

POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale:

Le caratteristiche delle GPT applicate alla tecnologia SMS



**Politecnico
di Torino**

Relatore:

Emilio Paolucci

Candidato:

Alberto Meliga

Anno accademico 2020-2021

SOMMARIO

INTRODUZIONE ED OBIETTIVI.....	7
1 CAPITOLO 1 TECNOLOGIE GENERAL PURPOSE.....	9
1.1 INTRODUZIONE	9
1.2 CARATTERISTICHE DELLE TECNOLOGIE GENERAL PURPOSE.....	10
1.2.1 Pervasività:.....	10
1.2.2 Capacità di miglioramento:.....	10
1.2.3 Generazione di innovazione:	11
1.3 COMPLEMENTARIETA' INNOVATIVA	12
1.4 IMPLICAZIONI ECONOMICHE GPT.....	12
1.4.1 Rendimenti crescenti	13
1.4.2 Esternalità verticale (tra GPT e AS).....	13
1.4.3 Esternalità orizzontale (tra i vari AS)	14
1.5 DIFFUSIONE DELLE GPT.....	15
1.5.1 Stato di avanzamento nuova GPT.....	15
1.5.2 Stato di avanzamento tecnologie precedenti.....	16
1.5.3 Investimenti affondati e complementarità dinamica	16
1.5.4 Mercati paralleli.....	16
1.5.5 Necessità di co-invenzioni e adattamento del sistema	17
1.5.6 Incentivi all'innovazione	17
1.5.7 Costi e tempi di apprendimento	18
1.6 TEORIE DI DIFFUSIONE E CURVA AD S	19
1.7 ALTRI FENOMENI LEGATI ALL'INTRODUZIONE DI UNA GPT	20
1.7.1 Nuovi entranti nel mercato:	20

1.7.2	Rallentamento della produzione:	20
1.7.3	Aumento del premio per la competenza:.....	20
1.7.4	Diminuzione dei prezzi delle azioni:	21
1.7.5	Aumento dei tassi d'interesse:	21
1.7.6	Brevetti generali.....	21
2	CAPITOLO 2 LA TECNOLOGIA SMS.....	22
2.1	INTRODUZIONE	22
2.2	LA TECNOLOGIA SMS	22
2.3	LE GPT CHE HANNO CONTRIBUITO ALLO SVILUPPO DI SMS	23
2.3.1	Sistemi di calcolo:.....	23
2.3.2	Internet: condivisione delle informazioni:.....	24
2.3.3	Sensoristiche:	24
2.3.4	Smartphone:	25
2.4	CARATTERISTICHE TECNICHE SMS E SCELTE PROGETTUALI	25
2.4.1	FUNZIONAMENTO SMS.....	25
2.4.2	INGRESSO JACK	26
2.4.3	SUPPORTO SMARTPHONE:	27
3	CAPITOLO 3 APPLICAZIONE AL SETTORE DELLA TELEMEDICINA; GENERAZIONE DI VALORE E DIFFUSIONE.....	29
3.1	INTRODUZIONE	29
3.2	GENERAZIONE VALORE PER SMS	29
3.3	PRESENTAZIONE SETTORE TELEMEDICINA	30
3.4	SMS DIFFUSIONE	31
3.4.1	Stato di avanzamento nuova tecnologia (performance e costi).....	31
3.4.2	Stato di avanzamento tecnologie precedenti.....	32
3.4.3	Mercati paralleli	32

3.4.4	Investimenti affondati e complementarità dinamica	33
3.4.5	Necessità di co-invenzioni e adattamento del sistema	33
3.4.6	Costi e tempi di apprendimento	33
3.4.7	Incentivo all'innovazione	34
3.5	IL PROBLEMA CHE SI RISOLVE	35
3.6	VANTAGGI SISTEMA TELEMEDICINA TRAMITE SMS	38
3.7	ADATTAMENTO DEL SISTEMA.....	38
3.7.1	Piattaforma:	39
3.7.2	Sensoristiche:	39
3.7.3	Assistenza:.....	40
4	CAPITOLO 4 - CONCLUSIONI DI RICERCA, EVOLUZIONI FUTURE DELLE GPT E DI SMS	41
4.1	CONCLUSIONI	41
4.2	EVOLUZIONI DELLE GPT.....	43
4.2.1	Cloud	43
4.2.2	Intelligenza artificiale	44
4.2.3	IOT	45
4.3	Adozione delle nuove GPT	46
5	BIBLIOGRAFIA	47

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - curva ad s	19
Figura 2 Livello di malattie croniche 2015 - fonte ISTAT	37
Figura 3 Studio sull'interesse all'applicazione della telemedicina - fonte centro di studi Unisalute	37
Figura 4 Tasso adozione tecnologie digitali	46

INTRODUZIONE ED OBIETTIVI

La storia dell'economia, l'evoluzione tecnologica, le quattro rivoluzioni industriali, sono state spinte e caratterizzate da poche tecnologie, capaci di influenzare la totalità del settore economico. Queste tecnologie, sono state definite 'General Purpose Technology' (GPT).

Il seguente lavoro di tesi, in accordo con letteratura già esistente, prenderà in analisi tutte le caratteristiche di queste tecnologie e le implicazioni che queste hanno sul settore economico. L'analisi della GPT risulta interessante perché prende in considerazione applicazioni nettamente diverse tra di loro, accomunate dalla stessa base tecnologica, dalla stessa GPT. Il potenziale di miglioramento e la capacità di innovazione, caratteristiche delle GPT, permettono un approccio nuovo e rivoluzionario, che abbraccia sia la produzione del settore industriale, sia la quotidianità delle famiglie. È bene analizzare il sistema totale che ruota attorno ad una GPT e non solo la tecnologia singola, poiché gli effetti positivi e il valore creato derivano dagli applicativi specifici sviluppati e dalle invenzioni complementari che permettono l'adattamento e lo sfruttamento efficiente del progresso tecnico.

Verrà sottolineato come l'evoluzione di alcune di queste tecnologie, come sensoristiche, software e hardware, abbia portato allo sviluppo di dispositivi general purpose con prestazioni paragonabili o addirittura superiori a quelle dei dispositivi special purpose, ma con enormi vantaggi in termini di costi, versatilità e integrazione. Si porrà inoltre l'attenzione su tutti i meccanismi che guidano, giustificano e determinano la diffusione di una GPT, prima all'interno dei vari settori e poi tra le imprese del singolo settore, prendendo in considerazione gli elementi che accelerano o rallentano tale diffusione.

In una seconda parte della tesi verrà proposto un esempio di dispositivo general purpose, progettato per la misura di grandezze fisiche, che ben si adatta all'esemplificazione e la concretizzazione dei concetti espressi in precedenza. Sarà sottolineato il contributo delle GPT nella creazione di tale strumento, ponendo un particolare focus su come l'evoluzione delle GPT abbia reso un dispositivo di questo tipo competitivo e vantaggioso nell'adozione. La tecnologia presa in esame, Smart Measurement System (SMS), prevede l'equipaggiamento dello smartphone attraverso presa jack con sensoristiche di vario tipo, che, integrate con la sensoristica già presente nello smartphone e con un'applicazione di contorno, permettono di effettuare misurazioni di qualsiasi grandezza fisica e di poter immediatamente condividere il dato di misurazione. Una

tecnologia di questo tipo acquista valore se declinata in uno specifico settore di applicazione, quando le caratteristiche del dispositivo general purpose possono risolvere un problema oppure possono aggiungere valore rispetto a una soluzione special purpose.

Il settore in cui si è deciso di applicare questa tecnologia è quello della telemedicina, poiché, confrontato con gli altri potenziali settori d'applicazione, risulta il più profittevole. Da una parte viene colmata la necessità di monitoring di alcuni parametri per prevenzione e controllo nei confronti di alcune malattie croniche, sempre più diffuse a causa del progressivo invecchiamento della popolazione. D'altra parte, viene risolto il problema del sovraffollamento delle strutture cliniche e della mancanza dei medici, problema già presente nel sistema sanitario e marcato ulteriormente con la diffusione del Covid-19. Il lavoro prevede un'analisi del valore creato in tale settore con l'introduzione della tecnologia SMS e una descrizione delle possibilità di diffusione sul mercato. L'approccio di ricerca utilizzato in questa seconda parte si baserà sul contatto diretto con lo sviluppatore della tecnologia per la parte più tecnica, accompagnato da una raccolta di informazioni e dati per giustificare la scelta di applicazione in tale settore.

L'obiettivo di ricerca di questa tesi è quello di verificare se la tecnologia SMS possa essere considerata una GPT, se possa risultare competitiva rispetto alle relative concorrenti special purpose e quali possano essere le sue possibilità e le sue modalità di diffusione, in riferimento alle teorie di diffusione di una GPT.

Le conclusioni della tesi sfrutteranno le caratteristiche e i vantaggi del dispositivo presentato come punto di partenza per rimarcare la superiorità dei dispositivi general purpose e proveranno ad immaginare quale potrebbe essere l'ulteriore evoluzione che potrebbe caratterizzare il prossimo futuro.

1 CAPITOLO 1

TECNOLOGIE GENERAL PURPOSE

1.1 INTRODUZIONE

Il termine “General Purpose Technologies” (GPT) è stato introdotto per la prima volta da Bresnahan e Trajtenberg (1993) e identifica quelle tecnologie generali che, applicate e declinate nei diversi settori (AS), caratterizzano un periodo storico e sono capaci di influenzarne l’intera economia, con ripercussioni rivoluzionarie su imprese e famiglie. Alcuni importanti esempi di tecnologie general purpose sono l’elettricità o l’ICT (Information and Communication Technology). Uno studio su una GPT risulta interessante poiché comprende lo studio e le applicazioni di moltissimi settori, molto diversi tra loro, ma legati dalla stessa base tecnologica.

