



**Politecnico  
di Torino**

# Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

## **L'impatto della digitalizzazione in sanità: modelli predittivi di classificazione della mancata erogazione di un appuntamento**

Relatore:  
Prof. Carlo Cambini

Candidato:  
Matteo Ambrois

Anno Accademico 2020/2021

Ottobre 2021



## Indice

<b>Indice delle abbreviazioni .....</b>	<b>4</b>
<b>Indice delle tabelle e delle figure .....</b>	<b>5</b>
<b>Introduzione .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Il sistema sanitario .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Società e Salute Spa .....</b>	<b>24</b>
<b>3 La digitalizzazione nella diagnostica per immagini .....</b>	<b>29</b>
<b>4 Il problema della mancata erogazione .....</b>	<b>37</b>
4.1 Gli impatti della mancata erogazione .....	40
4.2 Modelli predittivi .....	44
4.2.1 Analisi delle variabili di regressione .....	47
4.2.2 Il modello di regressione .....	83
4.2.3 Ulteriori considerazioni sui modelli di regressione .....	93
<b>5 Possibili sviluppi futuri .....</b>	<b>95</b>
5.1 Modelli di overbooking .....	99
5.2 Big Data & AI .....	110
<b>6 Conclusioni .....</b>	<b>116</b>
<b>7 Bibliografia e sitografia .....</b>	<b>120</b>
<b>8 Allegati .....</b>	<b>127</b>
<b>9 Ringraziamenti .....</b>	<b>134</b>

## Indice delle abbreviazioni

AI – Artificial Intelligence	MEF – Ministero dell’Economia e delle Finanze
Art. – Articolo	ML – Machine Learning
ASL – Azienda Sanitaria Locale	MOC – Mineralometria Ossea Computerizzata
ASR – Azienda Sanitaria Regionale	MR – Medico Radiologo
AUC-ROC – Area Under the Curve ROC	MVP – Minimum Viable Product
B2C – Business to Consumer	NE – No Erogata/No Erogazione
CC – Conto Corrente	NS – No Show
CR – Radiografia Computerizzata	NSG – Nuovo Sistema di Garanzia
DAI – Digital Acceleration Index	NSIS – Nuovo Sistema Informativo Sanitario
DB – Database	OCSE – Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico
DEF – Documento di Economia e Finanza	O65 – Over 65 (anni)
DL – Decreto-Legge	OTP – One Time Password
D. Lgs. – Decreto Legislativo	P.A. – Provincia Autonoma
DM – Decreto Ministeriale	PNRR – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
DPCM – Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri	PPA – Parità di Potere d’Acquisto
DPR – Decreto del Presidente della Repubblica	PS – Pronto Soccorso
DR – Radiografia Digitale	RIS – Radiology Information System
EHR – Electronic Health Records	RM – Risonanza Magnetica
EMR – Electronic Medical Records	RMN – Risonanza Magnetica Nucleare
ERP – Enterprise Resource Planning	ROC – Receiver Operating Characteristic
FDA – Food and Drug Administration	RX – Radiografia Raggi-X
FEA – Firma Elettronica Avanzata	SAC – Sistema di Accoglienza Centrale
FIFO – First In First Out	SAR – Sistemi di Accoglienza Regionali
FSE – Fascicolo Sanitario Elettronico	SE – Standard Error
GFCF – Gross Fixed Capital Formation	SSN – Sistema Sanitario Nazionale
G.U. – Gazzetta Ufficiale	SSR -Sistema Sanitario Regionale
HIS – Hospital Information System	TC – Tomografia Computerizzata
ICT – Information and Communications Technology	TSRM – Tecnico Sanitario di Radiologica Medica
KPI – Indicatore chiave di prestazione	U20 – Under 20 (anni)
LEA – Livelli Essenziali di Assistenza	
LRI – Likelihood Ratio Index	

## Indice delle tabelle e delle figure

Tabella 1: confronto tra i vari indici di valutazione dei sistemi sanitari di alcuni stati del mondo, in rosso i peggiori, in verde i migliori .....	14
Tabella 2: punteggi EHCI suddivisi per nazioni e tipi di sistema sanitario, in rosso i peggiori, in verde i migliori .....	16
Tabella 3: tempi d'attesa diagnostica per immagini ospedali Ortopedico Galeazzi e Pio X (2021) .....	23
Tabella 4: BMC Santagostino .....	25
Tabella 5: Elenco variabili più utilizzate in letteratura e relativa frequenza .....	45
Tabella 6: Elenco variabili estratte dal sistema gestionale .....	48
Tabella 7: Elenco variabili endogene generate .....	51
Tabella 8: Elenco variabili esogene .....	54
Tabella 9: coefficienti regressione primo approccio (tra parentesi gli se) (1) .....	85
Tabella 10: test e indici di performance modelli di regressione primo approccio (1) .....	86
Tabella 11: coefficienti regressione primo approccio (tra parentesi gli se) (2) .....	86
Tabella 12: test e indici di performance modelli di regressione primo approccio (2) .....	87
Tabella 13: coefficienti regressione secondo approccio (tra parentesi gli se) .....	88
Tabella 14: test e indici di performance modelli di regressione secondo approccio .....	89
Tabella 15: confronto indici performance tra training e test, primo e secondo approccio .....	89
Tabella 16: Simulazione scenari peggiori nel caso overbooking classico (prima tabella) e overbooking proposto (seconda tabella) .....	107
Tabella 17: Data Activation Canvas proposta (colonna value proposition) .....	114
Tabella 18: Data Activation Canvas proposta (colonna enablers) .....	115
Figura 1: grafico a bolle percentuale occupazione slot/lista d'attesa .....	42
Figura 2: Prestazioni erogabili e non erogate in valore assoluto e percentuale, suddivise per sede e branca .....	52
Figura 3: Ore disponibili, ore occupate e tasso di saturazione delle agende della sede di Corvetto B, suddivise per branca .....	52
Figura 4: Ore disponibili, ore occupate e tasso di saturazione delle agende della sede di Repubblica, suddivise per branca .....	53
Figura 5: Prestazioni erogabili e non erogate in valore assoluto, percentuale e cumulato, suddivise per età .....	55
Figura 6: Prestazioni erogabili e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale e cumulato, suddivise per età .....	55
Figura 7: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per fasce d'età .....	56

Figura 8: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per genere .....	57
Figura 9: Percentuale mancata erogazione e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), suddivise per genere ed età .....	57
Figura 10: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per genere ed età.....	58
Figura 11: Prestazioni erogabili e non erogate, percentuale, per lista attesa.....	60
Figura 12: Prestazioni erogabili e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, per lista attesa .....	60
Figura 13: Prestazioni erogabili e non erogate, percentuale, suddivise per lista attesa troncata e sopra 15 giorni.....	61
Figura 14: Interpolazione percentuale lista attesa troncata .....	61
Figura 15: Prestazioni erogabili e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per lista attesa troncata e sopra 15 giorni	62
Figura 16: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per tipo prenotazione .....	63
Figura 17: Percentuale mancata erogazione e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), suddivise lista attesa e tipo prenotazione.....	63
Figura 18: Interpolazione percentuale lista attesa troncata online mancato preavviso .....	64
Figura 19: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per stagione .....	65
Figura 20: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per mese.....	65
Figura 21: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per giorno settimana.....	66
Figura 22: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise orario .....	67
Figura 23: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise fascia oraria .....	67
Figura 24: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per giorno settimana e fascia oraria.....	68
Figura 25: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise sede .....	68
Figura 26: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise specialità/branca.....	69
Figura 27: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per specialità e sede.....	70
Figura 28: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per mammografia ed età ....	70

Figura 29: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per codice prestazione .....	71
Figura 30: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise codice prestazione (2) .....	71
Figura 31: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per importo .....	72
Figura 32: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per modalità prenotazione contrasto .....	73
Figura 33: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per numerosità gruppo prenotazione .....	74
Figura 34: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, prestazioni aggiunte .....	74
Figura 35: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, prenotazioni spostate .....	75
Figura 36: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, prestazioni prenotate da nuovo paziente .....	76
Figura 37: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per affidabilità .....	77
Figura 38: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per affidabilità esponenziale .....	77
Figura 39: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per patente .....	78
Figura 40: Interpolazione percentuale mancata erogazione e mancato preavviso mancata erogazione per patente .....	78
Figura 41: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per giorno pioggia .....	79
Figura 42: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per giorni di pioggia consecutivi .....	80
Figura 43: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per giorni con temporale ....	80
Figura 44: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per temperatura effettiva ...	81
Figura 45: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per restrizioni .....	82
Figura 46: Prestazioni erogabili, non erogate e con preavviso di mancata erogazione minore della soglia (1 giorno), percentuale, suddivise per giorni di sciopero mezzi	82
Figura 47: Frequenze percentuali previste e score di Brier relativo a ogni percentuale, primo approccio .....	90

Figura 48: Grafico a bolle percentuali previste e score di Brier relativo a ogni percentuale, primo approccio .....	90
Figura 49: Frequenze percentuali previste e score di Brier relativo a ogni percentuale, secondo approccio .....	91
Figura 50: Grafico a bolle percentuali previste e score di Brier relativo a ogni percentuale, primo approccio .....	91
Figura 51: Frequenze percentuale occupazione slot prestazioni solo non erogate..	92
Figura 52: Schema overbooking classico (le line rosse laterali segnano il limite della disponibilit�, quella superiore il limite di posti disponibili).....	101
Figura 53: Schema overbooking classico, scenario peggiore .....	102

## Introduzione

Perché un laureando in ingegneria gestionale con la passione per argomenti di tipo finanziario sceglie come argomento della sua tesi magistrale un problema del settore sanitario? Il candidato, che possiede una laurea triennale in ingegneria biomedica, ha deciso di svolgere il suo tirocinio curricolare nello staff delle *operations* in una azienda sanitaria, di modo da chiudere il ciclo di studi con il settore che più ha caratterizzato la sua vita, specialmente negli ultimi cinque anni. Di conseguenza, l'idea dell'argomento di tesi è sorta proprio all'interno delle varie sedi operative dell'azienda ospitante. In particolar modo, lo studente ha avuto l'opportunità di incontrare persone dello staff manageriale (operativi, IT, area manager), operatori, professionisti e pazienti. Passando da un ambulatorio all'altro, da una sala d'attesa a un'area break delle sedi Repubblica – Castaldi (via Panfilo Castaldi 6 – Milano), Corvetto B (via Lucania 6B – Milano), Duomo – Santagostino Donna (via Larga 6 – Milano) e Nembro (presso Esselunga Cascina Colombaia – Nembro – BG), è sorta al candidato una delle domande più dibattute nel panorama dell'erogazione di servizi sanitari: perché alcune persone prenotano un appuntamento e poi non si presentano? In questo elaborato, partendo dalla storia del nostro servizio sanitario nazionale, si proverà a illustrare le possibili risposte a questa domanda e come la tecnologia, in particolare la digitalizzazione, ha impattato e potrà impattare ancora nei prossimi anni.

Il primo obiettivo dell'elaborato è quello di comprendere la problematica sotto diversi punti di vista analizzando i dati a disposizione, per poi provare a suggerire alcune azioni da intraprendere. Seppur il candidato predilige adottare un sistema di ragionamento deduttivo, la dinamica degli eventi, con particolare riferimento alle attività di tirocinio, e l'ambiente sanitario, che fa dell'osservazione la principale miccia della conoscenza, hanno portato a un ragionamento induttivo nelle fasi di analisi, provando a cambiare registro nei capitoli contenenti delle proposte. Perciò, l'approccio metodologico utilizzato nelle varie attività svolte, così come nella creazione del modello di stima, si può riassumere con l'espressione anglofona *trial and error*. Ciò è stato possibile grazie a una cultura aziendale dinamica e innovativa e all'ambiente giovanile che la caratterizzano. Al lato umano e sociale è stato affiancato quello più numerico-statistico; infatti, anche secondo i manager aziendali ogni decisione presa, ogni sperimentazione adottata deve essere comunque *data driven*. Con questa mentalità, si è scelto di farsi guidare dall'utilizzo dei dati ove disponibili.

A detta dello studente, il punto di forza di questo elaborato sono le relazioni personali che sono state instaurate, che hanno permesso di raggiungere al meglio il primo obiettivo: la comprensione. Come guida principale ai rapporti fra il personale aziendale, non si può non menzionare i “Santagostwelve”, grazie ai quali l'allora tirocinante ha dialogato con circa cinquanta tra professionisti e staff.

## 1. Il sistema sanitario

La maggior parte delle argomentazioni sociali in questi ultimi due anni è stata incentrata sulla malattia COVID-19 e relative cause e conseguenze: il mondo intero, si potrebbe dire, ha rimesso al centro della narrativa la salute non in termini di ambiente e di clima, come visto negli anni precedenti, ma tornando a parlare di servizi sanitari, ospedali, posti letto, medicinali, vaccini. Gli italiani sono un popolo che è abituato all'autocritica, all'esterofilia e alla commiserazione di sé, specialmente quando si parla di questi temi; tuttavia, occorre innanzitutto chiarire che cosa si intende per salute, o per lo meno che definizione si può trovare nei dizionari sotto questa voce - *“Condizione di benessere fisico e psichico; normalità strutturale e funzionale dell'organismo (Devoto & Oli)”*. L'origine della parola è latina e deriva da *salus* - «salvezza, incolumità, integrità, salute», perciò si può notare un rimando a uno dei principi fondamentali dell'esistenza, la sopravvivenza. Perciò, non stupisce che la medicina, *“la scienza che ha per oggetto lo studio delle malattie, la loro cura e la loro prevenzione (Devoto & Oli)”*, abbia probabili origini in concomitanza con la nascita dell'uomo, ma con accezioni diverse da quelle attuali, seppur scaturita dallo stesso bisogno di interpretazione e cura. Infatti, ripercorrendo le tappe storiche della medicina, si riconosce dapprima una chiara concezione magico-demoniaca, che influenza notevolmente la fase protostorica degli Egizi, dei Greci e dei Romani; tra questi popoli ha particolare risalto la medicina empirica, di cui Aristotele fu uno dei principali ispiratori. Ripercorrendo quegli anni, non si può non menzionare il greco Ippocrate, medico che cambiò la prospettiva in maniera così radicale che la sua influenza si può riscontrare fino a pochi secoli fa. Egli teorizzò il principio *Νόσων φύσεις ἰητροί* – *vis medicatrix naturae* – forza curatrice naturale, sostenendo che la miglior terapia consisteva nel favorire i meccanismi naturali di difesa, insiti in ogni individuo, aiutati da medicinali, tipici della medicina orientale ed egiziana. Successivamente fu Galeno, medico romano, che cercò di fare una sintesi di tutto quanto scibile a quell'epoca (II sec d.C.) e di giungere a un compromesso fra i principi teleologici aristotelici e quelli clinici di Ippocrate. La decadenza della medicina negli anni a seguire portò a una retrocessione della medicina galenica in favore di quella teurgica, tipica della fase preistorica. In tempi medioevali furono gli arabi a portare i principali avanzamenti scientifici, partendo da quanto posto dal medico romano. Con l'avvento delle prime università e del Rinascimento si attraversò una fase caratterizzata da una forte sperimentazione che portò a separare sempre più l'etichetta di arte in favore della definizione di “scienza medica”, che prese forma con l'avvento della medicina moderna (Istituto geografico de Agostini, 1972). Qui si poggiano le definitive basi della medicina contemporanea ed a proprio a questa che si appella l'umanità in cerca di salute.

In Italia, la salute è un diritto fondamentale, come sancito dall'art. 32 della Costituzione<sup>1</sup>. Per attuare questo diritto, la legge 23 dicembre 1978, n. 833 e successive modifiche ha istituito il Servizio sanitario nazionale e ha stabilito i principi fondamentali su cui si basa: universalità, uguaglianza ed equità.

Prima di approfondire in termini operativi il sistema italiano, si desidera porre l'attenzione su una sentenza della Corte costituzionale, in particolar modo la n.252 del 2001, che ha sancito che il titolare del diritto espresso dalla Carta non può non essere anche il cittadino straniero, in quanto essere umano e, perciò, "individuo" (Buonanno, 2021).

A proposito di estero, si sceglie di iniziare l'introduzione al sistema sanitario facendo un confronto tra quelli che caratterizzano vari stati mondiali. Il primo dato che occorre sottolineare è che la maggior parte delle nazioni – più del 75% nel 2014 (PNHP - Physicians for a National Health Program) - non possiede un sistema di cura organizzato/regolamentato a livello governativo; come si può immaginare, questi luoghi sono fortemente correlati con condizioni di povertà, instabilità, crisi economica e si concentrano principalmente in Africa, Sud America e Asia. In questo caso ci si trova dinnanzi a una copertura non universale che penalizza le fasce di popolazione meno abbienti; in particolar modo si parla di *Out-of-Pocket Model*. In antitesi con l'associazione fra questo modello e il livello di industrializzazione e prosperità economica, gli Stati Uniti d'America adottano un modello, unico al mondo, che più si avvicina a quello appena illustrato e per questo motivo più volte oggetto di discussione delle varie amministrazioni. Il principio di fondo è quello che accomuna gran parte della politica americana, cioè lasciare spazio al libero mercato. Ciò porta i cittadini a rivolgersi ad assicurazioni private e mutualistiche sia in via volontaria, che obbligatoria, come sancito dall'Obamacare nel 2010 (Paolo, 2010); in aggiunta a ciò, esistono due programmi, Medicare e Medicaid, finanziati dagli stati e/o dal governo centrale che sono dedicati rispettivamente agli over65 e alle persone in difficoltà economica e/o sanitaria, che coprono gran parte delle spese sanitarie. Tutto ciò che non è compreso da assicurazioni e coperture nazionali viene pagato direttamente dal cittadino – soprattutto nel caso in cui non adotti alcuna delle precedenti soluzioni. Questo modello colloca gli USA come primo paese al mondo sia per spesa sanitaria su PIL (oltre al 16%) che pro-capite (oltre 10.000 USD) e, quasi a sorpresa, è anche il primo per spesa pubblica/assicurativa obbligatoria su PIL (quasi il 15%) (OECD).

In contrapposizione a quanto presentato, negli altri paesi maggiormente industrializzati vige la universalità della copertura sanitaria, seppur con modelli differenti. Una

---

<sup>1</sup> "La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività e garantisce cure gratuite agli indigenti."

delle divisioni che può essere effettuata riguarda la tipologia di principale finanziatore e la tipologia di fornitori del servizio. I due poli predominanti sono il modello britannico, Beveridge, e quello tedesco, Bismark. Il primo, lo possiamo ritrovare, oltre che nel Regno Unito, nei paesi Scandinavi, in Spagna, Islanda, Australia, Nuova Zelanda e Italia; si basa sulla nazionalizzazione del sistema sanitario, per questo anche definito come SSN – Sistema Sanitario Nazionale –, prevedendo come principale contributore diretto lo Stato, che a sua volta ricava finanziamenti da una tassazione che, per forza di cose, è maggiore rispetto ad altri paesi. L’obiettivo primario è la ricerca della qualità dei servizi e della possibilità di accesso a tutti i tipi di cura per tutti i cittadini. D’altro canto, il modello tedesco, adottato anche da Paesi Bassi, Giappone, Belgio, Svizzera, Austria, Israele e Francia, è di stampo assicurativo – fondi malattia, ma sempre a copertura universale. In maniera simile al modello statunitense, ci sono molti erogatori di servizi, principalmente privati, ma essenzialmente no-profit e regolati. Il finanziamento principale di questo sistema avviene tramite detrazione da stipendi e altri compensi lavorativi.

Infine, c’è un ulteriore modello, che è una via di mezzo tra gli ultimi due presentati e si identifica come Assicurazione sanitaria nazionale. Attualmente utilizzato da Canada, Taiwan e Sud Corea, prevede il finanziamento statale alla cura in stile Beveridge, ma la scelta “libertà di mercato” simile a quella teutonica. L’abilità di negoziazione di questi paesi nei confronti delle aziende farmaceutiche e di strumentazione medica permette loro di mettere in primo piano i bisogni dei cittadini, garantendo servizi di eccellenza in strutture private essenzialmente no-profit. A questi modelli si ispirano i programmi statunitensi Medicare e Medicaid. (PNHP - Physicians for a National Health Program) (Global Pre-Meds, 2014)

Arrivati a questo punto ci si potrebbe chiedere quale sia il modello che performa meglio, ammesso che ce ne sia uno. Il problema principale risiede nei metodi di valutazione delle innumerevoli variabili esistenti e l’utilizzo di misure coerenti e consistenti tra tutti i sistemi oggetto di interesse. Una delle problematiche principali, perciò, risiede nella capacità di esprimere con un unico indicatore un sottoinsieme corposo di parametri di performance, oltre alle differenti disponibilità dei dati e capacità di aggiornamento degli stessi. L’OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità, conosciuta internazionalmente come WHO – World Health Organization) ha scelto di monitorare principalmente uno degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (SDGs – target 3.8) per il 2030, la Copertura Sanitaria Universale (nota come UHC – Universal Health Coverage). L’obiettivo prevede che tutte le persone non vadano incontro a sofferenza economica in caso di accesso ai servizi sanitari essenziali. In particolar modo si utilizzano tre indici: UHC SCI (UHC Service Coverage Index), ICHS (Incidence of Catastrophic Health Spending) e l’indice di impoverimento a causa delle spese per la salute; l’aggregazione di questi tre in un unico indicatore composito e sintetico può dare un’idea

del livello di copertura dei servizi sanitari, da leggere in comunione all'indice di Gini, fornito da stime della Banca Mondiale. Lo schema di base è rappresentato da un insieme di tre forze di misura: universalità (numerosità di persone raggiunte dai servizi), globalità (soddisfazione dei bisogni), gratuità; cioè popolazione coperta, tipologia di copertura e costo diretto della copertura (ISS, 2020). Dai risultati si può notare una forte correlazione tra indice di GINI e indice aggregato UHC e anche tra industrializzazione e aggregato. In particolare, seguendo la divisione per classi utilizzata dall'ISS (Istituto Superiore di Sanità), viene posto in risalto come l'indicatore aggregato sia accettabile (buono o molto buono) in tutti i paesi industrializzati menzionati precedentemente e anche in gran parte del Sud America, del resto dell'Europa e in parte dell'Asia, a differenza dell'indice Gini, che risalta essenzialmente Europa e Nord Africa, con l'aggiunta di Canada, Australia e alcuni stati asiatici. Ritornando al quesito precedente sull'efficienza dei vari modelli, sembra emergere su tutti, secondo questi indici, quello anglosassone, seguito da quello canadese e a ruota quello tedesco. Il modello statunitense recupera terreno specialmente grazie ai due programmi dedicati ai soggetti sensibili, che lo portano a ottenere un buon punteggio aggregato, seppur la disparità economica sia molto rilevante. Come ci si poteva aspettare, i paesi a maggior disparità sociale e a peggior copertura universale sono quelli senza un modello sanitario nazionale, viceversa, i paesi con minor differenza all'interno della propria società sono anche quelli che garantiscono un sistema di copertura universale, creando un ulteriore solco complessivo tra queste nazioni. Tuttavia, i vari indici risentono di uno scarso tasso di aggiornamento in vari casi e l'OMS non fa un confronto diretto fra i sistemi sanitari, quanto, piuttosto, su alcuni aspetti degli stessi e relative conseguenze. In realtà, nel 2000 venne redatto il *World Health Report*, documento in cui il WHO metteva a confronto i diversi sistemi e in cui, fra l'altro, quello italiano ottenne un secondo posto; nonostante il grande interesse, non fu rinnovato negli anni a seguire e, anzi, fu criticato per alcuni criteri utilizzati. Per questi e altri motivi, la Fondazione GIMBE (Gruppo Italiano per la Medicina Basata sulle Evidenze) – organizzazione no-profit che svolge attività di formazione e ricerca in ambito sanitario – ha suggerito di considerare, per una valutazione coerente del SSN, soprattutto gli indicatori relativi ai paesi OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico o OECD – Organization for Economic Co-operation and Development o OCDE - Organisation de Coopération et de Développement Économiques) e l'EHCI (Euro Health Consumer Index) (Fondazione GIMBE, 2018). Il compromesso per giungere a queste analisi più approfondite è quello di escludere diverse nazioni mondiali; le stesse di cui, però, si hanno minori dati.

		UHC SCI	ICHS	IISS	UHC	GINI
Out-of-Pocket	USA	84	4.77	0.00	4.3	41.4
	Cina	79	19.72	3.39	2.0	38.5
	India	55	17.33	4.44	1.0	37.8
	Brasile	79	25.56	1.98	2.3	53.9
	Kenia	55	5.43	1.33	2.0	40.8
	Marocco	70	22.00	3.18	2.0	39.5
	<u>Media</u>	<u>70.33</u>	<u>15.80</u>	<u>2.39</u>	<u>2.27</u>	<u>41.98</u>
Bismark	Germania	83	1.72	0.01	4.3	31.9
	Giappone	83	4.36	0.13	4.0	32.9
	Svizzera	83	19.7	0.00	3.8	32.7
	Israele	82	6.72	0.00	4.3	39.0
	Francia	78	1.42	0.03	3.8	31.6
	<u>Media</u>	<u>81.80</u>	<u>6.78</u>	<u>0.03</u>	<u>4.04</u>	<u>33.62</u>
Beveridge	UK	87	1.64	0.00	4.5	34.8
	Italia	82	9.29	0.00	4.0	35.9
	Svezia	86	5.53	0.00	4.3	28.8
	Australia	87	3.71	0.00	4.3	34.4
	Spagna	83	5.73	0.00	4.3	34.7
	<u>Media</u>	<u>85.00</u>	<u>5.18</u>	<u>0.00</u>	<u>4.28</u>	<u>33.72</u>
NHI	Canada	89	2.64	0.02	4.3	33.8
	Sud Corea	86	21.78	0.02	3.5	31.6
	<u>Media</u>	<u>87.50</u>	<u>12.21</u>	<u>0.02</u>	<u>3.90</u>	<u>32.7</u>

**TABELLA 1: CONFRONTO TRA I VARI INDICI DI VALUTAZIONE DEI SISTEMI SANITARI DI ALCUNI STATI DEL MONDO, IN ROSSO I PEGGIORI, IN VERDE I MIGLIORI**

Fanno parte dei paesi OCSE i principali stati europei (anche extra UE) oltre ad altri, tra cui USA, Canada, Corea del Sud, Giappone e Israele, che, però, si sono aggiunti successivamente; infatti, l'associazione nasce come organizzazione europea e solo agli inizi degli anni 60' si apre al resto del mondo. Con l'ingresso della Costa Rica nel 2021 i membri attivi sono diventati 38, ma l'organizzazione collabora anche con altre grandi economie, dette Key Partners, come Brasile, Cina, India, Indonesia e Sud Africa (OECD). Ogni biennio pari viene redatto un rapporto specifico sull'Europa (geografica), ma negli anni dispari viene redatto quello mondiale, che si concentra principalmente sugli stati membri. Entrambi i rapporti prendono il nome di *Health at a Glance* (*Europe* nel primo caso). L'ultimo disponibile a livello globale è quello 2019, in cui sono raccolti, prendendo principalmente informazioni dalle dichiarazioni di ogni singolo stato, 20 indicatori equamente suddivisi in 5 categorie (Stato di salute dei cittadini, Fattori di rischio per la salute, Accessibilità alle cure, Qualità delle cure e Risorse dei servizi sanitari). L'Italia si comporta molto bene nella prima e terza classe, tutti gli indicatori sono migliori della media, mediocrementemente nella seconda e quinta classe, con leggera criticità nei fattore obesità, inquinamento, spesa pro-capite e numero di infermieri, mentre ha un comportamento altalenante nella quarta con una pessima performance in merito alla sicurezza nei farmaci prescritti controbilanciata da una

ottima nell'efficacia delle cure primarie (OECD, 2019). I due stati che si mostrano più equilibrati e ben performanti sono la Svizzera e il Canada. Nonostante non esista un indicatore aggregato, la performance è ampiamente superiore alla media OCSE. Dato che per alcuni indicatori si è scelta una misura specifica (es. numero di prescrizioni giornaliere di antibiotici ogni 1000 abitanti per quello in cui è stata registrata la peggiore performance) e che i dati sono compilati tramite autodichiarazione dei paesi partecipanti, risulta interessante visualizzare anche il rapporto europeo 2020 (OECD, 2020). Questo, oltre a essere più recente e a conservare comunque un confronto con la media OCSE, si serve di ben 76 indicatori raggruppati in 9 categorie (Stato di salute dei cittadini [10], Fattori di rischio [8], Accesso alle cure [5], Qualità dell'assistenza ed esiti di salute [15], Spesa sanitaria [7], Personale sanitario [9], Erogazione dell'assistenza [8], Farmaceutica [5] e Invecchiamento e long-term care [9]). Inoltre, in questo report, nei primi due capitoli, vengono approfondite le tematiche COVID-19 e inquinamento dell'aria.

Simile a questo ultimo report per paesi presi in considerazione, l'EHCI, di cui l'ultima versione disponibile risale al 2018, fornisce una panoramica più aggregata, che permette di stilare un ranking. L'obiettivo di questo indice è quello di valutare le performance dei sistemi sanitari europei (35 paesi) dal punto di vista del cittadino. Per questo motivo vengono assegnati sei punteggi in base a: diritti e informazioni al paziente, accessibilità-liste d'attesa, vari risultati (es mortalità infantile, tasso suicidio, ecc.), varietà e ampiezza dei servizi offerti, risultati legati alla prevenzione, farmaci; i rispettivi pesi sono pari a 125, 225, 300, 125, 125, 100 per un tot massimo di 1000 punti (e un minimo di 333). Anche i risultati di questo indicatore sembrano dare maggior credito ai modelli tedeschi, oltre che a quelli anglosassoni in paesi con pochi abitanti. Secondo Health Powerhouse ci possono essere due spiegazioni per questo fenomeno: la prima è la complessità di gestione di grandi organizzazioni pubbliche, che, solitamente, non attirano manager di alto livello; la seconda è l'ingerenza della politica nella governance, che potrebbe spostare gli obiettivi di lungo periodo dei cittadini a riconoscimenti locali di breve periodo di stampo politico. L'Italia, all'interno di questo panorama, si posiziona attorno alla ventesima posizione nell'aggregato, con un picco molto positivo in ambito di prevenzione e risultati vari, in contrapposizione ai pessimi risultati ottenuti nei diritti dei pazienti e nell'informazione, così come nell'indicatore farmaceutico (Health Consumer Powerhouse, 2018).

		1	2	3	4	5	6	TOTALE	Posizione**
Bismark	Germania	104	163	244	83	101	89	785	12
	Svizzera	113	225	278	99	95	83	893	1
	Francia	104	188	233	104	83	83	796	11
	Media parziale*	107.00	192.00	251.67	95.33	93.00	85.00	824.67	
Beveridge	UK	117	100	211	109	113	78	728	16
	Italia	92	138	233	73	101	50	687	20
	Svezia	117	113	267	125	101	78	800	8
	Spagna	96	113	222	94	101	72	698	19
	Media parziale*	105.50	116.00	233.25	100.25	104.00	69.50	728.25	
<b>Media totale**</b>		<u>101.26</u>	<u>159.91</u>	<u>212.09</u>	<u>87.54</u>	<u>88.03</u>	<u>64.11</u>	<u>712.94</u>	
Posizione rispettiva Italia**		<b>26</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	

**TABELLA 2: PUNTEGGI EHCI SUDDIVISI PER NAZIONI E TIPI DI SISTEMA SANITARIO, IN ROSSO I PEGGIORI, IN VERDE I MIGLIORI**

\*Riferito ai soli dati in tabella

\*\* Riferito a tutti i dati disponibili nel report (35 stati)

Nonostante la vastità e complessità di valutazione e, soprattutto, confronto tra i sistemi sanitari, si può concludere che la valutazione di Bloomberg del 2014 (Bloomberg, 2014), che posizionò l'Italia al terzo posto dietro soltanto alle città-stato Singapore e Hong-Kong in termini di efficienza del sistema sanitario, fu probabilmente poco rappresentativa, nonostante sia stata più volte ripresa dai media nazionali; ancor più rilevante e oggetto di maggiori critiche fu la seconda posizione mondiale, dietro alla Francia, decisa dal WHO nel 2000 (dati del 1997) nel World Health Report che valutava la performance degli allora 191 stati membri.

L'ultimo rapporto dell'osservatorio europeo dell'OECD (OECD, 2019), che mette a confronto l'Italia con la maggior parte dei paesi dell'Unione Europea, vede il nostro Paese performare bene per speranza di vita alla nascita (secondo solo alla Spagna), cause di mortalità prevedibili (secondo dopo Cipro) e trattabili (quarto dopo Islanda, Norvegia e Francia), ricoveri ospedalieri evitabili per malattie croniche (secondo dietro al Portogallo), tasso di infarti miocardici acuti (settimi ma molto vicini alla prima posizione occupata dalla Slovenia), tempi d'attesa per interventi chirurgici (primo per cataratta e terzo per protesi d'anca). Tra i pochi risultati sotto la media, seppur di poco, ci sono la spesa pro-capite, che si attesta intorno a 2500 EUR PPA – stabile da alcuni anni<sup>2</sup>, e la differenza in base al reddito del tasso aggregato di bisogni sanitari non soddisfatti, quasi il 5%. A destare le maggiori preoccupazioni sono i dati relativi all'età dei professionisti, che vede l'Italia al primo posto per medici over 55, prossimi al pensionamento, che rappresentano oltre la metà del totale, nonostante il tasso di

<sup>2</sup> Fino al 2019, nel 2020 e nel 2021 si è registrato un aumento della spesa dovuto alla crisi sanitaria

medici ogni 1000 abitanti sia superiore alla media UE (a differenza di quello degli infermieri).

Nominato più volte nei paragrafi precedenti, il sistema sanitario italiano è maggiormente conosciuto, forse confuso, con la sigla SSN – Sistema Sanitario Nazionale. In realtà, come già anticipato in precedenza, quest'ultimo è lo strumento che è stato messo in atto per dare la possibilità a tutti i cittadini di poter godere del diritto fondamentale stabilito nella Costituzione. I già menzionati principi fondamentali si ripercuotono su quelli organizzativi: centralità della persona, responsabilità pubblica per la tutela del diritto alla salute, collaborazione tra i livelli di governo del SSN, valorizzazione della professionalità degli operatori sanitari, integrazione sociosanitaria (Ministero della Salute). Per poter garantire questi presupposti, vennero definiti dal DPCM 29 novembre 2001 i LEA – Livelli Essenziali di Assistenza; sempre per mezzo di un DPCM, in particolar modo quello del 12 gennaio 2017 pubblicato in G.U. con il numero 65 del 18 marzo 2017, si è giunti a una nuova elaborazione degli stessi, che risultano essere, come da art.1, quello della prevenzione collettiva e sanità pubblica, dell'assistenza distrettuale e dell'assistenza ospedaliera. Il decreto legislativo prosegue con l'articolazione delle attività, servizi e prestazioni collegate con i vari livelli. Nonostante si parli di SSN, de facto, dal punto di vista economico-organizzativo, si dovrebbe parlare di SSR – Servizio Sanitario Regionale; infatti, la Costituzione ripartisce tra lo Stato e le Regioni<sup>3</sup> la responsabilità della tutela della salute (Titolo V, art.117, comma 2, lett. m). Il primo si occupa principalmente del controllo del rispetto dei LEA tramite un organo istituito appositamente a seguito dell'Intesa Stato-Regioni del 23 marzo 2005, che prende il nome di Comitato permanente per la verifica dell'erogazione dei Livelli Essenziali di Assistenza (o brevemente Comitato LEA). Questo si compone di dodici rappresentanti di Ministero della Salute, Ministero dell'Economia e delle Finanze, Dipartimento per gli affari regionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri e Regioni (designati dalla Conferenza dei Presidenti delle regioni e delle Province autonome). Il Comitato LEA ha come principale mansione la verifica degli adempimenti sui LEA delle Regioni, "per poter accedere al maggior finanziamento del SSN - quota premiale delle somme dovute a titolo di finanziamento della quota indistinta del fabbisogno sanitario al netto delle entrate proprie". Il principale strumento di misurazione fino al 2019 era la "Griglia LEA", un aggregatore di "33 indicatori ripartiti tra le attività di prevenzione collettiva e sanità pubblica, l'assistenza distrettuale e l'assistenza ospedaliera". Per le Regioni inadempienti (Abruzzo, Calabria, Campania, Lazio, Molise, Puglia e Sicilia) è stato previsto un piano di rientro, che ha permesso alla maggior parte di queste di rientrare nei parametri stabiliti, eccetto

---

<sup>3</sup> Da ora in avanti si utilizzerà il termine "Regioni" anche per identificare le provincie autonome

Calabria e Molise. Con il DM 12 marzo 2019 viene introdotto il Nuovo Sistema di Garanzia, che è in vigore dal 1° gennaio 2020 e sostituisce la Griglia LEA nel monitoraggio dell'equità del SSN tra le varie regioni. I nuovi indicatori ammontano a 88, ma soltanto 22 sono definiti *core*, cioè concorrono al punteggio finale. Sono sei le aree degli indicatori, prevenzione, assistenza distrettuale, assistenza ospedaliera, bisogno sanitario, equità sociale, percorsi diagnostico-terapeutici assistenziali, ma soltanto le prime tre contengono indicatori di rilievo. Per garantire i requisiti, ogni Regione deve avere una media pesata dei punteggi *core* almeno pari a 60 – soglia di sufficienza – in tutte e tre le aree. Dalla sperimentazione del 2019 le Regioni inadempienti sono Valle d'Aosta, P.A. di Bolzano, Molise, Basilicata, Sicilia, Calabria (quest'ultima non raggiunge la sufficienza in alcuna area). <sup>(4)</sup>

La legge 16 novembre 2001, n. 405 - di conversione del decreto-legge 18 settembre 2001, n. 347 - prevede la possibilità per le Regioni di istituire autonomamente le proprie aziende ospedaliere. Ciò ha permesso ai vari enti di differenziarsi parecchio in termini di governance dei territori, a partire proprio dalla denominazione e dai ruoli delle comuni aziende sanitarie locali (ASL), declinate in svariati modi. Ad esempio, in Lombardia, in base alla riforma Maroni di cui alla legge regionale 11 agosto 2015, n. 23 entrata in vigore il 1° gennaio 2016, le aziende ospedaliere prendono il nome di ASST (aziende socio sanitarie territoriali) mentre le ASL prendono il nome di ATS, ASP in Sicilia. Le ASL sono il presidio territoriale dei SSR, nonostante negli anni abbiano subito un forte accorpamento (dalle 659 del 1992 alle 118 del 2020, - 80 %), fino a servire oltre il milione di abitanti (circa 500 mila in media). Le già citate aziende ospedaliere, invece, sono degli ospedali di rilevanza nazionale o regionale con branche ad alta specializzazione decise sempre dal SSR; hanno diversi livelli in base al bacino di utenza (base, primo livello e secondo livello, a salire) e sono dotate di autonomia crescente. Inoltre, ci possono essere le aziende ospedaliere universitarie (ex policlinici universitari) e gli istituti di ricerca e cura a carattere scientifico, gli IRCCS (Cinelli & al., 2020). Diversamente gli ospedali si chiamano presidi ospedalieri.

Le Regioni sono differenti per governance e per performance dei SSR, come testimoniato dal fenomeno della migrazione sanitaria, che nel 2018 ha caratterizzato un milione di pazienti per 4.6 miliardi di euro. Ciò contribuisce a un saldo<sup>5</sup> positivo rilevante in alcune regioni del Nord, come la Lombardia<sup>6</sup> (+ 739.6 milioni di euro nel 2018), e a uno negativo parimenti rilevante in alcune regioni del Sud, come la Campania (-350.8

---

<sup>4</sup> In tutto il paragrafo è stata usata come fonte principale il sito del (Ministero della Salute)

<sup>5</sup> Per saldo si intende la differenza tra crediti e debiti del singolo SSR; ogni persona che riceve una prestazione sanitaria (farmaci compresi) da un SSR diverso da quello di residenza genera un debito della propria Regione nei confronti di quella in cui si trova

<sup>6</sup> Occorre considerare come, in particolare nell'area milanese, si possono trovare diversi lavoratori che non hanno la residenza in Lombardia

milioni di euro) e la Calabria (-147 € pro-capite). Non mancano le eccezioni, come il Molise che ha il saldo pro-capite maggiore d'Italia (circa 110 € nel 2018). Un'altra conseguenza è la dispersione di risorse nelle Regioni meno attrattive (Cartabellotta & al., 2020). Le differenze non si riducono soltanto ai dati di bilancio, ma anche, ad esempio, nella speranza di vita: il divario tra chi risiede nelle regioni del Nord può essere di tre anni superiore agli abitanti del Sud Italia (OECD, 2019).

