

**Collana CERGAS**

Centro di Ricerche sulla Gestione dell'Assistenza Sanitaria e Sociale della SDA Bocconi School of Management

**Rapporto OASI 2020**

**Osservatorio sulle Aziende e sul Sistema sanitario Italiano**

Il rinnovamento dei sistemi sanitari è da tempo al centro del dibattito politico e scientifico nazionale e internazionale e la recente crisi sanitaria causata dall'epidemia da Covid-19 ne ha acuito rilevanza ed essenzialità. Con l'istituzione di OASI (Osservatorio sulle Aziende e sul Sistema sanitario Italiano), il CERGAS ha voluto confermarci quale punto di riferimento per l'analisi dei cambiamenti in corso nel sistema sanitario italiano, adottando un approccio economico-aziendale. Ha inoltre creato un tavolo al quale mondo accademico e operatori del SSN possono interagire ed essere nel contempo promotori e fruitori di nuova conoscenza.

A partire dal 2000, l'attività di ricerca di OASI è stata sistematicamente raccolta in una serie di Rapporti Annuali. Il Rapporto 2020:

- presenta l'assetto complessivo del SSN (profili istituzionali, struttura, attività, spesa, esiti) e del settore sanitario italiano, inquadrandolo anche in ottica comparativa internazionale. Sono inclusi approfondimenti sui consumi privati di salute, sugli erogatori privati accreditati e sul sistema sociosanitario e sociale, con considerazioni legate anche alla crisi sanitaria da Covid-19;
- approfondisce questioni di *governance* e organizzazione dei servizi rilevanti per il sistema sanitario e le sue aziende. Tra queste, le possibili evoluzioni della relazione Regione-Azienda, le spinte al cambiamento nella rete ospedaliera indotte dal DM 70/2015 e il profilo dei piccoli ospedali, il contemperarsi di logiche di governo clinico e di gestione operativa nei percorsi ambulatoriali complessi, le possibili configurazioni organizzative delle unità specialistiche di patologia, le lezioni apprese dalla gestione del pronto soccorso nell'emergenza Covid-19;
- si focalizza su ruolo ed evoluzione di alcune funzioni strategiche aziendali, approfondendo le politiche di gestione del personale del SSN, le innovazioni nei sistemi di controllo aziendale, gli impatti generati dalla centralizzazione degli acquisti, l'efficacia e gli impatti organizzativi delle disposizioni anticorruzione e il ruolo delle tecnologie nell'innovare i servizi nel contesto imposto da Covid-19.

*Il CERGAS (Centro di Ricerche sulla Gestione dell'Assistenza Sanitaria e Sociale) dell'Università Bocconi, oggi parte della SDA Bocconi School of Management, è stato istituito nel 1978 con lo scopo di sviluppare studi e ricerche sul sistema sanitario. Le principali aree di studio e ricerca sono: confronto tra sistemi sanitari e di Welfare e analisi delle politiche pubbliche in tali ambiti; valutazioni economiche in sanità; logiche manageriali nelle organizzazioni sanitarie; modelli organizzativi e sistemi gestionali per aziende sanitarie pubbliche e private; impatto sui settori industriali e di servizi collegati (farmaceutico e tecnologie biomediche) e sul settore socio-assistenziale.*

ISBN 978-88-238-5162-7



9 788823 851627

[www.egeaeditore.it](http://www.egeaeditore.it)

Rapporto OASI 2020

CERGAS - Bocconi



a cura di  
**CERGAS - Bocconi**

# Rapporto OASI 2020

## Osservatorio sulle Aziende e sul Sistema sanitario Italiano



Università Bocconi

CERGAS  
Centro di ricerche sulla Gestione dell'Assistenza Sanitaria e Sociale

**SDA Bocconi**  
SCHOOL OF MANAGEMENT





# 17 Le tecnologie nella gestione dell'emergenza: sviluppo e tenuta delle nuove soluzioni

*di Paola Roberta Boscolo, Laura Giudice, Erika Mallarini, Valeria Rappini<sup>1</sup>*

## 17.1 Introduzione

Da tempo si sottolinea come le nuove tecnologie insieme a tecnologie relativamente datate, ma ancora poco diffuse, stiano trainando l'innovazione nei modelli di servizio in sanità, in particolare nelle modalità di accesso e presa in carico e nei processi di diagnosi e trattamento dei pazienti. Il dibattito si è focalizzato sulla complessità nei percorsi di adozione e implementazione delle nuove soluzioni tecnologiche, sulla crescente disintermediazione tra professionisti e macchine nonché sulle forze propulsive e sulle resistenze nei contesti pubblici, privati, generalisti o specializzati (Boscolo, Fenech, Rappini, Rotolo, 2019).

L'esplosione di Covid-19 ha velocemente e inaspettatamente trasportato la sanità in un futuro che mai si sarebbe immaginato così vicino. Rispetto ad altri settori, infatti, la digitalizzazione dei servizi sanitari aveva mosso solo alcuni passi anche a causa delle perplessità rispetto alle sue implicazioni sui modelli organizzativi, sulle professioni, sugli approcci di cura e assistenza. A seguito della diffusione della pandemia si osserva una consapevolezza diffusa circa le opportunità offerte dalle tecnologie, che continua ad evolvere in parallelo al loro utilizzo. Se prima dell'epidemia, l'Intelligenza Artificiale (IA), la robotica, la stampa 3D e la telemedicina erano temi da addetti ai lavori, oggi sono strumenti presi in considerazione dalla maggior parte dei soggetti del settore. L'emer-

---

<sup>1</sup> Il disegno della ricerca, le analisi e la discussione dei risultati sono frutto di lavoro e riflessioni comuni delle autrici. Per quanto riguarda la stesura, i §§ 17.1, 17.2, 17.3.3 possono essere attribuiti a Paola Roberta Boscolo; il § 17.3.4 a Laura Giudice; i §§ 17.3.1, 17.3.6 a Erika Mallarini; i restanti paragrafi a Valeria Rappini. Le conclusioni sono frutto del lavoro congiunto delle autrici. Le autrici ringraziano per la collaborazione offerta nell'analisi delle esperienze e per le informazioni fornite nel corso delle interviste (in ordine alfabetico): Giovanni Aguzzi, Gianmaria Battaglia, Chiara Carrisi, Federico Esposti, Giancarlo Ferrigno, Luca Foresti, Antonello Forgione, Massimo Galletto, Giovanni Gorgoni, Massimo Mangia, Nadia Neytcheva, Andrea Pagnin, Antonio Sammarco, Francoise Siepel.

genza ha sbaragliato molte delle resistenze all'innovazione e al cambiamento. Gli ambienti ospedalieri, di lavoro e domiciliari non sono più gli stessi e tanto i clinici, quanto i manager, il personale tecnico-amministrativo, i pazienti e i loro familiari stanno sperimentando molte di queste nuove soluzioni. Quante di esse saranno mantenute in futuro? Quali sono i cambiamenti necessari affinché diventino esperienze mature e scalabili?

Il presente capitolo propone un'esplorazione ad ampio raggio delle principali soluzioni tecnologiche che hanno contribuito alla gestione dell'emergenza Covid-19 con tre obiettivi principali:

1. mapparle rispetto a: (i) il tipo/cluster tecnologico (robotica, dispositivi medici, app, dispositivi *wearable*, piattaforme, soluzioni IoT, algoritmi e sistemi di Intelligenza Artificiale), (ii) gli ambiti di applicazione in cui le tecnologie si stanno dimostrando più utili (prevenzione, diagnosi, cura e assistenza) e (iii) gli obiettivi, o fabbisogni, cui rispondono le diverse applicazioni (aumento della capacità produttiva, distanziamento, condivisione e sviluppo di conoscenza);
2. classificarle rispetto alla novità del loro contenuto tecnologico come innovazioni incrementali, breakthrough, radicali o disruptive utilizzando tassonomie consolidate nella letteratura sull'innovazione (cfr. Ettlie *et al.*, 1984; Dosi, 1982; Tushman e Anderson, 1986; Ahuja e Lampert, 2001; Barnholt, 1997; Bower e Christensen, 1995; Chandy e Tellis, 2000)<sup>2</sup>;
3. fornire indicazioni in merito a (i) la loro utilità durante l'emergenza Covid-19, (ii) il loro potenziale di diffusione ed eventuali relativi limiti.

Dopo una breve premessa metodologica (§1.2), nel prosieguo del capitolo sono illustrate le principali evidenze della mappatura realizzata per i diversi ambiti applicazione identificati (§§ 1.3). Ciascun ambito di applicazione viene affrontato sotto cinque aspetti (i) gli obiettivi perseguiti (ii) il tipo/cluster tecnologico (iii) le esperienze e i casi più significativi (iv) le potenzialità di cambiamento e (v) i principali ostacoli alla diffusione. Infine, il §1.4 fornisce una sistematizzazione e comparazione dei principali tipi/cluster di tecnologie emergenti, proponendo delle riflessioni finali e di visione per il futuro.

<sup>2</sup> Per *incrementali* si intendono migliorie o adattamenti di tecnologie esistenti; *breakthrough* sono soluzioni che non necessariamente derivano da forti discontinuità tecnologiche, ma arrivano all'improvviso e determinano forti cambiamenti di mercato e a cascata a livello aziendale nei modelli organizzativi; *radicali* sono invece soluzioni nuove, che richiedono tempo per essere sviluppate e che segnano sempre delle discontinuità tecnologiche e quindi il passaggio stabile a nuovi paradigmi (es. dal vapore alle locomotive elettriche); *disruptive* sono le innovazioni che hanno la capacità non solo di proporre soluzioni alternative agli approcci esistenti, ma di rivolgersi a segmenti di mercato precedentemente non serviti e gradualmente migliorare la tecnologia, fino a sbaragliare i leader di mercato.

## 17.2 Metodologia

La ricerca è stata avviata a febbraio subito dopo l'esplosione della pandemia. La prima fase è stata dedicata a un'analisi *desk* delle esperienze di adozione a livello internazionale di soluzioni tecnologiche di varia natura per rispondere all'emergenza. Le informazioni sono state raccolte seguendo quotidianamente per 6 mesi le principali testate nazionali e internazionali e i social media più diffusi (LinkedIn, Twitter, Facebook) che con assiduità hanno testimoniato l'evolversi dell'epidemia e le risposte delle aziende e dei sistemi sanitari nei diversi Paesi. Le informazioni sono state selezionate e codificate per tenere traccia di alcune informazioni chiave per la realizzazione della ricerca (il tipo/cluster tecnologico; l'ambito di applicazione; gli obiettivi perseguiti).

La fase successiva ha previsto delle interviste semi-strutturate a un campione di key opinion leaders (KOLs) per validare la nostra interpretazione delle evidenze raccolte ed elaborare uno schema di classificazione delle innovazioni. La mappatura ha incluso solo le innovazioni tecnologiche, escludendo quindi innovazioni esclusivamente organizzative e di processo, descritte in altri capitoli del presente rapporto. Con i KOLs, oltre alla mappatura, sono state discusse le caratteristiche e il livello di novità delle tecnologie, le prospettive di sviluppo delle soluzioni individuate, il potenziale per cambiamenti incrementali o la *disruption* dei modelli di servizio prevalenti e principali limiti e ostacoli alla loro diffusione. Tra i 15 KOLs intervistati, vi sono alcuni manager di aziende sanitarie pubbliche e private, esperti nazionali e regionali, fornitori di tecnologia e ricercatori di centri di ricerca nazionali e internazionali specializzati nello sviluppo delle tecnologie oggetto di approfondimento.

## 17.3 La mappatura e le principali evidenze

Questa ricerca, ancora in corso a causa della concomitanza dell'evoluzione e della diffusione di Covid-19, classifica le principali soluzioni tecnologiche emerse dall'esplosione della pandemia per ambiti di applicazione e per obiettivo perseguito.

Gli ambiti utilizzati per la clusterizzazione delle soluzioni tecnologiche riflettono le diverse fasi del *continuum of care* e toccano tutte le principali funzioni sanitarie: (i) la prevenzione collettiva e la salute pubblica; (ii) la diagnosi; (iii) l'assistenza ospedaliera (*inpatient*); (iv) l'assistenza ambulatoriale (*outpatient*) e (v) l'assistenza domiciliare (*home-based*). A questi ambiti – che corrispondono alla classificazione per funzioni di assistenza utilizzata da OECD (2011) – gli autori ne hanno aggiunto un altro: (vi) la sicurezza individuale e dei luoghi, tema particolarmente rilevante nella gestione di questa emergenza sanitaria. Gli obiettivi per i quali si introduce la specifica soluzione abilitata dalla tecnologia sono riconducibili ai tre seguenti: (i) *capacity*, ovvero aumentare dotazione e/o capacità produttiva; (ii) distanziamento;

Tabella 17.1 La mappa delle innovazioni e delle soluzioni tecnologiche emergenti

GLI AMBITI DI APPLICAZIONE	Soluzioni tecnologiche emergenti (casi ed esperienze di applicazione)	Obiettivo	Tipo/cluster tecnologico prevalente
<b>PREVENZIONE COLLETTIVA E SALUTE PUBBLICA</b>	Droni per controlli di circolazione	<b>DISTANZIAMENTO</b>	DRONI E TELECAMERE INTELLIGENTI
	Telecamere «intelligenti»		DRONI E TELECAMERE INTELLIGENTI
	Robot poliziotto		ROBOT
	App di <i>contact tracing</i> (es. IMMUNI)		APP DI TRACCIAMENTO
<b>DIAGNOSI</b>	Assistenti virtuali con IA (es. <i>Watson Assistant for Citizens</i> di IBM)	<b>CONOSCENZA</b> (condivisione e sviluppo)	IA
	Piattaforma di condivisione (es. Unique)		ECOSISTEMI/PIATTAFORME
	Piattaforma-ecosistema per biosorveglianza (es. Digital ENABlerTR della Regione Veneto)	<b>CAPACITY</b> (disponibilità e capacità produttiva)	IA
	Dispositivi e test per auto-diagnosi (es. <i>At home test program</i> della Bill Gates Foundation)		DISPOSITIVI DIAGNOSTICI
<b>ASSISTENZA IN OSPEDALE (inpatient)</b>	IA nella TComputerizzata (es. REII di Fujifilm)	<b>DISTANZIAMENTO</b>	ROBOT
	Dispositivi e test «a risposta rapida» (es. test dell'antigene in Veneto)		DISPOSITIVI DIAGNOSTICI
	Dispositivi e test portatili (es. <i>Drive-through testing stations</i> )	<b>CONOSCENZA</b> (condivisione e sviluppo)	IA
	Robot per eseguire i tamponi nasali (es. <i>Nasal Swab Robot</i> di Brain-Nav)		ECOSISTEMI/PIATTAFORME
	Rete neurale convoluzionale open source (es. COVID-Net)	<b>CAPACITY</b> (disponibilità e capacità produttiva)	STAMPA 3D
	Piattaforme di apprendimento con IA (es. Progetto AI-Score del San Raffaele)		STAMPA 3D
	Maschere <i>full-face</i> per respiratori (es. Decathlon)	<b>DISTANZIAMENTO</b>	STAMPA 3D
	<i>Dual split</i> per respiratori (es. AOU Sant'Orsola di Bologna)		DISPOSITIVI MEDICI
	Soluzioni di stampa 3D per respiratori (es. modello <i>open source</i> F15 di Ferrari e IIT)	<b>CONOSCENZA</b> (condivisione e sviluppo)	TELEMEDICINA
	Ventilatori polmonari non invasivi (es. Biorespira)		IA
Soluzioni di tele-consulto tra professionisti	<b>DISTANZIAMENTO</b>	ROBOT	
Soluzioni di IA <i>open source</i> per misurare la febbre (es. <i>AI-thermometer</i> di IIT)			
Soluzioni con robot di tele-monitoraggio (es. Tommy «il robot infermiere» e Lht-Connect di IIT)			

GLI AMBITI DI APPLICAZIONE	Soluzioni tecnologiche emergenti (casi ed esperienze di applicazione)	Obiettivo	Tipo/cluster tecnologico prevalente
<b>ASSISTENZA AMBULATORIALE (outpatient)</b>	Soluzioni di messaggistica istantanea per consulenza medica (es. «Medico in chat»)		TELEMEDICINA
	Soluzioni per consulto o sessione di terapia con professionista sanitario in video-collegamento (es. «Video-opinion», «video-consulti», «video-terapie»...)	<b>DISTANZIAMENTO</b>	TELEMEDICINA
	Sistemi digitali e/o automatizzati di servizio al cittadino (es. CUP online, ricettazione elettronica)		ECOSISTEMI/PIATTAFORME
	Soluzioni di assistenza sanitaria a distanza in caso di auto-isolamento (es. <i>Covid-19 Care Assistant</i> di Babylon)		TELEMEDICINA
<b>ASSISTENZA HOME-BASED</b>	<i>Chatbot</i> e <i>on line-bot</i> per auto-triage (es. <i>Symptom Checker</i> di Babylon)	<b>CONOSCENZA</b> (condivisione e sviluppo)	IA
	Soluzioni di tele-monitoraggio per pazienti Covid (es. «Hcasa» di Regione Puglia o il protocollo domiciliare dell'ASL di Latina)	<b>CAPACITY</b> (disponibilità e capacità produttiva)	TELEMEDICINA
	<i>Wearable device</i> per tele-medicina (es. cerotto biosensore di Philips)	<b>DISTANZIAMENTO</b>	WEARABLE DEVICE
<b>PROTEZIONE INDIVIDUALE E SICUREZZA LUOGHI</b>	Soluzioni di telemedicina per pazienti non-Covid (es. TALISMAN di Regione Puglia per i pazienti fragili, oncologici e cronici)		TELEMEDICINA
	DPI con stampa 3D (es. Wasp)	<b>CAPACITY</b> (disponibilità e capacità produttiva)	STAMPA 3D
	Robot (e droni) per la sanificazione degli ambienti (es. Light Strike)	<b>DISTANZIAMENTO</b>	ROBOT
	Soluzioni con robot per video-chiamata (es. TESI eVisus)		ROBOT
	<i>Wearable device</i> per auto-monitoraggio (es. Braccialeto iFeelYou di IIT)		WEARABLE DEVICE

(iii) sviluppo e diffusione delle conoscenze. La medesima tecnologia può essere utilizzata in più ambiti e rispondere a obiettivi diversi. Più tecnologie insieme possono concorrere all'innovazione delle soluzioni nei diversi ambiti di applicazione considerati. La classificazione finale è rappresentata in una tabella che riassume le soluzioni tecnologiche più significative per ciascun ambito considerato e le associa a un obiettivo e a un tipo/cluster tecnologico prevalente (Tabella 17.1).

Di seguito si approfondiscono le evidenze della ricerca dividendole per i diversi ambiti di applicazione utilizzati per la mappatura, viste le particolari peculiarità di ciascuno. Per ciascun ambito sono approfondite le principali applicazioni e le esperienze di innovazione più significative e promettenti, identificando gli obiettivi per i quali sono più utili, le prospettive di diffusione e le criticità che ne possono rallentare la diffusione.

### **17.3.1 L'innovazione tecnologica nel campo della prevenzione collettiva e della salute pubblica**

La velocità di diffusione di Covid-19 già dai primi casi ha allarmato il Paese per il rischio di un rapido allargamento della pandemia. La prevenzione collettiva è diventata pertanto la priorità. Tre gli obiettivi principali: (i) sviluppare e condividere conoscenze sul virus; (ii) disporre di strumenti per identificare e tracciare i soggetti a rischio; (iii) ridurre al minimo i rischi di contagio.

Prima che potessero essere disponibili tutte le necessarie informazioni e con esse gli strumenti sanitari per la prevenzione, diagnosi e terapia di Covid-19 l'unica misura per contenere un'epidemia è stata adottare provvedimenti di contenimento, dall'imporre la quarantena nelle zone dei focolai fino al *lockdown*. Controllare gli spostamenti e l'appropriatezza degli stessi rispetto ai regolamenti ha richiesto l'utilizzo di tecnologie a supporto del loro monitoraggio che assicurassero quella copertura territoriale non gestibile solamente con personale preposto. Una di queste è il drone (aeromobile a pilotaggio remoto – APR), strumento che la nota ENAC emessa il 23 marzo 2020 autorizza al controllo degli spostamenti dei cittadini. I droni sono ormai una realtà diffusa. Il loro utilizzo è consolidato per usi militari ed è crescente per applicazioni civili, ad esempio nel settore *safety* (sicurezza del volo, sicurezza degli ambienti e dei lavoratori, ispezioni industriali, ispezioni e rilievi di impianti di produzione industriale ed energetico), della *security* (sicurezza dei cittadini, in ambito urbano ed extraurbano per società specializzate e forze dell'ordine o di prevenzione). Sebbene la funzione prevalente dei droni durante l'emergenza Covid-19 sia stata monitorare gli assembramenti, essi sono stati impiegati anche per fornire medicinali o per compiti specifici come per esempio la disinfezione spray di specifiche aree, con una riduzione significativa dei costi e un aumento della capacità di copertura.

Stessa funzione dei droni è svolta dalle telecamere intelligenti le quali monitorano le aree sottoposte a controllo e la densità delle presenze, rilevano le distanze

medie tra i cittadini e i tempi medi di contatto e trasmettono, al superamento di alcuni limiti prestabiliti, un *alert* vocale che richiede il rispetto delle norme anti-contagio. Anche la videosorveglianza non è una tecnologia sviluppata ad hoc: essa viene da tempo utilizzata per permettere di valutare i rischi e prevenire azioni di violenza o modi di agire non consoni al rispetto della legge. Oltre che con i droni e le telecamere gli spostamenti possono essere controllati tramite *robot*, una tecnologia simile a quella dei Robot Poliziotto, capaci di muoversi in piena autonomia e trasmettere sistematicamente immagini e dati in tempo reale. Le telecamere ad alta definizione consentono a questi apparecchi intelligenti di sentire quello che accade attorno a loro mentre i microfoni permettono di ascoltare quello che dice la gente, così come di percepire qualunque rumore. Anche questa soluzione, come quella del drone e delle telecamere intelligenti, utilizza una tecnologia già disponibile, usata a Dubai a partire dal 2017. Tra gli strumenti digitali mutuati da altri settori molti derivano dalle unità antiterrorismo, in particolare i software per il controllo degli spostamenti delle persone tramite i loro *smartphone*.