I primi studi sull’argomento sono stati introdotti per spiegare la correlazione tra alcune epoche di crescita economica e l’applicazione di alcune tecnologie innovative, che sono riconosciute appunto come GPT. Sono state poi affrontate analisi riguardanti le modalità di diffusione e la capacità di generare innovazione di questo tipo di tecnologie; in particolare si sono messi in luce gli incentivi che le GPT offrono all’innovazione nei diversi settori di applicazione.

Questo tipo di tecnologie è a scopo generale, esse possono essere declinate in varie forme, adottate in vari settori, per risolvere problemi di diverso tipo. Una GPT può assumere diverse forme: potrebbe essere riferito a un concetto più teorico, come per esempio quello della produzione di massa, oppure potrebbe riferirsi a un servizio o a uno strumento concreto, acquistato nei settori applicativi, come per esempio nel caso dei computer e dell’informatica. Qualsiasi sia la forma della GPT, sicuramente rimarrà il suo carattere generale, che le permetterà di essere sfruttata come input in tutti i settori di applicazione a valle, ponendosi come base per l’innovazione più specifica. La specializzazione di queste tecnologie a valle, in un settore ben definito, insieme alle innovazioni complementari di adattamento del sistema, genera valore.

Le GPT seguono solitamente l’affermarsi di scoperte, teorie e paradigmi scientifici radicalmente nuovi, le teorie della scienza offrono opportunità tecnologiche che vengono sfruttate e si

concretizzano in una GPT. Se si dovesse rappresentare su uno schema ad albero le GPT, si avrebbero 3 livelli: nel primo si può immaginare il principio scientifico sfruttato, nel secondo la GPT e poi nel terzo i vari settori di applicazione. In questo capitolo verranno presentate le caratteristiche principali delle tecnologie general purpose, le modalità di diffusione tipiche e i fenomeni che normalmente si osservano durante le varie fasi del ciclo vita di una di queste tecnologie.

1.2 CARATTERISTICHE DELLE TECNOLOGIE GENERAL PURPOSE

Secondo la letteratura già esistente sull'argomento, le tecnologie general purpose sono caratterizzate da tre elementi principali:

- **Pervasività;**
- **Capacità di miglioramento;**
- **Generazione di innovazione;**

1.2.1 Pervasività:

Una tecnologia general purpose si dice pervasiva poichè dovrebbe diffondersi nella maggior parte dei settori, consente la specializzazione per molte applicazioni diverse. Cummins e Violante classificano una tecnologia come GPT quando l'adozione è diffusa in tutti i settori.

1.2.2 Capacità di miglioramento:

Una tecnologia GPT ha la capacità di migliorare con il tempo. Questo miglioramento si manifesta solitamente in una diminuzione dei prezzi, correlato ad un aumento della qualità e della performance. Questo fenomeno è facilmente riscontrabile nelle tecnologie IT: il prezzo di qualsiasi tecnologia hardware è diminuito esponenzialmente e la potenza, la performance dei nuovi computer, delle nuove sensoristiche è aumentata con lo stesso andamento.

1.2.3 Generazione di innovazione:

Qualsiasi GPT genererà innovazione, creando prodotti completamente nuovi, rivoluzionando prodotti già esistenti e influenzando i processi di produzione. Le innovazioni generate dal GPT possono essere di diverso tipo, sia strettamente tecniche sia gestionali. Si considera progresso qualsiasi elemento che permetta di produrre lo stesso output con meno input, oppure un output di qualità superiore o in quantità superiore con lo stesso input. Per questo motivo si considerano nell'elenco delle GPT, descritto da Lipsey et al. anche innovazioni gestionali o di processo, come per esempio il metodo Toyoda (produzione snella) o la produzione di massa.

L'innovazione generata dalle tecnologie general purpose è riscontrabile anche nel numero di invenzioni, contate attraverso il numero di nuovi brevetti, che vengono presentate durante la diffusione di una nuova GPT: tendenzialmente nei periodi di diffusione di una nuova GPT il numero di brevetti registrati sale.

1.3 COMPLEMENTARIETA' INNOVATIVA

La combinazione delle caratteristiche (2) e (3) dà vita al fenomeno che è chiamato “**Complementarietà innovativa**”, che fa sì che l’evoluzione delle GPT a monte incentivi l’innovazione nei settori di applicazione a valle e viceversa. Il tasso di innovazione totale sarà dunque dipendente sia dal livello tecnologico della GPT e dal tuo tasso di innovazione (T_g), sia dal livello tecnologico dei settori d’applicazione AS e dal loro tasso di innovazione (T_a).

1.4 IMPLICAZIONI ECONOMICHE GPT

Il settore delle GPT si presenta molto variegato, sulla base della natura della tecnologia, che implica un diverso mercato, una diversa rete di distribuzione e di vendita, modalità di adozione e diffusione diverse. Le caratteristiche di pervasività fanno sì che ogni applicazione della stessa GPT sia diversa, rendendo il tutto ancora più eterogeneo. Per un’analisi di una singola GPT è bene considerare molti fattori, tra cui la necessità di co-invenzioni per la sua diffusione, il numero e il tipo di attori presenti sul mercato e le relative necessità, la presenza di brevetti, le caratteristiche dei consumatori finali. Questa varietà riserva delle implicazioni diverse riguardo tipo di interazioni che si ha all’interno di tale settore. Tuttavia, esistono dei fenomeni economici che sono generalmente riscontrabili con tutte le GPT:

- **Rendimenti di scala crescenti (SIRS)**
- **Esternalità verticale**
- **Esternalità orizzontale**

Si può affermare che il rendimento potenziale delle GPT è molto alto: le caratteristiche naturali di tali tecnologie, la possibilità di condividere un input comune e di unire le i progressi e gli sforzi innovativi tra la GPT e i vari settori applicativi AS, il continuo incentivo all’innovazione, portano al superamento dei rendimenti di scala decrescenti. Tuttavia, è facile osservare come la somma delle

frazioni di valore riferite a GPT, AS e consumatori sia sempre <1 . Questa disuguaglianza stretta, che implica uno spreco di valore, è causata dalla mancanza di coordinamento e da un'informazione asimmetrica (dovuta a brevetti, segreti professionali o device di proprietà di GPT o AS) e genera quelle che sono chiamate esternalità. Nel caso delle GPT sono presenti due tipi di esternalità: un'esternalità verticale, tra GPT a monte e AS a valle, e un'esternalità orizzontale tra i vari AS.

1.4.1 Rendimenti crescenti

I rendimenti di scala sociali crescenti (SIRS), caratteristici delle GPT, derivano dalla condivisione di un input comune e dalla super-additività tra sforzo inventivo a livello di GPT e a livello di settori applicativi AS.

Si consideri il rendimento di un attore in un settore di applicazione e della sua invenzione basata su un GPT. Maggiore sarà il tasso di innovazione e il livello di avanzamento tecnologico nel GPT (T_g), maggiore sarà il valore nel settore di applicazione; tuttavia, si ricorda che il tasso di innovazione del GPT aumenterà incentivato dall'aumento del tasso di innovazione a valle (T_a) e viceversa. Questi meccanismi possono superare i rendimenti decrescenti degli investimenti in ricerca e sviluppo sulla tecnologia. Condividendo una vasta gamma di settori la stessa base tecnologica, la funzione di costo di innovazione potrebbe essere aggregata e i diversi settori potrebbero condividere i frutti dello sforzo effettuato. I modelli GPT presumono che specifici input intermedi possano essere resi molto economici attraverso la continuazione del progresso tecnico e possano essere impiegati e condivisi in diversi settori; in tali modelli i costi marginali di riutilizzo di un'idea, una tecnologia o una teoria sono pari a zero.

1.4.2 Esternalità verticale (tra GPT e AS)

L'esternalità verticale riguarda l'interazione tra GPT e AS in termini di appropriabilità del valore dell'innovazione. Essa genera un'inefficienza, dovuta alla condivisione di un costo (quello dell'innovazione) su un bene comune (la tecnologia): i settori di applicazione scelgono un tasso di innovazione T_a per massimizzare il loro guadagno e aumentare la frazione di valore di cui si

possono appropriare. L'aumento di T_g (tasso di innovazione GPT) incentiverà i settori di applicazione ad innovare, ma il tasso scelto da essi T_a sarà sempre subottimale. Per massimizzare il valore totale si dovrebbe scegliere un tasso più alto di quello che viene scelto per massimizzare le proprie rendite. Questo tipo di esternalità è simmetrica e quindi anche i GPT sceglieranno un tasso T_g minore di quello ottimale, per massimizzare le proprie rendite e non il valore complessivo.

1.4.3 Esternalità orizzontale (tra i vari AS)

Esiste poi un'esternalità orizzontale, dovuta al carattere generale della GPT e al fatto che essa è adottata da molti AS diversi. Anche in questo caso la scelta di T_a da parte di ogni settore applicativo risulta subottimale, poiché ogni settore sceglie T_a per massimizzare il proprio profitto; se si massimizzasse la sommatoria dei profitti dei vari settori AS, in modo coordinato, il tasso scelto T_a sarebbe superiore così come la capacità d'innovazione e il valore generato.

1.5 DIFFUSIONE DELLE GPT

La diffusione delle GPT si presenta spesso come un processo lungo e lento. È solito esserci, per qualsiasi tecnologia, un intervallo temporale tra la sua invenzione e la sua diffusione che crea valore economico. La stessa letteratura sulle GPT distingue tra il progresso tecnico puro (invenzione GTP) e l'innovazione necessaria per la creazione di valore e la diffusione (invenzioni settori AS). Molte GPT, come vapore, elettricità e ICT, hanno mostrato una diffusione inizialmente lenta, seguita da un'accelerazione in un secondo momento. La velocità di diffusione per una GPT varia in base ai vari settori di applicazione in cui tale tecnologia è impiegata, con condizioni di mercato chiaramente diverse.