In Italia, fin dalla costituzione del SSN nel 1978, alcune strutture private possono erogare prestazioni sanitarie, anche per conto del sistema nazionale. Nel primo caso si parla di autorizzazione, la quale deve essere concessa dalle autorità locali (ad oggi le ASL di competenza, oltre ad altre approvazioni di tipo commerciale in capo ai Comuni) e prevede il rispetto di particolari requisiti tecnici e organizzativi. Nel caso di erogazione per conto del SSN si parla di accreditamento. Tuttavia, questa distinzione non è sempre esistita. Infatti, l'art. 44 della legge 833/78 prevedeva la possibilità di convenzionamento tra le ASL e le strutture private, terminologia che è rimasta in uso ancora oggi al posto della più corretta "accreditamento". Questa definizione subentrò solamente con il D.Lgs. 30 dicembre 1992 n. 502 (e successive modifiche), che riorganizzò i rapporti tra pubblico e privato. Tuttavia, il legislatore, in pieno spirito "liberista" di quegli anni, pensò l'accreditamento come un vero e proprio diritto spettante a tutte quelle strutture soddisfacenti i requisiti minimi evidenziati nell'art. 8 c. 4 del decreto citato in precedenza. Il primo impianto giuridico è, perciò, in pieno stile competitivo tra pubblico e privato. È soltanto con il DPR 14 gennaio 1997 che questo diritto subisce un ridimensionamento; in particolare l'art. 2 c. 5 esprime la necessità di concessione dell'accreditamento in funzione alla programmazione sanitaria regionale, concedendo alle singole regioni una discrezionalità amministrativa. Le successive modifiche del sistema normativo, oltre a includere anche gli studi professionali, non solo confermano l'assenza del diritto all'accreditamento, ma anche la revoca dello stesso nel caso in cui venisse a mancare il fabbisogno da parte dell'organizzazione regionale, oltre che per il venir meno dei requisiti "tecnici" (Maggioli, 2000). Ad oggi, le strutture accreditate devono fare richiesta di rinnovo rispettando i requisiti contenuti nella revisione della normativa con l'intesa Stato-Regioni del 20 dicembre 2012 e il successivo "Regolamento recante definizione degli standard qualitativi, strutturali, tecnologici e quantitativi relativi all'assistenza ospedaliera" contenuto nel decreto ministeriale 2 aprile 2015 n.70. Oltre agli enti già menzionati in precedenza, nel 1993 è stata istituita l'AGENAS (Agenzia nazionale dei servizi sanitari regionali), ente pubblico non economico che "si configura come organo tecnico-scientifico del SSN svolgendo attività di ricerca e supporto", prevedendo anche una modulistica di accreditamento al fine di uniformare ulteriormente tra le varie Regioni i livelli di qualità richiesti (Agenzia Nazionale per i Servizi Sanitari Regionali).

Di fatto, attualmente è difficile che ci siano spazi per l'accreditamento di nuove strutture, passando da un sistema aperto degli anni 90' a uno pressoché chiuso dei giorni d'oggi. Ciò ha apportato un valore economico rilevante a tutte quelle strutture private accreditate e posto delle forti barriere all'ingresso nel settore. Ma com'è visto dalla popolazione questo dualismo pubblico-privato nel SSN? Secondo uno studio, l'85 % degli italiani ritiene che sia importante avere la possibilità di scelta tra ospedali pubblici e accreditati, mentre il restante quindici per cento vorrebbe soltanto ospedali pubblici o ritiene che siano i migliori in assoluto. Inoltre, il 76.5 % è soddisfatto dei servizi ricevuti nelle strutture ospedaliere pubbliche, contro il 90.5 % per quelle accreditate e l'89 % per quelle private (Statista, 2019).

L'impostazione italiana del modello di sanità pubblica prevede il concetto di spesa per coprire il fabbisogno sanitario. In termini assoluti il finanziamento pubblico del SSN nel decennio 2010-2019 è aumentato di 8.8 miliardi di euro, raggiungendo 114.4 miliardi nel 2019. Tuttavia, la crescita media annua, 0.9 %, è inferiore al tasso di inflazione annuo medio dello stesso periodo, 1.07 %; oltre a essere la terzultima nell'area OCSE, davanti solamente a Lussemburgo e Grecia. Come ogni spesa pubblica occorre che venga approvata quella corrente con la Legge di Bilancio e nel DEF vengono stimate le spese del triennio successivo. Ebbene, nel periodo riportato sopra i tagli alla sanità pubblica rispetto a quanto previsto nei vari DEF sono stati pari a 37 miliardi (circa il 3.5 % del totale finanziato) (Cartabellotta & al., 2019). Il diritto alla salute è, perciò, finanziariamente condizionato, come definito dalla sentenza della Corte costituzionale n.455 del 1990 secondo cui "legislatore nel momento in cui destina risorse e mezzi per il settore sanitario, è tenuto ad operare un bilanciamento con altri interessi protetti dalla Costituzione" e le risorse vanno distribuite secondo la legge (Buonanno, 2021). Tuttavia, come confermato dalla sentenza della Corte costituzionale n.304/1994, tale vincolo deve cedere nel momento in cui dovesse comprimere "il nucleo essenziale del diritto connesso alla dignità della persona", in quanto "ci si troverebbe di fronte a un esercizio irragionevole della discrezionalità legislativa". Proprio su questo principio si è proceduto all'aumento della spesa a seguito della recente emergenza epidemiologica, giungendo nel 2020 a un finanziamento del SSN da parte dello stato pari a 117.4 miliardi di euro a fronte di un fabbisogno sanitario standard di 119.6 miliardi di euro (Camera dei deputati, 2021). La remunerazione dipende dal tipo di attività svolte: le funzioni assistenziali, non remunerative, tra cui malattie rare e trapianti, sono di competenza esclusiva dello Stato; le restanti hanno delle tariffe predefinite. Inoltre, tutte le strutture, comprese quelle accreditate, debbano rispettare un determinato tetto di spesa, entro il quale scegliere che tipo di prestazioni offrire (Maggioli, 2000). Proprio quest'ultima affermazione è oggetto di dibattito pubblico, in quanto le strutture accreditate privilegiano l'offerta di

prestazioni più remunerative. Tuttavia, occorre precisare che i maggiori gruppi sanitari operano prevalentemente nelle Regioni del Nord Italia e in particolar modo in Lombardia. In termini economici, il ruolo del privato accreditato incide per il 20 % della spesa pubblica, nel 2019, e in termini di volumi al 27 % dei ricoveri, entrambi in aumento (Bobini & Ricci, 2019).

I progressivi tagli alla spesa e le decisioni di riorganizzazione intraprese dalle singole Regioni hanno portato a diminuire il numero di ospedali pubblici, -24 % da 2007 a 2018 (in generale -6,5 % dal 2014 al 2018) (Statista, 2019). Inoltre, anche il numero di strutture di ricovero private è diminuito, -8 % dal 2000 al 2018, con l'unico dato in controtendenza rappresentato dagli IRCCS privati, +40%. Tra le strutture territoriali si registra una lieve diminuzione degli ambulatori e laboratori (-5 % dal 1997 al 2017), mentre sono aumentate di molte unità le strutture semiresidenziali (+265 % nello stesso periodo) e quelle residenziali (+300 %) (Cinelli & al., 2020). In termini di pervasività del privato accreditato nelle strutture del SSN, il 59 % degli ambulatori, il 68 % di quelle semiresidenziali e l'82 % delle strutture residenziali è gestito da questo genere di erogatore (Bobini & Ricci, 2019).

Facendo un passo indietro e tornando ai finanziamenti pubblici del SSN, il metodo di calcolo di ripartizione tra le regioni è proporzionato alla popolazione. Il livello contribuzione per singolo abitante viene stimato in base al D. lgs. 68/2011, secondo i costi e fabbisogni medi standard regionali. Tuttavia, il *benchmark* è definito ogni anno dalla media pro-capite di tre Regioni virtuose scelte dalla Conferenza Stato-Regioni tra le cinque più virtuose selezionate dal Ministro della Salute, di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze. Successivamente l'importo viene suddiviso tra i vari LEA in base a una quota percentuale, che nel 2019 era così ripartita: prevenzione 5%, distrettuale 51% (di cui medicina di base 7,00%, farmaceutica 11,63%, specialistica 13,30% e territoriale 19,07%), ospedaliera 44% (Armeni & al., 2020).

Nonostante le difficoltà riscontrate in letteratura nello stabilire i perimetri delle spese, in Italia si stima che nel 2019 la spesa pro-capite sia stata composta da 1902 euro di spesa pubblica (74.1 % del totale e 6.4 % del PIL) e 663 euro di quella privata, di cui circa il 90 % *out-of-pocket*<sup>7</sup> e il rimanente intermediato da assicurazioni, imprese, erogatori *no-profit*. Sempre nel 2019, il riparto della spesa privata per consumi finali vede al primo posto i servizi ambulatoriali (50.7 %), di cui 3.4 miliardi di euro (8.4 % del totale) in servizi diagnostici, al secondo posto i beni sanitari (35 %, tra cui

---

<sup>7</sup> Si precisa che tra le spese *out-of-pocket* rientra anche il ticket sanitario, una quota partecipativa di alcune prestazioni sanitarie come l'assistenza specialistica ambulatoriale, le prestazioni di PS in codice bianco e le cure termali, oltre ai farmaci (Ministero della Salute); nei servizi nel 2019 l'incidenza del ticket sulla spesa privata è circa 6.5 % (Del Vecchio & al., 2020)

farmaci e dispositivi medici) e per ultimo i servizi ospedalieri. Tra i servizi, la percentuale di spesa privata più consistente è nell'assistenza ambulatoriale per cura e riabilitazione (40 %), in quella ospedaliera a lungo termine (36 %) e nei servizi ausiliari (26 %), tra cui figura anche la diagnostica per immagini (Del Vecchio & al., 2020).

La diagnostica per immagini è considerata una branca al pari delle altre specialistiche, ma in realtà costituisce un servizio a parte, che risulta essere trasversale. Infatti, il principale schema di classificazione delle prestazioni in ambito sanitario, il nomenclatore (aggiornato con il DPCM 12 gennaio 2017), la inserisce tra le branche (prestazioni che hanno le prime due cifre del codice pari a 87 o 88), ma le stesse prestazioni possono essere inserite con altri codici in altre branche dal momento in cui è prevista una concomitanza di massimo quattro differenti nella stessa denominazione. Ciò è dovuto al fatto che il termine riconduce in generale a tutte le tecniche di *imaging*, mentre normalmente viene scambiato con "radiologia medica", detta anche "radiologia diagnostica". Tra le tecniche di radiologia più comuni ci sono: la radiologia convenzionale (raggi-X), le risonanze magnetiche (nucleari), le tomografie (assiali) computerizzate, le densitometrie e le mammografie (comprese le tomosintesi mammarie); inoltre, tra le altre, sono comprese le ecografie e le prestazioni affini, che, tuttavia, sono le più trasversali tra le branche. Il primo elenco viene anche definito "radiologia pesante", dato l'impiego di grossi macchinari.

È proprio al nomenclatore citato pocanzi che il medico prescrivente dovrebbe riferirsi all'interno delle ricette mediche, di modo da favorire il corretto indirizzamento del paziente e riconoscere in maniera univoca le prestazioni che il SSR deve rimborsare agli enti erogatori pubblici o accreditati.

All'interno delle prescrizioni è possibile trovare una classe di priorità di esecuzione. Infatti, il SSN discrimina i pazienti in base all'urgenza, cosicché si riescano a soddisfare i bisogni più urgenti. Il Piano Nazionale di Governo delle Liste di Attesa (PNGLA) 2019-2021 siglato nella Conferenza Stato-Regioni del 21 febbraio 2019 prevede 4 classi di priorità per le prestazioni ambulatoriali: U – urgente, prima possibile entro 72 ore; B – breve, entro 10 giorni; D – differibile, entro 30 giorni per le visite specialistiche e 60 per gli accertamenti diagnostici; P – programmabile, entro 120 giorni. Al fine di semplificare e uniformare le modalità di assegnazione della classe, è stato creato un manuale di raggruppamenti omogenei di attesa (RAO) (AGENAS, 2020). Con questo nuovo strumento di controllo, si vuole rendere più fruibile e omogeneo il SSN, al punto che è possibile che vengano licenziati i Direttori Generali di strutture che non rispettano tali tempi massimi e, nelle strutture pubbliche inadempienti, è prevista la possibilità del blocco dell'attività libero professionale intramuraria. A proposito di inadempienza, il DM 20 giugno 2019 ha istituito l'Osservatorio Nazionale sulle Liste di Attesa. Inoltre, è stato istituito un portale unico di consultazione dei tempi d'attesa di ogni azienda in regime SSN, chiamato "Portale della Trasparenza dei Servizi per la

Salute” (anche se in versione beta) (Ministero della Salute). Nel 2018, il tempo d’attesa per una risonanza magnetica agli arti nella sanità pubblica è pari, in media, a 35.5 giorni, mentre per una colonscopia si arriva a 112 giorni (Statista, 2019). A fine esemplificativo, sono state scelti due ospedali milanesi accreditati, l’ospedale ortopedico Galeazzi (Gruppo san Donato, 2021) e il Pio X (Humanitas), riportati in tabella.

	<b>TC capo</b>	<b>RX femore</b>	<b>RM muscoloscheletrica</b>
<i>Galeazzi</i>	5 giorni	5 giorni	33 giorni
<i>Pio X</i>	37 giorni	27 giorni	27 giorni

**TABELLA 3: TEMPI D'ATTESA DIAGNOSTICA PER IMMAGINI OSPEDALI ORTOPEDICO GALEAZZI E PIO X (2021)**

## 2. Società e Salute Spa

Società e Salute Spa è una realtà che opera in ambito sanitario sotto il nome di Centro Medico Santagostino prima e semplicemente Santagostino ora. Nasce a Milano nel 2009, in piena crisi economica, per rispondere alle esigenze di cure rapide a basso costo e alta qualità a supporto del sistema sanitario nazionale. La vocazione sociale dell'azienda è testimoniata dai fondatori: il Presidente Luciano Balbo socio di minoranza, ma partner di Oltre Venture, all'epoca socio di maggioranza, la prima società italiana di venture capital a impatto sociale. La crescita aziendale è esponenziale<sup>8</sup>: si passa dall'unica sede del 2009 alle 27 del 2020 e 33 del 2021, da poco più di 600 migl EUR a quasi 40 mil EUR di fatturato, da un EBITDA negativo di 600 migl EUR a uno positivo di più di 3 mil EUR nel 2019. A parte la battuta d'arresto dell'anno della pandemia, in cui le attività sono state sospese per diverso tempo, la crescita ha riguardato quasi tutti gli aspetti, come testimoniato dagli allegati I e II. Nel 2020 i pazienti che hanno usufruito dei servizi di Santagostino sono stati più di 262k per più di 762k prestazioni. A coronamento di questo percorso di crescita ci sono stati diversi riconoscimenti, tra cui 5 anni consecutivi nel Financial Times 1000 - le mille aziende in Europa con maggior crescita - e 3 anni consecutivi come Leader della crescita - classifica di Sole24Ore e Statista sulle migliori PMI in termini di crescita. Tuttavia, la voglia di porsi nuovi ambiziosi obiettivi, tra cui quello di diventare leader italiano per erogazione di servizi non ospedalieri (a fine 2020 era terzo per fatturato nel codice ATECO 86.22.09 - Altri studi medici specialistici e poliambulatori, primo tra quelli non accreditati), ha portato all'ingresso come socio di maggioranza del fondo L-GAM a gennaio 2020, tramite Ippocrate Holding S.à.r.l. Nell'allegato III è possibile visionare la composizione della struttura proprietaria. Si sottolinea come a seguito del cambio di controllo si è perseguita una politica di condivisione del rischio tra manager e azionisti, per meglio allineare gli interessi tra i soggetti; a giugno 2021 la quota di azioni in mano al management – sia *top* che *middle* – ammonta a 16.03 %. Inoltre, nell'anno in corso l'azienda ha aderito al consorzio Netcomm, un *“Digital Hub italiano per l'evoluzione delle imprese verso i consumatori digitali nel mondo”* (Consorzio Netcomm), a cui aderiscono oltre 450 aziende per favorire *“lo sviluppo dell'e-commerce e dell'evoluzione digitale delle imprese”*.

La vision aziendale è quella di prendersi in carico i bisogni di salute del cittadino, tramite una sanità digitale, accessibile e in tempi rapidi per arrivare ad essere una piattaforma di salute. Una delle peculiarità aziendali è la trasparenza, grazie alla quale il dato viene analizzato, condiviso e posto al centro delle scelte strategiche, assieme alla cultura della salute. Anche per questo motivo, nel 2020 c'è stato un re-branding:

---

<sup>8</sup> Nel paragrafo e negli allegati vengono riportate informazioni da fonti quali (Società e salute Spa, 2020), (Bureau van Dijk, 2021)-Orbis e (Bureau van Dijk, 2021)-Aida

l'obiettivo è quello di allontanare la concezione di "gruppo di poliambulatori", a favore di quella piattaforma menzionata prima. A tal proposito, sempre nell'anno pandemico, sono stati avviati tre progetti verticali - Santagostino Psiche, Plus e Donna - con l'obiettivo di cucire addosso al paziente uno stato di salute e di cura.

Uno degli obiettivi dichiarati dal top management è quello di realizzare sedi a Milano in numero e posizione tali da far distare meno di dieci minuti ogni milanese. A questo proposito, più dei 3/4 delle sedi sono state realizzate presso le stazioni della metropolitana, di cui tre nelle stazioni della M5. Prossimità territoriale che, in quattro casi, fuori Milano, si è trasformata in una partnership con Esselunga, posizionando delle sedi all'interno degli EsselungaStore.

Di seguito si illustra il Business Model Canvas dell'azienda, elaborato dal candidato.

KEY PARTNERS	KEY ACTIVITIES	VALUE PROPOSITION	CUSTOMER RELATIONSHIPS	CUSTOMER SEGMENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Professionisti a contratto</li> <li>- Assicurazioni, fondi ed enti mutualistici</li> <li>- Partner tecnologici digitali (Google, Amazon, SAP, Paypal, Hubspot)</li> <li>- Partner territoriali ad alta reputazione (Esselunga, ATM Milano)</li> <li>- Partner tecnologici elettromedicali (Siemens)</li> </ul>	<p>Ricerca del miglioramento continuo, aumento dell'offerta in termini di sedi, prestazioni e ore di agenda, servizi sanitari online (pagamenti e prenotazioni online, dossier clinico) e in sede (fast check-in)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piattaforma della salute con presa in carico dei bisogni del paziente anche tramite equipe sanitarie</li> <li>- Sanità privata di qualità accessibile al maggior numero di cittadini possibile con tempi d'attesa minimi</li> <li>- Sanità territoriale capillare unita alla digitalizzazione della sanità</li> </ul>	<p>Percorsi paziente interni all'azienda permettono di soddisfare tutti i bisogni (non ospedalieri) dei pazienti, che, mediamente, effettuano una prestazione all'anno</p>	<p>Pazienti a reddito medio-basso di Milano e dintorni (+ le altre città) per le prestazioni in sede, tutta Italia per le prestazioni online</p>
	<p><b>KEY RESOURCES</b></p> <p>Personale di staff tecnologico e manageriale in HO e health coach, piattaforme gestionali digitali in cloud</p>		<p><b>CHANNELS</b></p> <p>Servizi territoriali (sedi fisiche smart), servizi digitali (app, sito, social, newsletter, videoconsulti, videoterapie e telemedicina, medico in chat, monitoraggio da remoto), informazione e divulgazione scientifica</p>	
<b>COST STRUCTURE</b>		<b>REVENUE STREAMS</b>		
<p>Rimborso professionisti, innovazione tecnologica, sistemi gestionali su cloud, manutenzione e nuove aperture</p>		<p>"Ticket" delle prestazioni erogate No distribuzione profitti</p>		

**TABELLA 4: BMC SANTAGOSTINO**

Per offrire prestazioni a un prezzo contenuto ma di qualità, Santagostino cede una parte del valore creato, ma riesce ad ottenere marginalità grazie alla visione di sanità digitale, che permette di tenere facilmente sotto controllo la maggior parte dei processi aziendali e di renderli in qualche maniera più scalabili. Come spesso accade, digitale va di pari passo con rapidità, sia per crescita aziendale che per tempi d’attesa e accessibilità ai dati e ai servizi. Proprio per quest’ultima, sono attive prestazioni di teleconsulto e chat, oltre che una capillarità di sedi – al momento prevalentemente a Milano. A supporto della rapidità e digitalizzazione aziendale ci sono più di 200 dipendenti e più di 1000 professionisti clinici, oltre a più di 300 ambulatori.

Come anticipato nell’introduzione, il candidato ha svolto la sua attività nella divisione “operations”, in particolar modo operando nella diagnostica per immagini. Per questo motivo, l’elaborato, d’ora in avanti, si concentrerà prevalentemente su questa branca.

A differenza di altri competitor l’azienda ha introdotto la diagnostica per immagini soltanto dopo alcuni anni dalla sua apertura. In particolare, i primi investimenti in strumentazione diagnostica cosiddetta tradizionale o pesante sono avvenuti solamente nel 2017. All’inizio il servizio è stato erogato con l’aiuto di un provider esterno che forniva la forza lavoro necessaria allo svolgimento delle attività. A seguito di questo periodo di inzializzazione e avviamento, in cui il management ha sondato la risposta del mercato a questa tipologia di offerta, è stato intrapreso un percorso di internalizzazione della forza lavoro contrattualizzando direttamente alcuni medici radiologi (MR) e tecnici sanitari di radiologia medica (TSRM). Il candidato si è trovato in una fase di conclusione di questo processo di internalizzazione, iniziato nel 2020, conclusosi nel febbraio 2021. Questo processo ha interessato dapprima le sedi di nuova apertura quali Nembro Esselunga e Santagostino Donna - via Larga, entrambe aperte nel 2020, e in seguito hanno interessato i due poli milanesi di diagnostica e cioè Corvetto e Repubblica assieme alla sede distaccata di Bologna.

Il panorama del mercato contrattuale di medici e tecnici di radiologia vede queste figure molto richieste<sup>9</sup> e ha visto nella pandemia un freno allo spostamento tra regioni dei neolaureati. Per risultare più attrattivi sul mercato, considerando anche la difficoltà di garantire in tutte le sedi la piena saturazione delle agende, la scelta è ricaduta sullo schema contrattuale di “pieno per vuoto”, cioè, date le disponibilità in agenda, il medico e il tecnico vengono pagati a prescindere dalla presenza o meno di prestazioni. I compiti del MR non sono soltanto quelli di refertazione e di esecuzione

---

<sup>9</sup> Il numero borse nazionali disponibili specialistica radiodiagnostica è cresciuto dalle 482 borse disponibili nell’anno 2018-2019 (di cui 92 in Lombardia) (MIUR, 2019) alle 954 - +100% - per il 2020-2021 (di cui 178 in Lombardia - +95%) (MUR, 2021)

delle prestazioni (nel caso di refertazioni contestuali), ma anche quello di responsabile delle attività dei TSRM, comportando l'obbligo di presenza di un medico in struttura per ogni esame eseguito. Tra le figure che più si sono adattate a questa tipologia contrattuale vi sono i medici in pensione oppure prossimi alla stessa e i tecnici neo-laureati che non hanno superato/non hanno partecipato ai concorsi pubblici. Infatti, una delle difficoltà reclutamento sul mercato del lavoro è rappresentata dalla volontà di molti soggetti di effettuare una prima esperienza in ambito ospedaliero; esso, infatti, permette una più ampia panoramica di casi e, dunque, una formazione più completa. Tuttavia, l'impegno richiesto in queste strutture in termini di reperibilità, flessibilità delle mansioni, gestione delle urgenze, responsabilità clinica, porta alcuni professionisti ad abbandonare o nemmeno provare l'ambito ospedaliero in favore di uno più tranquillo, organizzato e lineare che si può trovare in un ambulatorio. Se questo schema contrattuale ha favorito l'afflusso di nuovo personale e ha semplificato la fase di contrattualizzazione, di conto le problematiche relative al COVID e ad alcune sedi hanno messo in primo piano la necessità di portare a saturazione le agende il prima possibile. Una volta raggiunto questo obiettivo l'azienda si propone di rivedere i suoi schemi contrattuali, in maniera tale che possano risultare più incentivanti e monitorabili, oltre che più tutelanti rispetto a un'assunzione a P.IVA. A tal proposito, si evidenzia la difficoltà di alcuni TSRM in termini di gravidanza: la legge impone la sospensione dalle mansioni radiologiche non appena si accerta lo stato di maternità, onde evitare possibili danni al feto; perciò, ne può conseguire che il tecnico non dipendente procrastini il più possibile la decisione di avere dei bambini per evitare di andare in difficoltà economica. Più controversa è la questione tutela dei diritti in termini di continuità lavorativa: alcune persone preferiscono non effettuare lunghe pause pranzo di modo da fare più ore e/o finire prima. Sia tecnici che medici hanno possono essere specializzati in una certa tipologia di prestazioni, come visto già nel capitolo primo; dal punto di vista contrattuale coloro che riescono a essere più flessibili e/o a effettuare compiti più complessi (come le risonanze per un TSRM e gli studi encefalici per i MR) necessitano una remunerazione superiore in quanto devono coprire individualmente un costo assicurativo che tiene conto della maggiore probabilità di errore dovuta alla forte diversificazione delle attività. In realtà, con l'introduzione della "legge Gelli-Bianco" dell'8 marzo 2017 che regola la materia della sicurezza in sanità e delle relative responsabilità, ha circoscritto le responsabilità per i reati di omicidio e lesioni personali commessi durante la professione per l'operatore sanitario, classificato come responsabilità extracontrattuali quelle derivanti dall'esercizio della professione in regime di SSN (in questo caso gli operatori rimangono nella teoria del "contatto sociale") e ridotto le possibilità di azioni di rivalsa della struttura sul medico, esercitabile soltanto in caso di dolo o colpa grave, a cui corrisponde comunque una divisione pari quota del risarcimento, salvo rare eccezioni. Per la struttura, invece, non è cambiato molto rispetto alle leggi abrogate. Come anticipato pocanzi, spetta

alla struttura l'onere della prova dell'assenza di colpe in quanto la colpa viene presunta. La responsabilità contrattuale che lega l'accusatore e l'accusato viene prescritta dopo dieci anni. L'unica lacuna ancora presente è nell'obbligo di assicurazione, di fatto assente; ciò le rende possibile il rischio di insolvenza in caso di condanna. (Avv. Chiarlini, 2021)

Se l'assicurazione potrebbe non essere una voce di costo significativa, di contro sicuramente in diagnostica per immagini la strumentazione gioca la sua parte. Infatti, talune macchine hanno dei costi di installazione e manutenzione molto elevati (fino a oltre un milione di euro di investimento). La politica contrattuale aziendale ha previsto l'"acquisto" in leasing finanziario di tutti i principali dispositivi di radiologia. Facendo un paragone, seppur improprio, con gli schemi contrattuali riservati al personale, si potrebbe dire che tutti i macchinari sono ammortizzati vuoto per pieno. Ciò risulta essere un'aggravante specialmente nel momento in cui non si riesce a saturare le agende né a offrire il servizio regolarmente.

Ai fini di questo elaborato, il candidato sceglie di uniformarsi alla definizione di diagnostica per immagini stabilita dall'azienda. Per questo motivo non sono oggetto di analisi le strumentazioni di gastroenterologia, di oculistica, né di odontoiatria. Per queste ultime, inoltre, Santagostino ha usufruito del service fino a tirocinio inoltrato, per cui anche per questo motivo non sono state prese in considerazione.

Un elemento chiave di discriminazione delle tecnologie e dei processi utilizzati in diagnostica per immagini è la capacità di interpretare le immagini a posteriori da parte di un qualsiasi altro operatore del settore. Per le prestazioni in cui si utilizzano sonde è difficile riuscire a rappresentare in maniera significativa gli esiti dell'indagine diagnostica per mezzo di immagini statiche; per questo motivo sono i medici in prima persona a eseguire l'esame, eseguendo una refertazione sincrona, e rientrano nella categoria di immagini a bassa interpretazione oggettiva. Come per la gastroenterologia, anche le prestazioni ecografiche – trasversali a diverse branche – non sono state prese in considerazione in questo lavoro.

### 3. La digitalizzazione nella diagnostica per immagini

Digitalizzazione, trasformazione digitale, quante volte si sentono dire, in qualsiasi settore e ambito. Ma che cosa significa davvero? Digitalizzare significa “*tradurre in forma digitale un segnale analogico continuo | convertire in formato digitale un testo, un’immagine, una serie di dati, ecc.*” (Garzanti, 2017). Quindi, significa convertire in serie numeriche, principalmente per favorirne la trasmissione. Il periodo fortemente caratterizzato dalla propagazione del virus SARS-COV-2 ha riaperto il dibattito proprio sulla trasmissibilità, che, declinata in ambito informatico, significa connessione e condivisione. Se da una parte si è cercato e si sta cercando ancora di limitare la circolazione del virus, dall’altra si sentono proclami che vogliono incentivare la *trasformazione digitale* in sanità. Basti pensare ai 15.63 miliardi di euro stanziati per la missione 6 – salute del PNRR, di cui 4 per investimenti in telemedicina (investimento 1.2, M6C1) e 7.36 per l’aggiornamento tecnologico e digitale (misura 1, M6C2) (Governo della Repubblica Italiana, 2021).

Come si misura la digitalizzazione? In letteratura si possono trovare diversi indicatori chiave: investimenti in ICT, acquisto di beni e servizi ICT, utilizzo dell’automazione, specialisti ICT. A livello mondiale, la sanità è tra le ultime posizioni tra i settori economici sia in spese in software e database, in relazione agli investimenti in immobilizzazioni – GFCF, e nell’acquisto di servizi ICT, in relazione all’output produttivo (Calvino & al., 2018). Un altro importante metro di misura del livello di digitalizzazione è la stima della maturità digitale. Infatti, secondo alcuni studi creati con raccolta dati tramite questionario (Horner, Symreng, & al., 2021), si può provare a classificare le performance digitali in un unico indice, il Digital Acceleration Index (DAI) in questo lavoro. Tuttavia, anche in questo caso emergono le difficoltà di confronto tra sistemi sanitari diversi e, soprattutto, tra enti erogatori diversi, come già approfondito nel primo capitolo.

La sanità digitale è spesso chiamata eHealth, che nello specifico può essere declinato in vari aspetti operativi. Nei capitoli seguenti si farà un grande utilizzo dei dati registrati nel sistema ERP aziendale, cioè di tutti quelle informazioni legate alla storia sanitaria di un individuo che sono state inserite nel software. Dato che la maggior parte di queste viene generata all’interno dell’ente erogatore, si può classificare come EMR – Electronic Medical Records. Invece, strumenti quali il FSE – Fascicolo Sanitario Elettronico, sono classificati come EHR – Electronic Health Records, in quanto ambiscono a essere paziente-centrici e, perciò, a contenere l’intera storia sanitaria del paziente. Alcune funzionalità dell’utilizzo di sistemi ERP per la sanità sono la possibilità di prescrizione direttamente digitale e la capacità di prenotazione online, di seguito appro-

fondite. Sotto il cappello dell'eHealth rientrano anche la telemedicina e la teleassistenza, già citate in precedenza, strumenti fondamentali in determinate situazioni, come in caso di persone con poca mobilità. Proprio questi ultimi, e non solo, possono o almeno potrebbero fare largo uso di tecnologie *assisted-living*, come sensori, robot, dispositivi medici elettronici connessi o automatizzati. Inoltre, è sempre più comune l'utilizzo della sanità *mobile*, cioè di applicazioni per smartphone o tablet che possono utilizzare o meno strumenti di misurazione/monitoraggio portatili specifici, tra cui anche dispositivi indossabili come gli *smart watch*. L'ultimo tassello della sanità digitale è caratterizzato da automatismi, sistemi predittivi e decisionali *data-driven*, cioè che sfruttano l'intelligenza artificiale (AI) in senso ampio, ivi comprese tecniche di machine learning (ML) e deep learning (OECD, 2020).

Fatte queste premesse, a quanto ammonta la spesa in sanità digitale? Secondo il più recente studio disponibile (School of Management - Politecnico di Milano, 2021), l'anno pandemico ha contribuito a una crescita della spesa (+ 5% sul 2019) per la sanità digitale, che tocca il miliardo e mezzo di euro. Tra i servizi online più utilizzati si trovano il ritiro dei referti, la prenotazione e il pagamento; mentre il canale digitale di comunicazione più utilizzato rimane l'e-mail, seguita da una netta crescita (valori più che raddoppiati) dell'utilizzo di piattaforme alternative. Interessante spunto viene dato dalle possibilità che si stanno aprendo per la telemedicina, specialmente per quanto riguarda pazienti cronici o con difficoltà; si stima, infatti, che circa un quinto delle visite di controllo per questi soggetti saranno eseguibili online, con un grosso risparmio in termini di ore impiegate per gli spostamenti. Proprio per la telemedicina e le cure a domicilio sono stati stanziati 4 mil EUR nel PNRR – missione 6C1 investimento 1.2 (Governo della Repubblica Italiana, 2021).

La diagnostica per immagini è una delle branche che sfrutta maggiormente la digitalizzazione, tanto da pervadere e rivoluzionare i processi operativi e le tecnologie chiave, oltre a quelle a supporto. L'esempio più lampante è la transizione dei supporti di radiologia dalle cosiddette pellicole, volgarmente lastre, ai supporti CD iniziata nei primi anni 80' con la radiografia computerizzata (CR) e sbocciata definitivamente a metà anni 90' con la radiografia digitale (DR) (Molinari, 2019). Perciò, se la branca ha come principale scopo quello di trasformare segnali in immagini, la visualizzazione delle stesse risulta elemento fondamentale per la buona riuscita dell'indagine. La diagnostica ha mosso i primi passi proprio nella digitalizzazione delle immagini, sia per il paziente, che, ancor più, per il professionista.

Per mappare al meglio le aree di impatto della rivoluzione digitale, il candidato suggerisce di porsi per un attimo dal punto di vista del paziente che necessita un approfondimento strumentale. Dal punto di vista operativo, l'esperienza si può suddividere

in quattro momenti successivi: insorgenza del bisogno di effettuare una diagnosi, prenotazione dell'appuntamento, effettuazione della diagnosi, ritiro dei referti. A differenza di numerose altre prestazioni sanitarie, la maggior parte delle prestazioni diagnostiche, utilizzando tecniche invasive che potrebbero danneggiare il soggetto, necessita di una prescrizione da parte di un medico, anche nel caso in cui si utilizzi il regime privato. L'obiettivo è quello di ridurre al minimo il numero di esami svolti, preservando il più possibile lo stato di salute del paziente. Ciò porta a dedurre che la prima fase, insorgenza del bisogno, non può che essere, nella quasi totalità dei casi, una conseguenza di un'indicazione di un professionista. Questa indicazione può essere individuata come l'output di una visita/consulto in cui l'operatore ha acquisito delle informazioni sullo stato di salute del paziente e l'ha indirizzato verso l'esame diagnostico. Qui incontriamo le prime informazioni che saranno oggetto di interesse per il servizio da erogare: tipo di servizio da erogare ed eventuale diagnosi preliminare (sospetto). Il primo è il dato principale – obbligatorio – per procedere con la seconda fase: la prenotazione. La distanza temporale tra i primi due momenti può variare; infatti, la prenotazione può essere svolta subito dopo l'insorgenza del bisogno oppure a ridosso della prestazione stessa<sup>10</sup>. Prescrizione e prenotazione, come già visto in precedenza, sono due passaggi che possono essere molto connessi fra loro e per farlo necessitano di essere entrambi digitalizzati. Per la prima si constata che attualmente la maggior parte dei medici utilizza il calcolatore per produrre il referto, ma la consegna dello stesso al paziente è prevalentemente cartacea. Solo durante la pandemia c'è stata una forte accelerazione della dematerializzazione delle prescrizioni, anche se tuttora alcune procedure burocratiche prevedono la consegna fisica cartacea delle stesse. Infatti, con il DPCM del 26 marzo 2008 fu istituito l'utilizzo della ricetta elettronica, che ha valenza del dato cartaceo, ma deve essere inviata al MEF (Ministero dell'Economia e delle Finanze) in formato elettronico per il monitoraggio della spesa sanitaria. Invece, la ricetta dematerializzata, istituita con il DL del 2 novembre 2011, vede la prevalenza del dato informatico, registrato in tempo reale sui sistemi informativi delle ASR tramite le piattaforme regionali, SAR, e nazionali, SAC (CSI Piemonte). Tuttavia, nonostante queste leggi, il farmacista deve stampare la prescrizione per poter apporre su di essa le etichette dei farmaci dispensati al paziente, da consegnare all'ASL per riscuotere il rimborso.

Le stesse prescrizioni sono parte integrante dell'atto medico radiologico, perciò vanno conservate assieme al referto. Il metodo di conservazione è spesso cartaceo (eventualmente digitalizzato tramite scansione) nel caso in cui il paziente si presenti con una prescrizione cartacea. Perciò, una completa dematerializzazione delle prescrizioni, favorita da una più semplice connessione tra i sistemi informativi potrebbe

---

<sup>10</sup> D'ora in avanti, per semplicità, verrà considerato come prenotato anche l'appuntamento creato un momento prima dell'esecuzione dell'esame

rendere più agevole queste procedure burocratiche. Inoltre, proprio durante la fase di prenotazione è possibile che venga richiesta la prescrizione, specialmente per le prestazioni erogate in regime pubblico o convenzionato. Qui sorge uno dei problemi del sistema sanitario italiano, che nega l'accesso ai database nazionali a tutti gli erogatori privati, aumentando la complessità burocratica e la probabilità dell'insorgenza di errori. Il paradosso è proprio la gestione ambigua permessa agli erogatori accreditati, che, dato che possono erogare prestazioni in regime SSN, possono accedere a determinate informazioni anche in caso di erogazione totalmente *out-of-pocket*. In particolare, Santagostino, in quanto erogatore privato, non può accedere a numerose informazioni e, perciò, per semplificare il processo di prenotazione online, non richiede il caricamento della prescrizione. Ciò comporta a possibili errori di prenotazione, con conseguenti cancellazioni e disagi. È proprio la prenotazione ad aver subito una forte rivoluzione a seguito dell'avanzamento tecnologico: l'introduzione di mezzi di comunicazione più efficienti, come il telefono e il fax, hanno reso possibile e quasi necessario il ricorso ad agende per segnare gli appuntamenti – e le disponibilità dei professionisti; tuttavia, sono le invenzioni del computer prima e del WEB dopo che hanno rivoluzionato maggiormente i modelli operativi. Una delle funzionalità della prenotazione online è la possibilità di mandare dei *reminder* al paziente, fornendo anche la possibilità di disdire l'appuntamento per tempo. Fino a qualche anno fa questa attività veniva svolta prevalentemente da call-center ed eventualmente tramite invio di mail. Ad oggi, invece, l'utilizzo di personale che confermi le prestazioni è ridotto a casi eccezionali e/o anomali, mentre il promemoria è inviato tramite SMS e/o notifica sull'applicazione dedicata.

Uno degli step in cui la digitalizzazione non è ancora riuscita a entrare in modo pervasivo è la raccolta del consenso informato. Per le ragioni già discusse in precedenza, per la maggior parte delle prestazioni di diagnostica per immagini il paziente è tenuto a compilare un modulo in cui vengono illustrate le specifiche dell'esame a cui si sta per sottoporre, a cui deve prestare il consenso esplicito pena l'impossibilità a effettuare la prestazione stessa – eccetto nel caso di urgenze, in cui il personale sanitario valuta personalmente come meno dannoso procedere a un'indagine. Inoltre, al paziente vengono sottoposte alcune domande utili alla comprensione dell'operatore del quadro di rischio. Attualmente, nella maggioranza dei centri, ivi compresi quelli di Società e salute, questo processo informativo è su supporto cartaceo. Infatti, l'unica funzionalità introdotta ad oggi è l'invio preventivo del modulo stesso, ma ciò non risolve il problema in quanto è necessaria una firma in originale e, perciò, velocizza soltanto i tempi di accettazione. Per altro, essendo un compito assegnato al paziente, sono rari i casi in cui questo si presenta con il consenso già stampato e compilato. Le principali problematiche legate alla digitalizzazione di questo processo risiedono nei costi da sostenere per intraprendere una delle possibili firme: FEA con

OTP<sup>11</sup>, grafometrica o glifometrica. La prima è una tipologia di firma elettronica utilizzata, ad esempio, per acconsentire a determinate operazioni finanziarie, mentre la seconda prevede una firma effettuata su hardware e software specifici. L'ultima è la possibilità di visualizzare tramite un codice QR la documentazione con valore di firma originale. Uno dei problemi dell'utilizzo di firme fisiche, come quella grafometrica, è la necessità di esplicito consenso al trattamento di dati biometrici.

