine diventa $w_i = \frac{\partial R}{\partial x_i}$ per $i \in (h,l)$, che corrisponde al livello di investimento ottimo previsto dal contratto completo; se $\vartheta = 0$, la condizione di primo ordine è $2w_i = \frac{\partial R}{\partial x_i}$ che coincide con quella prevista dal contratto incompleto.
Risolvendo il sistema e sostituendo i livelli ottimali di x_l e x_h ottenuti, si determinano il prezzo e i profitti associati allo smart contract:

$$p^{sc} = \frac{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}{\alpha(1+\vartheta)} \tag{4.20}$$

$$\pi^{sc} = \left[\frac{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}{\alpha(1+\vartheta)}\right]^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}} \lambda\left[1 - \frac{\alpha(1+\vartheta)}{2}\right] \tag{4.21}$$

Le equazioni 4.20 e 4.21 mostrano che anche il prezzo di equilibrio ed il profitto conseguito dipendono dalla variabile ϑ; al variare di ϑ $(0 \leq \vartheta \leq 1)$, infatti, π^{sc} e p^{sc} assumono valori compresi all'interno di un intervallo che ha come estremi, da una parte dall'altra π^{ci}, p^{ci} (contratto incompleto) e π^{cc}, p^{cc} (contratto completo).
La figura 4.2 mostra come, al variare di ϑ, le curve dei profitti e dei prezzi dello smart contract contengano tutti i valori compresi tra il contratto incompleto (per $\vartheta = 0$) a quello completo (per $\vartheta = 1$).

Figura 4.2: Andamento del prezzo p^{SC} e dei profitti π^{SC} al variare di ϑ



4.5.2 Scelta 2: operare al al Nord vs. operare al Sud con uno Smart Contract

L'impresa sceglierà di operare al Sud con uno smart contract anzichè operare al Nord se: $\pi^{SC} \geq \pi^{N}$. Dal confronto tra 4.9 e 4.21 emerge che tale condizione è soddisfatta quando:

$$\left\{ \frac{1-\alpha}{\left[1-\frac{\alpha(1+\vartheta)}{2}\right]\left[\frac{(1+\vartheta)}{2}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}} \right\}^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \leq \frac{w^N}{w^S} \tag{4.22}$$

Possiamo definire il lato sinistro di questa disequazione come $A^{SC}(z)$:

$$A^{SC}(z) \equiv \left\{ \frac{1-\alpha}{\left[1-\frac{\alpha(1+\vartheta)}{2}\right]\left[\frac{(1+\vartheta)}{2}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}} \right\}^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \tag{4.23}$$

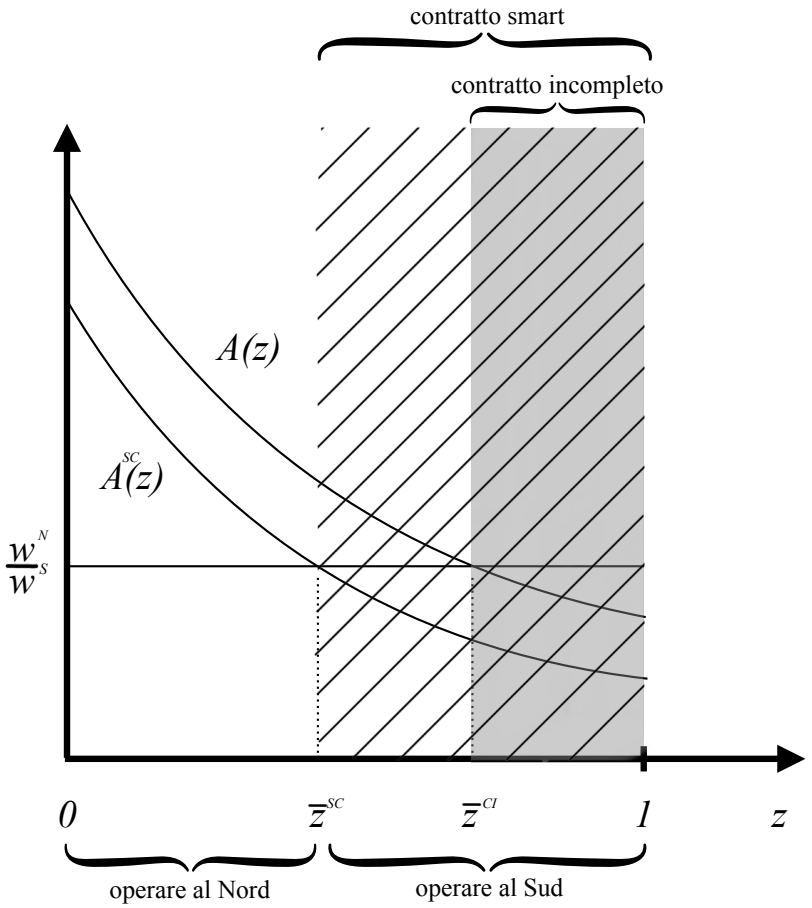
Anche $A^{SC}(z)$ è decrescente in z e anche per lo smart contract si può individuare un solo valore di z, corrispondente a $\bar{z}^{SC}$, in cui $\pi^N = \pi^{SC}$ e dove sarà indifferente per l'impresa operare al Sud con lo smart contract oppure operare al Nord. A questo punto, per valutare come la possibilità di stipulare un contratto smart influenzi la scelta di internazionalizzazione dell'impresa, è necessario confrontare $\bar{z}^{SC}$ con $\bar{z}^{CI}$. Come derivato in appendice al capitolo, è facile dimostrare

che per $0 < \vartheta \leq 1$, la condizione

$$\bar{z}^{SC} < \bar{z}^{CI} \tag{4.24}$$

è sempre soddisfatta. In altre parole, la funzione $A^{SC}(z)$ si trova al di sotto di $A(z)$ per ogni valore di z, come riportato nella figura 4.3[2]:

Figura 4.3: Confronto tra $A(z)$ e $A^{SC}(z)$



Poiché $\bar{z}^{SC}$ è alla sinistra di $\bar{z}^{CI}$, la regione di z in cui l'impresa trova più conveniente produrre l'*input* x_l al Sud con un contratto smart, è più ampia rispetto a quella in cui l'impresa opererebbe con un contratto incompleto. Inoltre, poichè z è legato ai livelli di standardizzazione, il grafico evidenzia come l'impiego dello smart contract permetta di anticipare il momento dell'internazionalizzazione ad una fase antecedente del ciclo di vita del prodotto, rispetto all'adozione di un contratto tradizionale incompleto.

[2]In particolare, se $\vartheta = 0$, le curve $A(z)$ e $A^{SC}(z)$ corrispondono esattamente per ogni valore di z, pertanto, in questo caso, $\bar{z}^{SC} = \bar{z}^{CI}$

4.6 Sezione II: Le scelte sulle modalità di internazionalizzazione

Il lavoro di Antràs, dopo aver studiato le scelte di delocalizzazione in relazione al momento ottimale in cui l'impresa decide di internazionalizzare, affronta poi le modalità di internazionalizzazione. Se nella sezione precedente il contratto analizzato era di tipo "*arm's length*" e coinvolgeva due imprese indipendenti (il centro di ricerca al Nord e l'impianto manifatturiero al Sud), in questa sezione il modello viene esteso per includere anche i contratti "*intra-firms*", accordi interni stipulati tra l'impresa madre al Nord ed una sua sussidiaria operante al Sud. Antràs considera, pertanto, la possibilità che l'impresa acceda ad un mercato estero tramite un'integrazione verticale delle attività produttive e confronta le implicazioni economiche delle due principali strategie di internazionalizzazione: *insourcing* (integrazione verticale con contratti *intra-firm*) e *outsourcing* (esternalizzazione con contratti *arm's length*).
Il modello di Antràs utilizza la teoria dei diritti di proprietà (*Property Rights Theory*) di Grossman e Hart (1986), per spiegare le scelte organizzative delle imprese in presenza di contratti incompleti. Nel modello, la decisione tra integrazione verticale e accordi a distanza è strategica perché influisce sull'*outside option* di ciascuna parte in caso di rottura delle negoziazioni *ex post*, determinando così gli incentivi ad investire in modo specifico *ex ante*. Per massimizzare l'efficienza allocativa e ridurre il rischio di sottoinvestimenti, secondo la teoria dei diritti di proprietà, è preferibile assegnare i diritti di controllo residuale alla parte il cui contributo ha il maggior impatto sul valore complessivo della relazione.
In questa prospettiva, la decisione tra *insourcing* e *outsourcing* non è neutrale, ma dipende dal livello di maturità del prodotto, che il modello rappresenta attraverso l'elasticità dell'*output* rispetto all'impiego dell'*input* a bassa tecnologia (z).
Come analizzato nella sezione precedente del modello, nell'*outsourcing*, sia il centro di ricerca del Nord, sia il produttore indipendente del Sud, tendono a sottovalutare l'utilità marginale del proprio investimento. Questo avviene perché, durante la contrattazione *ex post*, ciascuna parte riceve solo una quota del valore generato, non il pieno rendimento del proprio contributo. Di conseguenza, entrambi investono meno rispetto al livello socialmente ottimale, causando un sottoinvestimento complessivo che porta ad un *output* inferiore e ad un prezzo finale più alto e inefficiente.
La situazione cambia radicalmente con l'*insourcing*, quando l'impresa innovatrice del Nord decide di integrare verticalmente la produzione al Sud, trasformando l'impianto in una filiale interamente controllata ed il *manager* locale in un dipendente dell'azienda madre multinazionale. In questo contesto, cambia la distribuzione dei diritti di controllo e, di conseguenza, la struttura degli incentivi. Con l'integrazione verticale, il centro di ricerca ottiene un potere negoziale maggiore: se dopo aver effettuato gli investimenti il *manager* del Sud si rifiuta di collaborare per dividere i profitti, l'impresa può licenziarlo e prendere direttamente il controllo

della produzione a bassa tecnologia. Questa possibilità incentiva il centro di ricerca ad investire maggiormente nell'*input* ad alta tecnologia ma al contempo provoca uno shock negativo all'efficienza che si traduce in una riduzione della produzione finale pari alla quantità $(1-\delta)$.
Tuttavia anche la strategia di *insourcing* presenta dei limiti. Trasformare il *manager* in dipendente riduce i suoi incentivi ad impegnarsi al massimo nella produzione a bassa tecnologia, perché non è più direttamente premiato per i risultati ottenuti. Questo può portare ad una minore qualità o quantità dell'*input* prodotto rispetto a quanto accadrebbe con un'impresa esterna indipendente. Inoltre, nel caso in cui l'impresa decidesse effettivamente di licenziare il *manager*, la perdita di produttività che ne deriverebbe rappresenta un costo reale, con effetti negativi sulla produzione complessiva.
Nella strategia di *insourcing*, se entrambi i *manager* (dell'impresa madre al Nord e di quella integrata al Sud) decidono di produrre gli *input* x_l e x_h di buona qualità e raggiungono un accordo nella negoziazione, i ricavi potenziali derivanti dalla vendita del bene finale corrispondono esattamente ad R. Al contrario, se le parti non raggiungono un accordo nella negoziazione, il *manager* dell'impresa al Nord licenzierà il *manager* dell'impianto di produzione al Sud, il quale non otterrà nessun beneficio economico. L'impresa al Nord potrà comunque vendere una quantità δy di *output*, che si tradurrà in ricavi da vendita pari a $\delta^\alpha R$ (a causa della perdita di produttività associata al licenziamento).
Il centro di ricerca al Nord sceglierà allora x_h che massimizza:

$$\max_{x_h} \frac{1}{2}(1+\delta^\alpha)R - w^N x_h \tag{4.25}$$

mentre l'impianto di produzione al Sud sceglierà l'*input* x_l che massimizza:

$$\max_{x_l} \frac{1}{2}(1-\delta^\alpha)R - w^S x_l \tag{4.26}$$

Le condizioni del primo ordine associate alla soluzione dei due problemi di massimizzazione danno luogo al seguente sistema di equazioni nelle incognite x_l e x_h:

$$\begin{cases} \frac{\partial R}{\partial x_l} = \frac{2}{1-\delta^\alpha} w^S \\ \frac{\partial R}{\partial x_h} = \frac{2}{1+\delta^\alpha} w^N \end{cases} \tag{4.27}$$

Date le caratteristiche della funzione dei ricavi R (crescente ma concava in x_l e x_h), la soluzione di questo sistema di equazioni comporta che, rispetto all'operare al Sud con contratto incompleto, il livello di produzione x_l sarà inferiore mentre il livello di produzione x_h sarà maggiore.
Risolvendo il sistema e sostituendo i livelli ottimali di x_l e x_h ottenuti, si determinano il prezzo

e i profitti associati alla strategia di *insourcing* della multinazionale M:

$$p_M^S(z) = \frac{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}{\alpha\left(1+\delta^\alpha\right)^{1-z}\left(1-\delta^\alpha\right)^z} \tag{4.28}$$

$$\pi_M^S(z) = \left\{1-\frac{1}{2}\alpha\left[1+\delta^\alpha\left(1-2z\right)\right]\right\}\lambda\left(\frac{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}{\alpha\left(1+\delta^\alpha\right)^{1-z}\left(1-\delta^\alpha\right)^z}\right)^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{4.29}$$

4.6.1 Scelta 3: operare al Nord vs. operare al Sud con *insourcing* vs. operare al Sud con *outsourcing*

Nella scelta sulle modalità di internazionalizzazione, l'impresa deve confrontare tre diverse alternative: a) operare al Nord; b) operare al Sud con *insourcing*; c) operare al Sud con *outsourcing*. La scelta tra queste alternative richiede un'analisi comparativa, che Antràs affronta attraverso confronti binari delle tre possibilità. Il confronto tra l'opzione di operare al Nord (a) e quella di operare al Sud tramite *outsourcing* (c), è già stato esaminato nella Sezione 1 del modello ("scelta 1") dove la delocalizzazione al Sud è affidata ad un'impresa indipendente, secondo una logica di *outsourcing*. Procedendo al secondo confronto, valutiamo la scelta ottima dell'impresa tra operare al Nord o spostare la produzione di x_l al Sud tramite *insourcing*. L'impresa sceglierà di operare come multinazionale al Sud (*insourcing*), quando $\pi_M^S(z) \geq \pi^N(z)$. Dal confronto tra 4.29 e 4.9 emerge che tale condizione è soddisfatta se:

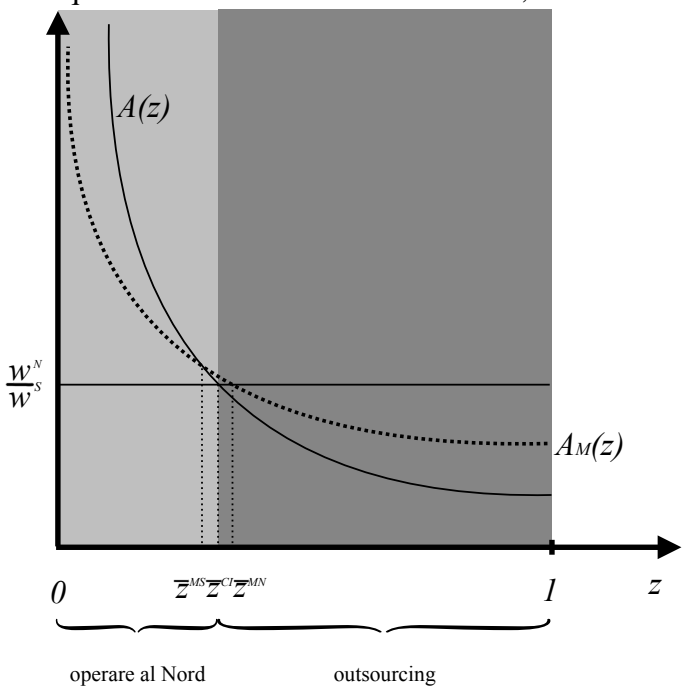
$$\left[\frac{1-\alpha}{1-\frac{1}{2}\alpha\left(1+\delta^\alpha\left(1-2z\right)\right)}\right]^{\frac{(1-\alpha)}{\alpha z}} \leq \frac{w^N}{w^S} \tag{4.30}$$