Verificare il rispetto delle norme relative agli spostamenti costituisce solo una parte delle misure di contenimento: per bloccare l'estensione dei contagi da subito si sono cercati degli strumenti per il tracciamento dei contatti delle persone che avevano contratto il virus per l'individuazione di eventuali nuovi focolai. Durante la fase 1, soprattutto quando il numero dei contagi era ridotto, il tracciamento è stato svolto mappando luoghi e persone che erano entrate in contatto con i malati accertati di Covid-19 nei 14 giorni precedenti. Alle persone così individuate le autorità suggerivano un periodo di autoisolamento di due settimane. Ma con il crescere dei contagi e l'inevitabile ritardo nelle diagnosi e nell'isolamento, questa via è diventata difficilmente praticabile. Di qui il proporsi di applicazioni di *contact tracing* digitale. L'idea si basa sul concetto che chiunque possieda uno *smartphone* attraverso il *bluetooth* può essere in grado di sapere quali altri *smartphone* sono presenti nelle immediate vicinanze. La funzione non è dissimile da quella introdotta negli anni scorsi da Facebook (chiamata «Amici nelle vicinanze») per consentire a chi avesse l'app di Menlo Park di trovare amici nelle vicinanze grazie alle coordinate GPS e alla connessione internet. Con la stessa tecnologia le app per il tracciamento di Covid-19 installate sullo *smartphone* sono in grado di conoscere gli spostamenti delle persone positive al virus nel corso degli ultimi giorni, gli *smartphone* (e le relative app) con cui sono entrati in contatti nel corso degli ultimi 14 giorni (o anche di più), a quale distanza e per quanto tempo. Un individuo risultato positivo a Covid-19, dopo essere stato sottoposto al tampone, è in grado, attraverso l'app, di accedere alla lista dei contatti ed inviare loro una notifica. L'app è anche in grado di assegnare un livello di rischio del contagio. Il rischio è determinato in base alla distanza e al tempo in cui i due telefoni sono rimasti nelle immediate vicinanze. Un rischio «basso» potrebbe suggerire l'autoisolamento, «medio» di informare il proprio medico e «alto» di recarsi al pronto soccorso. I sistemi adottati dai di-

versi Paesi sono simili a quello appena descritto e si differenziano per livelli di ingerenza sulla *privacy* dei cittadini e per tipo di tracciamento adottato (attraverso GPS o *bluetooth*). A Singapore si usa un'app chiamata TraceTogether, un sistema per il tracciamento interamente basato sul *bluetooth* degli *smartphone* e che prevede il salvataggio dei dati acquisiti solo all'interno del dispositivo. In Corea del Sud l'approccio è più invasivo nei confronti della *privacy* dei cittadini. L'app, chiamata Corona 100m, traccia gli spostamenti in maniera tale da poter capire dove si sono mosse le persone contagiate, con chi sono entrate in contatto, che attività svolgevano. Un'altra, Corona100, incrocia i dati di geolocalizzazione dell'utente con quelli forniti dal governo e con quelli delle videocamere di sicurezza dando vita di fatto ad un sistema di sorveglianza anche se a fini sanitari. In Cina è in uso lo strumento più invasivo dal punto di vista della *privacy*. Il sistema, chiamato Health Code, è integrato alle applicazioni Alipay (il sistema di pagamenti di Alibaba) e WeChat (il «Whatsapp cinese»). Grazie agli spostamenti, al tempo trascorso nei luoghi dell'epidemia, all'esposizione a potenziali portatori del virus e all'accesso a molti altri database (videosorveglianza, telecamere, acquisti eseguiti digitalmente), un algoritmo assegna automaticamente alle persone un *Qrcode* assimilabile a uno dei tre codici (verde, giallo, rosso). Così determina chi deve essere sottoposto a quarantena, e fornisce l'autorizzazione a entrare nei negozi, nei centri commerciali e negli uffici. A Boston è stata sviluppata una soluzione ibrida chiamata PrivacyKit. Questa prevede la geolocalizzazione e l'uso del *bluetooth*. L'app registra tutti gli spostamenti e ogni cinque minuti li salva nella memoria del cellulare, rimanendo quindi di proprietà dell'utente. Nel momento in cui una persona manifesta i primi sintomi ed è costretta ad andare all'ospedale, potrà dare accesso al medico ai dati accumulati dalla app, sempre in via anonima e criptata e solo a questo punto sarà generata una notifica ai contatti. La Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing (PEPP-PT) invece analizza i dati scambiati tramite *bluetooth* tra dispositivi mobili ed è dotata di sistemi di crittografia ed anonimizzazione dei dati personali al fine di garantire un approccio sicuro alla raccolta degli stessi. I dati, memorizzati sugli *smartphone*, vengono automaticamente cancellati dopo 14 giorni. In questa direzione va la recente soluzione proposta da Google e da Apple che non prevede geolocalizzazione o tracciamento, e attiva meccanismi per rispettare la *privacy*. Attualmente è richiesto all'utente di installare una app, ma in futuro il software sarà integrato direttamente nel sistema operativo degli *smartphone*. La maggior parte delle tecnologie proposte è comunque tale da scongiurare l'acquisizione centralizzata delle informazioni da parte di un unico ente, garantendo comunque al personale sanitario la possibilità di risalire alla lista dei dispositivi incrociati solo nel caso in cui un cittadino dovesse risultare positivo ai test e segnalarlo. Anche l'Italia ha avviato una sperimentazione per il tracciamento all'inizio di giugno con l'app Immuni progettata, a titolo gratuito e dopo un bando pubblico, da Bending Spoons (Box 17.1).

### Box 17.1 La app italiana per il tracciamento

Anche in Italia il *contact tracing* è stato fin dall'inizio una delle priorità. Esso contribuisce a identificare individui potenzialmente infetti prima che emergano sintomi e, se condotto in modo sufficientemente rapido, potrebbe impedire la trasmissione successiva del virus dai casi secondari.

Il 31 marzo 2020, a due mesi dal primo ricovero da Covid-19 in Italia, il Ministro per l'Innovazione Tecnologica e la Digitalizzazione in accordo con il Ministero della Salute ha costituito una Task Force per individuare e valutare soluzioni tecnologiche basate sui dati che potessero essere utili al Governo e alle altre istituzioni per definire politiche di contenimento del contagio da coronavirus e da realizzare anche a emergenza terminata. Il gruppo di lavoro era composto da un contingente multidisciplinare di 74 esperti, scelti in collaborazione con il Ministero della Salute, l'Istituto Superiore di Sanità e l'Organizzazione Mondiale della Sanità. In ragione delle rispettive autonomie, Autorità Garante della Concorrenza e del mercato, Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni e Autorità Garante per la protezione dei dati personali, pur non partecipando direttamente ai lavori, hanno fornito pareri su questioni relative a proprie competenze. La Task Force ha valutato le proposte pervenute a seguito del bando rapido (*fast call*) secondo i seguenti criteri:

- (a) che l'intero sistema integrato di *contact tracing* fosse interamente gestito da uno o più soggetti pubblici e che il suo codice fosse aperto e suscettibile di revisione da qualunque soggetto indipendente voglia studiarlo;
- (b) che i dati trattati ai fini dell'esercizio del sistema fossero «resi sufficientemente anonimi da impedire l'identificazione dell'interessato» [cfr. Considerando 26 GDPR] tenuto conto dell'insieme di fattori obiettivi, tra cui i costi, le tecnologie disponibili ed il valore della reidentificazione almeno in condizioni ordinarie e salvo il verificarsi di eventi patologici o, almeno, pseudo anonimi previa adozione di idonee misure idonee a limitare il rischio di identificazione degli interessati;
- (c) che la decisione di usare la soluzione tecnologica fosse liberamente assunta dai singoli cittadini;
- (d) che raggiunta la finalità perseguita tutti i dati ovunque e in qualunque forma conservati, con l'eccezione di dati aggregati e pienamente anonimi a fini di ricerca o statistici, fossero cancellati con conseguente garanzia assoluta per tutti i cittadini di ritrovarsi, dinanzi a soggetti pubblici e privati, nella medesima condizione nella quale si trovavano in epoca anteriore all'utilizzo della soluzione;
- (e) che la soluzione adottata – nelle sue componenti tecnologiche e non tecnologiche – potesse essere considerata, almeno in una dimensione prognostica, effettivamente efficace sul piano epidemiologico giacché, in difetto, diverrebbe difficile giustificare qualsivoglia, pur modesta e eventuale, compressione di diritti e libertà fondamentali”.

Tra le diverse soluzioni analizzate, come StopCovid19 e Sm\_Covid19, il Ministero ha selezionato Immuni, l'app sviluppata da Bending Spoons – azienda italiana numero uno in Europa per lo sviluppo di app per iPhone e tra le prime dieci al mondo per download –, Luca Foresti del Santagostino – rete di poliambulatori privati milanese – e la società di marketing Jakala. Immuni consente di sapere se si è stati a contatto con un soggetto poi risultato positivo al coronavirus. L'app avvisa in tal senso con una notifica e poi, con la collaborazione dell'utente, permette all'autorità sanitaria di monitorare questo possibile contagio. Lo scaricamento dell'app è volontario, la comunicazione fra gli *smartphone* avviene via *bluetooth* e l'identità del malato e quella dei suoi contatti rimangono protette. Un cittadino che dovesse risultare positivo al test di Sars-Cov-2 avrà la possibilità di sbloccare, sempre volontariamente, con un codice la lista dei contatti anonimizzati di chi ha incrociato per inviargli una notifica. Chi scaricherà l'app Immuni, accanto al sistema di tracciamento dei contatti, potrà usare un diario clinico per tenere traccia, in un ambiente protetto e sicuro sullo *smartphone*, del suo stato di salute e dell'eventuale evoluzione dei sintomi della malattia. Gli utenti di Immuni, dopo aver effettuato il download della app, hanno accesso a due sezioni: un diario clinico per tracciare il proprio stato di salute e l'evoluzione dei sintomi da Coronavirus (senza che alcun dato venga condiviso dall'applicazione con altre piattaforme), e una sezione di tracciamento basato sulla tecnologia Bluetooth, che consente allo *smartphone* dell'utente di Immuni di riconoscere in maniera anonima gli altri *smartphone* nelle vicinanze (che a loro volta devono avere la app di *tracking* installata). La licenza della app Immuni è concessa gratuitamente.

Dopo una sperimentazione iniziale in Puglia, Abruzzo, Marche e Liguria, dal 15 giugno l'applicazione del Governo per il *contact tracing* di Covid-19 è diventata operativa in tutta Italia. Secondo l'ultimo dato disponibile, l'app Immuni a luglio 2020 è stata installata da oltre 4 milioni e 300mila utenti. Secondo una ricerca dell'università di Pavia, ciò corrisponde al 12% della popolazione italiana fra 14 e 75 anni in possesso di *smartphone*. L'obiettivo perché sia efficace è arrivare ad almeno il 20% della popolazione.

L'efficacia delle misure di contenimento dipende innanzitutto dalla partecipazione attiva e consapevole dei cittadini. Gli strumenti di *education* e diffusione delle conoscenze sono pertanto essenziali per la prevenzione. La straordinarietà dell'evento ha richiesto e richiede tuttora un approccio dinamico: le conoscenze rispetto al virus sono lungi dall'essere complete. Occorre pertanto un confronto sistemico, sistematico tra esperti e un continuo aggiornamento delle informazioni da trasferire ai cittadini. Durante la pandemia sono state lanciate diverse piattaforme di condivisione e diffusione delle conoscenze. La Regione Veneto, ad esempio, ha attivato una piattaforma per mettere a sistema competenze per ideare, prototipare, testare e produrre qualsiasi soluzione che possa essere utile contro Covid-19. Un'altra esperienza interessante è quella della Regione Piemonte che ha sviluppato una piattaforma tecnologica totalmente *open source*, completa e flessibile, per gestire l'emergenza sanitaria in modo rapido ed efficace.

Per quanto riguarda l'educazione dei cittadini, enti pubblici e aziende private hanno lanciato varie soluzioni basate su diverse tecnologie. La frammentazione delle iniziative ha fatto sì che mancasse un *hub* che facesse da punto di riferimento per informazioni e servizi. Molti soggetti hanno tentato di costruire questo *hub*. L'azienda farmaceutica Sanofi, ad esempio, ha integrato le sue piattaforme Yunique per farmacisti e UWell per i cittadini sul tema Covid-19. Unique è il luogo virtuale dove il farmacista può trovare informazioni, materiali e servizi categorizzate in un albero per necessità costruito seguendo una *sentiment analysis*, ovvero l'analisi computazionale di sentimenti e opinioni espressi all'interno di testi generati in Rete su un prodotto. Su Yunique l'utente farmacista ha a disposizione: procedure su come misurare la temperatura ai clienti nel rispetto della normativa della privacy; informazioni per proteggere i conviventi al rientro a casa; comportamenti alimentari consigliati durante l'isolamento sociale; consigli per gli over 75, e così via. Il farmacista può fornire indicazioni e soluzioni da Unique al paziente direttamente o può indirizzarlo su UWell. Una delle particolarità del sistema è che esso offre agli utenti gran parte delle soluzioni per affrontare l'emergenza: informazioni sanitarie, informazioni amministrative (linee guida di comportamento), video consulti, raccolta delle ricette dal Medico di Medicina Generale e recapito di farmaci a domicilio. La tecnologia più conosciuta è quella di IBM che ha adattato alla pandemia Watson Assistant for Citizens, un agente virtuale basato sull'AI, che

funziona digitalmente e per telefono. Esso è progettato per capire e rispondere a domande comuni su Covid-19, sulla base delle ultime linee guida – incluse le informazioni provenienti dai Centers for Disease Control (CDC) statunitensi. Il sistema consente di rispondere rapidamente a domande comuni in larga scala senza intasare i centri di contatto, così che gli agenti umani possano aiutare coloro che hanno più bisogno di loro. Watson Assistant for Citizens è impiegato a livello mondiale: può essere adattato e supporta 13 lingue. Anche nel caso della diffusione delle conoscenze, quindi, la maggior parte delle soluzioni utilizzano, eventualmente riadattate, tecnologie già esistenti.

L'intelligenza artificiale nell'ambito della prevenzione di questo nuovo virus sta rivestendo un ruolo strategico non solo per la diffusione delle conoscenze, ma soprattutto per lo sviluppo di queste ultime. Questa tecnologia consente di raccogliere in database, elaborare e utilizzare in totale rispetto della privacy dati eterogenei, provenienti da più fonti, per fornire al personale medico e di ricerca informazioni tempestive e dettagliate utili a supportarne la fase decisionale e i processi necessari per rispondere alle varie fasi (*machine learning* e modelli di *autoencoder*). Il San Raffaele, per esempio, ha realizzato una piattaforma di apprendimento autonomo in grado di calcolare per ogni individuo, sulla base di una serie di indicatori clinici e diagnostici, la probabilità di sviluppare le forme più gravi di Covid-19, consentendo un intervento tempestivo e mirato, con la conseguente riduzione dell'impatto sul sistema sanitario. Il progetto, denominato AI-Score (acronimo di *Artificial Intelligence-Sars Covid Risk Evaluation*), prevede tre fasi principali: una prima fase di raccolta e omogeneizzazione dei dati di oltre 2000 pazienti ricoverati di cui si conosce la prognosi; una seconda fase di sviluppo e implementazione dell'algoritmo, che viene «allenato» per imparare a combinarli in modo «intelligente» per predire il rischio del singolo paziente, e una terza fase di test e validazione del prodotto su una seconda coorte di pazienti e in eventuali studi prospettici.

Un altro esempio di IA applicata alla gestione dell'emergenza Covid-19 sono le piattaforme di biosorveglianza come, per esempio, quella di Engineering sviluppata per la Regione Veneto (Box 17.2). La biosorveglianza è un'area correlata alla medicina in cui il rilevamento di agenti patogeni e la resistenza agli stessi sono monitorati regolarmente e le informazioni vengono instradate su un sistema centrale per l'analisi e la comprensione del fenomeno epidemico. Il processo raccoglie, integra, interpreta e comunica le informazioni essenziali relative alle minacce, ai pericoli o all'attività delle malattie che colpiscono la salute umana, animale o vegetale per ottenere rilievi e avvertimenti precoci. È un mezzo per anticipare fenomeni epidemici e le loro conseguenze o eventi patologici, nonché per indirizzare le azioni per migliorare la gestione delle emergenze sanitarie. Il processo non è ciclico ma dinamico e interagisce a diversi livelli, per un contributo continuo e un effetto prolungato. I sistemi di biosorveglianza forniscono ad oggi la possibilità di mettere assieme fonti dati molto eterogenee

## Box 17.2 La piattaforma-ecosistema Digital Enabler™ di Regione Veneto

Il Digital Enabler™ è la piattaforma-ecosistema di Engineering sviluppata per la Regione Veneto e Azienda Zero che permette di integrare, armonizzare e sincronizzare dati provenienti da fonti diverse e in formati diversi, consentendo di associarli e quindi visualizzarli, combinarli e analizzarli con estrema semplicità e velocità per consentire una vista unica, con livelli di accesso diversi e controllati a seconda di competenze e ruoli (membri della task force, operatori ULSS, Medici di Medicina Generale, Medici Competenti del lavoro). La piattaforma permette di identificare in tempo reale i cittadini a cui effettuare preventivamente i tamponi in modo mirato (evitando così di sprecare preziosissime risorse) partendo dai risultati positivi ottenuti da ogni singolo laboratorio di microbiologia del territorio, attraverso l'incrocio e analisi dei diversi dati puramente anagrafici e sanitari contenuti in applicativi separati e database già in uso del sistema territoriale.

Il servizio Eng-DE4Bios supporta l'Amministrazione Regionale nella gestione dell'epidemia fornendo:

- ai Medici di Base una vista in tempo reale della loro popolazione assistita che ha effettuato i test per Covid-19 con il risultato e una rapida geolocalizzazione su mappa di tutti i casi;
- alla *task force* di gestione dell'emergenza una vista aggiornata in tempo reale di tutti i dati di monitoraggio:
  - dati aggregati sugli esiti dei tamponi effettuati (positivi, negativi, da approfondire, totali) con dettaglio relativo alle singole microbiologie che effettuano i test;
  - dati aggregati sugli esiti dei test sierologici sia quantitativi che qualitativi (test rapidi) con dettaglio relativo a tutti i laboratori che effettuano i test sia pubblici che privati accreditati;
  - dati aggregati sulle persone, suddivisi per «attualmente positivi» (persone che hanno almeno un tampone positivo), «guariti» (persone che hanno in ordine temporale un tampone positivo e due negativi consecutivi), «negativi» (persone che hanno esclusivamente uno o più tamponi negativi), «totale popolazione con tamponi» (totale della popolazione che ha effettuato almeno un tampone). Questo dettaglio di informazioni aggregate viene reso disponibile anche per comune e per azienda sanitaria di assistenza;
  - il contesto demografico (fasce di età, popolazione sotto screening, popolazione infetta, ecc.);
  - curve di evoluzione dell'epidemia (infezioni, infettati, guariti);
  - base dati correlata della popolazione con possibilità di multi interrogazione per esito, medico, ULSS, Comune, ULSS di assistenza, data di prelievo, data di referto, ecc.;
  - mappa con la georeferenziazione dei casi positivi aggregati per incidenza territoriale, navigabile fino all'individuazione del singolo caso;
- all'unità di crisi delle singole Aziende Sanitarie lo stesso monitoraggio precedentemente illustrato ma con i soli dati degli assistiti di quella specifica ULSS;
- ai Medici Competenti del lavoro una vista in tempo reale dei lavoratori di competenza e del loro stato rispetto ai test eseguiti (sia molecolari che sierologici) per monitorare le condizioni di sicurezza dell'azienda.

Attraverso il sistema è inoltre possibile:

- fornire informazioni in tempo reale sullo stato della popolazione infettata (infezioni, guariti, deceduti, ricoverati, ricoverati in terapia intensiva)
- fornire un monitoraggio costante di tutti i test eseguiti sia molecolari che sierologici
- fornire un monitoraggio della diffusione del virus tra gli operatori sanitari e della loro operatività (operatori infettati + operatori isolati), potendo osservare il decremento o incremento delle forze operative;
- fornire un monitoraggio della diffusione del virus nelle case di riposo per anziani monitorando i numeri di ospiti a cui è stato fatto il test e il numero di casi infetti, guariti o deceduti;
- fornire un servizio di relazioni che, a fronte di un caso positivo, individui i probabili esposti all'infezione per contatto tra membri dello stesso nucleo familiare e i domiciliati allo stesso indirizzo, identificando da sistema quali di questi soggetti in relazione hanno già effettuato il test e con che esito e chi

invece ancora non ha effettuato il tampone, andando anche a identificare i soggetti più a rischio per classe d'età, patologie, ecc...

- fornire un servizio che a fronte di un caso positivo, individui se è un lavoratore per poter ricostruire i cluster di possibili contagiati.

La raccolta sistematica di tutte queste informazioni consente di avere una base dati disponibile per poter implementare diverse tipologie di modelli epidemiologici al fine di rappresentare la possibile evoluzione dell'epidemia. Questi modelli sono stati implementati con il software di modellistica Anylogic, un'applicazione che permette la simulazione e la calibrazione dell'epidemia in maniera automatica, con la possibilità di avere una previsione degli scenari al variare dei parametri dei modelli.

per creare basi dati su cui effettuare *advanced data analytics*, costruzione e applicazione di modelli epidemiologici, geolocalizzazione in tempo reale di alcuni fenomeni clinico-sanitari, mappe predittive di contagio.

In conclusione: le soluzioni tecnologiche nell'ambito prevenzione e salute pubblica sono concentrate sugli obiettivi di distanziamento e di sviluppo e condivisione delle conoscenze e la gran parte di esse sono riadattamenti di tecnologie esistenti. Inoltre, la loro specificità non fa presumere il procrastinarsi dell'utilizzo dopo la crisi. Le misure di sorveglianza, ad esempio, sono utilizzabili solo per politiche di contenimento di epidemie e si auspica che non siano a breve più necessarie nemmeno per Covid-19. La condivisione di informazioni è invece un bisogno che resterà sentito e forse l'epidemia potrebbe aver abituato cittadini e operatori al loro utilizzo. Purtroppo, la frammentazione non sta aiutando a creare delle routine associate all'utilizzo di un *hub top of mind* che faccia da punto di riferimento per tutti gli stakeholder. Le principali criticità restano comunque quelle proprie della prevenzione in generale. Questa richiede un *empowerment* responsabile del cittadino/paziente, aspetto che la tecnologia non è in grado di garantire, ma solo di facilitare semplificando le azioni che l'utente deve realizzare.

### 17.3.2 L'innovazione tecnologica e le soluzioni per la diagnosi

Le necessità dettate dall'emergenza di aumentare significativamente la capacità produttiva diagnostica, di rendere più tempestiva l'identificazione della patologia e di estendere quanto più possibile la popolazione sottoposta a test, hanno fatto emergere le potenzialità non ancora pienamente espresse di alcune tecnologie e spinto verso lo sviluppo di nuove soluzioni.

Molte sono ormai le evidenze scientifiche, ampiamente riportate in letteratura, che dimostrano che la capillarità dei tamponi consente di individuare meglio e prima le fonti di contagio. Il problema risiede, naturalmente, nella capacità in termini di produzione, di modalità, costi e tempi per l'esecuzione dei tamponi. La procedura è complessa e i risultati possono essere facilmente compromessi se il tampone non è eseguito correttamente. Esistono alcune iniziative interna-

zionali che hanno tentato di far effettuare autonomamente il test al paziente (per esempio, «*At home test program*» della Bill Gates Foundation) che tuttavia non sono decollate. La presenza di personale sanitario è stata giudicata essenziale. Inoltre, i test basati su tampone sono test molecolari che richiedono ore di laboratorio per ottenere risultati attendibili. Il principale fattore limitante nel caso di test molecolari è pertanto il tempo (all'inizio dell'emergenza potevano essere necessari anche diversi giorni per determinare l'esito del prelievo). Un'ulteriore problematica per l'effettuazione di test molecolari su ampia scala è stata la carenza di reagenti chimici, essenziali per l'esecuzione dei test, con disponibilità che sono risultate, in molte situazioni, e soprattutto nella fase iniziale dell'emergenza, altamente insufficienti. La soluzione «realizzata in casa» dall'AOU di Padova è stata quella di sviluppare una propria metodica con reagenti validati dall'Istituto Spallanzani di Roma. Si tratta di una innovazione che è stata resa possibile da un «nuovo macchinario» *hi-tech* a sistema aperto pensato per «accelerare il ciclo di vita della ricerca scientifica» e che l'Azienda ha acquistato svelando il suo potenziale per questa pandemia: «velocizzare il processo di analisi dei tamponi e rimanere indipendenti»<sup>3</sup>.