Il primo consistente e determinante flusso informativo tra paziente e struttura avviene al momento dell'accettazione, in cui è necessario verificare l'identità e una valutazione oggettiva di idoneità, come il confronto tra quanto prescritto e quanto prenotato, oltre alla verifica dell'esecuzione di eventuali procedure preliminari. Inoltre, già in questa fase potrebbe essere richiesto il pagamento; in alternativa può essere a fine visita, anticipato o automatizzato. Di particolare interesse è proprio questa funzionalità, presente in Santagostino per alcune prestazioni; il pagamento avviene a seguito di un trigger (es fine visita) effettuando un prelievo automatico dal CC bancario relativo alla carta associata all'utente.

Tutte le informazioni anagrafiche che caratterizzano il paziente vengono caricate su un profilo dedicato creato (o già presente) su HIS – Hospital Information System, una tipologia di sistemi gestionali, tra cui figura anche il sistema NSIS – Nuovo Sistema Informativo Sanitario. In particolare, quest'ultimo fu introdotto a seguito della promulgazione della legge 23 del dicembre 2000 (art. 87) con l'obiettivo di rappresentare uno strumento di monitoraggio dello stato di salute della popolazione, dell'efficacia/efficienza del sistema sanitario, dell'appropriatezza dell'erogazione delle prestazioni in rapporto alla domanda di salute e della spesa sanitaria, oltre che di misura della qualità, efficienza e appropriatezza del SSN (Ministero della Salute, 2012). Tornando al sistema HIS dell'azienda, oltre che essere completamente in cloud, ulteriore step per una digitalizzazione connessa, si può classificare come EMR o, più commercialmente, cartella clinica sanitaria. Questa contiene, oltre alle informazioni anagrafiche, l'archivio dei referti e delle fatture. In Santagostino è possibile accedere online via browser oppure via app alla propria cartella tramite un'interfaccia chiamata dossier.

Se il flusso informativo finora analizzato si riferisce a una branca diversa, non entrerebbero in gioco ulteriori sistemi informativi; tuttavia, la diagnostica per immagini necessita di una serie di procedure standardizzate sia come sequenze di sistemi che come linguaggi di comunicazione fra questi. Perciò, l'HIS invia le informazioni necessarie al RIS – Radiology Information System, che è il sistema deputato a fare da tramite tra HIS e dispositivi diagnostici, di modo da avere una corrispondenza esatta tra

---

<sup>11</sup> La sola firma OTP non è sufficiente, perciò sarebbe comunque richiesta una firma grafometrica su documenti residuali da effettuarsi in sede

immagini, referti e anagrafica. A partire dal consenso informato, il TSRM dovrebbe compilare su RIS la scheda anamnestica in cui aggiungere altre informazioni fondamentali recepite durante il breve colloquio di preparazione all'esame. In realtà, la dematerializzazione di questo processo non è ancora ultimata in toto, il che comporta a una trasmissione cartacea dei documenti relativi al paziente.

Come anticipato in precedenza, è durante l'esame che si vedono i principali impatti della digitalizzazione sulla qualità. Infatti, il TSRM può vedere in tempo reale delle anteprime delle immagini e, in base a quelle, scegliere determinate sequenze/proiezioni. Inoltre, ci sono numerose funzionalità automatizzate che permettono di regolare diversi parametri in base al tipo di organo ispezionato. Successivamente l'addetto seleziona le immagini definitive e le invia al PACS - Picture Archiving and Communication System, un sistema di archiviazione standard per immagini medicali, che esegue l'associazione univoca tra immagini e anagrafiche. Quest'ultimo, dopo un time-out impostato, chiude la possibilità di ricezione di nuove immagini, colleziona quelle ricevute, le manda in stampa e le rende disponibili alla consultazione al MR tramite RIS.

A questo punto, il paziente deve procedere soltanto al pagamento, qualora non eseguito in precedenza, e attendere la consegna dei referti. Questa può avvenire in forma cartacea e su supporto CD (per le immagini) oppure tramite consultazione online sul proprio dossier. Infatti, Santagostino permette al paziente di collegarsi al PACS tramite un link e una modalità di visualizzazione<sup>12</sup> dedicate.

L'unica eccezione rispetto al flusso appena descritto, per le prestazioni oggetto di analisi in questo elaborato, è rappresentata dalle prestazioni di mammografia, le quali, per scelta aziendali, prevedono sempre un consulto con un MR senologo in aggiunta all'esame strumentale, con relativa refertazione contestuale.

Se al paziente rimane soltanto attendere la possibilità di ritiro/accesso ai referti, con l'arrivo delle immagini a RIS si apre la disponibilità di refertazione della prestazione. Il MR, tramite accesso alla propria area personale, visualizza tutti gli esami in attesa; scelto uno, il RIS trasferisce su uno o più monitor medicali le immagini provenienti dal PACS e su uno standard le informazioni anagrafiche e quelle inserite dal TSRM. L'inserimento della diagnosi può avvenire tramite tastiera oppure tramite dettatore vocale. Infine, appone una firma digitale al documento, tramite chiavetta USB della Camera di commercio o apposita smart-card.

---

<sup>12</sup> La qualità delle immagini visibili dall'utente è differente da quella visualizzabile dal MR, che, infatti, utilizza specifici monitor – monitor medicali – dato l'alto contenuto informativo e la necessità di rilevare ogni dettaglio disponibile

La digitalizzazione è parte integrante con la diagnostica per immagini, ma l'intelligenza artificiale ha permesso di sviluppare nuove funzionalità a supporto degli operatori, come illustrato nel capitolo 5.2.

Uno dei principali problemi riscontrati nelle applicazioni di AI come supporto alla refertazione è la forte personalizzazione degli algoritmi, che necessitano di un set di allenamento specifico del dispositivo e del distretto. Ad esempio, un training eseguito su un dataset di risonanze alla spalla eseguite con un macchinario della Esaote, non potrà essere utilizzato per applicazioni riguardanti un piede né eseguite con un macchinario di un'altra marca, ad esempio Philips.

L'AI non è usata soltanto per creare nuove funzionalità, ma può essere usata come alternativa ad altri algoritmi/software preesistenti. È il caso della stratificazione del rischio, procedura tipica in ambito diagnostico. In particolare, si prende ad esempio quella relativa alla capacità di detezione di un carcinoma mammario a seguito di una mammografia. La maggior parte degli erogatori del servizio attua una procedura "manuale", sulla base di alcune guide che si trovano in letteratura; tuttavia, questa procedura richiede molto tempo e, quindi, non viene eseguita sovente. La principale alternativa è l'utilizzo di software dedicati, che eseguono l'operazione in completa autonomia, lasciando al MR senologo il parere finale. Lo svantaggio principale di questi strumenti è l'elevato costo. Perciò, come alternativa, si possono usare algoritmi di ML di apprendimento, che risultano essere più economici, ma risentono della problematica dell'allenamento e della specificità di applicazione.

Oltre ai flussi informativi visti fin ora, esistono numerosi altri processi in cui la digitalizzazione ha giocato un ruolo fondamentale. Ad esempio, grazie all'utilizzo massivo di DB è possibile individuare, mappare e incentivare determinati percorsi paziente, intesi come successive visite specialistiche indicate per prendere appieno in cura la problematica. Ciò ha permesso di direzionare le scelte strategiche di investimento e potenziamento dell'offerta. Inoltre, sono stati introdotti sistemi gestionali per la gestione dei dispositivi medici in termini di installazione, manutenzione ordinaria e straordinaria, gestione dei contratti, connessione da remoto per interventi software. Oltretutto, ci sono numerosi sistemi di ticketing connessi ai sistemi di gestione dei macchinari, così da poter tener traccia degli interventi eseguiti. In questo modo si riescono a monitorare i costi di ogni singolo investimento e a tenere in ordine i rapporti contrattuali con i fornitori.

Come già sottolineato più volte in precedenza, uno dei problemi delle aziende private è l'incapacità di accedere a database della sanità pubblica per recepire informazioni utili riguardo al paziente. Ad esempio, nonostante la medicina tenda a preferire le ridondanze, è comunque auspicabile ridurre le ripetizioni che non apportano alcun

tipo di valore aggiunto, a maggior ragione in diagnostica, dove, per legge, non è possibile esporre il paziente a una soglia di dose di radiazioni in un determinato periodo. Uno degli strumenti più discussi a disposizione del SSN è il FSE, già menzionato in altri paragrafi, ma che merita un piccolo approfondimento. Introdotto con l'art. 12 del DL 179/2012, a seguito di numerosi tavoli e Conferenze Stato-Regioni, costituisce uno dei primi progetti di digitalizzazione in ambito sanitario portati avanti secondo delle linee guida nazionali al fine di perseguire una progettazione omogenea non solo su base nazionale, ma anche su base europea (Camera dei deputati). Nonostante una partenza "a macchia di leopardo" e diversi problemi di interoperabilità tra i FSE progettati e costruiti dalle varie ASR, per cui è stata istituita nel 2017 una infrastruttura nazionale di interoperabilità, attualmente l'attuazione ha raggiunto il 100 % nella maggior parte delle regioni e province autonome – media del 96.67 % e minimo pari all'85 % in Sardegna (Agenzia per l'Italia Digitale (AgID), 2021). Diametralmente opposti sono i dati del monitoraggio relativi al tasso di utilizzo del FSE, che registrano valori insoddisfacenti sia in termini di consultazione (in media il 26.52 % dei cittadini lo usa regolarmente, nonostante un'aderenza del 70 % e meno della metà dei medici abilitati lo usa) che di alimentazione (in media meno del 5 % dei medici e meno del 40 % delle aziende sanitarie). Il perseguimento degli obiettivi di miglioramento complessivo della qualità dei servizi, ad oggi, è stato tutt'altro che economico e se è difficile trovare una cifra ufficiale delle spese affrontate (208 milioni di euro stanziati per il quadriennio 2018-2021 (quotidianosanità.it, 2019)), è indicativo lo stanziamento dedicato nel PNRR pari a 0.81 miliardi di euro (oltre a 0.57 miliardi per la tessera sanitaria elettronica e 0.29 miliardi per il rafforzamento del NSIS) (Governo della Repubblica Italiana, 2021).

Nei paragrafi precedenti l'attenzione è stata riposta principalmente sull'esperienza paziente, tuttavia, la digitalizzazione ha impattato anche nel monitoring. Infatti, l'attività di monitoraggio delle performance svolta prevalentemente dal middle management si basa prevalentemente su report dei responsabili delle sedi/dei reparti e sui dati a disposizione sui sistemi gestionali. I primi dati messi a disposizione sono stati quelli di tipo economico, utili sia per l'area operativa che, soprattutto, per quella amministrativa e contabile. La principale fonte di alimentazione di questo tipo di dati è quella relativa alle fatture, sia per quanto riguarda quelle ai clienti (prevalentemente pazienti) che ai fornitori (personale incluso). A questi si sono potuti aggiungere, nel tempo, diversi KPI rappresentativi di obiettivi strategici ben definiti, tra cui la qualità clinica e le performance produttive. Alla base di queste evoluzioni, rientra quasi sempre la digitalizzazione dei processi, che permette di tenere traccia dei singoli avvenimenti in maniera comprensiva, dettagliata e uniforme.

La qualità clinica è un obiettivo che pone al centro, nuovamente, l'esperienza del paziente. Per questo motivo, il miglior modo per riuscire a monitorarla è quello di riuscire a tenere traccia della maggior parte delle problematiche emerse. Santagostino, come altri competitor, permette di presentare reclami direttamente online, per segnalare disagi di ogni genere, dall'esperienza in sede a quella online. I momenti chiave dell'esperienza del paziente in presenza sono la rapidità di accettazione e la puntualità degli appuntamenti, oltre alle relazioni interpersonali intrattenute con i dipendenti della struttura. Mentre per l'esperienza da remoto sono rilevanti l'accessibilità ai sistemi di prenotazione e di consultazione dei referti, i tempi di attesa per gli appuntamenti e, tipico della diagnostica asincrona, quelli per il ritiro dei referti.

I vincoli di progetto sono la base del project management, ma valgono anche in questo ambito. L'obiettivo principale è, infatti, quello di minimizzare tempi e costi mantenendo o aumentando la qualità del servizio offerto. La digitalizzazione permette di trasformare in scalabile, un servizio che in principio non lo è. Ogni obiettivo può essere misurato in termini di efficacia, efficienza ed economicità, oltre che per qualità percepita. Tracciando i processi si riescono a rendere oggettive alcune misure, diversamente fortemente soggette a interpretazione; in questo modo si riescono a prendere delle decisioni *data-driven*. In termini di mappatura dei flussi, l'introduzione di sistemi ERP sempre più funzionalità e capacità di memoria ha permesso una maggior connessione tra i vari output. Il primo ostacolo è la capacità di tracciare correttamente i dati, compito non semplice dal punto di vista operativo quando si ha una grossa quantità di dati e un insieme di processi molto "umanizzati". Infatti, se in una catena di montaggio industriale il ruolo del personale può, in certi casi, essere marginale in termini di registrazione dei dati, in un servizio B2C è complicato tenere traccia dei singoli comportamenti, data l'elevata variabilità degli stessi. Infatti, se si può ipotizzare di riuscire a comprendere le performance di un proprio dipendente che ripete numerose volte lo stesso compito, risulta molto difficile tenere traccia in maniera oggettiva o almeno completa le azioni dei clienti, meno ancora le cause scatenanti. L'ambizione del monitoraggio di sistemi complessi è quella di riuscire a comprendere i meccanismi che li alimentano, ma, più realisticamente, è già da considerarsi un buon risultato quando si riescono a misurare gli effetti di eventuali modifiche/deviazioni.

## 4. Il problema della mancata erogazione

Il comportamento dei pazienti che probabilmente più di tutti colpisce qualsiasi sistema sanitario è l'evento di mancata erogazione di una prestazione precedentemente riservata (Gupta & Denton, 2008). La prenotazione in sanità è ormai imprescindibile, soprattutto per le prestazioni erogate con il SSN. Se nella maggior parte dei servizi la prenotazione serve più che altro come organizzazione, in questo ambito diventa obbligatoria nel momento in cui l'offerta è altamente sottodimensionata rispetto alla domanda<sup>13</sup>. Il paziente che non si reca all'appuntamento contribuisce in maniera sensibile ad aumentare l'inefficienza dei servizi, rendendo ancor più grave il problema delle liste d'attesa. Per fare alcuni esempi, secondo uno studio condotto in Emilia-Romagna nel 2016, l'11 % delle visite specialistiche non sono state erogate a causa di pazienti che non si sono presentati (Toth, 2020). Il problema non affligge soltanto l'Italia, ma tutto il globo. Ad esempio, negli Stati Uniti d'America tra il 1997 e il 2008 in dieci diverse strutture è stato registrato un tasso di mancata erogazione del 18.8 % (Kheirkhah, Feng, & al., 2016). A tal proposito, di particolare interesse è un lavoro di revisione della letteratura svolto sul scala globale, che ha preso in considerazione un campione di 105 studi di *scheduling* di appuntamenti basati sulla problematica del no-show, che riporta un'alta variabilità della problematica (dal 4 % al 79.2 %) con marcate differenze tra le specialità, il periodo storico e i continenti (Dantas, Fleck, & al., 2018). La media totale, in questo studio, è del 23 %, 19.3 % in Europa e circa il 15 % negli esami diagnostici e di laboratorio. In termini economici si possono trovare diversi riferimenti, che, tuttavia, risentono dell'alta variabilità del fenomeno. Uno dei valori più alti stimati è pari a 150 miliardi di dollari statunitensi ogni anno negli US (Gier, 2017). Un impatto rilevante, ma molto inferiore, è stato registrato in uno studio nel Regno Unito: 600 milioni di sterline britanniche all'anno per il sistema sanitario locale (Kennard, 2009). Per gli studi privati la stima è tra il 3 % e il 14 % dei ricavi annui (Moore, Wilson-Witherspoon, & Probst, 2001).

Nonostante non sia facile trovare un accordo comune sul livello di NS né sugli impatti economici, la maggior parte della letteratura concorda sulle due principali strategie di reazione e prevenzione della problematica: l'*overbooking* e i *reminder*. Alla base di entrambe c'è la digitalizzazione, la quale può contribuire in maniera sensibile alla riduzione del tasso di mancata erogazione. Infatti, il miglior modo per effettuare efficientemente uno *scheduling* in *overbooking* è quello di comprendere e, quindi, prevedere la probabilità di NS; d'altra parte, per riuscire a creare un efficace sistema di memoria al paziente occorre avere un alto tasso di connettività e automazione dei sistemi (Li, Yu Tang, Johnson, & Lubarsky, 2019).

---

<sup>13</sup> A fine capitolo 1 viene approfondito il tema delle liste d'attesa

La prima strategia verrà discussa nel capitolo 5. Per quanto concerne la seconda, si possono adottare diverse tipologie di promemoria: dalla chiamata del call-center all'e-mail, dall'SMS alla notifica sull'app dedicata. Indubbiamente, le prime tecniche menzionate sono anche le più obsolete e, nel caso della chiamata, anche più costose. Secondo uno studio già menzionato, la chiamata riduce il tasso di NS di meno di tre punti percentuali (Kheirkhah, Feng, & al., 2016); l'unione di questa con i sistemi di *reminder* automatici via SMS sortisce simili effetti (Snodgrass & Schoch, 2019). Altri, invece, non hanno trovato delle differenze significative nell'adottare questa strategia (Chong & al., 2017). In generale, occorre ponderare con attenzione il costo dell'operatore con gli impatti che la chiamata può generare. Questo rapporto costi-benefici, aggiunto al gran numero di appuntamenti, è il principale ostacolo nella sanità pubblica, che difficilmente mette in pratica politiche attive *data-driven* di questo genere. Le principali problematiche delle notifiche su app o da SMS sono la minor affidabilità e la difficoltà del mappare le cause della disdetta. Tuttavia, a parte un investimento iniziale e piccoli investimenti di manutenzione, i costi da sostenere sono nettamente inferiori, oltre al vantaggio di avere i processi più automatizzati e, quindi, con minori errori di tracciamento.

Una terza strategia percorsa, questa sì nelle strutture pubbliche, è quella della penalizzazione, sulla falsa riga di quanto avviene nel settore alberghiero. Ad esempio, a partire dal 2016 in Emilia-Romagna è stata inserita una penale fissa di 46 € per tutte quelle persone che non disdicono l'appuntamento entro due giorni dalla data riservata. Se da un lato saranno notevolmente aumentate le situazioni scomode di lamentele e disagi, dall'altra il tasso di NS sembra essere crollato drasticamente intorno all'1 % (Toth, 2020). In maniera simile, altre regioni hanno deciso di applicare delle penali, come la Lombardia che in risposta all'oltre milione di NS (su circa 17 milioni di visite) ha introdotto la penale a partire dal 2019 (Roncato, 2017), anche se, probabilmente per causa COVID, non si sono più trovate notizie in merito.

Santagostino utilizza e sperimenta dei sistemi ibridi, caratterizzati da SMS, notifiche app, e-mail e chiamate. Data la politica di costi contenuti, per l'azienda è più difficile sostenere azioni di accertamento accurate, se non per prestazioni ad alto valore. Un esempio concreto in diagnostica per immagini è rappresentato dagli RX che durano pochi minuti e costano 35 euro, per cui non sembra valere la pena investire in certi tipi di operazioni; di contro, le prestazioni con mezzi di contrasto, che superano i 100 euro fino ad arrivare a 350 euro, meritano maggior attenzione, anche alla luce dei numerosi costi aggiuntivi da sostenere, quali personale anestesista, personale infermieristico (opzionale) e farmaci, oltre al fatto che gli slot sono più lunghi.

## 4.1 Gli impatti della mancata erogazione

Una delle principali difficoltà nella stima degli impatti di questo fenomeno è dovuta principalmente all'alta variabilità dei sistemi e alle considerazioni in merito. Innanzitutto, occorre fare una precisazione riguardo quanto possibile trovare in letteratura e, di conseguenza, come si è deciso di procedere. La maggior parte dei *paper* consultati utilizza come variabile dipendente il NS. Tuttavia, come mostrato in seguito, questa variabile non è sempre affidabile e, soprattutto, non è l'unico evento a forte impatto economico-organizzativo per l'ente erogatore. Infatti, occorrerebbe prendere in considerazione gli eventi di cancellazione a ridosso della data di effettuazione, in quanto tanto più impattanti quanto più ci si avvicina a essa. Tecnicamente il NS è un evento in cui il paziente non si presenta fisicamente all'appuntamento, mentre la cancellazione è l'evento in cui il paziente o l'erogatore decide di non effettuare una prestazione precedentemente prenotata. Non sempre è possibile, in letteratura, comprendere come vengano trattate le cancellazioni: se non considerate nel dataset oppure considerate ma alla stregua delle prestazioni erogate. Data la difficoltà di discriminazione dei due eventi e, soprattutto, dati gli impatti rilevanti che possono avere entrambi, il candidato ha deciso di procedere con due approcci differenti. Il primo è il calcolo della "probabilità di default" della prenotazione al momento della sua creazione, considerando come variabile dipendente la mancata erogazione. Il secondo è il calcolo della "probabilità di default a ridosso" della prestazione, considerando come variabile dipendente la mancata erogazione senza preavviso. La scelta della soglia per cui è stata discriminata la quantità di preavviso sufficiente è stata dettata dall'andamento della lista di attesa, come illustrato in seguito, e dall'arrotondamento effettuato nel calcolo del preavviso; infatti, ponendo la soglia pari a 1, si considerano come "a ridosso" tutte le cancellazioni avvenute al massimo 36 ore prima (1.5 giorni) della prestazione, perciò tutti gli eventi il giorno prima dell'erogazione. Per questo motivo le variabili indipendenti che saranno illustrate nei prossimi paragrafi saranno confrontate per entrambe le variabili dipendenti di interesse.

Fatta questa importante premessa metodologica, si desidera porre l'attenzione sulla quantificazione dell'impatto. Il metodo più semplice di calcolo è la stima dei mancati ricavi, calcolati come somma dei probabili importi delle singole prestazioni. Tuttavia, occorre considerare i costi associati a ogni singolo slot di agenda; tra quelli diretti rientrano senza dubbio i costi dei professionisti, specialmente nel caso di Santagostino essendo retribuiti con compenso orario e non a prestazione, ed eventuali costi di materiali d'uso. Non vanno trascurati i costi dei macchinari, ammortamenti o affitti,

manutenzione, ecc., i costi dei locali, compresa la bolletta elettrica<sup>14</sup>, i costi informatici legati all'aumento di dati con conseguente adeguamento del dimensionamento dei sistemi e i costi del personale di staff del management per la pianificazione delle agende e il *monitoring*. Infine, di difficile quantificazione, non va trascurato il problema reputazionale dovuto all'allungamento delle liste d'attesa oltre a possibili effetti sulla salute mentale di professionisti che si vedono cancellate numerose visite (questo effetto è trascurabile nella branca dell'azienda oggetto di analisi). Indubbiamente, la somma di tutti questi costi non dovrebbe superare l'importo incassato, ma difficilmente è coperto dall'importo del ticket presente nella sanità pubblica. Per un privato che utilizza una politica di prezzi accessibile, l'attenzione nella valutazione e nella determinazione della competenza dei costi potrebbe risultare essenziale nel bilancio dei costi e dei ricavi. In strutture private di società di capitale i costi diretti oscillano tra il 25 % e il 75 % dell'importo richiesto al paziente. In diagnostica per immagini gran parte dei costi è assorbita dai costi dei macchinari, secondi solamente alle sale chirurgiche. La digitalizzazione ha contribuito e potrà ancor di più contribuire a una più precisa misura e attribuzione dei costi indiretti.

Anche per quanto concerne i ricavi stimati ci possono essere degli scostamenti, soprattutto in caso di convenzioni/assicurazioni. Nei calcoli seguenti sarà utilizzato come valore quello stimato dal software; le motivazioni sono illustrate nei paragrafi di analisi della variabile importo.

Come ultima considerazione occorre valutare il livello di rimpiazzo degli slot liberati. Infatti, non è corretto confrontare agende sature con altre meno, agende con frequenza di disponibilità alta con altre a cadenza settimanale. Inoltre, occorre prestare attenzione agli spostamenti delle prestazioni, comprese le possibili differenti procedure utilizzate dagli operatori.

Per questioni di riservatezza, in tutto l'elaborato saranno usati riferimenti percentuali relativi ai dati a disposizione e non i rispettivi valori assoluti. Come prima approssimazione, si utilizzeranno le stime di distribuzione del fatturato relative al 2020 presenti nel report annuale (Società e salute Spa, 2020).

Il primo riferimento scelto è quello lordo, il più pessimistico, che considera come perdita tutti i record che non si sono trasformati in una erogazione. In percentuale, il 35 % delle prestazioni risulterebbe non erogato, per un mancato incasso proiettato<sup>15</sup> pari a circa un milione di euro nel 2020. Utilizzare questo dato come perdita effettiva

---

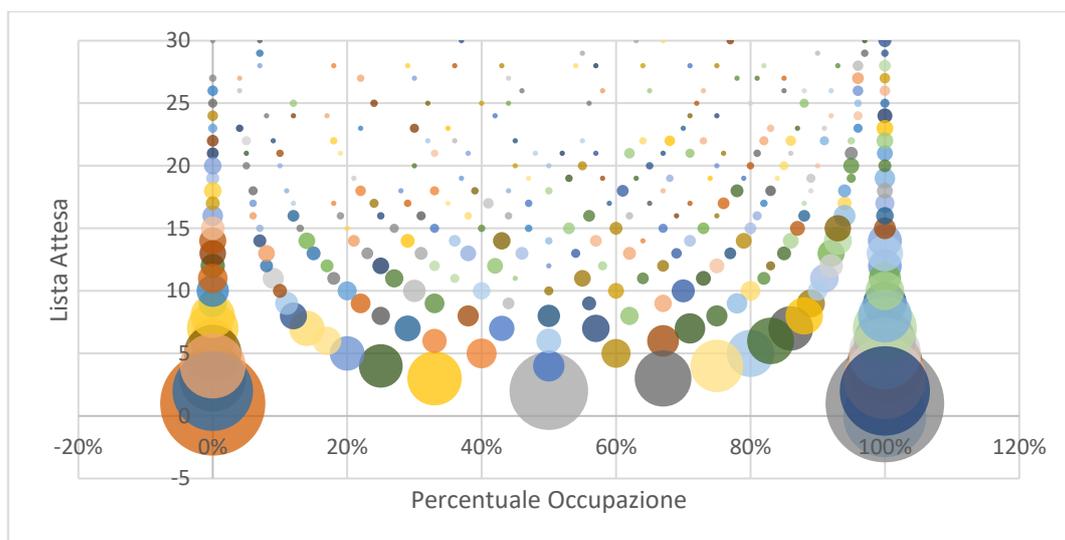
<sup>14</sup> Alcuni macchinari, come le risonanze magnetiche ad alto campo, non vengono mai spente se non in casi d'emergenza

<sup>15</sup> La proiezione è fatta basandosi sui valori assoluti della diagnostica per immagini riportati nel report (Società e salute Spa, 2020), non corrisponde ai dati reali di riferimento – periodo 2021

sarebbe sbagliato; infatti, occorre precisare che soltanto il 55 % circa di questo mancato incasso è riferibile a cancellazioni avvenute senza preavviso o con preavviso molto scarso; perciò, la prima stima di perdita è pari a circa 550 mila euro all'anno. Questa proiezione è la base di partenza del possibile ordine di grandezza della problematica.

Facendo un piccolo passo indietro, circa il 35 % dei mancati incassi lordi è costituito da prestazioni spostate (di cui circa il 10 % più di una volta) per cui tecnicamente, relativamente alla volontà di quel paziente di eseguire una determinata prestazione, non si può parlare di mancato incasso, ma di spostamento dello stesso in un altro momento. Tra questi spostamenti, circa il 55 % è avvenuto senza preavviso, perciò, in prima battuta, si potrebbero stimare come perdite effettive, che, infatti, concorrono nella prima stima di perdita eseguita per un ammontare pari a circa 200 mila euro. In contrapposizione, si evidenzia come circa il 3 % dei ricavi delle erogazioni – pari a circa 60 mila euro in proiezione – abbia una lista di attesa nulla o pari a 1 (confrontabile con i mancati preavvisi) e arrivi da una prenotazione spostata, compensando in parte la perdita appena menzionata.

Circa il 9.5 % dei ricavi è stato generato da prenotazioni con lista d'attesa nulla di cui il 10 % circa proveniente da spostamenti. Per indagare ulteriormente i comportamenti dell'ultimo minuto, si possono prendere in considerazione le prenotazioni multiple, che permettono di stabilire con maggior accuratezza il minor numero di prestazioni aggiunte e cancellate direttamente in sede. Quasi il 40 % dei ricavi a lista nulla è generato da aggiunte (o modifiche) in sede ad altre prestazioni già prenotate, di cui oltre il 6 % da spostamenti. Di contro, meno dell'1 % delle cancellazioni è avvenuta sicuramente in sede, ma il dato potrebbe essere superiore. Inoltre, il software ha registrato un ulteriore 3.5 % di prestazioni erogate direttamente senza prenotazione. Perciò quasi il 5 % del fatturato proviene da prenotazioni *last minute* non strettamente collegabili ad altre prenotazioni, che, in parte, compensano le cancellazioni.



**FIGURA 1: GRAFICO A BOLLE PERCENTUALE OCCUPAZIONE SLOT/LISTA D'ATTESA**

Come mostrato in figura 1, è ancora più complesso il calcolo tenendo conto della saturazione, considerando la probabilità che quello slot venga occupato da un altro paziente. Nel grafico di dispersione a bolle di frequenza la percentuale di occupazione è stata approssimata a 2 cifre decimali (es. 43 %); a diametro maggiore corrisponde un numero maggiore di casi.

Una prima approssimazione che può essere fatta consiste nell'attribuire il costo del mancato incasso in maniera esponenziale. Cioè con la formula *Perdite prima approssimazione* =  $\sum \text{importo} * e^{-preavviso}$ , che, in proiezione, corrisponderebbe a circa 500 mila euro all'anno.

Fatte queste considerazioni, la perdita dovuta a questa problematica sembra essere stimabile non oltre il 20 % del fatturato. Si ricorda che più le agende sono sature e con una frequenza di disponibilità alta, più ci si avvicina a questa soglia. In quest'ultimo scenario, il relativo costo medio per paziente stimato è di circa 15 euro per prestazione erogata. A questa cifra andrebbero eventualmente dedotte le marginalità inserite dall'azienda, per poter compensare almeno i costi diretti sostenuti dall'azienda. Secondo il candidato, per i motivi descritti, l'azienda dovrebbe tenere in considerazione una riduzione media della marginalità compresa tra 5 euro e 7.5 euro, corrispondente a una forbice del 7-10 % dell'importo richiesto.

## 4.2 Modelli predittivi

Come anticipato nell'introduzione del capitolo, in letteratura si possono trovare numerosi lavori in cui vengono valutati gli effetti di alcune misure che possono essere intraprese per mitigare l'insorgere di appuntamenti non erogati, tra cui i messaggi *reminder* oppure le penalizzazioni economiche. Parimenti, ci sono svariati *paper* che propongono tecniche di scheduling in overbooking per limitare il più possibile gli impatti di tali eventi. Nonostante questi studi<sup>16</sup>, il problema del riuscire a discriminare l'attendibilità di una prenotazione rimane aperto e, in gran parte, irrisolto.

La tecnica maggiormente utilizzata è sicuramente quella dei modelli di regressione logistica, conosciuti anche come logit. Il secondo strumento più utilizzato è quello degli alberi decisionali. Di particolare interesse (oggetto di breve approfondimento nel capitolo 5.2) risultano essere le applicazioni con reti neurali e modelli di *machine learning*, come gli algoritmi Adaptive Boosting. Infine, si possono trovare studi che utilizzano le catene markoviane o le reti bayesiane.

Oltretutto, una buona parte di questi studi usa tecniche diverse combinate fra loro. Tuttavia, non sembra emergere una tecnica sull'altra, anche se i modelli basati sull'AI sembrano essere promettenti, come testimoniato dal recente aumento di studi pubblicati con questa tecnica.

In accordo con la tabella 3 del lavoro di revisione "Patient No-Show Prediction: A Systematic Literature Review" (Carreras-García, Delgado-Gómez, Llorente-Fernández, & Arribas-Gil, 2020), che ha preso in considerazione 50 lavori dal 1980 al 2020, le variabili di regressione più usate in letteratura sono quelle riportate nella seguente tabella.

Classificazione della variabile	Nome variabile	Percentuale utilizzo <sup>17</sup>
Caratteristiche demografiche del paziente	Età	98 %
	Genere	88 %
	Lingua	18 %
	Etnia	44 %
	Occupazione	16 %
	Situazione matrimoniale	42 %
	Status economico	22 %
	Livello educativo	10 %
	Convenzioni assicurative	54 %
	Codice postale	22 %
	Distanza/Trasporti	50 %
	Religione	6 %

<sup>16</sup>A titolo esemplificativo: 124 risultati su [www.pico.polito.it](http://www.pico.polito.it) che abbiano nel titolo *no-show e prediction*, 37 che abbiano nel titolo *no-show e scheduling*

<sup>17</sup> Per percentuale di utilizzo si intende all'interno dei 50 lavori revisionati

	Accesso al telefono	22 %
<i>Storia medica</i>	Ospedale/Clinica	12 %
	Specialità	32 %
	Visite precedenti	10 %
	Medico	10 %
	Provenienza (clinica)	12 %
	Diagnosi	30 %
	Durata delle indagini	12 %
	Prima Visita/Follow-up	40 %
<i>Dettagli dell'appuntamento</i>	Mese	30 %
	Giorno della settimana	62 %
	Orario	52 %
	Vacanze	10 %
	Visite multiple lo stesso giorno	6 %
	Meteo	18 %
	Stagione	8 %
<i>Comportamenti del paziente</i>	Frequenza visite	12 %
	Lista di attesa	70 %
	Tempo di attesa in sede	6 %
	Tipo di scheduling	12 %
	Precedenti no-show	64 %
	Precedenti cancellazioni	16 %
	Status dell'ultima visita	16 %
	Ultima visita	4 %
	Soddisfazione	4 %

**TABELLA 5: ELENCO VARIABILI PIÙ UTILIZZATE IN LETTERATURA E RELATIVA FREQUENZA**

Un altro lavoro di revisione evidenzia l'incertezza della significatività dei diversi regressori (Dantas, Fleck, & al., 2018). Ad esempio, l'età risulta essere significativa nel 55.6 % dei casi in cui è stata utilizzata, mentre il genere solo nel 22.2 %. Non c'è unanimità nell'individuazione di variabili generalmente significative, a testimonianza della complessità della generalizzazione dei modelli.

Una delle principali difficoltà riscontrate in letteratura è la capacità di confronto tra i vari modelli in termini di performance. Il primo ostacolo è rappresentato dal misuratore di performance più adeguato da utilizzare; ad esempio, nei modelli di regressione logistica, gli unici che danno come output direttamente la probabilità del verificarsi di un evento, utilizzano prevalentemente l'*Area Under the Curve* – ROC (AUC-ROC), tipica misura dei problemi di classificazione. Tuttavia, non tutti i lavori pubblicati presentano lo stesso dato di misurazione delle performance, né viene espresso il livello medio di non attendibilità. La seconda tipologia di misura più utilizzata è l'accuratezza, ma secondo alcuni studi queste misure di scelta dei modelli non portano sempre al miglior risultato in termini di risparmio dei costi (Samorani & Harris, 2019);

per questo motivo, nel capitolo 4.2.2, sono stati inserite altre metriche di misura, come lo score di Brier.

Un altro rilevante problema in termini di confronto fra i vari risultati è quello della diversità dei sistemi sanitari che ne determinano il contesto<sup>18</sup>: la maggior parte dei lavori non si basa su un DB di strutture italiane, ma per lo più statunitensi. Inoltre, anche all'interno della stessa nazione ci sono notevoli differenze tra le varie regioni<sup>36</sup> e anche fra gli erogatori stessi. Si desidera ricordare che la quasi totalità dei dati proviene da strutture lombarde (98.07% di Milano) e che l'erogatore scelto è completamente a regime privato. Si porta all'attenzione anche la complessità di analisi di una branca, quella della diagnostica, che ha delle dinamiche completamente diverse rispetto a molte altre. Ad esempio, la diagnostica per immagini è l'unica branca, assieme agli esami di laboratorio, in cui non si prenota l'appuntamento con un medico specifico. Perciò, il comportamento del paziente non è attribuibile al singolo TSRM, quanto, più in generale, al rapporto con la struttura in generale e alla reputazione. Per di più, le strategie di prezzo adottate dall'azienda unite alla continua espansione della stessa, rendono, di fatto, poco riadattabili alcune considerazioni provenienti da altri modelli, data l'alta dinamicità delle prenotazioni.

---

<sup>18</sup> Per approfondimenti fare riferimento al capitolo 1

## 4.2.1 Analisi delle variabili di regressione

A seguito di numerosi tentativi con varie query preesistenti, il candidato, insieme alla azienda ospitante, ha deciso di richiedere al fornitore una nuova query. Per non appesantire e complicare la lettura, si riporta il codice (allegato IV) senza ulteriori commenti.

Dalle estrazioni della query da gestionale sono state eliminate le prestazioni duplicate (unica variabile differente è lo status). Inoltre, sono state eliminate le prestazioni segnate come "ACC.NE CANCELLATA" in quanto stimate come errore del desk di accettazione e comunque non influenzanti il lavoro di analisi.

Il database di partenza completo contiene 21150 prenotazioni per le prestazioni di diagnostica delle sedi di Corvetto B, Repubblica, Bologna, Nembro e Via Larga. Le variabili iniziali estratte e utilizzate dal gestionale sono riportate in tabella:

<b>Nome Variabile</b>	<b>Tipo di dato</b>	<b>Significato</b>
<i>Status</i>	Testo tra opzioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC.NE DIRETTA = prestazione creata e accettata senza prenotazione</li> <li>- CANCELLATA</li> <li>- EROGATA</li> <li>- EROGATA DIRETTAMENTE = prestazione erogata assieme ad altre erogazioni prenotate, ma senza prenotazione</li> <li>- NO-SHOW)</li> </ul>
<i>Data Creazione</i>	Data (giorno e ora)	Momento in cui il record è stato generato a sistema
<i>Data Primo Aggiornamento*</i>	Data (giorno e ora)	Primo momento in cui il record è stato modificato
<i>Data Aggiornamento</i>	Data (giorno e ora)	Ultimo momento in cui il record è stato modificato
<i>Data Effettuazione</i>	Data (giorno e ora)	Ultimo momento in cui è schedulato l'appuntamento
<i>Giorno Effettuazione</i>	Data (giorno)	Ultimo giorno in cui è schedulato l'appuntamento
<i>Giorno Prima Effettuazione</i>	Data (giorno)	Primo giorno in cui è stato schedulato l'appuntamento
<i>Utente Aggiornamento*</i>	Testo tra opzioni	Presenti solo i codici degli utenti-dipendenti, no codice nel caso di modifiche online dei pazienti
<i>Sede</i>	Testo tra opzioni	Nome della sede tra quelle elencate prima della tabella
<i>Utente Prenotazione</i>	Testo tra opzioni	Presenti i codici degli utenti-dipendenti, per pazienti prenotati online c'è un codice apposito (8888)
<i>Codice Branca</i>	Testo fra opzioni	Indica la branca a cui è associata l'agenda di prenotazione**
<i>Codice Paziente</i>	Testo	Codice progressivo identificativo anonimizzato

<i>Anni</i>	Numero intero	Età del paziente al momento della data di effettuazione
<i>Genere</i>	Testo fra opzioni	Distinzione maschio - femmina
<i>Codice Prestazione</i>	Testo fra opzioni	Composto di una parte di lettere rappresentanti la branca della prestazione e una parte numerica rappresentante il numero della prestazione
<i>Prestazione</i>	Testo fra opzioni	Descrizione per esteso della prestazione
<i>Importo</i>	Numero decimale	Importo previsto per la visita***
<i>No_show*</i>	Binario	Y = un operatore ha posto il flag sulla casella N = un operatore ha rimosso un flag precedentemente inserito (di default la casella è vuota)

**TABELLA 6: ELENCO VARIABILI ESTRATTE DAL SISTEMA GESTIONALE**

\* le variabili non sono presenti in tutti i record perché non richieste

\*\* per le sedi di Bologna, Nembro e Via Larga non c'è una corrispondenza 1:1 tra questo codice e la branca della prestazione in quanto le agende possono essere "multi-branca"

\*\*\* nel caso in cui il paziente sia già registrato a sistema e abbia, in passato, usufruito di alcune convenzioni, viene riportato il prezzo stimato al netto delle convenzioni

Per uniformare i dati, è stata creata una variabile di testo "stato", che, in prima battuta, ripete la variabile "status" aggregando sotto il nome "EROGATA" anche le opzioni "ACC.DIRETTA" e "EROGATA DIRETTAMENTE".