Definiamo il lato sinistro di questa disequazione come $A_M(z)$:

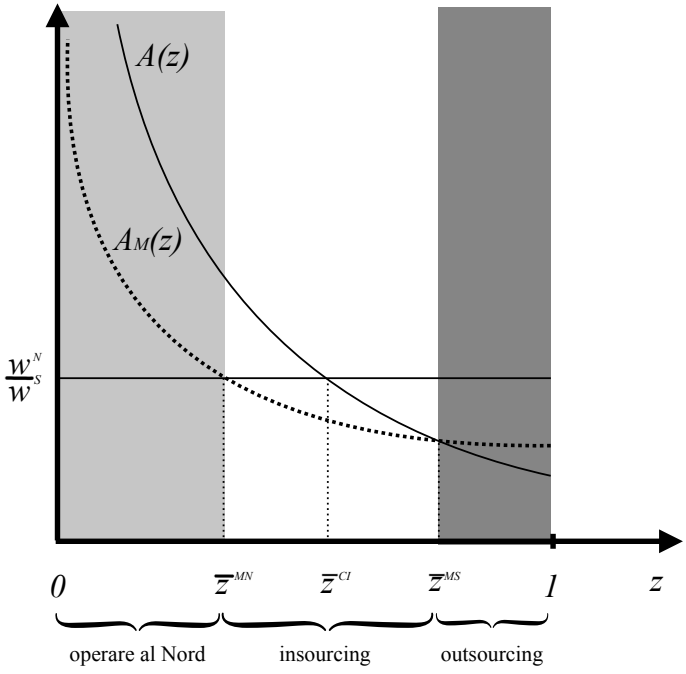
$$A_M(z) \equiv \left[\frac{1-\alpha}{1-\frac{1}{2}\alpha\left(1+\delta^\alpha\left(1-2z\right)\right)}\right]^{\frac{(1-\alpha)}{\alpha z}} \tag{4.31}$$

Poichè $A_M(z)$ è una funzione decrescente in z, la disequazione 4.30 sarà soddisfatta per valori sufficientemente alti di z. In particolare, esiste un valore soglia $\bar{z}^{MN}$ in cui l'impresa è indifferente nella scelta tra operare al Nord oppure al Sud tramite *insourcing*. Ciò implica che per valori di z inferiori a $\bar{z}^{MN}$, i costi delle distorsioni dovuti ai contratti incompleti superano i benefici del minor costo della manodopera al Sud per cui la produzione rimarrà al Nord dove è possibile stipulare contratti completi.

Figura 4.4: Equilibrio con e senza multinazionali, contratto incompleto



(a) equilibrio senza multinazionali



(b) equilibrio con multinazionali

Consideriamo infine la scelta dell'impresa tra operare al Sud tramite *insourcing* oppure tramite *outsourcing*. Come dimostrato in Antràs (2005), l'impresa preferirà operare tramite multinazionale al Sud se $A_M(z) < A(z)$.
Esiste un unico valore $\bar{z}^{MS}$ in cui $A_M(z) = A(z)$ e dove sarà indifferente per l'impresa operare al Sud con *insourcing* oppure con *outsourcing*. Inoltre per $0 < z < \bar{z}^{MS}$ si verifica che $A_M(z) < A(z)$; mentre per $\bar{z}^{MS} < z \leq 1$, avremo che $A_M(z) > A(z)$.
Confrontando le alternative indicate in premessa (a,b,c), si configurano due possibili scenari a seconda dei valori assunti da $\bar{z}^{CI}$, $\bar{z}^{MN}$, $\bar{z}^{MS}$. In particolare, se $\bar{z}^{MS} < \min\left\{\bar{z}^{CI}, \bar{z}^{MN}\right\}$, l'*input low-tech* sarà prodotto al Nord per $z < \bar{z}^{CI}$ e nel Sud tramite *outsourcing* per $z > \bar{z}^{CI}$. In questo primo scenario la scelta ottimale per l'impresa, nel momento in cui il prodotto è sufficientemente standardizzato da spostare la produzione di x_l al Sud, è quella di delocalizzare attraverso contratti con imprese indipendenti, seguendo la strategia di *outsourcing*.
Se, invece, $\bar{z}^{MS} > \min\left\{\bar{z}^{CI}, \bar{z}^{MN}\right\}$, l'*input low-tech* sarà prodotto al Nord per $z < \bar{z}^{MN}$, al Sud da un'impresa integrata se $\bar{z}^{CI} < z < \bar{z}^{MS}$ e al Sud da un'impresa indipendente se $z > \bar{z}^{MS}$. In questo secondo scenario l'impresa entra inizialmente nel mercato internazionale con una strategia di *insourcing* per poi passare, in una fase successiva di standardizzazione del prodotto, a contratti *arm's length*.
In sintesi i due scenari di internazionalizzazione dell'impresa, rappresentati nella figura 4.4, sono definiti da Antràs come "equilibrio senza multinazionali" (primo scenario) ed "equilibrio con multinazionali" (secondo scenario). Comparando i due scenari è possibile evidenziare come nel secondo, l'internazionalizzazione attraverso la costituzione di una multinazionale avviene per valori inferiori di z e quindi in una fase precedente del ciclo di vita del prodotto rispetto al primo scenario.

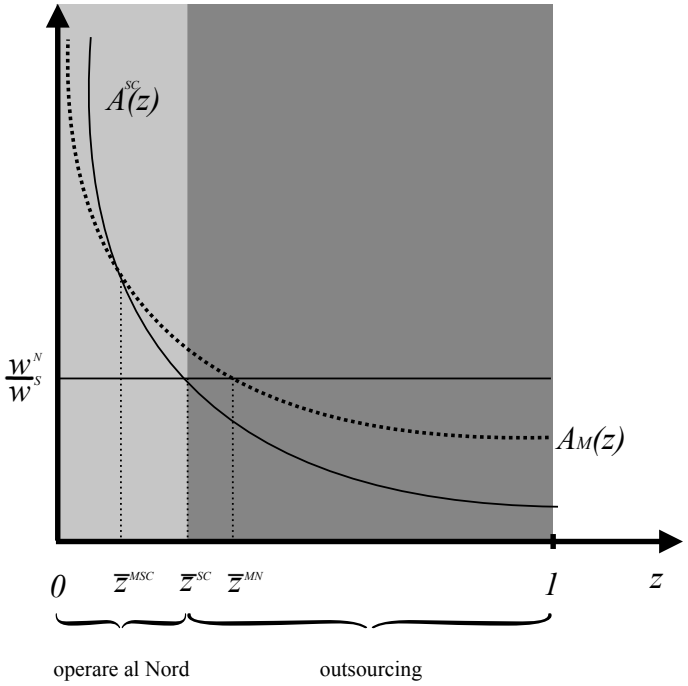
4.6.2 Scelta 4: operare al Nord vs. operare al Sud con *insourcing* vs. operare al Sud con Smart Contract

La scelta di equilibrio con multinazionale e senza multinazionale studiata da Antràs (e riportata in "scelta 3"), riflette il problema di incompletezza contrattuale che incide sulle modalità di internazionalizzazione dell'impresa (*insourcing* e *outsourcing*). La strategia di *insourcing*, come evidenziato, trasferendo all'impresa del Nord il controllo dell'attività, permette di anticipare la delocalizzazione della produzione. Tale equilibrio muta tuttavia se consideriamo un nuovo scenario: quello in cui la scelta di operare al Sud tramite *outsourcing* non avviene attraverso un contratto *arm's length* incompleto, ma con uno smart contract.
Nell'estensione del modello allo smart contract abbiamo precedentemente introdotto $A^{SC}(z)$ che, confrontato con $A(z)$ permette di affermare che l'utilizzo di un contratto *arm's length* smart anticipa il momento dell'internazionalizzazione dell'impresa rispetto all'utilizzo di un contratto *arm's length* incompleto. Nel confronto tra contratti tradizionali incompleti e contratti

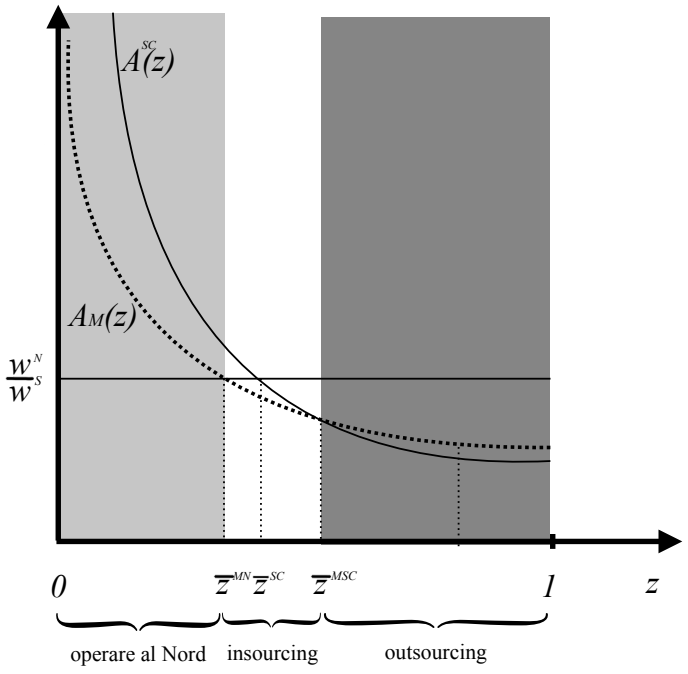
smart, abbiamo infatti evidenziato come gli smart contract favoriscano l'internazionalizzazione dell'impresa nell'ambito della strategia di *outsourcing*.
Riprendendo quindi la scelta 3 sulle modalità di internazionalizzazione, alla luce dell'utilizzo dello smart contract, avremo, per l'impresa, le seguenti alternative: a) operare al Nord; b) operare al Sud con *insourcing*; d) operare al Sud con un contratto *arm's length* smart.
La scelta di utilizzare lo smart contract come alternativa del solo contratto *arm's length* incompleto e non anche del contratto *intra-firms* nella strategia di *insourcing*, risponde ad un'impostazione teorica precisa. La letteratura sull'incompletezza contrattuale propone, infatti, due principali modalità di risposta ai limiti dei contratti tradizionali: da un lato, la soluzione proprietaria, che include l'integrazione verticale, l'*insourcing* ed i contratti *intra-firm*; dall'altro, la soluzione contrattuale, basata su contratti tra soggetti indipendenti (*arm's length*).
Nella soluzione proprietaria l'impresa affronta l'incompletezza contrattuale centralizzando il controllo: gli incentivi all'investimento sono gestiti internamente e gli esiti delle contingenze impreviste vengono risolti attraverso l'assegnazione dei diritti residuali all'impresa madre.
La soluzione contrattuale affida, invece, ai meccanismi di *design* contrattuale la definizione delle criticità legate all'incertezza e all'opportunismo. Per questi motivi il confronto tra contratti tradizionali e smart contract nell'ambito della strategia di internazionalizzazione risulta più interessante se consideriamo lo smart contract come una possibile evoluzione del contratto *arm's length* incompleto, piuttosto che come un'alternativa al contratto *intra-firm*[3].
Tale impostazione, da un lato permette di indagare se questa tecnologia possa rendere più efficace il coordinamento tra soggetti indipendenti, superando alcune criticità tipiche dei contratti tradizionali; dall'altro, consente di esplorare se lo smart contract possa rappresentare un'alternativa funzionale all'integrazione verticale, offrendo una soluzione contrattuale più efficiente senza dover ricorrere al controllo diretto o alla proprietà.
In particolare, il confronto con il contratto *arm's length* tradizionale permette di valutare se gli smart contract possano rappresentare una terza via tra mercato ed integrazione verticale, affrontando in modo più efficiente i limiti dell'incompletezza contrattuale e dell'opportunismo.
Nella scelta 4 sulle modalità di internazionalizzazione il primo confronto che l'impresa deve compiere è tra operare al Nord e operare al Sud con un contratto *arm's length* smart. Tale scelta è gia stata analizzata nella sezione 1 (scelta 2): l'utilizzo dello smart contract all'interno di una strategia di *outsourcing* rende vantaggiosa la delocalizzazione della produzione per valori di $z > \bar{z}^{SC}$ (Figura 4.3).
Il secondo confronto che l'impresa affronta è quello tra operare al Nord e operare al Sud con *insourcing*. Anche questa scelta è già stata esaminata nella sezione 2 (scelta 3): l'internazionalizzazione attraverso l'integrazione verticale è conveniente per valori di $z > \bar{z}^{MN}$.

[3]Da un punto di vista modellistico, un contratto *intra-firm* smart si configurerebbe esattamente come il contratto *arm's length* smart analizzato, annullando così le differenze tra strategia di *outsourcing* e *insourcing*. Pertanto il confronto proposto tiene già in conto questa opzione.

Figura 4.5: Equilibrio con e senza multinazionali, contratto smart



(a) equilibrio senza multinazionali



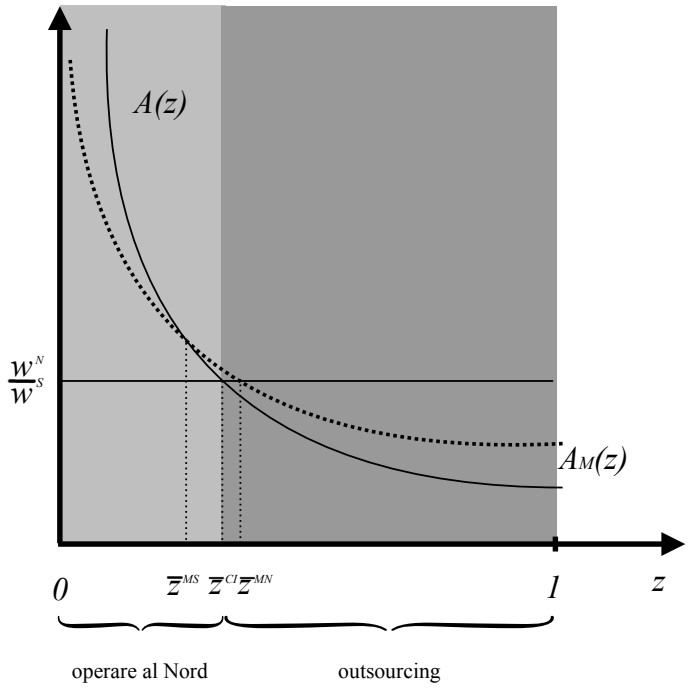
(b) equilibrio con multinazionali

Procedendo, infine, all'ultimo confronto, valutiamo la scelta ottima per l'impresa tra spostare la produzione al Sud con una strategia di *insourcing* o operare al Sud con un contratto *arm's length* smart. Tale scelta si basa sul confronto tra le funzioni $A^{SC}(z)$ e $A_M(z)$ per cui sarà preferibile adottare la strategia di *outsourcing* quando $A_M(z) < A^{SC}(z)$. In particolare, esiste un unico valore $\bar{z}^{MSC}$ in cui $A^{SC}(z) = A_M(z)$ e dove per l'impresa sarà indifferente operare al Sud con *insourcing* oppure con contratti *arm's length* smart. Inoltre per $0 < z < \bar{z}^{MSC}$ si verifica che $A^{SC}(z) < A_M(z)$; mentre per $\bar{z}^{MSC} < z \leq 1$, avremo che $A_M(z) > A^{SC}(z)$.
Confrontando le alternative indicate in premessa (a,b,d), si configurano ancora una volta due possibili scenari a seconda dei valori assunti da $\bar{z}^{SC}$, $\bar{z}^{MN}$, $\bar{z}^{MSC}$ (Figura 4.5). In particolare, se $\bar{z}^{MSC} < \min\left\{\bar{z}^{SC}, \bar{z}^{MN}\right\}$, l'*input low-tech* sarà prodotto al Nord per $z < \bar{z}^{SC}$ e nel Sud tramite *outsourcing* per $z > \bar{z}^{SC}$. In questo primo scenario la scelta ottimale per l'impresa, nel momento in cui il prodotto è sufficientemente standardizzato, è quella di delocalizzare la produzione di x_l al Sud direttamente attraverso contratti smart con imprese indipendenti, seguendo la strategia di *outsourcing*. Tale scenario si configura come un equilibrio senza multinazionali.
Se, invece, $\bar{z}^{MSC} > \min\left\{\bar{z}^{SC}, \bar{z}^{MN}\right\}$, l'*input low-tech* sarà prodotto al Nord per $z < \bar{z}^{MN}$, al Sud da un'impresa integrata se $\bar{z}^{SC} < z < \bar{z}^{MSC}$ e al Sud da un'impresa indipendente se $z > \bar{z}^{MSC}$. In questo secondo scenario l'impresa entra inizialmente nel mercato internazionale con una strategia di *insourcing* per poi passare, in una fase successiva di standardizzazione del prodotto, a contratti *arm's length* di tipo smart. Questo secondo scenario si configura, quindi, come un equilibrio con multinazionale.