Nel nostro SSN, come in altri sistemi, è stata anche valutata e implementata la possibilità di utilizzare test sierologici, piuttosto che test molecolari. Si tratta di analisi del sangue che servono a ricercare opportuni anticorpi. Tali test, sebbene meno precisi e comunque non ancora in grado di sostituire le funzionalità dei tamponi (la presenza di anticorpi è riscontrabile soltanto dopo un certo periodo di tempo), consentono riscontri più rapidi (anche in soli 10 minuti) e si prestano pertanto a fini epidemiologici per essere eseguiti su una popolazione più numerosa e con modalità più flessibili. Tutte le regioni italiane con i loro SSR si sono dunque attrezzate anche per effettuare i test sierologici prevedendo l'introduzione di alcuni limiti e regole, più o meno stringenti, soprattutto per evitare la crescita esponenziale del fabbisogno di successivi tamponi e controlli. La varietà di linee guida e modalità adottate dalle regioni e dalle aziende sanitarie per regolare e contenere il fenomeno (e ricondurlo nell'ambito di programmi pubblici di prevenzione) è estremamente ampia così come numerose sono le nuove iniziative che si stanno diffondendo nel circuito dei consumi sia pubblici sia privati.

Ulteriori tentativi di sopperire ai limiti di capacità produttiva diagnostica (mediante tamponi) sono andati nella direzione di effettuare diagnosi mediante radiografie, TAC e RMN che, tuttavia, non si sono dimostrate altrettanto affidabili e perlopiù giudicate alla stregua di meri espedienti dagli esperti del settore.

L'esigenza di aumentare la produzione diagnostica, soprattutto nella fase iniziale dell'emergenza, ha anche posto l'attenzione su numerose tecnologie

<sup>3</sup> [www.adnkronos.com/fatti/cronaca/2020/04/17](http://www.adnkronos.com/fatti/cronaca/2020/04/17) e [www.adnkronos.com/fatti/cronaca/2020/05/11](http://www.adnkronos.com/fatti/cronaca/2020/05/11)

basate sull'Intelligenza Artificiale (IA) dalle molte potenzialità inesprese. Su diversi canali divulgativi non scientifici è stato molto enfatizzato il ruolo dei programmi di IA nella Tomografia Computerizzata (TC) come esame potenzialmente utile nella diagnosi. Si tratta di algoritmi che lavorano per individuare l'infezione e che promettono di impiegare pochi secondi per formulare una diagnosi sfruttando complessi sistemi di analisi basati sul *machine learning* e addestrati con dati campione di casi confermati come, per esempio, quelli sviluppati dalla Damo Academy per Alibaba (il caso è stato riportato da Sina Tech News e altri media nel mese di febbraio 2020). Anche in Italia sono emerse alcune esperienze di applicazione come, in particolare, quella del Policlinico Campus Bio-Medico, che ha acquisito un sistema di IA per la diagnosi sviluppato in Cina e avviato una rete collaborativa per la sua implementazione<sup>4</sup>, e quella della ASST di Vimercate, che ha installato REiLI, la piattaforma di IA di Fujifilm con un modulo aggiornato sul virus per fornire supporto nella refertazione. Le diverse esperienze internazionali e nazionali mostrano chiaramente come l'evoluzione della tecnologia di IA richieda l'accesso a «grandi numeri» e una casistica molto ampia per affermarsi. In questa prospettiva, risultano di particolare interesse iniziative come quella della rete neurale ad accesso aperto chiamata COVID-Net, che si propone di «aiutare i ricercatori di tutto il mondo in uno sforzo congiunto per sviluppare uno strumento di intelligenza artificiale in grado di testare le persone per Covid-19»<sup>5</sup> (Wang e Wong, 2020).

Senza entrare nel merito del dibattito scientifico sull'efficacia delle diverse metodiche e tecnologie per la diagnosi di Covid-19, ai fini della presente ricerca è sufficiente rilevare le potenzialità dell'IA nella trasformazione del settore della diagnostica e, in particolare, nello sviluppo di conoscenza e nel rispondere ai crescenti fabbisogni produttivi e di industrializzazione del settore, nonostante i limiti e le incertezze che hanno caratterizzato, e continuano a caratterizzare anche in questo periodo, la loro diffusione (Boscolo e Lico, 2020). Alcuni esperti affermano che dovremmo aspettarci che l'IA sarà in futuro in grado di diagnosticare la presenza di Covid-19 nei pazienti, ma non è ancora chiaro se l'*imaging* sia la strada da percorrere. Innanzitutto, i segni fisici della malattia potrebbero non essere visualizzati nelle scansioni prima dell'infezione, rendendo di fatto inutile questo strumento per la diagnosi precoce. Inoltre, poiché finora sono ancora disponibili pochi dati scientifici pubblicati, è difficile valutare l'accuratezza degli approcci. Questo significa che gli strumenti di IA potrebbero essere utili per rilevare le prime fasi della malattia solo in future epidemie. Ancora una volta, la condivisione di più dati dei pazienti potrà

<sup>4</sup> [www.policlinicocampusbiomedico.it/news/polmonite-da-coronavirus-ricerca-con-tc-polmonare](http://www.policlinicocampusbiomedico.it/news/polmonite-da-coronavirus-ricerca-con-tc-polmonare)

<sup>5</sup> [www.technologyreview.com/2020/03/24/950356/coronavirus-neural-network-can-help-spot-covid-19-in-chest-x-ray-pneumonia/](http://www.technologyreview.com/2020/03/24/950356/coronavirus-neural-network-can-help-spot-covid-19-in-chest-x-ray-pneumonia/)

aiutare, così come le tecniche di apprendimento automatico che consentono di addestrare i modelli di diagnosi anche quando sono disponibili pochi dati. L'IA può apprendere anche a partire da pochi risultati e, se già addestrata a fare una cosa, può essere rapidamente adattata per fare qualcosa di simile. Le prospettive sono dunque promettenti, ma ancora lontane da rappresentare soluzioni a breve termine.

L'elevata trasmissibilità del virus ha fatto emergere, in aggiunta all'esigenza di aumentare la capacità produttiva diagnostica, anche la necessità di elevare le condizioni di sicurezza nell'esecuzione degli esami e, in particolare, durante l'effettuazione del prelievo. Alcune innovazioni sviluppate in questo periodo sono andate appunto in questa direzione cercando di trovare soluzioni in grado di rispondere al fabbisogno di distanziamento. Un'azienda di Taiwan (Brain Navi), per esempio, ha sviluppato un robot in grado di eseguire i tamponi nasali riducendo il rischio di contatto tra il personale e i pazienti potenzialmente infetti. Il robot, denominato *Nasal Swab Robot*, è in grado di spostarsi autonomamente, di riconoscere la struttura facciale del paziente e la posizione della narice per effettuare il test. Il robot utilizza alcune funzioni fondamentali già sviluppate in precedenza dalla stessa azienda per un altro robot di navigazione neurochirurgica (NaoTrac). Il *Nasal Swab Robot* è stato presentato al pubblico per la prima volta alla mostra Bio Asia Taiwan 2020 di fine luglio<sup>6</sup>. L'applicazione del robot è stata approvata per la sperimentazione clinica del Ministero della Salute e del Welfare a Taiwan ed è in corso la certificazione presso la FDA statunitense per l'autorizzazione all'uso d'emergenza. La stampa generalista ha anche dato notizia di alcune prime applicazioni robotiche per l'esecuzione dei tamponi nel nostro Paese (in Regione Abruzzo) e di altri prototipi di robot realizzati con la stampa 3D o altre soluzioni (sempre robotiche) per la raccolta dei campioni biologici in remoto.

Tra le innovazioni tecnologiche che favoriscono il distanziamento e consentono anche di aumentare il numero dei controlli si ha ampia evidenza della sempre più rapida diffusione di nuovi dispositivi e modalità per l'effettuazione dei test. In particolare, sono ormai numerosi i casi di applicazione del cosiddetto test *drive-thru* (o *drive-through*), che permette di eseguire il tampone per accertare la guarigione delle persone risultate positive «senza far scendere dall'auto» (in modalità *drive-in*). Il test, che è stato inizialmente sperimentato in Corea del Sud e poi in Australia, prevede la realizzazione di un tampone rinofaringeo su persone risultate clinicamente guarite (divenute prive dei sintomi dell'infezione) che necessitano di effettuare il tampone almeno due volte, a distanza di almeno 24 ore l'uno dall'altro. La AUSL di Bologna è stata la prima in Regione Emilia-Romagna ad adottare, il 14 marzo 2020, il

<sup>6</sup> [startup.sme.gov.tw/NewsContent/311](http://startup.sme.gov.tw/NewsContent/311) e [salutedigitale.blog/2020/08/03/un-robot-che-esegue-i-tamponi](http://salutedigitale.blog/2020/08/03/un-robot-che-esegue-i-tamponi).

test *drive-through*<sup>7</sup>. La nuova modalità di raccolta sperimentata con successo a Bologna ha conseguito anche l'obiettivo di aumentare le possibilità del Dipartimento di Salute Pubblica dell'Azienda di effettuare tamponi rendendo il sistema più efficiente e accorciando i tempi di accertamento (con una media di 1 tampone ogni 5 minuti, 12 all'ora). La sperimentazione si è rapidamente estesa ad altre aziende sanitarie della stessa Regione Emilia-Romagna e della Regione Toscana dove, già a partire dalla fine del mese di marzo, sono state avviate le prime esperienze. Si tratta di una soluzione, quella dei tamponi *drive-through*, che sta rapidamente trasformando (e quindi innovando) il format di erogazione consentendo di approntare più sicure ed efficienti condizioni di tipo operativo e logistico. Le più recenti evoluzioni della tecnologia dei tamponi «a risposta rapida» stanno naturalmente favorendo tale tipo di innovazione, sebbene tali test siano ancora considerati meno sensibili e quindi utilizzati per scopi e su target diversi di popolazione. Negli Stati Uniti, per esempio, la Food and Drug Administration (FDA) ha concesso l'autorizzazione all'uso d'emergenza per un nuovo test di Abbott che utilizza una tecnologia simile a quella di un test di gravidanza effettuabile a domicilio e può essere collegata a un'app del telefono cellulare<sup>8</sup>. Altri test a risposta rapida che hanno ricevuto l'autorizzazione per l'uso d'emergenza da parte della FDA vengono eseguiti in cartucce che vengono analizzate da macchine che possono stare all'interno di studi medici o in altri luoghi sanitari di piccole dimensioni. Uno dei primi dispositivi a risposta rapida prodotti in Corea del Sud è stato sperimentato in Regione Veneto per valutarne l'inserimento nei programmi di salute pubblica<sup>9</sup>. Il test è stato recentemente validato dall'Istituto Spallanzani di Roma (nel mese di luglio) e subito adottato per l'effettuazione dei controlli «al rientro dalle vacanze» negli aeroporti di Fiumicino e Ciampino e nelle postazioni «drive-in» della Regione Veneto<sup>10</sup>. Nelle esperienze italiane di applicazione della soluzione *drive-through* non è comunque sempre, o necessariamente, utilizzata la tecnologia dei tamponi «a risposta rapida». Nella prima

<sup>7</sup> [www.ausl.bologna.it/news/archivio-2020/auslnews.2020-03-28.7438635479](http://www.ausl.bologna.it/news/archivio-2020/auslnews.2020-03-28.7438635479).

<sup>8</sup> [salutedigitale.blog/2020/08/28/unapp-e-un-tampone-nasale-rapido-per-semplificare-la-diagnosi-del-covid-19/](https://salutedigitale.blog/2020/08/28/unapp-e-un-tampone-nasale-rapido-per-semplificare-la-diagnosi-del-covid-19/)

<sup>9</sup> Si tratta in questo caso, di un test rapido dell'antigene. I test per Covid-19 oggi disponibili rientrano sostanzialmente in due categorie: quelli che rilevano il virus e quelli che rilevano la passata esposizione al virus (che vengono anche chiamati test anticorpali o sierologici). Della prima categoria esistono due sottotipi: da un lato, quelli che rilevano il materiale genetico virale (mediante reazione a catena della polimerasi-trascrittasi inversa, o RT-PCR) e, dall'altro, quelli che rilevano componenti del virus quali le proteine sulla sua superficie (test dell'antigene). I test RT-PCR sono quelli attualmente raccomandati dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) e dal Centro europeo per la prevenzione e il controllo delle malattie (ECDC). In linea di principio, potrebbero essere utilizzati per la diagnosi anche i test dell'antigene, ma fino ad ora non ne sono stati sviluppati molti.

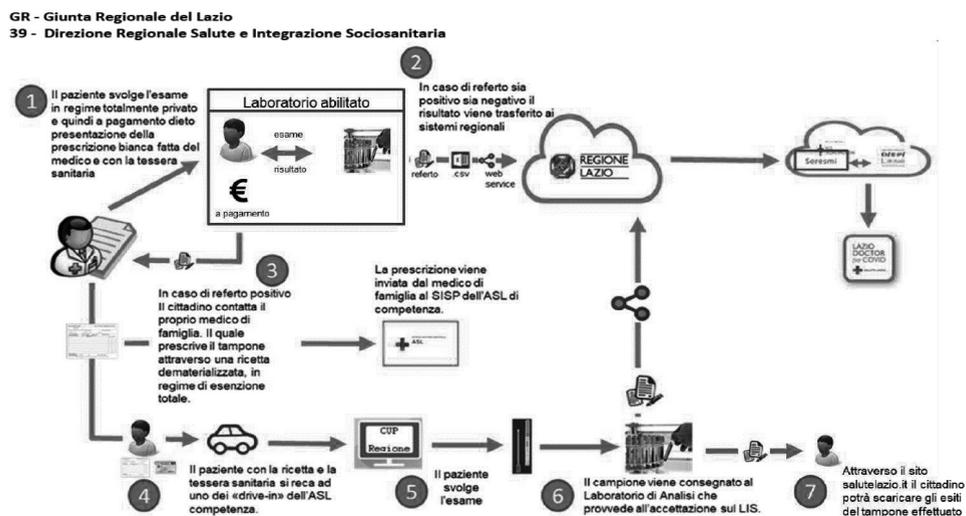
<sup>10</sup> [www.regione.veneto.it/article-detail?articleId=5331233](http://www.regione.veneto.it/article-detail?articleId=5331233)

esperienza della AUSL di Bologna, in particolare, l'innovazione consiste unicamente nella modalità di raccolta. Nel nostro SSN, come in molti altri Paesi, non è infatti ancora chiara la strategia di utilizzo e distribuzione di questa, come di altre tipologie di test per la diagnosi di Covid-19, sebbene sia ormai ampiamente riconosciuta la necessità di orientare la loro destinazione d'uso in funzione delle specifiche caratteristiche, anche di tipo tecnologico<sup>11</sup>. Nelle esperienze considerate della Regione Emilia-Romagna e Toscana il test *drive-through* si effettua solo nell'ambito di programmi di prevenzione pubblica, previa prenotazione e in apposite strutture allestite presso le camere calde dei pronti soccorso o in tende, gazebo o veri e propri «*transit point*» dedicati a effettuare i tamponi di controllo. Nel caso della Regione Lazio la modalità «*drive-in*» per l'esecuzione dei tamponi è prevista solo per coloro che hanno avuto un test positivo di sieroprevalenza e previa ricetta dematerializzata del medico di medicina generale come previsto nella DGR n. 05717 del 13 maggio 2020 (Figura 17.1). In una azienda della Regione Veneto è stata invece introdotta (a fine agosto) la possibilità dell'accesso diretto (senza prenotazione) nelle postazioni *drive in* allestite per favorire i controlli al rientro dai Paesi e zone a rischio. Si noti che per informare le strategie nazionali e aziendali è particolarmente importante contestualizzare ciascun tipo di test in base alla relativa destinazione d'uso, ad esempio la diagnosi o lo screening. Ciò significa, tra l'altro, considerare la popolazione bersaglio specifica (ad esempio gli operatori sanitari o il pubblico in generale), la fase della malattia in cui devono essere utilizzati (ad esempio soggetti asintomatici/sani, casi confermati, dimissione dopo ricovero, ecc.) e la decisione clinica presa sulla base dei risultati del test.

Le nuove soluzioni *smart* per la diagnosi, che le aziende sanitarie di diverse regioni italiane stanno implementando con dispositivi e tecnologie in continua evoluzione, stanno trasformando, e in alcuni casi sostituendo, i modelli tradizionali di produzione ed erogazione di molta parte degli esami e prelievi ed è possibile che tali innovazioni possano stabilizzarsi e mantenersi anche in prospetti-

<sup>11</sup> In termini di tipo di tecnologia, si possono distinguere due categorie di test commerciali provvisti di marcatura CE: i test automatizzati per analizzatori e i test rapidi, definiti come dispositivi usati singolarmente o in una piccola serie che coinvolgono procedure non automatizzate e sono destinati a fornire un risultato in tempi rapidi. Va osservato che anche i test automatizzati possono essere rapidi e progettati per presentarsi come apparecchiature portatili, ma non rientrano nella definizione di test rapido adottata dalla Commissione. I test commerciali RT-PCR sono generalmente test automatizzati non rapidi, e alcuni cominciano a essere disponibili sotto forma di dispositivi portatili. I test dell'antigene si trovano in forma di test rapido (alcuni includono lettori che aiutano a interpretare il risultato). I test anticorpali (o sierologici) esistono sia come test automatizzati sia come test rapidi. All'inizio di aprile 2020 è stata apposta la marcatura CE al seguente numero approssimativo di dispositivi Covid-19: 78 test RT-PCR, 13 test rapidi dell'antigene, 101 test anticorpali, la maggior parte dei quali rapidi (documento di lavoro dei servizi della Commissione aggiornato il 6 aprile 2020 e pubblicato sul sito web della Commissione).

Figura 17.1 **Percorso di esecuzione e registrazione dei test sierologici e della modalità drive-in per l'esecuzione dei tamponi della Regione Lazio**



Fonte: DGR n. 05717 del 13 maggio 2020.

va per scopi diversi. Uno dei maggiori ostacoli alla diffusione dell'innovazione, che accomuna le numerose e variegate esperienze nazionali e internazionali (che superano la fase di autorizzazione o di utilizzo in situazioni di emergenza), è identificabile nello sviluppo di standard condivisi e di protocolli operativi integrati con i programmi pubblici di prevenzione. La sfida manageriale risiede dunque nella capacità dei sistemi sanitari pubblici e delle loro aziende di orientare e adeguare continuamente linee guida, soluzioni e *operations* alle opportunità tecnologiche che stanno emergendo a ritmi sempre più rapidi e incalzanti.

### 17.3.3 L'innovazione tecnologica nell'assistenza: le soluzioni per l'ospedale

L'emergenza Covid-19 è piombata addosso ai sistemi sanitari di tutto il mondo, i quali peraltro in molti Paesi come L'Italia, il Regno Unito, la Francia e la Spagna già da anni lamentano scarse dotazioni infrastrutturali e di personale (cfr. Capitolo 2). Durante l'emergenza il sistema sanitario italiano, nonostante l'impegno e la dedizione di medici, infermieri e assistenti, ha sofferto senza dubbio la tensione sulla capacità produttiva, maturando in parallelo il bisogno di nuovi modelli di cura, più sicuri per gli operatori e i pazienti.

Allo scoppio dell'emergenza da un lato si cercavano il paziente zero e i focolai, dall'altro si iniziavano a trattare i primi pazienti Covid-19 arrivati all'ospedale con una grave insufficienza respiratoria. I primissimi hanno trascorso di-

verse settimane in terapia intensiva assistiti con la massima attenzione, anche mediatica. Nel giro di poche settimane i casi sono diventati centinaia e presto le aziende sanitarie si sono rese conto di non riuscire a mantenere un adeguato standard di servizio senza nuovi letti in terapia intensiva, senza percorsi e spazi dedicati e senza maggiori tecnologie per la respirazione assistita. Di fatto, ancora prima di aver definito una strategia di diagnosi di larga scala, le strutture sanitarie hanno dovuto apprendere, *by doing*, come gestire le fasi più acute dell'infezione, con risorse scarse, dotazioni infrastrutturali e tecnologiche poco efficaci. Alcuni ospedali hanno comunicato prontamente il bisogno di alcune componenti, quali valvole e nuovi respiratori, mancanti o comunque datati. I loro fornitori, con le sedi produttive chiuse, hanno fatto il possibile per eseguire consegne in emergenza, ma ciò che è più sorprendente e innovativo nella storia delle filiere produttive in sanità è che anche altre imprese manifatturiere, di settori lontani dalla sanità, si sono organizzate per predisporre e consegnare in tempi record i pezzi mancanti o sviluppati ad-hoc. Sempre *by doing*, molti ospedali hanno visto parte del personale medico-infermieristico ammalarsi ed hanno pertanto iniziato ad assumere misure protettive maggiori, richiedendo nuove visiere schermo, barriere e sistemi automatizzati di assistenza per ridurre, quanto più possibile, i momenti di contatto ravvicinato con i pazienti. Personale sanitario, famiglie e pazienti si sono inoltre resi conto di quanto fosse importante, anche per la guarigione e la sopportazione di lunghi periodi di degenza, creare delle modalità di comunicazione e contatto virtuale tra gli assistiti e i parenti. Questi bisogni hanno attivato rapidamente la creatività, tanto degli operatori sanitari quanto di attori esterni, e così l'offerta di soluzioni tecnologiche di supporto.

