

Reti d'impresa ambientali e innovazione: un'applicazione per l'Italia

di Giulio Guarini, Giuseppe Garofalo, Arianna Moschetti*

Riassunto

Gli autori illustrano, in linea con un approccio evolutivo-schumpeteriano, l'importanza delle innovazioni ambientali per una crescita economica sostenibile e, in questo ambito, dei networks tra PMI. Nella parte empirica, dopo aver descritto statisticamente le reti d'impresa ambientali in Italia, stimano econometricamente il loro impatto sulla produttività delle singole imprese partecipanti.

Parole chiave: reti d'impresa ambientali, produttività del lavoro

Classificazione Jel: L14; L25; O32; O44; Q01; Q55

Environmental Networks and Firm's Innovation: an Application for Italy

Abstract

Following an evolutionary-schumpeterian approach, the authors illustrate the importance of environmental innovations for sustainable economic growth and, in this context, of SME networks. In the empirical section, after describing them with reference to Italian situation, they econometrically estimate their impact on the productivity of the individual participating companies.

Keywords: environmental networks, labour productivity.

Jel classification: L14; L25; O32; O44; Q01; Q55.

*Dipartimento di Economia, Ingegneria, Società e Impresa, Università degli studi della Tuscia, via del Paradiso 47, 01100, Viterbo, Italia. *Corresponding author:* giulioguarini@unitus.it. L'articolo è uno dei frutti del progetto di ricerca su "Le reti d'impresa come volano per la diffusione di innovazioni", finanziato dall'ENEA. Alla ricerca hanno contribuito Luca Correani e Silvia Pugliesi. Si ringrazia il referee anonimo per le preziose indicazioni. Gli autori restano gli unici responsabili di eventuali errori ed inesattezze.

Introduzione

Il contratto di rete, una forma di aggregazione (introdotta nella legislazione italiana nel 2009) più flessibile e innovativa rispetto alle tradizionali, consente lo sfruttamento di sinergie e complementarità aggregative senza rinunciare alla propria autonomia gestionale. Tutto ciò rappresenta un utile strumento per superare i limiti legati al ridotto profilo dimensionale delle PMI, in particolare i vincoli connessi alla carenza di competenze specialistiche e quelli di natura finanziaria che possono limitare gli investimenti.

Negli ultimi sei anni il numero delle reti d'impresa che in Italia hanno espressamente indicato come obiettivo strategico il miglioramento dell'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale è cresciuto progressivamente raggiungendo i 147 contratti (il 6% del totale) con il coinvolgimento di 724 imprese¹. Le imprese italiane hanno cominciato a comprendere l'importanza di una filiera integrata tra le aziende impegnate sulle diverse progettualità green, in modo da distribuire in modo ottimale compiti, processi e funzioni, massimizzando i benefici ottenibili.

Obiettivo del nostro studio è quello di analizzare il ruolo delle reti d'impresa ambientali nei processi di innovazione, un tema che prescinde, a nostro avviso, dal contesto specifico, assumendo un rilievo generale. Nella parte teorica, si evidenzia l'importanza delle innovazioni ambientali per una crescita economica sostenibile. Successivamente si descrivono i drivers delle innovazioni ambientali, focalizzando l'attenzione sul networking. In tal senso si enucleano le caratteristiche che rendono le reti ambientali un efficace strumento di innovazione, date le forti complementarità tra tecnologie standard e tecnologie pulite e, in generale, tra innovazioni standard ed ambientali. Il networking, anche se valido per ogni tipo di innovazione perché foriero di economie di scala, è estremamente importante per le innovazioni ambientali che si caratterizzano per una maggiore complessità dovuta alla molteplicità di soggetti coinvolti e di competenze richieste. Dal livello macroeconomico ci spostiamo su quello microeconomico mostrando come, a livello di singola impresa, si richieda l'*open eco-innovation mode*, ossia una strategia di apertura alla conoscenza esterna. Esso prevede appunto come primo pilastro l'*external knowledge sourcing* che si basa sulla partecipazione a network che siano "larghi" (*network breadth*) per attrarre le competenze necessarie non possedute e, allo stesso tempo, "profondi e solidi" (*network depth*) per ridurre quelle differenze che frenano lo scambio di idee, progetti, esperienze, saperi. Inoltre la trasmissione e

¹ I dati aggiornati a maggio 2016 sono tratti da Infocamere.

l'implementazione di conoscenze esterne, indispensabile per innescare o sostenere processi innovativi “verdi” richiede l'*absorptive capacity*, ossia una rilevante attività di R&S per favorire l'apprendimento di nuova conoscenza esterna, e *social integration mechanisms* per facilitarne la diffusione informale (aspetto molto studiato nella letteratura sui distretti) e per rendere l'organizzazione interna capace di adattarsi ai cambiamenti che il networking richiede.

Nella sezione empirica partiamo dalla costruzione di un dataset che, combinando dati Infocamere con il database AIDA (Analisi Informatizzata delle Aziende Italiane) - Bureau van Dijk, dispone di un set informativo comprensivo di dati economico-finanziari di 442 imprese firmatarie di un contratto di rete ambientale. Successivamente stimiamo un modello *system GMM* per mostrare come la numerosità dei legami interni alle reti ambientali d'impresa possa avere un significativo impatto positivo sulla produttività dell'impresa. Tale risultato esprime la complementarità tra innovazioni ambientali ed innovazioni standard che è un *technology push driver* dell'innovazione ambientale. I risultati dimostrano come l'implementazione di pratiche “verdi” non solo sia compatibile con le strategie di business, ma possa rappresentare un'opportunità di crescita aziendale. In linea con la *Porter' hypothesis* strumenti normativi ben congegnati per le esigenze del mondo imprenditoriale, quali sono i contratti di rete, possono essere efficaci nel migliorare le performance aziendali. Più in particolare dimostriamo, in linea con altri studi empirici sui networks (Ghisetti et al. 2015), come vi sia, dopo un iniziale effetto positivo, un'inversione dovuta a diseconomie di scala. La fase iniziale in cui il networking ha un impatto positivo sulla produttività è però di gran lunga superiore alla fase finale in cui si ha un'eccessiva crescita dei costi di gestione per l'assorbimento e la valorizzazione della nuova conoscenza esterna. Tale aspetto aggiunge un ulteriore elemento di complessità al networking legato all'ambiente e pone all'attenzione del sistema istituzionale e del sistema produttivo l'importanza dell'*absorptive capacity* per limitare tale fenomeno.

1. Il framework teorico

Lo sviluppo sostenibile ha come componenti imprescindibili non solo la capacità di innovare prodotti e cicli produttivi, ma lo sviluppo e la messa in pratica delle eco innovazioni o innovazioni ambientali. Quest'ultime si distinguono dalle innovazioni tradizionali perché tengono conto sia del profilo economico, che di quello sociale e ambientale in cui vengono realizzate.