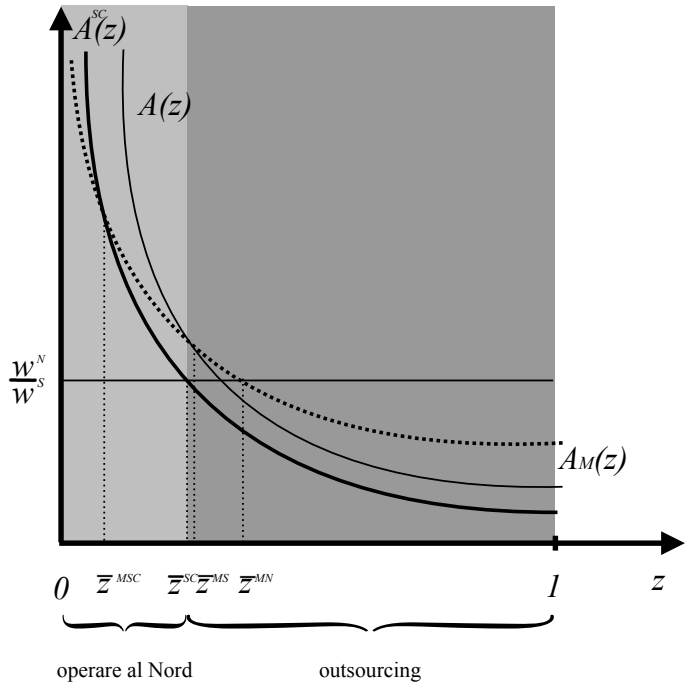
4.6.3 Confronto tra scelta 3 e scelta 4

Esaminiamo ora in che modo la possibilità di stipulare uno smart contract, in alternativa ad un contratto tradizionale ed incompleto, influenzi le strategie di internazionalizzazione dell'impresa, sia in termini di tempistiche, sia per quanto riguarda le modalità di delocalizzazione della produzione. In particolare, l'estensione del modello di Antràs (scelta 3) con l'introduzione dello smart contract (scelta 4) modifica il primo scenario, quello di equilibrio senza multinazionali, esclusivamente per quanto riguarda il timing. Al contrario, nel secondo scenario, quello di equilibrio con multinazionali, l'adozione dello smart contract incide sulle modalità di internazionalizzazione rispetto alla standardizzazione del prodotto.
Nell'estensione del modello di Antràs con l'introduzione dello smart contract abbiamo introdotto la curva $A^{SC}(z)$ dimostrando che la sua posizione è sempre alla sinistra di $A(z)$. Tuttavia, la posizione di $A^{SC}(z)$ rispetto ad $A(z)$ varia a seconda dei valori di ϑ. In particolare per valori di ϑ molto vicini allo 0, $A^{SC}(z)$ risulta di poco spostata rispetto a $A(z)$: in questo caso, come esaminato precedentemente, lo smart contract è più simile ad un contratto incompleto. Al contrario, per valori di ϑ molto vicini ad 1, $A^{SC}(z)$ risulta maggiormente spostata rispetto a $A(z)$: in questo caso lo smart contract assume le caratteristiche di un contratto completo.

Figura 4.6: Equilibrio senza multinazionali, confronto tra contratto incompleto e smart



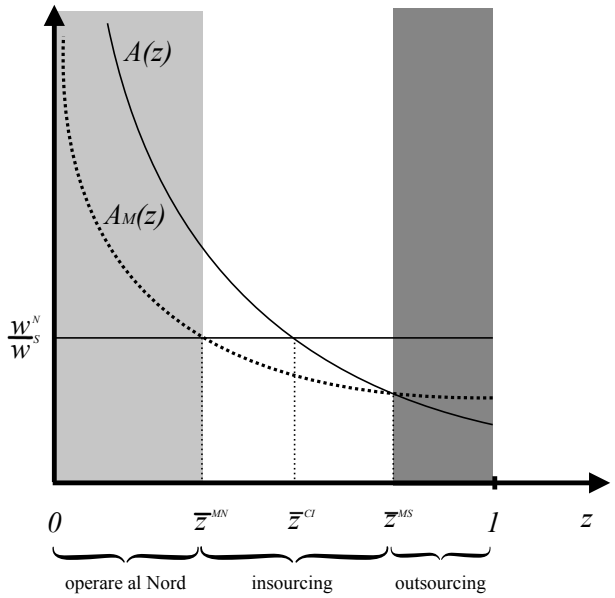
(a) equilibrio senza multinazionali, contratto incompleto



(b) equilibrio senza multinazionali, contratto smart

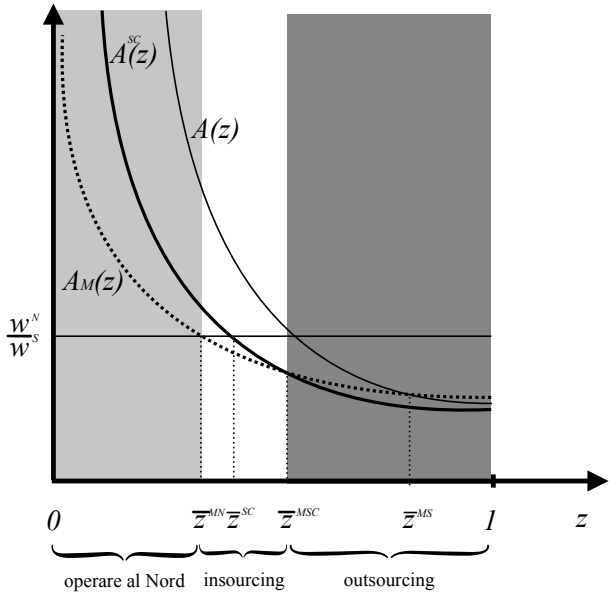
Nel confronto tra la scelta 3 e la scelta 4 è quindi necessario considerare come cambiano le strategie di internazionalizzazione dell'impresa negli scenari definiti dal modello di Antràs non solo rispetto all'introduzione di $A^{SC}(z)$ ma anche in relazione alla sua posizione.
Nell'equilibrio senza multinazionali, l'introduzione di un contratto *arm's length* smart non altera la convenienza dell'impresa a preferire una strategia di *outsourcing* anzichè una di *insourcing*. Dall'esame del pannello (b) della Figura 4.6, emerge che, con l'introduzione dello smart contract, la curva $A^{SC}(z)$ si troverà necessariamente alla sinistra della curva $A(z)$. Di conseguenza, il valore $\bar{z}^{MSC}$, che corrisponde al punto di intersezione tra $A^{SC}(z)$ e $A_M(z)$, si collocherà alla sinistra di $\bar{z}^{MS}$. Ne consegue che $\bar{z}^{MSC} \leq \bar{z}^{MS} < \bar{z}^{MN}$. In altre parole, l'equilibrio senza multinazionali risultante quando la strategia di *outsourcing* si fonda su un contratto incompleto rimane senza multinazionali anche in presenza di un contratto smart. Infatti, dalla Figura 4.6 appare evidente che sia $\bar{z}^{MS}$ che $\bar{z}^{MSC}$ si trovano nella regione in cui l'impresa trova ottimale operare al Nord, poiché $A^{SC}(z)$ incrocia $\frac{w^N}{w^S}$ in $\bar{z}^{SC}$ che è a sinistra rispetto a $\bar{z}^{MN}$.
L'impresa, nel momento in cui sposterà la produzione al Sud lo farà direttamente attraverso contratti *arm's length* smart, senza necessità di operare tramite una struttura multinazionale. Inoltre, dal confronto tra $\bar{z}^{CI}$ e $\bar{z}^{SC}$ si nota come l'area dell'operare al Nord si riduca con l'utilizzo del contratto smart che permette all'impresa di internazionalizzare in un momento precedente rispetto all'utilizzo di un contratto *arm's length* tradizionale.
In questo scenario, quindi, l'introduzione di $A^{SC}(z)$ influisce esclusivamente sul momento in cui l'impresa trova conveniente internazionalizzare, anticipandolo. Allo stesso modo la posizione di $A^{SC}(z)$ influisce esclusivamente sul timing dell'internazionalizzazione: tanto più la curva sarà a sinistra, tanto prima l'impresa preferirà delocalizzare la produzione.
Nell'equilibrio con multinazionali di Antràs, l'introduzione dello smart contract altera lo scenario definito dai contratti tradizionali in due modi, a seconda che la posizione di $A^{SC}(z)$ sia spostata di poco (caso 1) o di molto (caso 2) rispetto a $A(z)$. Se $A^{SC}(z)$ è di poco inferiore ad $A(z)$ e quindi risulta leggermente a sinistra di $A(z)$, il valore di $\bar{z}^{MSC}$, pur essendo inferiore a $\bar{z}^{MS}$, resta comunque superiore a $\bar{z}^{MN}$, come si evince dal pannello a) della Figura 4.8.
In questo caso l'impresa preferirà sempre utilizzare una struttura multinazionale per entrare nel mercato estero per un range di valori di z ridotto.
L'impresa riuscirà quindi a passare da una strategia di *insourcing* ad una di *outsourcing* per livelli di standardizzazione inferiori e quindi in una fase precedente del ciclo di vita del prodotto rispetto all'utilizzo di contratti tradizionali.
L'introduzione dello smart contract non altera, invece, le tempistiche di internazionalizzazione: mentre $\bar{z}^{MSC}$ risulta a sinistra rispetto a $\bar{z}^{MS}$, il valore di $\bar{z}^{MN}$ risulta infatti invariato dal confronto tra la Figura 4.7 e il pannello a) della Figura 4.8.
Se, invece, $A^{SC}(z)$ risulta molto più a sinistra rispetto a $A(z)$, l'intersezione tra queste curve avverà per un valore $\bar{z}^{MSC}$ inferiore rispetto a $\bar{z}^{MN}$, come rappresentato nel pannello b) della Figura 4.8.

Figura 4.7: Equilibrio con multinazionali, contratto incompleto

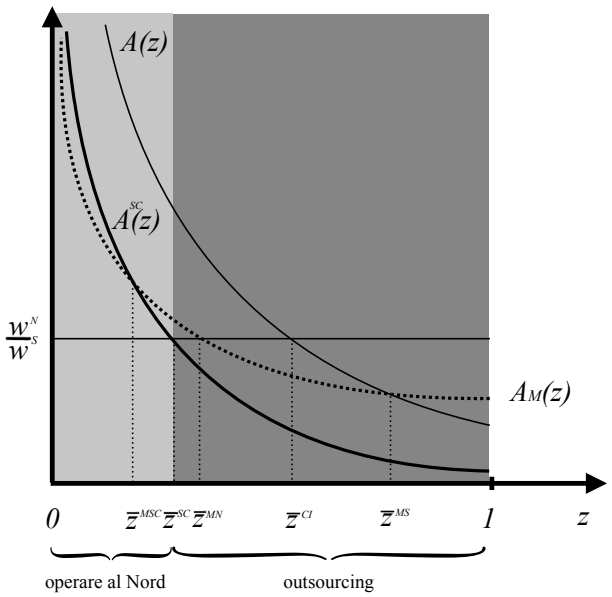


contratto incompleto

Figura 4.8: Equilibrio con multinazionali, contratto incompleto



(a) caso 1



(b) caso 2

L'impresa non troverà conveniente operare attraverso una multinazionale e internazionalizzerà la produzione attraverso contratti *arm's length* smart. Pertanto, in questo caso, lo scenario definito da Antràs equilibrio con multinazionali diventa, con l'estensione del modello al contratto smart un equilibrio senza multinazionali.
In conclusione, alla luce del confronto emerge come l'introduzione nel modello di Antràs del contratto smart influisca sulle scelte di internazionalizzazione dell'impresa. In particolare, l'utilizzo di un contratto *arm's length* smart amplia i casi in cui per l'impresa risulta più conveniente operare direttamente con una strategia di *outsourcing*.

Bibliografia

Andersson, Svante, "The Internationalization of the Firm from an Entrepreneurial Perspective," *International Studies of Management & Organization*, 2000, *30* (1), 63–92.

Antràs, Pol, "Incomplete Contracts and the Product Cycle," *American Economic Review*, 2005, *95* (4), 1054–1073.

Coviello, Nicole E., "The Network Dynamics in the International New Venture," *Journal of International Business Studies*, 2006, *37* (5), 713–731.

Dimitratos, Pavlos, Jeffrey E. Johnson, Emmanuella Plakoyiannaki, and Stephen Young, "SME Internationalization: How Does the Opportunity-Based International Entrepreneurial Culture Matter?," *International Business Review*, 2016, *25* (6), 1211–1222.

Dunning, John H. e Sarianna M. Lundan, *Multinational Enterprises and the Global Economy, Second Edition*, Edward Elgar Publishing, 2008.

Freeman, Susan e S. Tamer Cavusgil, "Toward a Typology of Commitment States Among Managers of Born-Global Firms: A Study of Accelerated Internationalization," *Journal of International Marketing*, 2007, *15* (4), 1–40.

Grossman, Gene M. e Elhanan Helpman, "Endogenous Product Cycles," *Economic Journal*, 1991, *101* (408), 1214–1229.

_ **e** _ , "Quality Ladders and Product Cycles," *Quarterly Journal of Economics*, 1991, *106* (2), 557–586.

Grossman, Sanford J. e Oliver D. Hart, "The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration," *Journal of Political Economy*, 1986, *94* (4), 691–719.

Hart, Oliver e John Moore, "Property Rights and the Nature of the Firm," *Journal of Political Economy*, 1990, *98* (6), 1119–1158.

Hennart, Jean François, "The Accidental Internationalists: A Theory of Born Globals," *Entrepreneurship: Theory and Practice*, 2014, *38* (1), 117–135.

Hymer, Herbert S., "The International Operations of National Firms: a Study of Direct Foreign Investment." PhD dissertation 1960.

Johanson, Jan e Jan-Erik Vahlne, "The Internationalization Process of the Firm-A Model of Knowledge Development and Increasing Foreign Market Commitments," *Journal of International Business Studies*, 1977, *8* (1), 23–32.

Knickerbocker, Frederick T., *Oligopolistic Reaction and the Multinational Enterprise*, Harvard University Press, Cambridge, 1973.

Knight, Gary A. e S. Tamer Cavusgil, "Innovation, Organizational Capabilities, and the Born-Global Firm," *Journal of International Business Studies*, 2004, *35* (4), 334.

Magee, Stephen P., "Information and the Multinational Corporation: an Appropriability Theory of Direct Foreign Investment," *The New International Economic Order*, 1977, pp. 317–340.

Mort, Gillian Sullivan e Jay Weerawardena, "Networking Capability and International Entrepreneurship: How Networks Function in Australian Born Global Firms," *International Marketing Review*, 2006, *23* (5), 549–572.

Ohlin, Bertil, "Interregional and International Trade," *American Economic Review*, 1933, *23* (4), 680–683.

Reid, Stan D., "The Decision-Maker and Export Entry and Expansion," *Journal of International Business Studies*, 1981, *12* (2), 101–112.

Ricardo, David, *On the Principles of Political Economy and Taxation* number 3 1817.

Smith, Adam, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* 1776.