Esistono tuttavia una serie di fattori che generalmente incidono sulla velocità di diffusione delle GPT e forniscono una spiegazione alle tempistiche di adozione:

1.5.1 Stato di avanzamento nuova GPT

I miglioramenti tecnici della GPT hanno incentivato un progresso nelle tecnologie complementari e ne hanno aiutato la diffusione. Si pensi per esempio alla GPT del vapore; inizialmente questa tecnologia era poco adottata poiché era inadatta a molti lavori. Solamente dopo l'invenzione del motore di Corliss, a metà del XIX secolo, questa tecnologia venne adottata in modo più ampio. Tale invenzione apportò un grande progresso tecnico per questa GPT, abbassandone i prezzi, migliorandone l'efficienza energetica e permettendo un'erogazione di potenza costante e controllabile, e rese la GPT del vapore adatta a tutti i settori. In un primo periodo invece, le tecnologie precedenti, sebbene su base meno innovativa, vantavano secoli di progresso tecnico e riuscivano a offrire performance superiori.

1.5.2 Stato di avanzamento tecnologie precedenti

Una nuova GPT per sostituire le tecnologie precedenti dovrà colmare i punti deboli di queste ultime, e si instaurerà inizialmente nei settori più colpiti dalle debolezze delle tecnologie precedenti. È però possibile che le tecnologie precedenti abbiano ancora margine di miglioramento e di progresso tecnico; in tal caso il processo di adozione della nuova GPT sarà più lungo e lento. Inoltre, nel caso di arrivo di una nuova GPT, tali miglioramenti potrebbero essere accelerati, dall'incentivo della concorrenza. Nella figura 1 si può notare l'andamento che spesso caratterizza l'entrata di una nuova tecnologia, che, inizialmente, offre performance ancora inferiori a quella vecchia, ma poi, avendo potenziali di miglioramento più grandi, raggiunge le prestazioni della precedente tecnologia e le supera.

1.5.3 Investimenti affondati e complementarità dinamica

Un ulteriore punto che può influenzare la velocità di diffusione della nuova GPT è legato agli investimenti affondati nella tecnologia precedente dei settori di applicazione e ai costi di conversione. Se gli investimenti effettuati in beni complementari alla vecchia tecnologia sono poco specifici e riadattabili facilmente alla nuova GPT, allora sicuramente l'entrata della nuova tecnologia avviene in modo più facile, si crea una sorta di complementarità dinamica tra la nuova GPT e le tecnologie complementari vecchie e riadattate. In tal caso i costi e i tempi associati all'invenzione e alla diffusione di tecnologie complementari alla nuova GPT si riducono, in quanto vengono riutilizzate quelle che prima erano associate alla vecchia GPT. È proprio l'insieme GPT e innovazioni complementari che genera valore e progresso economico.

1.5.4 Mercati paralleli

Alcune tecnologie GPT sono strettamente legate a dei mercati complementari, e la loro diffusione sarà nettamente influenzata da essi. Si pensi per esempio al vapore; esso, come altre GPT, è strettamente legato ad altri beni che possiamo definire come complementari. Tra questi il più importante nel caso del vapore potrebbe essere il carbone, che da un lato viene utilizzato come

combustibile per il motore a vapore, d'altro lato viene estratto tramite tecnologie a vapore. Sicuramente questi due mercati saranno influenzati l'un l'altro e dovranno crescere congiuntamente.

1.5.5 Necessità di co-invenzioni e adattamento del sistema

La velocità di diffusione dipende in modo significativo dalla necessità di inventare input complementari nei settori applicativi. Spesso l'invenzione nei settori applicativi è più lenta e rimane indietro rispetto all'invenzione e al progresso della GPT stessa; mancando l'invenzione complementare (innovazione del processo di produzione nel caso dell'elettricità) non si riesce a utilizzare o sfruttare in modo efficace la GPT e la sua diffusione rallenta. Si veda per esempio il caso dell'elettricità che ha sostituito il vapore. All'inizio i motori elettrici sostituirono quelli a vapore senza l'introduzione di invenzioni complementari (complementarietà dinamica tra vecchia e nuova tecnologia) poiché i sistemi di trasmissione dei motori a vapore potevano essere riutilizzati anche per la trasmissione dell'energia prodotta da un grande motore elettrico. Tuttavia, i vantaggi dell'elettricità non risiedevano solamente in un abbassamento dei costi, ma anche nel fatto che i motori elettrici erano di piccole dimensioni e potevano essere distribuiti nello stabilimento in modo più efficiente. Gli impianti sono stati riprogettati seguendo la logica di processo di fabbricazione, sono stati ridisegnati i processi di produzione. Questo insieme di fattori ha portato ad un risparmio nettamente superiore rispetto al risparmio puramente legato al costo della forma di energia. Queste conseguenze rendono l'elettricità una GPT. Dunque, anche se la tecnologia elettrica era tecnicamente avanzata fin da subito, ebbe dei ritardi nella diffusione a causa dei costi e dei tempi di co-invenzione, ossia a causa dei costi e tempi di adattamento del sistema, affinché l'adozione dell'elettricità potesse portare dei vantaggi significativi.

1.5.6 Incentivi all'innovazione

Il lancio di una nuova tecnologia GPT crea un nuovo sistema di innovazione, di incentivi al progresso. Questo all'inizio sarà limitato dal basso stato di sviluppo del GPT e dalle tecnologie

precedenti già affermate. Con il tempo, l'adozione della tecnologia da parte di alcuni settori precoci, aumenterà gli incentivi ad innovare e dunque oltre alle forze ordinarie che portano alla diffusione di una normale tecnologia, si aggiungerà il meccanismo di incentivi all'innovazione tra GPT e AS. Questo meccanismo di incentivo aumenterà sempre più, man mano che la GPT si diffonde, dando vita all'accelerazione già citata.

1.5.7 Costi e tempi di apprendimento

Un ulteriore fattore che può influire sulla velocità di diffusione della nuova GPT può essere riferito ai costi e ai tempi di apprendimento. Spesso infatti l'introduzione di una nuova GPT prevede un rallentamento della produzione e dell'attività perché ci vuole del tempo per imparare ad utilizzare tale innovazione; un esempio di GPT che ha subito inizialmente l'ostacolo dell'apprendimento è quella del computer, in particolare nella diffusione tra le famiglie.

1.6 TEORIE DI DIFFUSIONE E CURVA AD S

Esistono diverse teorie di diffusione delle GPT; una tra le più impiegate è quella della curva ad S (Figura 1). Tale teoria implica che una GPT si diffonde in modo lento all'inizio, poi subisce una crescita improvvisa e infine si stabilizza fino a quando non verrà sostituita da una nuova tecnologia. Il primo periodo prevede una diffusione lenta prima attraverso i vari settori AS dell'economia, poi la diffusione prosegue all'interno del settore tra le varie organizzazioni e imprese. Dopo che entrambi questi passaggi, caratterizzati da tempi lunghi e velocità di diffusione bassa, si assisterà all'accelerazione. La parte verticale della curva ad S corrisponde al raggiungimento di un certo livello di prestazioni o un certo livello di costo, all'entrata in atto dei meccanismi di innovazione delle GPT, all'adattamento dei sistemi di produzione con innovazioni complementari e al superamento delle inefficienze dovute alle esternalità. Dal lato domanda la parte verticale della curva corrisponde all'adozione della GPT da parte della cosiddetta early majority; nella prima fase invece solo i settori maggiormente colpiti dalle debolezze della tecnologia precedente adottano la nuova GPT.

La figura 1 esemplifica questi concetti: sull'asse delle ordinate possono essere posti sia i livelli di performance e costo raggiunti dalla tecnologia sia il tasso di adozione di quest'ultima, l'asse delle ascisse può essere riferito al tempo ma anche allo sforzo impiegato nell'innovazione, che dà vita alle innovazioni complementari, alle performance superiori della tecnologia e ne permette l'adozione.

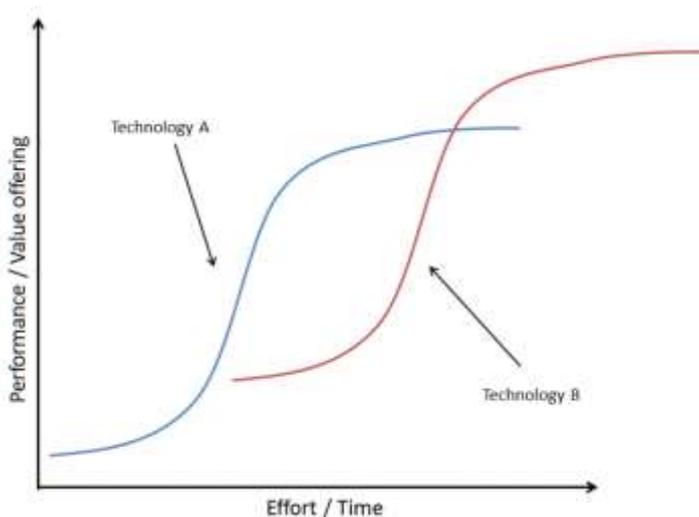


Figura 1 - curva ad s

1.7 ALTRI FENOMENI LEGATI ALL'INTRODUZIONE DI UNA GPT

Sono stati osservati alcuni fenomeni che solitamente accompagnano la nascita e la diffusione di una tecnologia GPT:

1.7.1 Nuovi entranti nel mercato:

solitamente alla diffusione di una nuova tecnologia general purpose sono correlati nuovi entranti sul mercato e fusioni tra imprese già presenti. Le nuove imprese sono facilitate, rispetto agli incumbent, ad entrare, perché non hanno nessun costo di riadattamento, non hanno costi affondati nelle vecchie tecnologie e dunque sono più flessibili, facilitate ad entrare. Le fusioni e le acquisizioni di solito avvengono per affrontare il cambiamento dotandosi reciprocamente delle competenze mancanti.

1.7.2 Rallentamento della produzione:

la nuova tecnologia necessita di tempo perché i settori industriali riescano a conoscerla, imparino ad usarla e a sfruttarla al meglio: questo implica che nel primo periodo di adozione della nuova tecnologia la produzione rallenti.