In riferimento ad un approccio di tipo schumpeteriano, in generale le innovazioni possono essere classificate in cinque tipologie:

«(1) l'introduzione di nuovi beni e servizi o di nuove qualità di beni e servizi; (2) lo sviluppo di nuovi metodi di produzione o di nuove strategie di marketing; (3) l'apertura di nuovi mercati; (4) la scoperta di nuove fonti di materie prime o un nuovo utilizzo di risorse già conosciute; (5) la costituzione di nuove strutture industriali in un dato settore» (Ocampo 2005).

Nello specifico le innovazioni ambientali, secondo una prospettiva evolutiva-schumpeteriana, sono così definite:

«the production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business methods that is novel to the organization (developing or adopting it) and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives» (Kemp and Pearson, 2007, p. 7).

Le innovazioni ambientali possono essere di prodotto, organizzative e di processo. Quest'ultime si dividono in due tipologie. Le prime sono tecnologie *end-of-pipe* che riducono l'inquinamento inserendo degli apparati tecnici al termine del processo produttivo (come ad esempio filtri, apparecchiature di desolfurazione); del secondo tipo sono le tecnologie *cleaner production* che riducono l'inquinamento trasformando il processo produttivo, ad esempio ottimizzando l'utilizzo di materie prime e combustibili e il dosaggio di materiale chimico (Oltra, 2008; Hammer and Lofgren, 2010).

1.1 Innovazioni ambientali e crescita sostenibile

Le innovazioni ambientali sono molto importanti per la sostenibilità, che può essere misurata mediante la riduzione del volume delle emissioni di gas inquinanti (H). L'indicatore di sostenibilità può essere definito come il prodotto tra il PIL (Y) e l'intensità ambientale (H/Y), come mostra la seguente identità

$$(1.1) \quad H = Y \frac{H}{Y}.$$

L'intensità ambientale può essere vista come l'inverso dell'efficienza ambientale Y/H e quest'ultima è utilizzata come proxy delle innovazioni ambientali, in analogia all'impiego della produttività del lavoro come indicatore delle innovazioni "standard". L'efficientamento energetico, definito come la riduzione del rapporto tra energia (E) e PIL (Y), contribuisce alla diminuzione dell'intensità ambientale, come mostra la seguente identità

$$(1.2) \quad \frac{H}{Y} = \frac{H \cdot E}{E \cdot Y}$$

La (1.1) e la (1.2) permettono di comprendere in modo chiaro il senso del quadro programmatico dell'Unione Europea per il settennio 2014-2020 intitolato "Europa 2020", che mira a promuovere e sostenere una crescita che sia inclusiva, innovativa e sostenibile. Dalla (1.1) emerge come la strada per una crescita sostenibile passi inevitabilmente per l'innovazione, perché è possibile aumentare Y ed avere una riduzione di H solamente tramite un decremento di H/Y . La (1.2) mostra come sia importante non solo risparmiare energia, ma anche incrementare la quota delle energie rinnovabili che, rispetto alle altre fonti energetiche, sono meno inquinanti, ossia hanno un minore rapporto $\frac{H}{E}$. La strategia Europa 2020 associa la sostenibilità all'innovazione attraverso l'attivazione di iniziative "green" di politica industriale, che permettano al sistema produttivo europeo di intraprendere sentieri di crescita che coniughino il miglioramento della qualità della vita con il miglioramento della competitività per affrontare le sfide della globalizzazione. Per questo sono stati individuati dei targets, in riferimento alle emissioni di gas inquinanti, allo sviluppo delle energie rinnovabili e alla promozione della Ricerca & Sviluppo (World Economic Forum, 2014).

1.2 Reti d'impresa e innovazioni

Il contratto di rete di impresa, introdotto nell'ordinamento giuridico italiano a partire dal 2009², costituisce una nuova forma organizzativa snella e flessibile capace di superare il radicamento territoriale e migliorare la circolazione dell'informazione, la diffusione della conoscenza e la generazione dell'innovazione, agevolando così collaborazioni tra imprese anche distanti.

In senso economico, i contratti di rete, di per sé un'innovazione di tipo normativo, sono innovazioni di processo, in quanto modificano le varie attività inerenti il processo produttivo delle imprese partecipanti, attraverso lo scambio di informazioni e/o prestazioni di natura industriale, commerciale, tecnica o tecnologica. A sua volta, tale cooperazione diviene motore di altre innovazioni, attraverso la generazione di economie di scala statiche e dinamiche: le prime legate principalmente alla condivisione di centri di costo, le seconde invece frutto di processi di apprendimento e trasferimento di conoscenza.

² A livello europeo l'incentivo all'aggregazioni tra micro, piccole e medie imprese, al cui interno si colloca anche il "contratto di rete", è previsto già da tempo dai programmi comunitari attraverso lo Small Business Act" per l'Europa del 2008.

Altri elementi che determinano economie di scala statiche sono le *indivisibilità*, per cui la produzione di alcuni beni necessita di una scala minima di produzione e l'aumento dell'output può avvenire solo in dimensioni multiple rispetto a tale livello. Legato ad esso vi è l'effetto soglia che riguarda un costo fisso (di impresa, di settore, di area) che, superato un certo livello, ricade in modo decrescente su ogni unità prodotta.

Tali fenomeni attengono a situazioni in cui, per motivi tecnologici, organizzativi, istituzionali, esistono discontinuità nella produzione, ossia si ha un investimento fisso minimo con capacità ottima data. All'interno della stessa impresa, superato il livello ottimo, si hanno rendimenti di scala crescenti mentre, all'interno di uno stesso settore industriale, l'impresa che produce al di sotto di tale livello ha costi più alti dell'impresa che produce al di sopra. Tale investimento può riguardare: a livello di impresa, una tecnologia, laboratori specializzati, attività che si avvantaggino della vicinanza dei clienti e fornitori; a livello settoriale, regionale e sovraregionale, infrastrutture pubbliche, consorzi privati utili alle attività produttive e finanziabili in base alla dimensione di tali attività (telecomunicazioni, strade, produzione elettrica, depurazione...). Logicamente esiste anche un livello di saturazione, oltre il quale emergono diseconomie dovute principalmente a problemi di tipo organizzativo.

Un fenomeno che genera economie di scala dinamiche è quello del *learning by doing* ossia di apprendimento dovuto alla produzione cumulata e al tempo trascorso a produrre lo stesso bene. Altri due fenomeni concernenti le economie di scala dinamiche sono il *learning by using*, secondo cui il prolungato utilizzo di una tecnologia permette di conoscerla in modo dettagliato e di sfruttarne sempre meglio i vantaggi, e le *network externalities* secondo le quali, con il passare del tempo e con l'aumentare del numero delle imprese che adottano tale tecnologia, cresce il vantaggio economico perché si riducono i costi di utilizzo. Tali *network externalities*, centrali dal nostro punto di vista, sono collegate alle economie di agglomerazione, concernenti principalmente la riduzione dei costi di trasporto e di transazione, e alle economie di scopo (o di specializzazione) relative alla divisione orizzontale del lavoro (Arthur, 1994; Fajnzjbler 1990).