Tra le tecnologie che senza dubbio hanno supportato le terapie intensive di tutti gli ospedali, i respiratori polmonari sono stati oggetto di nuove e brillanti collaborazioni di ricerca e di impresa, in Italia e all'estero. I respiratori esistevano certo anche prima dell'emergenza Covid-19, ma erano pochi e comunque utilizzati per insufficienze respiratorie mediamente meno severe e meno frequenti. Pertanto, il bisogno di ulteriori respiratori non è stato solo un bisogno di maggiori quantità, ma anche un bisogno di innovazione incrementale che permettesse maggior velocità ed efficacia. In Italia l'unica azienda produttrice di respiratori polmonari era la Siare Engineering di Valsamoggia (Bologna), un'azienda fondata nel 1974, con un fatturato di 11 milioni di euro e 35 dipendenti in organico. In tutta Europa le fabbriche di respiratori si contano sulle dita di una mano. Siare era solita produrre per il mercato italiano ridotte quantità, ed esportare alcune componenti. L'azienda ha ricevuto presto ingenti richieste (in prima battuta dalle regioni più colpite: Lombardia, Emilia Romagna e Veneto) che non sarebbe riuscita a soddisfare senza la disponibilità di altre aziende, come anche quella di 25 esperti dell'esercito italiano che sono stati distaccati a Siare per poter supportare una produzione accelerata

di 125 macchinari a settimana, per un totale di 500 al mese. In parallelo, alcune aziende del settore automobilistico, come FCA e Ferrari, si sono messe a disposizione di Siare e di altri centri di ricerca per potenziarne la capacità produttiva. La stessa cosa è avvenuta anche in altri Paesi come il Regno Unito dove Vauxhall (Opel), Honda e Toyota hanno riaperto le fabbriche per la produzione di nuovi respiratori. Covid-19 ha esposto gli ospedali a bisogni nuovi e, presto, sono state promosse iniziative di ricerca e imprenditoriali per far sì che i respiratori utilizzati divenissero più sicuri ed efficaci. Il confronto con gli esperti che hanno seguito queste iniziative ha messo in luce che l'ingegno, la creatività ma soprattutto la leadership di alcune figure alla direzione di centri di ricerca, ospedali e imprese hanno portato alla luce nuovi prototipi nel giro di poche settimane. Quando per la mancanza di respiratori gli operatori sanitari iniziavano a ventilare a mano, gli ospedali stessi si sono interrogati su come utilizzare al meglio le poche dotazioni esistenti. È esemplare il caso del Dual split, un circuito doppio, in grado di collegare un respiratore a due pazienti anziché ad uno solo, pensato al Sant'Orsola di Bologna e realizzato nel giro di 48 ore da un'azienda del distretto biomedicale di Mirandola (Intersurgical), la quale ha fornito il primo prototipo, testato con successo nell'ospedale bolognese su un modello meccanico e velocemente distribuito anche a Parma e Piacenza, territori della Regione duramente colpiti dalla pandemia. Le maschere da snorkeling della Decathlon, trasformate in maschere d'emergenza per i respiratori, sono poi diventate un esempio virale di come si possa fare innovazione con l'esistente. Decathlon, su input della regione Lombardia, ha iniziato a collaborare infatti con il Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano, fornendo loro i disegni, le caratteristiche tecniche del prodotto per avviare le sperimentazioni necessarie a provarne sicurezza e affidabilità. Creatività e stampa 3D ne hanno permesso velocemente la diffusione tra le terapie intensive di numerose regioni italiane, ancor prima che arrivassero i risultati delle sperimentazioni del Politecnico e prima che si avessero i risultati dell'applicazione brevettuale della società registrata per la produzione delle nuove maschere (Isinnova). Nonostante le raccomandazioni ad evitare utilizzi inappropriati e modifiche della maschera da snorkeling, presto si sono diffuse sul web istruzioni e linee guida per modificare la valvola respiratoria, a volte anche con buoni risultati. L'ospedale di Parma, insieme a Dallara Automobili, ha sviluppato una modifica a basso costo della maschera, per utilizzarla su pazienti non troppo gravi e non intubati. L'impressione, confermata e accesamente dibattuta da parte degli esperti intervistati, è che in un momento di emergenza paragonabile a situazioni di guerra, alcuni criteri, formalizzazioni e certificazioni nei processi di sviluppo siano stati bypassati per la necessità di arrivare presto ad una soluzione in qualche modo utile. La pandemia ha prodotto nuove forme di collaborazione e solidarietà a livello globale. Isinnova, ad esempio, ha avviato insieme ad altre istituzioni locali un interessante progetto,

#3dforthefuture, per il quale Paesi sviluppati donano soluzioni e approcci tecnologici ai Paesi in via di sviluppo e in difficoltà attraverso la stampa 3D. Allo stesso modo molti centri di ricerca stanno condividendo le loro innovazioni «su carta», affinché possano essere replicate da altri attori e in diversi Paesi (cfr. Box 17.3). L'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), eccellenza pubblica a livello nazionale e internazionale, grazie all'appartenenza a network di ricerca tecnologica globali, ha presto avviato un confronto quotidiano con istituzioni ed esperti di diversi Paesi istituendo gruppi di lavoro ad-hoc su numerose nuove progettualità aventi tutte l'obiettivo di prototipizzare nuove tecnologie, efficaci e sicure, da poter inviare anche ad altri Paesi grazie alla replicabilità attraverso stampa 3D dei prototipi. Giorgio Metta, Direttore Scientifico dell'Istituto, e Andrea Pagnin, Innovation Coach and Business Strategist, raccontano settimane uniche nella storia dell'Istituto, in cui 24/7 ricercatori junior, senior, Principal Investigator, direttori e collaboratori esterni hanno lavorato gomito a gomito – virtualmente, su Teams - per ricercare disegni e letteratura che potessero aiutare i ricercatori nello sviluppo di soluzioni necessarie ma anche più

### Box 17.3 I tavoli di lavoro e la risposta tecnologica di IIT: i respiratori di Ferrari e IIT

A marzo 2020, IIT ha formato un gruppo di lavoro multidisciplinare IIT vs Covid-19, al quale ha invitato ricercatori e *research manager* dell'Istituto ed esperti esterni: medici, economisti, consulenti e imprenditori. Il gruppo è stato creato su teams, alcuni avevano già lavorato assieme per anni, altri non si sono ancora conosciuti di persona. Gradualmente dopo alcuni giorni di discussione sugli obiettivi e sulle motivazioni per avviare progettualità in emergenza e per il Paese, rapidissimamente si sono moltiplicati i canali teams dedicati a specifici team e progetti: uno per un generatore di flusso, uno per maschere full-face, uno per strumenti di *social distancing* e misuratori di temperatura con applicazioni di IA, uno sull' iFeel-You Bracelet ed infine uno su un respiratore polmonare.

Per il progetto «respiratore», i ricercatori sono tornati nei loro laboratori, supportati da tutto il team, nella ricerca di indicazioni, contatti, disegni e materiali a supporto dello sviluppo tecnologico. Presto l'incontro con la Scuderia Ferrari e la partnership con alcuni ospedali, quali il Niguarda di Milano e l'ospedale Policlinico San Martino di Genova hanno fatto decollare il progetto. Al team ha partecipato anche Camozzi, impresa bresciana specializzata nell'automazione industriale. L'obiettivo del progetto era creare un respiratore facile da usare e da assemblare, in grado di ottimizzare il consumo di ossigeno e di essere prodotto velocemente, in serie, utilizzando materiali di facile reperibilità così da avere costi di produzione inferiori a quelli dei ventilatori polmonari disponibili sul mercato.

F15 è il risultato del progetto: «F» come Ferrari, «I» come IIT e «5» come le settimane trascorse dall'avvio del progetto al collaudo del primo prototipo. Ferrari si è occupata della progettazione in CAD, della definizione della parte pneumatica e meccanica e delle simulazioni dinamiche, mentre IIT ha curato l'acquisto e l'approvvigionamento dei materiali, la progettazione dell'elettronica, del firmware e del software di controllo, delle simulazioni e del cablaggio, beneficiando della *supply chain* del team di Formula 1.

Oggi, tutte le specifiche tecniche di F15, sono a disposizione in modalità “open source project” e pertanto chiunque potrà riprodurlo, in qualsiasi parte del mondo.

Alcune esperienze sono già state avviate in Messico e negli Stati Uniti, per procedere alla certificazione e alla distribuzione.

efficaci di quanto già disponibile sul mercato. Una delle autrici ha partecipato in prima persona ai gruppi di lavoro e racconta come conoscenze e attitudini diverse nella task force abbiano permesso all'Istituto di dialogare con istituzioni in Spagna, Olanda, Regno Unito, Israele e molti altri Paesi, per raccogliere tutta l'evidenza possibile e poi riaprire i laboratori. Interessante notare come nel processo di sviluppo tecnologico siano emersi concetti come «economia di guerra» e accettabilità a fianco ai classici concetti di costo-efficacia e sicurezza. Nei confronti con esperti internazionali, alcuni hanno caldeggiato infatti un approccio *quick and dirty*, ossia il produrre tecnologie in fretta, poco costose perché arrangiate con quanto disponibile, probabilmente subottimali, ma preferibili al non avere nessuno strumento in situazioni di emergenza. Altri hanno posto l'attenzione sulle barriere di certificazione che impongono, anche in un momento di grave emergenza sanitaria, un processo di sviluppo standard e di alta qualità.

È possibile inoltre notare una curva di apprendimento nelle scelte tecnologiche e nelle indicazioni d'uso. Se nei primi mesi della pandemia l'attenzione era principalmente sui ventilatori meccanici, gradualmente le complessità legate al loro utilizzo hanno aumentato l'interesse e la ricerca per soluzioni meno invasive. In altri termini, le evidenze maturate nel corso dei primi mesi, insieme ad una migliore e più tempestiva capacità diagnostica, permettono ora di intervenire prontamente ed evitare l'acutizzarsi dell'infezione, prendendosi cura dei pazienti in setting di cura sub-intensivi o anche al domicilio. Le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la gestione dell'insufficienza respiratoria in COVID-19 sono oggi chiare e sostengono l'uso della ventilazione non invasiva al fine di evitare l'intubazione precoce e rischiosa di pazienti COVID-19 (Arulkumaran e colleghi, 2020). A questo proposito si cita per esempio l'esperienza di IBD, promettente azienda biomedicale italiana, e SECO, multinazionale italiana specializzata in alta tecnologia (microcomputer embedded, sistemi integrati e soluzioni per l'IoT), le quali insieme hanno portato sul mercato in tempi record Biorespira, un ventilatore polmonare portatile non invasivo per uso ospedaliero e domiciliare.

In ospedale, al tema della capacità produttiva, si affianca inoltre quello del distanziamento tra operatori e tra operatori e pazienti. Una risposta è arrivata dalla telepresenza: strumento per consentire agli operatori sanitari di monitorare a distanza più pazienti in modo più sicuro e quasi costante e per permettere ai congiunti di relazionarsi con i loro cari ricoverati. Alcuni ospedali si sono attrezzati per fissare delle videocamere su delle basi robotiche mobili per abilitare la comunicazione tra paziente – all'interno dell'ospedale – e famiglia, o per monitorare i pazienti ricoverati. Un'azienda di aspirapolveri robotici, Maler Faire, insieme a IIT, ha predisposto una soluzione apparentemente molto semplice. I tecnici l'hanno descritta come: un aspirapolvere robotico, un piedistallo, due *tablet*, un software *opensource* e assistenza tecnica da remoto

(progetto Lht-Connect). Il risultato del progetto sono dei robot poco costosi (meno di 1000 euro) adottati in via sperimentale dall'Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana, l'Azienda USL Toscana Nordovest di Massa-Carrara, e il Centro Polivalente Anziani Asfarm di Induno Olona (Varese). Negli ospedali, questi aspirapolveri speciali hanno permesso ai pazienti di comunicare con i loro familiari, ai professionisti di erogare dei consulti e *videocall* a distanza tra il medico e l'infermiere che assiste il paziente intubato, nelle RSA di mettere in comunicazione gli ospiti con i parenti e di consegnare quotidiani o medicinali. Gli esperti di robotica descrivono queste innovazioni come soluzioni frugali, che hanno richiesto l'adattamento e l'integrazione di soluzioni esistenti. Anche all'ospedale di Circolo di Varese, da marzo sono stati adottati 7 robot, uno nel reparto di malattie infettive e 6 in quello di Medicina ad alta Intensità. Il primo, «Ivo», è stato donato da un'azienda varesina (Elmec) e consiste sostanzialmente in un tablet, sostenuto da un'asta montata su ruote, comandato a distanza dal personale sanitario, con computer o smartphone, per monitorare i pazienti girando tra le stanze. Attraverso le videochiamate, il tablet permette al personale e ai pazienti di vedersi. Ivo era stato progettato per bambini affetti da leucemia, per consentire loro di partecipare alle lezioni a scuola. Gli altri 6 robot invece sono il frutto di una sperimentazione avviata dall'ospedale con una *start-up* veneta, Omnitel, che da tempo studia sistemi di IA capaci di adattare il comportamento del robot ai cambiamenti ambientali e alle reazioni umane (progetto «Vivaldi»). In questo caso, i robot sono stati adattati per il monitoraggio di pazienti Covid, installando delle telecamere in alta definizione sulla testa, collegate ad un monitor che riproduce occhi, naso e orecchie e permette di monitorare la saturazione, la frequenza cardiaca, quella respiratoria e la pressione arteriosa. Collegato al robot c'è anche un microfono così che medici e infermieri possano comunicare con il paziente a distanza in tempo reale. Il primo di questi robot è stato chiamato Tommy, come il figlio di un medico dell'ospedale per le sembianze simili a quelle di un bambino. Alcuni hanno presentato l'esperienza parlando di «Tommy il robot infermiere»; va sottolineato tuttavia come il ruolo di infermieri e medici rimanga fondamentale tanto nel comandare e guidare il robot, quanto nell'interpretare le informazioni raccolte grazie a questo. Certamente in una situazione di prolungato isolamento per i pazienti, e ad alto rischio di contagio, soluzioni come Tommy si stanno rivelando molto utili e potrebbero essere adottate anche in altri contesti.

Alcuni degli esperti intervistati, sottolineano l'utilità e le potenzialità ancora poco sfruttate di queste soluzioni di telepresenza e teleconsulto anche all'interno di uno stesso ospedale, tra professionisti di unità operative diverse che, per ragioni di tempo, distanza, o necessario distanziamento, potrebbero facilmente scambiarsi pareri su casi specifici, urgenti e non, presumibilmente migliorando la qualità e tempestività delle cure.

In generale in questo periodo si evidenzia un forte interesse da parte delle strutture sanitarie, e anche dei clinici, per soluzioni robotiche e di assistenza in remoto, che solo pochi mesi fa venivano viste quasi come delle minacce all'autonomia e ai ruoli professionali. Gli esperti nazionali e internazionali chiariscono come si tratti di soluzioni di supporto agli erogatori sanitari e che il mercato della robotica umanoide sia un affascinante ambito di studio e ricerca che richiede ancora numerosi investimenti e tempo per riuscire a perfezionare i prototipi oggi disponibili e soprattutto per aumentarne sicurezza e affidabilità, soprattutto prima di poter essere utilizzati in ambiti «delicati» come l'assistenza sanitaria. Si pensi ad esempio, alla difficoltà di sviluppare sistemi di dosaggio della forza o di sensibilità relazionale<sup>12</sup>. Diverso infatti è monitorare una stanza e trasferire messaggi o muoversi telecomandati in un uno spazio, eventualmente anche trasportando degli oggetti (ad es.: farmaci, acqua, cibo), dal prestare assistenza e interagire attivamente con il paziente. Sicuramente i robot installati durante la pandemia, robot di supporto che hanno richiesto aggiustamenti incrementali a soluzioni già esistenti, potrebbero facilmente diffondersi in tutti gli ospedali e anche a domicilio. Più complesse e incerte sono invece le aspettative di sviluppo e diffusione di robot-assistenti, per i quali il vero impiego in corsia ci dicono essere ancora lontano.

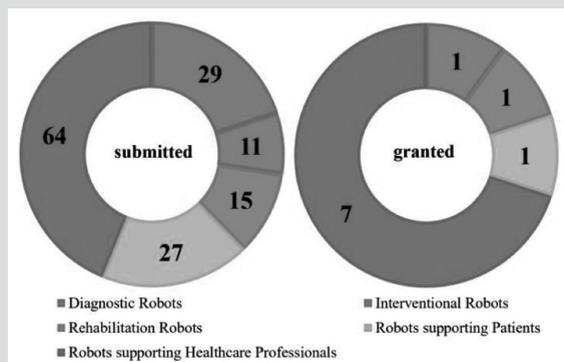
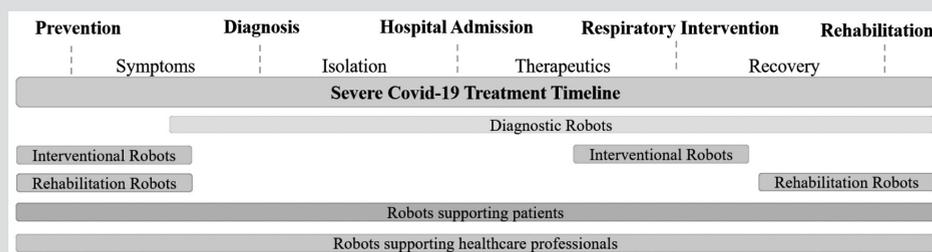
Interessanti evidenze sul mercato della robotica sanitaria sono state raccolte anche grazie al network europeo *Digital Innovation Hubs for Healthcare Robotics* (DIH-HERO), progetto finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Programma Quadro Horizon 2020 e focalizzato proprio sullo sviluppo di questo mercato. DIH-HERO interviene in particolare come veicolo della UE per selezionare e finanziare progetti di sviluppo tecnologico di piccole-medie imprese europee. Allo scoppio della pandemia, DIH-HERO ha lanciato una call su Covid-19, per favorire lo sviluppo o l'adattamento di soluzioni robotiche per la gestione e il contenimento della pandemia. Viste le analisi di mercato preliminari e la consapevolezza circa il livello ancora acerbo di sviluppo tecnologico e *technology transfer* della robotica in sanità, la call ha prodotto un risultato sorprendente anche per gli addetti ai lavori: 146 candidature provenienti da oltre 30 Paesi da parte di aziende (cfr. Box 17.4) che in alcuni casi non erano note nemmeno agli *hub* tecnico-scientifici regionali o locali, a riprova di come si tratti di un mercato nascente ma fortemente dinamico.

<sup>12</sup> Fonte: colloqui e visite ai laboratori del Center for Robotics and Intelligence Systems (CRIS), e del Rehab Technologies Lab di IIT, Genova.

**Box 17.4 La robotica a supporto dei professionisti e dei pazienti: i risultati di una call europea per soluzioni a tema Covid-19**

La maggior parte delle proposte ricevute da DIH-HERO per la call Covid-19 riguarda robot a supporto di professionisti sanitari (64) e pazienti (27) in ospedale e l'ambito diagnostico (29), confermando la priorità generalmente condivisa anche dal mercato di supportare la risposta dei sistemi sanitari alla pandemia. Tra le aziende candidate, 10 sono state selezionate perché ritenute capaci di produrre un impatto in breve tempo, e successivamente supportate economicamente nel perfezionamento e nella commercializzazione delle loro soluzioni.

**Figura 17.2 Le aree di applicazione delle soluzioni presentate nell'ambito della call Covid-19 di DIH-HERO**



**Figura 17.3 Le 10 PMI selezionate e le loro soluzioni (Covid-19 call, DIH-HERO)**

Company (Country)	Primary application area	Project title
ACCREA Engineering (PL)	Robotics supporting Healthcare Professionals	DISinfecting RoboT (DisiRT)
Akara Robotics (UK)	Robotics supporting Healthcare Professionals	Disinfectant ROBoTs to Protect Against COVID (DROPAC)
F&P Robotics (CH)	Robotics supporting Patients	Autonomous Sanitiser and Assistant Lio
Hocoma (CH)	Rehabilitation Robotics	Sensor-based arm and hand functional tele-rehabilitation with Armeo@Senso (Tele-AX)
Jonker-Makis Robotics (NL)	Robotics supporting Healthcare Professionals	Autonomous mobile disinfection robot SAM-Air
KELO Robotics (DE)	Robotics supporting Healthcare Professionals	Autonomous robots for disinfection (ARODIS)
MetraLabs (DE)	Robotics supporting Healthcare Professionals	Portable and agile autonomous disinfection robot (STERY)
PAL Robotics (ES)	Robotics supporting Healthcare Professionals	Fast Deployment of AVs in Hospitals
Rubedo Sistemas (LT)	Robotics supporting Healthcare Professionals	Unmanned Disinfection Solution (UDS)
Voxdale (BE)	Interventional Robotics	Robot for Intradermal Drug Delivery (ROB-ID)



### 17.3.4 L'innovazione tecnologica nell'assistenza: le soluzioni per l'ambito outpatient

La diffusione della patologia Covid-19 ha generato bisogni nuovi che hanno interessato anche l'ambito dell'assistenza *outpatient* soprattutto per quanto riguarda: (i) la ricerca di informazioni affidabili e riscontri puntuali sulla patologia ed eventuali sintomi sospetti, (ii) il superamento dei limiti imposti alla fruizione di servizi e prestazioni sanitarie dalle misure di distanziamento sociale e di *lockdown*.

La sospensione massiccia dell'erogazione di prestazioni sanitarie rimandabili e non urgenti ha infatti fortemente interessato l'area delle prestazioni ambulatoriali. Sebbene l'attività non si sia fermata in tutte le strutture sanitarie, molti pazienti hanno visto rimandate visite e approfondimenti diagnostici che avevano precedentemente prenotato e limitarsi le possibilità di consultare di persona il proprio MMG o specialista di riferimento. A ciò si sono aggiunte le severe misure di *lockdown* e il timore di contagio, che hanno fatto sì che sempre meno persone si recassero presso i pochi presidi in cui l'erogazione delle prestazioni era ancora attiva. Dunque, a fronte della crescente consapevolezza che molti bisogni di salute non possano attendere ad oltranza dato il reale rischio di peggioramento e del fatto che i diffusi fabbisogni informativi insoddisfatti possano avere ripercussioni serie sul benessere psico-fisico, numerosi attori dell'ecosistema

stema sanitario sono intervenuti mettendo in campo modalità di erogazione nuove e diverse.

Le iniziative proposte nella maggior parte dei casi sono riconducibili all'alveo della telemedicina: per citare qualche esempio, tra le innovazioni sperimentate ex novo o accelerate in ambito *outpatient* troviamo i servizi di messaggistica istantanea volti a mettere in contatto i pazienti con MMG e specialisti, i consulti in video-collegamento e altri servizi di supporto come la ricetta elettronica, i sistemi intelligenti di auto-triage (*chatbot*). Da un punto di vista tecnologico, molte di queste iniziative si basano su adattamenti di soluzioni esistenti, sfruttando prevalentemente strumenti digitali disponibili da diversi anni. Ad ogni modo, alcune differenze nella sofisticazione degli strumenti utilizzati, nei percorsi del paziente e quindi nell'esperienza dell'utente si colgono confrontando realtà che avevano già avviato un percorso di sviluppo tecnologico e digitale prima della pandemia e organizzazioni che hanno avviato queste iniziative da poco.

Fra le realtà tecnologicamente più avanzate troviamo leader di settore, come, per esempio, Babylon UK e IBM. In Italia tra i precursori dell'innovazione nei modelli di servizio figurano imprese come il Centro Medico Santagostino, che da anni ormai ha introdotto diverse tipologie di prestazioni a distanza e altre realtà, come UltraSpecialisti, Pazienti.it, Doctors in Italy, che operano completamente online puntando sul paradigma di una medicina ad alta specializzazione facilmente accessibile a distanza.

Dall'altra parte troviamo però anche aziende sia pubbliche che private che operano nel campo dell'assistenza sanitaria che solo recentemente (durante la pandemia) si sono attivate per trovare nuove modalità per offrire servizi e supporto ai pazienti spesso sfruttando tecnologie già in uso, come le piattaforme di *tele-conferencing*.