Partendo da queste variabili estratte, ne sono state costruite altre come da tabella seguente:

<b>Nome Variabile</b>	<b>Tipo di dato</b>	<b>Criterio creazione</b>
<i>Modifica Data Effettuazione</i>	Errore	Errore se Giorno Prima Effettuazione non è uguale a quello finale effettivo
<i>Dummy Età</i>	Binario	1 per fascia età corrispondente (U20, 20-35, 35-50, 50-70, O70)
<i>Dummy Genere</i>	Binario	1 se femminile, 0 maschile
<i>Lista Attesa</i>	Numero intero	Arrotondamento differenza tra Data Effettuazione e Data Creazione se negativo segna errore
<i>Lista Attesa Troncata</i>	Numero intero	È uguale a Lista Attesa fino al valore 15, nulla negli altri casi
<i>Lista Attesa O15</i>	Binario	1 se Lista Attesa > 15, 0 altrimenti

<i>Quad Lista Attesa Troncata</i>	Numero intero	Partendo dai valori di Lista Attesa Troncata, si segue la formula <sup>19</sup> $y = x^2$
<i>Dummy Lista Attesa Prenotazione Online</i>	Binario	Per ogni x = [0;2]; 1 se Lista Attesa = x, 0 altrimenti
<i>Errore Professionista</i>	Binario	1 se utente prenotazione = 8888
<i>Errore Professionista</i>	Errore	Errore se creata e subito cancellata da professionista
<i>Pot Lista Attesa Troncata</i>	Numero decimale	Partendo dai valori di Lista Attesa Troncata e ponendo il valore 0 pari a 0.25, si segue la formula <sup>19</sup> $y = 0.2474x^{-0.122}$
<i>Pot Lista Attesa Troncata Online</i>	Numero decimale	Si origina dalla moltiplicazione tra Prenotazione Online e Pot Lista Attesa Troncata
<i>Lista Attesa Troncata Online</i>	Numero intero	Se Prenotazione Online = 1, Lista Attesa Troncata, altrimenti 0
<i>Quad Lista Attesa Troncata Online</i>	Numero intero	Partendo dai valori di Lista Attesa Troncata Online, si segue la formula <sup>19</sup> $y = x^2$
<i>Dummmy Giorni Settimana</i>	Binario	1 per giorno settimana corrispondente (LUN, MAR, MER, GIO, VEN, SAB)
<i>Ora Effettuazione</i>	Data (ora)	Estrazione da Data Effettuazione. Se mancante, se creata lo stesso giorno di quando è stata effettuata allora copia la data creazione, altrimenti segna errore
<i>Dummy Fascia oraria</i>	Binario	1 per fascia oraria corrispondente (0-12; 12-16; 16-24)
<i>Dummy Venerdì Pomeriggio</i>	Binario	1 per gli appuntamenti di venerdì oltre le ore 14
<i>Dummy Sedi</i>	Binario	1 per la sede corrispondente
<i>Dummy Branche</i>	Binario	1 per la branca corrispondente <sup>20</sup>
<i>Mammografia Giovane</i>	Binario	1 se Età inferiore a 40 anni e MAM
<i>Dummy Importo</i>	Binario	1 per fasce di prezzo corrispondenti (fino a 35, 55, 65, 95, oltre 95)
<i>Contrasto</i>	Binario	1 per prestazioni con uso di mezzo di contrasto
<i>Contrasto Online</i>	Binario	1 per prestazioni Contrasto prenotate online
<i>Multiple</i>	Binario	1 se più prestazioni diverse prenotate lo stesso giorno
<i>Multiplo 1 Erogato</i>	Binario	1 se multiplo = 1 e almeno una delle prestazioni del pool viene erogata
<i>Aggiunto</i>	Binario	1 se prestazione fa parte di un gruppo di prestazioni multiple con data creazione antecedente

<sup>19</sup> Nei paragrafi successivi sarà presentata la motivazione per cui si è scelta questa formula.

<sup>20</sup> La branca è stata dedotta dal codice prestazione, perciò ha un significato diverso della variabile branca presentata in precedenza; per essere più precisi andrebbe chiamata categoria, ma in questo lavoro le parole branca, specialistica e categoria verranno usate come sinonimi d'ora in avanti.

<i>Aggiunto in sede</i>	Errore	Errore <sup>21</sup> se aggiunto = 1, se creato a ridosso dell'effettuazione e no prenotato online
<i>Data Ultimo Evento</i>	Data (giorno e ora)	Se cancellata è la data di ultima modifica, altrimenti la data di effettuazione
<i>Spostato</i>	Binario	1 se no erogato, ma esiste altra prestazione identica creata successivamente
<i>Da spostato</i>	Binario	1 se creato a seguito di uno spostamento (da variabile precedente)
<i>Nuovo Paziente</i>	Binario	1 se è la prima volta che il paziente è presente nel DB (fa riferimento la data di creazione con un range di 2h30)
<i>Durata Attività Prenotazione</i>	Numero intero	Differenza tra Data Creazione e Data Ultimo Evento
<i>Giorni di preavviso</i>	Numero intero	Lista attesa – Durata Attività Prenotazione
<i>Dummy Cancellata in tempo</i>	Binario	1 se cancellata con preavviso di almeno 2 giorni, 0 in tutti gli altri casi di no erogazione
<i>Cancellazione Autonomia</i>	Binario	1 se Cancellata e manca l'operatore di modifica, 0 in tutte le altre No Erogata
<i>Affidabilità*</i>	Numero percentuale	<p>Nulla se nuovo paziente, 1 se tutte le visite precedenti sono state erogate; 0 se nessuna visita precedente è stata erogata. La formula di calcolo è:</p> $1 - \frac{\sum no\_erogate (passate)}{totale\ visite (passate)}$
<i>Affidabilità Esponenziale*</i>	Numero percentuale	<p>Nulla se nuovo paziente, 1 se tutte le visite precedenti sono state erogate; 0 se nessuna visita precedente è stata erogata. La formula di calcolo è:</p> $1 - \frac{\sum(no\_erogata (passata) \cdot e^{-giorni\ di\ preavviso})}{totale\ visite (passate)}$
<i>Alta Affidabilità</i>	Binario	1 se Affidabilità Esponenziale > 0.85
<i>Patente</i>	Numero percentuale	<p>L'algoritmo segue la seguente formula:</p> $y = 0.5 - \sum no\_erogata(passata) \cdot (1 - e^{-preav}) \cdot 0.1 + (1 - no\_erogata(passata)) \cdot 0.1$ <p>NB: in caso in cui il punteggio superi il valore 1 o scenda sotto il valore 0, allora viene riportato all'estremo dell'intervallo più vicino</p>
<i>Ln Patente</i>		<p>Partendo dai valori patente, se patente ≈ 0 allora approssimato a 0.05, per tutti gli altri valori si segue la seguente formula<sup>22</sup>:</p> $y = \ln x$

<sup>21</sup> Non si tratta di un errore vero e proprio, ma in questo caso la predizione è sempre "erogata"

<sup>22</sup> Nei paragrafi successivi sarà presentata la motivazione per cui si è scelta questa formula.

No Erogazione	Binario	1 se erogata, 0 altrimenti
No Erogazione senza Preavviso	Binario	0 se erogata o cancellata in tempo, 1 altrimenti

**TABELLA 7: ELENCO VARIABILI ENDOGENE GENERATE**

\* sono state escluse dal conteggio di affidabilità le prestazioni cancellate entro 1h15 dalla creazione, quelle aggiunte in sede.

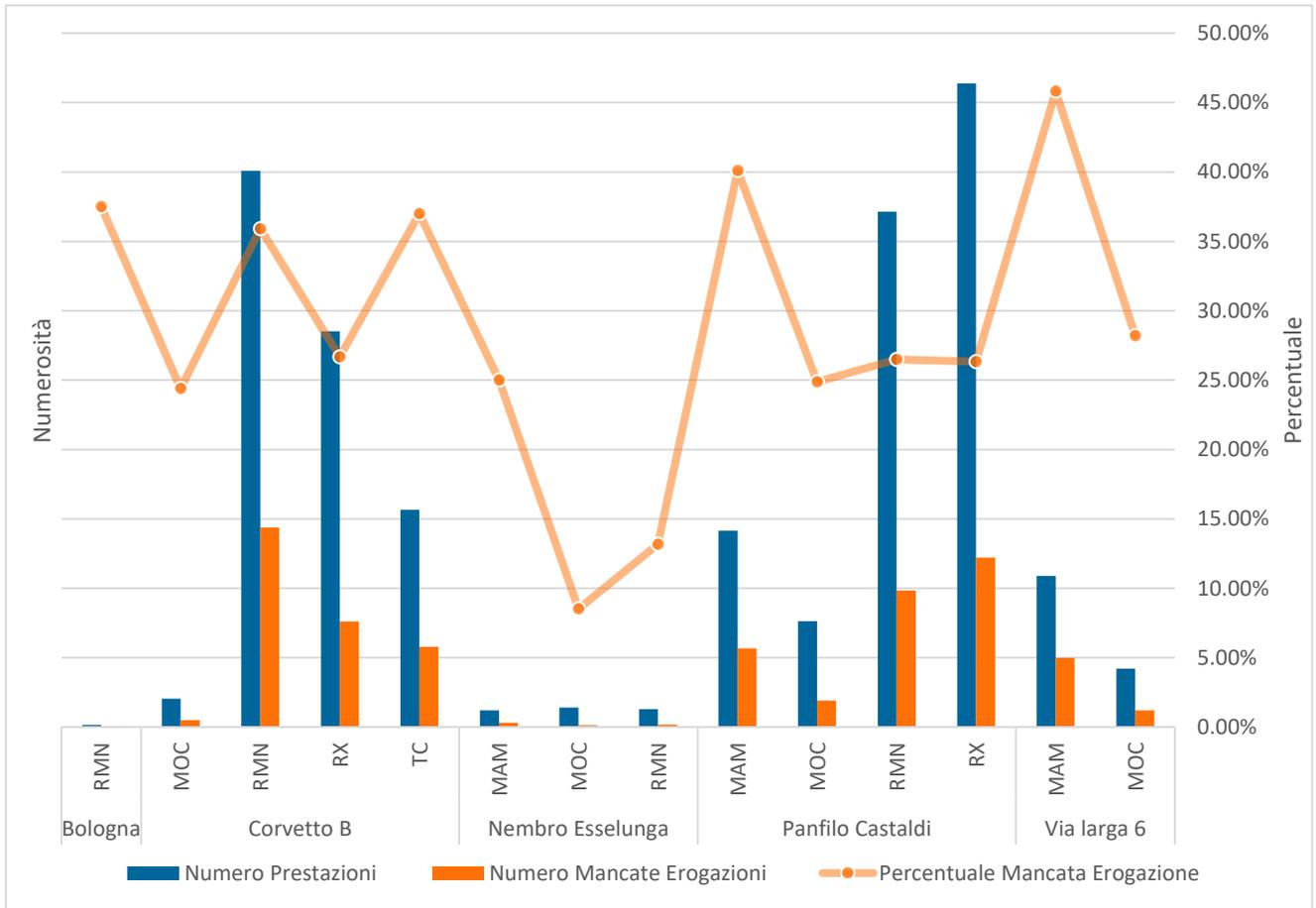
Successivamente sono state eliminate le prestazioni contenenti dei dati mancanti o con errori segnalati al momento della creazione delle variabili, come quelle di modifica della data di effettuazione<sup>23</sup> o degli errori del professionista. Ulteriori errori sono stati individuati in seguito all'analisi degli *outlier* delle variabili. Il database così formato contiene 21007 record.

Uno dei problemi riscontrati è stato l'affidabilità della variabile "No\_show", infatti, questa è inserita dal personale e non direttamente calcolata da sistema e, inoltre, crea delle modifiche al record che possono rendere disomogenea la lettura della variabile di modifica. Per questo motivo, il candidato ha scelto di attenersi alla classe stabilita dalla query di SAP, considerando come output l'erogazione o meno delle prestazioni e riducendo l'impatto del problema scegliendo di valutare come identico, ai fini dell'analisi, l'evento di NS e quello di cancellazione a ridosso della visita.

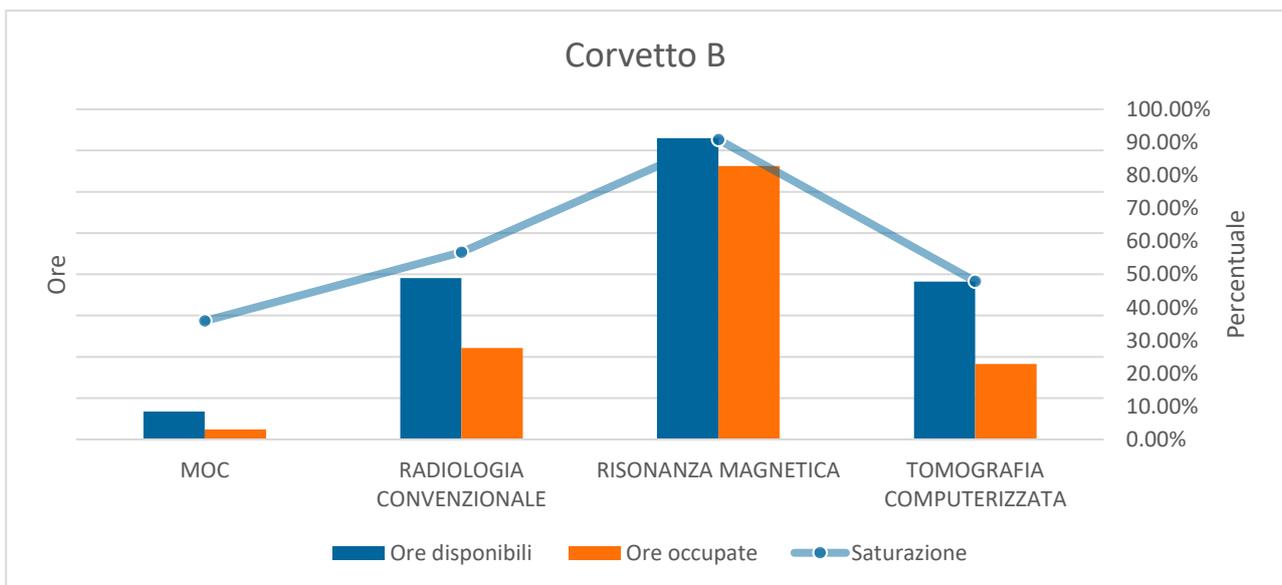
Il candidato ha deciso di proseguire l'analisi escludendo dal campione le sedi di Bologna, Nembro e Via Larga in quanto poco rilevanti numericamente – assieme coprono il 9,09% delle prestazioni nel database –, con minor offerta e, soprattutto per le due fuori da Milano, con dinamiche di prenotazione differenti (figura 2). Le sedi di Corvetto B e Repubblica – Panfilo Castaldi, coprono, assieme, tutta l'offerta di diagnostica di Milano, sono state aperte da maggior tempo e hanno livelli di saturazione delle agende elevati, 69.50% Corvetto B e 83.28% Repubblica nel periodo osservato (figure 3 e 4). Inoltre, queste due sedi hanno delle agende dedicate per ogni branca.

---

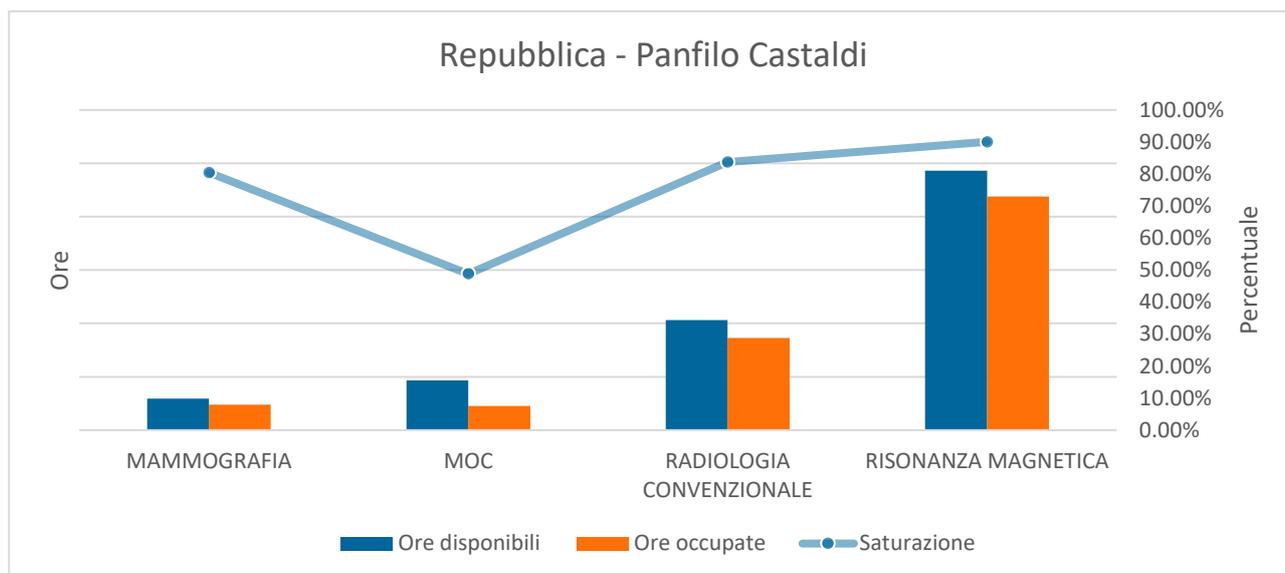
<sup>23</sup> Non si tratta propriamente di un errore, ma di un diverso modo di procedere; tuttavia, dato il basso impatto di queste casistiche (circa 0.03 %), si è preferito eliminarle onde evitare un'incoerenza nel DB.



**FIGURA 2: PRESTAZIONI EROGABILI E NON EROGATE IN VALORE ASSOLUTO E PERCENTUALE, SUDDIVISE PER SEDE E BRANCA**



**FIGURA 3: ORE DISPONIBILI, ORE OCCUPATE E TASSO DI SATURAZIONE DELLE AGENDE DELLA SEDE DI CORVETTO B, SUDDIVISE PER BRANCA**



**FIGURA 4: ORE DISPONIBILI, ORE OCCUPATE E TASSO DI SATURAZIONE DELLE AGENDE DELLA SEDE DI REPUBBLICA, SUDDIVISE PER BRANCA**

Nonostante siano stati scartati come valori – sono tutte erogate, si desidera fare alcune considerazioni sulle prestazioni aggiunte in sede. In media, in sede viene aggiunta una sola prestazione; ciò è accaduto per oltre il 25 % dei casi considerati come “multipli” e per oltre il 3.5 % dei gruppi di prenotazioni totali. Ciò potrebbe portare a dire che quest’ultima percentuale corrisponde al tasso di errore/incompletezza delle prenotazioni. È un tasso di cui tenere conto nel caso di overbooking.

Si prosegue l’analisi con un database di 18517 prestazioni e 12749 pazienti, per una media di quasi 1.5 prenotazioni a paziente. Inoltre, i gruppi di prenotazioni per singolo paziente, cioè le volte in cui ha prenotato una o più prestazioni per un giorno specifico, sono circa 16000, cioè una media di quasi 1.2 prestazioni prenotate da ciascun paziente per volta.

Oltretutto, l’aver selezionato queste due sedi ha permesso di realizzare con maggior semplicità le variabili esterne – ambientali in quanto è bastato concentrarsi sulla città di Milano per valutare le condizioni meteorologiche, le restrizioni straordinarie alla mobilità e all’erogazione dei servizi<sup>24</sup> dovute alla crisi sanitaria, COVID-19, e gli scioperi dei mezzi pubblici (ATM). Di seguito vengono riportate le variabili prese in considerazione.

<sup>24</sup> Nel periodo in osservazione, non si sono registrate restrizioni particolari ai servizi offerti.

<b>Nome Variabile</b>	<b>Tipo di dato</b>	<b>Significato</b>
<i>Pioggia (Archivio-meteo_Milano_2021)</i>	Binario	1 se giorno di pioggia, 0 altrimenti
<i>Giorni consecutivi di pioggia</i>	Numero intero	Progressivo dei giorni di pioggia consecutivi
<i>Temporali (Archivio-meteo_Milano_2021)</i>	Binario	1 se giorno di eventi temporaleschi, 0 altrimenti
<i>TMattina (Archivio-meteo_Milano_2021)</i>	Numero decimale (gradi centigradi)	Formula = $T_{max} * 0.25 + T_{Med} * 0.25 + T_{Min} * 0.5$ <sup>25</sup>
<i>TPranzo (Archivio-meteo_Milano_2021)</i>	Numero decimale (gradi centigradi)	TMedia registrata durante la giornata <sup>25</sup>
<i>TPomeriggio (Archivio-meteo_Milano_2021)</i>	Numero decimale (gradi centigradi)	Media tra TMax e TMedia registrate durante la giornata <sup>25</sup>
<i>Restrizioni Deboli</i> <sup>26</sup>	Binario	1 se zona gialla o arancione, 0 altrimenti
<i>Restrizioni Forti</i> <sup>26</sup>	Binario	1 se zona rossa, 0 altrimenti
<i>Scioperi</i>	Binario	1 se giorno di sciopero, 0 altrimenti <sup>27</sup>

**TABELLA 8: ELENCO VARIABILI ESOGENE**

Nel merge delle due tabelle, si è deciso di considerare come evento meteorologico/restrittivo valido quello relativo alla data di effettuazione e come temperatura è stata generata una variabile TEffettiva che si basa sulla stima della temperatura in base alla fascia oraria corrispondente: TMattina – fino alle 12, TPranzo dalle 12 alle 16 e TPomeriggio dalle 16 in avanti.

A differenza di quanto visto precedentemente dalla letteratura, il candidato ha scelto di suddividere le variabili nelle seguenti quattro categorie: caratteristiche del paziente, dettagli dell'appuntamento, comportamento passato del paziente, ambiente esterno.

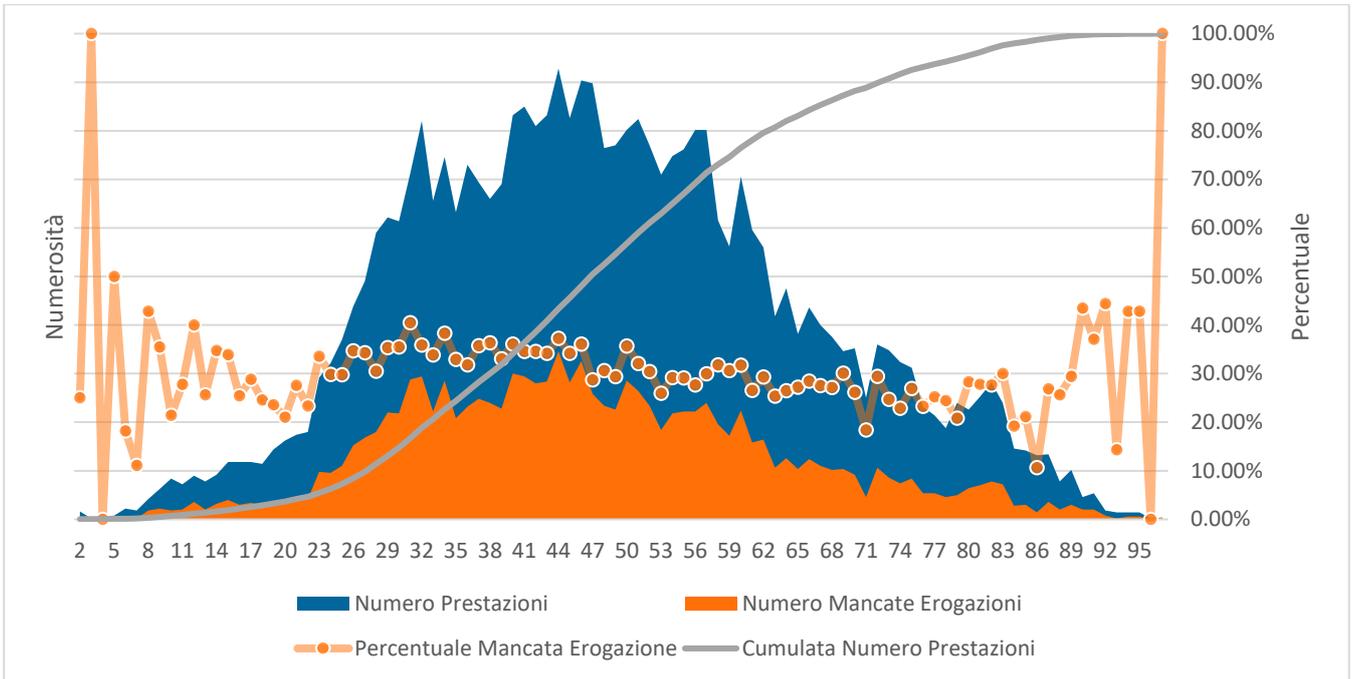
### Caratteristiche del paziente

La prima categoria di variabili presentata è quella delle caratteristiche del paziente. In letteratura l'età del paziente è uno dei parametri di regressione più utilizzati. Eliminati alcuni outlier – per 4 record (circa 0.02 % del campione) il valore è vuoto – la distribuzione in base alle età è rappresentata dai grafici seguenti.

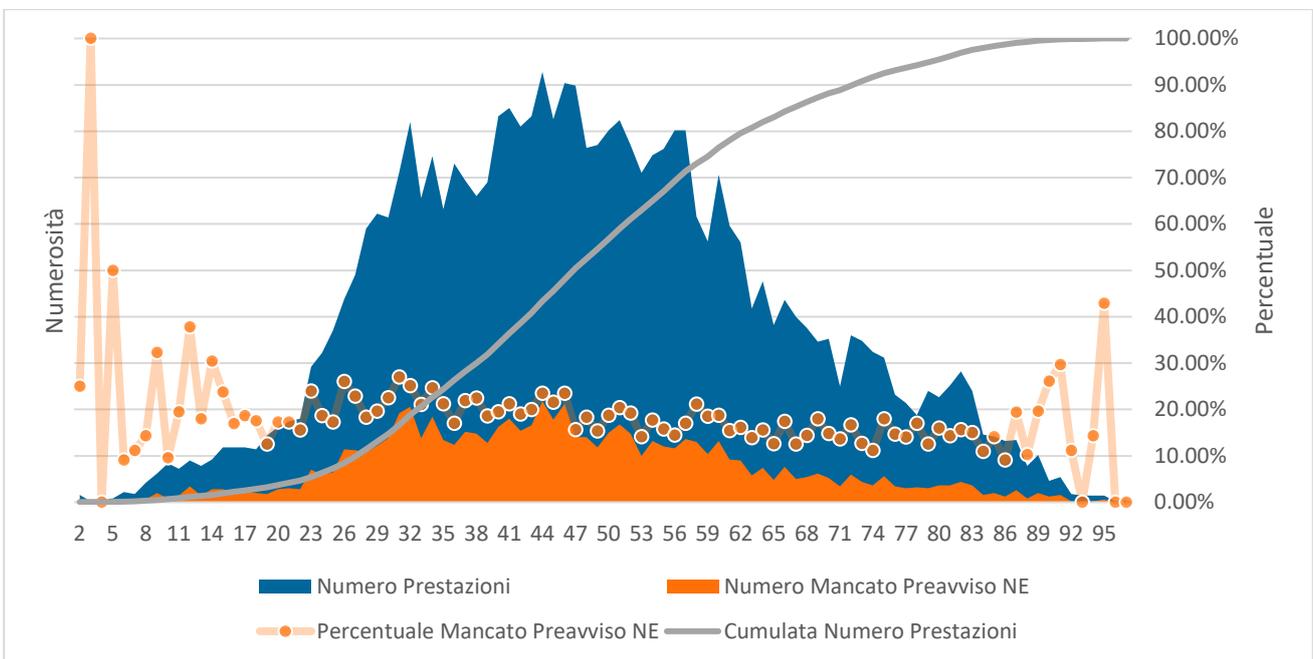
<sup>25</sup> La scelta è stata effettuata dal candidato osservando l'andamento medio delle temperature nelle varie fasce orarie e trovando un compromesso in base ai vari andamenti stagionali

<sup>26</sup> Le informazioni sono state cercate in varie pagine web di notizie, dalle ordinanze della Regione Lombardia e dagli aggiornamenti del Ministero della Salute

<sup>27</sup> Le informazioni sono state cercate in varie pagine web di notizie



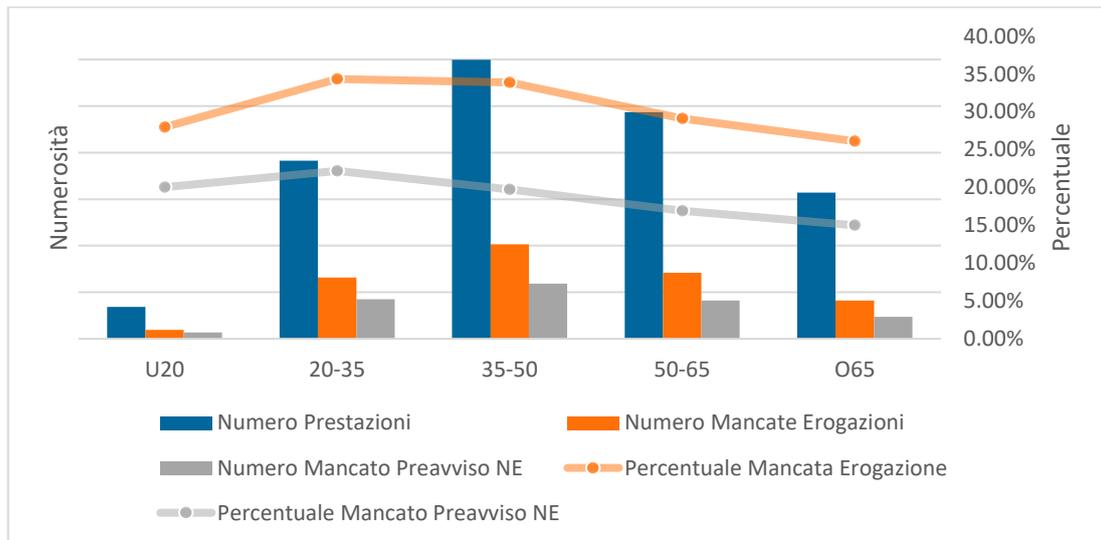
**FIGURA 5: PRESTAZIONI EROGABILI E NON EROGATE IN VALORE ASSOLUTO, PERCENTUALE E CUMULATO, SUDDIVISE PER ETÀ**



**FIGURA 6: PRESTAZIONI EROGABILI E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE E CUMULATO, SUDDIVISE PER ETÀ**

Sempre rimanendo in tema di età del paziente, il candidato ha scelto di suddividere l'arco temporale in fasce d'età in base sia all'andamento grafico, che a motivazioni di caratteristiche tipiche. Il punto di partenza sono state le due code, in entrambi i casi

caratterizzate da un'alta variabilità e una bassa numerosità; la coda a sinistra è stata inserita nella categoria "Anni U20", considerando come probabile l'accompagnamento del bambino/ragazzo da parte di una figura più adulta – principale responsabile della visita in termini di prenotazione; un discorso analogo, seppur con un'incidenza diversa (crescente al crescere dell'età), è stato fatto per la coda di destra, inserita nella categoria "Anni O65". Il restante intervallo è stato suddiviso in 3 fasce da 15 anni l'una.

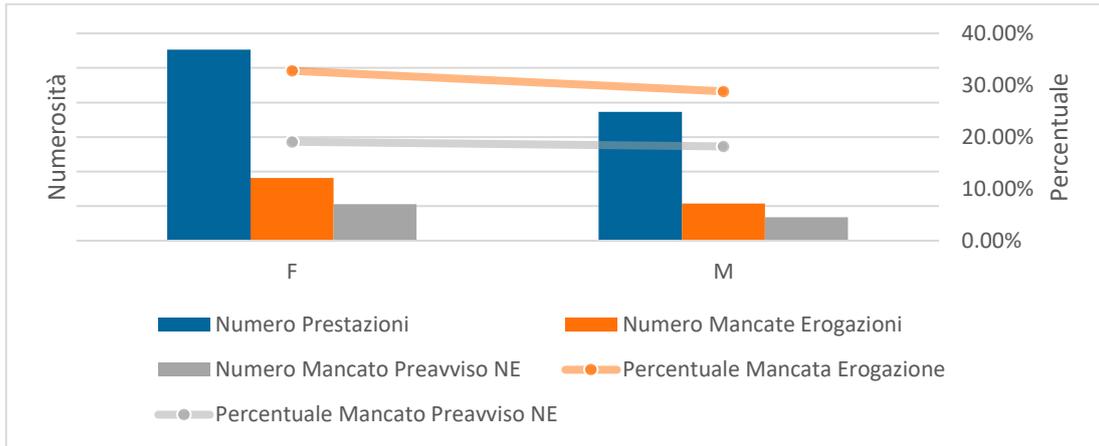


**FIGURA 7: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER FASCE D'ETÀ**

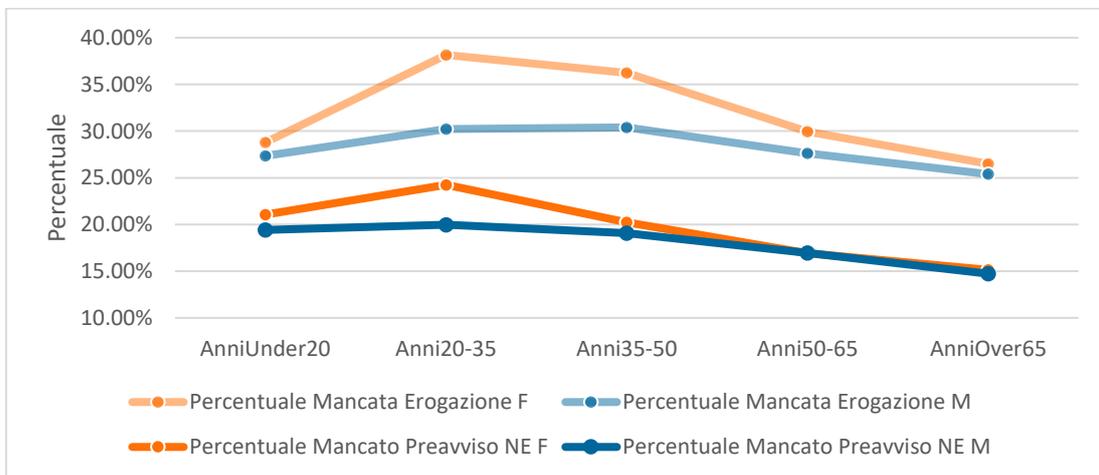
Dall'analisi del grafico, sembra emergere una maggior propensione alla cancellazione da parte degli adulti in giovane età lavorativa, che decresce man mano con l'avvicinamento al pensionamento. Non stupisce la vicinanza tra le categorie U20 e 35-50, in quanto, come detto prima, è probabile che i primi vengano accompagnati dai secondi. Al contrario, invece, l'effetto "accompagnamento" sembra non impattare sulle fasce d'età più avanzata, probabilmente dovute alla maggior urgenza dei pazienti e al minor impegno degli stessi; perciò, tra i due effetti, sembra prevalere quello del pensionamento.

Si prosegue l'analisi con il grafico della variabile genere, risultata significativa in diversi lavori di letteratura. La figura 8 mostra un andamento differente in base ai due approcci: se è vero che per le mancate erogazioni sembra esserci una tendenza maggiore nelle persone di genere femminile, isolando esclusivamente le cancellazioni con scarso preavviso non sembra emergere una classe prevalente. Come si vedrà in seguito, una delle possibili variabili correlate potrebbe essere la mammografia, che si esegue prevalentemente su persone di genere femminile a partire dai 40 anni. Tuttavia, non sono rari i casi in cui questo esame venga prescritto a soggetti troppo gio-

vani, che si ritrovano a vedersi negata l'esecuzione dello stesso a ridosso della prestazione o, nella maggioranza dei casi, il giorno stesso a seguito di un consulto. Infatti, non è da escludersi che si debba ricorrere all'irradiazione della mammella, ma, essendo comunque un esame potenzialmente dannoso<sup>28</sup>, è più comune ricorrere a un'ecografia mammaria o, più raramente, a una risonanza. Il motivo principale di tale scelta risiede nella maggior densità tissutale della mammella nelle pazienti giovani – prevalenza tessuti fibrosi –, che non permettono una corretta discriminazione degli eventuali carcinomi<sup>29</sup>.



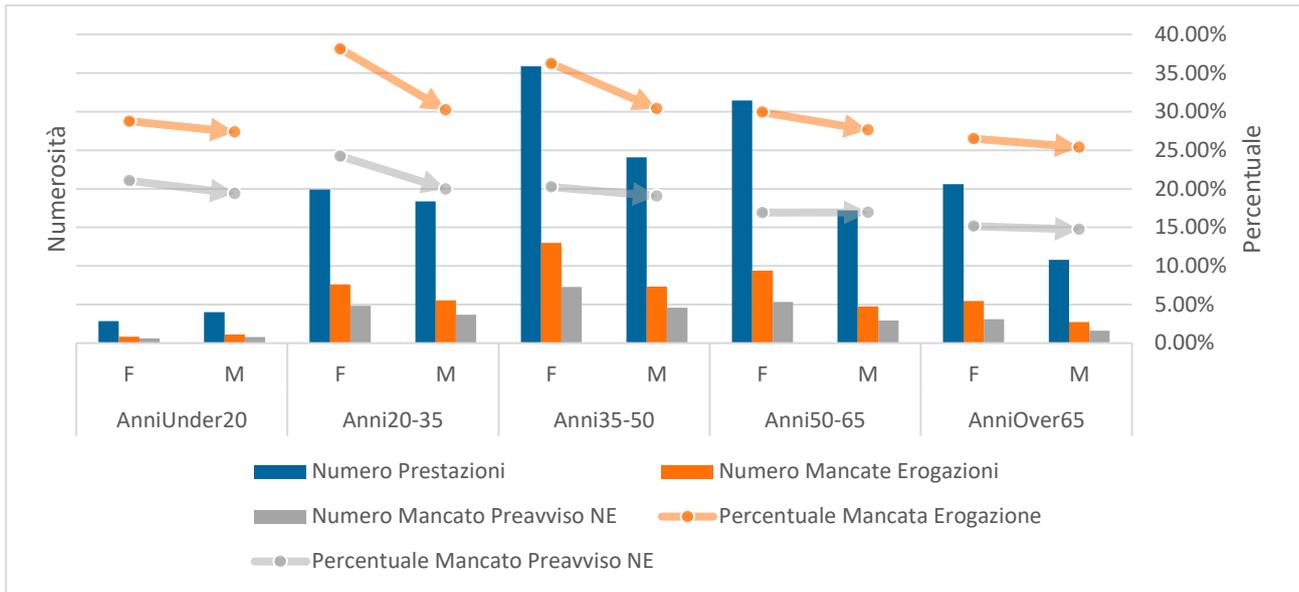
**FIGURA 8: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GENERE**



**FIGURA 9: PERCENTUALE MANCATA EROGAZIONE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), SUDDIVISE PER GENERE ED ETÀ**

<sup>28</sup> Si tratta di radiazioni da raggi-X, simili alla radiografia tradizionale o, trattandosi in questo caso di tomografie mammarie, alla TC. Per approfondimenti sui motivi di pericolosità consultare il capitolo 3

<sup>29</sup> In realtà anche in persone più adulte potrebbe accadere di trovare delle aree più dense e quindi più difficili da discriminare. Anche per questo motivo alcuni MR senologi decidono di approfondire l'esame mammario prima con un'ecografia mirata e poi, se necessario, con biopsie o risonanze magnetiche



**FIGURA 10: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GENERE ED ETÀ**

Dai due grafici si evidenzia una maggiore propensione alla mancata erogazione nel genere femminile in modo sostanziale in tutte le fasce d'età con più casi, cioè quelle centrali; probabilmente le code risentono dello stesso "effetto accompagnatore" spiegato in precedenza. Di notevole interesse è la differenza tra le curve più marcate nella figura 9, dove sembra manifestarsi maggiormente la problematica delle mammografie, che viene trasportata di conseguenza anche sulle curve superiori. Per questo motivo è stata inserita la variabile "Mammografia Giovane", analizzata all'interno degli studi della prossima categoria di variabili.