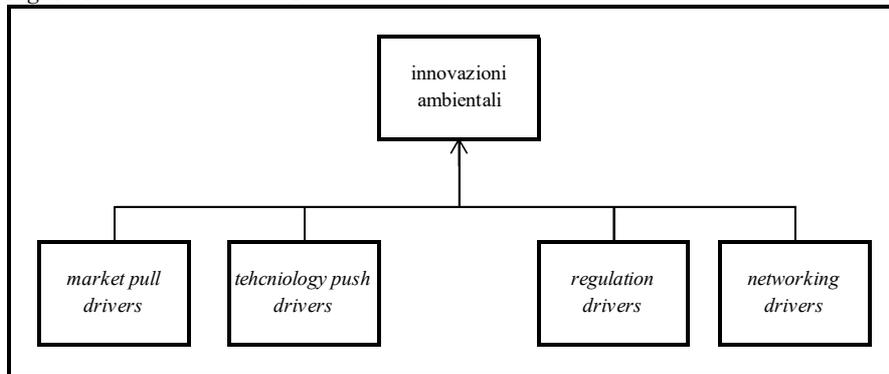
Lo stretto legame tra reti d'impresa e innovazione emerge come fenomeno dinamico: l'interazione tra diversi attori con diverse competenze e qualifiche aiuta a creare nuova conoscenza e quindi innovazioni, specialmente come risultato della complementarità tra i diversi saperi (Foray e Lissoni, 2010). La prolungata e intensa interazione favorisce il trasferimento non solo di conoscenza *codificata*, che è prodotta e trasmessa secondo canali formali, ma anche di conoscenza *tacita*, prodotta e trasmessa in via informale (Johnson e Lundvall 1994; Lundvall, Johnson, Andersen e Da-

lum 2002). Quindi, le innovazioni sono dei processi di interazione tra agenti non omogenei, diversi tipi di conoscenza e diverse competenze, elementi presenti nelle reti di impresa dove si ha collaborazione tra aziende tra di loro eterogenee. Un ulteriore elemento di eterogeneità può derivare dal diverso contesto territoriale in cui operano le imprese, in quanto le reti, a differenza delle realtà distrettuali, possono essere interprovinciali e interregionali.

1.3 I drivers delle innovazioni ambientali

I drivers delle innovazioni ambientali sono fondamentalmente di quattro tipi: *market-pull*, *technology-push*, *regulation* e *network* (Rennings 2000; Nemet 2009; Ghisetti et al. 2015).

Fig. 1 - I drivers delle innovazioni ambientali



Market-pull drivers. L'aumentato interesse da parte dei cittadini per le questioni ecologiche provoca una nuova domanda di prodotti eco-compatibili, che stimola la capacità innovativa rivolta alla creazione di nuovi prodotti. In tale ambito è possibile definire una Green Engel law (Guarini et al. 2016) secondo cui, con l'aumento del reddito, cambia la struttura dei consumi che si orienta verso beni e servizi finali e intermedi più sostenibili. I prodotti "verdi" possono essere considerati dei beni di "lusso" nel senso che la loro domanda cresce più che proporzionalmente rispetto alla crescita del reddito (ossia essi hanno un'elasticità al reddito maggiore di uno). Poiché i beni e servizi "verdi" hanno spesso un prezzo più alto rispetto a quelli "standard", è fondamentale il marketing ambientale e strumenti di certificazione ambientale che evidenzino ai consumatori i benefici in termini di qualità ambientale, che possono più che compensare la maggiorazione del prezzo (Florida 1996; Popp et al. 2007). In

quest'ottica la Commissione europea ha lanciato l'iniziativa "Closing the Loop. An EU action plan for the circular economy" (Commissione europea 2015) per promuovere proposte legislative a livello nazionale e regionale atte ad implementare la cosiddetta "economia circolare" dove "the value of products, materials and resources is maintained in the economy for as long as possible, and the generation of waste minimised". La pressione dei consumatori, tramite campagne di sensibilizzazione e/o di protesta, e delle istituzioni, attraverso ad esempio acquisti mirati, può influenzare in modo significativo il processo di adozione e diffusione delle eco-innovazioni da parte delle imprese (Taylor et al. 2006). L'Europa sostiene lo sviluppo delle eco-industrie³, considerate il motore non solo del consumo sostenibile, ma anche della produzione sostenibile, visto che esse offrono importanti beni intermedi e servizi alle imprese, per il miglioramento in senso ecologico della produzione.

Technology-push effects. Grazie alla complementarità tra le diverse tecnologie, un approccio integrato alle innovazioni può condurre alla nascita di eco-innovazioni combinando opportunamente Ricerca & Sviluppo, modelli di management, pratiche organizzative e processi di meccanizzazione (Ziegler and Rennings, 2004; Rennings et al., 2006; Wagner, 2007; Rehfeld et al., 2007; Ziegler and Nogareda, 2009). Infatti, il rapporto tra innovazioni ambientali e "standard" è molto stretto: in letteratura vari studi empirici si occupano di testare "l'efficiencies complementarity" (Guarini 2015) ossia l'interazione positiva tra la dinamica della produttività del lavoro e quella dell'efficienza ambientale. La principale spiegazione di tale fenomeno riguarda la dual externality (detta anche double externalities) secondo cui le eco-innovazioni producono un duplice effetto: da una parte riducono l'inquinamento che è una esternalità negativa e dall'altra determinano esternalità positive generando nuova conoscenza che è un bene pubblico (Johnstone et al., 2010). Questi spillover ambientali nascono soprattutto nell'ambito delle attività di Ricerca & Sviluppo e possono riguardare non solo le imprese, ma anche territori provinciali, regionali e, in ultimo, uno Stato (Jaffe et al., 2003; Rennings, 2000). La complementarità può derivare anche dalle economie di scala: infatti, come le innovazioni standard, anche quelle ambientali sono caratterizzate da processi di apprendimento, competenze tecnologiche e cumulatività del processo di sviluppo delle tecnologie

³ Secondo l' "Action Plan for sustainable consumption and production and sustainable industrial policy of European Commission", si definiscono eco-industrie «small and innovative companies operating in the renewable energy, waste recycling, environmental auditing and consultancy, and capital intensive firms providing good and services in specific areas, e.g. waste, wastewater, transport».

(Horbach, 2008). Inoltre esistono le economie di scopo tra tecnologie “pulite” e quelle “normali” (Johnstone et al., 2008). I nuovi macchinari sostituiscono quelli vecchi portando non solo maggiore qualità ambientale, attraverso il rispetto delle normative in materia, ma anche una maggiore produttività del lavoro. In sostanza, una maggiore intensità di capitale può comportare miglioramenti non solo quantitativi, ma anche qualitativi. Infine le innovazioni normali di tipo organizzativo sono spesso legate alle innovazioni ambientali le quali, coinvolgendo molti elementi della produzione, necessitano anche di un sostegno da parte del management (Horbach et al., 2012). Grazie alla loro stretta interazione positiva, i due tipi di innovazioni sono parti di un'unica strategia e, talvolta, sono difficilmente scindibili (Collins e Harris 2005).