1.7.3 Aumento del premio per la competenza:

quando una nuova tecnologia si diffonde nel settore industriale, tipicamente i pochi che la conoscono e che sono qualificati ad utilizzarla sono molto ricercati e i loro stipendi crescono.

1.7.4 Diminuzione dei prezzi delle azioni:

nel momento in cui viene lanciata una nuova GPT, le imprese presenti sul mercato, che ancora non hanno investito in tale tecnologia, subiscono un calo di valore.

1.7.5 Aumento dei tassi d'interesse:

l'aumento del consumo desiderato rispetto alla produzione dovrebbe comportare un aumento del tasso di interesse.

1.7.6 Brevetti generali

molti studi per l'identificazione delle GPT si basano sull'utilizzo dei brevetti. I dati sui brevetti possono essere utili anche perché permettono il collegamento tecnologico tra invenzioni diverse, tuttavia non sono di facile interpretazione; infatti molte invenzioni non sono brevettate, così come molti brevetti contengono pochissima innovazione. Quello che è stato notato empiricamente è che i brevetti relativi alle GPT solitamente fossero più generali, di portata più ampia, appartengono ad aree in crescita e sono citati da brevetti altrettanto molto citati.

2 CAPITOLO 2

LA TECNOLOGIA SMS

2.1 INTRODUZIONE

Il seguente capitolo è dedicato alla presentazione della tecnologia SMS, che in questa tesi è oggetto di studio. Sarà introdotto il funzionamento della tecnologia, si analizzeranno le GPT che ne hanno permesso lo sviluppo e saranno esplicitate le scelte progettuali.

2.2 LA TECNOLOGIA SMS

La tecnologia Smart Measurement System che si vuole presentare, si colloca nel settore della misurazione e può offrire spunti di riflessione sull'evoluzione delle GPT, in quanto sfrutta proprio il miglioramento di queste ultime per raggiungere risultati paragonabili a quelli dei dispositivi di misurazione special purpose, mantenendo il carattere di dispositivo general purpose e i vantaggi da essi derivanti. La tecnologia, attualmente in fase prototipale, permette di misurare qualsiasi grandezza fisica tramite uno smartphone o altro dispositivo intelligente. Lo smartphone deve essere equipaggiato con una sensoristica esterna, diversa a seconda del tipo di misurazione che si vuole effettuare, e con un'applicazione di contorno. La sensoristica esterna è collegata allo smartphone tramite la presa jack, ritrovabile nella maggior parte dei dispositivi compatibili con la tecnologia. La sensoristica esterna avrà dimensioni molto ridotte (circa quelle di una chiavetta usb), portando vantaggi in termini di portabilità e praticità. La tecnologia ha l'obiettivo di sostituire i dispositivi di misurazione di tipo stand alone e di facilitare e velocizzare le operazioni di misurazione e integrazione del dato per l'utente.

2.3 LE GPT CHE HANNO CONTRIBUITO ALLO SVILUPPO DI SMS

La tecnologia SMS permette di raggiungere prestazioni paragonabili se non superiori a quelle dei dispositivi special purpose che vuole andare a sostituire, ma con i vantaggi in termini di portabilità, flessibilità, integrazione e condivisione del dato. Per arrivare allo sviluppo di SMS sono stati sfruttati i miglioramenti che hanno subito negli ultimi anni alcune importanti GPT. Combinando le evoluzioni e le attuali capacità di queste tecnologie si può arrivare ad ottenere una misurazione facile, veloce e affidabile e condivisibile. Di seguito un elenco, con relativa descrizione, di tutte le GPT che risultano fondamentali nella progettazione di SMS:

2.3.1 Sistemi di calcolo:

una GPT fondamentale riguarda i sistemi di calcolo e i microprocessori, che hanno subito nel corso degli anni un esponenziale incremento di potenza, accompagnato da una miniaturizzazione e una diminuzione di costo. I sistemi di calcolo moderni, a transistor, nascono nella seconda metà del '900. Tra i primi ad essere sviluppati si può citare ELEA 9003, il primo computer commerciale interamente fatto a transistor, progettato da Olivetti nel 1957. Il lancio di tale tecnologia ha dato vita all'era digitale. Da quel momento l'evoluzione tecnologica ha seguito la legge di Moore (fondatore di INTEL). Nel 1965 Moore ipotizzò che il numero di transistor nei microprocessori sarebbe raddoppiato ogni 12 mesi circa. Nel 1975 questa previsione si rivelò corretta. Prima della fine del decennio i tempi si allungarono a due anni, periodo che rimarrà valido per tutti gli anni ottanta. La legge venne poi riformulata alla fine degli anni ottanta ed elaborata nella sua forma definitiva, in vigore fino ai giorni nostri, secondo la quale il numero di transistor nei processori raddoppia ogni 18 mesi. Al progressivo incremento delle prestazioni di calcolo, in linea con l'evoluzione caratteristica di una GPT, si abbina la miniaturizzazione del sistema, la riduzione del consumo di energia e un netto calo dei costi. Un microprocessore di nuova generazione mantiene le stesse dimensioni di quello della generazione precedente, raddoppiando il numero di transistor e riducendo il consumo elettrico. Questa evoluzione ha consentito di ottenere palmari, smartphone, tablet come dispositivi GPT general purpose sempre più piccoli e potenti ed economici.

L'elaborazione dati attraverso il digitale risulta inoltre fondamentale perché permette raccolta di grandi quantità di informazioni, da cui ricavare, in modo semplice, trend e analisi che possono essere utilizzate a supporto della logica decisionale. Nel caso di SMS il sistema di calcolo sfruttato è quello dello smartphone, che, essendo più potente di quello solitamente presente nei dispositivi special purpose, permette una rielaborazione del dato di misura più veloce e accurata. Inoltre, un sistema di calcolo più potente permette l'interfaccia con una sensoristica più sofisticata e performante.

2.3.2 Internet: condivisione delle informazioni:

la rete internet può sicuramente essere considerata una GPT, per le conseguenze che ha avuto sul mondo. Permette una condivisione immediata del dato, ha dato vita all'IOT (Internet of Things), che collega gli strumenti di lavoro per un'industria sempre connessa ed aggiornata, dotata di tracciabilità totale. L'evoluzione della trasmissione dati, con lo sviluppo del 5G, ha permesso una riduzione della latenza al minimo; parallelamente sono stati creati ambienti cloud per archiviazione ed elaborazione del dato. Nel caso di SMS viene sfruttato il collegamento a Internet dello smartphone per ottenere un'immediata condivisione e integrazione del dato con i server aziendali, il cliente o gli interessati in qualsiasi momento e da qualsiasi luogo.

2.3.3 Sensoristiche:

esistono varie GPT che sono alla base della tecnologia sensoristica, tra cui nuovi materiali, nanotecnologie. L'evoluzione che hanno subito le sensoristiche negli ultimi anni risulta uno dei fattori fondamentali per la progettazione di SMS. Infatti, sensoristiche più sofisticate e miniaturizzate permettono una misura più accurata e dimensioni e consumo energetico ridotti, dunque rendono SMS competitiva con i dispositivi special purpose a livello di precisione raggiunta.

2.3.4 Smartphone:

lo smartphone non nasce come GPT, ma come combinazione di alcune GPT come il sistema di calcolo e internet. Tuttavia, si tratta di un dispositivo a scopo generale che ha avuto un'evoluzione e un impatto enorme sulla società e sull'economia mondiale, creando un mercato e un settore nuovo. È stato inserito nell'elenco delle tecnologie che hanno permesso lo sviluppo di SMS in quanto viene utilizzato come supporto, vengono sfruttati il microfono per ricevere il segnale, che viene rielaborato dal microprocessore tramite software e trasformato in dato, e la connessione ad internet, per la condivisione dell'output.

2.4 CARATTERISTICHE TECNICHE SMS E SCELTE PROGETTUALI

La tecnologia, attualmente in fase prototipale, permette di misurare qualsiasi grandezza fisica tramite uno smartphone o altro dispositivo intelligente. Lo smartphone deve essere equipaggiato con una sensoristica esterna, diversa a seconda del tipo di misurazione che si vuole effettuare, e con un'applicazione di gestione.

La sensoristica esterna è collegata allo smartphone tramite la presa jack, ritrovabile nella maggior parte dei dispositivi compatibili con la tecnologia. La sensoristica esterna avrà dimensioni molto ridotte (circa quelle di una chiavetta usb), portando vantaggi in termini di portabilità e praticità.

Questo paragrafo ha lo scopo di spiegare e giustificare le scelte progettuali e le soluzioni tecniche adottate per la tecnologia SMS, nonché di spiegarne più dettagliatamente il funzionamento.

2.4.1 FUNZIONAMENTO SMS

Nel momento in cui l'utente vuole effettuare la misurazione, collega lo strumento dedicato, contenente la sensoristica allo smartphone tramite presa jack. La tecnologia SMS sfrutta il microfono, un ingresso analogico dello smartphone, per la raccolta del dato.

L'evoluzione continua dello smartphone ha comportato la conseguente evoluzione del microfono in termini di sensibilità e frequenza; ne consegue la possibilità di utilizzare sensoristiche più sofisticate

e di raccogliere dati più precisi. Il segnale analogico raccolto subisce poi il processo di digitalizzazione tramite il microprocessore presente nello smartphone. Una volta che il dato è stato elaborato e trasformato in digitale può essere archiviato e condiviso, sfruttando l'applicazione dedicata.