Vernon, Raymond, "International Investment and International Trade in the Product Cycle," *The Quartely Journal of Economics*, 1966, *80* (2), 190–207.

Williamson, Oliver, *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting* 1985.

Zucchella, Antonella, Birgit Hagen, Stefano Denicolai, and Monica Masucci, "Early and Accelerated Internationalisation: the Role of the Niche Strategy in a New Generation of Exporters," *International Journal of Export Marketing*, 2016, *1* (1), 27–47.

Capitolo 5

Le strategie di internazionalizzazione delle imprese Born Global

5.1 Introduzione

Le strategie di internazionalizzazione delle imprese non possono prescindere dalla natura e dalle caratteristiche dei contratti che regolano le relazioni economiche transfrontaliere.
Come evidenziato nei capitoli precedenti, lo studio delle scelte di delocalizzazione produttiva richiede un'attenta considerazione dei problemi contrattuali messi in luce dalla *contract theory*. In particolare, fattori come i costi di transazione, l'incompletezza contrattuale, il rischio di *hold-up* e, più in generale, le inefficienze derivanti da sottoinvestimenti, rappresentano elementi chiave per comprendere perché e quando un'impresa decide di internalizzare alcune attività o di affidarsi a partner esterni. Tali problemi incidono profondamente sulla configurazione ottimale della governance internazionale, influenzando sia la scelta tra integrazione verticale e *outsourcing*, sia il *timing* dell'ingresso nei mercati esteri.
Nel capitolo precedente, l'estensione del modello di internazionalizzazione di Antràs attraverso l'introduzione degli smart contract, ha permesso di evidenziare il potenziale di questa tecnologia nel supportare il processo di internazionalizzazione. In particolare, è emerso come, l'adozione di smart contract, possa contribuire a ridurre i tempi di ingresso nei mercati esteri e a favorire forme contrattuali di tipo *arm's length*, ampliando il numero di contesti in cui l'impresa può operare a livello internazionale senza dover necessariamente ricorrere all'integrazione verticale. In questo senso, lo smart contract rappresenta un efficace strumento tecnologico in grado di favorire le strategie di *outsourcing* internazionale e di attenuare le inefficienze legate all'incompletezza contrattuale, contribuendo a migliorare sia la flessibilità strategica sia l'efficienza delle modalità di ingresso nei mercati esteri.
In questo capitolo, i risultati del modello formalizzato nel capitolo precedente saranno esaminati con riferimento alla strategia di internazionalizzazione delle imprese Born Global, con l'obiettivo di analizzare in che modo l'impiego degli smart contract possa influenzare le scelte

distributive di queste imprese, soprattutto nei casi in cui l'internazionalizzazione precoce avviene attraverso contratti *arm's length* di *licensing*. Il *licensing* rappresenta, infatti, una delle forme contrattuali più diffuse tra imprese indipendenti, in cui il titolare della proprietà intellettuale concede ad un *partner* locale il diritto di produrre o distribuire un bene in cambio di *royalty*.
Questa modalità, coerente con una strategia di *outsourcing*, è particolarmente attrattiva per le Born Global in quanto consente un accesso rapido ai mercati esteri con un impiego contenuto di risorse e una struttura leggera. Tuttavia, proprio la natura non proprietaria di questo strumento espone le imprese a rischi contrattuali rilevanti, legati all'incompletezza, alla difficoltà di monitoraggio e alla potenziale divergenza di interessi tra le parti. Tali imprese, caratterizzate da un'elevata intensità di conoscenza e da un forte orientamento internazionale sin dalle prime fasi del loro ciclo di vita, tendono a privilegiare modalità di ingresso scalabili, rapide e a basso impiego di capitale. Tuttavia, proprio l'affidamento a *partner* esteri in assenza di integrazione verticale le espone in modo rilevante ai rischi legati all'incompletezza contrattuale e agli incentivi imperfetti. In questo contesto, gli smart contract possono costituire una leva importante per rafforzare la credibilità e l'efficacia degli accordi distributivi, consentendo alle Born Global di mitigare i rischi di opportunismo e di espandersi in modo più sicuro, senza rinunciare ad una flessibilità organizzativa.
L'analisi proposta contribuirà dunque a chiarire come la tecnologia blockchain espressa attraverso gli smart contract possa influenzare non solo la tempistica dell'ingresso nei mercati esteri, ma anche la sostenibilità di un modello di crescita internazionale fondato su accordi non proprietari.

5.2 Born Global e internazionalizzazione precoce

A partire dagli anni '90 la letteratura scientifica ha iniziato ad interessarsi ad un fenomeno imprenditoriale nuovo: l'internazionalizzazione precoce di piccole e medie imprese che, a pochi anni dalla costituzione, erano già presenti in mercati esteri diversi e distanti da quello d'origine. Il termine Born Global è stato utilizzato per la prima volta da Rennie (1993) per descrivere quelle piccole e medie imprese che riescono a competere, sin dalla loro fondazione con *player* grandi e strutturati, all'interno di un mercato globale: "this firms did not slowly build their way international trade. Contrary to popular wisdom, they were Born Global".
Questa evidenza empirica, emersa inizialmente da studi condotti in Australia ma poi diffusa in molti altri Paesi del mondo, ha suscitato nel tempo un crescente interesse tra i ricercatori, in quanto rappresentava una novità ed una netta rottura rispetto al tradizionale modello di internazionalizzazione per stadi. Loveman et al. (1990) mostra un modello definito a "V" delle piccole

e medie imprese che, dopo un declino attraversato negli anni '50-'60, a partire dagli anni '70-'80 hanno attivato un processo di crescita a livello internazionale. Lo studio evidenzia come tale fenomeno non sia circoscritto ad alcune regioni, ma ampiamente diffuso sia in Europa che negli Stati Uniti ed in Giappone.

L'interesse della ricerca verso queste imprese nasce infatti per due ragioni: i) le piccole e medie imprese costituivano fino a quel momento, a livello internazionale, una realtà minore destinata a sparire; ii) il processo di espansione precoce stravolge completamente i modelli tradizionali di internazionalizzazione delle imprese, in particolare il modello a stadi di Johanson e Vahlne (1977).

Reid (1983) afferma che i modelli teorici a stadi sono troppo deterministici in quanto il processo di internazionalizzazione dipende da fattori contingenti cui le imprese rispondono con comportamenti unici. Lo *stage approach* è facilmente superato da strategie di internazionalizzazione alternative quali licenze e *joint venture*, ampiamente adottate da imprese più piccole per entrare in mercati esteri. In particolare è più probabile che ciò si verifichi tra imprese ad alta tecnologia dove gli elevati costi di ricerca e sviluppo, i cicli di vita dei prodotti più brevi e la concentrazione del mercato dei prodotti, accelerino il ritmo dell'internazionalizzazione. Knight e Cavusgil (2004) spiegano che ciò è dovuto al fatto che le innovazioni tecnologiche aiutano le imprese ad attenuare quelle che in letteratura sono definite come "liabilities of foreigness and newness". Infatti Autio et al. (2000) mostrano come l'intensità di conoscenza di un'impresa sia positivamente correlata con le sue vendite all'estero.

Oviatt e McDougall (1994) suggeriscono tre dimensioni chiave per lo studio delle Born Global: il tempo (velocità) di internazionalizzazione, l'ampiezza (i possibili indicatori sono, ad esempio, la distanza di mercato o il numero di mercati) e la scala (l'indicatore più comune è l'intensità delle esportazioni, cioè la quota del fatturato dei mercati esteri sul fatturato totale), definiti rispettivamente nella letteratura come *time*/*speed*, *scope* e *scale*/*degree*.

Il tempo (o *speed*) è un elemento chiave che distingue le Born Global dalle altre imprese. Le questioni principali studiate rispetto al tempo sono: 1) l'intervallo tra la fondazione e l'inizio delle operazioni internazionali di un'impresa e 2) la velocità della successiva crescita e sviluppo internazionale. La misurazione temporale dell'inizio delle attività internazionali delle Born Global è molto simile nei diversi studi: Rennie (1993) e Servais e Moen (2002) utilizzano l'intervallo di tempo "due anni dalla fondazione", Madsen et al. (2001) e Knight e Cavusgil (2004) indicano "entro tre anni dalla nascita". Bell et al. (2001) hanno invece rivolto i loro studi alle imprese che, dopo aver consolidato i propri mercati interni hanno deciso di abbracciare una strategia di rapida internazionalizzazione. Tali imprese sono state definite "born-again globals". Rispetto al criterio del tempo, la letteratura si è occupata quasi esclusivamente dello studio delle determinanti della velocità di internazionalizzazione, concentrandosi sulla fase iniziale dell'esportazione e meno agli aspetti legati alla performance successiva.

Nell'ambito dello "scope" Oviatt e McDougall (1994) definiscono le nuove imprese internazio-

nali come "a business organization that, from inception, seeks to derive significant competitive advantage from [...] the sale of outputs in multiple countries" non specificando il numero di Paesi e la portata globale delle operazioni delle imprese. Alcuni studi hanno esaminato il ruolo dei Paesi nel processo di internazionalizzazione (Zahra et al., 2000 e Reuber e Fisher, 1997) utilizzando la misura multidimensionale della "diversità internazionale" che, oltre ad un certo numero di Paesi stranieri, consisteva in una serie di segmenti di mercato, diversità tecnologica, culturale e geografica. In generale, essendo questo un parametro strettamente connesso alla distanza psichica (Johanson e Vahlne, 1977), la letteratura ha molto enfatizzato sul ruolo del fondatore e del *team* che gestisce l'impresa, sull'importanza dell'esperienza internazionale e della capacità di intrecciare relazioni che permettono di superare la distanza psichica, culturale e linguistica.

La dimensione *degree* (o *scale*) misura infine l'intensità dell'internazionalizzazione dell'impresa Born Global. La maggior parte degli studi considera la dimensione di scala, misurando le sole operazioni di fatturato derivanti dalle operazioni internazionali dell'impresa. Questo criterio che è stato spesso fissato al 25% del fatturato totale riprendendo quello utilizzato da Knight e Cavusgil (2004) per le imprese statunitensi, non coglie il fenomeno al livello europeo o nei piccoli Paesi. L'intensità media delle esportazioni (percentuale delle vendite estere sul totale delle vendite) di queste imprese è stata considerata del 69% (Moen, 2002; Madsen et al., 2001). L'utilizzo del criterio del fatturato determina una grande varietà di Born Global, in quanto un'impresa potrebbe qualificarsi come Born Global anche se le sue vendite all'esportazione derivassero da un solo Paese vicino. Secondo Sullivan (1994), oltre a misure finanziarie e psicologiche, esistono anche misure di scala strutturale, come le modalità di accesso nel mercato. Tale criterio, tuttavia, se vale per le imprese multinazionali, può essere problematico da considerare per le piccole imprese in quanto risulta improbabile che queste facciano uso di investimenti diretti esteri (Dalli, 1994).

La letteratura sulle Born Global ha utilizzato le dimensioni di *time*, *scope* e *degree* non solo per definire le caratteristiche fondamentali dell'impresa, ma anche per classificare le diverse tipologie che, pur rispondendo ai requisiti dimensionali minimi di Born Global, presentano peculiarità che le distinguono le une dalle altre per velocità di internazionalizzazione, ampiezza di estensione ed intensità di fatturato estero. Ad esempio, Oviatt e McDougall (1994) distinguono le imprese Born Global per attività della catena del valore e Paesi coinvolti, individuando quattro tipologie di imprese (*export/import start-up, geographically focused start-up, multinational trader, global start-up*). Il modello più complesso è quello rappresentato dalle *global start-up* che presentano un'estesa penetrazione nel mercato sia come numero di Paesi in cui operano sia rispetto al coordinamento delle attività della catena del valore.

Aspelund e Moen (2005), distinguendo le imprese per due dimensioni, *speed* e *degree*, individuano tre cluster significativi di Born Global: Born Global, *Early International Firm* e *Late International*. Le imprese Born Global presentano una rapida ed estesa internazionalizzazione,

dovuta all'insufficienza del mercato domestico e al desiderio di crescere. Si rivolgono ad un mercato di nicchia in cui entrano grazie ad un vantaggio tecnologico, di differenziazione e di alta qualità del prodotto rispetto ai concorrenti. Le *Early International Firm* presentano una internazionalizzazione precoce ma limitata che nasce su spinta estera, per ridurre la dipendenza dal mercato domestico ed è rivolta a mercati vicini. Le imprese *Late International* sono aziende più mature e leggermente più grandi che hanno una internazionalizzazione tardiva e limitata. Il loro rivolgersi all'esterno è dettato da flessioni interne che portano alla ricerca di un mercato più solido dove estendere il loro business. Sleuwaegen e Onkelinx (2014) distinguono, in base alla combinazione di *scope* e *time* due tipologie di imprese: le *Global start-up* che, sin dalla loro fondazione realizzano attività su scala globale entrando contemporaneamente in mercati diversi e le *Geographically Focused start-up* che, pur essendo internazionali, si rivolgono a pochi Paesi. Le prime realizzano la propria internazionalizzazione attraverso la *sprinkler strategy*, le seconde tramite la *waterfall strategy*.[1]

Le diverse definizioni utilizzate nella letteratura costituiscono talvolta semplici varianti nel modo di identificare il medesimo fenomeno; altre volte mettono invece in risalto configurazioni specifiche che, pur inserendosi nella più ampia cornice dell'*international entrepreneurship*, delineano modelli di sviluppo tra loro distinti (Faggioni, 2013).

La letteratura sulle Born Global ha ampiamente considerato i *driver* dell'internazionalizzazione, studiando gli effetti della riduzione dei costi di transazione, la presenza di un mercato globalizzato, le capacità manageriali e strutturali dell'impresa, l'alta specializzazione tecnologica dell'*output*. Poco rilievo è stato invece attribuito ai canali distributivi che rappresentano, tuttavia, un campo di indagine molto importante per le sfide che imprese giovani e con scarse risorse devono affrontare in poco tempo nel mercato internazionale. I canali di una Born Global devono infatti essere in grado di avere una portata globale e di fornire rapidamente entrate e flussi di cassa sufficientemente elevati affinchè l'impresa possa sopravvivere e crescere. Per questo motivo lo studio dell'internazionalizzazione delle imprese Born Global non può prescindere dall'analisi delle caratteristiche ottimali del contratto di licenza come canale distributivo di queste imprese.

[1] La *sprinkler strategy* consiste nell'effettuare rapidamente l'ingresso in un ampio numero di mercati per acquisire una posizione di rilievo. È una strategia indicata per i settori ad alta competizione con rapida crescita ed un ciclo di vita del prodotto breve. La *waterfall strategy* consiste in un ingresso prima in pochi mercati, poi gradualmente crescente in diversi Paesi. È adatto ai settori con crescita molto lenta e bassa competizione (Sleuwaegen e Onkelinx, 2014).