Regulation effects. Le innovazioni ambientali possono nascere come reazione positiva alla regolamentazione ambientale. Il rispetto degli standard ambientali può divenire occasione di cambiamento del processo produttivo aziendale, offrendo nuove opportunità di sviluppo, precedentemente non considerate. Tale meccanismo diviene virtuoso quando nel medio-lungo periodo gli iniziali costi di adeguamento alla norma sono più che bilanciati dai benefici di un processo innovativo “verde” (Beise and Rennings, 2005). Questo meccanismo virtuoso è affermato dalla Porter’ hypothesis (Porter e Van der Linde, 1995) per cui un’efficace politica ambientale stimola il risparmio dei costi, rendendo i processi produttivi non solo più “puliti”, ma anche più efficienti nel medio-lungo periodo. I policy makers possono offrire o domandare informazioni utili per le eco-innovazioni che, altrimenti, le imprese non produrrebbero, né adotterebbero, perché l’informazione è un bene pubblico. Infine poiché la fase iniziale si caratterizza principalmente per i costi di ottemperanza alla norma, vale il principio del “first mover advantages” ossia l’impresa che per prima si adegua alla nuova regolamentazione ottiene un vantaggio competitivo, perché, prima delle altre, inizierà a godere dei benefici netti del processo innovativo che scaturiscono dal rispetto della norma (Jaffe et al., 2003).

Networking drivers. Abbiamo già ricordato come i networks siano fondamentali per i processi di innovazione perché producono economie di scala sia statiche che dinamiche: il networking assume un ruolo più importante nelle innovazioni ambientali rispetto a quelle standard (Horbach et al. 2013). Di solito i networks ambientali sono maggiormente qualificati rispetto a quelli “standard”, data la maggiore presenza di soggetti esterni al mondo dell’impresa di alto profilo, quali Università ed enti di ricerca. Ciò è dovuto al fatto che la conoscenza richiesta per l’implementazione di tecnologie “pulite” è complessa e “codificata” (Cainelli et al., 2012). Grazie a ciò, secondo vari studi empirici (ad esempio De Marchi, 2012), nelle reti

ambientali la cooperazione per l'innovazione sembra più efficace soprattutto nell'ambito della Ricerca&Sviluppo, agevolando il trasferimento di conoscenza (De Marchi and Grandinetti, 2013). I processi di innovazione ambientale richiedono alle imprese significativi cambiamenti in varie direzioni che il networking può aiutare a gestire in modo opportuno. Tali cambiamenti riguardano: le scelte tecniche e gli aspetti ingegneristici della produzione (design dimension) (Braungart et al., 2007); l'interazione con il mercato per soddisfare i consumatori nelle fasi di identificazione, creazione e sviluppo dell'innovazione ambientale (users involvement); i rapporti con le imprese a monte e a valle del proprio processo produttivo, in una prospettiva supply chain (product service dimension); la governance intesa sia come gestione manageriale dell'innovazione all'interno dell'impresa, vista la pervasività delle innovazioni ambientali, sia come gestione dei rapporti con le istituzioni locali e nazionali (governance dimension) (Unruh, 2000).

In sintesi, secondo la letteratura i networks ambientali, rispetto a quelli standard, sono più eterogenei, maggiormente selettivi, per le specifiche competenze richieste ai partecipanti, più efficaci, maggiormente incentrati sulle knowledge interactions e, soprattutto, più determinanti per il processo innovativo delle imprese.

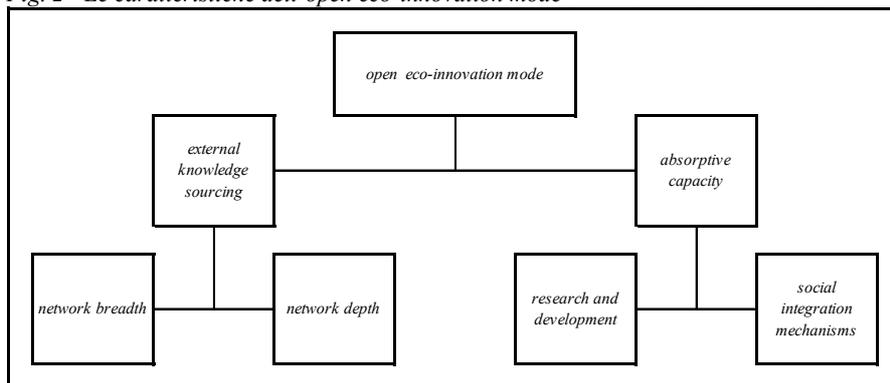
1.4 Il networking e l'open eco-innovation mode

Si è illustrato come il networking sia un importante driver delle innovazioni ambientali. Il modello innovativo che pone il networking in una posizione rilevante all'interno della strategia aziendale è il cosiddetto *open eco-innovation mode* (Ghisetti et al. 2015, Chesbrough 2003; Chesbrough et al., 2006), il cui elemento basilare è l'*external knowledge sourcing*: tale attività è svolta principalmente tramite il networking che, per essere efficace, deve coinvolgere reti "larghe" (*network breadth*) e "profonde" (*network depth*).

La *network breadth* aiuta l'impresa ad affrontare due aspetti peculiari delle innovazioni ambientali: la loro natura sistemica e le finalità multiple ad esse legate. Secondo il primo aspetto, per implementare o sviluppare tali innovazioni sono necessarie competenze multidisciplinari. Infatti, bisogna incrementare la dotazione di competenze in ambito tecnico-scientifico (in relazione agli aspetti inquinanti del processo produttivo), legislativo (in riferimento alla normativa nazionale e internazionale da rispettare), manageriale (gestione della complessità dei fattori e dei soggetti coinvolti) ed economico (trasformare vincoli ambientali in opportunità di business). Maggiore è il numero di soggetti esterni con cui si collabora, e più è probabile sopperire alla mancanza di qualche specifica competenza. Gli obiettivi che

si intendono perseguire grazie all'implementazione di tecniche e/o tecnologie "verdi" sono plurimi, riguardando sia l'efficienza della produzione, sia la qualità del prodotto secondo le richieste del mercato e/o gli standard normativi. In tale ambito, una cooperazione esterna "allargata" favorisce il raggiungimento di molteplici obiettivi, eliminando eventuali *trade-off* e sfruttando possibili economie di scopo.

Fig. 2 - Le caratteristiche dell'*open eco-innovation mode*



L'altro aspetto importante, si è detto, è la *network depth*. Le reti se da una parte devono essere "larghe", dall'altra devono stabilire legami solidi e profondi. Una cooperazione tra soggetti diversi se per un verso aiuta a trasferire competenze non presenti all'interno dell'impresa, per un altro comporta, inevitabilmente, una certa difficoltà di comunicazione e comprensione: tali problemi possono essere attenuati dalla solidità e stabilità del rapporto posto in essere. Reti solide possono superare il *cognitive gap*, che è appunto il lato negativo delle reti larghe. Inoltre legami durevoli generano il processo di *learning by interacting*, nel senso che il prolungarsi della collaborazione fa acquisire ai partecipanti quelle *relationals skills* che migliorano la capacità di trasferimento e apprendimento della conoscenza esterna.