2.4.2 INGRESSO JACK

La scelta di utilizzare la presa jack e non la presa usb comporta i seguenti vantaggi:

- **Ingresso analogico:**

Scegliendo la presa jack viene sfruttato l'unico ingresso analogico dello smartphone. La sensoristica esterna che deve essere collegata al dispositivo. Essa sarà condizionata da un minimo di elettronica al fine di essere resa compatibile con l'ingresso microfonico. L'elaborazione del segnale condizionato, da analogico a digitale, è attuata sfruttando il grande potenziale di calcolo dello smartphone, a cui sarà demandata tutta la parte di visualizzazione, elaborazione e archiviazione del dato. Essendo i processori dello smartphone, molto più potenti di quelli che si trovano in un dispositivo standalone, sarà possibile sfruttare tali caratteristiche per utilizzare algoritmi di correzione e analisi del segnale di ordine superiore. I risultati ottenuti saranno almeno equivalenti, spesso migliori rispetto a quelli forniti dai dispositivi standalone.

- **Standard:**

La presa jack rappresenta uno standard di fatto, al contrario per esempio dell'ingresso digitale micro-usb, di cui esistono varie forme.

- **Robustezza**

La presa jack risulta notoriamente più robusta degli altri ingressi che si possono trovare su smartphone. L'attivazione della presa jack (inserimento del dispositivo attiva automaticamente l'applicazione corrispondente)

- **Facilità di utilizzo:**

La presa jack è di uso comune immediato e comporta un collegamento fisico allo smartphone. Si è visto che per le persone anziane, il collegamento fisico è più semplice da effettuare e realizzare rispetto ad un collegamento wireless.

- **Possibile assenza di fonti di energia esterne (eventuale implementazione futura):**

La presa jack permetterebbe di alimentare con il segnale elettrico fornito dal segnale audio, l'energia necessaria al funzionamento di sensori non troppo energivori. In questo modo è possibile impiegare sensori senza l'utilizzo di batterie. Questo elemento non è ancora stato sviluppato, ma potrebbe rappresentare una caratteristica futura.

2.4.3 SUPPORTO SMARTPHONE:

La scelta di utilizzare uno smartphone come dispositivo di supporto è motivata dai seguenti elementi:

- **Praticità, portabilità e diffusione**

Lo smartphone è un dispositivo che attualmente la maggior parte della popolazione possiede e già conosce. Le sue dimensioni permettono il suo trasporto in modo comodo e pratico e la sua versatilità lo rende adatto ad applicazioni di diverso tipo. La sua potenza di calcolo inoltre permette di elaborare, visualizzare e salvare immediatamente il dato misurato.

- **Connessione:**

Una delle caratteristiche fondamentali dello smartphone, che rende questo dispositivo così largamente impiegato è la sua connessione a internet. In relazione alla tecnologia presentata, questo fattore permette la condivisione immediata della misura effettuata e la sua eventuale integrazione nei server aziendali.

- **Sensoristica già presente nello smartphone:**

Le applicazioni del sistema di misura potranno sfruttare la sensoristica già presente nello smartphone come GPS, accelerometri, giroscopi, fotocamera e altri, per integrarli con il dispositivo SMS.

- **Funzionalità:**

L'applicazione per smartphone usufruirà della potenza elaborativa del dispositivo, le sue funzionalità saranno facilmente implementabili, aggiornabili e personalizzabili. L'integrazione con la sensoristica già presente sullo smartphone rappresenta una fonte di evoluzione.

- **Sviluppo applicazioni:**

Lo sviluppo di applicazioni per smartphone è più veloce rispetto allo sviluppo per un dispositivo proprietario.

3 CAPITOLO 3

APPLICAZIONE AL SETTORE DELLA TELEMEDICINA; GENERAZIONE DI VALORE E DIFFUSIONE

3.1 INTRODUZIONE

In questa tesi si vuole studiare la tecnologia SMS come GPT e osservare come essa si possa diffondere all'interno di un settore ben preciso: quello della telemedicina. In tale capitolo verrà presentato il settore di applicazione, si giustificherà la scelta di tale settore, andando a evidenziare i problemi che la tecnologia SMS risolverebbe. Si confronteranno inoltre le caratteristiche di SMS con i fattori che possono facilitare o ostacolare la diffusione di una GPT, analizzati nel capitolo 1.

3.2 GENERAZIONE VALORE PER SMS

Una tecnologia generale, come può essere SMS, acquisisce valore nel momento in cui viene declinata in un settore specifico. Il suo carattere generale la rende disponibile per qualsiasi settore necessiti di una misurazione sporadica, veloce, semplice e condivisibile. È dunque fondamentale capire quale sia il settore che necessiti di uno strumento di questo tipo, quale sia l'applicazione che genera maggiore valore per gli utenti di SMS. Il settore che è stato scelto per l'analisi della tecnologia SMS è quello della telemedicina, per la misurazione e il monitoring dei parametri dei pazienti. Le motivazioni di questa scelta sono legate alla presenza di un problema che non è ancora stato risolto, riguardante un progressivo aumento di necessità di monitoring e un'inefficienza del sistema sanitario, che non riesce a sostenere tale aumento di domanda. L'evoluzione tecnologica ha permesso un aumento delle prestazioni tale da riuscire a trovare un approccio innovativo a un problema di questo tipo, attraverso il monitoring da remoto dei parametri da tenere sotto controllo. In particolare, l'avvento delle nuove tecnologie informatiche ed elettroniche, come la

condivisione di dati su piattaforme Cloud, lo sviluppo di sofisticati sensori elettronici e il potenziamento delle reti di trasmissione dati, ha permesso di sviluppare diverse sezioni della telemedicina che nei prossimi anni potrebbe rivoluzionare l'erogazione dei servizi sanitari dedicati al paziente.

3.3 PRESENTAZIONE SETTORE TELEMEDICINA

Per inquadrare il settore della telemedicina sono citate alcune definizioni:

“Un nuovo modello di assistenza socio-sanitaria, realizzabile tramite l'utilizzo di dispositivi mobili come i cellulari, gli smartphone, i dispositivi di monitoraggio dei pazienti e ipersonal digital assistants (PDAs).”

“Una modalità di erogazione di servizi di assistenza sanitaria tramite il ricorso a tecnologie innovative, in particolare alle Information & communication technologies (Ict), in situazioni in cui il professionista della salute e il paziente non si trovano nella stessa località. La telemedicina comporta la trasmissione sicura di informazioni e dati di carattere medico nella forma di testi, suoni, immagini o altre forme necessarie per la prevenzione, la diagnosi, il trattamento e il successivo controllo dei pazienti.” Secondo le linee guida fornite in occasione della Conferenza Stato-Regioni del febbraio 2014.

“Un'assistenza remota attraverso informatica e telecomunicazioni con scambio di informazioni per diagnosi, terapia e prevenzione delle patologie.” Secondo la definizione rilasciata dall'Organizzazione mondiale della sanità (WHO – 1997).

La telemedicina consente al medico di

- monitorare giornalmente i parametri vitali misurati in autonomia dal paziente;
- inviare e ricevere documenti, diagnosi e referti in modo immediato a distanza;
- fornire colloqui e servizi di assistenza medica da remoto

La tecnologia SMS rappresenterebbe una soluzione adatta per il primo punto preso in considerazione. Infatti permetterebbe una rapida e semplice misurazione di parametri, effettuata autonomamente dal paziente tramite il proprio smartphone, e l'immediata condivisione con il medico tramite piattaforma dedicata.

3.4 SMS DIFFUSIONE

Nella progettazione della tecnologia SMS è facile ritrovare le linee guida delle GPT che sono state presentate nel capitolo 1. Si nota innanzitutto che la tecnologia SMS è pervasiva e potrebbe essere applicata in qualsiasi settore, dal settore di largo consumo per la misurazione della febbre a casa, per esempio, agli studi di professionisti che necessitano una misurazione della distanza semplice e veloce come architetti, geometri, ai controlli qualità per processi industriali, come per la gestione della catena del freddo, fino al monitoring dei parametri in ambito medico. È poi facile notare il processo di miglioramento delle varie GPT che danno vita a SMS, che hanno permesso di raggiungere una prestazione tale da poter porre SMS come competitor diretta dei dispositivi special purpose. Merita attenzione anche il tema delle possibilità di diffusione di una tecnologia come SMS. Nel capitolo precedente si è sottolineato come la diffusione di una tecnologia GPT sia strettamente legata ad alcuni fattori; è bene ora esaminare ognuno di questi fattori in relazione alla tecnologia SMS, per analizzarne gli incentivi e gli ostacoli all'adozione. Per rendere il processo più facile, si farà riferimento all'adozione della tecnologia SMS nel settore della telemedicina, individuato come il più proficuo.

3.4.1 Stato di avanzamento nuova tecnologia (performance e costi)

L'avanzamento tecnologico di SMS risulta sufficiente per l'impiego sul mercato. Per quanto riguarda le performance, la nuova tecnologia ha sfruttato i progressi delle GPT alla sua base per raggiungere risultati paragonabili a quelli delle vecchie tecnologie special purpose. Attualmente sistemi di calcolo evoluti permettono di interfacciarsi con sensoristiche sofisticate e di raccogliere un dato preciso. La digitalizzazione del dato avviene su base solida e non perde di precisione. La precisione

raggiunta ovviamente varia in base al tipo di sensoristica utilizzata. Il dispositivo SMS si vuole porre come diretto competitor dei dispositivi utilizzati per misure spot e non dei dispositivi di misurazioni di precisione da laboratorio. L'utilizzo di sensori eccessivamente sofisticati prevederebbe un ingombro e un costo che andrebbe a incidere negativamente sul carattere di comodità e portabilità, caratteristica di SMS, e non potrebbe adattarsi all'applicazione in telemedicina. Per quanto riguarda i costi, la nuova tecnologia abbasserebbe notevolmente i costi di gestione del sistema sanitario, sfruttando un dispositivo già in possesso dell'utente e riducendo l'impegno del personale medico; la tecnologia potrebbe insediarsi inizialmente in quei paesi in cui l'incidenza della spesa sanitaria risulta superiore.