Tra le esperienze innovative fiorite in questo periodo in ambito di assistenza *outpatient*, vi sono le *chatbot*<sup>13</sup>, soluzioni tecnologiche che aiutano a soddisfare l'urgente bisogno di informazioni chiare ed affidabili rispetto ai sintomi di Covid-19. Per citare qualche esempio, rientra in questa categoria il sistema di auto-valutazione della sintomatologia di Babylon UK (la *chatbot* «symptom checker»), di recente aggiornato incorporando Covid-19 tra le patologie; un servizio simile è stato messo a disposizione anche dal *Center of Disease Control and Prevention* negli Stati Uniti con il lancio di un *online bot*. Il meccanismo di funzionamento di queste due soluzioni è il medesimo: l'utente può accedere online ad uno spazio di dialogo con una soluzione di IA che lo aiuta a chiarire dubbi relativi ai propri sintomi e a comprenderne l'entità. Un altro esempio

---

<sup>13</sup> Le chatbot sono applicazioni (basate su IA) che permettono lo svolgimento di conversazioni intelligenti via chat, simulando l'interazione con un essere umano e sono tipicamente utilizzate per intermediare i rapporti tra utenti e organizzazioni (Boscolo, Fenech, Rappini, Rotolo, 2019).

di applicazione di strumenti basati sull'IA è il già citato «Watson Assistant for Citizens» di IBM che può essere considerato sia uno strumento di prevenzione e salute pubblica che una soluzione in grado di fornire un primissimo livello di assistenza *outpatient*. È infatti un altro strumento simil-chatbot che permette di interagire con un'IA sia tramite testo che audio. La rivista MIT Technology Review<sup>14</sup>, commentando la vasta applicazione di questi strumenti, auspica che «questo sistema di *self-check* funzioni ai fini di pre-triage, utile soprattutto per i sistemi sanitari che sono sempre di più sotto pressione».

Oltre alle *chatbot*, sono state proposte anche altre soluzioni come il servizio integrato «Covid-19 Care Assistant», lanciato sempre da Babylon UK<sup>15</sup>, che offre: (i) informazioni costantemente aggiornate sulla patologia provenienti da fonti autorevoli, (ii) la possibilità di effettuare un controllo sui propri sintomi tramite *symptom checker* o *live chat* con un operatore (iii) un *Care Plan* per gestire al meglio il periodo di auto-isolamento (iv) la possibilità di accedere a dei video-consulti con specialisti. Con questo pacchetto di servizi integrati è data la possibilità di ricevere assistenza ad hoc a distanza, il tutto perfettamente fruibile dal paziente in isolamento (di fatto, in sostituzione della prima visita e degli incontri di *follow up* in presenza).

Qualcosa di simile a una delle funzionalità del Covid-19 Care Assistant di Babylon è il servizio di messaggistica istantanea, «Medico in chat», offerto dal Santagostino (un altro servizio che si va ad aggiungere alla nutrita offerta di prestazioni sanitarie «a distanza», approfondite nel Box 17.5). Questo servizio permette agli utenti di contattare in modo pratico, economico e rapido un medico con il quale chiarire dubbi e a cui chiedere indicazioni (anche su Covid-19).

Sempre con l'obiettivo di mettere in contatto pazienti e professionisti sanitari, alcune realtà sia pubbliche che private hanno introdotto servizi di consulto medico telefonico; il ricorso a queste soluzioni così semplici da non poter essere annoverate tra le innovazioni tecnologiche, segnala comunque una tensione piuttosto diffusa tra gli erogatori a voler garantire ai pazienti la possibilità di contatto con i professionisti sanitari durante un periodo così complesso e atipico come il *lockdown*. Per citare due esempi, figurano tra queste le iniziative «Lo specialista risponde» dell'ASST Nord Milano e «Il ginecologo risponde» del Centro Diagnostico Italiano (CDI), entrambe avviate verso fine marzo. Nel primo caso si tratta di un servizio che si rivolge sia ai cittadini che agli MMG, nel caso in cui abbiano bisogno di un confronto professionale (su 14 specialità mediche) in un momento in cui la reperibilità e l'accesso all'expertise clinica risulta ancora più rilevante del solito. La seconda iniziativa si concentra su una sola specialità e si propone di mettere a disposizione un ulteriore canale per

<sup>14</sup> <https://www.technologyreview.com/2020/03/24/950367/cdc-bot-online-coronavirus-symptoms/>

<sup>15</sup> Il servizio «Covid-19 Care Assistant» è accessibile, a pagamento, via app e sito web mentre la funzionalità «*Symptom Checker*» è disponibile sugli stessi canali gratuitamente.

### Box 17.5 **Il Santagostino: una strategia di innovazione in chiave tecnologica e digitale**

Il Santagostino è un player del settore della sanità privata italiana, fondato nel 2009 con l'obiettivo di rispondere al bisogno sempre più diffuso di "una medicina specialistica di alto livello, economicamente accessibile, che copra anche le aree scoperte dal SSN"<sup>1</sup>. L'obiettivo dell'azienda è offrire prestazioni non ospedaliere di alta qualità a prezzi calmierati, in *setting* che permettano un accesso semplice e agile. Si tratta di una realtà poliambulatoriale che negli anni ha costruito una rete di centri che ad oggi si trovano in Lombardia (principalmente a Milano, ma anche a Sesto San Giovanni, Rho, Buccinasco, Cernusco sul Naviglio, Nembro, Brescia e Vigevano), a Bologna e a Roma.

Un tratto distintivo del Santagostino e della strategia che da anni persegue è la predisposizione all'innovazione di servizio in chiave tecnologica e digitale. Se ne trova traccia in tutto il percorso del paziente, dalla prenotazione online (effettuabile in modo pratico dal sito, via app o *chatbot*), al pagamento che può essere automatizzato, al governo degli accessi (di recente introduzione) realizzato con l'aiuto di un software che avvisa quando un nuovo paziente può entrare nella sede, all'utilizzo del dossier clinico online (dove reperire referti, fatture ecc.) fino anche alla modalità di erogazione della prestazione stessa, laddove possibile. Nel 2017 infatti, il Santagostino ha approfondito il suo percorso di sviluppo digitale, lanciando la possibilità di fruire di alcune prestazioni specialistiche in modalità telematica oltre che tradizionale. Sono nati così i videoconsulti, momenti di confronto a distanza con uno specialista che non intendono sostituire la visita tradizionale, bensì fornire un primo riscontro al paziente; circa un anno dopo sono poi state introdotte anche le sessioni di videoterapia psicologica.

Il Santagostino crede molto nelle potenzialità di queste modalità di fruizione delle prestazioni e le ha proposte in questi anni come alternativa o complemento di prestazioni in presenza, sulla base del tipo di bisogno del paziente; il CEO del Santagostino, Luca Foresti, ritiene infatti che una quota significativa dei bisogni di salute delle persone, in ambito ambulatoriale, possa essere efficacemente risolta tramite un consulto specialistico a distanza. Ad ogni modo, nonostante gli investimenti fatti sia in ambito tecnologico, che per quello che riguarda il coinvolgimento dei professionisti sanitari e la comunicazione con l'esterno, la richiesta di videoconsulti specialistici e di videoterapia psicologica rimaneva limitata a qualche prestazione a settimana.

L'emergenza Covid-19 ha segnato invece un momento di passaggio importante per questa realtà che, da un lato, ha visto diminuire drasticamente i volumi (e gli annessi fatturati) delle prestazioni in presenza durante le settimane del lockdown, ma, dall'altro, ha visto crescere in modo significativo la rilevanza della propria offerta di prestazioni sanitarie a distanza. Il Santagostino, forte degli investimenti fatti e della cultura aziendale orientata all'apertura all'innovazione che ha costruito negli anni, ha infatti risposto all'emergenza puntando ancora di più sull'innovazione tecnologica, estendendo la possibilità del videoconsulto a tutte le branche specialistiche e lavorando per trasferire i servizi di psicoterapia completamente sul canale digitale.

In poche settimane dall'inizio dell'emergenza, il Santagostino ha visto esplodere le richieste di videoconsulti alle quali, per altro, i professionisti potevano rispondere comodamente da casa: i volumi sono passati da una media di 5 a circa 100 video-consulti erogati ogni giorno. Sul fronte della psicoterapia, la quasi totalità delle prestazioni è passata alla modalità digitale (da uno scarso 10% iniziale, pre-Covid); a questo servizio, nei mesi passati sono stati poi aggiunti i videoconsulti sul tema della nutrizione, che insieme a quelli di psicoterapia, sono al momento tra i più richiesti. Inoltre, l'azienda ha cominciato ad instaurare rapporti B2B con aziende e terzo paganti ai quali fornisce questi servizi di telemedicina, ora molto richiesti sia dai dipendenti che degli assistiti di fondi e assicurazioni.

È stato recentemente attivato anche un servizio di supporto psicologico telematico, offerto gratuitamente agli operatori sanitari e a pagamento per altri utenti, e un servizio di messaggistica istantanea chiamato «Medico in chat» che permette di consultare un medico di medicina generale in modo pratico, veloce ed economico, per avere chiarimenti e indicazioni rispetto a bisogni di salute di lieve entità.

Ad oggi, è presente pertanto l'Ambulatorio Telemedicina del Santagostino (sul loro sito) dove è possibile informarsi e accedere alla loro offerta di sanità digitale che comprende videoconsulti, videovisite

(maggiormente approfondite rispetto ai videoconsulti ed equiparabili a una visita tradizionale), il servizio di messaggistica con MMG, «Medico in chat» e sessioni di videoterapia psicologica; peraltro, vista la grande richiesta, il Santagostino ha deciso di estendere la possibilità di fruire dei colloqui di psicoterapia a distanza a tutto il territorio nazionale: tutto il percorso è digitale e sono necessari solo un computer o un dispositivo mobile, la connessione a internet e un luogo tranquillo per svolgere la terapia a distanza. Negli ultimi mesi è stato inoltre introdotto un servizio di monitoraggio domiciliare erogato completamente a distanza, dedicato a pazienti affetti da Covid-19 o con sintomi riconducibili a tale patologia. Il pacchetto, della durata di quattro settimane, si propone di offrire una «una serie di interventi di telemedicina, pianificati per intercettare il minimo segnale di aggravamento per chi ha sintomi, è in quarantena o ha avuto contatti a rischio»<sup>2</sup>. Tramite la rilevazione e comunicazione quotidiana di informazioni sul proprio stato di salute (resa possibile da un saturimetro rapidamente recapitato al paziente), il contatto costante via chat con un team di professionisti sanitari e frequenti momenti di video-consulso con il medico di riferimento, il paziente si avvale di un monitoraggio costante e di un intervento rapido e puntuale in caso di peggioramento delle proprie condizioni di salute.

Di fatto, come detto dal CEO Luca Foresti, durante i mesi di emergenza sanitaria, il Santagostino ha vissuto un vero e proprio percorso di «trasformazione da azienda largamente fisica ad azienda largamente digitale».

<sup>1</sup> <https://www.cmsantagostino.it/it/chi-siamo>

<sup>2</sup> <https://www.cmsantagostino.it/it/monitoraggio-domiciliare-covid19>

fornire «un supporto a tutte le donne su tematiche meno urgenti che potrebbero non richiedere una visita di persona in un momento in cui è necessario restare a casa».<sup>16</sup>

Rimane dunque molto sentito il tema della ricerca di informazioni che assume però contorni più specializzati, non essendo sufficiente in questo caso l'autovalutazione (né il supporto di una soluzione di IA) e rendendosi necessario il contatto e il confronto con il professionista.

Tra le soluzioni rese possibili dalle tecnologie vi sono pertanto anche i momenti di confronto e consulto con il medico in video-collegamento (ribattezzati dai vari *provider* con nomi diversi e per questo difficilmente comparabili) che rappresentano quanto di più si avvicina ad una visita specialistica, senza compresenza fisica fra medico e paziente. Durante l'emergenza, infatti si è parlato moltissimo della telemedicina come potenziale soluzione al problema delle visite sospese e, in effetti, numerosi erogatori privati si sono lanciati nell'offerta di queste modalità. Fra questi si citano, a titolo di esempio, l'Istituto Auxologico, il San Raffaele, il CDI, la Fondazione Don Gnocchi, i quali hanno introdotto la possibilità di erogare a distanza diverse prestazioni ambulatoriali, creando servizi quali le «*video-opinion*», i «teleconsulti», la «*video-riabilitazione*», i consulti in modalità asincrona, ecc. (Cavazza, Del Vecchio, Fenech, Giudice, Mallarini, Preti, Rappini, 2020). Nel contempo si sono attivate anche alcune aziende sanitarie pubbliche, come l'AULLS 3 Serenissima, i cui Centri di Salute Mentale hanno esplorato il «dialogo per via telematica» con i pazienti strutturando e

<sup>16</sup> <https://www.cdi.it/news/iorestoacasa-il-ginecologo-risponde-il-nuovo-servizio-del-cdi/>

potenziando una pratica che già utilizzavano in affiancamento al supporto *vis a vis* prima dell'emergenza sanitaria.

Un'iniziativa analoga è stata avviata ai primi di maggio dall'ASST di Vimercate che, a seguito di una prima visita in presenza di inquadramento della problematica, organizza gli appuntamenti di controllo in modalità tele-visita, con tanto di eventuale ECG effettuabile in autonomia dal paziente a casa. L'esperienza è stata avviata in ambito cardiologico e diabetologico, ma l'intenzione è di estenderla anche ad altre specialità come l'oncologia, attivando eventualmente anche la consegna a domicilio di medicinali per permettere di sostituire alcune terapie ad infusione con terapie farmacologiche.

Sono molteplici le realtà sanitarie pubbliche che si sono attivate in campo di telemedicina per fare fronte ai limiti imposti dall'emergenza sanitaria e garantire assistenza ambulatoriale; talvolta queste esperienze sono nate su iniziativa di alcuni clinici, talvolta su indirizzo aziendale e, in alcuni casi, anche grazie al supporto della Regione. Diverse regioni e province autonome<sup>17</sup>, infatti, nel corso degli ultimi mesi sono intervenute da un punto di vista normativo sulla possibilità di erogare prestazioni a distanza, concentrandosi, seppur con alcune differenze, in particolare sulla televisita.

Infine alcuni *player* privati che già da tempo erano operativi sul fronte delle prestazioni sanitarie digitali a distanza, come i sopracitati Santagostino e UltraSpecialisti, hanno potenziato la loro offerta; altre realtà hanno invece applicato la propria tecnologia ed expertise ai bisogni del momento, come nel caso di DoctorsInItaly: startup originariamente avviata per soddisfare il bisogno di assistenza medica dei turisti stranieri, che ha recentemente lanciato Tivisito, un sistema che mette in contatto pazienti e medici per realizzare video-visite specialistiche anche con poco preavviso.

Talvolta la tecnologia su cui si appoggiano queste prestazioni viene «presa in prestito» da altri ambiti sfruttando piattaforme di *tele-conferencing* come Skype, Teams o altro, mentre in altri casi (di solito in quelle realtà già da prima attrezzate in questo senso), i sistemi di collegamento sono più sofisticati e permettono maggiori garanzie sul fronte della privacy, della protezione dei dati e maggiore controllo e regia della prestazione da parte del professionista (il quale, ad esempio, può gestire in autonomia l'inizio e fine del collegamento). Altre volte inoltre il sistema di collegamento video è integrato all'interno di piattaforme o app che in fase preliminare permettono di svolgere attività propedeutiche, quali la raccolta delle informazioni anagrafiche e anamnestiche, una breve spiegazione del bisogno di salute, la condivisione di documentazione pregressa (referti, prescrizioni, ecc.), fino alla prenotazione e al pagamento della prestazione.

---

<sup>17</sup> Le Regioni che hanno adottato linee guida per l'erogazione di servizi di telemedicina nel corso degli ultimi mesi sono Abruzzo, Lazio, Lombardia, P.A. di Bolzano, P.A. di Trento, Piemonte, Sardegna, Toscana, Veneto.

A detta dei KOL intervistati e degli operatori più esperti che da qualche tempo hanno investito in questo campo, sono proprio questi gli elementi che aggiungono valore al servizio e lo distinguono da una telefonata al proprio medico che, pur essendo la forma più semplice e artigianale di telemedicina, rimane forse ancora la più diffusa in Italia.

Infatti, in particolare sulla modalità del consulto con il professionista sanitario in video-collegamento non mancano resistenze e questioni aperte sulle quali sono state raccolte le testimonianze di diversi operatori e di cui troviamo traccia anche nelle indicazioni dell'ISS che sono state emanate ad hoc in questo periodo. Il dibattito si concentra su temi relativi alla privacy e alla protezione dei dati degli utenti, su questioni di responsabilità professionale degli operatori sanitari ma anche sul posizionamento della prestazione all'interno della più ampia offerta dei *provider* e sulla tariffazione. Gli stessi operatori sanitari e i manager delle strutture che hanno avviato sperimentazioni di questi servizi si interrogano sulla possibilità di equiparare un consulto in video-collegamento a una visita specialistica tradizionale, nonché sui rischi connessi al lancio di questi servizi innovativi che potrebbero cannibalizzare le prestazioni tradizionali o interferire con l'ordinaria attività dei medici.

Ad ogni modo i momenti di consulto in video-collegamento, sia specialistici che di terapia psicologica (molto richiesti in questi mesi), mirando ad offrire una risposta sanitaria quanto più simile alla visita e a ripristinare attraverso video e voce anche il contatto personale con il curante, sembrano riuscire almeno in parte nel loro intento: la domanda per queste prestazioni cresce, così come i tassi di utilizzo.

Per citare qualche dato ancora parziale ma comunque interessante, l'esperienza di «dialogo in via telematica» dei Centri di Salute Mentale (CSM) dell'ULSS 3 Serenissima ha permesso di seguire con cadenza settimanale, tra marzo e giugno, più di 2000 pazienti, mentre il Santagostino ha fatto esperienza di un significativo incremento nei tassi di utilizzo dei suoi servizi di telemedicina, passando da una media di 5 a circa 100 videoconsulti erogati ogni giorno nei mesi estivi.

Altri operatori privati che durante il *lockdown* hanno introdotto prestazioni a distanza presentano dati di utilizzo (tra i 100 e i 200 consulti a distanza al mese) che confermano la presenza di un interesse non irrilevante degli utenti per questi servizi. Evidentemente, i vantaggi sia per i pazienti (in termini di comodità e accessibilità) che per i *provider* iniziano ad essere compresi, tuttavia rimangono alcune importanti questioni aperte a cui sarà necessario dare risposta se vogliamo che queste nuove modalità possano in futuro affiancare ed integrare in modo stabile le prestazioni tradizionali.

Infine, è interessante sottolineare come abbiano ricevuto un significativo incoraggiamento anche altre innovazioni capaci di dare supporto non solo alla vita durante il *lockdown* ma anche alle stesse iniziative di innovazione in chiave

di sanità digitale appena descritte. Eccellenti esempi di questa fattispecie sono i sistemi di prenotazione e pagamento online delle prestazioni (molti dei quali in questi mesi hanno registrato incrementi nel tasso di utilizzo) e la massiccia campagna di dematerializzazione delle ricette mediche di cui è stata capofila la Regione Emilia Romagna. In questi casi si tratta di innovazioni permesse dalla tecnologia relativamente a servizi di supporto già esistenti eppure spesso ancora poco utilizzati. Vista la situazione di emergenza, queste soluzioni, che permettono di svolgere alcuni semplici step amministrativi comodamente da casa, da PC o smartphone, si sono rivelate particolarmente valide e hanno subito un'accelerazione.

E' inoltre interessante notare come, contestualmente alla spontanea proliferazione delle varie soluzioni tecnologiche in questo ambito, siano state redatte anche delle indicazioni concrete e puntuali da parte del Centro Nazionale per la Telemedicina dell'ISS che ha integrato le Linee di Indirizzo Nazionali sulla telemedicina <sup>18</sup>del Ministero della Salute, alla luce della situazione emergenziale. L'obiettivo è «fornire a coloro che stiano organizzando servizi in telemedicina un modello di riferimento che ne faciliti la realizzazione in questo particolare periodo»; un'ulteriore riprova di quanto questa emergenza abbia spinto gli operatori sanitari ad approcciare soluzioni in parte nuove per raggiungere i pazienti con «il duplice scopo di contribuire a contrastare la diffusione di Covid-19 e anche di garantire per quanto possibile la continuità della cura e dell'assistenza, a cui le persone hanno diritto» (Gabbrielli et al., 2020).

Quanto descritto non ha ovviamente la pretesa di dare un quadro esaustivo delle spinte innovative in atto in ambito *outpatient* durante la pandemia, bensì l'obiettivo è quello di fornire una buona panoramica degli ambiti e delle traiettorie di innovazione. La maggior parte delle soluzioni messe in campo fanno affidamento su strumenti tecnologici non particolarmente nuovi né sofisticati (eccezion fatta per l'IA), tuttavia ciò che spesso manca e che potrebbe minarne la diffusione in futuro sono piani sistematici e condivisi di inquadramento di queste soluzioni nelle logiche e nei meccanismi aziendali, regionali e di sistema. Un altro elemento cruciale che determinerà il futuro di queste soluzioni è rappresentato dalla definizione di perimetri normativi e operativi condivisi.

Fa pertanto ben sperare il documento «Erogazione delle prestazioni di specialistica ambulatoriale a distanza» recentemente approvato dalla Commissione Salute della Conferenza delle Regioni e Province Autonome, che si propone proprio il triplice obiettivo di chiarire e uniformare le regole necessarie all'erogazione di prestazioni ambulatoriali in modalità di telemedicina, concentrando-

<sup>18</sup> Le Linee di Indirizzo Nazionali sulla telemedicina sono state approvate dall'Assemblea generale del Consiglio Superiore di Sanità nel 2012 e nel 2014 è stata siglata l'Intesa Stato-Regioni su questo documento.

si in particolar modo sulla televisita, mettere a sistema le esperienze attivate in questa direzione nei diversi contesti regionali e garantire in futuro «un accesso semplificato alle cure»<sup>19</sup>.

### 17.3.5 L'innovazione tecnologica nell'assistenza: le nuove soluzioni home-based

Il *setting* di assistenza domiciliare può essere utilizzato in una vasta gamma di specialità, per numerose condizioni e patologie e con diverse modalità e soluzioni di servizio che possono o meno prevedere l'integrazione, in alcuni casi determinante, della tecnologia. Le soluzioni di telemedicina per l'assistenza *home-based*, in particolare, possono essere convenienti in situazioni molto diversificate e per differenti target di pazienti, che necessitano di un'assistenza continuativa per un periodo delimitato di tempo (per esempio, un percorso di riabilitazione di 2-3 settimane) o a più lungo termine (LTC). Già da prima della pandemia alcune aziende del nostro SSN stavano sperimentando, sviluppando, e in alcuni casi consolidando, iniziative di telemedicina per consentire la permanenza al proprio domicilio di persone fragili, anziane, con malattie oncologiche, croniche e/o in dimissione ospedaliera dopo un evento acuto (Boscolo, Fenech, Rappini e Rotolo, 2019). Si tratta di un insieme vario di tecnologie di telemedicina che svolgono funzioni come l'osservazione e l'analisi delle tendenze dei parametri fisiologici da remoto riducendo il rischio di complicanze e consentendo il rilevamento tempestivo di situazioni d'emergenza (tele-monitoraggio) o di tecnologie cosiddette di *telecare* o *assisted living* che consentono a persone fragili e anziane di vivere a casa utilizzando dispositivi medici (anche indossabili) e sensori domotici. Tra le tecnologie per l'*home care* rientrano anche piattaforme collaborative per la presa in carico e la gestione proattiva e integrata del paziente, tecnologie di rinforzo educativo del paziente e/o del familiare e anche le diverse applicazioni della telemedicina a servizi medici riabilitativi (Hashiguchi, 2020).