Secondo alcuni studi (Laursen and Salter, 2006; Simon, 1947; Koput, 1997; Ocasio, 1997) l'impatto positivo della *network breadth* e *network depth* ha un andamento parabolico (*the inverted U-shape breadth and depth effects*). Dopo un certo livello, l'attività di *knowledge sourcing* può incidere negativamente sulle performance aziendali a causa di diseconomie di scala: le reti possono raggiungere una dimensione "eccessiva" e divenire troppo complesse generando elevati costi di management e uno "spiazzamento" di tempo e risorse rispetto ad altri processi innovativi standard.

Il secondo pillar dell'*open eco-innovation mode* è l'*absorptive capacity* definita come «the ability of a firm to recognize the value of new, external

information, assimilate it, and apply it to commercial ends» (Cohen and Levinthal, 1990, p.128).

La trasmissione della conoscenza esterna richiede notevoli sforzi nella fase di apprendimento, utilizzo e valorizzazione della conoscenza esterna. L'investimento aziendale in Ricerca&Sviluppo migliora tale capacità, perché rende più intelligibile una conoscenza esterna che, nel caso delle innovazioni ambientali, è soprattutto codificata e complessa, riducendo la *cognitive distance* con partner particolarmente competenti in ambito ambientale (Cohen and Levinthal 1989, 1990). Lo stesso dicasi per la promozione del capitale umano di cui l'azienda può disporre per questo tipo di attività (Abramovitz 1986, 1994). Tali investimenti aziendali in "conoscenza interna" possono rappresentare un volano per innovazioni standard complementari alle innovazioni ambientali. Un altro elemento chiave per l'absorptive capacity è l'insieme dei cosiddetti *social integrations mechanisms*, che sviluppano capacità organizzative e rendono la struttura produttiva flessibile e adattabile nella fase di assorbimento della conoscenza esterna, migliorando la diffusione e la circolazione di tale conoscenza tra le divisioni aziendali e rafforzando i canali (formali e informali) di trasmissione (Zahra e George, 2002).

L'interazione tra l'external knowledge sourcing e l'absorptive capacity diviene il fulcro non solo dello sviluppo dell'open eco-innovation mode a livello di impresa, ma anche di sistemi di innovazione regionali e nazionali (Castellacci e Natera, 2013; Fabrizi et al. 2016).

2. Analisi empirica

L'analisi empirica è articolata in due sezioni. La prima, un esame statistico-descrittivo, rappresenta una sorta di "mappatura" a livello territoriale e settoriale delle imprese aderenti a reti ambientali. Successivamente, tramite la realizzazione di un dataset ad hoc che incorpora anche microdati economico-finanziari, stimiamo un *system GMM*. Dall'analisi econometrica emerge l'importanza dell'estensione territoriale delle reti ambientali e la numerosità dei legami tra imprese al fine di migliorare le performance aziendali, suggerendo interessanti spunti di riflessione.

2.1 Analisi descrittiva

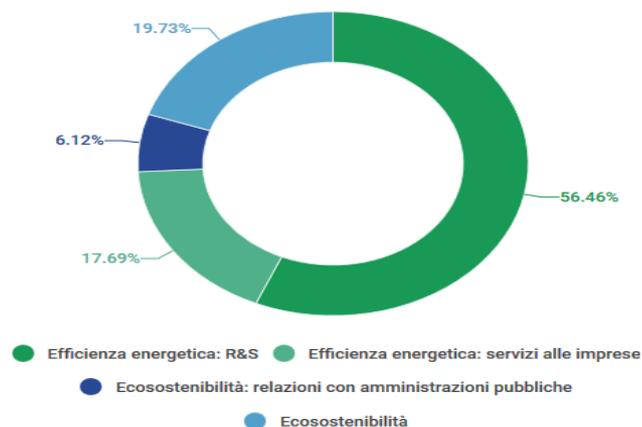
Le reti ambientali sono contratti di rete che hanno come obiettivo strategico il miglioramento dell'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale.

Attraverso i dati Infocamere (un registro telematico delle imprese aderenti alle Camere di commercio) sono state individuate 147 reti ambientali che coinvolgono 724 imprese, perlopiù costituite tra il 2011 e il 2013, con un ritmo di crescita di oltre il 50% annuo.

L'identificazione delle reti ambientali è stata effettuata attraverso l'utilizzo di *keywords*⁴ riconosciute nell'oggetto dei 2536 contratti esaminati. Successivamente, le reti selezionate sono state suddivise in categorie in base alla propria mission:

- 109 reti, per un totale di 545 imprese, che hanno indicato espressamente l'efficienza energetica nella propria *mission*; di queste, la maggior parte (83) sono reti proiettate a realizzare innovazioni di prodotto e/o processo, le restanti (26) forniscono servizi integrati di consulenza alle imprese in tema di risparmio energetico;
- 38 reti, per un totale di 183 imprese, che hanno indicato espressamente l'ecosostenibilità del territorio, intesa come misure di riduzione dell'impatto ambientale, bonifica, recupero e riciclo; di queste alcune (9) sono reti di imprese che lavorano attivamente con le amministrazioni e enti locali.

Fig. 3 - Obiettivi strategici delle reti ambientali

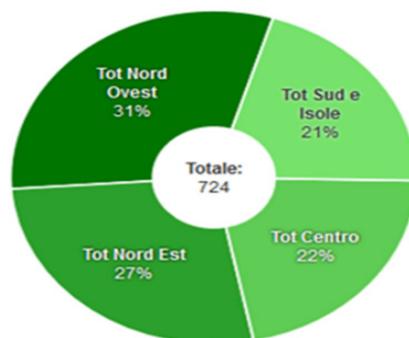


Fonte: Ns. Elaborazioni su dati Infocamere.

⁴ Le *keywords* impiegate nell'identificazione delle reti ambientali sono: efficienza energetica, efficientamento energetico, risparmio energetico, riqualificazione energetica, sostenibilità ambientale, ecosostenibilità, impatto ambientale e *green*.

Le 724 imprese aderenti a reti ambientali sono localizzate in gran parte nel Nord Italia (il 58%), in particolare nelle regioni Lombardia (194 imprese), Emilia Romagna (93), Veneto (64) e Toscana (61); il restante 42% è suddiviso equamente tra il Centro e il Sud.

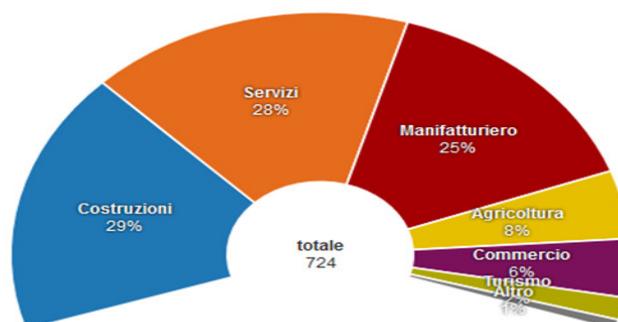
Fig. 4 - Area geografica delle imprese in reti ambientali



Fonte: Ns. Elaborazioni su dati Infocamere.

Relativamente al settore di attività, molte delle imprese considerate, analogamente alla conformazione nazionale, operano nel settore dei servizi (28%) e nel manifatturiero (25%). Spicca la presenza del comparto edilizio con il 29% delle imprese, mentre si rivela una minore presenza del settore agricolo, del commercio e del turismo.