Santagostino non tiene traccia di altre variabili personali se non l'utilizzo o meno di convenzioni e la residenza. La prima non è stata presa in considerazione in quanto imprecisa; infatti, l'aver utilizzato in passato una qualsiasi convenzione non implica per forza il voler utilizzarla nuovamente in una particolare prestazione. Inoltre, dato che è un tipo di informazione ricavabile soltanto al momento del pagamento, non si ha la possibilità di ricavarla per nuovi pazienti. Simil discorso per la residenza, che, in più, in una città come Milano potrebbe non essere indicativa data l'elevata eterogeneità di chi la popola; sarebbe più indicativo il domicilio, ma probabilmente non sufficiente in quanto molte persone si dirigono in struttura da luoghi diversi, come potrebbe essere quello di lavoro.

Prima di passare alla prossima famiglia di variabili, si vuole porre l'attenzione su uno studio<sup>30</sup> svolto durante il periodo di tirocinio riguardo all'incidenza delle convenzioni

<sup>30</sup> Lo studio si riferisce a un periodo minore rispetto a quello oggetto di analisi in questo capitolo

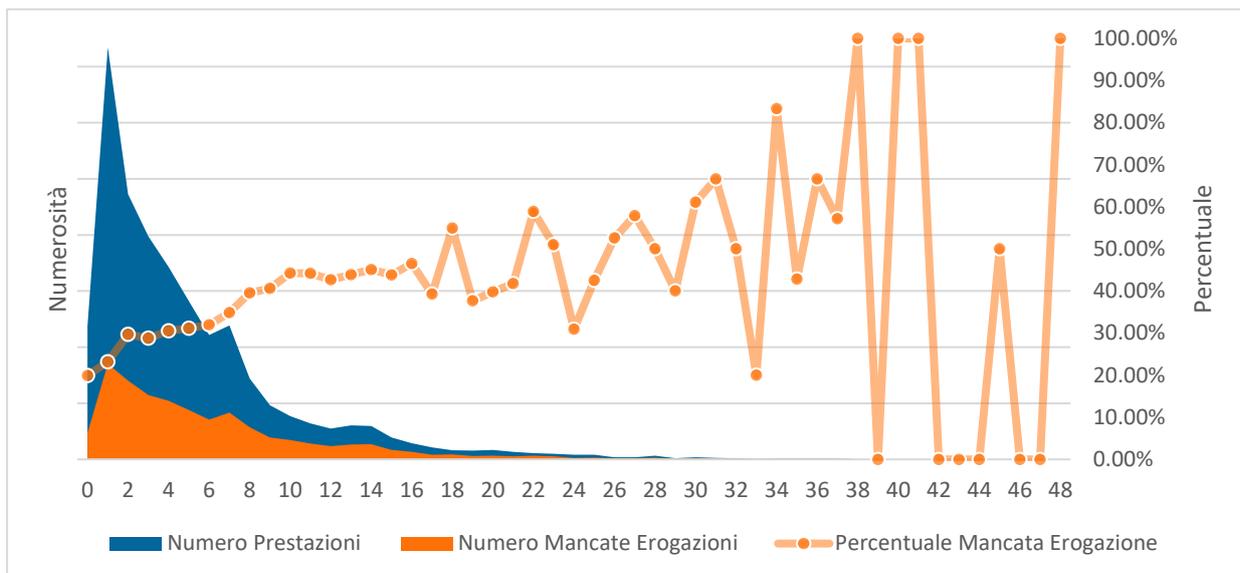
sui ricavi aziendali: la differenza di incassi tra il valore teorico della prestazione erogata e quello incassato, al netto, quindi, degli sconti dovuti alle eventuali convenzioni è stata rilevata come inferiore al 5 %, a fronte di una quota di prestazioni convenzionate pari a circa il 15 %.

Tra le convenzioni rientrano anche le assicurazioni, le quali solitamente impongono alle strutture un listino prezzi prestabilito che, nella maggior parte dei casi, è molto inferiore a quello per i non assicurati. Le politiche di prezzo aggressive di Santagostino permettono di avere un calo minimo del fatturato a fronte di una buona quota di prestazioni convenzionate, come si può notare dalla tabella.

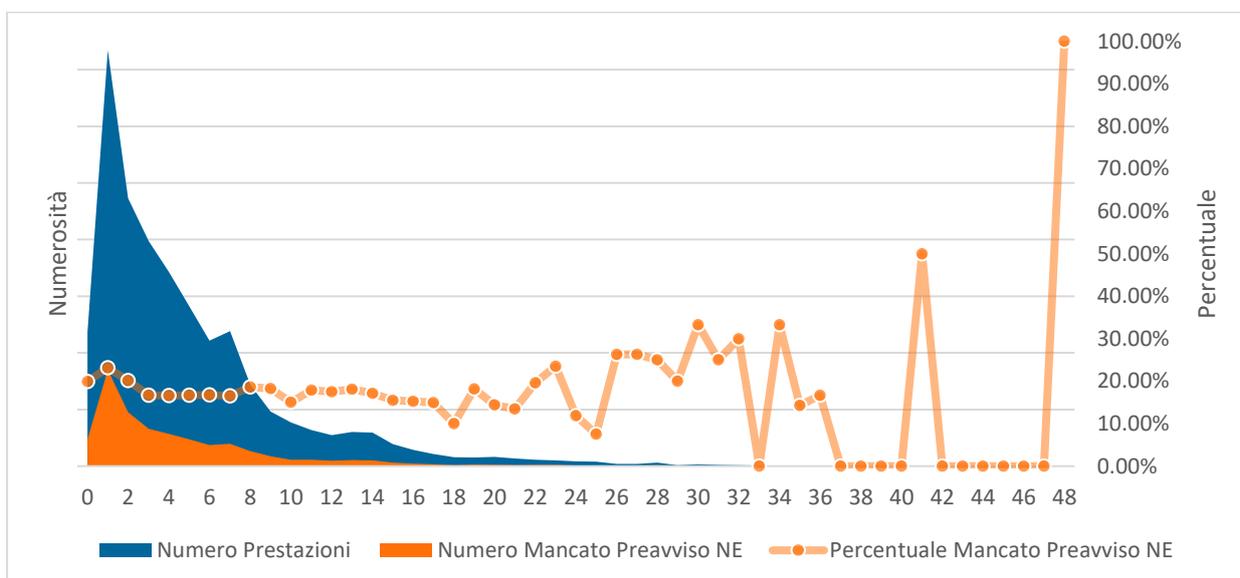
### Dettagli dell'appuntamento

Una delle variabili più importanti tra quelle indagate è "Lista Attesa", che introduce la categoria dei dettagli dell'appuntamento. L'importanza è dettata dal fatto che, come spiegato nei precedenti capitoli, è uno dei parametri di misurazione dell'efficienza di un sistema sanitario ed è anche uno dei problemi aperti del SSN. È la cartina tornasole del funzionamento dei sistemi di scheduling, al netto di alcune considerazioni, e uno dei punti di forza di Società e salute S.p.a. Infatti, uno degli obiettivi aziendali principali è fornire una visita in tempi rapidi e costo contenuto, per andare a colmare il divario creato dalle lunghe liste di attesa del SSN, che sia pubblico o accreditato. Proprio a quest'ultimo, assieme alle erogazioni intramoenia ed extramoenia, sono state mosse numerose critiche dato il possibile conflitto di interessi nella diminuzione delle liste di attesa, che andrebbero a penalizzare l'erogazione privata. Anche l'azienda in oggetto trae vantaggio da questa problematica, pur non essendo la causa degli stessi; tuttavia, i principi di Santagostino spingono a voler diversificare l'offerta in termini di rapporto qualità/prezzo, digitalizzazione e innovazione, se non, addirittura, rivoluzione.

Il candidato ha scelto di utilizzare tutti i giorni della settimana, non soltanto quelli lavorativi in quanto in letteratura non è sempre specificata questa scelta e si è voluto porre il punto di vista dal lato del paziente, che, comunque, può effettuare prenotazioni e cancellazioni in qualsiasi momento. Perciò sarebbe tecnicamente più corretto parlare di tempo di attesa tra la data di prenotazione e quella di effettuazione, considerando che l'alternativa sarebbe quella di calcolare la lista di attesa non tanto come giorni feriali intercorsi, ma come giorni in cui sarebbe stato possibile prenotare, trascurando quei momenti in cui, ad esempio, non vi è alcun medico (TSRM nel caso specifico) disponibile a effettuare visite.



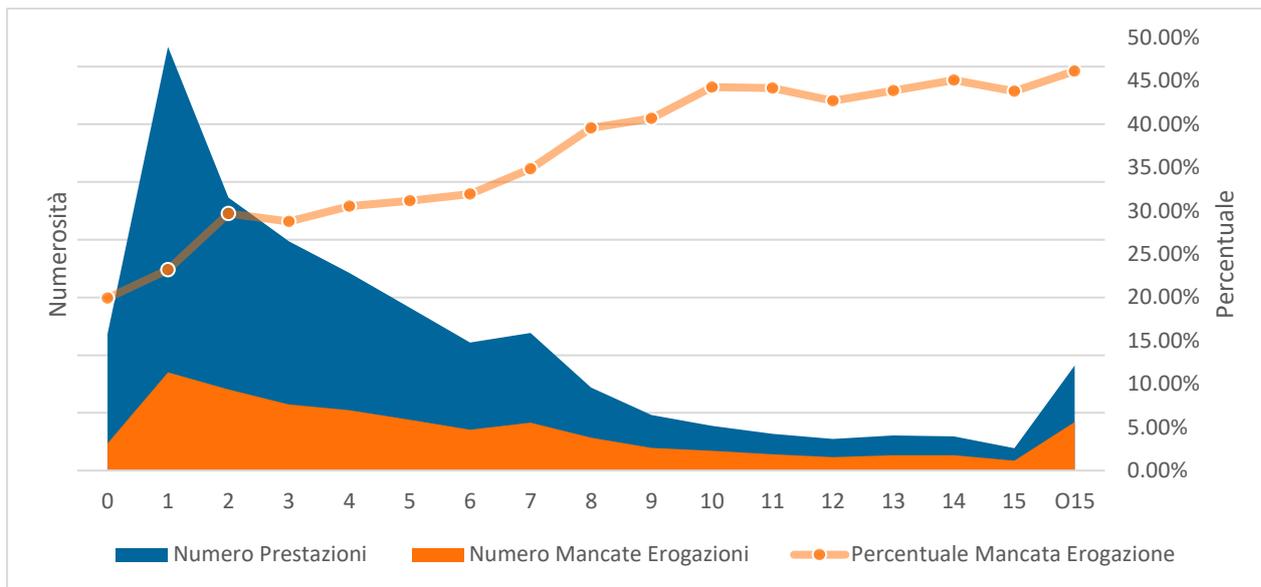
**FIGURA 11: PRESTAZIONI EROGABILI E NON EROGATE, PERCENTUALE, PER LISTA ATTESA**



**FIGURA 12: PRESTAZIONI EROGABILI E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, PER LISTA ATTESA**

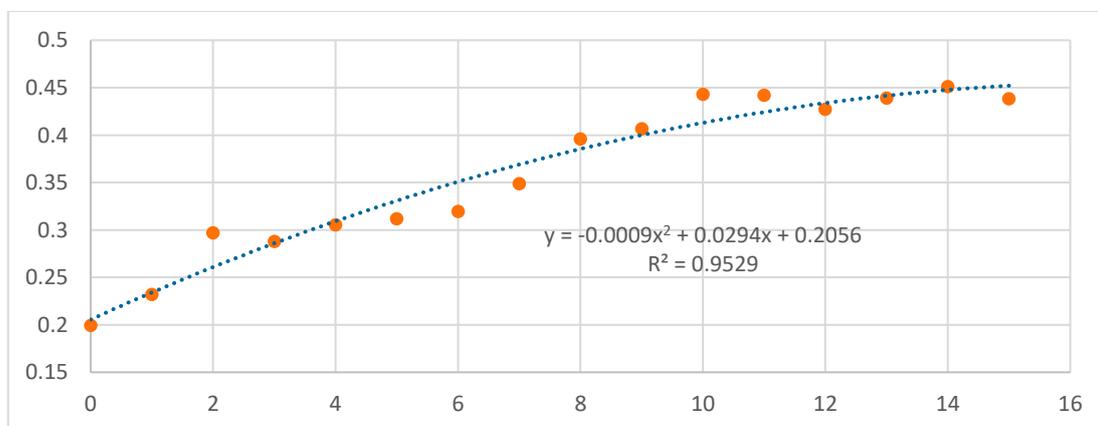
Si sottopone all'attenzione la tendenza di comportamento nei due casi sopra riportati. Maggiore è la distanza tra la prenotazione e l'appuntamento, maggiori sono i possibili eventi che possono intercorrere e causare una impossibilità a presenziare alla data stabilita. Eccezion fatta per alcuni casi sporadici, come quelli a 0 giorni, l'andamento del mancato preavviso sembra catturare due differenti comportamenti: più ci si avvicina all'appuntamento più è probabile che ci sia un preavviso scarso o nullo, più ci si allontana dall'appuntamento più è probabile che ci si dimentichi dello stesso. Resta difficile, in ogni caso, individuare una tendenza significativa.

Data l'alta variabilità nelle code dovuta ai pochi dati disponibili, è stato deciso di individuare 15 giorni come ultimo dato analizzato singolarmente (corrispondente al 95 percentile del numero di erogazioni e numero di mancate erogazioni senza preavviso e oltre al 90 percentile del numero di mancate erogazioni). Perciò sono state introdotte le due variabili Lista Attesa Troncata e Lista Attesa O15. Seguono le rispettive analisi.

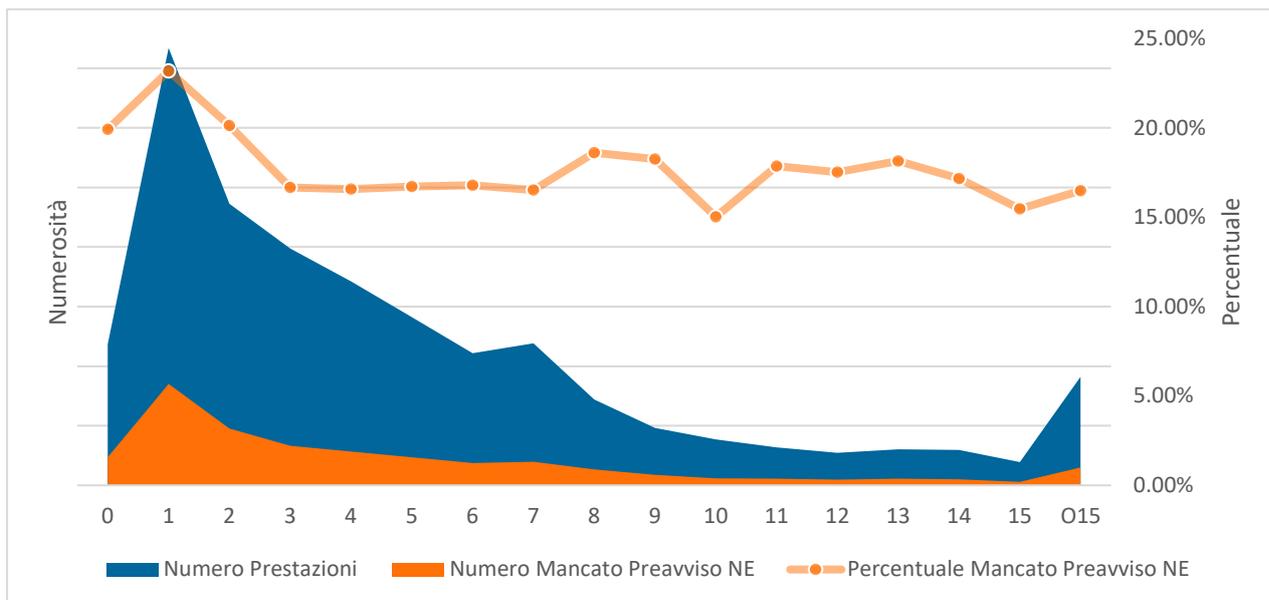


**FIGURA 13: PRESTAZIONI EROGABILI E NON EROGATE, PERCENTUALE, SUDDIVISE PER LISTA ATTESA TRONCATA E SOPRA 15 GIORNI**

Guardando il grafico soprastante, si nota più facilmente un andamento di tipo quadratico. Procedendo con un'interpolazione su Excel tramite linea di tendenza polinomiale di grado due (vedere grafico sottostante), con un  $R^2$  pari a 0.9529 si ottiene una funzione di regressione approssimabile a  $y = -x^2 + x$ , al netto dei coefficienti. Per catturare questo andamento è stata generata la variabile Quadro Lista Attesa Troncata.



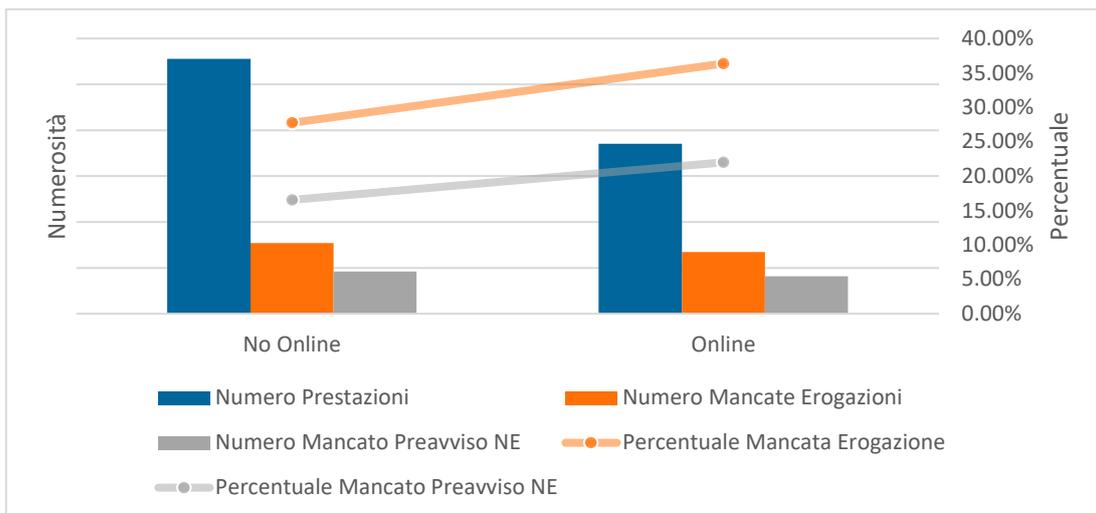
**FIGURA 14: INTERPOLAZIONE PERCENTUALE LISTA ATTESA TRONCATA**



**FIGURA 15: PRESTAZIONI EROGABILI E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER LISTA ATTESA TRONCATA E SOPRA 15 GIORNI**

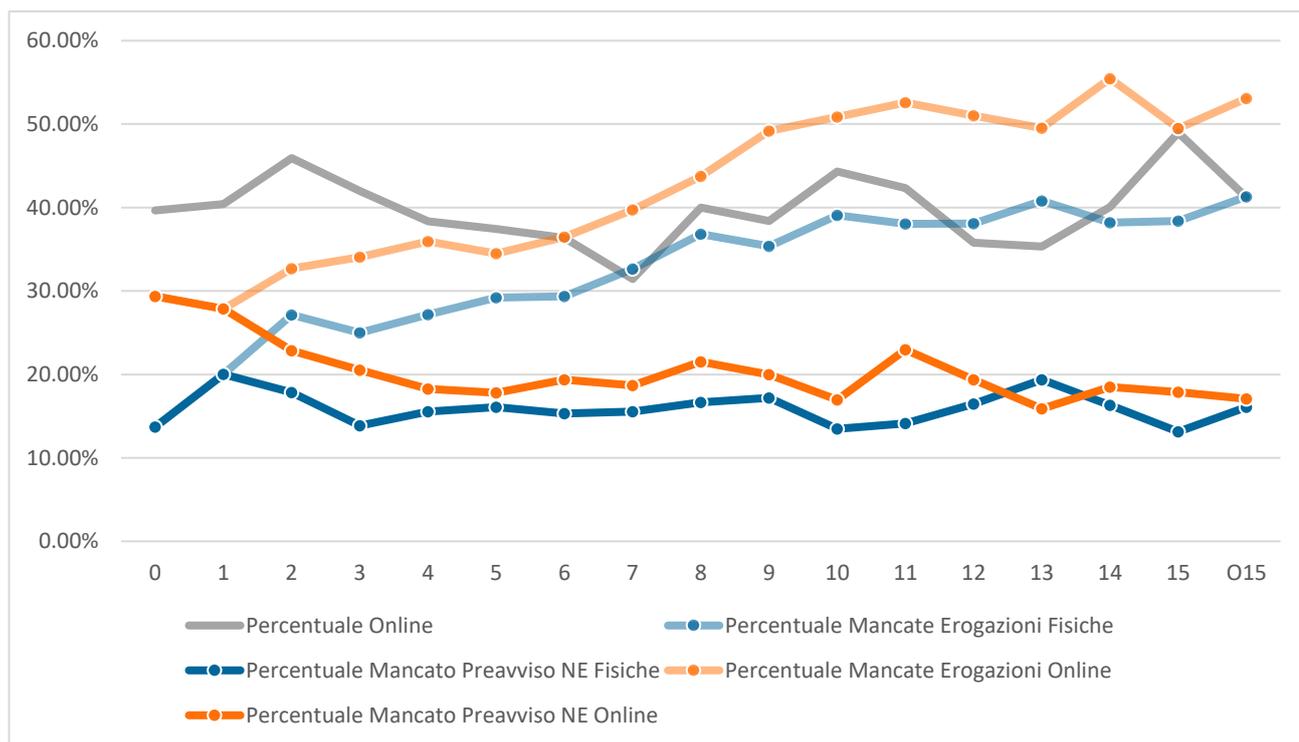
Come già detto in precedenza, in questo caso risulta più difficile intravedere una tendenza marcata, anzi sembra quasi che non ci sia influenza di questa variabile sulla probabilità di cancellazione senza preavviso. Tuttavia, si possono notare tre consistenti deviazioni nei valori 0, 1 e 2; per questo motivo sono state generate le rispettive variabili dummy. Il motivo principale dell'alto tasso di cancellazioni a ridosso è da correlare al basso valore della lista d'attesa. Ad esempio, tutte le prestazioni prenotate entro le 12h se cancellate rientrano sicuramente in questo genere di output. Di contro, più ci si allontana dallo "scarso preavviso", meno questo influisce sui risultati.

A testimonianza del progresso della digitalizzazione nell'ambito delle procedure di prenotazione, si evidenzia come circa il 40 % delle prestazioni sia stato prenotato online in autonomia. Questi numeri sono ancora superiori nelle prime visite di altre branche. Come illustrato nella figura 16, a una maggior autonomia del paziente corrisponde una maggior probabilità di cancellazione. Infatti, guardando al grafico, nonostante un delta di numero di prestazioni del 20 %, i valori assoluti delle mancate erogazioni nei due approcci sono simili tra i due scenari. La prenotazione online è anche quella meno accurata e, quindi, più esposta a errori riscontrabili il giorno della visita. In caso di digitalizzazione delle prescrizioni, uno dei parametri da monitorare sarebbe sicuramente quello dell'eventuale decrescita delle cancellazioni senza preavviso originate da una prenotazione online.



**FIGURA 16: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER TIPO PRENOTAZIONE**

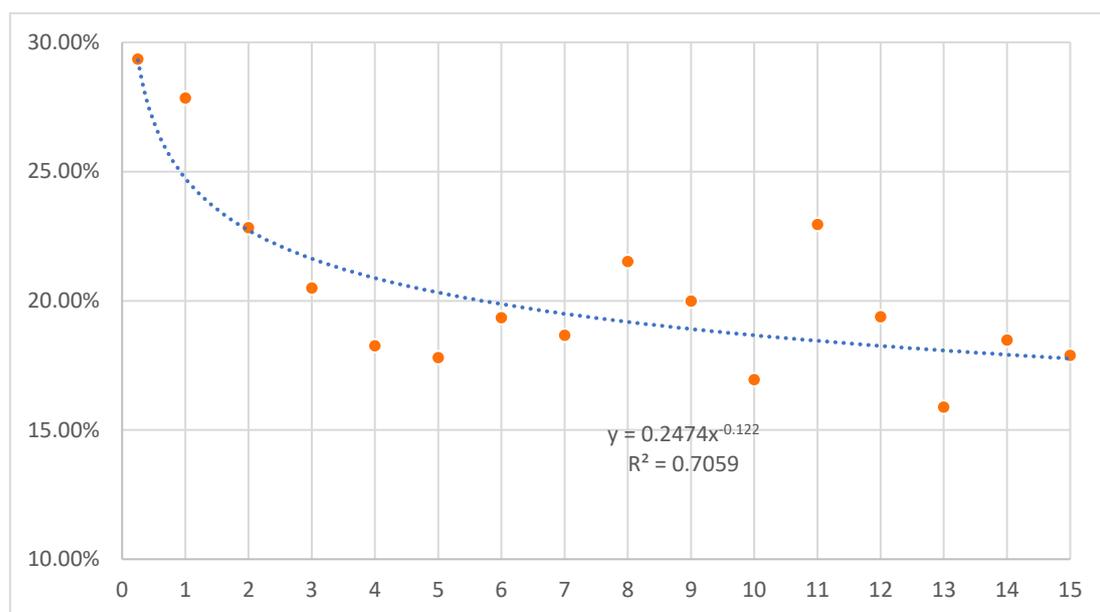
Di particolare interesse è l'analisi di intersezione tra la prenotazione online e le liste d'attesa, come da grafico seguente.



**FIGURA 17: PERCENTUALE MANCATA EROGAZIONE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), SUDDIVISE LISTA ATTESA E TIPO PRENOTAZIONE**

In particolare, si pone l'attenzione sulle tre categorie di curve rappresentate. Innanzitutto, si nota come l'andamento della percentuale di prenotazione online in base

alla lista d’attesa (linea grigia) assume un andamento altalenante e di difficile interpretazione. Di ben altro contenuto informativo è il gruppo di linee più trasparenti relativo alle mancate prenotazioni che sembrano entrambe ripercorrere un andamento quadratico simile a quanto già visto in precedenza. Tuttavia, è ancor più interessante l’andamento dell’altro gruppo di variabili, quello relativo al mancato preavviso; in particolar modo, analizzando la linea arancione scura, sembra profilarsi una tendenza a una forma di potenza della percentuale di mancato preavviso di mancata erogazione nel caso di prenotazioni online, come illustrato nel grafico seguente<sup>31</sup>.



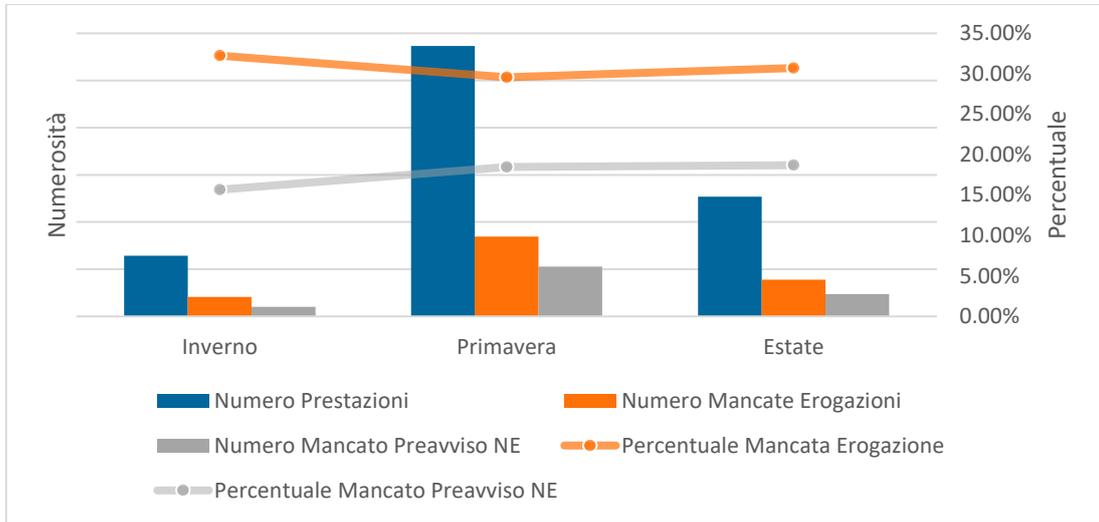
**FIGURA 18: INTERPOLAZIONE PERCENTUALE LISTA ATTESA TRONCATA ONLINE MANCATO PREAVVISO**

Come già accaduto in precedenza, anche in questo caso, seppur con un  $R^2$  minore (0.7059) e una distanza elevata tra la curva e il punto a 1 giorno, moda delle ascisse del grafico, è stata creata una nuova variabile della lista d’attesa - “Pot Lista Attesa Troncata” – secondo l’equazione  $y = 0.2474x^{-0.122}$  e una moltiplicazione tra questa e quella relativa alla prenotazione online – “Pot Lista Attesa Troncata Online”. Tuttavia, data l’artificiosità della costruzione, si riserva successivamente la valutazione dell’utilizzo di questa specifica forma oppure di quella quadratica già vista in precedenza. Perciò, sono state costruite le variabili “Lista Attesa Troncata Online” e “Quad Lista Attesa Troncata Online”.

Per rimanere all’interno del fattore tempo, si prosegue con l’analisi della variabile giorno. Si desidera spiegare perché è stato scelto di non inserire le variabili come sta-

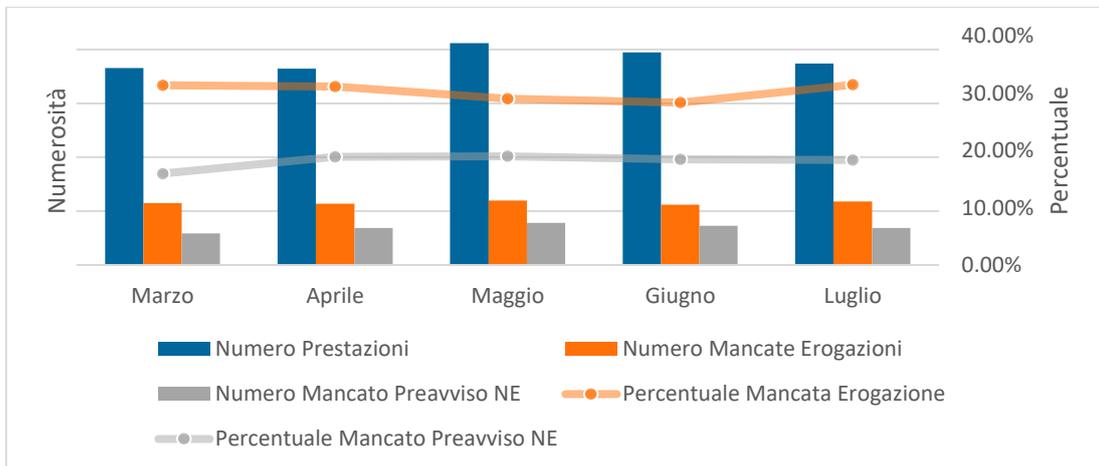
<sup>31</sup> È stato posto il valore 0 pari a 0.25 in quanto non è possibile eseguire una linea di tendenza di tipo potenza con valori nulli e 0.25 risulta essere il valore medio dell’intervallo arrotondato

gione, mese e settimana dell'anno, a differenza di quanto fatto in alcuni lavori di letteratura. Nonostante ciò, si illustra nei grafici seguenti l'andamento di queste possibili variabili.



**FIGURA 19: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER STAGIONE**

L'arco temporale coperto dal dataset non è sufficiente per poter fare valutazioni; perciò, non sono state inserite variabili ulteriori a quelle relative al meteo, che potrebbero catturare l'effetto stagione. Similmente per i mesi, illustrati di seguito, e per le settimane.

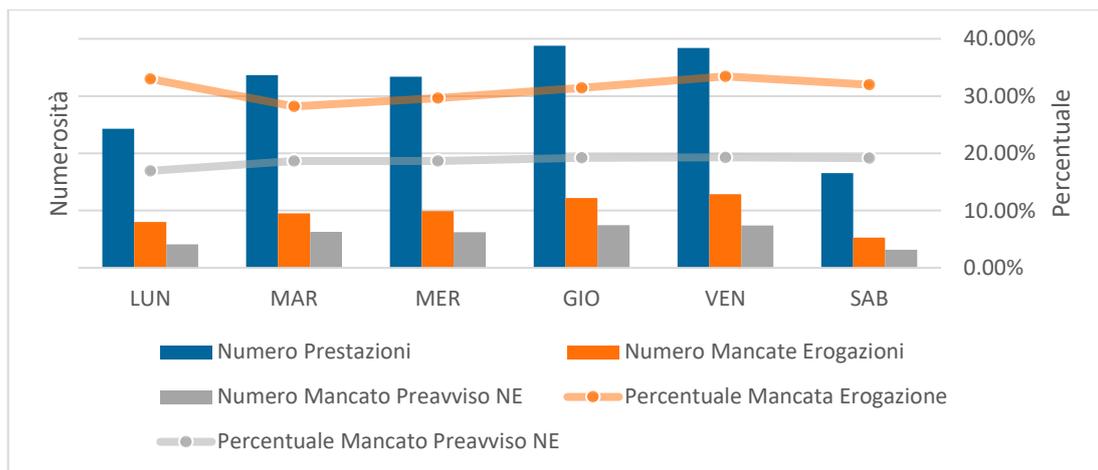


**FIGURA 20: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER MESE**

Più interessante è notare l'andamento del numero di prestazioni, che vede nei mesi delle restrizioni più forti e nel primo mese estivo un effetto calante. La prima motivazione si illustrerà di seguito, mentre la seconda è destinata, ai fini di questo lavoro, a rimanere ipotesi senza capacità di prova.

Proseguendo dalle settimane, lo step successivo dovrebbe essere quello dei giorni, ma, a maggior ragione, in questo caso l'unico effetto catturabile è quello dovuto a questioni episodiche, che, comunque si proveranno a indagare in seguito. Nel frattempo, per completezza, si illustra il dettaglio giorno per giorno negli allegati V, VI e VII.

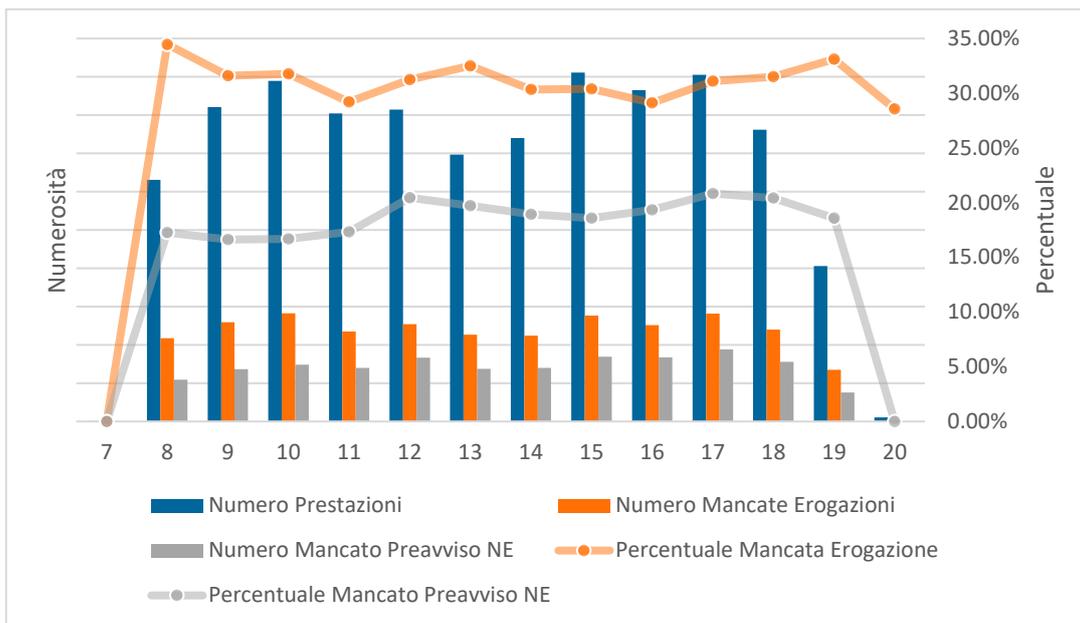
Anziché ragionare per giorni dell'anno, si può analizzare la variabile giorni della settimana, introdotta nel grafico seguente.



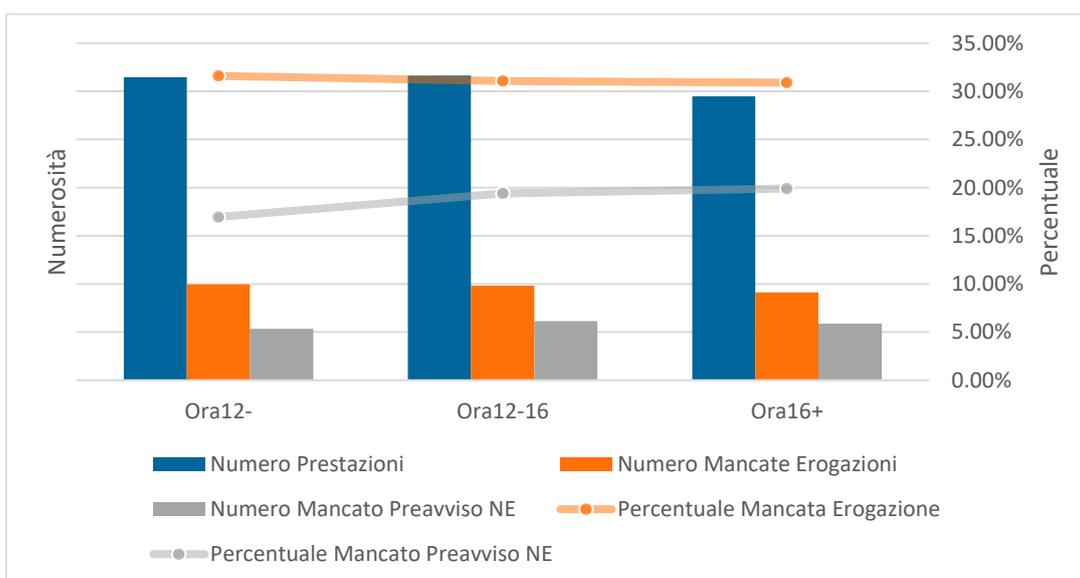
**FIGURA 21: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GIORNO SETTIMANA**

Nonostante diversi livelli di quantità di prestazioni, sorprende l'estrema inflessibilità della percentuale di mancato preavviso di NE; l'altra percentuale mostra una lieve concavità (se si esclude il sabato), ma non vi è un netto effetto "fine settimana", comunque apprezzabile.

Per ultima, per quanto concerne le variabili legate alla data dell'appuntamento, si analizza l'ora di effettuazione. Innanzitutto, si procede con l'analisi dell'ora senza prendere in considerazione i minuti (troncamento) (figura 22). A primo impatto, escludendo le due code in quanto numericamente non confrontabili, non si nota un particolare andamento della percentuale di mancate erogazioni, al contrario, sembra delinearsi un andamento più interessante per l'altra percentuale. Per meglio sottolinearlo e per altre questioni precedentemente esposte, si sono introdotte le dummy relative alle fasce orarie, di seguito illustrate.