3.4.2 Stato di avanzamento tecnologie precedenti

Le tecnologie di misurazione special purpose in ambito medico sono attive da molto tempo e sono state oggetto di una grande evoluzione, con l'introduzione dell'elettronica e dell'informatica. La tecnologia SMS non si pone sullo stesso piano di queste tecnologie, che in alcuni casi risultano fondamentali, ma come una tecnologia complementare che vuole andare a coprire una parte di domanda che attualmente rimarrebbe non soddisfatta. Dunque le tecnologie attualmente in utilizzo non dovrebbero rappresentare un ostacolo per la diffusione di SMS.

3.4.3 Mercati paralleli

La tecnologia SMS si è sviluppata proprio sull'idea della ormai capillare diffusione degli smartphone. È evidente che i due mercati dovranno andare di pari passo. Infatti l'idea che è alla base di SMS, che la rende fruibile da tutti, a basso costo, facile e comoda da utilizzare, è che l'utente sia dotato di smartphone o di altro dispositivo intelligente. Dovesse cadere questa ipotesi, la diffusione di una tecnologia come SMS si fermerebbe.

3.4.4 Investimenti affondati e complementarietà dinamica

Prendendo in considerazione l'ambito medico, in cui si vuole applicare SMS, gli investimenti affondati riguardano macchinari delle strutture ospedaliere che non dovrebbero essere adottati alla nuova tecnologia, ma che continuerebbero ad essere impiegati. La tecnologia SMS affiancherebbe tali macchinari per soddisfare l'eccesso di domanda in modo economico, efficace e innovativo.

3.4.5 Necessità di co-invenzioni e adattamento del sistema

Questo fattore è quello che maggiormente può incidere sulla diffusione di SMS. Infatti, affinché la tecnologia SMS possa essere impiegata in un sistema di telemedicina, risulta elemento fondamentale che la telemedicina rappresenti un sistema funzionante ed utilizzato. Molte nazioni in Europa stanno investendo e stanno spingendo per l'avvio di pratiche di telemedicina, tuttavia in Italia, come in molti altri paesi, il sistema sanitario necessiterebbe di un grande adattamento. Si dovrebbe creare una piattaforma informatica, con accesso sia dal dispositivo paziente sia dal dispositivo del medico, in cui possano essere caricati e raccolti tutti i dati registrati periodicamente dal paziente. Tale piattaforma dovrebbe essere creata e diffusa in modo capillare nel sistema sanitario. Inoltre, il sistema sanitario dovrebbe preoccuparsi di fornire ai pazienti che ne necessitano, i dispositivi di misurazione SMS necessari. Tali dispositivi rappresentano un obiettivo tecnicamente ed economicamente raggiungibile dato la semplicità costruttiva del dispositivo e la diminuzione esponenziale dei costi di produzione in funzione del numero di dispositivi fabbricati. Sarebbe opportuno costruire una serie di dispositivi SMS specifici per le varie applicazioni mediche al fine di raggiungere il miglior risultato e sfruttare nel modo più efficiente l'evoluzione delle GPT.

3.4.6 Costi e tempi di apprendimento

La tecnologia SMS non prevede particolari costi e tempi di apprendimento, in quanto sfrutta un dispositivo, lo smartphone, che nella maggior parte dei casi è già noto all'utente. L'apprendimento potrebbe incidere maggiormente per quanto riguarda l'utilizzo sui pazienti più anziani; tuttavia,

SMS per facilitare gli anziani al suo impiego, ha il pregio di utilizzare il collegamento fisico alla presa jack e non un collegamento wireless.

3.4.7 Incentivo all'innovazione

L'applicazione di SMS e più in generale lo sfruttamento di tecnologie generali come smartphone e sensoristiche in ambito medico, permette di dare vita ad un nuovo sistema, che stimolerà un'ulteriore innovazione delle tecnologie utilizzate e aiuterà ad innovare anche per quanto riguarda i sistemi di gestione dei pazienti. Un esempio di possibile innovazione futura potrebbe riguardare l'analisi dei dati raccolti dai pazienti tramite l'addestramento di intelligenza artificiale, che ne potrebbe individuare le anomalie ed effettuare una preselezione per snellire il lavoro del medico curante.

3.5 IL PROBLEMA CHE SI RISOLVE

Si veda ora nel dettaglio le motivazioni che hanno indirizzato la scelta di applicazione della tecnologia SMS nell'ambito medico. Tale motivazioni coincidono con le necessità di sviluppo di un sistema di telemedicina; SMS potrebbe essere lo strumento giusto per l'avvio e il supporto di tale sistema.

La necessità di un sistema di telemedicina deriva da un eccesso di una domanda che attualmente è riversata sul sistema sanitario classico. Questo eccesso di domanda comporta alcune inefficienze: in alcuni casi la domanda non viene soddisfatta, in altri casi la domanda potrebbe essere soddisfatta con tempi d'attesa troppo alti. A questi elementi si affianca una necessità di distanziamento sociale, emerso nell'ultimo anno, a causa della diffusione del virus Covid-19.

A seguire i fattori che comportano questo eccesso di domanda e che non permettono di soddisfarla integralmente:

- **Progressivo invecchiamento della popolazione:**

esiste un'aspettativa di aumento della popolazione d'età superiore a 65 anni dal 21% degli anziani di oggi, fino al 34% nel 2051. Il rapporto di dipendenza degli anziani (oltre 65 anni) rispetto all'assistenza dei giovani (fino a 64 anni) è destinato a crescere di oltre 1/3 (oggi esistono 3 giovani per ogni anziano, nel 2051 saranno 1,9 giovani per anziano). La popolazione anziana necessita più frequentemente di cure e monitoring costante, da qui un primo aumento di domanda.

- **Interesse al monitoring dei parametri vitali:**

su una ricerca condotta su un campione di 1000 soggetti, è emerso che 1 su 4 utilizza o è interessato ad utilizzare applicazioni per il monitoring dei propri parametri e del proprio stile di vita. Negli ultimi tre anni il download di applicazioni relative al monitoring di parametri di salute è più che duplicato: un altro elemento che contribuisce ad aumentare la domanda di misurazione di questi parametri.

- **Inefficienza dei sistemi sanitari, sovraffollamento delle strutture e mancanza di medici e personale infermieristico:**

a fronte di un aumento di domanda, è correlato un taglio del personale medico e sanitario. Le strutture offrono posti limitati e non riescono a offrire un servizio efficiente.

- **Necessità di distanziamento sociale causato dal covid-19:**

l'epidemia covid-19 ha contribuito alla crisi del sistema sanitario. Infatti, da un lato ha provocato un ulteriore aumento di domanda, d'altro lato ha imposto un distanziamento sociale per evitare la diffusione del virus e dunque ha imposto un numero ancora più limitato di possibili persone da accogliere nelle strutture sanitarie.

- **Impossibilità o difficoltà a spostarsi da parte di alcuni pazienti:**

molti dei pazienti che necessitano di un servizio di monitoring sono pazienti anziani, che hanno difficoltà a spostarsi. In molti casi una parte della domanda di questi soggetti non è soddisfatta.

- **Aumento dei pazienti affetti da malattie croniche:**

il numero di pazienti affetti da malattie croniche è in costante aumento. Attualmente tali malattie colpiscono il 40% della popolazione italiana ed è necessario un sistema di monitoraggio e prevenzione adeguato: un ulteriore aumento di domanda. Il grafico in figura2 mostra la distribuzione delle malattie croniche nel 2015, ora il numero di pazienti affetti da tali malattie è aumentato.

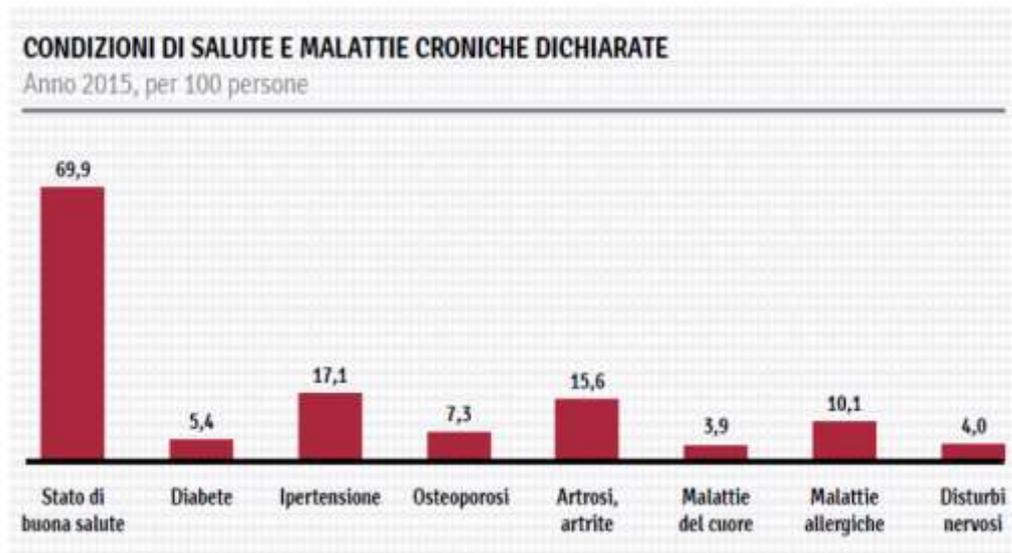


Figura 2 Livello di malattie croniche 2015 - fonte ISTAT

Parallelamente a questi elementi, l'altro fattore che rafforza l'ipotesi di buone possibilità di riuscita nella diffusione di un sistema di telemedicina è legato al fatto che l'evoluzione tecnologica permette lo sviluppo di sistemi affidabili e precisi, con cui le persone si interfacciano in tranquillità. Ormai la tecnologia del mobile health ha guadagnato la fiducia degli utenti. Secondo un'indagine statistica dell'Osservatorio Sanità, l'80% degli intervistati la ritiene utile per sé o per un familiare in termini di tempo, denaro ed efficacia. Studi riportano come il 51% della popolazione si affiderebbe solo a sistemi telematici per il controllo periodico, il 43% lo integrerebbe con alcuni incontri di persona con i medici e solo il 6% lo eviterebbe (figura3).