Fig. 5 - Settori di attività delle imprese in rete



Fonte: Ns. Elaborazioni su dati Infocamere.

Infine, se consideriamo la dimensione delle imprese si riscontra un ridotto profilo dimensionale, tipico delle PMI italiane, con l' 83,3% del campione composto da micro e piccole imprese, ovvero con meno di 49 dipendenti, mentre le grandi imprese, con oltre 250 addetti, costituiscono solamente il 4,8% del campione.

2.2 Analisi econometrica

Obiettivo di questa sezione è quello di stimare l'effetto sulla produttività aziendale dell'adesione ad un contratto di rete, con riferimento specifico ad imprese operanti in ambito ambientale.

2.2.1 Il dataset

Dopo aver individuato dai dati pubblicati da Infocamere, in base alla mission del contatto, 147 reti ambientali con il coinvolgimento di 724 imprese (per oltre la metà costituite sotto forma di società di capitali, relativamente alle imprese tenute all'obbligo di depositare il bilancio), abbiamo ricostruito con l'ausilio del database AIDA (Analisi Informatizzata delle Aziende Italiane - Bureau van Dijk) i dati economico-finanziari di 442 imprese firmatarie di un contratto di rete ambientale, in un arco temporale che va dal 2009 al 2015. In tal modo è stato possibile costruire un dataset che ha come osservazione la singola impresa coinvolta in una (o più) reti ambientali.

2.2.2 La stima

Il modello stimato è un *system* GMM (Roodman, 2006), ed è rappresentato dalla seguente equazione:

$$\begin{aligned}
 PROD_{jt} = & \gamma_0 + \gamma_1 PROD_{jt-1} + \gamma_2 (K/L)_{jt} + \gamma_3 LINK_{jt} - \gamma_4 LINK_{jt}^2 \\
 & + \gamma_i \sum_{R} anno_{ij} + \mu_j
 \end{aligned}$$

dove $PROD_{jt}$ è il logaritmo della produttività del lavoro, calcolata come rapporto tra il valore aggiunto (in migliaia di euro) e il numero dei dipendenti, $(K/L)_{jt}$ è il logaritmo dell'intensità di capitale, $LINK_{jt}$ è un indice

che misura il totale dei collegamenti, ossia il numero di imprese partners della rete ambientale e di tutte le altre reti in cui l'impresa è coinvolta.

Più in particolare l'indice *LINK*, associando ad ogni impresa del campione un valore che è pari alla somma algebrica del numero di imprese con le quali è venuta in contatto grazie alla stipula di uno o più contratti di rete ambientale, fornisce una *proxy* dell'ampiezza del *network* potenziale per ogni impresa. La variabile $LINK_{it}$ ingloba sia l'effetto del networking ambientale, sia quello del networking standard, sia infine l'impatto della loro interazione. Essa è inserita anche al quadrato, per tener conto di un andamento parabolico. Quest'ultimo è dovuto ad un iniziale effetto positivo legato allo sfruttamento di possibili economie di scala o di scopo legate all'adesione alla rete ambientale, ed a un successivo effetto negativo sulle performance aziendali quando il network generato dalla partecipazione ad una o più reti supera un livello "critico" diventando troppo complesso e oneroso. Come sottolineano Ghisetti et al. (2015), alcuni studi teorici ed empirici (Laursen and Salter, 2006; Simon, 1947; Koput, 1997; Ocasio, 1997) pongono in evidenza il fatto che l'attività di *broad e deep knowledge sourcing* dopo una certa dimensione, può sottrarre energie, risorse e "attenzione" all'attività principale; nel caso di innovazioni ambientali, viste la varietà e la complessità delle informazioni e competenze richieste all'esterno, tale fenomeno di rendimenti decrescenti appare ancora più significativo.

Il parametro γ_0 e $\sum_{j=1}^m \alpha_j$ rappresentano, rispettivamente, la costante e la sommatoria delle dummy temporali. Infine μ_j è il residuo che tiene conto degli effetti individuali ed è robusto all'eteroschedasticità e all'autocorrelazione, per migliorare la specificazione del modello.

Inoltre si introduce la variabile $PROD_{it-1}$ ritardata per tener conto del fenomeno della *technological path dependence*⁵. Il system GMM model permette di tener conto della potenziale endogeneità dei regressori.

La produttività del lavoro ritardata e l'intensità di capitale hanno coefficienti positivi e significativi, indicando, rispettivamente, la cumulatività delle innovazioni e l'importanza della tecnologia incorporata nei macchinari. La variabile network ha un impatto significativo con andamento parabolico. Come si mostra in appendice (Tabella A.2), il rendimento di tale fattore ha il suo massimo nel punto 14,97 che è all'interno dell'intervallo di confidenza compreso tra 12,15 e 17,79. I risultati sono robusti e significativi grazie ad un campione composto da oltre 1350 osservazioni e al fatto che si tiene conto dell'effetto specifico di ogni impresa e dell'effetto annuale.

⁵ In appendice (Tabella A.1) si presentano le statistiche descrittive.

Tab.1 - I risultati econometrici

GMM system	(1)	(2)	(3)
$PROD_{jt-1}$	0.2817*** (0.0845)	0.2244*** (0.0816)	0.1689* (0.0914)
$(K/L)_{jt}$	0.1772*** (0.0428)	0.1651*** (0.0462)	0.2376*** (0.0690)
$LINK_{jt}$		0.0194* (0.0119)	0.2148** (0.0980)
$LINK^2_{jt}$			-0.0072** (0.0035)
costante	2.1306*** (0.2940)	2.4200*** (0.2903)	1.5335*** (0.5386)
Osservazioni	1356	1356	1356
AR (1)	(-3.08)***	(-2.99)***	(-2.62)***
AR (2)	(-1.12)	(-1.21)	(-1.26)
Hansen test	(29.54)	(30.29)	(36.00)
F test per anni	(21.54)***	(21.37)***	(22.70)***

Nella regressione, in parentesi si riporta la standard deviation, mentre nei test in parentesi se ne riporta il valore; *p-value=0.10, **p-value=0.05, ***p-value=0.001.