Un numero crescente di esperienze nazionali, e anche internazionali, suggerisce che tali forme di assistenza possano essere sia sicure sia efficaci, in alcuni casi con risultati migliori rispetto alle modalità di ricovero o alle altre forme di erogazione che richiedono la compresenza, nel medesimo luogo fisico, di paziente, professionisti e attrezzature dedicate. Nonostante queste evidenze, tuttavia, le soluzioni *home-based* hanno rappresentato finora solo una piccola parte dell'assistenza sanitaria erogata dalle aziende del nostro SSN. Le tecnologie che consentono la permanenza al proprio domicilio dei pazienti

<sup>19</sup> Il documento «Erogazione delle prestazioni di specialistica ambulatoriale a distanza» è stato redatto e approvato dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome in data 10 settembre 2020.

esistono e sono accessibili, così come sono da tempo evidenti le loro potenzialità non solo per l'innovazione dell'assistenza domiciliare, ma anche per la «domiciliarizzazione» di una casistica considerevolmente più ampia di quella convenzionalmente trattata. Nella prospettiva della diffusione dell'innovazione tecnologica, le impellenti necessità dettate dalla recente pandemia stanno pertanto costituendo importanti driver di accelerazione. In particolare, l'esigenza di mantenere «a distanza» i pazienti, di evitare il sovraffollamento dei reparti ospedalieri, gli spostamenti e gli accessi fisici ai tradizionali luoghi di cura, stanno favorendo sia il consolidamento e la diffusione di tecnologie di telemedicina già da tempo disponibili sia di innovazione e sviluppo di nuove soluzioni *home-based*.

Un primo gruppo di iniziative che promettono di ampliare considerevolmente la platea di soggetti potenzialmente eleggibili per l'assistenza *home-based* è ascrivibile all'esigenza di liberare spazi nelle strutture ospedaliere e quindi di superare i limiti di capacità produttiva dei reparti di degenza trattando a domicilio pazienti con diagnosi Covid-19 non acuta e/o di agevolarne la dimissione ospedaliera. Si tratta di soluzioni di assistenza particolarmente efficaci per il trattamento di questo tipo di pazienti, la cui diffusione è tuttavia ancora molto ridotta rispetto alle potenzialità. Una delle prime esperienze in ambito pubblico, che ha ottenuto un significativo riscontro sui media a livello nazionale, è rappresentata dalla soluzione «HCasa» sviluppata dalla Regione Puglia per consentire il monitoraggio dei pazienti Covid presso il proprio domicilio (Box 17.6). Esistono altre esperienze analoghe sempre in ambito pubblico come, in particolare, quella della ASL di Latina che ha potuto contare sull'esperienza e l'applicativo già utilizzato nel programma «+Vita» dedicato alla presa in carico e alla cura dei pazienti cronici. Il nuovo sistema di tele-monitoraggio introdotto per l'assistenza a pazienti Covid-19 «ha permesso di intercettare precocemente eventuali situazioni di peggioramento clinico, di erogare servizi di cure a domicilio per i pazienti positivi con sintomatologia non grave e di garantire una risposta sanitaria territoriale in linea con le direttive regionali». L'innovativo protocollo utilizza dei wearable che consentono la misurazione dei parametri vitali a distanza e sono collegati a una centrale operativa funzionante sulle 24 ore dove si alternano 7 infermieri per il controllo da remoto. Tra il 28 marzo e il 15 settembre sono stati gestiti da remoto 325 pazienti<sup>20</sup>. Nuove soluzioni per il monitoraggio a casa dei pazienti Covid sono anche offerte sul mercato privato come, per esempio, quella del Santagostino (precedente Box 17.5) che prevede una serie di interventi di telemedicina, pianificati su 4 settimane per intercettare i segnali di aggravamento per chi ha sintomi, è in quarantena o ha avuto contatti a rischio (Cavazza, Del Vecchio, Fenech, Giudice, Mallarini, Preti,

<sup>20</sup> [www.insaluteneuws.it/in-salute/premio-innovazione-digitale-in-sanita-del-politecnico-di-milano-17-i-finalisti/](http://www.insaluteneuws.it/in-salute/premio-innovazione-digitale-in-sanita-del-politecnico-di-milano-17-i-finalisti/)

## Box 17.6 La soluzione «HCasa» della Regione Puglia

Il 23 aprile la Regione Puglia comunica l'avvio ufficiale del sistema di telemedicina HCasa (che si pronuncia «accasa») sviluppato per il monitoraggio remoto dei pazienti Covid. L'esperienza parte da prima dell'emergenza e nelle intenzioni della Regione il ridisegno delle soluzioni di assistenza home-based dovrebbe avere una prospettiva di più lungo periodo rispetto a quella determinata dall'emergenza infettiva. La soluzione di monitoraggio «Hcasa» si rivolge ai pazienti costretti alla quarantena per Covid-19 e utilizza una piattaforma di teleassistenza clinica. La soluzione di assistenza, che interviene su target diversi di popolazione, prevede tre funzioni:

- una *web app* a uso del cittadino, per procedere a una prima auto-diagnosi informativa mediante questionario, stabilendo un contatto con il medico di famiglia che, se opportuno, lo può ricontattare per eseguire un pre-triage telefonico;
- un portale web per gli operatori sanitari che consente di analizzare e categorizzare le informazioni fornite dai cittadini in sede di pre-triage per il monitoraggio della sintomatologia, di programmare eventuali interventi domiciliari di supporto specializzato (es. tampone, farmaci e ausili) e, conseguentemente, di attivare il teleconsulto (audio e/o video) e tele-monitoraggio;
- dispositivi di diagnostica-strumentale per la trasmissione di dati clinici dal domicilio del paziente in piattaforma.

La prima funzionalità era stata già attivata da Regione Puglia fin dalle fasi iniziali dell'emergenza con il modulo *online* di auto-segnalazione tramite sistema informativo sanitario Edotto. La seconda funzionalità, innovativa sul panorama nazionale, oltre a consentire un controllo continuo della malattia presso il domicilio dei pazienti con l'ausilio del teleconsulto e di dispositivi medicali di misurazione (es. saturimetri, ECG, pulsossimetri), permette anche la discussione collegiale tra professionisti sullo specifico caso e la pronta ridestinazione del paziente su strutture sanitarie specializzate Covid.

La soluzione è, pertanto, pensata per intervenire in continuità con il modello organizzativo per la gestione dell'emergenza Covid-19, fornendo strumenti a supporto di quelle che le linee guida ministeriali chiamano Unità Speciali di Continuità Assistenziale (USCA), del triage telefonico dei cittadini, dei medici di medicina generale (MMG) e pediatri di libera scelta (PLS) e degli specialisti di patologia. Il progetto prevede l'integrazione con il sistema informativo sanitario regionale Edotto e il sistema GIAVA-COVID19 che, sin dall'inizio dell'epidemia, hanno garantito il monitoraggio della diffusione dell'infezione con il supporto di data management di AReSS Puglia. Ai primi di settembre la soluzione HCasa ha visto la registrazione a sistema di 5.133 soggetti, acquisiti attraverso la loro autonoma registrazione tramite la web-app, oppure da altri Sistemi Regionali di segnalazione dei casi legati all'emergenza, di cui 181 nella sezione specificamente approntata per le Malattie Rare e cogestita con il supporto del CoReMar (Centro di Coordinamento Regionale Malattie Rare).

L'iniziativa rappresenta un altro importante tassello del modello organizzativo regionale che prevede di sviluppare l'assistenza in telemonitoraggio in modo «sinergico ed evoluto» con il MMG, il PLS e il farmacista «tutti con l'obiettivo di assistere in modo agevole e tempestivo il paziente a casa». In prospettiva, infatti, l'intento regionale è quello di utilizzare il sistema anche per le patologie Non-Covid. Il percorso realizzato rientra nell'ambito di un più ampio progetto PON di ricerca (il progetto TALIsMAN) che ha tra i principali obiettivi quello di riuscire a definire nuovi modelli assistenziali integrati – professionisti, processi, tecnologie e informazione – in grado di «abilitare» la gestione della fragilità, rendendola il più possibile «prossimale» con l'ausilio di un'infrastruttura tecnologica che combini meccanismi di *Population Health Management* (PHM) e tecnologia di TeleCare. Si tratta di un sistema evoluto di tecnologie di assistenza personalizzata per il miglioramento della qualità della vita che utilizza il *framework* tecnologico di HLCM, orientandolo organizzativamente sul paziente «fragile» in generale, e sul paziente cronico in particolare. Le soluzioni tecnico-organizzative di digitalizzazione dei percorsi assistenziali per la presa in carico e l'assistenza *home-based* dei pazienti «fragili» con protocollo TALIsMAN (Tecnologie di Assistenza personalizzata per il Miglioramento della qualità della vita) sono già in fase di sperimentazioni su tre possibili target: Comunità Assistenziali (RSA, RISSA e Case di Riposo), MMG e Centri Specialistici di Riferimento (centri oncologici, centri malattie rare, centri cronicità di secondo livello), dei quali, quello dei MMG, su circa 4.000 soggetti cronici.

Rappini, 2020). Anche i produttori di tecnologia stanno innovando per favorire questo tipo di soluzioni *home-based*. È il caso, per esempio, di Philips che ha presentato una nuova generazione di biosensori indossabili per il rilevamento precoce del deterioramento delle condizioni cliniche del paziente, compresa la sorveglianza clinica per Covid-19<sup>21</sup>. Soluzioni di questo genere potrebbero in prospettiva essere estese per favorire la dimissione precoce e il passaggio di consegne da ospedale a territorio.

Un secondo insieme di esperienze di innovazione tecnologica nell'assistenza *home-based* è riconducibile alla necessità di garantire continuità assistenziale ai pazienti fragili, oncologici e anche cronici. Le aziende sanitarie hanno quindi messo in campo iniziative di assistenza a distanza che permettessero, ove possibile, di portare la sanità direttamente nelle case, utilizzando vecchie e nuove tecnologie. Rispondono a questo obiettivo una molteplicità di iniziative che sono emerse nel periodo considerato, spesso a partire da sperimentazioni già avviate o da esperienze in corso e non ancora consolidate. A titolo meramente esemplificativo, e non esaustivo, si richiamano il progetto TALIsMAN della Regione Puglia per l'assistenza *home-based* dei pazienti «fragili» (Box 17.6) e l'esperienza della ASL di Asti che ha sviluppato un sistema di monitoraggio dei pazienti cronici affetti da ulcere cutanee ricoverati a domicilio che si avvale di specifici device e di un sistema di IA per analizzare le caratteristiche e i parametri relativi all'ulcera. Anche ora che le aziende sanitarie pubbliche hanno ripreso l'erogazione di alcune prestazioni programmabili e non urgenti, dopo il periodo di *lockdown*, molte delle esperienze avviate sono ancora in funzione e potranno diventare occasione di riflessione per innovare ulteriormente integrando nuove e diverse soluzioni tecnologiche. Per esempio, introducendo innovative soluzioni di tele-riabilitazione o anche nuove terapie digitali, regolamentate come i farmaci, che integrano tecnologia e terapie tradizionali, come quella di Moovcare (un algoritmo associato a una app) per monitorare i pazienti affetti da cancro ai polmoni durante il periodo di follow up<sup>22</sup> o, ancora, soluzioni logistiche all'avanguardia per ottimizzare la fornitura di beni e servizi nella transizione al domicilio come quella di Pharmap per l'*home delivery* farmaceutico (Mallarini, 2020). Nell'attuale scenario della pandemia, l'evoluzione tecnologica può venire in aiuto rispetto all'aderenza alla terapia del paziente, il monitoraggio e il modellamento della cura da parte del medico, riducendo il bisogno di visite e incontri periodici e permettendo di agire in maniera tempestiva in caso di criticità. Quella dei *wearable device*, in particolare, è una tecnologia in forte espansione. Gli sviluppatori stanno investendo sempre di più su quelli a uso medico per i quali si prospetta un mercato meno

<sup>21</sup> [salutedigitale.blog/2020/05/29/un-cerotto-per-monitorare-i-pazienti-covid-19/](https://salutedigitale.blog/2020/05/29/un-cerotto-per-monitorare-i-pazienti-covid-19/)

<sup>22</sup> [www.osservatorioterapieavanzate.it/innovazioni-tecnologiche/terapie-digitali/terapie-digitali-un-algoritmo-al-servizio-dell-oncologia](https://www.osservatorioterapieavanzate.it/innovazioni-tecnologiche/terapie-digitali/terapie-digitali-un-algoritmo-al-servizio-dell-oncologia)

competitivo e volatile (rispetto a quello *consumer*). Secondo alcuni KOLs, il segmento che sta crescendo di più è quello dei dispositivi per il monitoraggio del sonno, seguito da quelli per il controllo dei livelli di glucosio nel sangue e per il monitoraggio respiratorio. Ma le applicazioni in campo medico dei dispositivi indossabili sono ormai numerosissime. Si citano, a titolo esemplificativo, gli indumenti con accelerometro triassiale in grado di riconoscere la caduta negli anziani e segnalarla al centro di riferimento e i tessuti sensorizzati per la riabilitazione in ambiente domestico di pazienti *post-stroke* grazie ai quali è possibile stimare le entità del movimento. Si tratta di nuovi dispositivi *wearable* che stanno superando alcuni dei principali problemi di applicazione (il consumo di energia, le dimensioni, la manutenzione e, non ultimi, la validazione clinica e il requisito dell'interoperabilità). Le tecnologie di questo genere, in abbinamento con altre, si potrebbero applicare con efficacia a una casistica molto ampia (diabete, scompenso cardiaco, BPCO, demenza, stati vegetativi, fragilità, ecc.). Il graduale consolidamento delle iniziative aziendali esistenti e la spinta dell'innovazione tecnologica a realizzarne di nuove potrebbe dunque avere un effetto trainante per la diffusione di un cambiamento tanto atteso e in prospettiva dirompente nei modelli di assistenza.

Si tratta tuttavia di iniziative di innovazione (quelle in ambito *home-based*) in larga parte indipendenti tra loro, che utilizzano molteplici soluzioni con diversi adattamenti locali, sia dal punto di vista strettamente tecnologico sia anche per le numerose varianti nei modelli clinici, organizzativi e di approcci strategici adottati. L'assistenza domiciliare può includere un variegato mix di prestazioni mediche, accessorie e infermieristiche, di cure preventive, curative o riabilitative che dovrebbero essere erogate sulla base di un programma organizzato e dunque consumate come un pacchetto di servizi integrati che può alternare momenti di presenza fisica temporanea e discontinua di diversi fornitori di assistenza (pubblici e privati) presso il domicilio del paziente, oltre a coinvolgere in modo più o meno esteso e continuativo parenti, volontari, *care giver* informali, operatori sociali addestrati della comunità, finanche lo stesso paziente in processi di co-produzione. Non sorprende dunque che il re-design delle soluzioni *home-based* non sia ancora pienamente compiuto. Anche l'uso dei termini sui modelli di cura che utilizzano le tecnologie di telemedicina non si è stabilizzato, mentre il settore dell'*home-care* continua a evolvere in modo frammentato. Permangono importanti ostacoli a un uso più esteso di queste nuove soluzioni di assistenza, prevalentemente riconducibili alle carenze del quadro normativo sull'utilizzo della telemedicina, accresciuti dall'incertezza nelle forme di *governance*, dei modelli di finanziamento dell'assistenza domiciliare e, non ultimo, da un ambiente in generale ancora poco favorevole alla condivisione e diffusione di buone pratiche.

### 17.3.6 L'innovazione tecnologica nel campo della sicurezza individuale e dei luoghi

Per contrastare qualunque epidemia è fondamentale minimizzare i rischi di contagio. Covid-19, sebbene sia caratterizzato da una letalità (numero di morti sul totale dei malati) inferiore rispetto a quella osservata per altri coronavirus responsabili di epidemie in passato come SARS e MERS, ha una contagiosità maggiore rispetto a quella osservata nei due coronavirus concorrenti. Sono ancora in corso studi per approfondire e verificare le modalità di contagio. Di certo si sa che il virus si diffonde principalmente attraverso il contatto stretto con una persona infetta. La via primaria sono le goccioline del respiro (*droplets*) ad esempio tramite:

- ▶ la saliva, tossendo e starnutendo;
- ▶ contatti diretti personali;
- ▶ le mani, ad esempio toccando con le mani contaminate (non ancora lavate) bocca, naso o occhi.

In casi rari il contagio può avvenire attraverso contaminazione fecale.

Secondo i dati attualmente disponibili, le persone sintomatiche sono la causa più frequente di diffusione del virus. Tuttavia, alcune prove suggeriscono che la trasmissione possa avvenire anche da una persona infetta che presenta solo sintomi lievi. Alcuni rapporti hanno indicato, inoltre, che anche le persone senza sintomi possono trasmettere il virus. Questo è particolarmente vero nelle prime fasi della malattia, in particolare due giorni prima di sviluppare sintomi.

Il contatto con il virus non è solo diretto. In base a informazioni preliminari (ma gli studi sono ancora in corso), il ceppo endemico può rimanere attivo a temperatura ambiente su diverse superfici inanimate come metallo, vetro o plastica tra 2 ore e 9 giorni. Ad esempio, sono state reperite particelle di virus vitale anche 72 ore dopo l'applicazione su plastica e acciaio. La stabilità di SARS-CoV-1 è stata analoga. Sul rame SARS-CoV-2 è risultato inattivato dopo 4 ore (SARS-CoV-1 dopo 8 ore), mentre sul cartone SARS-CoV-2 è inattivato dopo 24 ore. I contatti indiretti non avvengono solo tramite superfici inanimate: sono in corso studi sulla capacità dei virus di attaccarsi alle polveri sottili presenti nell'aria e di essere così trasportati dal vento per ampie distanze o restare in sospensione nell'aria. Inoltre, nonostante normalmente le malattie respiratorie non si tramettano con gli alimenti essendo essi manipolati, è indispensabile rispettare scrupolosamente le pratiche igieniche evitando, tra l'altro, il contatto fra cibi crudi e cotti.

Essendo il contatto personale il primo veicolo di contagio, i DPI (dispositivi di protezione individuale) hanno rappresentato una priorità sia per la sicurezza del personale nelle strutture sanitarie sia per quella della comunità. Due sono

state le principali problematiche già dalla prima fase dell'epidemia: l'incertezza dovuta ai messaggi contrastanti rispetto alla loro utilità e la loro carenza. La tecnologia ha rivestito un ruolo importante per l'aumento della capacità produttiva innanzitutto di mascherine e scudi facciali. Una volta razionalizzata la distribuzione e riconvertite aziende di vari settori per la produzione, la stampa 3D è diventata la soluzione protagonista per rispondere alla mancanza di disponibilità di DPI (Box 17.7).

### Box 17.7 **DPI prodotti con stampanti 3D. Il caso di WASP**

Wasp è un'azienda di Massa Lombarda nata nel 2012 con l'intento di costruire case a km zero con una stampante 3D. Nel 2015 crea BigDelta, una stampante gigante alta 12 metri in grado di costruire abitazioni utilizzando materiali presenti sul posto. Si tratta in sostanza un sistema robotizzato a basso consumo di energia, facile da trasportare e installare ed economico. Il ricavato dalla vendita delle stampanti 3D prodotte dall'azienda viene investito nella ricerca e lo sviluppo di progetti integrati nella prospettiva di una rivoluzione produttiva che apporti un benessere diffuso. Tale ricerca procede parallelamente nell'ambito di materiali ecosostenibili e funzionali e di sistemi innovativi. I progetti fino ad ora realizzati dal gruppo sono completamente autofinanziati. Oggi l'azienda opera nei settori casa, arte e cultura, energia, artigianato digitale, alimentare e salute; conta circa 40 dipendenti.

A marzo, appena emersa la carenza strutturale di DPI WASP rilascia in open source il processo per produrre la Mascherina 3D Custom stampata da scansione 3D con filtro intercambiabile: partendo dalla scansione 3D del volto esso consente di realizzare e personalizzare una mascherina 3D su misura per ogni operatore.

L'utilizzatore può essere scansionato tramite fotogrammetria con un cellulare a 1 metro di distanza. Le foto vengono poi processate per la ricostruzione della *mesh* del volto della persona. Dopo aver applicato un modello base sulla *mesh* del volto si rende la mascherina perfettamente ergonomica modellandola in 3D. Il materiale utilizzato per la stampa nel video è PCL: policaprolattone. Si tratta di un biomateriale che può rimanere a contatto con la pelle già utilizzato in campo medicale, fonde a 100 gradi, non ritira e non c'è bisogno di camera calda per stamparlo. A fine stampa immergendo la mascherina in acqua calda a circa 60° è possibile modificarne la forma adattandola ulteriormente al volto. Un altro materiale utilizzabile è F1 SKIN CONTACT FLEX è un TPE 27 Shore D certificato per il contatto con la pelle. Si stampa a 200° e il risultato è di una mascherina più flessibile e comunque igienizzabile. L'idea è una mascherina 3D che può essere disinfettata e utilizzata più volte. Per questo è presente un incastro nella zona anteriore che rende il filtro intercambiabile, questo permette di scegliere la modalità di filtraggio a seconda del lavoro che si deve affrontare. Occorrono circa un'ora e mezza di stampa (due ore con filamento in PCL) per realizzare una mascherina in TPE aderente al volto, evitando così le irritazioni e i disturbi causati dal lungo utilizzo.

Ad aprile WASP lancia *Protection Helmet MY SPACE At Work*, un casco che protegge con un sottile strato trasparente di PET occhi, naso, bocca e parte della testa. L'azienda ha messo a disposizione i macchinari adatti e per alcune settimane ha rifornito gratuitamente medici e professionisti.

I sistemi a stampa 3D hanno il vantaggio della produttività (realizzazione su scala potenzialmente infinita) e della velocità (dall'idea di prodotto alla sua produzione occorrono circa 3 giorni). Tuttavia, alla tempestività delle soluzioni non corrisponde una pari celerità nell'adozione delle stesse. Non solo, infatti, la diffusione dei processi di stampa 3D è stata rallentata dalla scarsa conoscenza

da parte dei player della sanità della tecnologia e delle aziende del settore, ma la situazione è stata resa più complessa dalla difficoltà di inserire queste soluzioni nelle procedure di acquisto e gestione. Non è semplice inserire queste soluzioni nel sistema di regole pubbliche. Domande come: «vanno trattate come prodotti, processi o servizi?», «Chi è responsabile della qualità del prodotto finito?» hanno reso difficile l'utilizzo su larga scala di questi strumenti.

Per rafforzare la sicurezza degli individui l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha fortemente sottolineato l'importanza di tenere una distanza di almeno un metro tra le persone per diminuire il rischio di contagio. L'Istituto Italiano di Tecnologia sta lavorando ad un braccialetto innovativo per supportare le persone che, per necessità, devono affrontare i rischi di entrare in contatto con il virus durante l'attività lavorativa o le attività quotidiane. Questo prototipo è composto da un braccialetto sensorizzato in grado di monitorare i parametri umani e inviare degli avvisi acustici quando la temperatura corporea supera i 37.5°C. Inoltre, il dispositivo è in grado, usando le stesse frequenze del Bluetooth, di monitorare la distanza tra le persone rilevando il movimento corporeo e la distanza da altri braccialetti dello stesso tipo. Quando due braccialetti sono in prossimità, vibreranno ed emetteranno un segnale acustico. In questo modo le persone potranno essere più consapevoli e pronte a mantenere la corretta distanza di sicurezza. Il dispositivo può essere usato sia in ambienti chiusi (es. fabbriche o uffici), sia all'esterno (villaggi turistici, club sportivi o parchi) dove i sistemi di tracciamento dei contatti o della temperatura possono risultare costosi e poco efficaci. La trasformazione di questo prototipo in un prodotto disponibile al grande pubblico necessita del coinvolgimento di aziende e investitori pronte a supportare la fabbricazione del dispositivo su larga scala e in tempi brevi. Anche in questo caso la diffusione delle conoscenze relative alle tecnologie disponibili è il presupposto alla loro diffusione.