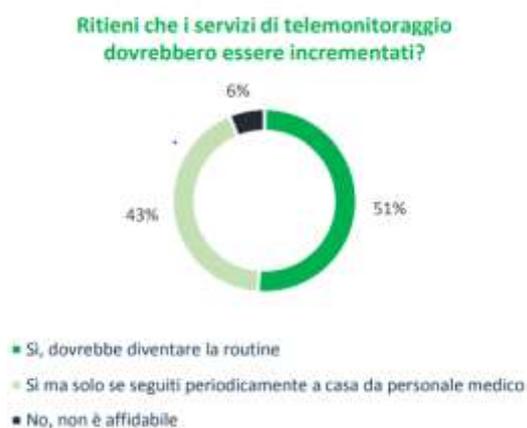


Figura 3 Studio sull'interesse all'applicazione della telemedicina - fonte centro di studi Unisalute

3.6 VANTAGGI SISTEMA TELEMEDICINA TRAMITE SMS

L'introduzione di un efficiente sistema di telemedicina comporterebbe dei vantaggi sia per gli operatori e le strutture sanitarie sia per i pazienti. Di seguito i vantaggi più rilevanti:

- minore afflusso di pazienti nei centri ospedalieri e negli studi medici;
- monitoraggio della malattia in fase precoce e riduzione del tasso di aggravamento;
- assistenza sanitaria per chi non ha la possibilità di spostarsi da casa;
- raccolta di grandi moli di dati che possono essere analizzati e utilizzati per diagnosi e ricerche;
- maggiore efficienza del sistema sanitario, i medici possono dedicare più tempo ai casi che necessitano della presenza fisica;
- comodità e praticità da parte del paziente, che può monitorare i propri parametri e aggiornare i medici riguardo le proprie condizioni in modo autonomo.
- archiviazione automatica di tutti i dati del paziente che possono essere accessibili da qualsiasi medico connesso alla piattaforma nel momento di bisogno;
- grande riduzione dei costi di gestione del sistema sanitario;

3.7 ADATTAMENTO DEL SISTEMA

Come visto nel paragrafo riguardante la diffusione della tecnologia SMS, uno dei fattori più rilevanti per l'adozione di tale soluzione riguarda l'adattamento del sistema e la presenza di invenzioni complementari. In particolare sono state individuate come fondamentali i seguenti elementi:

- Piattaforma dedicata
- Sensoristiche
- Smartphone
- Supporto tecnico

3.7.1 Piattaforma:

Per un corretto funzionamento di SMS in ambito medico è fondamentale accompagnare la soluzione con una piattaforma informatica dedicata che permetta l'interazione tra medico e paziente, in modo semplice e veloce, e il caricamento e l'archiviazione dei dati per ogni paziente. Tale piattaforma deve essere diffusa tra tutti i medici e i pazienti. Potrà essere fruibile sia tramite PC sia tramite smartphone. Dovrà essere dotata di due interfacce utente diverse per medici e pazienti. Il medico tramite tale piattaforma potrà accedere ai dati di tutti i pazienti per visualizzarli e analizzarli. Il paziente invece potrà tramite tale applicazione effettuare le misurazioni dei parametri necessari, visualizzare lo storico dei dati e fornire dei commenti ulteriori al medico, per facilitarne il lavoro. Infine tale piattaforma, potrebbe gestire anche tutte le ricette mediche, inviate dal medico al paziente

3.7.2 Sensoristiche:

Un altro elemento che è stato considerato fondamentale è lo sviluppo di sensoristiche dedicate. Si è ripetuto più volte come l'evoluzione delle tecnologie GPT abbia portato ad un livello di precisione e di affidabilità delle sensoristiche adatto anche a scopo medico, con costi di costruzione competitivi. Per procedere è doveroso stilare un elenco di quelli che possono considerarsi i parametri più importanti per un monitoring delle condizioni dei pazienti, a cui può seguire un elenco delle rispettive sensoristiche richieste:

- Temperatura
- Pressione
- Frequenza cardiaca o attività elettrica del cuore (ecg)
- Frequenza respiratoria
- Ossigenazione del sangue

3.7.3 Assistenza:

Sarebbe bene procedere con un centro di assistenza da remoto per tutte le problematiche riscontrate da pazienti e medici durante l'utilizzo del sistema.

4 CAPITOLO 4 - CONCLUSIONI DI RICERCA, EVOLUZIONI FUTURE DELLE GPT E DI SMS

4.1 CONCLUSIONI

Le conclusioni di questo lavoro di tesi vogliono trovare risposta alle domande di ricerca che sono state esplicitate nell'introduzione. Dunque, dopo le analisi effettuate riguardanti le tecnologie GPT, le caratteristiche della tecnologia SMS e la sua applicazione e diffusione in ambito medico, si può affermare che il dispositivo di misurazione SMS può considerarsi GPT in quanto rispecchia tutte e tre le caratteristiche tipiche di questa tipologia di tecnologie: pervasività, potenziale di miglioramento e capacità di generare innovazione. La tecnologia infatti è applicabile in qualsiasi settore che necessiti di una misurazione e si evolve continuamente, come conseguenza dell'evoluzione di tutte le GPT che la compongono; si ricorda che SMS nasce proprio sull'evoluzione di alcune GPT, che hanno permesso di raggiungere risultati competitivi anche su dispositivi generali. Inoltre la tecnologia SMS durante la sua diffusione e la sua maturazione potrà e dovrà portare innovazioni, siano esse complementari, utili a permettere l'affermazione nei vari settori, siano esse una conseguenza dell'instaurazione di un approccio nuovo e diverso rispetto al precedente, con potenziale di miglioramento. Possiamo dunque dichiarare come verificata la prima ipotesi del lavoro di tesi

Per quanto riguarda la verifica del secondo interrogativo di questo lavoro, riguardante le possibilità di successo della tecnologia, non si possono avanzare affermazioni certe, perché sul tema intervengono fattori contrastanti, di diverso tipo; tuttavia si può dedurre che la tecnologia ha buone possibilità di diffusione. La tecnologia si pone come il mezzo tecnico ideale per la concretizzazione della telemedicina, sistema già in espansione in alcuni paesi e con un grande potenziale di crescita e sviluppo in altri. Le possibilità di diffusione di SMS in questo senso potrebbero coincidere con le possibilità di diffusione dei sistemi di telemedicina. Come già trattato nel capitolo precedente, l'ostacolo più grande è dettato dall'adattamento del sistema sanitario. Tale adattamento non è da considerarsi solo dal punto di vista tecnologico; un elemento fondamentale potrebbe essere quello della gestione del cambiamento delle persone che fanno

parte del sistema, gli attori che poi dovranno effettivamente utilizzare la tecnologia e che dovranno cambiare le proprie abitudini, il proprio modo di lavorare. Questo problema riguarda entrambe le tipologie di utenti: da un lato il personale medico, d'altro lato i pazienti. Questi potrebbero rifiutare il nuovo sistema e la nuova tecnologia, oppure utilizzarla in maniera poco efficiente; è quindi molto importante curare questo passaggio, con dei training specifici. I risultati dei grafici del capitolo 3 tuttavia mostrano che la maggior parte degli utenti si dichiara favorevole all'adozione. La parte più critica potrebbe essere rappresentata dalla popolazione anziana, che rappresenterebbe una grande fetta degli utenti e che in alcuni casi si ritrova con poca dimestichezza con i dispositivi tecnologici come gli smartphone. È però bene ricordare che le nuove generazioni di anziani sono più abituati all'utilizzo di dispositivi digitali; inoltre il collegamento della sensoristica, nel caso di SMS avviene in modo meccanico, più intuitivo di un collegamento wireless e gli ultimi tempi hanno visto la diffusione di dispositivi con le funzionalità di uno smartphone, ma studiati in modo specifico per le persone anziane, con icone più grandi e tasti, più facili da utilizzare. Anche l'applicazione dovrà essere progettata con attenzione, per essere intuitiva e user friendly, così come la sensoristica. Un altro elemento che potrebbe rallentare la diffusione della telemedicina è legato alla disponibilità di dispositivi intelligenti di supporto e di reti per il collegamento ad internet; tale ostacolo riguarderebbe però solamente una parte del mondo che risulta ancora arretrata dal punto di vista tecnologico e può essere quindi trascurata. La diffusione di SMS sarebbe opportuno che partisse nei paesi che siano tecnologicamente avanzati e che abbiano una grande domanda, una forte necessità di un sistema di telemedicina; l'Italia si pone come un buon candidato, poiché è presente una diffusione capillare di smartphone, la densità di popolazione è alta, l'età media molto avanzata e il sistema sanitario si presenta come poco efficiente.

Dopo aver analizzato le possibilità di diffusione della telemedicina è opportuno verificare le possibilità di successo della tecnologia SMS all'interno del settore della telemedicina. La fase di entrata nel settore sanitario risulta molto difficile e delicata. Rappresenta un passaggio fondamentale per il successo. Il settore target risulta molto concentrato, dominato da poche grandi aziende. Queste ultime potrebbero voler entrare nel settore della telemedicina, nel caso in cui si affermasse e annullare la diffusione di SMS sfruttando il potere di mercato; è però importante ricordare che durante le epoche di cambiamento si verifica sempre l'entrata sul mercato di piccole startup, che riescono comunque a ricavarci uno spazio, sfruttando la flessibilità e la dinamicità di cui le grandi aziende non possono godere.

4.2 EVOLUZIONI DELLE GPT

Tutte le tecnologie generali, come già ripetuto, sono oggetto di evoluzione nel tempo. La tecnologia SMS, in quanto GPT, potrà continuare a migliorarsi, sfruttando le innovazioni delle tecnologie che la compongono e le innovazioni stimulate nel settore applicativo se dovesse diffondersi. Questo paragrafo ha lo scopo di provare a immaginare quale possa essere la GPT che caratterizzerà il futuro prossimo, come si evolveranno le GPT attuali e come questo possa incidere sul futuro della tecnologia SMS.