Riflessioni conclusive

L'analisi svolta ha messo in luce aspetti teorici ed empirici utili a promuovere l'implementazione di reti d'impresa ambientali come promotori dell'innovazione. Inizialmente si sono individuati i driver delle innovazioni ambientali. Queste ultime possono essere stimolate, dal lato della domanda, grazie ad una maggiore sensibilità alle questioni ambientali da parte dei consumatori e delle istituzioni e, dal lato dell'offerta, sfruttando le forti complementarità esistenti tra tecnologie standard e tecnologie pulite e, in generale, tra innovazioni standard e ambientali. In questo processo le istituzioni possono avere un ruolo di stimolo attraverso politiche di regolamentazione ambientali pro-business che pongano le imprese in condizione di trasformare un vincolo normativo legato al rispetto dell'ambiente in un'opportunità di sviluppo aziendale. Il networking, anche se valido per ogni tipo di innovazione perché responsabile di economie di scala, è estremamente importante per le innovazioni ambientali che si caratterizzano per una maggiore complessità dovuta alla molteplicità di soggetti coinvolti e di

competenze richieste. A livello di singola impresa, il modello innovativo richiesto è l'open eco-innovation mode, ossia una strategia di apertura alla conoscenza esterna. Esso prevede appunto come primo pilastro l'*external knowledge sourcing* che si basa sulla partecipazione a network "larghi" (*network breadth*) per attrarre le competenze necessarie non possedute e, allo stesso tempo, "profondi e solidi" (*network depth*) per ridurre quelle differenze che frenano lo scambio di idee, progetti, esperienze, saperi. Ma la trasmissione e l'implementazione di conoscenze esterne, indispensabile per innescare o sostenere processi innovativi "verdi", richiede l'*absorptive capacity*, ossia una rilevante attività di Ricerca&Sviluppo, per favorire l'apprendimento di nuova conoscenza esterna, e *social integration mechanisms* per facilitare la diffusione informale di conoscenza (aspetto molto studiato ad esempio nell'esperienza dei distretti) e per rendere l'organizzazione interna capace di adattarsi ai cambiamenti che il networking richiede.

Nella sezione empirica, il system GMM model ha mostrato come la numerosità dei legami tra imprese possa avere un significativo impatto positivo sulla produttività dell'impresa che vi appartiene. Tale impatto ha un rendimento positivo ma decrescente che per valori elevati dei due indici diviene negativo manifestando diseconomie di scala, come confermato anche in altri studi empirici sui network.

Riferimenti bibliografici

- Abramovitz, M. (1986). Catching-up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*, vol. 46, 385–406. Doi: 10.1017/S0022050700046209.
- Abramovitz, M. (1994). The origins of the postwar catch-up and convergence boom in Fagerberg, J., Verspagen, B., von Tunzelmann, N. (Eds.), *The Dynamics of Technology, Trade and Growth*. Edward Elgar, Aldershot. Doi: 10.1017/S0022050700046209.
- Arthur, B. (1994). *Increasing returns and path dependence in the economy*, University of Michigan Press, Ann Arbor. Doi: 10.3998/mpub.10029.
- Barzotto, M., Corò, G., & Volpe, M. (2014). Apertura internazionale e risorse economiche locali. Un'indagine sul radicamento territoriale di imprese multinazionali. *Argomenti*, vol. 42, 31-53. Doi: 10.3280/ARG2014-042002.
- Beise, M., Rennings, K. (2005). Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics*, vol.52 n.1, 5–17. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2004.06.007.
- Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007). A cradle-to-cradle design, creating healthy emissions: a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, vol.15 n.13–14, 1337–1348. Doi: 10.1016/j.jclepro.2006.08.003.
- Cainelli, G., Mazzanti, M., Montresor, S. (2012). Environmental innovations. Local networks and internationalization. *Industry and Innovation*, vol.19 n.8, 697–734. Doi: 10.1080/13662716.2012.739782.

- Carrillo-Hermosilla, J., Del Rio, P., Könnölä, T. (2010). Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. *Journal of Cleaner Production*, n. 18, 1073-1083. Doi: 10.1016/j.jclepro.2010.02.014.
- Castellacci, F., Natera, J. M. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, Elsevier, vol. 42 (3), 79-594. Doi: 10.1016/j.respol.2012.10.006.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business Press, USA.
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., West, J. (2006). *Open Innovation: Researching a New Paradigm*, Oxford University Press, USA.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *Economic Journal*, 99(397), 569-596. Doi: 10.2307/2233763.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n. 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation, 128-152. Doi: 10.2307/2393553.
- Collins, A., Harris, R. (2005). The Impact of Foreign Ownership and Efficiency on Pollution Abatement Expenditures by Chemical Plants: Some UK Evidence. *Scottish Journal of Political Economy*, vol. 52 n. 5, 747-768. Doi: 10.1111/j.1467-9485.2005.00365.
- Commissione europea (2015). *Closing the loop – An EU action plan for the circular economy*, COM (2015). 614 final, Bruxelles.
- De Marchi, V. (2012). Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, vol.41 n.3, 614–623. Doi: 10.1016/j.respol.2011.10.002.
- De Marchi, V., Grandinetti, R. (2013). Knowledge strategies for environmental innovations: the case of Italian manufacturing firms. *Journal of Knowledge Management*, vol. 17 n.4, 569–582. Doi: 10.1108/JKM-03-2013-0121.
- Fabrizi, A., Guarini, G., Meliciani, V. (2016). Public Knowledge Partnerships in European Research Projects and Knowledge Creation Across R&D Institutional Sectors. *Technology Analysis & Strategic Management*. Doi: 10.1080/09537325.2016.1181741.
- Fadda, S. (2016). Labour coefficients reduction and working time reduction. *Argomenti*, (4), 67-87. Doi: 10.14276/1971-8357.557.
- Fajnzjbler, F. (1990). Industrialization in Latin America: From the Black Box to the Empty Box. *Cuadernos de la CEPAL*, n.60, 1-172.
- Florida, R. (1996). Lean and green: the move to environmentally conscious manufacturing. *California Management Review*, 39 (1), 80–105. Doi: 10.2307/41165877.
- Foray, D., Lissoni, F. (2010). *University Research and Public–Private Interaction* in Handbook of the Economics of Innovation, Vol. 1, Chapter 6, Elsevier B.V. Doi: 10.1016/S0169-7218(10)01006-3.
- Ghisetti, C., Marzucchi, A., Montresor, S. (2015). The open eco-innovation mode. An empirical investigation of eleven European countries. *Research Policy*, n.44 1080–1093. Doi: 10.1016/j.respol.2014.12.001.
- Guarascio, D., Fana, M., & Cirillo, V. (2017). La crisi e le riforme del mercato del lavoro in Italia: un’analisi regionale del Jobs Act. *Argomenti*, (5), 29-56. Doi: 10.14276/1971-8357.573.
- Guarini, G. (2015). Complementarity between environmental efficiency and labour productivity in a cumulative growth process. *PSL Quarterly Review*, vol. 68 n. 272, 41-56.
- Guarini, G., Garofalo, G., Federici A. (2016). Innovative, Inclusive and Eco-Sustainable Growth in Europe: A Structuralist-Keynesian Approach. *Rivista di politica economica*, in attesa di pubblicazione.