I DPI non sono una misura sufficiente negli ambienti a rischio. Per favorire il distanziamento molte strutture di ricovero hanno messo a disposizione dei pazienti dei *tablet* perché si possano interfacciare con i loro cari. Per minimizzare i rischi di contagio del personale amministrativo e sanitario sono state diffuse procedure di *smart working* o totem per la telemedicina. Ad esempio, gli ospedali di Alba e Verduno hanno introdotto un robot, TESI e VisuS® che permette al personale sanitario di visitare i pazienti Covid-19 in modo continuativo e al contempo di ridurre la loro esposizione al virus. È un sistema che si basa su un sistema di «videochiamata professionale» che permette di far interagire il personale sanitario con i pazienti Covid-19. Si compone di un totem video trasportabile e di una stazione di controllo. Il Totem viene posizionato all'interno del reparto di isolamento dove sono presenti i pazienti Covid-19; esso si collega via internet ad un computer dotato di un sofisticato software. Il sistema composto dal computer ad alte prestazioni e il software è definito «Stazione

di Controllo». Il Totem è trasportabile dal personale sanitario presente nei reparti Covid-19 e dispone di una batteria e di un'antenna, configurata in modo da agganciarsi direttamente al Wi-Fi dell'ospedale, così da mantenere sempre attiva la videochiamata anche quando il personale sanitario si sposta nei vari reparti, senza dover spegnere o riagganciare la connessione con la Stazione di Controllo presenti nei reparti. Attraverso la stazione di controllo, posizionata all'esterno dei reparti Covid-19, è possibile sottoporre il paziente a consulenze di medici specialisti riducendo il rischio di contagio dei medici durante la visita. In altri termini, attraverso il Totem collocato all'interno dell'area di isolamento è possibile stabilire una comunicazione audio-video sicura con le aree sanitarie esterne, raggiungendo i seguenti risultati:

- ▶ migliorare il monitoraggio ed il processo di assistenza e cura ai pazienti
- ▶ ridurre il rischio di contagio del personale sanitario
- ▶ contenere il consumo di dispositivi di protezione individuale

Per garantire la sicurezza delle persone occorre anche massimizzare la protezione dei luoghi con la sanificazione. Anche in questo caso è stato necessario intervenire con la riconversione di stabilimenti produttivi per la produzione di disinfettanti e detergenti per utilizzo professionale e domestico. Le innovazioni in questo ambito riguardano sia le formulazioni sia gli impianti al fine di aumentarne la potenza e ridurre l'impatto ambientale e la tossicità. Alle macchine tradizionali si affiancano anche i robot, che supportano anche le politiche di distanziamento (soluzioni robotiche per la sanificazione sono presentate anche nel paragrafo 1.3.3).

Più il sistema è automatizzato maggiori sono le esigenze di controllo. A esse rispondono soluzioni come Hygenio, un sistema integrato di gestione e di controllo delle attività di disinfezione delle superfici negli ambienti clinici e sanitari. Esso è una soluzione web che consente la piena tracciabilità ed il controllo delle operazioni di sanificazione con gestione delle ubicazioni, delle macchine e delle relative attività.

In sintesi: nell'ambito protezione individuale e sicurezza dei luoghi le soluzioni tecnologiche sono per lo più concentrate sugli obiettivi di distanziamento, ma l'ampiezza della popolazione richiede anche innovazioni per aumentare la capacità produttiva. Le tecnologie sono mutate da altri settori, ma la scarsa conoscenza reciproca tra sviluppatori di tecnologia e player sanitari ne limita la diffusione: i primi non sanno conoscono le esigenze dei secondi e i secondi non conoscono le potenzialità delle tecnologie per risolvere le criticità nell'area della salute. Un altro limite alla diffusione deriva dagli ambiti limitati della specifica tecnologia: un dispositivo *wearable* progettato per il distanziamento è tecnologicamente diverso da un *wearable* pensato per supportare prestazioni di telemedicina.

### Box 17.8 **Light Strike. Un robot per la sanificazione degli ambienti**

Non solo negli Stati Uniti, ma anche negli ospedali Sacco e San Raffaele di Milano, nell'Humanitas Gavazzeni di Bergamo e in altre strutture di Veneto, Piemonte e Sicilia è da pochissimo sbarcato il robot «Light Strike» che stermina in cinque minuti, usando raggi ultravioletti allo xeno, non solo virus, batteri, spore e funghi, ma anche il temuto Covid-19. È questo infatti il risultato di uno studio americano, eseguito nei mesi scorsi in Texas nel Biomedical Research Institute: la ricerca ha evidenziato una riduzione del 99,99% del potere patogeno su superfici complesse. La sanificazione, molto importante nella fase 2 soprattutto in ospedali, cliniche e case di riposo, può ora contare su un valido alleato in grado di entrare in azione in tutti quei luoghi chiusi che necessitano di un'accurata pulizia. L'apparecchiatura, montata su rotelle, assomiglia a un grande fungo: funziona con luce ultravioletta ad alta intensità, prodotta da lampade flash allo xeno, attraverso l'intero spettro di disinfezione (noto come «UV-C»). Questa energia passa attraverso le pareti cellulari di batteri, virus, funghi e spore: il DNA dei microrganismi viene così fatto a pezzi decretando la fine dell'agente patogeno. Light Strike opera in autonomia: non ha alcun bisogno della presenza di personale sanitario e, grazie a un particolare sistema di sicurezza, è in grado di rilevare qualunque movimento nell'ambiente in cui viene utilizzato, bloccando istantaneamente il suo funzionamento per prevenire eventuali incidenti. Bastano 5 minuti per sanificare una stanza singola d'ospedale. Il macchinario è già utilizzato in 16 ospedali italiani per sanificare tutti gli ambienti, dai reparti alle sale operatorie, dagli ambulatori al Pronto soccorso, fino ai centri di riabilitazione. Inoltre da tempo questo robot viene impiegato negli Stati Uniti per la pulizia di aeroporti e catene alberghiere. Sono molti gli studi pubblicati su riviste scientifiche che ne evidenziano l'efficacia. Tra le ricerche è emerso che i sistemi manuali di pulizia in una stanza di degenza ospedaliera riescono in media a sanificare solo il 48% delle superfici. Di questo solo il 60% risulta disinfettato. In una situazione di emergenza come quella che stiamo vivendo, è di vitale importanza poter integrare le procedure di sanificazione per distruggere quanto non eliminabile con altri sistemi manuali e azzerare la presenza di agenti patogeni anche da suppellettili, corrimano, maniglie e dagli altri oggetti dove gli operatori non riescono ad arrivare facilmente. Così il robot, creato dalla società Xenex negli Usa e distribuito in Italia e Francia da Ab medica, azienda italiana leader nella produzione e distribuzione di tecnologie medicali, previene il «crossover», cioè la possibilità per il personale, e soprattutto per i malati in fase di guarigione, di contrarre nuovamente il virus. Inoltre l'apparecchiatura si rivela un ideale alleato al fianco di medici e infermieri nella lotta alle infezioni nosocomiali, ossia quei gravissimi problemi scatenati da agenti patogeni che si possono contrarre in tutti gli ambienti assistenziali, comprese le strutture residenziali per anziani, un grave problema per tutti i sistemi sanitari.

## 17.4 Conclusioni

L'emergenza Covid-19 ha incoraggiato lo sviluppo e la diffusione di soluzioni tecnologiche in tutte le fasi del *continuum of care*. Nella maggior parte dei casi si tratta di avanzamenti tecnologici incrementali e combinazioni tecnologiche ad hoc che si sono tradotte in innovazioni di servizio da tanto attese in sanità. La Tabella 17.2 ne propone una sistematizzazione sulla base del potenziale di utilità, della tipologia di innovazione e delle prospettive di diffusione.

Di seguito alcune riflessioni basate sullo schema interpretativo della Tabella (17.2).

*Le promesse della telemedicina e dei wearable device all'epoca del distanziamento*  
Molte delle soluzioni analizzate nei precedenti paragrafi sono nate dall'esigenza di garantire il distanziamento fisico e, di queste, una quota significativa

Tabella 17.2 Il livello di innovazione e il potenziale di utilità e diffusione delle tecnologie emergenti

Cluster tecnologico	Potenziale di utilità		Tipologia di innovazione	Indicatore	Potenziale di diffusione	
	Ambiti	Obiettivi			Indicatore	Limiti
Telemedicina	Ospedale / Ambulatoriale / Home based	Distanziamento/ Capacity	<i>Incrementale</i>	****	Regolamentazione, privacy, varietà di modelli e difficoltà a stabilire uno standard	
<i>Wearable device</i>	Home-based / Protezione e sicurezza	Conoscenza/Distanziamento	<i>Incrementale</i>	****	Validazione clinica, interoperabilità e sviluppo assistenza home-based	
Robotica	Prevenzione / Diagnosi / Ospedale / Protezione e Sicurezza	Distanziamento	<i>Radicale / Disruptive</i>	**	Maturità tecnologica ed <i>evidence base</i> , ambiti di applicazione limitati, soglia minima di investimento	
Drone / telecamere intelligenti	Prevenzione	Distanziamento	<i>Incrementale</i>	***	Privacy, specificità degli ambiti di applicazione	
IA	Prevenzione / Diagnosi / Ospedale / Ambulatoriale	Capacity / Conoscenza	<i>Disruptive</i>	***	Investimenti in sviluppo, evidenze scientifiche, condivisione conoscenze e complessa integrazione con tecnologie esistenti	
Stampa 3D	Ospedale / Protezione e sicurezza	Capacity	<i>Disruptive</i>	****	Regolamentazione, integrazione tra sviluppatori di tecnologie innovative e utilizzatori	
Piattaforme / ecosistemi	Prevenzione / Diagnosi / Ambulato-riale /	Conoscenza	<i>Incrementale</i>	****	Frammentazione, difficoltà di <i>networking</i> e <i>digital divide</i>	
APP di tracciamento	Prevenzione	Conoscenza	<i>Breakthrough</i>	***	Comunicazione, privacy e integrazione nel sistema	
Dispositivi medici	Diagnosi e assistenza	Capacity / Distanziamento	<i>Breakthrough</i>	****	Regolamentazione, aggiornamento e integrazione protocolli	

afferisce al *cluster* della telemedicina, le cui promesse si fanno sempre più concrete. Le variegate esperienze messe in campo nei mesi passati ne dimostrano l'utilità in ambito domiciliare e ambulatoriale, ma anche ospedaliero laddove la telemedicina supporta l'organizzazione di team multidisciplinari, interazioni e *second-opinion* tra professionisti di unità o strutture differenti. Nell'ambito dell'*homecare* la tecnologia può aiutare ad ampliare il numero di utenti potenziali, liberare spazi nelle strutture ospedaliere e garantire continuità nei percorsi dall'ospedale al territorio: *tele-monitoring*, *telecare* o *assisted living* (es. sensori domotici) consentono a più persone fragili e anziane di vivere a casa e di essere assistite continuativamente, anche da più professionisti in rete.

Le aziende sanitarie pubbliche dimostrano di essere *first mover* nell'adozione di soluzioni tecnologiche per l'assistenza domiciliare, sperimentando nuove soluzioni e revisionando i modelli organizzativi. L'esigenza di superare i limiti imposti dal distanziamento, tanto nel pubblico quanto nel privato, ha inoltre alimentato l'interesse per le forme di teleconsulto e teleassistenza in ambito ambulatoriale, sebbene spesso siano state realizzate con mix tecnologici piuttosto artigianali considerate le potenzialità offerte dalle tecnologie. Tra i provider privati si avverte un maggiore dinamismo con l'introduzione di nuove soluzioni basate sull'IA (es. *chatbot*) o anche nel perfezionamento e consolidamento di una più ampia gamma di servizi di *e-health* (prenotazioni, pagamenti, ecc.). Pertanto, anche grazie agli sforzi compiuti nella direzione di un quadro normativo più chiaro, si ipotizza una diffusione crescente della telemedicina, seppur molto disordinata (per la varietà di tecnologie e modelli in uso).

Il cluster dei *wearable device*, già molto dinamico prima della pandemia ma tipicamente agganciato al settore *wellness*, ha palesato la sua potenziale utilità soprattutto nell'assistenza domiciliare. La portata rivoluzionaria di questi *device*, incrementali rispetto alle tecnologie, ma estremamente innovativi rispetto alle soluzioni proposte e ai percorsi di telemedicina abilitati, risiede nella possibilità di raccogliere informazioni puntuali a supporto di un percorso terapeutico personalizzato, responsabilizzando nel contempo i pazienti con impatti comprovati sui loro *outcome* clinici. Anche rispetto a questo cluster tecnologico ci si aspetta dunque un alto potenziale di diffusione.

#### *Il supporto di robot, telecamere intelligenti e droni: distanziamento e sicurezza*

Il distanziamento costituisce un importante obiettivo perseguito anche in ambito di prevenzione, di sicurezza dei luoghi e, soprattutto, di assistenza ospedaliera, dove questa esigenza si è tradotta principalmente nell'introduzione di tecnologie quali droni, telecamere intelligenti e robotica. Le soluzioni robotiche accelerate dalla pandemia sono nuove ma sono prevalentemente la somma di innovazioni incrementali, ovvero combinazioni di basi robotiche mobili, sensoristica, microfoni, videocamere o tablet in ambito assistenziale, oppure robot

mobili rivisitati per la sanificazione. Molto limitate sono invece le applicazioni robotiche in ambito diagnostico, queste ultime da considerarsi radicali perché nuove e inattese. La potenza trasformativa della robotica, intesa come tecnologia *disruptive* e capace di modificare i processi aziendali e di mercato, si intravede ma ancora le soluzioni di larga scala non sono disponibili ed è importante sottolineare che l'idea dei robot assistenti richiederà ancora importanti sviluppi e investimenti per diventare realtà. Le soluzioni di cui siamo stati testimoni in questo periodo confermano invece l'importanza e l'utilità della messa a sistema dell'esistente, grazie ai grandi sforzi di confronto e collaborazione tra *end-user* (professionisti e strutture sanitarie) e ricercatori.

Anche le altre applicazioni a servizio del distanziamento, come le telecamere intelligenti che hanno richiesto ridotti adattamenti dell'esistente, o i droni, disponibili ma autorizzati solo per limitati utilizzi, dimostrano oggi la loro utilità e il loro potenziale di cambiamento sui modelli di sorveglianza e sicurezza sebbene permangano forti limitazioni, legate principalmente a temi di tutela della privacy. Ad ogni modo, alcuni aspetti e modalità di sorveglianza dei luoghi rimarranno con tutta probabilità anche dopo l'emergenza sanitaria.

#### *Il dirompente potenziale dell'IA si fa sempre più tangibile*

Il tema della capacità produttiva è cruciale soprattutto in ambito diagnostico, dove la ricerca e lo sviluppo di nuove soluzioni hanno portato all'attenzione le potenzialità dell'IA. Le soluzioni emergenti derivano da processi di sviluppo tecnologico in essere da molti anni e, per certi versi, ancora lontani dal raggiungere la maturità tecnologica necessaria per esprimere il pieno potenziale in qualità di tecnologie *disruptive*. I modelli diagnostici basati sull'IA richiedono ampi volumi di dati e una casistica significativa: di qui le numerose esperienze nazionali e internazionali di reti collaborative, lo sviluppo delle quali sta evidenziando come le capacità di networking scientifico-professionali siano fondamentali e spesso più efficaci di quelle aziendali.

#### *La sfida della capacità produttiva: collaborazioni inedite e Stampa 3D*

Un diverso gruppo di soluzioni tecnologiche afferisce all'obiettivo della *capacity*, rispetto al quale le principali priorità sono state, da un lato, garantire la disponibilità di dispositivi di protezione individuale e, dall'altro, aumentare la capacità in tutti i setting di cura. Soprattutto in ambito ospedaliero e nella fase iniziale dell'emergenza abbiamo osservato il protagonismo e la velocità delle aziende sanitarie nel disegnare soluzioni e percorsi di implementazione originali. Le tecnologie adottate, e in particolare le loro combinazioni, hanno permesso di aumentare la capacità d'offerta. La collaborazione tra diverse aziende fornitrici, alcune delle quali di norma attive in altri settori, è stata un fattore decisivo per la produzione tempestiva di respiratori, ventilatori e valvole. L'originalità di queste soluzioni sta quindi nei relativi processi di sviluppo e nella

velocità con cui sono state prototipizzate e replicate grazie alla stampa 3D. La stampa 3D riduce radicalmente i tempi di produzione e diffusione di nuove tecnologie, accorciando le filiere produttive tipiche dei dispositivi medici. Questa accelerazione si scontra tuttavia con i limiti e le necessarie attenzioni poste dalla regolamentazione dei sistemi sanitari avanzati.

#### *Piattaforme, ecosistemi, networking delle conoscenze e app di tracciamento*

La finalità connessa all'introduzione di nuove soluzioni tecnologiche forse più complessa è quella relativa allo sviluppo e condivisione delle conoscenze. In quest'area troviamo molte innovazioni inedite, tutte nate dalla collaborazione tra più soggetti. L'obiettivo è quello di definire e fornire soluzioni alle istituzioni e ai player sanitari per la prevenzione, la diagnosi e la cura di questo virus fino a ieri sconosciuto. Le tecnologie si dividono in due gruppi: IA per trasformare dati in conoscenza, piattaforme per condividere quest'ultima e soluzioni di tracciamento. Sfide importanti da affrontare nel prossimo futuro riguarderanno il loro consolidamento e integrazione. Ad oggi si tratta infatti di esperienze che stanno dimostrando la loro utilità, ma che rimangono molto frammentate e beneficerebbero senza dubbio della messa in rete di conoscenze, competenze e tecnologie a livello sia nazionale che internazionale.

#### *Innovazioni Breakthrough e dispositivi diagnostici*

Dal panorama osservato emerge dunque che le innovazioni c.d. *breakthrough*, le quali hanno offerto soluzioni semplici a un problema che necessitava di una risposta nuova e tempestiva, sono quelle che hanno vissuto un percorso di diffusione rapido e dilagante. In particolare alcuni *cluster* tecnologici come quello dei dispositivi diagnostici hanno visto l'emergere di soluzioni nuove in brevissimo tempo. L'utilità di queste soluzioni, percepita dagli esperti ed evidenziata dalla pandemia, è estremamente significativa e con un potenziale di diffusione altrettanto alto. L'obiettivo di aumentare significativamente la popolazione sottoposta a test ha portato a un rapido sviluppo e affermazione di nuove soluzioni tecnologiche capaci di integrarsi nei modelli di produzione e anche di innovare le modalità di erogazione (es. *drive through testing*). In futuro queste stesse modalità potrebbero supportare politiche e modelli di screening, vaccinazioni o diagnosi più fruibili e smart rispetto al passato.

In sintesi dall'analisi delle evidenze raccolte si possono trarre diverse considerazioni.

In primo luogo, la pandemia sta spingendo le aziende sanitarie a sperimentare soluzioni tecnologiche diverse, non necessariamente nuove, ma comunque ancora poco diffuse in sanità. L'adozione di queste, tuttavia, segue spesso iniziative aziendali spontanee e pertanto ne discendono percorsi di diffusione disomogenei. Alcune innovazioni sono specifiche per le esigenze della pandemia

e difficilmente estendibili ad altri contesti e pertanto i limitati ambiti di utilizzo potrebbero frenarne gli investimenti. Inoltre l'efficacia degli strumenti in molti casi è sottodimensionata rispetto alla loro potenzialità in quanto questi raramente sono ben integrati nei processi aziendali.

Alcune delle tipiche barriere che di norma ostacolano i processi di innovazione in sanità si sono indebolite di fronte all'emergenza (ad es. processi di adozione più snelli, comitati etici più efficienti, maggiore propensione alle sperimentazioni da parte delle aziende, maggiori interazioni tra sviluppatori-produttori-utilizzatori). Tuttavia le innovazioni *disruptive* hanno incontrato forti resistenze, indipendentemente dalla loro utilità, a causa di resistenze culturali legate principalmente alla tutela della privacy e alla scarsa disponibilità a condividere informazioni sul proprio stato di salute, o a tecnologie ancora acerbe. Pertanto per una diffusione su larga scala di alcune soluzioni, come robot assistenti, robot indossabili e IA, oltre agli investimenti per il raggiungimento della maturità tecnologica, saranno necessari in parallelo percorsi di accompagnamento e formazione. Come per ogni discontinuità lo sfruttamento del potenziale della tecnologia richiede infatti un cambiamento culturale.

La ricerca ha messo in luce come la pandemia abbia senza dubbio aumentato le conoscenze e l'interesse anche da parte delle aziende sanitarie per le nuove tecnologie; sarà fondamentale mantenere e coltivare anche nel prossimo e tanto atteso ritorno alla normalità le forti interazioni sviluppate durante l'emergenza tra i diversi attori dell'ecosistema tecnologico per la sanità. Solo così sarà possibile supportare lo sviluppo di tecnologie utili e di facile adozione, insieme alla crescita delle evidenze prodotte dalle nuove soluzioni e alla positiva contaminazione tra le diverse esperienze.

## 17.5 Bibliografia

- Ahuja G., Lampert C.M. (2001), «*Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions*». *Strategic Management Journal*, 22(6-7), pp. 521-543.
- Arulkumaran N., Brealey D., Howell D., Singer M. Use of non-invasive ventilation for patients with COVID-19: a cause for concern? *The Lancet. Respiratory Medicine*. 2020 Jun;8(6):e45.
- Barnholt E.W. (1997), «*Fostering business growth with breakthrough innovation*». *Research-Technology Management*, 40, pp. 12-16.
- Boscolo P.R., Fenech L., Rappini V., Rotolo A. (2019), «*Tecnologia e innovazione nei modelli di servizio in sanità*», in CER GAS Bocconi (a cura di), *Rapporto Oasi 2019*, Milano, Egea, pp. 529-575
- Boscolo P.R., Lico K. (2020), «*L'emergenza diventa volano per l'intelligenza artificiale*», in MECOSAN 113/2020, pp. 129-137.