5.3 *Licensing*

Contemporaneamente alla globalizzazione ed alla diffusione di nuove imprese con tensione internazionale, nasce anche il mercato della tecnologia che riguarda le transazioni per l'utilizzo, lo sfruttamento o la cessione di tecnologia attraverso accordi di licenza completi (comprensivi di *know-how*) o licenze di brevetto essenziali ("stand alone patent licensing").
La letteratura sul mercato tecnologico e sul trasferimento dell'innovazione si sviluppa con la possibilità delle imprese, data dalla globalizzazione, di raggiungere mercati lontani attraverso accordi di licenza. La strategia delle imprese Born Global si fonda, infatti, sulla capacità di sfruttare il mercato tecnologico per internazionalizzare il proprio *output* innovativo con contratti di licenza che risultano fondamentali e strumentali a questa strategia distributiva.
Il contratto di licenza è un accordo con cui una parte, il licenziante, consente all'altra, il licenziatario, la possibilità di utilizzare o sfruttare il diritto di proprietà intellettuale (marchi, brevetti, *know-how*), attraverso la fissazione di compiute regole di scambio. Tale accordo produce effetti economici che variano in base alla struttura del contratto, al suo contenuto dispositivo ed alle diverse clausole che regolano il rapporto sottostante.
La formulazione del contratto di licenza è quindi strettamente funzionale all'esito di una determinata operazione economica e, più in generale, ad un certo indirizzo strategico dell'impresa. Per questo, la letteratura sul *licensing* si è ampiamente dedicata alla ricerca di un contratto ottimale di licenza analizzando diversi aspetti tra cui i regimi di pagamento, il contenuto oggetto di protezione e scambio e le strategie di trasferimento e commercializzazione della tecnologia.
I regimi tradizionali di pagamento sono quelli variabili (*royalty*), quelli fissi o una combinazione di entrambi attraverso una tariffa in due parti. Alcuni modelli di licenza distinguono contratti *royalty* ad unità di *output*, contratti *royalty ad valorem* (il licenziante riceve una quota dei profitti del licenziatario) e contratti di *revenue-royalty* (il licenziante riceve una quota dei ricavi del licenziatario).
L'evidenza empirica su questo tema, sebbene non vastissima data la riluttanza delle imprese a rivelare i termini contrattuali (Anand e Khanna, 2000; Amir et al., 2014), ha mostrato una significativa prevalenza dell'uso delle *royalty* (Rostoker, 1984 e Taylor e Silberstone, 1973). La scelta tra questi regimi di pagamento è stata analizzata a fondo dalla teoria economica, distinguendo scenari di simmetria e asimmetria informativa tra le parti.
Il contratto di licenza è stato spesso considerato una risposta efficace al problema dell'asimmetria informativa. Le dinamiche del trasferimento tecnologico tra imprese sono infatti influenzate dalle difficoltà negli scambi legate all'incertezza dell'innovazione. Il brevetto, riconoscendo l'innovazione, fornisce trasparenza tecnologica, aumentando la sicurezza dei contraenti e incentivando gli scambi. È stato considerato un modo per abbassare i costi di transazione e superare problemi come il *moral hazard*. Tuttavia, i problemi di asimmetria informativa persistono, specialmente nei contratti di licenza *ex ante* (che riguardano risultati innovativi derivanti da attività

di ricerca e sviluppo) e quando il trasferimento tecnologico include la conoscenza tacita come il *know-how*, che è difficile da codificare.
Il *know-how* è un patrimonio di conoscenza privato che deriva spesso da esperienze accumulate in contesti specifici il cui trasferimento comporta rischi e benefici difficilmente prevedibili in un accordo, aumentando quindi i rischi contrattuali per le parti (Arora (1995); Macho-Stadler et al., 1996; Mendi, 2007).
Le tecnologie che sono difficili da descrivere a priori possono rendere inefficienti gli standard tecnologici e gli impegni FRAND (*fair, reasonable and non- discriminatory*) spesso utilizzati nei contratti di licenza *ex ante*. In questi casi è possibile infatti che i SEP (*standard-essential patent*) portino a comportamenti opportunistici da parte dei titolari dei brevetti (Shapiro, 2001; Farrell et al., 2007; Schmalensee, 2009; Llanes e Poblete, 2014; Lerner e Tirole, 2015) e che gli impegni FRAND determinino un aumento dei costi di contrattazione ed un rallentamento del processo di definizione degli *standard* (Llanes, 2019).
In contesti di informazione completa, dove sia il licenziante che il licenziatario dispongono di tutte le informazioni rilevanti, alcuni modelli teorici suggeriscono che il canone fisso possa essere preferito sia dal titolare del brevetto che dal consumatore (Kamien e Tauman, 1986).
Quando subentra l'asimmetria informativa, una condizione molto comune nella realtà commerciale, specialmente quando si trasferisce conoscenza tacita come il *know-how*, la situazione cambia. Le informazioni private possono riguardare la portata dell'innovazione (nota al licenziante) o il potenziale di mercato (noto al licenziatario). In questi casi, una parte consistente della letteratura suggerisce che i contratti con *royalty* siano più efficaci nella gestione dei rischi in quanto riescono a riflettere meglio il valore, la qualità e la domanda di mercato del brevetto (Gallini e Wright, 1990; Macho-Stadler et al., 1996; Poddar e Sinha, 2004).
La scelta del regime di pagamento può essere condizionata anche dal contesto competitivo in cui opera l'impresa. I primi studi, come quello di Arrow (1962), hanno mostrato che in mercati perfettamente competitivi l'adozione di *royalty* può generare ricavi maggiori rispetto al canone fisso. Anche in scenari più complessi, come i duopoli con beni sostitutivi o le trattative bilaterali (Wang, 2002), le *royalty* tendono a emergere come soluzione preferibile, soprattutto quando l'innovazione non è drastica (Kishimoto e Muto, 2012). Inoltre, le *royalty* non solo offrono una maggiore durata contrattuale (Macho-Stadler et al., 1996), ma permettono anche al licenziante di monitorare l'andamento della produzione, cosa non possibile con un pagamento una tantum. Secondo il modello di Chen et al. (2014), la struttura ottimale del pagamento dipende anche dalla natura delle imprese coinvolte (imprese pubbliche e private).
In definitiva, sebbene in alcuni modelli teorici il canone fisso possa apparire più vantaggioso, nella pratica, dove l'informazione è spesso incompleta e il valore dell'innovazione incerto, le *royalty*, spesso abbinate a un pagamento iniziale, risultano essere la soluzione più flessibile ed efficace.

Oltre alla determinazione dei canoni di licenza, la letteratura si è concentra anche sulle scelte strategiche del licenziante, in particolare sulla possibilità di concedere o meno una licenza.
Le ragioni alla base della concessione possono essere molteplici: evitare lo sviluppo di tecnologie concorrenti, ridurre le aspettative del mercato (Shepard, 1987), gestire la pressione competitiva (Rockett, 1990), influenzare la catena di fornitura (Arya e Mittendorf, 2006), o ancora, commercializzare una tecnologia che l'impresa non è in grado di sviluppare autonomamente, affidandola così a un licenziatario più efficiente (Bresnahan e Gambardella, 1998).
Una parte della letteratura riconduce poi il *trade-off* dell'impresa nella scelta del *licensing* al rapporto esistente tra brevetto e licenza, analizzando la propensione alla concessione dell'innovazione in ordine alle caratteristiche brevettuali oggetto dell'accordo.
Poiché il brevetto costituisce un diritto territoriale, garantisce cioè diritti esclusivi solo nei Paesi in cui è stato registrato, l'estensione geografica delle licenze dipende dalla convenienza economica della registrazione in altri mercati, considerando i costi e i benefici potenziali (Archontakis e Varsakelis, 2017).
La letteratura ha ricondotto la scelta dell'estensione geografica della licenza a diversi fattori, quali il rischio di imitazione (Eaton e Kortum, 1996), il quadro di protezione dei diritti di proprietà intellettuale (Smith, 2001), le tasse di traduzione e di convalida e rinnovo del brevetto (Harhoff et al., 2007), la dimensione del mercato del Paese di destinazione (Putnam, 1996; Acemoglu e Linn, 2004), l'esistenza di un commercio bilaterale tra Paesi (Dosi et al., 1990). L'incentivo a brevettare in un Paese nasce soprattutto dal rischio di imitazione da parte di imprese locali o estere che hanno interessi commerciali nel Paese di destinazione. L'imitazione della tecnologia porterebbe alla perdita di una parte o di tutto il valore economico dell'invenzione. Il rischio di imitazione è stato calcolato rispetto alla protezione brevettuale (Smith, 2001), al capitale umano presente nel Paese, inteso come capacità di imitare l'innovazione (Eaton e Kortum, 1996), ed alla distanza fisica (Drivas e Economidou, 2014). Il rischio di imitazione è minore all'aumentare della componente tacita. Inoltre, entra in gioco la cosiddetta "dissipazione della rendita": se il mercato del potenziale licenziatario è già competitivo o lontano dal mercato originario del titolare, il rischio di perdita di valore per quest'ultimo è minore (Arora e Fosfuri, 2003).
Infine, i rendimenti delle licenze internazionali dipendono dalla definizione del prezzo di licenza, fortemente influenzato dal valore percepito del brevetto che resta difficile da stimare in assenza di criteri condivisi e dal processo negoziale, che avviene in un contesto di mercato imperfetto, caratterizzato da incertezza e asimmetria informativa tra le parti. Accanto a queste considerazioni, la letteratura ha rilevato l'esistenza di un mercato tecnologico non sfruttato (Arora et al., 2001), evidenziando come la propensione al *licensing* sia strettamente legata alle caratteristiche del brevetto (la protezione brevettuale, la natura tecnologica del brevetto e la sua codificabilità, il valore economico e la complementarietà della proprietà intellettuale). Il processo di commercializzazione di un'invenzione, infatti, richiede spesso l'adattamento o l'ulteriore

sviluppo della tecnologia, attività che implicano il coinvolgimento diretto del licenziante.
Una protezione forte aumenta la fiducia tra le parti e favorisce la condivisione di *know-how* (Arora, 1995). Le tecnologie generaliste e codificabili si prestano più facilmente al *licensing*, in quanto riducono i costi di trasferimento e aumentano le opportunità di applicazione (Bresnahan e Gambardella, 1998). Anche la natura della tecnologia influenza la licenza: una tecnologia con carattere scientifico è più facilmente codificabile in un contratto di licenza rispetto ad una tacita (Teece, 1986). Il valore economico del brevetto è un altro elemento rilevante: i brevetti più preziosi tendono ad essere concessi più facilmente in licenza, grazie al maggiore potere contrattuale del titolare (Gambardella et al., 2007). Inoltre, nei settori caratterizzati dalla presenza di conoscenza complementare e cumulabile, la concessione in licenza diventa spesso indispensabile per lo sviluppo di innovazioni successive. In questi contesti, chi detiene brevetti su tecnologie di base, ampiamente applicabili, ha un incentivo maggiore a concedere licenze per favorire l'adozione e l'evoluzione della tecnologia (Scotchmer, 1991).
Infine secondo la letteratura, l'età o il grado di maturità della tecnologia influenza positivamente il trasferimento di *know-how* poiché all'aumentare degli anni di una tecnologia diminuisce il rischio contrattuale legato alla conoscenza tacita (Gallini e Wright, 1990 e Rockett, 1990).

5.4 L'evoluzione del *licensing* tra *arm's length* e Smart Contract

Il *licensing* rappresenta una delle principali forme di contratto *arm's length*, in quanto è stipulato tra imprese giuridicamente indipendenti, prive di relazioni di controllo, che operano in autonomia e su basi di mercato. La strategia distributiva fondata su contratti di licenza è particolarmente rilevante per le imprese Born Global, che puntano ad una rapida internazionalizzazione, minimizzando l'impiego di risorse proprie e le complessità degli investimenti diretti. Tale modalità favorisce la diffusione della tecnologia, migliora la reputazione attraverso *partnership* con aziende consolidate, consente una commercializzazione più efficiente e può essere usata strategicamente per gestire la concorrenza. Inoltre, il *licensing*, permette di ridurre i costi di transazione e di affrontare le asimmetrie informative, specialmente tramite contratti a *royalty*.
Nonostante tali benefici, il *licensing* comporta anche rischi significativi, che potrebbero compromettere la realizzazione degli obiettivi prefissati. Tra questi rischi emerge, in primo piano, la perdita di controllo sulla tecnologia ceduta, che potrebbe essere impiegata dal licenziatario oltre i limiti contrattuali o in modalità non autorizzate, mettendo a rischio il vantaggio competitivo del licenziante. Tale criticità diventa particolarmente rilevante quando il trasferimento coinvolge il *know-how* tacito, caratterizzato da difficoltà nella codifica e nel monitoraggio, in-

crementando l'asimmetria informativa ed il rischio di comportamenti opportunistici.
Queste problematiche legate al *licensing*, sono acuite poi dalla struttura del mercato dei brevetti, dominato da pochi attori qualificati e caratterizzato da elevati costi di transazione che rendono difficile stabilire un valore equo per la tecnologia ceduta. Tale difficoltà può portare al fallimento delle negoziazioni in caso di aspettative non allineate, aggravando i rischi commerciali.
I limiti del *licensing* affrontati dalla letteratura, sono il riflesso diretto dell'incompletezza contrattuale che caratterizza i contratti *arm's length* tradizionali. L'assenza di legami di fiducia pregressi aumenta la probabilità di comportamenti opportunistici, complica la verifica del rispetto degli obblighi contrattuali e amplifica le asimmetrie informative. La necessità di definire clausole dettagliate e meccanismi di monitoraggio per tutelarsi da tali rischi può inoltre aumentare significativamente i costi di negoziazione, redazione ed *enforcement*, riducendo l'efficienza complessiva dell'accordo. In particolare, nelle transazioni internazionali, è spesso impossibile prevedere e specificare in modo verificabile tutte le contingenze future o misurare con precisione il livello degli investimenti da parte dei contraenti; tale incertezza, che si traduce nell'incompletezza contrattuale, rende inefficiente la frammentazione produttiva, soprattutto nelle fasi iniziali del ciclo di vita di un prodotto innovativo.
Come evidenziato dal modello di Antràs (2005), il contratto di licenza *arm's length*, in quanto stipulato con una controparte estera, è fisiologicamente incompleto e risponde a logiche di *outsourcing* che spingono l'impresa a posticipare l'ingresso nei mercati internazionali. Il modello mostra, infatti, che, sia in contesti con multinazionali che in quelli senza multinazionali, i contratti integrati verticalmente (*intra-firm*) permettono all'impresa di delocalizzare la produzione in una fase più precoce del ciclo di vita del prodotto rispetto a quanto consentito dagli accordi *arm's length*. Di conseguenza, nel quadro tradizionale, dominato dall'incompletezza contrattuale, le imprese intenzionate ad internazionalizzare rapidamente la produzione, devono necessariamente adottare una struttura più rigida ed organizzata, come quella di una multinazionale, per poter integrare verticalmente i propri *partner* esteri e garantire così incentivi e controllo. In questo scenario, l'impiego del *licensing*, che rappresenta la modalità preferita dalle Born Global per l'ingresso nei mercati esteri, risulterebbe penalizzante, costringendo l'impresa a scegliere tra una maggiore flessibilità organizzativa e un'anticipazione del processo di internazionalizzazione.

L'introduzione degli smart contract rappresenta una svolta significativa nella gestione dei contratti di *licensing*, specialmente nel contesto *arm's length* e nelle relazioni internazionali tra imprese indipendenti. Come evidenziato nel modello formalizzato nel Capitolo 4, gli smart contract forniscono una risposta efficace alle limitazioni strutturali dei contratti tradizionali, prima fra tutte l'incompletezza contrattuale. In base ai risultati della modellazione, l'adozione degli smart contract comporta due implicazioni fondamentali per l'uso del *licensing* nell'internazionalizzazione: da un lato, migliora l'efficienza degli investimenti grazie alla possibilità di

verificare automaticamente il rispetto degli impegni contrattuali; dall'altro, amplia le situazioni in cui il *licensing* diventa una scelta preferibile rispetto all'integrazione verticale, riducendo i rischi tipici degli accordi *arm's length*.

L'incompletezza dei contratti si manifesta nella difficoltà di specificare e verificare *ex ante* tutte le possibili contingenze future e, soprattutto, i livelli di investimento specifico da parte delle controparti, con il risultato di frequenti fenomeni di *hold-up* e sottoinvestimento. Nei contratti *arm's length*, tali rischi sono amplificati dall'assenza di relazioni gerarchiche e dalla mancanza di fiducia tra le parti. Proprio in questo contesto, lo smart contract sostituisce la fiducia personale con la fiducia nel codice: le condizioni contrattuali vengono auto-eseguite in modo automatico, trasparente e irreversibile sulla blockchain, riducendo l'ambiguità interpretativa e la possibilità di comportamenti opportunistici. Il modello mostra infatti che l'introduzione di un meccanismo di verifica, seppur imperfetto e soggetto ad una probabilità di errore da parte dell'oracolo, incentiva comunque livelli di investimento più vicini all'ottimo sociale rispetto ai contratti incompleti convenzionali. Il risultato è una riduzione sistematica del sottoinvestimento, proprio perché le imprese sanno che gli impegni contrattuali verranno rispettati senza necessità di *enforcement* esterno. In altre parole, il codice diventa un meccanismo sostitutivo della fiducia tradizionale, permettendo ad imprese indipendenti di collaborare in modo più efficiente anche in assenza di relazioni pregresse o meccanismi di controllo proprietari.