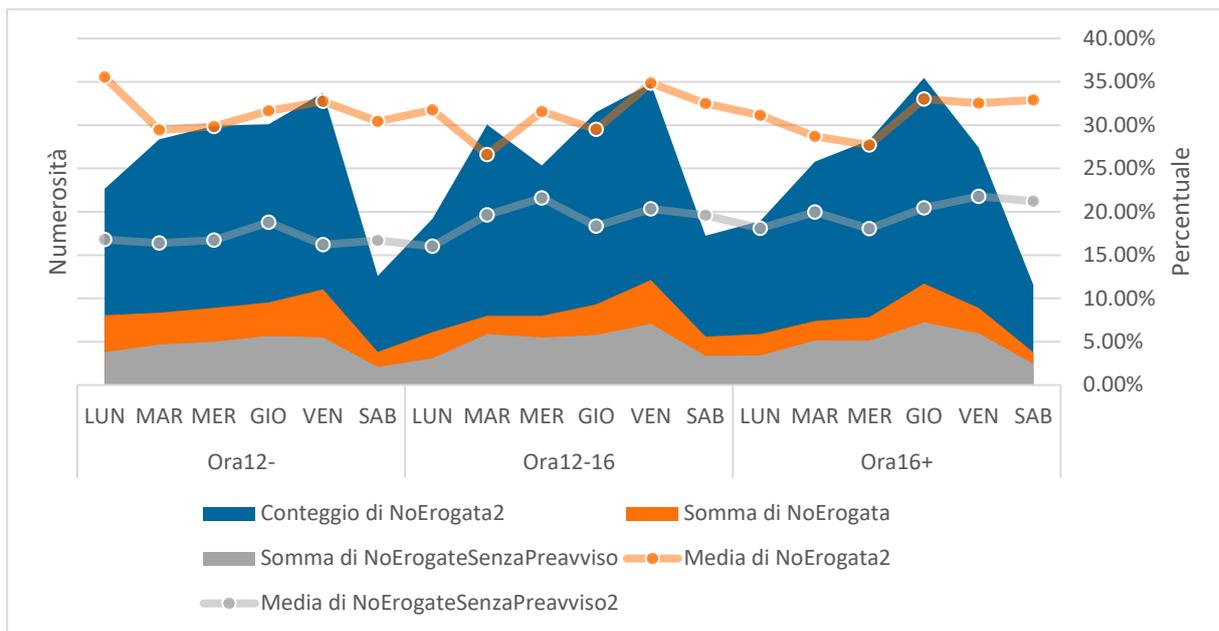
**FIGURA 22: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE ORARIO**



**FIGURA 23: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE FASCIA ORARIA**

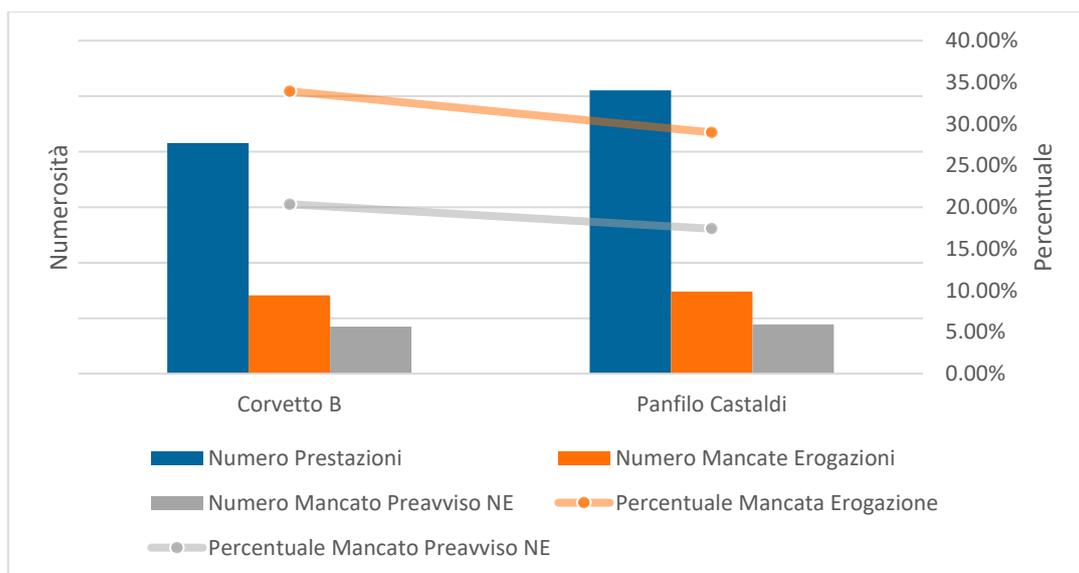
Come intuito in precedenza, si conferma uno scostamento per la percentuale di mancato preavviso nella fascia della mattina; probabilmente ciò è dovuto al fatto che la maggior parte delle attività si registra nelle ore mattutine e quindi è più facile che queste (imprevisti) influenzino la capacità di presentarsi o meno all'appuntamento.

Guardando la figura 24, non si riesce a evidenziare una tendenza tale da giustificare nuove diverse variabili se non quella del venerdì pomeriggio, che vuole provare a catturare l'“effetto weekend” già citato.



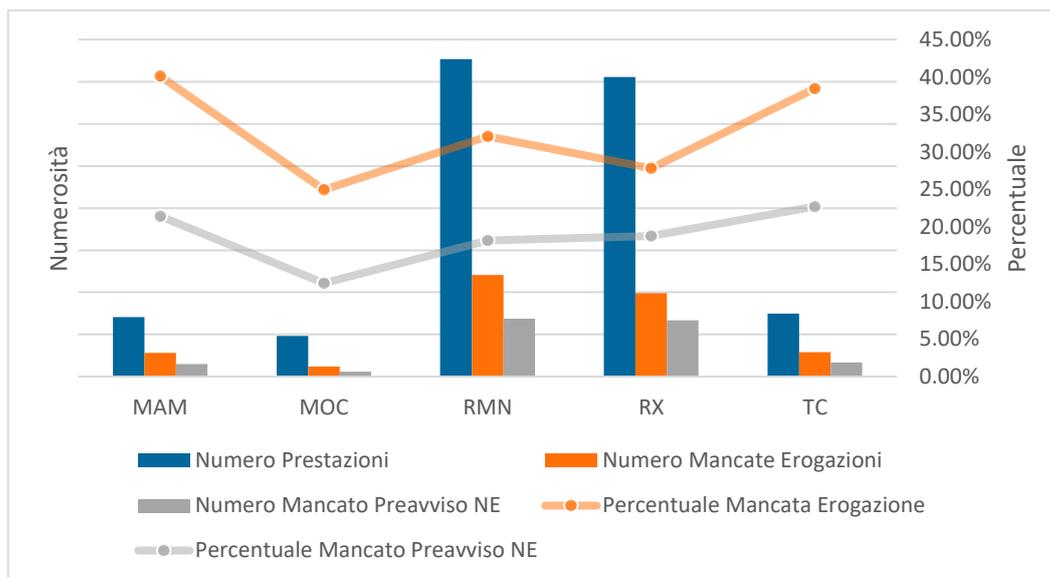
**FIGURA 24: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GIORNO SETTIMANA E FASCIA ORARIA**

Anche se già in parte illustrate in precedenza, si procede con l'analisi delle sedi e delle branche. In questo pool di analisi, la branca (o specialistica) sarebbe la diagnostica per immagini, tuttavia, si è deciso di utilizzare la denominazione per le varie categorie di prestazioni – legate al dispositivo utilizzato. Inoltre, il medico non ha una rilevanza particolare in quanto non è possibile selezionare un TRSM piuttosto che un altro né un MR refertante; perciò, è privo di senso effettuare questa analisi.



**FIGURA 25: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE SEDE**

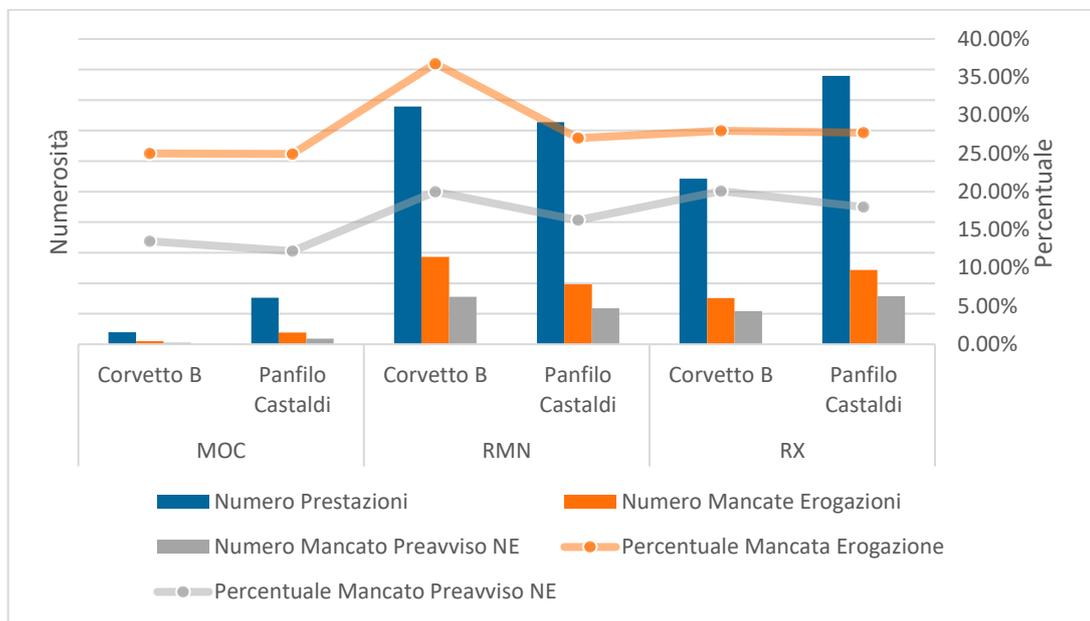
Come già visto in precedenza, la sede di Corvetto sembra avere una maggior predisposizione alla cancellazione. Uno dei motivi potrebbe essere la più recente apertura della sede, oltre alla posizione periferica rispetto a Repubblica – Castaldi, che è una sede molto centrale. Tuttavia, occorre indagare i servizi offerti dai due centri per capire se effettivamente ci possano essere altre determinanti; ad esempio, mammografie e TC non vengono svolte in entrambe le strutture. Innanzitutto, si riporta l'analisi delle singole branche.



**FIGURA 26: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE SPECIALITÀ/BRANCA**

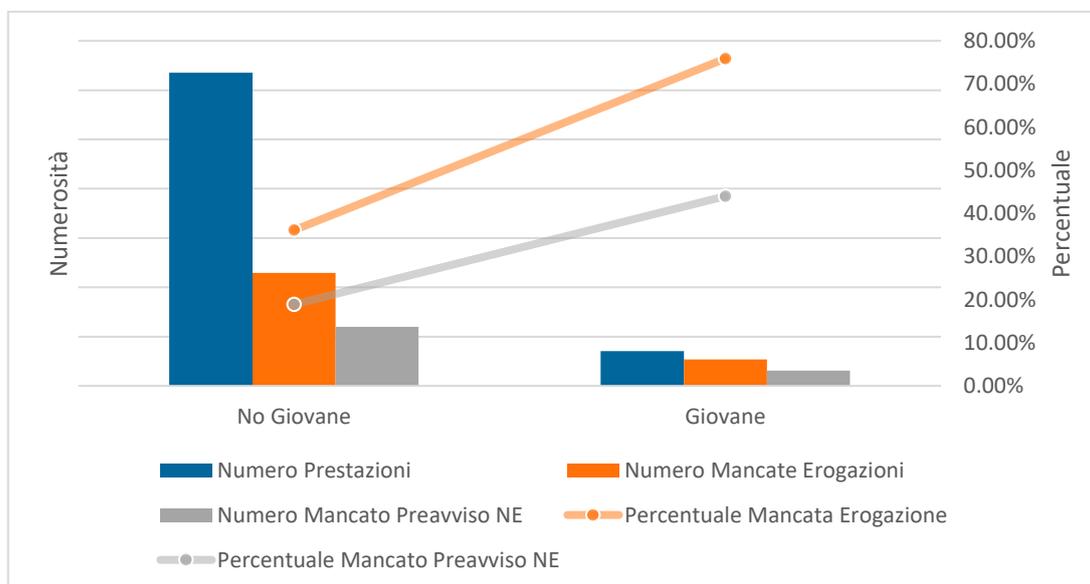
Effettivamente, nonostante i pochi dati a disposizione, sembra esserci una differenza tra le branche, specialmente per le due menzionate in precedenza. Si sottolinea che le mammografie sono effettuate quasi esclusivamente a persone di genere femminile; ciò potrebbe spiegare la differenza di attendibilità tra queste ultime e le persone di genere maschile, come mostrato nel grafico relativo. Essendo presenti in solo una sede, non si prosegue con l'analisi delle due branche a cui si è appena fatto riferimento – né avrebbe senso inserire nuove variabili di interazione, bensì si prosegue con le altre tre (MOC, RMN e RX). Da una prima analisi della figura 27, sembra esserci un simile comportamento tra le branche MOC e RX, apparentemente non discriminabile in base alla sede. Uno dei fattori che potrebbe spiegare le basse percentuali riscontrate nella prima categoria potrebbe essere ricercato nella maggiore semplicità di prenotazione (una sola prestazione esistente). Invece, si evidenzia una marcata differenza in entrambe le curve nelle prestazioni di risonanza magnetica; per questo motivo si rimanda all'analisi sui mezzi di contrasto nei prossimi paragrafi. Si è detto dell'unica prestazione offerta per la MOC, parimenti avviene per la mammografia – offerta con refertazione contestuale e, perciò, con visita da parte del MR senologo a

marginale degli esami strumentali. Invece, per le altre tre categorie esistono numerose divisioni, principalmente in base al distretto e all'utilizzo di specifici ausili, come il mezzo di contrasto.



**FIGURA 27: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER SPECIALITÀ E SEDE**

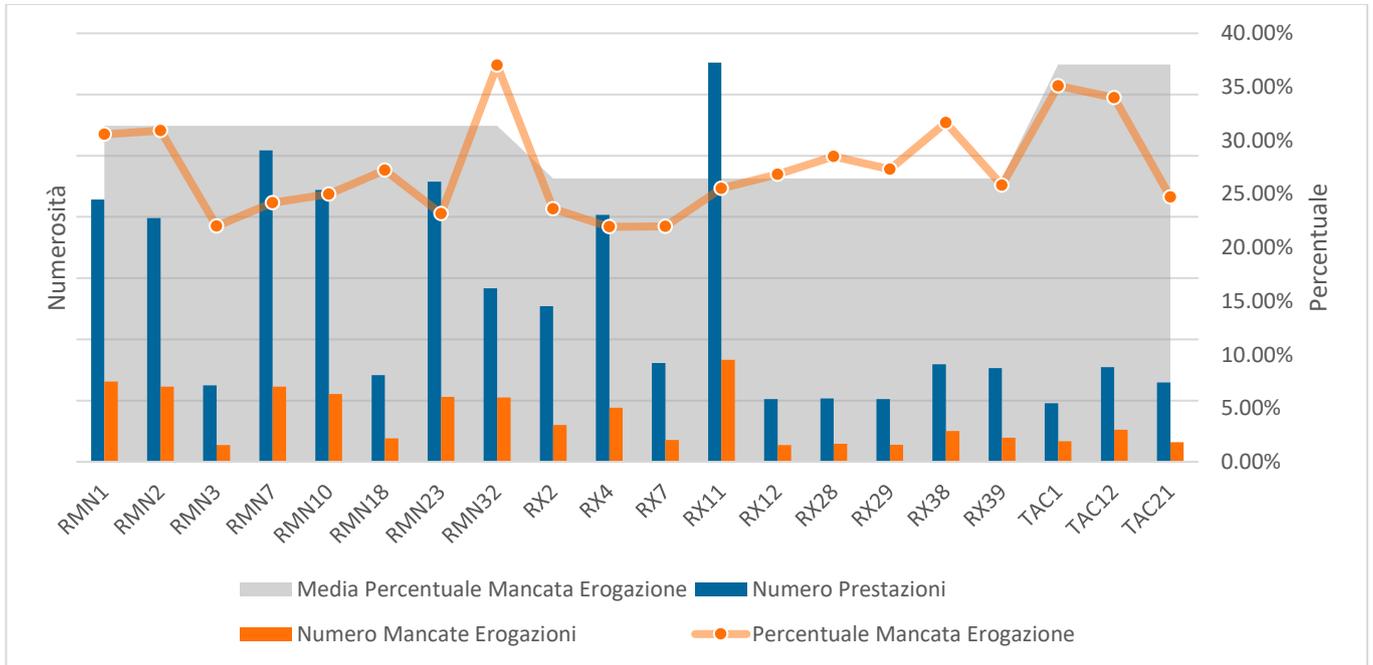
Ritornando alle mammografie e a quanto detto durante l'analisi del genere e delle età, si illustra di seguito il grafico della variabile "Mammografia Giovane".



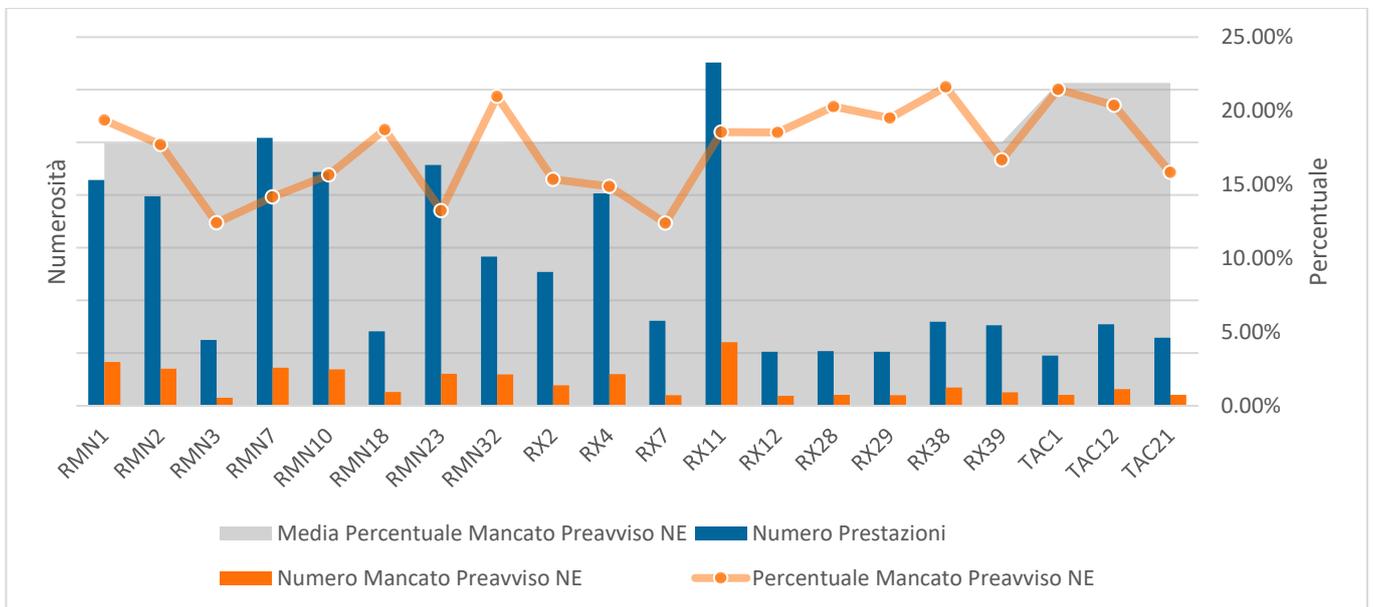
**FIGURA 28: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER MAMMOGRAFIA ED ETÀ**

Come previsto, seppur su un numero relativamente basso di casi, le prenotazioni di mammografia di pazienti giovani vengono quasi tutte cancellate.

Tra tutte le altre prestazioni, sono state selezionate quelle con un numero pari o superiore all'1% del totale. Per semplicità rappresentativa, si mostra un grafico per ogni approccio.



**FIGURA 29: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER CODICE PRESTAZIONE**

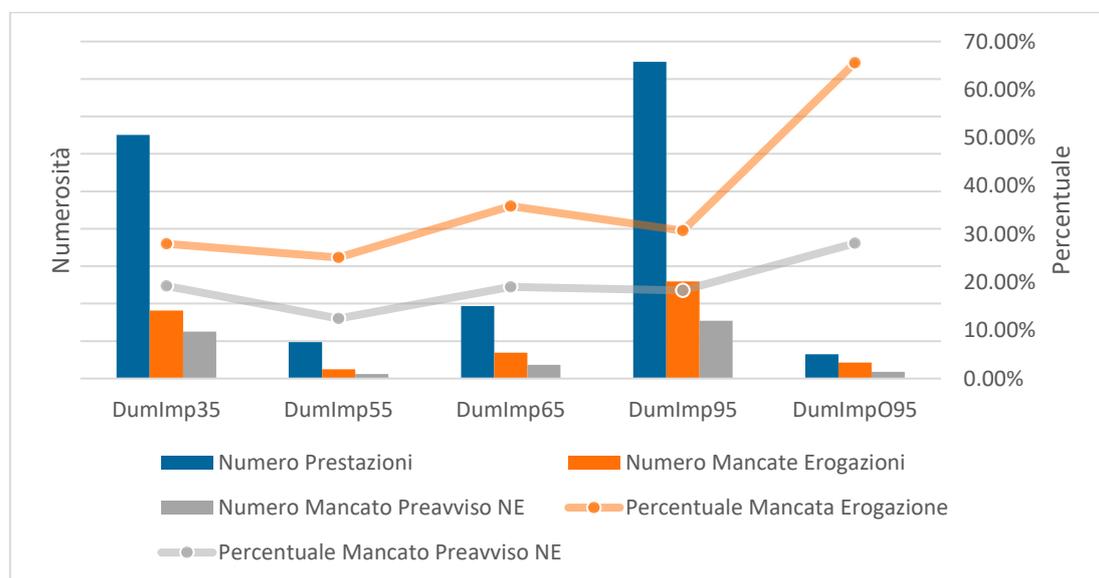


**FIGURA 30: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE CODICE PRESTAZIONE (2)**

I maggiori scostamenti dalle medie delle varie categorie si individuano nelle prestazioni di risonanza alla spalla (3 – dx e 18 sx), al ginocchio (7 – dx, 23 – sx), lombosacrale

(10) ed encefalo – tronco encefalico (32, solo a Corvetto B), di radiografia al rachide lombosacrale (4), bacino (7) e piede destro (38), di tomografia massiccio facciale (21). Il candidato ha scelto di non inserire variabili dummy delle prestazioni per non rischiare di creare over fitting, cioè creare un modello complesso che si adatta perfettamente al dataset di regressione, ma che non riesce a generalizzare abbastanza per i casi di test e i casi futuri. Lo stesso motivo appena descritto è alla base delle scelte di modelli di regressione delle tendenze delle variabili, che non tengono conto della densità di ciascun punto.

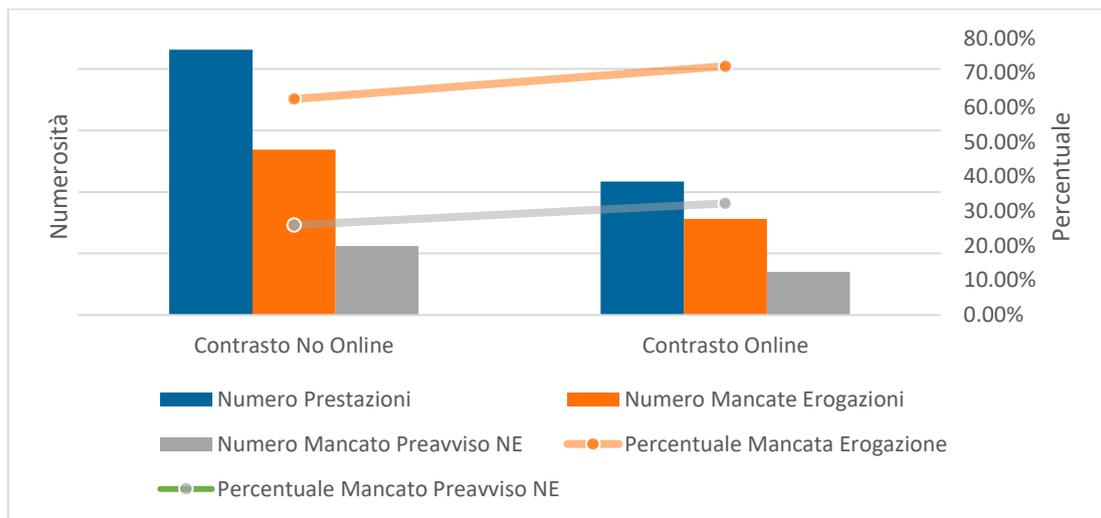
Sempre a proposito di categorie e prestazioni, si procede con l'analisi della variabile prezzo. Come già discusso in precedenza, le convenzioni hanno un impatto minimo in termini di fatturato, nonostante possano spingersi fino a un 40 % di sconto. A seguito del primo pagamento convenzionato, il sistema gestionale propone come previsione di incasso il prezzo scontato per quella convenzione. Nel database è presente la voce importo che è costituita dall'importo previsto per quel paziente, ma non è detto che sia effettivamente quanto incassato e, ancor di più, a quanto sarebbe ammontato il pagamento di una prestazione cancellata. Tra gli importi previsti nel dataset, meno del 2 % comprende una previsione di convenzione; al contrario, si individuano facilmente le fasce di prezzo correlate con le categorie di prestazioni (branche). Per questo motivo sono state create le dummy di prezzo, rappresentate di seguito.



**FIGURA 31: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER IMPORTO**

Nel grafico sopra rappresentato si può constatare una tendenza quasi esponenziale. Tuttavia, occorre precisare come le fasce di prezzo sono molto correlate con le categorie di prestazioni; infatti, alla prima corrispondono prevalentemente le prestazioni

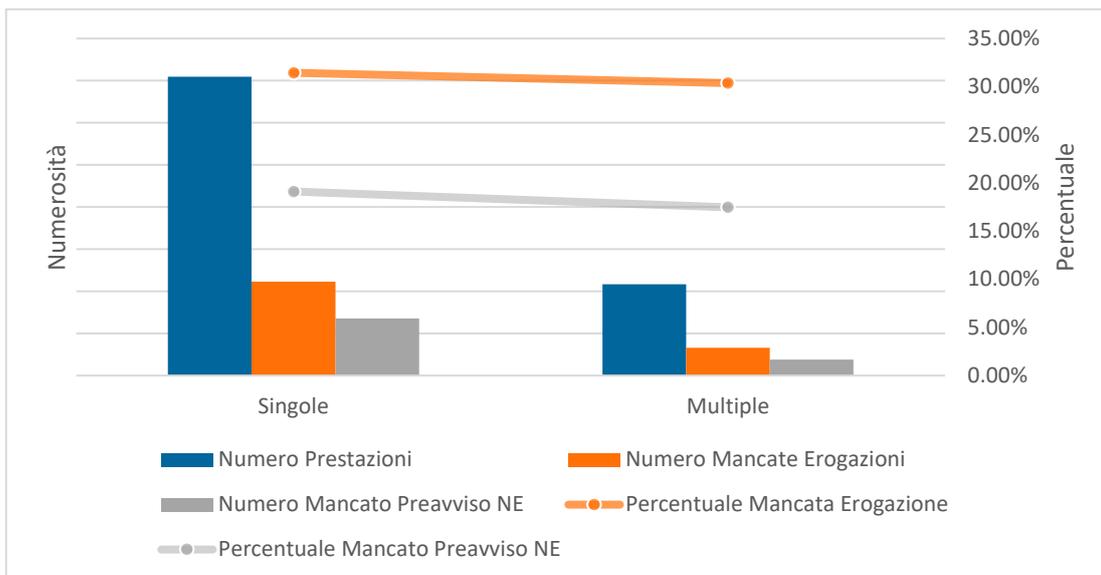
di radiologia, alla seconda quelle di mineralometria e di seguito mammografia. Le uniche due fasce miste sono le ultime due, che coinvolgono sia le risonanze che le tomografie. Di maggior rilievo sono le percentuali relative all'ultima categoria, che comprende tutti i principali metodi di diagnosi tramite mezzi di contrasto. Probabilmente, il motivo di tale tasso di cancellazione è dovuto alla complessità dell'esame stesso; ad esempio, è necessaria una preparazione specifica da far effettuare al paziente in autonomia. Durante il periodo di tirocinio, il candidato ha potuto constatare la complessità organizzativa di queste prestazioni e l'elevato numero di fattori che possono determinarne un esito incerto. Per questi motivi, è stata generata la variabile "Contrasti", che sostituisce quella "DumImpO95". Per indagare anche la possibile incidenza di errori attribuibili al paziente al momento della prenotazione online oppure della preparazione, è stata generata la variabile dummy "Contrasto Online", che evidenzia i contrasti prenotati online. Si desidera sottolineare come i contrasti siano eseguiti esclusivamente nella sede di "Corvetto B"; per cui non è stata generata alcuna variabile dipendente ulteriore.



**FIGURA 32: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER MODALITÀ PRENOTAZIONE CONTRASTO**

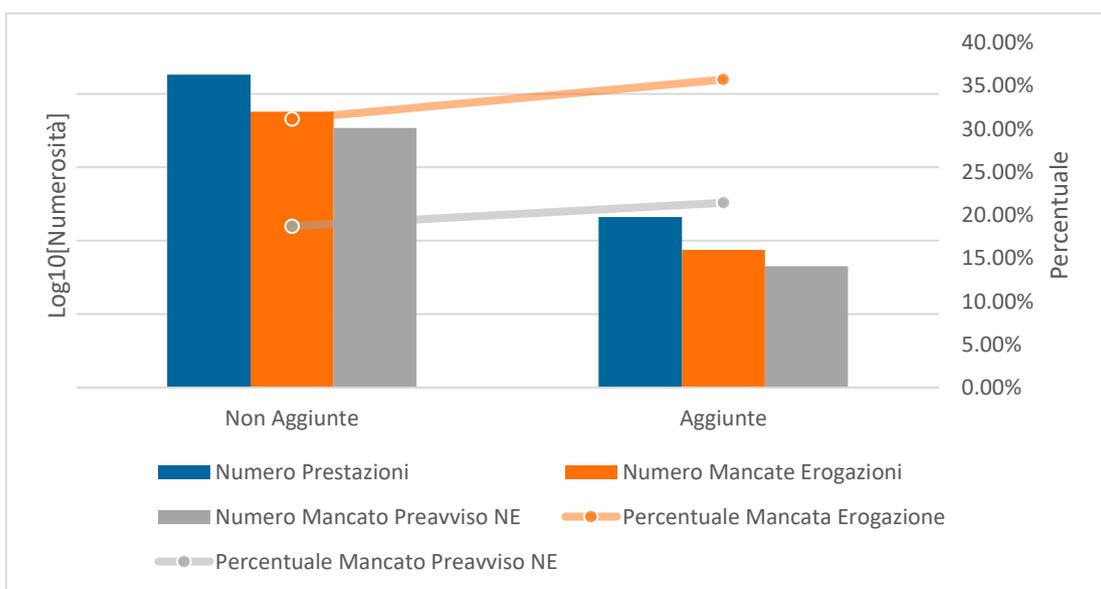
Come anticipato, gli errori effettuati dal paziente in fase di prenotazione online sono elevati, soprattutto per queste tipologie di prestazioni, che vedono comunque un tasso di prenotazione online non tanto distante da quello delle restanti (circa un terzo contro il quasi 40 % generale).

L'analisi procede con una serie di variabili dummy sempre legate alle caratteristiche della prenotazione, con particolare attenzione alla relazione con le altre prenotazioni.



**FIGURA 33: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER NUMEROSITÀ GRUPPO PRENOTAZIONE**

Si precisa che nella categoria “Multipli” ricadono anche i casi in cui una prestazione viene sostituita da un’altra al momento dell’accettazione, in questo caso effettivamente potrebbero non esserci problematiche di slot orari, mentre è probabile che i tempi di accettazione siano maggiori. Ad ogni modo, sembra emergere una tendenza che porta il paziente a presentarsi in sede con maggior probabilità in caso di multiple prestazioni. Si precisa come siano oggetto di analisi 2185 volte in cui un paziente ha prenotato prestazioni multiple con una media di circa 2 prestazioni a volta.



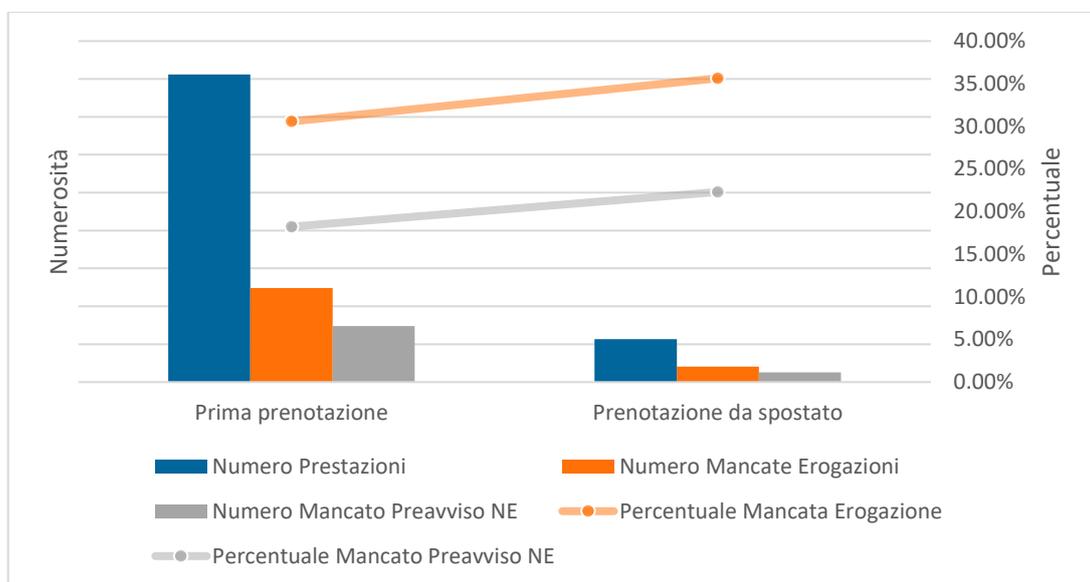
**FIGURA 34: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, PRESTAZIONI AGGIUNTE**

Si precisa che l'insieme "Aggiunto" è un sotto-insieme dell'insieme "Multiple", ma in questo caso vengono evidenziate le indecisioni, che portano a una maggior probabilità di mancata erogazione.

### Comportamento del paziente

Come terza e ultima famiglia di prestazioni legate a situazioni endogene, si procede con l'analisi delle variabili di comportamento, tra le più utilizzate in letteratura. Prima di procedere occorre fare una premessa: l'arco temporale esaminato – cinque mesi – non permette di eseguire una corretta e completa analisi; tuttavia, i principi di costituzione e monitoraggio delle variabili è il medesimo che il candidato avrebbe adottato nel caso di dati che avessero coperto un arco temporale maggiore.

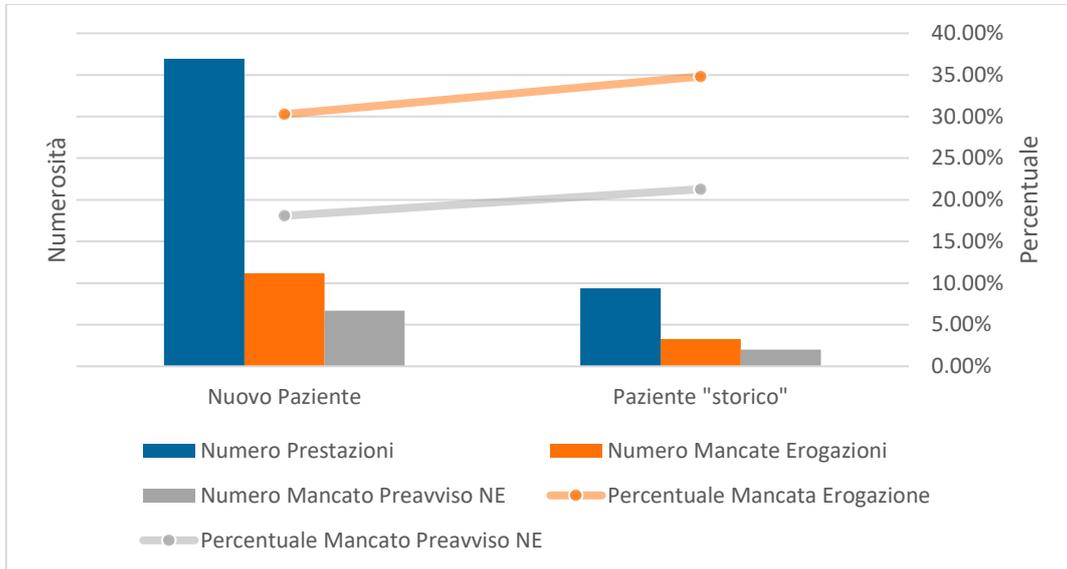
La prima variabile analizzata è quella della provenienza della prenotazione da un'altra precedentemente cancellata.



**FIGURA 35: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, PRENOTAZIONI SPOSTATE**

Nonostante le prenotazioni attenzionate siano poco più del 10 % della popolazione, è molto significativo l'impatto della storia clinica del paziente, seppur breve. Infatti, se in prima ipotesi poteva essere più probabile che a uno spostamento corrispondesse una maggior sicurezza di partecipazione, emerge come, in realtà, lo spostamento sia più indicativo di una indecisione del paziente stesso, causando, di conseguenza, una maggior probabilità di mancata erogazione. Il discorso è analogo all'aggiunta della prestazione già discussa in precedenza.

Sicuramente nei casi appena analizzati il paziente aveva già avuto un contatto precedente con l'azienda. Seppur con i limiti già espressi, si procede con l'analisi della variabile relativa alla prima comparsa nel DB di una determinata persona<sup>32</sup>.

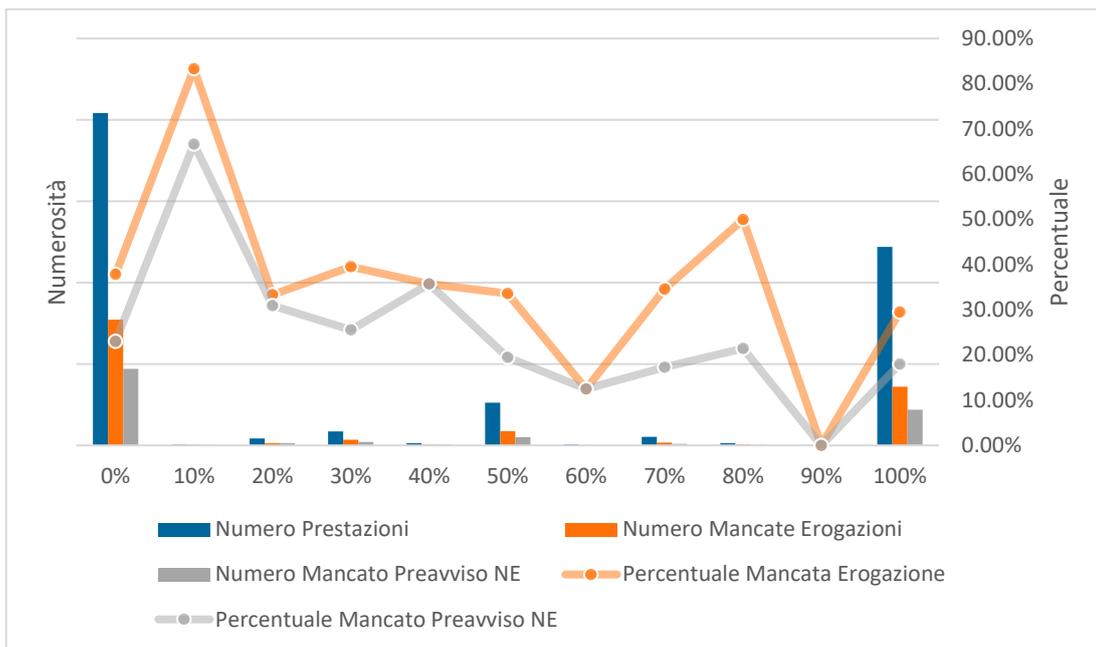


**FIGURA 36: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, PRESTAZIONI PRENOTATE DA NUOVO PAZIENTE**

Dall'analisi di questa variabile sembra emergere che un paziente con uno storico ha maggior probabilità di non rispettare la prenotazione. Ciò è probabilmente dovuto anche al fatto che si considera come "storico" un paziente che sposta una visita; perciò, andrà analizzato assieme al dato precedente. Inoltre, si evidenzia come soltanto il 20 % delle prestazioni può contare su una lettura del comportamento passato del paziente, seppur con poche prestazioni.