- Bower J.L., Christensen C.M. (1995), «*Disruptive Technologies: Catching the Wave*». Harvard Business Review Press.
- Cavazza M., Del Vecchio M., Fenech L., Giudice L., Mallarini E., Preti L.M., Rappini V. (2020), «*Consumi sanitari privati e Covid-19: esperienze e prospettive*», in MECOSAN 113/2020, pp. 165-175.
- Chandy R.K., Tellis G.J. (2000), «*The incumbent's curse? Incumbency, size, and radical product innovation*». Journal of Marketing, 64(3), pp. 1-17.
- Dosi G. (1982). «*Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*», Research Policy, 11(3): pp. 147-162.
- Ettlie J., Bridges W., O'Keefe R. (1984), «*Organization strategy and structural differences for radical versus incremental innovation*», Management Science, 30: pp. 682-695.
- Gabbielli F., Bertinato L., De Filippis G., Bonomini M., Cipolla M. (2020), «*Indicazioni ad interim per servizi assistenziali di telemedicina durante l'emergenza sanitaria COVID-19*», Versione del 13 aprile 2020. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020.
- Oliveira Hashiguchi T. (2020), «*Bringing health care to the patient: An overview of the use of telemedicine in OECD countries*», OECD Health Working Papers, No. 116, OECD Publishing, Paris.
- Mallarini E. (2020), «*La salute alla prova del mercato*», Egea Milano, 2020.
- OECD, Eurostat and World Health Organization (2017), «*A System of Health Accounts 2011*», Revised edition, OECD Publishing, Paris, Available at: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264270985-en>
- Tushman M., Anderson P. (1986), «*Technological discontinuities and organization environments*. » Administrative Science Quarterly, 31: pp. 439-65.
- Wang L., Lin Z.Q., Wong A. (2020), «*COVID-Net: A Tailored Deep Convolutional Neural Network Design for Detection of COVID-19*», Available at: <https://arxiv.org/abs/2003.09871>

## 17.6 Sitografia

- Alessandra Ferretti (2020). «Coronavirus/Al Sant'Orsola di Bologna sperimentato un ventilatore per due pazienti». Sanità 24, 20 marzo. <<https://www.sanita24.ilsole24ore.com/art/medicina-e-ricerca/2020-03-20/coronavirus-al-sant-orsola-bologna-sperimentato-ventilatore-due-pazienti-175723.php?uuid=AD0G2nE>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Alessio Del Bue (2020). «Misurare febbre e distanze, IIT regala la vista dei robot alle telecamere aziendali». Il Sole 24 Ore, 22 aprile. <<https://www.ilsole24ore.com/art/misurare-febbre-e-distanze-iit-regala-software-ADpr2OL?fromSearch>> [ultimo accesso: 31/08/2020]

- Andrea Frollà (2020). Startup, stay up – DoctorsinItaly – Tecnologia e fiducia, la scossa dei teleconsulti. Youtube, 25 giugno. Video <<https://www.youtube.com/watch?v=bPKHWgC6eIg&t=18s>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Antonio Larizza (2020). Coronavirus, pronto il respiratore Ferrari-IIT: «Dall'idea al prodotto in 35 giorni». Il Sole 24 ore, 13 maggio. <<https://www.ilsole24ore.com/art/coronavirus-pronto-respiratore-ferrari-iit-dall-idea-prodotto-35-giorni-ADVjkMQ>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Antonio Regalado (2020). «A Bill gates program will send at-home coronavirus tests to Seattle residents». MIT Technology review, 9 marzo. <<https://www.technologyreview.com/2020/03/09/905425/coronavirus-bill-gates-program-seattle-residents-at-home-tests-diagnostics/>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- App Immuni. <[https://www.immuni.italia.it/?gclid=Cj0KCQjwv7L6BRDxARIsAGj-34rc2FgrmwLsEsb6JnN\\_9h\\_\\_5z16kYk2Fa99ihHsBQ2etdhtfCTaKT4aAh6DEALw\\_wcB](https://www.immuni.italia.it/?gclid=Cj0KCQjwv7L6BRDxARIsAGj-34rc2FgrmwLsEsb6JnN_9h__5z16kYk2Fa99ihHsBQ2etdhtfCTaKT4aAh6DEALw_wcB)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- App Trace Together. <<https://www.tracetgether.gov.sg/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Askaneews (2020). «IIT: robot per telemedicina da costruire in ospedale a 1000 euro» 24 aprile. <[http://www.askaneews.it/economia/2020/04/24/iit-robot-per-telemedicina-da-costruire-in-ospedale-a-1000-euro-pn\\_20200424\\_00047/](http://www.askaneews.it/economia/2020/04/24/iit-robot-per-telemedicina-da-costruire-in-ospedale-a-1000-euro-pn_20200424_00047/)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- AULS Bologna (2020). «Archivio 2020 Coronavirus. A Bologna 1 test ogni 5 minuti con i tamponi drive-thru». 18 marzo. <https://www.ausl.bologna.it/news/archivio-2020/auslnews.2020-03-18.0891027937> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Barbara Calderola (2020). «Fase 2, a Vimercate partono le televisite: l'ospedale arriva a casa». IL GIORNO Monza Brianza, 9 maggio. <<https://www.ilgiorno.it/monza-brianza/cronaca/ospedale-vimercate-televisite-1.5140893>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Bending Spoons. <<https://bendingspoons.com/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Benedetta Battistoni (2020). Coronavirus, un casco per provare la temperatura a distanza. Video. TGCOM24, 23 marzo. <[https://www.tgcom24.mediaset.it/2020/video/coronavirus-un-casco-per-provare-la-temperatura-a-distanza\\_16461383.shtml](https://www.tgcom24.mediaset.it/2020/video/coronavirus-un-casco-per-provare-la-temperatura-a-distanza_16461383.shtml)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Biorepira. <<https://biorespira.care/it/>> (ultimo accesso, 30/10/2020)
- CDI. (2020) «#IORESTOACASA, il ginecologo risponde: il nuovo servizio del CDI». 26 marzo. <<https://www.cdi.it/news/iorestocasa-il-ginecologo-risponde-il-nuovo-servizio-del-cdi/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Charlotte Jee (2020). «A new app might help researchers monitor the spread of coronavirus». MIT Technology Review, 25 marzo. <<https://www.technologyreview.com/2020/03/25/950310/a-new-app-might-help-researchers-monitor-the-spread-of-coronavirus/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Charlotte Jee (2020). «A new CDC bot will tell you what to do if you have

- coronavirus symptoms». MIT Technology Review, 24 marzo. <<https://www.technologyreview.com/2020/03/24/950367/cdc-bot-online-coronavirus-symptoms/>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Chatbot <<https://en.wikipedia.org/wiki/Chatbot>> [ultimo accesso: 01/10/2020]
- Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (2020). «Erogazione delle prestazioni di specialistica ambulatoriale a distanza. Semplificazione all'accesso alle cure. Televisita.» <http://www.regioni.it/newsletter/n-3914/del-24-09-2020/specialistica-ambulatoriale-a-distanza-e-telemedicina-proposte-per-avviare-un-confronto-sul-tema-21657/> [ultimo accesso: 20/10/2020]
- Dean Koh (2020). «Brain Navi develops new robot that performs nasal swab tests autonomously». Mobihealthnews, 3 agosto. <<https://www.mobihealthnews.com/news/asia-pacific/brain-navi-develops-new-robot-performs-nasal-swab-tests-autonomously>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Digital Innovation Hub in Healthcare Robotics. <<https://dih-hero.eu/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Dobbs Ferry (2020). «America's makers and tinkerers turn their hands to PPE.» The Economist, 30 aprile. <<https://www.economist.com/united-states/2020/04/30/americas-makers-and-tinkerers-turn-their-hands-to-ppe>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Elena Tebano (2020). «Coronavirus, pronta l'App italiana per tracciare i contagi: "Così possiamo fermare l'epidemia"». Il Corriere della Sera, 20 marzo. <[https://www.corriere.it/tecnologia/20\\_marzo\\_18/coronavirus-pronta-app-italiana-tracciare-contagi-cosi-possiamo-fermare-l-epidemia-c6c31218-6919-11ea-913c-55c2df06d574\\_preview.shtml?reason=unauthenticated&cat=1&cid=gWuFXjBW&pids=FR&credits=1&origin=https%3A%2F%2Fwww.corriere.it%2Ftecnologia%2F20\\_marzo\\_18%2Fcoronavirus-pronta-app-italiana-tracciare-contagi-cosi-possiamo-fermare-l-epidemia-c6c31218-6919-11ea-913c-55c2df06d574.shtml](https://www.corriere.it/tecnologia/20_marzo_18/coronavirus-pronta-app-italiana-tracciare-contagi-cosi-possiamo-fermare-l-epidemia-c6c31218-6919-11ea-913c-55c2df06d574_preview.shtml?reason=unauthenticated&cat=1&cid=gWuFXjBW&pids=FR&credits=1&origin=https%3A%2F%2Fwww.corriere.it%2Ftecnologia%2F20_marzo_18%2Fcoronavirus-pronta-app-italiana-tracciare-contagi-cosi-possiamo-fermare-l-epidemia-c6c31218-6919-11ea-913c-55c2df06d574.shtml)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Facebook Ministère de l'Intérieur – Tunisie (2020). Coronavirus, in Tunisia i robot effettuano i controlli in strada. Video. 27 marzo. Rep TV. <<https://video.repubblica.it/dossier/coronavirus-wuhan-2020/coronavirus-in-tunisia-i-robot-effettuano-i-controlli-in-strada/356915/357479?video&ref=RHPPRB-BS-I0-C4-P3-S1.4-T1>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Francesco Giovannetti (2020). Coronavirus, a Roma si usa l'intelligenza artificiale per abbattere i tempi delle diagnosi: da 24h a 30 minuti. Video. La Repubblica, 20 marzo. <<https://video.repubblica.it/dossier/coronavirus-wuhan-2020/coronavirus-a-roma-si-usa-l-intelligenza-artificiale-per-abbattere-i-tempi-delle-diagnosi-da-24h-a-30-minuti/356375/356940>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Fujifilm Italia (2020). «Nel momento dell'emergenza ASST di Vimercate sceglie REiLI, l'Intelligenza Artificiale di Fujifilm, per supportare gli operatori coinvolti nella lotta contro il COVID-19». 2 luglio. <<https://www.fujifilm.com>>

- eu/it/notizie/article/nel-momento-dellemergenza-asst-di-vimercate-sceglie-reili-lintelligenza-artificiale-di-fujifilm> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Gabriele Fusar Poli (2020). «L'esempio padovano fa scuola: la Regione Veneto potenzia e diffonde l'uso della telemedicina». PADOVAOGGI, 5 maggio. <<https://www.padovaoggi.it/salute/coronavirus-telemedicina-regione-veneto-padova-05-maggio-2020.html>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Giusy Caretto (2020). «Che cosa fa Engineering per il Veneto di Zaia contro il coronavirus». START Magazine, 5 maggio. <<https://www.startmag.it/innovazione/che-cosa-fa-engineering-per-il-veneto-di-zaia-contro-il-coronavirus/>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Helen Davison (2020). «China's coronavirus health code apps raise concerns over privacy». The Guardian, 1 aprile. [ultimo accesso: 31/08/2020]
- IBM (2020). «IBM Offers "Watson Assistant for Citizens" to Provide Responses to COVID-19 Questions». IBM News Room, 2 aprile. <<https://newsroom.ibm.com/2020-04-02-IBM-Offers-Watson-Assistant-for-Citizens-to-Provide-Responses-to-COVID-19-Questions>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Il Santagostino. <<https://www.cmsantagostino.it/it>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- INSALUTENEWS (2020). «Premio Innovazione Digitale in Sanità del Politecnico di Milano. 17 i finalisti». 18 settembre. <<http://www.insalutenews.it/in-salute/premio-innovazione-digitale-in-sanita-del-politecnico-di-milano-17-i-finalisti/>> [ultimo accesso: 01.11.2020]
- I.R.C.C.S. Ospedale San Raffaele – Notizie (2020). «Parte AI-SCoRE per calcolare il rischio da COVID-19». 29 maggio. <<https://www.hsr.it/news/2020/maggio/aiscore-san-raffaele>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Istituto Italiano di Tecnologia. <<https://www.iit.it/it/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Ivan Watson, Sophie Jeong, CNN (2020). South Korea pioneers coronavirus drive-through testing station. Video <<https://edition.cnn.com/2020/03/02/asia/coronavirus-drive-through-south-korea-hnk-intl/index.html>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- La Repubblica (2020). «Coronavirus, Alibaba: l'intelligenza artificiale esegue il test in 20 secondi». 6 marzo. <[https://www.repubblica.it/tecnologia/2020/03/06/news/coronavirus\\_alibaba\\_1\\_intelligenza\\_artificiale\\_esegue\\_il\\_test\\_in\\_20\\_secondi-250421567/](https://www.repubblica.it/tecnologia/2020/03/06/news/coronavirus_alibaba_1_intelligenza_artificiale_esegue_il_test_in_20_secondi-250421567/)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- La Repubblica (2020). «Coronavirus, la tecnologia aiuta ad evitare contagi». 21 aprile. <[https://www.repubblica.it/dossier/salute/rep-salute/2020/04/21/news/una\\_visita\\_medica\\_da\\_remoto\\_e\\_non\\_e\\_fantascienza-254276693/?refresh\\_ce&fbclid=IwAR0nNVG7uJrcGhxijabnaM0Nt-ILkldZUa2QnE5GVPv6eNNI2kaI\\_gsXaI](https://www.repubblica.it/dossier/salute/rep-salute/2020/04/21/news/una_visita_medica_da_remoto_e_non_e_fantascienza-254276693/?refresh_ce&fbclid=IwAR0nNVG7uJrcGhxijabnaM0Nt-ILkldZUa2QnE5GVPv6eNNI2kaI_gsXaI)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- La Stampa (2020). Coronavirus, in arrivo a Parma il moltiplica-respiratori che dà ossigeno a due pazienti. Video. 19 marzo. <<https://video.lastampa.it/cro>

- naca/coronavirus-in-arrivo-a-parma-il-moltiplica-respiratori-che-da-ossigeno-a-due-pazienti/111596/111595> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Laura Magna (2020) «Isinnova: stampa 3d di valvole per respiratori polmonari, componenti meccanici e...». *Industria Italiana*, 25 marzo. <<https://www.industriaitaliana.it/isinnova-stampa-3d-di-valvole-per-respiratori-polmonari-componenti-meccanici-e/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Luca Moroni (2020). «#retailinprimalinea. La maschera di Decathlon modificata aiuta gli ospedali in emergenza». *GDOWEEK*, 25 marzo. <<https://www.gdoweeek.it/retailinprimalinea-le-maschera-di-decathlon-modificata-aiuta-gli-ospedali-in-emergenza/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Mariangela Contenti (2020). «Telesorveglianza e telemonitoraggio per le persone in sorveglianza domiciliare nella Regione Lazio». *Blog Salute Digitale*, 19 marzo. <<https://salutedigitale.blog/2020/03/19/telesorveglianza-e-telemonitoraggio-per-le-persone-in-sorveglianza-domiciliare-nella-regione-lazio/#more-1970>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Massimo Mangia (2020). «Le armi digitali della ASL Lanciano Vasto Chieti per la lotta al Coronavirus». *Blog Salute Digitale*, 12 marzo. <<https://salutedigitale.blog/2020/03/12/le-armi-digitali-della-asl-lanciano-vasto-chieti-per-la-lotta-al-coronavirus/>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Massimo Mangia (2020). «Un'app e un tampone nasale rapido per semplificare la diagnosi del Covid-19». *Blog Salute Digitale*, 28 agosto. <<https://salutedigitale.blog/2020/08/28/unapp-e-un-tampone-nasale-rapido-per-semplificare-la-diagnosi-del-covid-19/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Massimo Mangia (2020). «Un cerotto per monitorare i pazienti covid-19». *Blog Salute Digitale*, 29 maggio. <<https://salutedigitale.blog/2020/05/29/un-cerotto-per-monitorare-i-pazienti-covid-19/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Massimo Mangia (2020). «Un robot che esegue tamponi». *Blog Salute Digitale*, 3 agosto. <<https://salutedigitale.blog/2020/08/03/un-robot-che-esegue-i-tamponi/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Melinda Hart (2020). «Xenex LightStrike Robot Destroys SARS-CoV-2 (Coronavirus) in 2 Minutes; First & Only UV Disinfection Technology Proven to Deactivate COVID-19 Virus». *Businesswire*, 30 aprile. <<https://www.businesswire.com/news/home/20200430005656/en/%C2%A0Xenex-LightStrike-Robot-Destroys-SARS-CoV-2-Coronavirus-2>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Mundo (2020). «COVID-19 Tommy, el robot enfermero que ayuda a doctores italianos a salvar vidas del coronavirus». 2 aprile. <[https://www.clarin.com/mundo/fotogalerias-tommy-robot-enfermero-ayuda-doctores-italianos-salvar-vidas-coronavirus-italia-covid-19\\_5\\_peR9MqiTM.html](https://www.clarin.com/mundo/fotogalerias-tommy-robot-enfermero-ayuda-doctores-italianos-salvar-vidas-coronavirus-italia-covid-19_5_peR9MqiTM.html)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Nate Lanxon (2020). «Babylon testing coronavirus chat rooms for doctors and patients» *The Jakarta Post*, 19 marzo. <<https://www.thejakartapost.com/>

- life/2020/03/18/babylon-testing-coronavirus-chat-rooms-for-doctors-and-patients.html> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- News desk (2020). «Corona 100M helps Koreans steer clear of outbreak areas». GEOSPATIAL WORLD, 10 aprile. <<https://www.geospatialworld.net/apps/covid-19/corona-100m-helps-koreans-steer-clear-of-outbreak-areas/#:~:text=This%20app%20alerts%20users%20if,reviews%20have%20been%20overwhelmingly%20positive.>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing. <<https://www.pepp-pt.org/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Pharmap <<https://www.pharmap.it/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Piemonteinforma (2020). «Coronavirus Piemonte, medici di medicina generale e pediatri in rete sulla piattaforma regionale contro il Covid. L'assessore regionale alla sanità, Luigi Icardi: «Uniamo le forze contro il virus»». 10 aprile. <<https://www.regione.piemonte.it/web/pinforma/comunicati-stampa/coronavirus-piemonte-medici-medicina-generale-pediatri-rete-sulla-piattaforma-regionale-contro-covid>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Programma + Vita – ASL Latina. <<https://www.ausl.latina.it/programmapiuvita/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Redazione ANSA (2020). «Coronavirus, i primi robot fai-da-te per ospedali e Rsa». ANSA, 24 aprile. <[https://corporate.ansa.it/canale\\_scienza\\_tecnica/notizie/tecnologie/2020/04/24/coronavirus-i-primi-robot-fai-da-te-per-ospedali-e-rsa-video\\_5408fbf9-b8b6-49fa-94bb-6e56a14b3587.html](https://corporate.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/tecnologie/2020/04/24/coronavirus-i-primi-robot-fai-da-te-per-ospedali-e-rsa-video_5408fbf9-b8b6-49fa-94bb-6e56a14b3587.html)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Redazione ANSA (2020). «Coronavirus: Regione Lazio, ieri 1500 test ai drive in. ANSA, 14 agosto.» <[https://www.ansa.it/lazio/notizie/2020/08/14/coronavirus-regione-lazio-ieri-1500-test-ai-drive-in\\_98093ebd-64b6-40ea-b4b0-7bc7fce16c87.html](https://www.ansa.it/lazio/notizie/2020/08/14/coronavirus-regione-lazio-ieri-1500-test-ai-drive-in_98093ebd-64b6-40ea-b4b0-7bc7fce16c87.html)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Redazione ANSA (2020). «In Emilia-Romagna ricette mediche dematerializzate. Stop a visite in ambulatorio, basta mostrare codice in farmacia». ANSA Emilia Romagna, 20 marzo. <[http://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2020/03/20/in-e-r-ricette-mediche-dematerializzate\\_250dde8-ba62-48c4-96f3-903f8de0973a.html](http://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2020/03/20/in-e-r-ricette-mediche-dematerializzate_250dde8-ba62-48c4-96f3-903f8de0973a.html)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Redazione ANSA (2020). «Maschera sub diventa respiratore con stampa 3D da casa». ANSA, 5 aprile. <[https://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2020/04/05/maschera-sub-diventa-respiratore-con-stampa-3d-da-casa\\_fc5dd5f0-408a-4c99-89be-5a0f09930893.html](https://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2020/04/05/maschera-sub-diventa-respiratore-con-stampa-3d-da-casa_fc5dd5f0-408a-4c99-89be-5a0f09930893.html)> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Redazione Forbes (2020). «Respiratori polmonari con la stampa 3D, l'invenzione di un team in open source». Forbes, 19 marzo. <<https://forbes.it/2020/03/19/respiratori-polmonari-stampa-3d-invenzione-di-team-internazionale/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Redazione Regionale PugliaSalute (2020). «#Accasa, il monitoraggio del Covid-19 a domicilio diventa digitale». 29 aprile. <<https://www.sanita.puglia.it/>>

- news-in-archivio\_det/-/journal\_content/56/20182/-accasa-il-monitoraggio-del-covid-19-a-domicilio-diventa-digitale> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Redazione Varese News (2020). «A combattere il virus in ospedale c'è anche "Ivo", il robot made in Varese». Varese News, 2 aprile. <<https://www.varese-news.it/2020/04/combattere-virus-ospedale-ce-anche-ivo-robot-made-varese/916586/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Regione del Veneto (2020). «Covid-19. Validati test rapidi Spallanzani-Treviso. Presidente regione Veneto, "era impensabile fare solo tamponi classici. Grande aiuto per lo screening"». Comunicato n° 1194, 24 agosto 2020. <<https://www.regione.veneto.it/article-detail?articleId=5331233>> [ultimo accesso: 01/11/2020]
- Riccardo Luna (2020). «La gara tra le 270 app per sorvegliare i contagi (e tornare a farci uscire)». Il Corriere della Sera, 24 marzo. [https://rep.repubblica.it/pwa/generale/2020/03/24/news/coronavirus\\_app\\_modello\\_corea\\_del\\_sud\\_movimento-252225471/?ref=RHPPTP-BH-I252236094-C12-P10-S2.4-T1](https://rep.repubblica.it/pwa/generale/2020/03/24/news/coronavirus_app_modello_corea_del_sud_movimento-252225471/?ref=RHPPTP-BH-I252236094-C12-P10-S2.4-T1)>
- Roberta Sottoriva (2020). «Coronavirus, il paziente invia i dati, allarme in centrale e ricovero. La telemedicina funziona». Luna Notizie.it, 29 marzo. <<https://www.radioluna.it/news/2020/03/coronavirus-il-paziente-invia-i-dati-allarme-in-centrale-e-ricovero-la-telemedicina-funziona/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Siare. <<http://www.siare.it/en/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- TESI Square. <<https://tesisquare.com/it/telemedicina/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Tivisito.it <<https://tivisito.it/>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- ULSS 3 Serenissima (2020). «Specialisti di psichiatria dell'ULSS 3: "in dialogo digitale con i pazienti mentre il lockdown li teneva chiusi in casa"». 8 giugno. <<https://www.aulss3.veneto.it/Specialisti-di-Psichiatria-dellUlss-3-In-dialogo-digitale-con-i-pazienti-mentre-il-lockdown-li-teneva-chiusi-in-casa>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Ultraspecialisti. <<https://www.ultraspecialisti.com/>> [ultimo accesso: 30/08/2020]
- Università Campus Bio-Medico di Roma (2020). «Polmonite da coronavirus, ricerca con TC polmonare». 18 marzo 2020. <<https://www.policlinicocampusbiomedico.it/news/polmonite-da-coronavirus-ricerca-con-tc-polmonare>> [ultimo accesso: 01/11/2020]
- Uwell. <<https://www.uwell.it/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Wasp. <<https://www.3dwasp.com/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Will Douglas Heaven (2020). «A neural network can help spot Covid-19 in chest x-rays». MIT Technology Review, 24 marzo. <<https://www.technologyreview.com/2020/03/24/950356/coronavirus-neural-network-can-help-spot-covid-19-in-chest-x-ray-pneumonia/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]
- Younique. <<https://www.yunique.it/>> [ultimo accesso: 31/08/2020]