Nel modello analizzato, lo smart contract viene formalmente rappresentato come un contratto completo, poiché rende gli investimenti verificabili e contrattualizzabili. Tuttavia, a differenza del contratto completo ideale, in cui la verifica avviene in modo perfetto, il contratto smart incorpora una componente di rischio legata all'accuratezza dell'oracolo, ossia il meccanismo che trasferisce dati dal mondo *off-chain* (es. *report*, risultati, *performance*) all'ambiente *on-chain*. L'oracolo può infatti commettere errori nel validare il rispetto delle condizioni contrattuali, e questa imperfezione viene modellata come una probabilità di errore. Nonostante ciò, il solo fatto che un meccanismo di verifica automatica esista, seppur non infallibile, modifica gli incentivi delle parti, spingendole a investire a livelli significativamente più elevati rispetto al contesto dei contratti incompleti tradizionali.

Un contratto di licenza basato su smart contract potrebbe essere progettato per includere la possibilità di prefissare e verificare in modo chiaro e automatico i livelli di investimento che il licenziatario deve sostenere, un aspetto cruciale che nella pratica tradizionale è spesso fonte di incertezza e conflitti. Nel contesto del *licensing*, ciò significa che, attraverso un oracolo indipendente, le condizioni contrattuali relative all'uso corretto della tecnologia, alla qualità degli investimenti specifici, alla gestione delle *royalty* e al rispetto dei limiti d'uso possono essere monitorate e certificate in modo trasparente e oggettivo. Tale innovazione consentirebbe di ridurre significativamente i rischi finora ampiamente evidenziati dalla letteratura: la perdita di controllo sulla tecnologia trasferita, il possibile uso non autorizzato oltre la durata contrattuale, le difficoltà nel valutare e negoziare il valore della tecnologia sul mercato dei brevetti, e le

asimmetrie informative che aumentano la probabilità di comportamenti opportunistici.
Il contratto di *licensing* basato su smart contract non può essere tuttavia considerato un vero contratto completo, poiché presenta limiti legati al rischio di errore nella verifica delle condizioni contrattuali. Questo errore deriva principalmente dalla necessità di coordinare il mondo *on-chain* , dove il codice si esegue automaticamente, con il mondo *off-chain* , dove avvengono i fatti concreti da monitorare tramite l'oracolo. L'accuratezza di questa verifica dipende dalla semplicità delle variabili da misurare, dalla complessità stessa del contratto e dalla sicurezza della tecnologia blockchain impiegata. Tuttavia, con il progresso e la diffusione delle tecnologie blockchain e degli oracoli, questi rischi potrebbero essere progressivamente mitigati, migliorando l'affidabilità e l'efficacia degli smart contract nel *licensing*.
Un ulteriore risultato fondamentale del modello formalizzato nel IV capitolo è che l'impiego degli smart contract anticipa il momento della delocalizzazione produttiva, consentendo all'impresa di adottare una strategia di internazionalizzazione tramite *licensing*, in una fase precedente del ciclo di vita del prodotto, rispetto a quanto sarebbe possibile con contratti incompleti di licenza tradizionali. Ciò avviene anche in presenza di prodotti non ancora standardizzati, superando la barriera che normalmente avrebbe spinto l'impresa a preferire l'integrazione verticale per assicurarsi controllo e coordinamento.
L'impiego degli smart contract, inoltre, amplia significativamente l'ambito di applicazione del *licensing*, rendendolo una strategia di internazionalizzazione preferibile rispetto all'integrazione verticale in un numero maggiore di contesti.
In questa prospettiva, formalizzata attraverso l'introduzione di un nuovo modello contrattuale, l'utilizzo dello smart contract come strumento di *licensing*, agisce come una "terza via contrattuale" tra il mercato puro (*arm's length* tradizionale) e la gerarchia (integrazione verticale), coniugando flessibilità operativa e credibilità dell'impegno contrattuale: un contratto di *licensing* nuovo che sfrutta la tecnologia blockchain per anticipare e rendere più efficienti le strategie di internazionalizzazione dell'impresa.
L'introduzione degli smart contract rappresenta un'importante evoluzione del *licensing* tradizionale, integrando le potenzialità della blockchain con le esigenze pratiche delle imprese internazionali. In particolare, per le Born Global, che si distinguono per agilità organizzativa e rapidità d'azione, questa innovazione migliora l'efficienza degli investimenti grazie a una verifica automatica e trasparente degli impegni contrattuali e riducendo il *trade-off* tra la flessibilità tipica dei contratti *arm's length* e la sicurezza giuridica offerta dai contratti *intra-firm*. Di conseguenza, questo modello di *licensing* innovativo consente alle imprese Born Global di internazionalizzarsi in modo più rapido e affidabile, senza dover necessariamente ricorrere a strutture multinazionali complesse e costose.
In conclusione, con l'utilizzo degli smart contract il *licensing arm's length* si trasforma in uno strumento contrattuale tecnologicamente avanzato, più adatto a gestire le incertezze e le asimmetrie informative tipiche dei mercati globali, favorendo una crescita internazionale più effi-

ciente e sostenibile delle imprese Born Global.

5.5 L'internazionalizzazione delle Born Global attraverso contratti smart: *time*, *scope* e *degree*

La letteratura analizzata nei paragrafi precedenti ha messo in luce come le imprese Born Global rappresentino un caso peculiare e in controtendenza nel campo dell'internazionalizzazione. Queste imprese, solitamente di piccole dimensioni ma fortemente specializzate dal punto di vista tecnologico, si caratterizzano per l'avvio precoce delle attività sui mercati esteri, spesso già nei primissimi anni di vita, in netto contrasto con i percorsi graduali descritti dai modelli tradizionali, come quello di Uppsala. Secondo gli studi esaminati, tale comportamento è spiegato da una combinazione di fattori esterni e interni: da un lato, l'influenza della globalizzazione, l'apertura dei mercati e il progresso delle tecnologie di trasporto e comunicazione; dall'altro, il ruolo centrale dell'imprenditore, la sua propensione al rischio, la visione internazionale e la capacità di costruire reti di relazioni globali. La letteratura ha inoltre delineato tre dimensioni fondamentali per analizzare l'internazionalizzazione delle Born Global: la rapidità dell'ingresso nei mercati internazionali (*time*), l'ampiezza geografica e culturale dei mercati serviti (*scope*) e l'intensità del coinvolgimento internazionale, spesso misurata in termini di fatturato estero (*degree*). Se la ricerca sulle Born Global si è concentrata soprattutto sull'identificazione delle cause alla base dell'internazionalizzazione precoce e sulla classificazione delle sue dimensioni, minore attenzione è stata invece riservata alle modalità attraverso cui tali imprese si internazionalizzano, alle loro strategie distributive, e ancor meno all'evoluzione che queste strategie assumono nel tempo.

La rilevanza delle Born Global risulta particolarmente significativa nel contesto italiano, dove il settore imprenditoriale è storicamente dominato da piccole e medie imprese.[2] Le Born Global, così come definite dalla letteratura per le loro caratteristiche di rapidità nell'internazionalizzazione, specializzazione tecnologica e struttura organizzativa snella, risultano in larga parte assimilabili, nel quadro normativo italiano, alle *start-up* innovative, una categoria di imprese oggi molto diffusa e incentivata a livello nazionale. Queste imprese, pur caratterizzate da elevata agilità e avanzamento tecnologico, spesso presentano fragilità in termini di risorse finanziarie

[2]Le *startup* innovative, secondo la normativa italiana (DL 179/2012), sono società di capitali, anche in forma cooperativa, caratterizzate da un forte contenuto tecnologico e da un'elevata propensione alla ricerca e sviluppo. Devono essere imprese di piccole o medie dimensioni, costituite da non più di cinque anni, non devono aver distribuito utili e devono avere come attività prevalente la produzione o commercializzazione di prodotti o servizi innovativi. Inoltre, per essere riconosciute come tali, devono soddisfare almeno uno di questi tre requisiti: investire almeno il 15% dei propri costi in ricerca e sviluppo, impiegare personale altamente qualificato, oppure detenere un brevetto o un software registrato.

e organizzative. Per l'ampia diffusione e per caratteristiche comuni, queste imprese assumono un ruolo cruciale, dovendo affrontare la sfida di sostenere una crescita autonoma e di competere efficacemente sui mercati internazionali contro grandi multinazionali già consolidate.
In questo contesto, gli smart contract, oltre ad influenzare l'evoluzione dello strumento del *licensing* come principale canale distributivo delle Born Global, impattano significativamente anche sulle strategie di internazionalizzazione di queste imprese, modificandone le modalità operative e ampliandone le opportunità. I risultati derivanti dal modello esteso presentato nel Capitolo 4 consentono di analizzare più a fondo tali dinamiche, offrendo strumenti per comprendere come le Born Global possano adattare e potenziare le proprie strategie distributive in un ambiente tecnologico e contrattuale in evoluzione.
In generale, come già evidenziato, l'introduzione degli smart contract modifica profondamente la strategia di internazionalizzazione delle Born Global, permettendo loro di anticipare l'ingresso nei mercati esteri e di preferire l'*outsourcing* rispetto all'integrazione verticale. Grazie alla verificabilità degli investimenti e all'auto-esecuzione delle clausole contrattuali, gli smart contract riducono i rischi tipici dei contratti tradizionali, rendendo più efficiente la collaborazione con *partner* esterni. Ciò consente ad imprese giovani e tecnologicamente avanzate, ma con risorse limitate, di espandersi rapidamente su scala globale senza dover ricorrere a strutture multinazionali complesse ma potenziando i benefici del *licensing*, come strumento distributivo evoluto fondato sulla tecnologia blockchain.
Nello specifico, l'introduzione dello smart contract influisce sulle tre dimensioni che hanno maggiormente interessato la letteratura sulle Born Global: *time*, *scope* e *degree*.

Time

Come evidenziato nel Capitolo 4, l'introduzione degli smart contract ha un impatto diretto e significativo sulla dimensione del *time* nell'internazionalizzazione delle Born Global, ossia sulla rapidità con cui queste imprese si affacciano sui mercati esteri. In particolare, il modello proposto mostra come l'utilizzo di smart contract, rispetto ai contratti tradizionali incompleti, consenta di anticipare la delocalizzazione della produzione verso Paesi a basso costo del lavoro grazie alla maggiore efficienza contrattuale. Questo risultato si riflette in una riduzione della soglia critica del parametro $\bar{z}$, che nel modello rappresenta il livello di maturità e standardizzazione del prodotto. Con l'introduzione dello smart contract, tale soglia si abbassa, ampliando la fase del ciclo di vita del prodotto in cui la produzione può essere esternalizzata in sicurezza.
Nel contesto delle Born Global, imprese che già di per sé si caratterizzano per un ingresso rapido nei mercati internazionali, questa evoluzione tecnologica contribuisce a rendere ancora più precoce e sostenibile l'internazionalizzazione. L'affidabilità contrattuale garantita dagli smart contract, che permettono la verifica automatica e oggettiva degli investimenti grazie all'oracolo, riduce i rischi di *hold-up* e i costi di monitoraggio. In altre parole, l'impresa può scegliere di internazionalizzare la produzione prima rispetto a quanto accadrebbe con un contratto incompleto, che la spingerebbe invece a mantenere l'attività nel mercato domestico fino a una fase più

matura del prodotto. Mentre con contratti tradizionali le imprese sarebbero costrette a posticipare l'internazionalizzazione a causa dei rischi contrattuali e dell'incompletezza delle tutele legali nei contesti transnazionali, l'utilizzo degli smart contract consente di superare queste barriere, rendendo la delocalizzazione economicamente vantaggiosa già nelle fasi iniziali.
Tale anticipazione diventa ancora più marcata quanto più il livello di affidabilità dell'oracolo aumenta (nel modello, ϑ si avvicina ad 1). In tal caso, lo smart contract si comporta sempre più come un contratto completo, riducendo drasticamente il bisogno di controllo diretto e rafforzando la sostenibilità dell'*outsourcing* come scelta strategica già nelle prime fasi dell'internazionalizzazione. Questo permette anche a imprese giovani, con risorse limitate, di attuare strategie di *outsourcing* sin dalle fasi iniziali, rafforzando quella dinamica di internazionalizzazione accelerata che la letteratura riconosce come tratto distintivo delle Born Global.

Scope

La dimensione dello *scope* nelle Born Global si riferisce all'ampiezza geografica e culturale dell'internazionalizzazione. Indica in quanti e quali mercati l'impresa opera sin dalle prime fasi, e quanto riesce a superare barriere legate alla distanza fisica e psichica. Questa estensione dipende dalla capacità dell'impresa di gestire relazioni internazionali complesse, sfruttare differenze tra mercati e accedere a contesti anche molto distanti.
Nel modello di Antràs (2005), tali barriere sono rappresentate dall'incompletezza contrattuale, che nelle transazioni internazionali si traduce in una minore capacità di garantire e far rispettare gli accordi. In particolare, si assume che solo quando entrambi gli *input* sono prodotti nello stesso Paese sia possibile per una parte esterna distinguere tra *input* di buona e cattiva qualità. Come chiarito nel modello, questa ipotesi riflette una serie di ostacoli concreti, tra cui ambiguità giurisdizionali, conflitti linguistici e una debole protezione dei diritti di proprietà nei Paesi a basso salario. Tali fattori limitano l'affidabilità contrattuale, aumentano i rischi di *hold-up* e rendono meno efficiente la cooperazione internazionale, restringendo di fatto lo *scope* operativo delle imprese. Di conseguenza, la cooperazione produttiva a livello internazionale risulta più costosa e rischiosa, limitando concretamente lo *scope* dell'internazionalizzazione.
All'interno di questo quadro, l'introduzione degli smart contract nel modello esteso rappresenta una soluzione potenziale alle inefficienze contrattuali. Grazie alla possibilità di automatizzare e verificare l'esecuzione degli accordi tramite tecnologia blockchain e l'intervento di oracoli, gli smart contract riducono l'incertezza e i costi di monitoraggio associati agli scambi internazionali. In particolare, permettono di rendere più sicura la delocalizzazione della produzione verso Paesi a basso costo già nelle fasi iniziali del ciclo di vita del prodotto. In tal modo, contribuiscono ad ampliare lo *scope* delle Born Global, facilitando l'accesso a mercati tradizionalmente percepiti come complessi o rischiosi e riducendo le barriere legate alla distanza istituzionale e giuridica. In questo senso, lo *scope* delle Born Global non solo si estende, ma si indirizza strategicamente verso quei mercati che offrono vantaggi in termini di costo della manodopera e produzione, tradizionalmente definiti come "Paesi del Sud" nel modello.

Gli smart contract, dunque, contribuiscono ad ampliare e orientare geograficamente l'internazionalizzazione delle Born Global, permettendo loro di sfruttare in modo più efficiente le opportunità economiche offerte da contesti produttivi più vantaggiosi, precedentemente meno accessibili e più rischiosi a causa delle debolezze contrattuali.