L'epoca di digitalizzazione che caratterizza i giorni nostri è caratterizzata tecnologie con risvolti decisamente importanti a livello industriale: la nascita dell'industria 4.0 e della smart factory deriva proprio dall'applicazione di alcune di queste tecnologie. Gli importanti investimenti da parte delle aziende e gli incentivi concessi da molti paesi hanno permesso un'innovazione nei processi produttivi, una maggiore flessibilità e vicinanza alle richieste dei clienti, un'informazione più completa e disponibile e un miglioramento delle condizioni lavorative. Questo cambiamento è dovuto all'introduzione di innovazioni quali robotica, IOT, intelligenza artificiale, realtà aumentata e cloud. Probabilmente tutte queste tecnologie possono essere considerate delle GPT, per l'impatto rivoluzionario che hanno sull'intero settore economico, per il loro carattere generale e innovativo, che abbraccia sia l'ambito industriale sia quello domestico. La maggior parte delle grandi imprese fanno già largo uso di queste tecnologie; probabilmente chi non ne avrà accesso sarà tagliato fuori dal mercato e dalla competizione. Di seguito alcune tra le tecnologie più rivoluzionarie e impattanti, considerate GPT e sfruttate da SMS:

4.2.1 Cloud

È facilmente osservabile oggi la tendenza sempre più accentuata a lavorare in ambiente cloud, che prevede l'archiviazione e l'elaborazione del dato da remoto. Tale tendenza è giustificata da due fattori. Da una parte la possibilità di poter demandare parte dei compiti a dispositivi che possono raggiungere potenze elaborative molto elevate, di cui non potremmo beneficiare lavorando in

locale su dispositivi ad uso domestico. D'altra parte, la possibilità di sfruttare grandi spazi di memoria per archiviare dati, a cui l'accesso è garantito da qualsiasi luogo, purché sia presente una connessione ad internet. La tecnologia cloud potrebbe essere considerata una delle GPT più importanti ai giorni nostri. In un prossimo futuro, lo smartphone ed i PC probabilmente saranno solo interfacce per la trasmissione/ricezione dati, riceveranno e impartiranno comandi, consentiranno la visualizzazione e acquisizione dati, non potranno funzionare se non connessi, in quanto i nostri PC e smartphone risiederanno su cloud. La tecnologia SMS viene incontro a questo trend, poiché il sistema di gestione ed elaborazione del dato potrebbe essere sviluppato in ambiente cloud. Prevedendo l'elaborazione da remoto, potrebbero essere effettuate analisi molto più complesse; la tecnologia SMS potrebbe dunque beneficiare della diffusione di tale GPT per ricavare maggiori informazioni dal dato misurato. La crescita del cloud è giustificata anche da fatto che la rete di trasmissione dati, un'altra GPT, che in un periodo precedente poteva rappresentare un ostacolo, si è evoluta a tal punto da poter gestire il dato praticamente in real-time: oggi le reti 5G consentono 600 MB al secondo con latenze di 1 ms.

4.2.2 Intelligenza artificiale

Una GPT che si sta diffondendo sempre di più è quella dell'intelligenza artificiale, che sta riscontrando risultati notevoli e sta continuando a migliorarsi, avvicinandosi sempre di più alle potenzialità umane. Attualmente sistemi di intelligenza artificiale sono attivi in ogni campo. Essa potrebbe trovare applicazione in SMS per sostituire in parte il lavoro di analisi dati del medico. È infatti ormai chiaro che sistemi AI e medicina saranno indubbiamente legati nel prossimo futuro; l'intelligenza artificiale aiuterà a organizzare, analizzare i dati clinici, fare diagnosi precoci, pianificare trattamenti e trovare le migliori soluzioni per i pazienti. I dati raccolti sul paziente da visite e monitoring possono fornire informazioni preziose per anticipare la diagnosi di malattie rispetto ai sistemi tradizionali; inoltre le AI più evolute riescono a comprendere e integrare al semplice dato numerico di misurazione del parametro anche il commento discorsivo del medico o del paziente. Tramite il deep learning l'intelligenza artificiale potrebbe migliorarsi e adattarsi ai dati del singolo paziente. Nel caso di SMS, il sistema potrebbe imparare a conoscere i valori ottimali per il soggetto in questione, migliorandosi e individuando con un margine di errore sempre più basso le

anomalie, da segnalare al medico. In tal modo il lavoro del medico si limiterebbe all'analisi di casi segnalati come già potenzialmente anomali dall'intelligenza artificiale. Inoltre come potenziale sviluppo futuro, avendo a disposizione i dati e la storia clinica del paziente, il sistema, nel momento in cui il paziente accusa dei sintomi, potrebbe, effettuare una prima diagnosi confrontando i sintomi con un database di malattie e con i valori tipici dell'utente e inviare un "allarme" al medico con le informazioni: il medico dopo aver analizzato in modo più approfondito potrebbe confermare o smentire la diagnosi del sistema, allegando una descrizione del problema, un'eventuale ricetta e convocando eventualmente il paziente per approfondimenti ulteriori.

4.2.3 IOT

L'Internet of things (IOT) rappresenta l'applicazione di internet per portare nel mondo digitale gli oggetti dell'esperienza quotidiana e in ambito industriale garantisce l'interconnessione continua tra reparti aziendali, utenti, applicazioni, macchine e robot. Il suo utilizzo permette di tenere aggiornate tutte le figure che collaborano o che necessitano di comunicare, fornendo la possibilità di intervento immediato a qualsiasi anomalia, di scambio di file, reportistiche e informazioni utili al lavoro. Lo sviluppo e la diffusione di supporti quali smartphone e tablet connessi ad internet ha rivoluzionato il mondo della comunicazione, con conseguenze importanti a livello di diminuzione di errori, costi e facilità di comunicazione. L'IOT può sicuramente essere considerata una GPT attuale. La tecnologia SMS sfrutta pienamente l'IOT in quanto utilizza gli smartphone degli utenti (pazienti/medici) per permettere lo scambio di informazioni; si può affermare che la telemedicina non esisterebbe senza l'IOT.

4.3 Adozione delle nuove GPT

Il tasso di adozione di queste tecnologie digitali, delle nuove GPT, è in generale aumento, tuttavia esso è molto eterogeneo e varia da paese a paese. Come mostra il grafico della figura 4 sottostante l'Italia si trova al quartultimo posto.

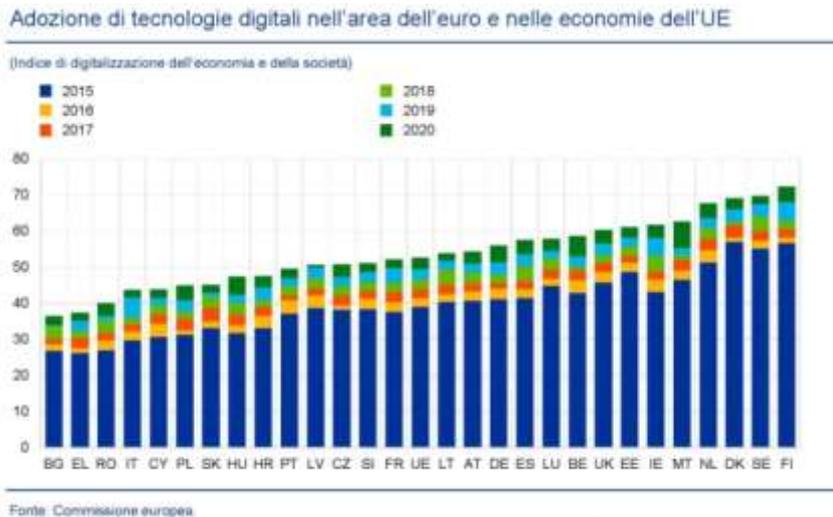


Figura 4 Tasso adozione tecnologie digitali

Creare l'ecosistema per diffondere queste tecnologie, sfruttarle pienamente e derivarne dei vantaggi in termini di produttività può richiedere diversi anni; non solo c'è necessità di adattamento del sistema, ma risulta necessario una vera e propria transizione culturale, le persone devono voler cambiare le loro routine e innovarsi. Si deve inoltre tener conto di gravi carenze infrastrutturali e dell'alfabetizzazione informatica di una parte non trascurabile dei cittadini. L'ultimo periodo, caratterizzato dalla crisi dovuta all'epidemia di covid, ha visto tuttavia una spinta forzata all'utilizzo delle nuove tecnologie digitali, con la diffusione dello smartworking e della digitalizzazione di tutte quelle attività quotidiane che non potevano essere svolte in presenza. Questa crisi ha dunque portato anche delle opportunità per l'innovazione.

5 BIBLIOGRAFIA

- General Purpose Technologies, Boyan Jovanovic New York University and Nber Peter L. Rousseau Vanderbilt University And Nber
- General Purpose Technologies, Timothy Bresnahan, Department of Economics, Stanford University, Stanford California, USA
- General Purpose Technologies “Engines of growth?” Bresnahan, T.F., Trajtenberg, M. (1993), Journal of Econometrics
- Diffusion of General Purpose Technologies, Elhanan Helpman, Manuel Trajtenberg, 1996, National Bureau of Economic Research, Cambridge
- Striving for a large market: Evidence from a General Purpose Technology in action, Grid Thoma, University of Camerino and CESPRI, Bocconi University, Milano, Italy
- A tragedy of the public knowledge “commons”, David, P.A. (2000), Global science, intellectual property and the digital technology boomerang, SIEPR Discussion Paper N. 00-02, Stanford University
- Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change, Dosi, G. (1982),
- La new economy come General Purpose Technology: implicazioni di politica economica, Schivardi, F., Trento S., (2002), Bologna
- A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations, Trajtenberg, M. (1990), Rand Journal of Economics
- Diffusione dell’e-health, Alessandro Alfier, 2015