- Hammer, H., Lofgren, A. (2010). Explaining Adoption of End of Pipe Solutions and Clean Technologies – Determinants of Firms’ Investments for Reducing Emissions to Air in Four Sectors in Sweden. *Energy Policy*, vol. 38 n. 7, 3644-3651. Doi: 10.1016/j.enpol.2010.02.041.
- Horbach, J. (2008). Determinants of Environmental Innovation – New Evidence from German Panel Data Sources. *Research Policy*, vol.37, 163-173. Doi: 10.1016/j.respol.2007.08.006.
- Horbach, J., Rammer, C., Rennings, K. (2012). Determinants of Eco-innovations by Type of Environmental Impact - The Role of Regulatory Push/Pull, Technology Push and Market Pull. *Ecological Economics*, vol.78 112-122. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2012.04.005.
- Horbach, J., Oltra, V., Belin, J. (2013). Determinants and specificities of eco-innovations. An econometric analysis for the French and German Industry based on the Community Innovation Survey. *Industry and Innovation*, vol.20 n.6 523–543. Doi: 10.1080/13662716.2013.833375.
- Jaffe, A., Newell, R., Stavins, R. (2003). Technological Change and the Environment, in Maler K.G. and Vincent J.R. (eds.). *Handbook of Environmental Economics*, Amsterdam, Elsevier.
- Johnson, B. Lundvall, B. (1994). The Learning Economy *Journal of Industry Studies*, vol. 1(2), 23–42. Doi: 10.1080/13662719400000002.
- Johnstone, N., Hascic, I., Kalamova, M. (2010). Environmental Policy Characteristics and Technological Innovation. *Economia Politica*, vol. 27 n. 2, 275-299.
- Johnstone, N., Labonne, J., Thevenot, C. (2008). Environmental Policy and Economies of Scope in Facility-Level Environmental Practices. *Environmental Economics and Policy Studies*, vol. 9 n. 3, 145-166. Doi: 10.1007/BF03353987.
- Kemp, R., Pearson, P. (2007). Final Report MEI Project about Measuring Ecoinnovation (MEI). UM-MERIT, Maastricht.
- Koput, K.W. (1997). A chaotic model of innovative search: some answers, many questions. *Organization Science*, vol.8 n.5 528–542. Doi: 10.1287/orsc.8.5.528.
- Laursen, K., Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, n.27, 131–150. Doi: 10.1002/smj.507.
- Lucchese, M., Nascia, L., & Pianta, M. (2016). Una politica industriale e tecnologica per l’Italia. *Argomenti*, (4), 25-50, Doi: 10.14276/1971-8357.568.
- Lundvall, B.A., Johnson, B., Andersen, E.S., Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, vol. 31, 213–231. Doi: 10.1016/S0048-7333(01)00137-8.
- Marra, C., & Turcio, S. (2016). Insider e outsider nel mercato del lavoro italiano. *Argomenti*, (4), 89-134. Doi: 10.14276/1971-8357.524.
- Nemet, G. (2009). Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change. *Research Policy*, 38 (5), 700–709. Doi: 10.1016/j.respol.2009.01.004.
- Ocampo, J. (2005). *Beyond Reforms Structural Dynamics and Macroeconomic Vulnerability*. Stanford University Press. Doi: 10.1596/0-8213-5819-7.
- Ocasio, W. (1997). Towards an attention-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, vol.18 n.1, 187–206.
- Oltra, V. (2008). Environmental Innovation and Industrial Dynamics: The Contributions of Evolutionary Economics. *Cahiers du GREThA*, n. 2008-28, University of Bordeaux, pubblicato in <http://cahiersdugretha.u-bordeaux4.fr/2008/2008-28.pdf>.

- Popp, D., Hafner, T., Johnstone, N. (2007). Policy vs. Consumer Pressure: Innovation and Diffusion of Alternative Bleaching Technologies in the Pulp Industry. NBER Working Papers, n.13439, National Bureau of Economic Research Inc. Doi: 10.3386/w13439.
- Porter, M., Van Der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment–competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9 n. 4, 97–118. Doi: 10.1257/jep.9.4.97.
- Rehfeld, K.M., Rennings, K., Ziegler, A. (2007). Integrated product policy and environmental product innovations: an empirical analysis. *Ecological Economics*, vol.61 n.1, 91–100.
- Rennings, K. (2000). Redefining Innovation – Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics, *Ecological Economics*, vol. 32 n. 2, 319-332. Doi: 10.1016/S0921-8009(99)00112-3
- Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., Hoffmann, E. (2006). The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance, *Ecological Economics*, vol. 57 n.1, 45–59. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.03.013.
- Roodman, D. (2006). How to do xtabond2: an introduction to Difference and System GMM in Stata. *Center for Global Development, Working Paper* n. 103. Doi: 10.2139/ssrn.982943.
- Simon, H.A. (1947). *Administrative Behavior*. Free Press, New York. Doi: 10.1017/S0034670500047082
- Taylor, M.R., Rubin, E.S., Nemet, G.F. (2006). The Role of Technological Innovation in Meeting California’s Greenhouse Gas Emission Targets Cap.III in Hanemann, M. and A.Farrell (eds.). *Managing Greenhouse Gases in California*, Report prepared for the Energy Foundation and the Hewlett Foundation.
- Unruh, G.C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, vol.28 817–830. Doi: 10.1016/S0301-4215(00)00070-7.
- Wagner, M. (2007). On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: evidence from German manufacturing firms. *Research Policy*, vol.36, n.10, 1587–1602. Doi: 10.1016/j.respol.2007.08.004.
- World Economic Forum (2014). *The Europe 2020 Competitiveness Report: Building a More Competitive Europe*, pubblicato in www.weforum.org/Europe2020.
- Zahra, S.A., George, G. (2002). Absorptive capacity: a review, reconceptualization and extension. *Academy of Management Review*, vol. 27, n.2, 185–203. Doi:10.5465/AMR.2002.6587995.
- Ziegler, A., Nogareda, S.J. (2009). Environmental management systems and technological environmental innovations: exploring the causal relationship. *Research Policy*, vol.38, n.5, 885–893. Doi:10.1016/j.respol.2009.01.020.
- Ziegler, A., Rennings, K. (2004). Determinants of environmental innovations in Germany: do organizational measures matter? A Discrete Choice Analysis at the Firm Level. ZEW Discussion Paper, 04-30 2004.

Appendice

Tabella A.1 - Equazione: statistiche descrittive

Variabile		Media	Std. Dev.	Min.	Max.	Osservazioni
$PROD_{jt}$	overall	3.922735	0.7237857	0.8931577	7.290.958	N = 2329
	between		0.6899546	0.4311329	6.063.871	n = 402
	within		0.4568233	0.189126	7.158.211	T-bar = 5.79353
$PROD_{jt-1}$	overall	3.922612	0.7240844	0.8931577	7.290.958	N = 2327
	between		0.6899718	0.4311329	6.063.871	n = 402
	within		0.4570081	0.1890026	7.158.088	T-bar = 5.78856
$(K/L)_{jt}$	overall	3.70243	1.683967	-5.495.485	8.773.639	N = 2388
	between		1.576805	-2.899.248	7.990.142	n = 402
	within		0.7203239	-1.645.346	7.299.894	T-bar = 5.9403
$LINK_{jt}$	overall	8.968109	8.374025	1	38	N = 4390
	between		8.382624	1	38	n = 439
	within		0	8.968109	8.968109	T = 10
$LINK^2_{jt}$	overall	150.5353	263.5569	1	1444	N = 4390
	between		263.8275	1	1444	n = 439
	within		0	150.5353	150.5353	T = 10

Tabella A.2 - Equazione: analisi della parabola

Range di $LINK_{jt}$	[1.38]
$(LINK_{jt} + LINK_{jt}^2)$ ha il massimo in $argext$	14.9716
Standard error di $argext$ (delta method)	1.43887
Intervallo di confidenza di $argext$ (95%)	(12.15147, 17.79174)