Degree

Nel contesto delle Born Global, la dimensione del *degree* indica l'intensità dell'internazionalizzazione, solitamente misurata come percentuale del fatturato generato nei mercati esteri. Questa dimensione permette di comprendere non solo se un'impresa è presente sui mercati esteri, ma quanto tali mercati incidano sul suo modello di business e sulla sua sostenibilità nel tempo.
Nel modello teorico analizzato, ispirato a quello di Antràs (2005), questa logica si riflette nella struttura produttiva dell'impresa: il *degree* corrisponde alla quota di produzione effettivamente realizzata al di fuori del paese d'origine. In particolare, il modello distingue tra due *input* produttivi: l'*input* ad alta tecnologia (x_h), legato a ricerca e sviluppo, *marketing* e prototipazione, che viene sempre prodotto nel Nord (Paesi avanzati), e l'*input* a bassa tecnologia (x_l), che rappresenta l'assemblaggio o la produzione manifatturiera. Solo x_l può essere delocalizzato nei Paesi a basso costo del lavoro (Sud), e per questo rappresenta, nel modello, la componente misurabile dell'internazionalizzazione produttiva. La quota di x_l effettivamente trasferita all'estero costituisce quindi l'equivalente della misura del *degree*: quanto maggiore è la parte di produzione affidata a fornitori internazionali, tanto più elevata sarà l'intensità dell'internazionalizzazione dell'impresa.
Nel modello di Antràs (2005) la quota di produzione di x_l aumenta all'aumentare della standardizzazione del prodotto. In particolare è fissata una soglia $\bar{z}^{CI}$ al di sotto della quale l'impresa preferisce mantenere la produzione nel proprio paese d'origine.
L'introduzione degli smart contract modifica profondamente questa dinamica, anticipando la soglia $\bar{z}^{SC}$ ad un momento precedente del ciclo di vita del prodotto e anticipando così la delocalizzazione della produzione. Grazie alla loro capacità di mitigare i problemi di incompletezza contrattuale gli smart contract disincentivano il sottoinvestimento ed incrementano la produzione totale. Questo implica che le Born Global possono incrementare fin da subito la quota di x_l prodotta all'estero, aumentando di fatto il loro *degree* di internazionalizzazione.
Lo smart contract favorisce quindi un'intensità maggiore e più sostenibile della presenza produttiva internazionale, aumentando la produzione totale e potenziando il contributo dei mercati esteri alla creazione di valore dell'impresa sin dalle prime fasi del suo sviluppo.

5.6 Il nuovo paradigma distributivo degli Smart Contract: benefici e limiti

L'introduzione degli smart contract rappresenta un cambiamento radicale nella strategia distributiva delle Born Global, aprendo nuove possibilità per l'espansione internazionale attraverso il *licensing*. Tradizionalmente, il *licensing* ha costituito una modalità efficace per queste imprese giovani e tecnologicamente orientate, consentendo loro di accedere ai mercati esteri in modo rapido e con un impegno limitato di risorse. Tuttavia, nel modello tradizionale, questa scelta è ostacolata dall'incompletezza contrattuale, che espone l'impresa a rischi legati al controllo della tecnologia, alle difficoltà di monitoraggio, al rischio di appropriazione indebita del *know-how* e, soprattutto, a comportamenti opportunistici e problemi di sottoinvestimento da parte dei licenziatari, soprattutto quando la tecnologia è tacita o difficilmente codificabile. In assenza di strumenti di *enforcement* credibili, le Born Global rischiano di perdere controllo sulla propria tecnologia, compromettendo la qualità della collaborazione e i ritorni attesi.
È in questo contesto che l'applicazione degli smart contract, così come modellata estendendo il framework di Antràs (2005), offre una soluzione innovativa. Attraverso la codifica automatica e trasparente delle clausole contrattuali e il ricorso agli oracoli per la verifica degli investimenti, lo smart contract consente di ridurre drasticamente il rischio di comportamento opportunistico. La possibilità di automatizzare la distribuzione delle *royalty*, condizionandola a risultati verificabili,disincentiva il sottoinvestimento e migliora l'allineamento tra le partiIn questo modo, lo smart contract restituisce credibilità agli accordi decentralizzati e ne aumenta l'efficienza, consentendo livelli di investimento più vicini all'ottimo sociale.
Con l'introduzione dello smart contract il *licensing arm's length* diventa uno strumento tecnologicamente evoluto: resta uno strumento flessibile e poco oneroso, ma acquista un meccanismo interno di *enforcement* che ne aumenta l'affidabilità.
Il *licensing* smart contract diventa così una "terza via" tra l'approccio classico *arm's length*, fragile e rischioso, e quello integrato, più sicuro ma più costoso e rigido. In definitiva, grazie alla tecnologia, si amplia in modo significativo l'ambito di applicazione del *licensing* nelle strategie distributive internazionali delle Born Global, rendendolo uno strumento più efficace e sostenibile anche in contesti ad alto rischio contrattuale.
L'effetto è particolarmente rilevante per le Born Global, che possono così adottare strategie di *licensing* già nelle fasi iniziali del ciclo di vita del prodotto, senza dover attendere che esso raggiunga un grado elevato di standardizzazione. Inoltre, la maggiore affidabilità contrattuale consente di estendere il *licensing* a controparti in Paesi caratterizzati da debolezze istituzionali o distanza giuridica, allargando l'orizzonte geografico dell'internazionalizzazione. Non solo la velocità di ingresso nei mercati esteri risulta accelerata, ma anche la scala dell'internazionalizzazione cresce, grazie a una più ampia porzione della produzione (in particolare quella *low-tech*) che può essere delegata a *partner* stranieri con minori rischi.

Se da un lato l'impiego degli smart contract rappresenta un'evoluzione tecnologica del contratto di *licensing arm's length*, capace di superare molte delle criticità legate all'incompletezza contrattuale e di offrire così una spinta significativa all'internazionalizzazione precoce, flessibile e scalabile delle imprese Born Global, dall'altro questo modello presenta alcuni limiti strutturali. Tali limiti derivano sia dalle caratteristiche intrinseche della tecnologia, sia dal riconoscimento giuridico e sociale che gli smart contract ricevono nei diversi contesti istituzionali.

Uno degli aspetti più rilevanti riguarda il meccanismo di verifica delle condizioni contrattuali, che, nel caso degli smart contract, è affidato agli oracoli. Come evidenziato nella formalizzazione teorica del modello, la verifica operata dall'oracolo è soggetta ad una probabilità di errore. Questo rischio tecnico riflette un limite concreto della tecnologia: mentre per condizioni interamente digitali (*on-chain*) il margine di errore è minimo e la verifica può essere considerata quasi certa, per condizioni *off-chain* , che dipendono da eventi del mondo reale complessi o difficilmente osservabili, il rischio di errore aumenta sensibilmente.

Di conseguenza, non tutti i contratti sono ugualmente adatti a beneficiare della struttura automatica e auto-esecutiva degli smart contract. Nei casi in cui le clausole contrattuali si basano su condizioni difficili da digitalizzare o da tradurre con precisione in linguaggio computabile, l'oracolo non è in grado di eliminare completamente l'incompletezza contrattuale. Questo implica che, sebbene in molti contesti gli smart contract si avvicinino a uno strumento contrattuale quasi completo, la loro efficacia dipende fortemente dal tipo di scambio e dalla natura delle condizioni da verificare. Solo in determinati contesti, quindi, è possibile sfruttare appieno il potenziale degli oracoli per colmare il divario tra contratti incompleti e completi.

Un secondo limite, altrettanto rilevante, riguarda il riconoscimento giuridico degli smart contract. Sebbene in Italia[3] e in Europa siano stati compiuti importanti passi in avanti, con normative che riconoscono il valore legale degli smart contract in termini di forma scritta, validazione temporale e memorizzazione su registri distribuiti, il quadro giuridico resta ancora incerto e frammentato[4]. Infatti, nonostante i progressi normativi compiuti negli ultimi anni, il quadro legale rimane ancora incerto e frammentato, soprattutto per quanto riguarda la definizione, la qualificazione e l'efficacia vincolante di questi strumenti nei diversi ordinamenti.

La difficoltà principale risiede nell'assenza di una definizione univoca e condivisa. Sul pia-

[3] In Italia, il "Decreto Semplificazioni" (D.L. 135/2018, convertito con L. 12/2019) ha definito lo smart contract come un "programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti" e che vincola automaticamente le parti sulla base di effetti predefiniti. La norma riconosce che tali strumenti soddisfano il requisito della forma scritta, ma solo a condizione che le parti siano state preventivamente identificate tramite procedura informatica certificata. Inoltre, è stata attribuita validità probatoria al documento memorizzato su blockchain, purché conforme agli standard tecnici stabiliti dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID).

[4] A livello europeo, il DLT Pilot Regime (Reg. UE 2022/858) e il MiCAR (Reg. UE 2023/1114) hanno cominciato a tracciare un primo perimetro regolatorio per gli strumenti digitali basati su blockchain, ma senza disciplinare direttamente la natura contrattuale degli smart contract. Il Data Act propone una definizione operativa di smart contract come programma informatico memorizzato in un registro elettronico, prevedendo requisiti minimi di robustezza e sicurezza.

no dottrinale, infatti, persistono posizioni divergenti: da un lato, lo "smart contract code" è un semplice programma eseguibile su blockchain che di per sé non costituisce un contratto in senso giuridico; dall'altro, lo "smart legal contract" mira a integrare o sostituire gli accordi tradizionali, ma solleva problemi di interpretazione e applicazione dei principi generali del diritto, lasciando in ombra aspetti fondamentali come la manifestazione della volontà, la capacità giuridica delle parti, la possibilità di modificare o interpretare clausole contrattuali, e la gestione delle sopravvenienze (Bassan e Rabitti, 2024). Inoltre, la trasposizione del linguaggio giuridico in codice può generare ambiguità, rigidità e mancanza di trasparenza per gli utenti non esperti.
Anche sul piano internazionale, la natura decentralizzata e a-territoriale della blockchain complica l'individuazione della legge applicabile e la risoluzione delle controversie, rendendo necessario un continuo sforzo di armonizzazione normativa.
Questi limiti, tecnologici e giuridici, impongono quindi un approccio prudente e consapevole nell'adozione degli smart contract, soprattutto nei contesti internazionali complessi in cui operano le imprese Born Global.

Bibliografia

Acemoglu, Daron e Joshua Linn, "Market size in innovation: theory and evidence from the pharmaceutical industry," *Quarterly Journal of Economics*, 2004, (119), 1049–1090.

Amir, Rabah, David Encaoua, and Yassine Lefouili, "Optimal Licensing of Uncertain Patents in the Shadow of Litigation," *Games and Economic Behavior*, 2014, *88*, 320–338.

Anand, N. Bharat e Tarun Khanna, "Do Firms Learn to Create Value? The Case of Alliances," *Strategic Management Journal*, 2000, *48*, 103–135.

Antràs, Pol, "Incomplete Contracts and the Product Cycle," *American Economic Review*, 2005, *95* (4), 1054–1073.

Archontakis, Fragiskos e Nikos C. Varsakelis, "Patenting Abroad: Evidence from OECD Countries," *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, *116*, 62–69.

Arora, A., A. Fosfuri, and A. Gambardella, *Markets for Technology and Their Implications for Corporate Strategy*, Vol. 10 2001.

Arora, Ashish, "Licensing Tacit Knowledge: Intellectual Property Rights and the Market for Know-how," *Economics of Innovation and New Technology*, 1995, (4), 41–49.

_ **e Andrea Fosfuri**, "Licensing the Market for Technology," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 2003, *52* (2), 277–295.

Arrow, Kenneth J., "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention," in "Readings in Industrial Economics" 1962, pp. 609–626.

Arya, Anil e Brian Mittendorf, "Enhancing Vertical Efficiency Through Horizontal Licensing," *Journal of Regulatory Economics*, 2006, *29* (3), 333–342.

Aspelund, Arild e Øystein Moen, "Small International Firms: Typology, Performance and Implications," *Management International Review*, 2005, *45* (3), 37–57.

Autio, Erkko, Harry J. Sapienza, and James G. Almeida, "Effects of Age at Entry, Knowledge Intensity, and Imitability on International Growth," *Academy of Management Journal*, 2000, *43* (5), 909–924.

Bassan, Fabio e Maddalena Rabitti, "From smart legal contracts to contracts on blockchain: An empirical investigation," *Computer Law Security Review*, 2024, (55).

Bell, Jim, Rod McNaughton, and Stephen Young, "'Born-Again Global' Firms: An Extension to the 'Born Global' Phenomenon," *Journal of International Management*, 2001, *7* (3), 173–189.

Bresnahan, Timothy e Alfonso Gambardella, "The Division of Labor and The Extent of The Market," *General Purpose Technologies and Economy Growth*, 1998, *24* (1), 253–281.

Chen, Yi Wen, Ya Po Yang, Leonard F.S. Wang, and Shih Jye Wu, "Technology Licensing in Mixed Oligopoly," *International Review of Economics and Finance*, 2014, *31* (700), 193–204.

Dalli, Daniele, "The exporting process: The evolution of small and medium-sized firms towards internationalization," *Advances in International Marketing*, 1994, (6), 107–115.

Dosi, Giovanni, Keith Pavitt, and Luc Soete, *The Economics of Technical Change and International Trade.* 1990.

Drivas, Kyriakos e Claire Economidou, "Is Geographic Nearness Important for Trading Ideas? Evidence from the US," *Munich Personal RePEc Archive*, 2014, pp. 1–34.

Eaton, Jonathan e Samuel Kortum, "Trade in Ideas Patenting and Productivity in the OECD," *Journal of International Economics*, 1996, *40* (3-4), 251–278.

Faggioni, Francesca, *L'impresa spin off della ricerca. Nascita, sviluppo e processi di internazionalizzazione*, CEDAM, 2013.

Farrell, Joseph, John Hayes, Carl Shapiro, and Teresa Sullivan, "Standard Setting, Patents, and Hold-up," *Antitrust Law Journal*, 2007, *3* (3), 603–670.

Gallini, Nancy T. e Brian D. Wright, "Technology Transfer under Asymmetric Information," *The RAND Journal of Economics*, 1990, *21* (1), 147–160.

Gambardella, Alfonso, Paola Giuri, and Alessandra Luzzi, "The Market for Patents in Europe," *Research Policy*, 2007, *36* (8), 1163–1183.

Harhoff, Dietmar, Karin Hoisl, Bettina Reichl, and Bruno van Pottelsberghe de la Potterie, "Patent Validation at the Country Level-The role of Fees and Translation Costs," *Research Policy*, 2007.

Johanson, Jan e Jan-Erik Vahlne, "The Internationalization Process of the Firm-A Model of Knowledge Development and Increasing Foreign Market Commitments," *Journal of International Business Studies*, 1977, *8* (1), 23–32.

Kamien, M.I. e Y. Tauman, "Fees Versus Royalties and the Private Value of a Patent," *The Quarterly Journal of Economics*, 1986, *101* (3), 471–492.

Kishimoto, Shin e Shigeo Muto, "Fee Versus Royalty Policy in Licensing Through Bargaining: An Application of the Nash Bargaining Solution," *Bulletin of Economic Research*, 2012, pp. 293–304.

Knight, Gary A. e S. Tamer Cavusgil, "Innovation, Organizational Capabilities, and the Born-Global Firm," *Journal of International Business Studies*, 2004, *35* (4), 334.

Lerner, Josh e Jean Tirole, "Standard-Essential Patents Jean Tirole," *Journal of Political Economy*, 2015, *123* (3), 547–586.

Llanes, Gastón, "Ex-ante Agreements and FRAND Commitments in a Repeated Game of Standard-Setting Organizations," *Review of Industrial Organization*, 2019, pp. 159–174.

_ **e Joaquín Poblete**, "Ex Ante Agreements in Standard Setting and Patent-Pool Formation," *Journal of Economics and Management Strategy*, 2014, *23* (1), 50–67.

Loveman, Gary, Werner Sengenberger, and M. Priore, "The Re-emergence of Small-Scale Production: An International Comparison1," *International Institute for Labour Studies*, 1990.

Macho-Stadler, Inès, Xavier Martinez-Giralt, and J. David Pérez-Castrillo, "The Role of Information in Licensing Contract Design," *Research Policy*, 1996, *25* (1), 43–57.

Madsen, Tage, Erik Rasmussen, and Per Servias, "Differences and similarities between born globals and other types of exporters," *Advances in International Marketing*, 2001, (10), 247–265.

Mendi, Pedro, "Contractual Implications of International Trade in Tacit Knowledge," *Applied Economics*, 2007, *39* (9).

Oviatt, Benjamin P. e Patricia Phillips McDougall, "Toward a Theory of International New Ventures," *Journal of International Business Studies*, 1994, *25* (1), 45–64.

Poddar, Sougata e Uday Bhanu Sinha, "On Patent Licensing in Spatial Competition," *The Economic Record*, 2004, *80* (249), 208–218.

Putnam, Jonathan Douglas, "The Value of International Patent Rights." PhD dissertation 1996.