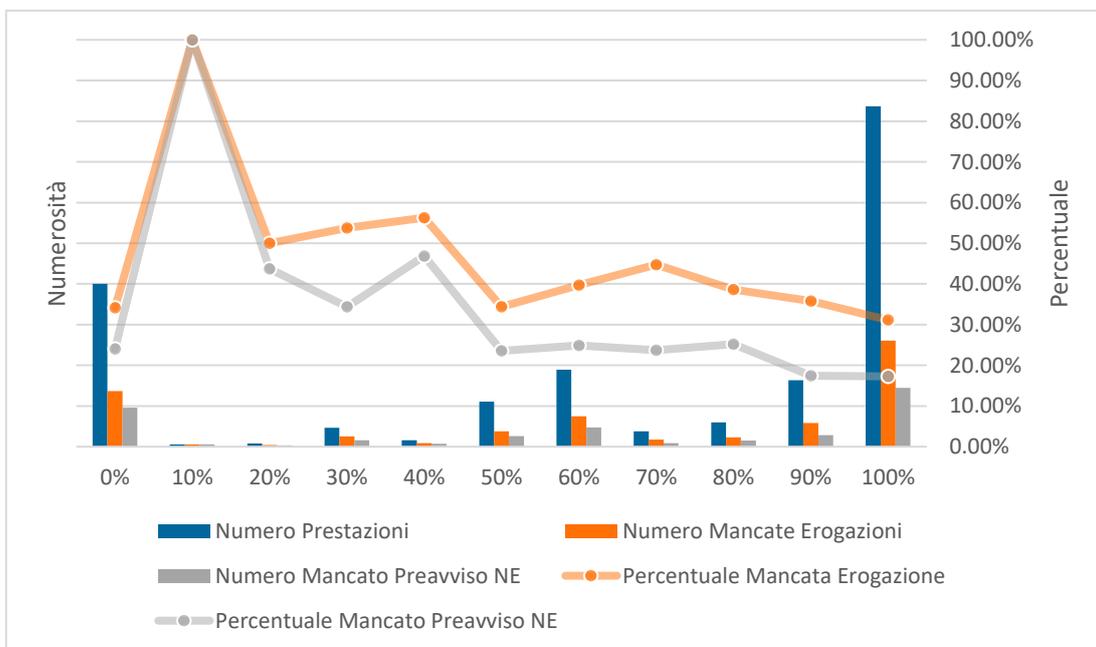
Per concludere la panoramica delle variabili endogene, si illustrano di seguito le tre tipologie di coefficiente di affidabilità che sono state pensate dal candidato. Nel caso in cui venissero presi in considerazione tutti i record, circa l'80 % dei valori sarebbe concentrato in un unico punto, pari alla percentuale assegnata ai nuovi pazienti, e il restante sarebbe molto disperso. Perciò, si è deciso di non prendere in considerazione il valore assegnato ai nuovi pazienti. Inoltre, per semplicità rappresentativa, si è scelto di raggruppare i coefficienti ogni dieci punti percentuali.

<sup>32</sup> A ulteriore specificazione, si intende la prima volta che il codice cliente compare nel dataset analizzato, perciò non si riferisce per forza alla prima volta che quella persona ha usufruito dei servizi dell'azienda. Inoltre, si considerano nuovi pazienti tutte quelle prestazioni con data di ultimo aggiornamento pari alla prima presente per quel codice paziente.



**FIGURA 37: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER AFFIDABILITÀ**

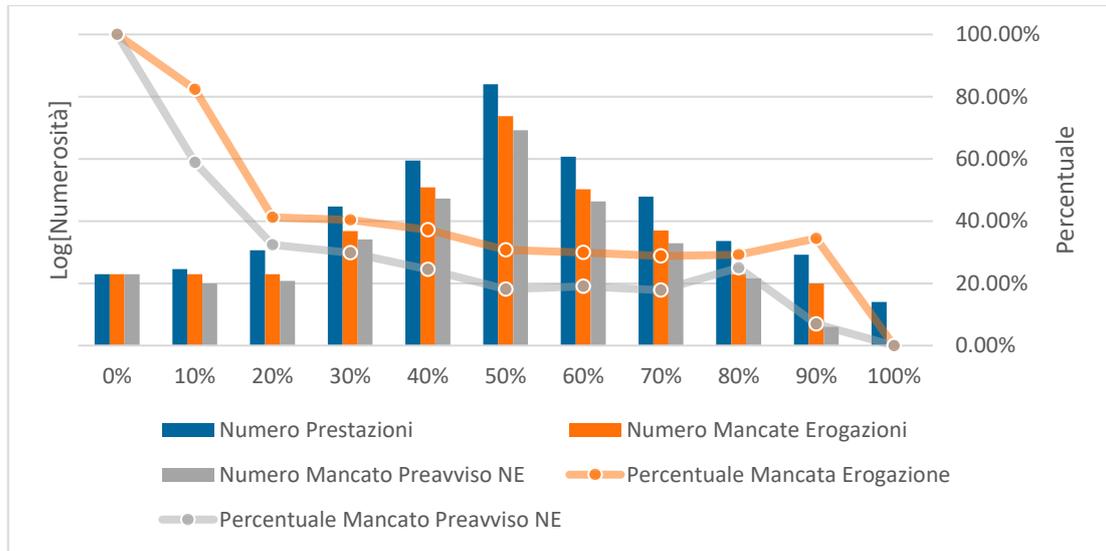
Il coefficiente sopra rappresentato risente estremamente della bassa disponibilità di dati storici sul paziente, come testimoniano i due picchi a 0 e 1, che sono in gran parte composti da prenotazioni con un solo dato storico. Ad ogni modo, si può intravedere una differenza di affidabilità: i pazienti con un passato con più cancellazioni sono portati a continuare questa tendenza e viceversa.



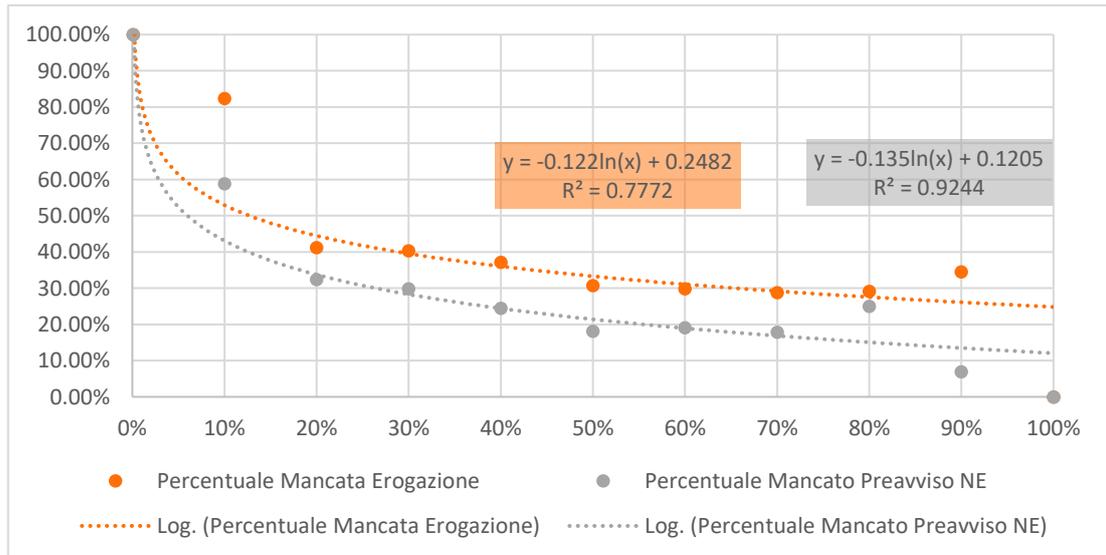
**FIGURA 38: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER AFFIDABILITÀ ESPONENZIALE**

Di maggior difficoltà di interpretazione è il secondo coefficiente, anch'esso fortemente influenzato dal basso numero di informazioni storiche. In teoria, data la sua costruzione, dovrebbe essere più indicativo nel discriminare la percentuale di mancato preavviso, ma, in realtà, sembra catturare l'effetto soltanto negli score prossimi all'unità. Per provare a evidenziare questa tendenza, è stata creata la variabile "Alta Affidabilità".

Per poter includere anche i nuovi pazienti, si è pensato di creare uno scoring stile patente di guida: più è grave la mancata erogazione, maggiore è la decurtazione. Di seguito il grafico di analisi.



**FIGURA 39: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER PATENTE**



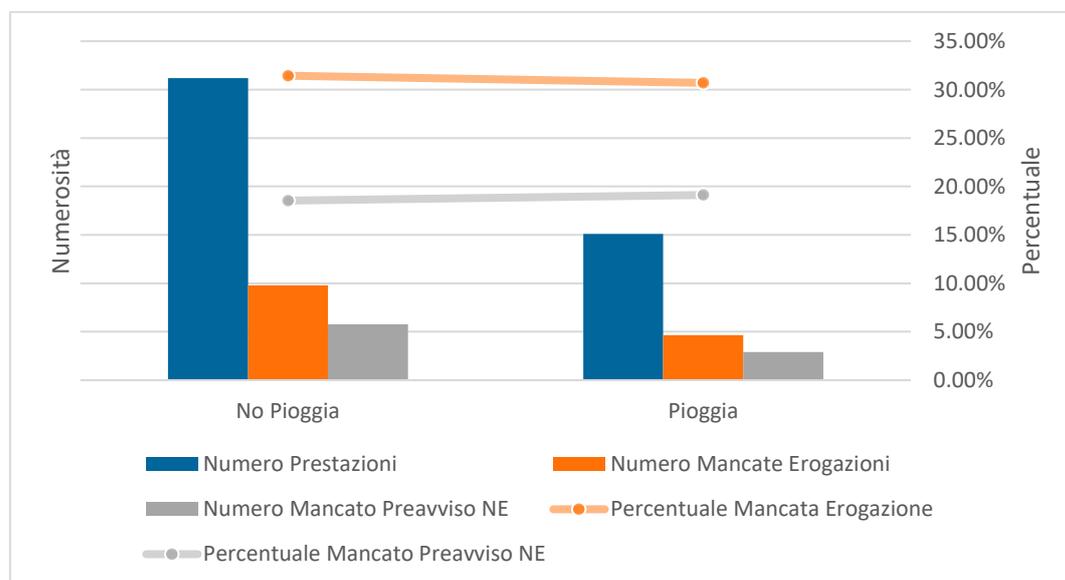
**FIGURA 40: INTERPOLAZIONE PERCENTUALE MANCATA EROGAZIONE E MANCATO PREAVVISO MANCATA EROGAZIONE PER PATENTE**

Innanzitutto, si ritiene utile sottolineare come l'asse di sinistra delle ordinate della figura 39 è su scala logaritmica, perciò non si percepiscono bene le proporzioni rappresentate dalle curve. Nonostante ciò, queste ultime mostrano un tipico andamento logaritmico, come si può vedere dalla figura 40. Il candidato ha scelto di inserire il fattore logaritmico; perciò, la funzione della variabile "Ln Patente" è pari a  $y = \ln x$ , eccetto per i valori di  $x$  prossimi a 0, approssimati a 0.05. Ciò permette anche di pesare maggiormente gli score negativi, intesi come inferiori a 0.5 – valore di partenza.

## Variabili esogene

Infine, si passa all'analisi delle variabili esogene. Innanzitutto, occorre precisare che verrà effettuata l'analisi delle variabili per entrambi gli approcci, ma per quei valori specifici della giornata (o momento della giornata), occorre prendere in considerazione solamente la percentuale di mancati preavvisi per tempo. Infatti, ad esempio, una prestazione cancellata con 15 giorni di anticipo non può essere stata influenzata dall'eventuale temporale scatenatosi il giorno della prestazione. Si precisa inoltre che le variabili meteorologiche si riferiscono a rilevazioni, non a previsioni, ragion per cui occorre trascurare alcuni output generati dalle prossime analisi.

Citata nel paragrafo precedente, la variabile pioggia è la prima a essere esaminata.

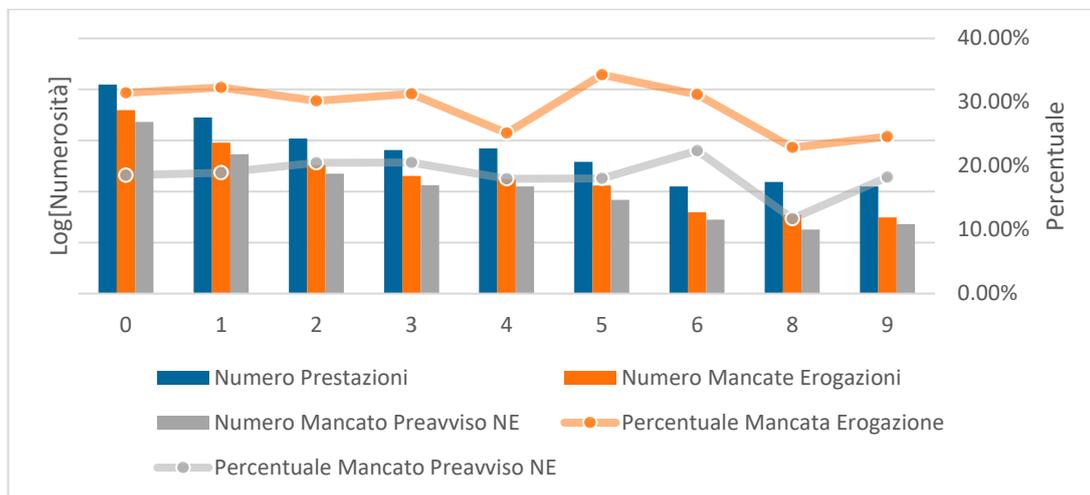


**FIGURA 41: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GIORNO PIOGGIA**

La prima cosa che viene evidenziata dal grafico è l'apparente scarsa incidenza di questo fattore sui tassi di cancellazione. Tuttavia, già da questa prima analisi emerge la prima incongruenza: la probabilità di cancellazione sembra diminuire in caso di pioggia, se si guarda la curva arancione. Il motivo principale risiede proprio in quanto

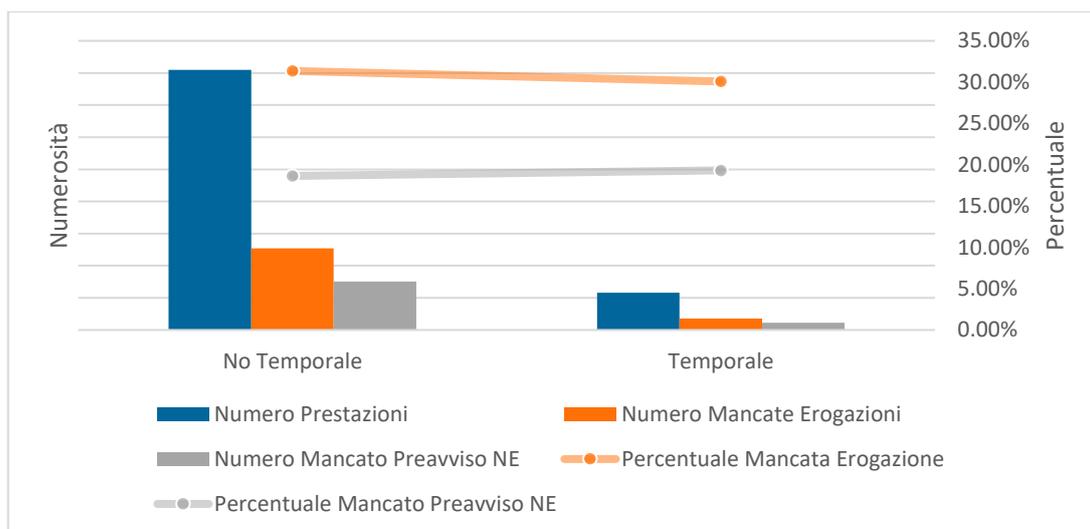
detto pochi paragrafi prima: la variabile non è attendibile in caso di cancellazioni con largo preavviso.

La seguente variabile, invece, vuole provare a catturare il più possibile gli effetti della pioggia nel tempo.



**FIGURA 42: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GIORNI DI PIOGGIA CONSECUTIVI**

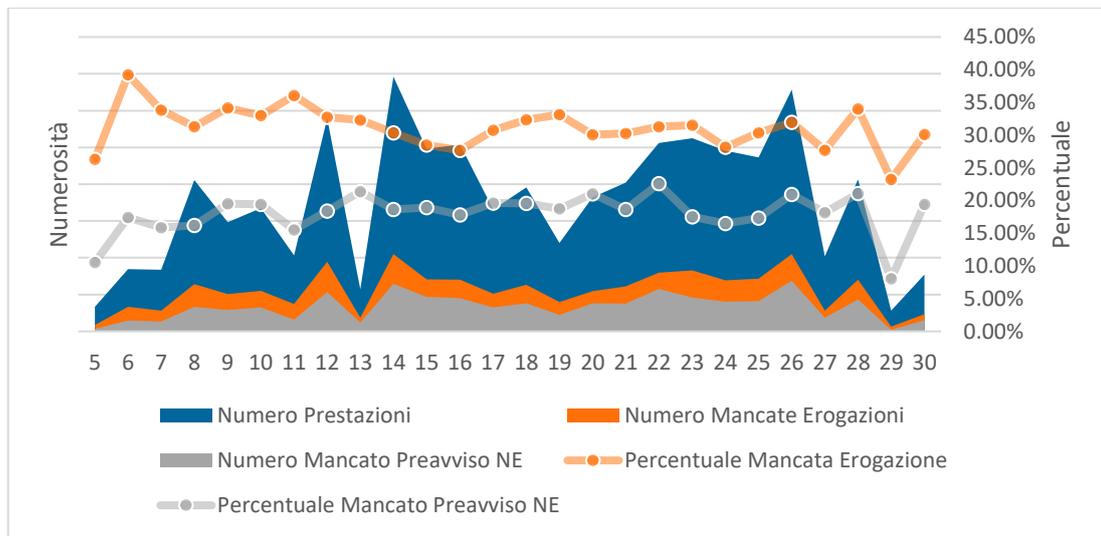
Al di là della difficoltà di lettura su scala logaritmica, si nota un andamento apparentemente decrescente di entrambi i tassi di cancellazione al crescere del numero di giorni di pioggia consecutivi. Perciò, ci si aspetta un coefficiente di regressione con segno negativo, che dovrà essere rigettato anche nel caso di significatività in quanto non è coerente con le aspettative (più piove meno è probabile che si svolgano determinate attività).



**FIGURA 43: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GIORNI CON TEMPORALE**

Proseguendo con gli eventi atmosferici, il temporale è un fenomeno che è stato registrato nel 13 % dei giorni del periodo in analisi. Per i temporali vale la stessa analisi fatta per la pioggia, anche perché in tutti i giorni di temporale è stata registrata pioggia, per cui sono altamente correlate fra loro.

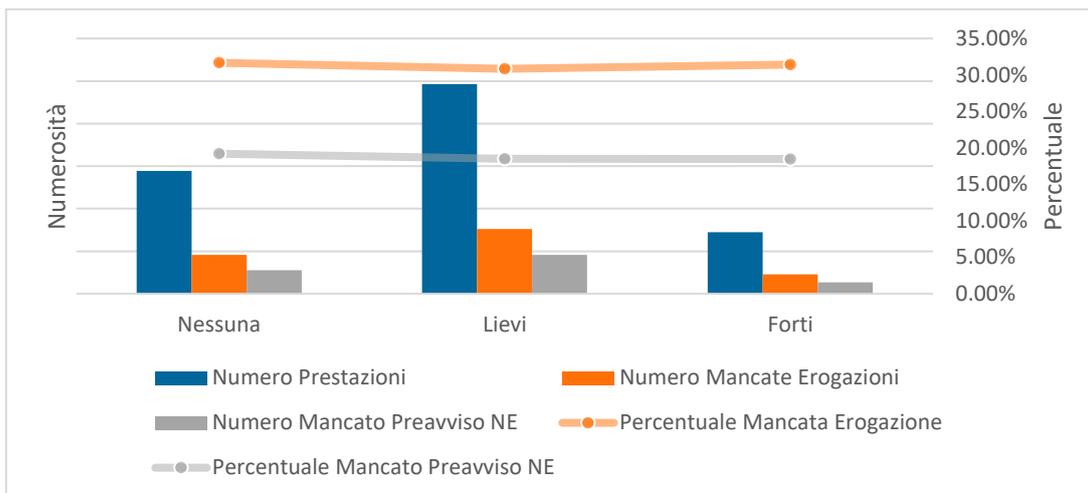
L'ultima variabile relativa al meteo è quella della temperatura. Per semplicità di visualizzazione sono state arrotondate all'intero.



**FIGURA 44: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER TEMPERATURA EFFETTIVA**

La tendenza sembra riprendere quella già vista nel grafico delle stagioni, soprattutto per la curva arancione. Ad ogni modo, l'impressione è quella di avere dinnanzi una variabile poco significativa.

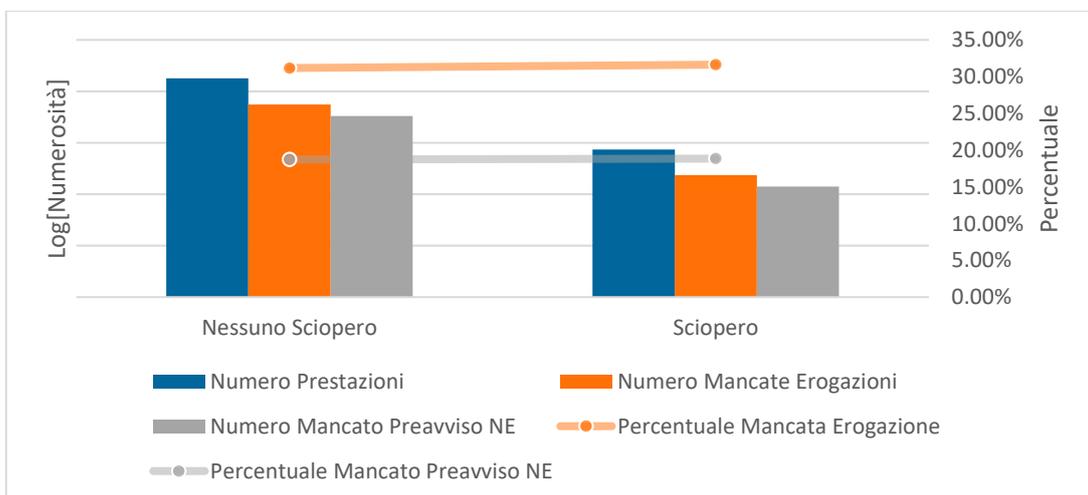
Si prosegue con l'analisi di una variabile molto specifica e caratteristica del periodo in cui si sono analizzati i casi: le restrizioni dettate dalle ordinanze ministeriali. Prima di procedere con l'illustrazione dei tassi, si vogliono fare ulteriori considerazioni in merito all'attendibilità di questa analisi. Infatti, il periodo osservato è stato caratterizzato da una forte presenza di restrizioni, specialmente nei primi mesi. Tant'è che i giorni con restrizioni lievi – zona gialla o arancione – sono stati più del 50 % del totale e quelli con restrizioni forti – zona rossa – sono quasi arrivati al 20 %. Risulta, per tanto, difficile poter pesare l'impatto di queste sul regolare andamento delle prenotazioni.



**FIGURA 45: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER RESTRIZIONI**

L'effetto è del tutto trascurabile, considerando anche che probabilmente le persone erano più abituate e non si sono fatte cogliere di sorpresa. L'unica differenza tra i tre periodi è nel totale di visite effettuate (o tassi di visite al giorno), che vede nei periodi di restrizione massima un calo delle prestazioni, leggermente recuperate subito dopo le parziali riaperture.

Infine, si procede con l'analisi dell'ultima variabile: gli scioperi. Se altre variabili avevano una frequenza molto bassa, per gli scioperi questa è infinitamente bassa – circa il 3.8 % dei giorni analizzati



**FIGURA 46: PRESTAZIONI EROGABILI, NON EROGATE E CON PREAVVISO DI MANCATA EROGAZIONE MINORE DELLA SOGLIA (1 GIORNO), PERCENTUALE, SUDDIVISE PER GIORNI DI SCIOPERO MEZZI**

Nonostante le premesse, contrariamente a quanto ci si potesse aspettare da una città come Milano, in cui si fa largo uso di mezzi pubblici, gli scioperi sembrano non aver influito molto sui tassi di erogazione.

## 4.2.2 Il modello di regressione

Il modello prescelto per l'analisi è quello più usato in letteratura: il modello di regressione logit. La scelta è ricaduta su questo modello in quanto trattato dal candidato in una parte di due corsi della laurea magistrale, oltre alla comodità della generazione di un output già in termini probabilistici.

La regressione logit è utilizzata in statistica quando la variabile dipendente è di tipo dicotomico, cioè può assumere soltanto due valori. Fa parte dei modelli di regressione lineari generalizzati e, nel caso di distribuzione cumulata di tipo normale, è usata in alternativa al più consono modello probit. La differenza tra i due modelli è essenzialmente nelle code, ma quello logistico permette una manipolazione matematica più semplice e, quindi, è più utilizzato.

Il modello di regressione si basa sulla funzione di ripartizione logistica standard espressa come:

$$\mathbb{E}[Y|X] = Pr(Y = 1|X_1, \dots, X_k) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

e sulla funzione di log-verosimiglianza:

$$\ln(L) = \sum_{i=1}^n [Y_i * (\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki}) - \ln(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki}})]$$

Ciascun parametro  $\beta$  indica la variazione del logit al variare di un'unità di  $x$ . Data la complessità di interpretazione dei coefficienti, sono stati introdotti gli *odds ratio*, che corrispondono a  $e^{\beta_k}$  per ogni incremento unitario di  $x$  (Varetto, A.a. 2020/2021). La stima di massima verosimiglianza, con cui vengono stimati i coefficienti, serve per i modelli in cui i parametri non entrano linearmente (Stock & Watson, 2012), come in questo caso.

Per dare maggior valore all'elaborato, il candidato, partendo dal database finale, ha eseguito una partizione selezionando, tramite la funzione "CASUALE" di Excel, un numero pari a circa il un terzo del campione, cioè tutte le righe in cui il valore generato era minore di 0,33334. Per l'esattezza sono stati selezionati 6102 record, pari a circa il 33 % del dataset e 5274 pazienti. Questa selezione del campione è stata utilizzata come test per misurare le performance del modello. La parte rimanente, pari a 12415 record e 9476 pazienti, è stata utilizzata come dataset di regressione.

Le misure<sup>33</sup> di selezione del modello che sono state utilizzate, così come già anticipato nel capitolo 4.2, sono lo pseudo- $R^2$  o Likelihood Ratio Index (LRI) di McFadden, il test chi-quadro, il test di Wald, la frazione correttamente predetta o accuratezza, l'area sotto la curva ROC (AUC-ROC), lo score di Brier, la precisione e la sensibilità.

---

<sup>33</sup> Le fonti per le misure sono: (Varetto, A.a. 2020/2021), (Stock & Watson, 2012) e (Harris & Samorani, 2021)

- Lo pseudo-R<sup>2</sup> è un indice di miglioramento della log-verosimiglianza a partire dal modello base, cioè con la sola costante. La formula per il calcolo è  $1 - \frac{\ln(L)}{\ln(L_0)}$ , con L<sub>0</sub> la verosimiglianza calcolata con la sola costante
- i test chi quadro è utilizzato per la verifica di ipotesi congiunte, cioè per verificare che due o più coefficienti non siano singolarmente o entrambi pari a 0
- il testi di Wald valuta la significatività di ogni singolo coefficiente secondo la formula  $\frac{\beta_k}{SE(\beta_k)}$
- la frazione correttamente predetta è la percentuale del campione per cui la probabilità predetta è maggiore del 50 % quando la Y è uguale a uno o è minore del 50 % quando la Y è 0
- l'AUC-ROC è l'integrale da 0 a 1 della curva ROC, che grafica il tasso di veri positivi sul tasso di falsi positivi
- lo score di Brier misura lo scarto quadratico medio con la formula  $\frac{1}{N} \sum (prob\ predetta_i - Y_i)^2$
- la precisione è calcolata come frazione di veri positivi su positivi previsti
- la sensibilità è calcolata come frazione di veri positivi su positivi osservati

La media di mancata erogazione del campione di 12415 record è pari al 31.28 %, mentre quella di mancato preavviso di mancata erogazione è pari al 19.04 %.

I modelli illustrati in seguito sono quelli tra i più significativi dei numerosi provati. I primi modelli si riferiscono all'approccio di previsione di cancellazione. Le log-verosimiglianze dei modelli con la sola costante sono rispettivamente -7714.18 e -6045.37. Tutte le regressioni sono state eseguite con la formula robusta all'eteroschedasticità.

Si procede con l'analisi del primo approccio: la variabile dipendente è la mancata erogazione. A seguire saranno illustrate le tabelle relative al secondo approccio, in cui la variabile dipendente è il mancato preavviso della mancata erogazione. Per questo secondo caso, l'analisi parte dal modello del primo approccio, migliorandolo. Inoltre, il candidato ha anche eseguito gli stessi step svolti con il primo approccio, ottenendo gli stessi risultati.

Per una miglior leggibilità le tabelle relative al primo approccio sono state suddivise in due intervalli, ma sono da considerarsi contigue.

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Costante</i>	-0.8888** (0.0359)	-1.0346** (0.0447)	-1.4053** (0.0510)	-1.4929** (0.0596)	-1.6362** (0.0624)	-1.6388** (0.0645)	-1.7906** (0.0706)
<i>Anni - 20/35</i>	0.2822** (0.0549)	0.3062** (0.0551)	0.3724** (0.559)	0.3728** (0.0560)	0.3106** (0.0564)	0.3106** (0.0564)	0.2404** (0.0580)
<i>Anni - 35/50</i>	0.2013** (0.0493)	0.2073** (0.0494)	0.1900** (0.0501)	0.1882** (0.0501)	0.1414** (0.0504)	0.1350** (0.0505)	0.1063* (0.0526)
<i>Anni -065</i>	-0.1412* (0.0607)	-0.1494* (0.0609)	-0.1023 (0.0613)	-0.0998 (0.0614)	-0.0696 (0.0618)	-0.0721 (0.0619)	-0.1769** (0.0635)
<i>Femmina</i>		0.2294** (0.0403)	0.1515** (0.0410)	0.1497** (0.0410)	0.1505** (0.0411)	0.1446** (0.0412)	0.2208** (0.0434)
<i>Lista Attesa Troncata</i>			0.0820** (0.0055)	0.1292** (0.0173)	0.1354** (0.0174)	0.1374** (0.0175)	0.1432** (0.0177)
<i>Lista Attesa O15</i>			1.0866** (0.0899)	1.1755** (0.0952)	1.1886** (0.0956)	1.1820** (0.0957)	1.0651** (0.1020)
<i>Quad Lista Attesa Troncata</i>				-0.0037** (0.0013)	-0.0041** (0.0013)	-0.0042** (0.0013)	-0.0054** (0.0013)
<i>Prenotazione Online</i>					0.3641** (0.0404)	0.3643** (0.0404)	0.3839** (0.0411)
<i>Martedì</i>						-0.1203* (0.0540)	-0.0325 (0.0550)
<i>Venerdì</i>						0.1253* (0.0494)	0.0519 (0.0517)
<i>Corvetto</i>							0.2638** (0.0451)
<i>MOC</i>							-0.3492** (0.0989)
<i>MAMMO</i>							-0.0089 (0.0858)
<i>TC</i>							-0.0273 (0.0784)
<i>Mammografia Giovane</i>							1.9442** (0.2892)
<i>Contrasto</i>							1.1383** (0.1159)

**TABELLA 9: COEFFICIENTI REGRESSIONE PRIMO APPROCCIO (TRA PARENTESI GLI SE) (1)**

\* p-value <0.05

\*\* p-value <0.01

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Lista Attesa Troncata; Quad Lista Attesa Troncata</i>				230.48 (<0.0001)	237.53 (<0.0001)	238.69 (<0.0001)	180.51 (<0.0001)
<i>Anni - 20/35; Femmina; Mammografia; Mammografia Giovane</i>							99.5 (<0.0001)
<i>Corvetto; TC; Contrasto</i>							164.04 (<0.0001)

LRI	0.40%	0.61%	2.48%	2.53%	3.05%	3.15%	4.85%
Log-Likelihood	-7683.69	-7667.29	-7522.81	-7518.77	-7478.62	-7471.19	-7340.30
Accuratezza	68.72%	68.72%	68.34%	68.52%	68.92%	68.91%	70.17%
AUC-ROC	54.14%	55.37%	60.77%	60.75%	61.81%	61.90%	63.90%
Brier	0.2150	0.2145	0.2098	0.2097	0.2079	0.2076	0.2024
Precisione	-	-	43.99%	44.50%	53.80%	53.31%	65.25%
Sensibilità	0.00%	0.00%	4.43%	2.50%	4.74%	4.97%	9.91%

**TABELLA 10: TEST E INDICI DI PERFORMANCE MODELLI DI REGRESSIONE PRIMO APPROCCIO (1)**

	8	9	10	11	12	13	13-Odds
Costante	-1.7887** (0.0681)	-1.6833** (0.0812)	-0.8902** (0.2030)	-2.2671** (0.1334)	-2.2329** (0.1359)	-2.3870** (0.1215)	0.0919** (0.0112)
Anni - 20/35	0.2415** (0.0578)	0.2474** (0.0578)	0.2388** (0.0578)	0.2394** (0.0579)	0.2396** (0.0579)	0.2339** (0.0578)	1.2635** (0.0730)
Anni - 35/50	0.1086* (0.0519)	0.1060* (0.0519)	0.0976 (0.0520)	0.0977 (0.0520)	0.0976 (0.0520)	0.0992 (0.0519)	1.1043 (0.0574)
Anni - 065	-0.1775** (0.0634)	-0.1771** (0.0635)	-0.1653** (0.0635)	-0.1622* (0.0635)	-0.1647* (0.0636)	-0.1617* (0.0635)	0.8507* (0.0540)
Femmina	0.2227** (0.0424)	0.2186** (0.0425)	0.2123** (0.0425)	0.2114** (0.0425)	0.2123** (0.0426)	0.2145** (0.0425)	1.2392** (0.0526)
Lista Attesa Troncata	0.1426** (0.0177)	0.1406** (0.0177)	0.1413** (0.0177)	0.1420** (0.0177)	0.1411** (0.0177)	0.1438** (0.0177)	1.1547** (0.0204)
Lista Attesa O15	1.0622** (0.1004)	1.0679** (0.1006)	1.0832** (0.1007)	1.0889** (0.1008)	1.0870** (0.1009)	1.0854** (0.1006)	2.9607** (0.2978)
Quad Lista Attesa Troncata	-0.0054** (0.0013)	-0.0053** (0.0013)	-0.0053** (0.0013)	-0.0053** (0.0013)	-0.0052** (0.0013)	-0.0054** (0.0013)	0.9946** (0.0013)
Prenotazione Online	0.3831** (0.0410)	0.3864** (0.0417)	0.3888** (0.0418)	0.3910** (0.0418)	0.3913** (0.0418)	0.3870** (0.0410)	1.4726** (0.0604)
Corvetto	0.2625** (0.0420)	0.2520** (0.0422)	0.2546** (0.0422)	0.2534** (0.0422)	0.2551** (0.0423)	0.2623** (0.0421)	1.3000** (0.0548)
MOC	-0.3402** (0.0977)	-0.3222** (0.0981)	-0.3283** (0.0978)	-0.3323** (0.0979)	-0.3290** (0.0979)	-0.3493** (0.0974)	0.7052** (0.0687)
Mammografia Giovane	1.9461** (0.2810)	1.9684** (0.2820)	1.9670** (0.2823)	1.9675** (0.2822)	1.9588** (0.2816)	1.9472** (0.2813)	7.0089** (1.9717)
Contrasto	1.1557** (0.1106)	1.1516** (0.1107)	1.1382** (0.1107)	1.1362** (0.1107)	1.1379** (0.1108)	1.1384** (0.1105)	3.1216** (0.3451)
Multipli		0.0974* (0.0486)	0.0954* (0.0486)	0.0898 (0.0487)	0.0912 (0.0488)		
Nuovo Paziente		-0.1522** (0.0492)	-0.1527** (0.0494)	-0.1237* (0.0499)	-0.1242* (0.0500)		
Patente			-1.5816** (0.3756)				
Ln Patente				-0.8014** (0.1409)	-0.8001** (0.1414)	-0.8540** (0.1413)	0.4257** (0.0112)
Gg Consecutivi Pioggia					-0.0214 (0.1333)		
Restrizioni Lievi					-0.0162 (0.0461)		
Restrizioni Forti					-0.0490 (0.0627)		
Scioperi					0.0142 (0.1018)		

**TABELLA 11: COEFFICIENTI REGRESSIONE PRIMO APPROCCIO (TRA PARENTESI GLI SE) (2)**

\* p-value <0.05

\*\* p-value <0.01

	8	9	10	11	12	13	13-Odds
<i>Lista Attesa Troncata; Quad Lista Attesa Troncata</i>	183.56 (<0.0001)	182.11 (<0.0001)	185.42 (<0.0001)	186.93 (<0.0001)	183.56 (<0.0001)	188.64 (<0.0001)	188.64 (<0.0001)
<i>Anni - 20/35; Femmina; Mammografia Giovane</i>	101.7 (<0.0001)	101.76 (<0.0001)	98.41 (<0.0001)	98.45 (<0.0001)	98.49 (<0.0001)	97.63 (<0.0001)	97.63 (<0.0001)
<i>Corvetto; Contrasto</i>	184.54 (<0.0001)	178.8 (<0.0001)	177.0 (<0.0001)	176.03 (<0.0001)	176.67 (<0.0001)	180.69 (<0.0001)	180.69 (<0.0001)
<i>Nuovo Paziente; Patente</i>			28.47 (<0.0001)				
<i>Nuovo Paziente; Ln Patente</i>				43.47 (<0.0001)	43.22 (<0.0001)		
<i>LRI</i>	4.84%	4.93%	5.05%	5.13%	5.15%	5.07%	5.07%
<i>Log-Likelihood</i>	-7341.20	-7334.20	-7324.36	-7318.42	-7316.83	-7323.33	-7323.33
<i>Accuratezza</i>	70.24%	70.26%	70.38%	70.46%	70.48%	70.39%	70.39%
<i>AUC-ROC</i>	63.88%	64.09%	64.30%	64.34%	64.40%	64.21%	64.21%
<i>Brier</i>	0.2024	0.2022	0.2018	0.2016	0.2150	0.2011	0.2011
<i>Precisione</i>	66.61%	66.05%	65.95%	66.36%	66.42%	64.48%	64.48%
<i>Sensibilità</i>	9.76%	10.17%	11.02%	11.28%	11.41%	11.92%	11.92%

**TABELLA 12: TEST E INDICI DI PERFORMANCE MODELLI DI REGRESSIONE PRIMO APPROCCIO (2)**

Le tabelle mostrano una scarsa significatività delle variabili esogene e sembrano confermare buona parte delle considerazioni fatte nella prima analisi. La scelta del modello è ricaduta sul numero 13 anziché sul numero 11 in quanto le variabili “Nuovo Paziente” e “Multipli” sono fortemente influenzate dal breve arco temporale considerato e dalla scarsa significatività dei coefficienti. Infatti, se il LRI, il Log-Likelihood, l’accuratezza, l’AUC-ROC e la precisione sono diminuite, sono aumentati lo score di Brier e la sensibilità, che sono più funzionali alle proposte di overbooking presentate nei prossimi capitoli. In generale, il modello non è soddisfacente, anche se risulta essere in linea con alcuni altri lavori presenti in letteratura.