Reid, Stan, *Firm internationalization, transaction costs and strategic choice*, Emerald, 1983.

Rennie, Michael, "Global competitiveness: Born global," *McKinsey Quarterly*, 1993, (4), 45–52.

Reuber, Rebecca A. e Eileen Fisher, "The Influence of the Management Team ' s International Experience on the Internationalization Behaviors of SMEs," *Journal of International Business Studies*, 1997, *28*, 807–825.

Rockett, Katharine E, "Choosing the Competition and Patent Licensing Published," *The RAND Journal of Economics*, 1990, *21* (1).

Rostoker, M., "A Survey of Corporate Licensing," *IDEA: The Journal of Law and Technology*, 1984, *24* (2), 59–92.

Schmalensee, Richard, "Standard-Setting, Innovation Specialists, and Competition Policy," *Journal of Industrial Economics*, 2009, *57* (3), 526–552.

Scotchmer, Suzanne, "Standing on the Shoulders of Giants: Cumulative Research and the Patent Law," *Journal of Economic Perspectives*, 1991, *5* (1), 29–41.

Servais, Per e Øystein Moen, "Born global or gradual global? Examining the export behavior of small and medium-sized enterprises," *Journal of International Marketing*, 2002, (10), 49–72.

Shapiro, Carl, "Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard-Setting," in "Innovation policy and the economy," Vol. 1 2001, pp. 119–150.

Shepard, Andrea, "Licensing to Enhance Demand for New Technologies," *The RAND Journal of Economics*, 1987, *18* (3), 360–368.

Sleuwaegen, Leo e Jonas Onkelinx, "International Commitment, Post-Entry Growth and Survival of International New Ventures," *Journal of Business Venturing*, 2014, *29* (1), 106–120.

Smith, Pamela J., "How do Foreign Patent Rights Affect U.S. Exports, Affiliate Sales, and Licenses?," *Journal of International Economics*, 2001, *55* (2), 411–439.

Sullivan, Daniel, "Measuring the Degree of Internationalization of a Firm," *Journal of International Business Studies*, 1994, *25* (2), 325–342.

Taylor, Christopher Thomas e Aubrey Silberstone, *The economic impact of the patent system*, Cambridge University Press, 1973.

Teece, David J., "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy," *Research Policy*, 1986, pp. 285–305.

Wang, X. Henry, "Fee Versus Royalty Licensing in a Differential Cournot Duopoly," *Journal of Economics and Business*, 2002, *54* (2), 253–266.

Zahra, Shaker A., R. Duane Ireland, and Michael A. Hitt, "International Expansion by New Venture Firms: International Diversity, Mode of Market Entry, Technological Learning, and Performance," *Academy of Management Journal*, 2000, *43* (5), 925–950.

Øystein Moen, "The born globals: a new generation of small European exporters. International marketing review," *International marketing review*, 2002, (19), 156–175.

Appendice

Questa Appendice algebrica deriva i principali risultati alla base delle conclusioni del capitolo 4. In particolare, illustra il *trade-off* tra operare al Nord con un contratto completo e operare al Sud attraverso la stipula di un Contratto Smart. In primo luogo, si mostra come il Contratto Smart, date le sue caratteristiche, mitighi il problema di sottoinvestimento tipicamente associato ai contratti incompleti. In secondo luogo, si dimostra che la possibilità di siglare uno Smart Contract estende la regione di z in cui risulta conveniente per l'impresa fare *outsourcing* al Sud, beneficiando dei minori costi di produzione, rispetto ad un contratto incompleto tradizionale.

Il problema di sottoinvestimento nel contratto Smart

Come descritto nel capitolo 4, l'impresa madre che decida di stipulare un contratto Smart risolve il seguente problema di ottimizzazione:

$$\begin{aligned}&\max_{x_l} \vartheta \left\{ \frac{1}{2}R - w^S x_l - \left[\frac{\pi^{cc}}{2} - \left(\frac{1}{2}R - w^N x_h \right) \right] \right\} + (1-\vartheta) \left\{ \frac{1}{2}R - w^S x_l \right\} \\ &= \max_{x_l} \frac{1}{2}R - w^S x_l - \vartheta \left(\frac{\pi^{cc}}{2} - \frac{1}{2}R + w^N x_h \right)\end{aligned} \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial x_l} = \frac{1}{2}(1+\vartheta)\frac{\partial R}{\partial x_l} - w^S = 0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial R}{\partial x_l} = \frac{2}{1+\vartheta} w^S \tag{3}$$

Se $\vartheta = 1$ allora $w^S = \frac{\partial R}{\partial x_l}$ (contratto completo)
Se $\vartheta = 0$ allora $2w^S = \frac{\partial R}{\partial x_l}$ (contratto incompleto)

$$\begin{aligned}&\max_{x_h} \vartheta \left\{ \frac{1}{2}R - w^N x_h - \left[\frac{\pi^{cc}}{2} - \left(\frac{1}{2}R - w^S x_l \right) \right] \right\} + (1-\vartheta) \left\{ \frac{1}{2}R - w^N x_h \right\} \\ &= \max_{x_h} \frac{1}{2}R - w^N x_h - \vartheta \left(\frac{\pi^{cc}}{2} - \frac{1}{2}R + w^S x_l \right)\end{aligned} \tag{4}$$

$$\frac{\partial}{\partial x_h} = \frac{1}{2}(1+\vartheta)\frac{\partial R}{\partial x_h} - w^N = 0 \tag{5}$$

$$\frac{\partial R}{\partial x_h} = \frac{2}{1+\vartheta} w^N \tag{6}$$

Se $\vartheta = 1$ allora $w^N = \frac{\partial R}{\partial x_h}$ (contratto completo)
Se $\vartheta = 0$ allora $2w^N = \frac{\partial R}{\partial x_h}$ (contratto incompleto)

L'equilibrio si verifica quando entrambe queste condizioni di primo ordine sono verificate:

$$\begin{cases} \frac{\partial R}{\partial x_l} = \frac{2}{1+\vartheta} w^S \\ \frac{\partial R}{\partial x_h} = \frac{2}{1+\vartheta} w^N \end{cases} \tag{7}$$

$$\begin{cases} \lambda^{1-\alpha} \zeta_z^{\alpha} x_h^{\alpha(1-z)} \alpha z x_l^{(\alpha z-1)} = \frac{2}{1+\vartheta} w^S \\ \lambda^{1-\alpha} \zeta_z^{\alpha} x_l^{\alpha z} \alpha (1-z) x_h^{\alpha(1-z)-1} = \frac{2}{1+\vartheta} w^N \end{cases} \tag{8}$$

Dividendo la prima equazione con la seconda:

$$\frac{x_h}{x_l} \frac{z}{(1-z)} = \frac{w^S}{w^N} \tag{9}$$

Per cui:

$$x_h = \frac{w^S}{w^N} \frac{(1-z)}{z} x_l \tag{10}$$

Sostituendo x_h nella prima condizione del primo ordine:

$$\lambda^{1-\alpha} \zeta_l^{\alpha} \left[\frac{w^S}{w^N} \frac{(1-z)}{z} x_l \right]^{\alpha(1-z)} \alpha z x_l^{(\alpha z-1)} = \frac{2}{1+\vartheta} w^S \tag{11}$$

Dove il valore di x_l determinato con lo Smart Contract (x^{SC}) corrisponde a:

$$x_l^{\alpha-\alpha z+\alpha z-1} = \frac{2}{1+\vartheta} w^S \lambda^{\alpha-1} \zeta_z^{-\alpha} (\alpha z)^{-1} \left[\frac{w^S}{w^N} \frac{(1-z)}{z} \right]^{\alpha(z-1)} \tag{12}$$

$$x_l = \left\{ \frac{2}{1+\vartheta} w^S \lambda^{\alpha-1} \zeta_z^{-\alpha} (\alpha z)^{-1} \left[\frac{w^S}{w^N} \frac{(1-z)}{z} \right]^{\alpha(z-1)} \right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{13}$$

Pertanto il livello ottimo di x_l con lo Smart Contract (x_l^{SC}) è:

$$x_l^{SC} = \left\{ \frac{1+\vartheta}{2w^S} \lambda^{1-\alpha} \zeta_z^{\alpha} \alpha z \left[\frac{w^S}{w^N} \frac{(1-z)}{z} \right]^{\alpha(1-z)} \right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{14}$$

Sostituendo x_h nell'equazione di x_l:

$$x_h^{SC} = \left\{ \frac{w^S}{w^N} \frac{(1-z)}{z} \right\} \left\{ \frac{1+\vartheta}{2w^S} \lambda (1-\alpha) \zeta_z^{\alpha} \alpha z \left[\frac{w^S}{w^N} \frac{(1-z)}{z} \right] \right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{15}$$

Confrontando x_h^{SC} e x_l^{SC} dello Smart Contract, con x_h^{CC} e x_h^{CC} del contratto completo e x_h e x_l del contratto incompleto, si nota che, per $i \in \{l,h\}$:

$$x_i \leq x_i^{SC} \leq x_i^{CC} \tag{16}$$

Quindi lo Smart Contract mitiga il problema del sottoinvestimento del contratto incompleto.

Il confronto tra $\bar{z}^{SC}$ e $\bar{z}^{CI}$

Per ottenere i profitti dello Smart Contract (π^{SC}) sostituiamo x_h^{SC} e x_l^{SC} in y^{SC}:

$$y = \zeta_z x_h^{1-z} x_l^z \tag{17}$$

$$\zeta_z = z^{-z}(1-z)^{-(1-z)} \tag{18}$$

$$y^{SC} = \zeta_z \left[\frac{w^S}{w^N}\frac{(1-z)}{z}\right]^{(1-z)} \left\{\frac{1+\vartheta}{2w^S}\lambda^{(1-\alpha)}\zeta_z^{\alpha}\alpha z\left[\frac{w^S}{w^N}\frac{(1-z)}{z}\right]^{\alpha(1-z)}\right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{19}$$

Sostituiamo ζ_z con la sua definizione:

$$y^{SC} = z^{-z}(1-z)^{-(1-z)} \left[\frac{w^S}{w^N}\frac{(1-z)}{z}\right]^{(1-z)} \left\{\frac{1+\vartheta}{2w^S}\lambda^{(1-\alpha)}\zeta_z^{\alpha}\alpha z\left[\frac{w^S}{w^N}\frac{(1-z)}{z}\right]^{\alpha(1-z)}\right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{20}$$

$$y^{SC} = \left\{\frac{1+\vartheta}{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}\alpha\right\}^{\frac{1}{1-\alpha}}\lambda \tag{21}$$

Poiché

$$p = \left(\frac{\lambda}{y}\right)^{(1-\alpha)} \tag{22}$$

allora:

$$p^{SC} = \frac{2\left(w^N\right)^{1-z}\left(w^S\right)^z}{\alpha(1+\vartheta)} \tag{23}$$

I costi totali sono:

$$\left\{\left(\frac{w^S}{z}\right)^{(1-\alpha)}\frac{1+\vartheta}{2w^S}\lambda^{(1-\alpha)}\zeta_z^{\alpha}\alpha z\left[\frac{w^S}{w^N}\frac{(1-z)}{z}\right]^{\alpha(1-z)}\right\}^{\frac{1}{1-\alpha}}\lambda \tag{24}$$

Sostituiamo la definizione di $\zeta_z = z^{-z}(1-z)^{-(1-z)}$:

$$w^S(x_h) + w^S(x_l) = \left\{ \frac{\alpha(1+\vartheta)}{2(w^S)^{\alpha z}(w^N)^{\alpha(1-z)}} \right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \lambda \tag{25}$$

Quindi i profitti totali dello Smart Contract sono:

$$\pi^{SC} = p^{SC} y^{SC} - w^N x_h^{SC} - w^S x_l^{SC} = \left[1 - \frac{\alpha(1+\vartheta)}{2}\right] \lambda \left[\frac{2(w^N)^{1-z}(w^S)^z}{\alpha(1+\vartheta)}\right]^{-\frac{\alpha}{(1-\alpha)}} \tag{26}$$

Verifichiamo quando conviene operare nel mercato internazionale con uno Smart Contract anziché produrre solo al Nord e, quindi, quando i profitti al Nord sono maggiori di quelli al Sud con Smart Contract ($\pi^{SC} \geq \pi^N$):

$$\left[1 - \frac{\alpha(1+\vartheta)}{2}\right] \lambda \left[\frac{2(w^N)^{1-z}(w^S)^z}{\alpha(1+\vartheta)}\right]^{-\frac{\alpha}{(1-\alpha)}} \geq (1-\alpha)\lambda \left(\frac{w^N}{\alpha}\right)^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{27}$$

$$\left[\frac{2(w^N)^{(1-z)}(w^S)^z}{w^N}\right]^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}} \geq \frac{(1-\alpha)}{1-\frac{\alpha(1+\vartheta)}{2}}(1+\vartheta)^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{28}$$

$$\left[\frac{w^S}{w^N}\right]^{-\frac{\alpha z}{1-\alpha}} \geq \frac{(1-\alpha)}{\frac{1-\alpha(1+\vartheta)}{2}} \left[\frac{(1+\vartheta)}{2}\right]^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{29}$$

$$\omega \equiv \frac{w^N}{w^S} \geq \left\{ \frac{(1-\alpha)}{\frac{1-\alpha(1+\vartheta)}{2}\left[\frac{1+\vartheta}{2}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}} \right\}^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \equiv A^{SC}(z) \tag{30}$$

Studiamo il comportamento della funzione $A^{SC}(z)$ al variare di ϑ, in modo da analizzare la posizione della curva $A^{SC}(z)$ rispetto ad $A(z)$:

$$A^{SC}(z) \equiv \left\{ \frac{1-\alpha}{\frac{1-\alpha(1+\vartheta)}{2}\left[\frac{1+\vartheta}{2}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}} \right\}^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}} = (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \left[\left(1 - \frac{1+\vartheta}{2}\alpha\right)\left(\frac{1+\vartheta}{2}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\right]^{-\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \tag{31}$$

La sua derivata è:

$$\frac{\partial A^{SC}(z)}{\partial \vartheta} = -\frac{1}{2z}\left[\frac{1-\alpha}{1-\frac{1+\vartheta}{2}\alpha}\right]^{1+\frac{1-\alpha}{\alpha z}} \left(\frac{1+\vartheta}{2}\right)^{-\frac{1}{z}-1} \left[\left(1 - \frac{1+\vartheta}{2}\alpha\right)\left(\frac{1}{1-\alpha}\right) - \frac{1+\vartheta}{2}\right] \tag{32}$$

Poiché $0 < \alpha < 1$ e $0 \leq \vartheta \leq 1$, il segno di questa derivata dipende esclusivamente dal segno della seguente espressione:

$$-\left[\left(1-\frac{1+\vartheta}{2}\alpha\right)\left(\frac{1}{1-\alpha}\right)-\frac{1+\vartheta}{2}\right] \tag{33}$$

In particolare, la derivata ha segno negativo quando:

$$-\left[\left(1-\frac{1+\vartheta}{2}\alpha\right)\left(\frac{1}{1-\alpha}\right)-\frac{1+\vartheta}{2}\right] \leq 0 \tag{34}$$

Ossia quando:

$$\vartheta \leq 1 \tag{35}$$

condizione che è sempre verificata. In altre parole, per $\vartheta = 0$ (lo Smart Contract è equivalente ad un contratto incompleto), la curva $A^{SC}(z)$ coincide con $A(z)$; per $\vartheta > 0$, la curva $A^{SC}(z)$ si trova al di sotto di $A(z)$. Di conseguenza $\bar{z}^{SC}$, identificato dall'intersezione tra $A^{SC(z)}$ e $\omega \equiv \frac{w^N}{w^S}$ è necessariamente inferiore o uguale a $\bar{z}^{CI}$, individuato dall'intersezione tra $A(z)$ e ω e la distanza tra $\bar{z}^{SC}$ e $\bar{z}^{CI}$ aumenta all'aumentare di ϑ. Ne consegue che, per valori crescenti di ϑ, la regione di z in cui è più vantaggioso operare al Sud con lo Smart Contract si espande.