	1	2	3	4	5	6	5-Odds
<i>Costante</i>	-2.3031** (0.1289)	-2.7890** (0.2001)	-2.6250** (0.1187)	-2.5618** (0.1207)	-2.6059** (0.1214)	-2.6170** (0.1221)	0.0738** (0.0090)
<i>Anni - 20/35</i>	0.1907** (0.0659)	0.1574** (0.0569)	0.1559** (0.0568)	0.1593** (0.0569)	0.1548** (0.0568)	0.1543** (0.0568)	1.1674** (0.0663)
<i>Anni - 35/50</i>	0.0548 (0.0605)						
<i>Anni -065</i>	-0.1905* (0.0745)	-0.2173** (0.0678)	-0.2197** (0.0676)	-0.2141** (0.0676)	-0.2226** (0.0678)	-0.2232** (0.0678)	0.8005** (0.0542)
<i>Femmina</i>	0.1775** (0.0489)	0.1840** (0.0490)	0.1849** (0.0488)	0.1798** (0.0488)	0.1805** (0.0488)	0.1813** (0.0488)	1.1978** (0.0584)
<i>Lista Attesa Troncata</i>	-0.0854** (0.0201)	0.0442 (0.0469)					
<i>Lista Attesa O15</i>	-0.4658** (0.1279)	0.3080 (0.2155)					

<i>Quad Lista Attesa Troncata</i>	0.0042** (0.0015)	-0.0026 (0.0029)					
<i>Lista Attesa 0</i>		0.1821 (0.1873)					
<i>Lista Attesa 1</i>		0.4646** (0.1308)	0.3532** (0.0585)	0.3651** (0.0578)	0.3564** (0.0573)	0.3547** (0.0574)	1.4282** (0.0819)
<i>Lista Attesa 2</i>		0.2739* (0.1071)	0.1954** (0.0710)	0.2013** (0.0712)	0.2018** (0.0706)	0.2011** (0.0707)	1.2236** (0.0864)
<i>Prenotazione On-line</i>	0.3182** (0.0472)	-0.2968 (0.1989)	-0.2110 (0.1726)				
<i>Pot Lista Attesa Troncata Online</i>		2.9268** (0.9046)	2.5148** (0.7723)	1.5775** (0.2119)	1.5617** (0.2117)	1.5632** (0.2119)	4.7671** (1.0092)
<i>LUN</i>				-0.0577 (0.0734)			
<i>Ora 7-12</i>				-0.1581** (0.0511)	-0.1627** (0.0512)	-0.1627** (0.0512)	0.8498** (0.0435)
<i>Corvetto</i>	0.1916** (0.0486)	0.1954** (0.0487)	0.1942** (0.0485)	0.1908** (0.0492)	0.1970** (0.0488)	0.1991** (0.0488)	1.2177** (0.0594)
<i>MOC</i>	-0.3617** (0.1243)	-0.3904** (0.1226)	-0.3834** (0.1226)	-0.3952** (0.1228)	-0.3542** (0.1245)	-0.3532** (0.1245)	0.7017** (0.0873)
<i>Mammografia Giovane</i>	1.4454** (0.2131)	1.4527** (0.2119)	1.4744** (0.2108)	1.4354** (0.2101)	1.4713** (0.2108)	1.4749** (0.2104)	4.3547** (0.9181)
<i>Importo 35</i>					0.0967 (0.0503)	0.0986* (0.0503)	1.1015 (0.0554)
<i>Contrasto</i>	0.6906** (0.1189)	0.6703** (0.1188)	0.6832** (0.1148)	0.7270** (0.1174)	0.7695** (0.1184)	0.7650** (0.1183)	2.1586** (0.2552)
<i>Ln Patente</i>	-1.0050** (0.1473)	-1.0164** (0.1485)	-1.0119** (0.1480)	-0.9971** (0.1479)	-0.9993** (0.1475)	-1.0006** (0.1477)	0.3681** (0.0543)
<i>Pioggia</i>						-0.0019 (0.0588)	
<i>Temporale</i>						0.0862 (0.0830)	
<i>Scioperi</i>						-0.0359 (0.1211)	

**TABELLA 13: COEFFICIENTI REGRESSIONE SECONDO APPROCCIO (TRA PARENTESI GLI SE)**

\* p-value <0.05

\*\* p-value <0.01

	1	2	3	4	5	6	5-Odds
<i>Lista Attesa Troncata; Quad Lista Attesa Troncata</i>	31.29 (<0.0001)	0.89 (0.6415)					
<i>Anni - 20/35; Femmina; Mammografia Giovane</i>	74.05 (<0.0001)	74.76 (<0.0001)	77.02 (<0.0001)	75.42 (<0.0001)	76.20 (<0.0001)	76.84 (<0.0001)	76.84 (<0.0001)
<i>Corvetto; Contrasto</i>	63.29 (<0.0001)	61.94 (<0.0001)	65.31 (<0.0001)	69.82 (<0.0001)	72.99 (<0.0001)	72.77 (<0.0001)	72.77 (<0.0001)
<i>Lista Attesa 1 e 2 (+ 0)</i>		24.02 (<0.0001)	38.11 (<0.0001)	35.74 (<0.0001)	40.78 (<0.0001)	40.29 (<0.0001)	40.29 (<0.0001)
<i>Prenot. Oline; Pot L.A.T.Online</i>		58.70 (<0.0001)	59.33 (<0.0001)				

<i>LRI</i>	2.32%	2.59%	2.57%	2.64%	2.67%	2.98%	2.98%
<i>Log-Likelihood</i>	-5905.22	-5888.92	-5890.11	-5885.68	-5884.19	-5883.39	-5883.39
<i>Accuratezza</i>	81.14%	81.11%	81.11%	81.12%	81.14%	81.14%	81.14%
<i>AUC-ROC</i>	59.60%	60.41%	60.34%	60.57%	60.49%	60.49%	60.49%
<i>Brier</i>	0.1502	0.1499	0.1499	0.1498	0.1497	0.1497	0.1497
<i>Precisione</i>	67.14%	64.29%	63.89%	64.79%	65.33%	65.33%	65.33%
<i>Sensibilità</i>	1.99%	1.90%	1.95%	1.95%	2.07%	2.07%	2.07%

**TABELLA 14: TEST E INDICI DI PERFORMANCE MODELLI DI REGRESSIONE SECONDO APPROCCIO**

La regressione scelta è la quinta, anche se non presenta dei netti miglioramenti rispetto ad altre regressioni. In generale, le variabili dipendenti a disposizione per il secondo approccio lasciano ancor più spazio per variabili omesse. È complicato fare dei confronti con la letteratura, specialmente dal momento in cui non è sempre nota la percentuale di NS. Infatti, l'accuratezza non è di per sé una misura confrontabile in quanto, come si può notare in questo caso, occorre conoscere il livello di partenza. Nel primo approccio, prevedendo tutti come "erogati" si otterrebbe un'accuratezza del 68.72 % (cioè 100 % - percentuale NE); nel secondo 80.96 %. I miglioramenti dei due modelli, però, sono rispettivamente di 1.67 % e 0.18 %.

Per scelta del candidato, come anticipato nelle analisi delle variabili, non sono state inserite *dummy* più specifiche oltre a quelle delle mammografie e dei contrasti in quanto, nonostante avrebbero migliorato le performance del modello, lo avrebbero reso ancor più specifico, non riuscendo, quindi, a trarre conclusioni generali.

Si prosegue con l'analisi delle performance dei modelli selezionati sul dataset di test partendo da un confronto tra le metriche di misura.

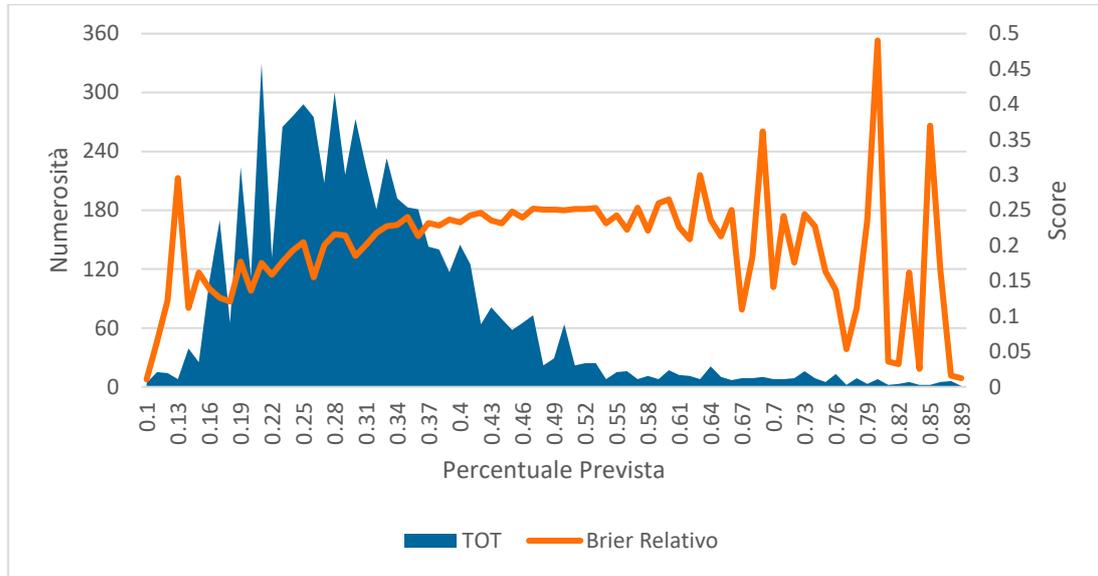
	Approccio 1		Approccio 2	
	Training	Test	Training	Test
<i>P(Y=1)</i>	31.28%	31.01%	19.04%	18.08%
<i>Accuratezza "0"</i>	68.72%	68.99%	80.96%	81.92%
<i>Accuratezza</i>	70.39%	70.63%	81.14%	81.92%
<i>Δ Accuratezza</i>	1.67%	1.64%	0.18%	0.00%
<i>Brier</i>	0.2011	0.2012	0.1497	0.1452
<i>Precisione</i>	64.48%	63.30%	65.33%	50.00%
<i>Sensibilità</i>	11.92%	12.58%	2.07%	1.63%

**TABELLA 15: CONFRONTO INDICI PERFORMANCE TRA TRAINING E TEST, PRIMO E SECONDO APPROCCIO**

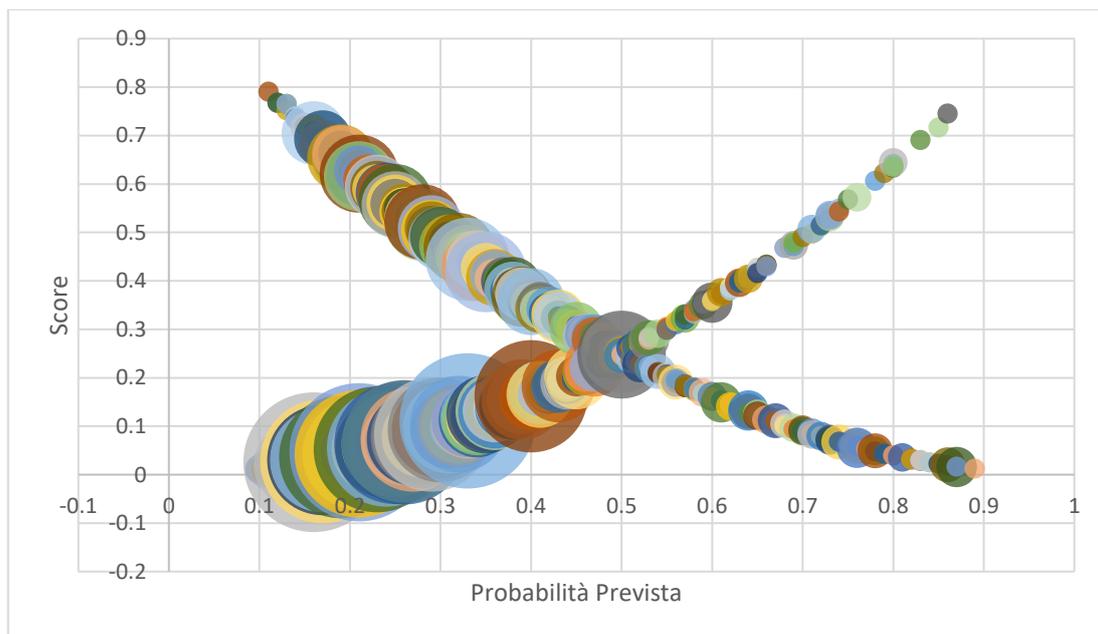
In entrambi i casi i test sembrano coerenti con i training; tuttavia, specialmente per il secondo approccio, i risultati sono alquanto riduttivi e, se applicati direttamente in un classico modello di overbooking, rischierebbero di apportare pochi benefici.

Funzionalmente alle proposte contenute nel capitolo 5.1, è di maggior interesse l'analisi dello score di Brier in funzione della probabilità predetta; infatti, se da una parte porre una soglia di discriminazione, anche corretta per le prior, permette di misurare in modo aggregato le performance del modello, dall'altra studiare questo

punteggio potrebbe dare indicazioni sull'attendibilità del modello in determinate condizioni.



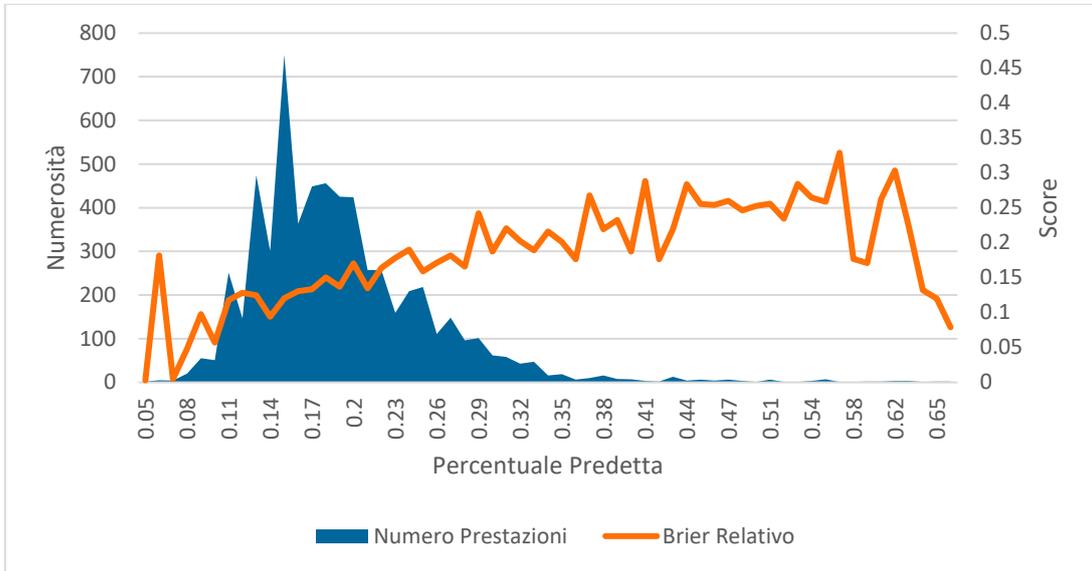
**FIGURA 47: FREQUENZE PERCENTUALI PREVISTE E SCORE DI BRIER RELATIVO A OGNI PERCENTUALE, PRIMO APPROCCIO**



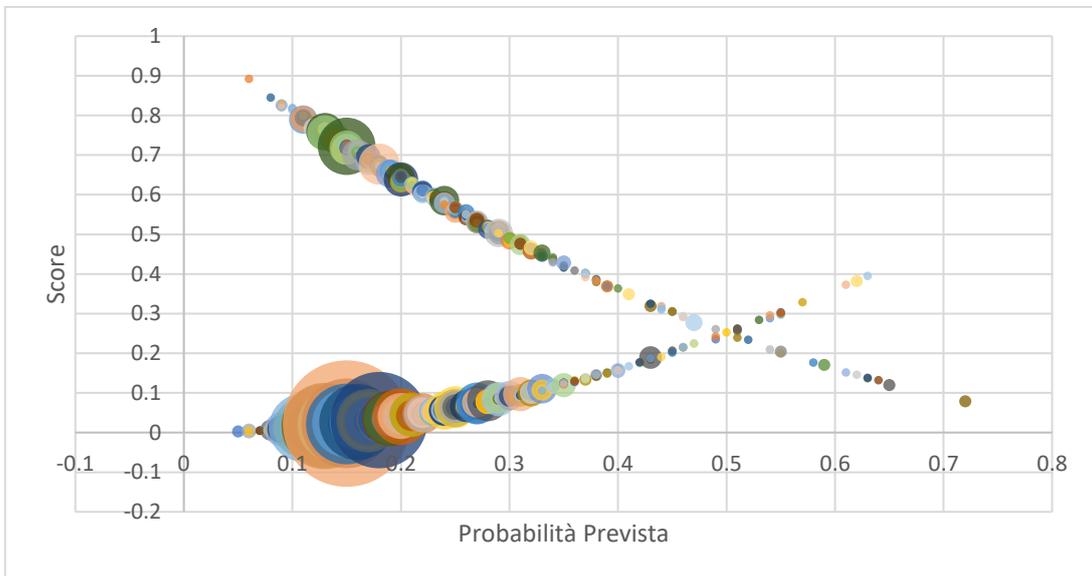
**FIGURA 48: GRAFICO A BOLLE PERCENTUALI PREVISTE E SCORE DI BRIER RELATIVO A OGNI PERCENTUALE, PRIMO APPROCCIO**

I due grafici, relativi al primo approccio, evidenziano come la densità delle probabilità previste sia schiacciata verso l'evento NE; infatti, come si nota nel primo grafico, il modello ha come moda, media e mediana circa il 30 %, ordine di grandezza della probabilità di NE. L'andamento altalenante nelle code è dovuto al numero ridotto di casi. Per avere un modello performante, occorrerebbe "traslare verso destra il bari-

centro” la curva dei NE, da alto-sinistra a basso-destra nel secondo grafico, che attualmente è troppo lontano dalla soglia del 50 %. Infine, particolare attenzione va posta nella semi-metà di destra della prima curva, in quanto rappresenta gli errori “gravi” di predizione, quelli, cioè, in cui si propende per assegnare una NE a una prestazione che, invece, dovrà essere erogata.



**FIGURA 49: FREQUENZE PERCENTUALI PREVISTE E SCORE DI BRIER RELATIVO A OGNI PERCENTUALE, SECONDO APPROCCIO**

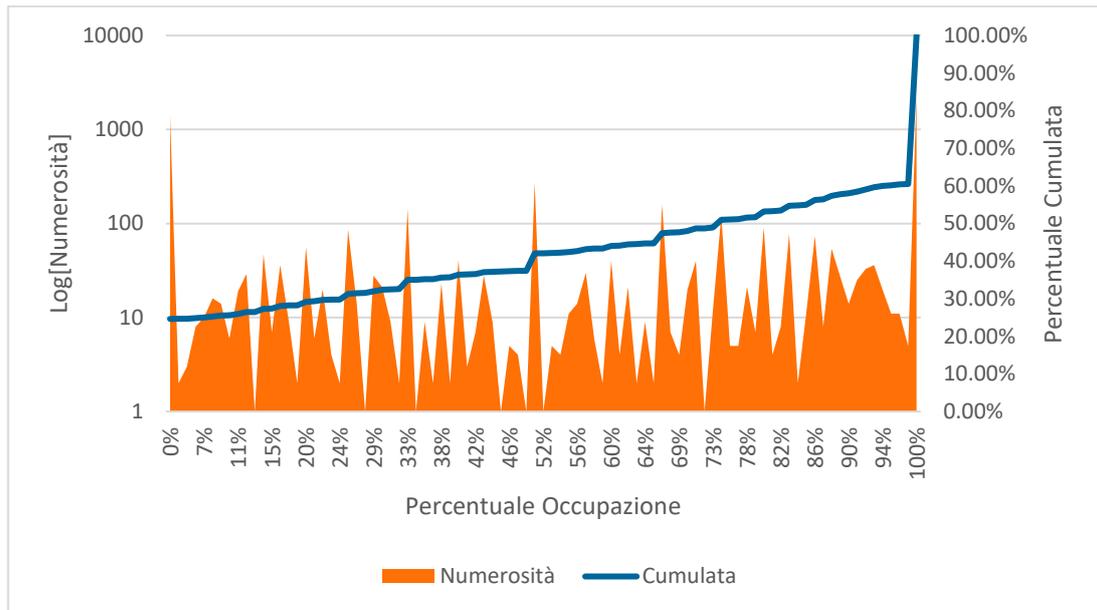


**FIGURA 50: GRAFICO A BOLLE PERCENTUALI PREVISTE E SCORE DI BRIER RELATIVO A OGNI PERCENTUALE, PRIMO APPROCCIO**

I due grafici relativi al secondo approccio confermano la difficoltà del modello nel riuscire a discriminare correttamente, testimoniate dall’alta concentrazione intorno al 20 %. In particolare, non soddisfa la bassa densità nell’intorno del 50 %: se per la

curva delle erogazioni/NE con preavviso la concentrazione è quasi ottimale, per quella dei mancati preavvisi di NE il modello è altamente inefficace.

Data la scarsa applicabilità del secondo modello, si può pensare di sfruttare il primo approccio ponderato per la probabilità di cancellazione man mano che passa il tempo. Infatti, facendo una regressione lineare della cumulata dei valori compresi tra 0 % e 100 % (esclusi) del tempo di occupazione di uno slot prenotato, si ottiene una linea retta.



**FIGURA 51: FREQUENZE PERCENTUALE OCCUPAZIONE SLOT PRESTAZIONI SOLO NON EROGATE**

La regressione ha formula cumulata =  $0.2 + 0.4$  percentuale occupazione. In questo modo, istante per istante, si può calcolare la probabilità che la cancellazione prevista corrisponda a un mancato preavviso di ME.

### 4.2.3 Ulteriori considerazioni sui modelli di regressione

Oltre a quanto già detto in precedenza, si riscontra la necessità di evidenziare le problematiche emerse durante la specificazione del modello. Prima di tutto, il candidato desidera evidenziare il ruolo centrale della comprensione delle variabili nella scelta dei regressori, onde evitare di inserirne di significativi, ma con segni discordi rispetto al loro significato intrinseco. Tuttavia, non è sempre possibile essere sicuri a priori delle relazioni di segno, per questo motivo si invita a ulteriori studi dei nessi causa-effetto.

Una delle considerazioni che è bene fare è la difficoltà di simulare ex-post la dinamica del cambio di valore delle variabili. Infatti, tanto è maggiore la lista d'attesa, tanto più potrebbero insorgere nuove informazioni che modificano le variabili preesistenti per la singola prenotazione. Ad esempio, il comportamento del paziente riguardo altre prestazioni da effettuare nel frattempo potrebbe modificare la probabilità associata a un'altra prestazione. Il punto di vista adottato nell'elaborato è quello di colui che è aggiornato di tutti gli eventi accaduti; perciò, le variabili inserite in regressione e nei test hanno l'ultimo valore acquisito, che potrebbe essere differente dal primo. Occorre tener presente di questo fenomeno specialmente negli schemi di overbooking. Questo fenomeno è ancor più evidente nelle variabili esogene in quanto rappresentano valori in tempo reale, risultando, di fatto, non utilizzabili per gli schemi di scheduling, se non in ottica di previsioni, specialmente per i fenomeni meteorologici. Oltretutto, risulta spesso complicato misurare quantitativamente queste variabili per questioni di scarsa frequenza di campionamento o incertezza nell'attribuzione. Nell'eventualità in cui questo genere di variabili risultasse significativo per la probabilità di cancellazione di un appuntamento, sarebbe difficile mitigarne gli effetti se non per questioni come scioperi e altri eventi programmati e definiti – seppur a ridosso del giorno stesso. D'altro canto, proprio questi ultimi, essendo prevedibili, possono essere anticipati dal paziente (es. prendere mezzi alternativi a quelli pubblici in orario di sciopero, partire con maggior anticipo, ecc.). Lo scarso impatto di questi eventi potrebbe essere dovuto all'importanza attribuita dal paziente alla visita da svolgere. Ad ogni modo, omettere questi fenomeni potrebbe creare una distorsione nelle altre variabili; quindi, si lascia a futuri lavori di ricerca il compito di indagare ulteriori variabili esogene potenzialmente significative o comunque non trascurabili.

Le variabili comportamentali richiederebbero una maggior attenzione e uno storico superiore. In letteratura, per bypassare la problematica, si ricorre all'eliminazione dei nuovi pazienti dal dataset; tuttavia, ciò porterebbe a creare un modello su cui risulta impossibile instaurare uno schema di overbooking con la sicurezza che possa essere utilizzato, con gli stessi errori, su tutti i tipi di prenotazione. Inoltre, occorre eviden-

ziare come non sia sempre vero che ad ogni persona corrisponde un solo profilo, infatti, potrebbero esserci degli errori di anagrafica che portano alla creazione di più profili per lo stesso paziente (in momenti diversi).

Di tutt'altro avviso, secondo il candidato, è l'omissione di variabili che caratterizzano il paziente in base a etnia, nazionalità, condizione economica, situazione sentimentale, situazione occupazionale, ecc. Queste variabili, oltre che non essere raccolte, non andrebbero inserite in quanto tali, ma, piuttosto, occorrerebbe capire quali altri possibili variabili si celano dietro l'una o l'altra categorizzazione.

Si pone all'attenzione una serie di variabili che sono state omesse per mancanza di dati, ma che potenzialmente, sulla base dell'esperienza diretta o indiretta acquisita, potrebbero essere significative, specialmente in contesti più generalizzati. In casi in cui la lista d'attesa è molto elevata, come nella sanità pubblica e in quella accreditata, il decesso del paziente potrebbe rappresentare una percentuale di NS, specialmente in pazienti più anziani. Di ben più complesso monitoraggio, specialmente per le aziende sanitarie non pubbliche, è la prenotazione della stessa prestazione in più di un centro. Al contrario, potrebbe essere necessario mappare i flussi di provenienza del paziente, come potrebbe essere l'invio di un ortopedico a un'indagine strumentale.

Una delle problematiche emerse già in fase di analisi dei dati e che potrebbe rappresentare un collo di bottiglia dell'operatività è la potenza di calcolo delle variabili, oltre che alla capacità di prevedere e, eventualmente, correggere specifiche anomalie.

## 5. Possibili sviluppi futuri

Il candidato propone delle strategie d'azione sulla base dell'esperienza di tirocinio e di preparazione della tesi. Si sono individuate quattro possibili categorie di obiettivi da raggiungere nel breve-medio termine: massimizzazione della saturazione delle agende, ottimizzazione delle liste d'attesa, inserimento di criteri di prioritizzazione, accrescimento dei servizi interconnessi per una miglior presa in carico del paziente.

La saturazione delle agende prevede due sotto-obiettivi: la riduzione dei buchi e l'aumento della produttività di ogni singolo professionista. Per il primo occorre una manovra di aumento di reputazione guidata da campagne di marketing e, soprattutto, dalla qualità percepita da ogni paziente, che è la miglior pubblicità che ci possa essere (Facchinotti, 2015). Al fine di misurare l'efficacia di queste misure si potrebbero monitorare le cancellazioni in termini di motivazioni, momento in cui accadono e metodi di comunicazione (se esistenti). Per poter generare dei KPI più dettagliati occorrerebbe, quindi, mappare in maniera oggettiva o almeno automatizzata le cancellazioni e le cause scatenanti. Grazie ai sistemi di prenotazione e disdetta online, nel campione analizzato le cancellazioni da parte del paziente eseguite online in piena autonomia dallo stesso ammontano a oltre i tre quarti del totale delle mancate erogazioni. Sarebbe possibile introdurre un form di mappatura dei motivi di questo tipo di cancellazione, motivi che, anche se non si potrebbero assumere come oggettivi e obiettivi, darebbero un'indicazione di massima e potrebbero instradare possibili strategie. Del restante 25 %, per le cancellazioni registrate in sede da un operatore si possono individuare almeno due principali categorie di motivazioni: errore del paziente o ritardi. Negli errori del paziente ricadono tutti i casi di errore in fase di prenotazione, durante l'eventuale preparazione agli esami (come per i contrasti) oppure legati alla mancata documentazione necessaria per effettuare l'indagine. In quest'ultimo caso rientrano le mancate prescrizioni – obbligatorie per la maggior parte delle prestazioni di diagnostica, come già detto nei capitoli precedenti –, la mancanza della documentazione necessaria per eseguire un pagamento convenzionato con un'assicurazione (specialmente nel caso di assicurazione diretta, cioè senza esborso da parte del paziente) e, più raramente, l'assenza di documentazione pregressa fondamentale per la prosecuzione della visita (come eventuali documenti/cartelle cliniche riferite a particolari interventi chirurgici). Per quanto concerne i ritardi, i motivi si possono dividere in quattro categorie:

- paziente (ritardo arrivo in sede, vestizione/svestizione, paure/rifiuti/mallesseri<sup>34</sup>)

---

<sup>34</sup> In questi casi oltre a un aumento di tempo dedicato al paziente, è possibile che sia necessario ricorrere alla cancellazione della prestazione, con un rimborso del pagamento eventualmente già fatturato.

- operatore (posizionamento difficile, errori nell'inserimento dati, distrazioni dettate da altre task non pertinenti)
- macchina (guasti, malfunzionamenti)
- desk (ritardi accettazione, procedure più lunghe per assicurati, errori inserimento dati)

Il ritardo più frequente è quello dei pazienti, oltre a quello di accettazione al desk dovuto a particolari congestionamenti. Il più impattante è il guasto della macchina. Il problema principale legato alla mappatura di questi eventi è la difficile automatizzazione che rende il tracciamento operatore-dipendente. La qualità percepita dal paziente è misurata anche e soprattutto in merito al ritardo del professionista, inteso come la differenza tra quando viene chiamato a eseguire l'esame e l'orario di appuntamento. A tal proposito, è stata da poco introdotta una funzionalità di monitoraggio e segnalazione del ritardo al paziente tramite notifica su app; alla base di tale funzionalità c'è la registrazione del momento di chiusura di una prestazione. È ancora in fase di sperimentazione l'affidabilità di tale calcolo.

Una misura di efficienza della riduzione dei buchi è il tasso di saturazione effettivo, comprensivo anche della quota di NS. Per misurare l'economicità si può tenere sotto controllo il costo diretto attribuito alle ore non utilizzate.

L'obiettivo di massimizzazione della produttività è più complesso da monitorare in quanto ci sono molti vincoli e molte variabili che possono influire. Per questo motivo, il principale strumento di analisi dovrebbe essere la mappatura della maggior parte delle azioni eseguite. La forte digitalizzazione dei processi diagnostici dovrebbe permettere di monitorare più facilmente alcune milestone del processo di esecuzione degli esami, come il momento di avvio e di conclusione delle scansioni.

L'obiettivo di riduzione delle liste d'attesa si può perseguire tramite un aumento della frequenza delle disponibilità e una soddisfazione nel breve termine delle richieste pervenute, anche grazie alla massimizzazione della produttività intesa come capacità di schedulazione ottimale. A tal proposito si rimanda il lettore ai sotto capitoli 1 e 2.

Nella sanità pubblica uno dei problemi più rilevanti in fase di schedulazione è la priorità di ciascun paziente, specialmente nelle strutture ospedaliere. Infatti, come anticipato nei capitoli introduttivi, ogni paziente ha un grado di priorità diverso stabilito dal medico prescrivente, oltre alle priorità del pronto soccorso, che di solito ha una gestione separata. La prioritizzazione consente di migliorare l'efficienza, ma anche l'equità di accesso alle cure, riducendo gli accessi inappropriati (Mariotti, Siciliani, & al., 2014). Nelle aziende a regime privato come Santagostino, non vi è una necessità di soddisfare determinati standard pena la revoca delle concessioni, ma ci sono altri

---

La frequenza di accadimento di questi eventi è abbastanza alta nelle risonanze chiuse e nelle prestazioni con mezzi di contrasto; fino a un episodio al giorno

due casi, almeno, in cui è necessario introdurre un sistema di gerarchia: la chiamata del paziente in accettazione e/o in ambulatorio e l'ordine di refertazione da parte del MR. I progressi della digitalizzazione hanno portato al sempre più frequente utilizzo di totem interattivi, con funzioni che vanno dalla semplice assegnazione di un numero di chiamata, a sistemi di accettazione autonoma, di pagamento e di ritiro referti. Praticamente tutte le sedi dell'azienda, per lo meno quelle con la diagnostica per immagini, sono dotate di totem all'ingresso che consentono agli utenti di essere direzionati correttamente e mettersi in coda. Attualmente le funzionalità per la diagnostica sono ridotte, in quanto è necessario il passaggio al desk; perciò, è possibile soltanto selezionare la categoria al terminale ed essere chiamati in modalità FIFO (all'interno della stessa categoria, c'è la possibilità di dare priorità diverse alle categorie, ma attualmente viene fatto automaticamente soltanto per le categorie speciali – diversamente abili e donne in gravidanza – oppure manualmente per le altre categorie). La proposta del candidato è quella di implementare per tutte le categorie di prestazioni una chiave di accesso/riconoscimento al totem, che può essere codice QR, la tessera sanitaria, ecc. Tramite questa chiave è possibile tracciare il primo momento in cui il paziente entra in struttura e organizzare la sua chiamata di conseguenza. Inoltre, ciò permetterebbe di mappare in maniera oggettiva l'attendibilità di ciascun paziente rispetto all'orario indicato, al contrario della più comune ora di accettazione (completata), che può essere soggetta a numerose variabili non imputabili al paziente. A livello di responsabilità, l'utilizzo di algoritmi gerarchizzanti permette di ridurre i casi in cui un operatore deve prendere una decisione senza avere a disposizione le informazioni sufficienti. Ulteriori funzionalità date da questa procedura saranno illustrate in seguito.

Di più semplice attuazione è la prioritizzazione delle refertazioni, che permetterebbe di ridurre i casi di referti consegnati in ritardo. Il più semplice criterio è quello di segnalare al medico i referti in ordine di scadenza; tuttavia, anche ai fini di massimizzazione delle performance, si potrebbe costruire un sistema che ponderi le urgenze segnalando favorendo la miglior continuità possibile. Secondo i MR, infatti, saltare da una tipologia di referto all'altra riduce di molto la produttività. Anche in questo caso si rimanda il lettore a paragrafi successivi per ulteriori funzionalità.

Infine, la digitalizzazione permette di mappare in maniera più efficace i percorsi paziente, cioè tutti quei casi in cui il paziente esegue una serie di visite. L'obiettivo primario è quello di evitare indirizzamenti sbagliati, soprattutto da parte del personale addetto alla prenotazione. Attualmente è possibile segnare i flussi di provenienza del paziente, come potrebbe essere l'invio di un ortopedico a un'indagine strumentale, ma la procedura è operatore-dipendente e non sempre viene eseguita. Tuttavia, più che individuare i percorsi già esistenti, per eventualmente potenziarli/migliorarli, è di

maggior interesse la tracciabilità dei flussi in uscita, cioè che tipo di prestazioni vengono indicate in ogni referto. In diagnostica per immagini sono rari i referti che invitano a prestazioni specialistiche, per cui la tematica non viene ulteriormente approfondita in questo elaborato.

## 5.1 Modelli di overbooking

I principali sistemi di *scheduling* con overbooking presenti in letteratura, per ottenere delle ottime performance dalle soluzioni stocastiche, devono fare alcune ipotesi semplificative, che, tuttavia, risultano essere determinanti nell'operatività reale.

Una delle più comuni semplificazioni, che non corrisponde al normale accadimento degli eventi, è quella dell'arrivo in contemporanea delle richieste di appuntamento e senza preferenze di orario, né, talvolta, di giorno. In contrapposizione a questa semplificazione, vi sono alcune proposte che si basano sulla schedulazione sequenziale, ma non tutte rimuovono il problema dell'indifferenza della preferenza di orario.

Gran parte delle soluzioni si basa su delle preventive analisi di probabilità di NS, come quelle svolte nel capitolo 4; ciò implica che se è vero che più la capacità predittiva è affinata meglio lavora il sistema di pianificazione delle agende, dall'altra si rischia di ricadere nella stessa trappola della specificità dei modelli, senza riuscire a creare un sistema generalizzato. Inoltre, come già sottolineato nel capitolo di analisi del problema, non viene quasi mai tenuta in considerazione la variabilità – sia in termini qualitativi che quantitativi – delle informazioni nel tempo, che può modificare le attendibilità e, di conseguenza, l'ottimizzazione dei modelli. Al contrario, ci sono alcuni schemi che ipotizzano probabilità di NS omogenee dedotte a priori, ma utilizzano anche dei livelli di overbooking fissi, che non riescono a performare in maniera ottimale. Ulteriore, e determinante, ipotesi semplificativa è quella della puntualità paziente, nonostante spesso sia la seconda causa ritardi delle prestazioni, dopo il più sensibile fallimento degli schemi di overbooking.

Il principale metodo di approccio stocastico è quello di assegnare più di una persona a uno stesso slot disponibile. A partire da questo approccio, in letteratura si possono individuare due schemi differenti. Il primo, il più comune, è quello di utilizzare slot con distanziamento fisso stabilito a priori; tuttavia, ciò porta al forte rischio di *overcrowding* (Kim & Giachetti, 2006), generando disagi e lunghi tempi di attesa. Di contro, sembra più interessante la strategia di utilizzare un tempo variabile, tipicamente alternativamente breve e lungo, di modo da ridurre i tempi di attesa (Chen & al., 2018). Tuttavia, anche queste proposte sono soggette a numerose ipotesi semplificative che non permettono di stabilire le reali performance, né di confrontarle con altri lavori.

Il problema della generalizzazione dei modelli è dovuto al fatto che l'ottimizzazione di ciascuno di essi dipende fortemente sia dai fattori ambientali, come già ampiamente discusso per i modelli predittivi, ma anche dagli obiettivi strategici di ciascuna struttura (Klassen & Rohleder, 1996). Ovviamente, uno degli obiettivi più perseguiti è quello della massimizzazione dei profitti attesi (Kim & Giachetti, 2006), ma sovente

non vengono presi in considerazione i possibili impatti sui pazienti dei ritardi effettivi causati da questi schemi (Liu & Ziya, 2014).

Data la difficoltà condivisa di creare un modello di previsione affinato, il candidato, in questo capitolo, prova a cambiare l'approccio; l'obiettivo principale non è quello di generare un algoritmo di overbooking, ma, piuttosto, di suggerire alcuni cambiamenti metodologici grazie ai quali è più probabile riuscire a creare algoritmi più accurati che abbiano anche come obiettivo quello di ridurre gli impatti reputazionali causati dai fallimenti degli schemi di *scheduling*. La scelta è dettata dall'importanza del riuscire a infondere fin da subito una buona impressione, come percepito durante il periodo di *stage* in azienda e confermato dal fatto che il principale veicolo di marketing per i nuovi pazienti di Santagostino risulta essere il passaparola<sup>35</sup>.

Il primo cambio di paradigma verte sulla modalità di sovrapposizione degli appuntamenti: la maggior parte dei lavori presenti in letteratura si basa sul principio di multipla prenotazione (massimo due di solito) per singolo slot disponibile, mentre l'approccio alternativo è quello di regolare gli intervalli di appuntamento proporzionalmente (Cayirli & al., 2012). Questo approccio è quello utilizzato dalle compagnie aeree, dai trasporti con prenotazione in generale, dalla ristorazione, dagli eventi culturali e sportivi e dall'*hospitality*. Data la diversità dei vari scenari, occorre fare qualche esempio per capire quali siano i punti di forza e quali di debolezza di ognuno di essi., in quanto aiutano a capire quali elementi possano essere traslati nel settore sanitario e quali no.

Nel settore dei trasporti il vincolo più rilassato è quello riguardante gli orari; infatti, ogni tratta prenotabile ha un orari di partenza previsto uguale per tutti i passeggeri e così quello di arrivo. Per questo motivo si ha la certezza di avere un insieme N di clienti che arrivano in un arco di tempo che va da  $t_0$  a T (momento di partenza effettivo, oltre il quale il cliente perde il diritto al trasporto). Rimanendo in tema di orario, in taluni servizi, come per l'aereo, è necessario un imbarco che precede la partenza ed è svolto in un arco temporale ben definito e comunicato al cliente, il quale è consapevole che superato il tempo  $t_1$  – termine check-in per l'imbarco – non gli è garantito il diritto di trasporto. In realtà, questa situazione genera comunque dei disagi al personale di accettazione in quanto ci possono essere comunque dei passeggeri ritardatari che pretendono di essere imbarcati, dato che il mezzo è facilmente ancora fisicamente nella stazione di partenza. Diverso è il caso dei servizi che non prevedono delle vere e proprie procedure di imbarco, per cui il ritardatario non troverà più il mezzo presente, mantenendo praticamente intatta la reputazione dell'azienda trasportatrice. La differenza tra questi servizi è, invece, la possibilità di avere un posto

---

<sup>35</sup> Per ulteriori approfondimenti visionare il capitolo 2

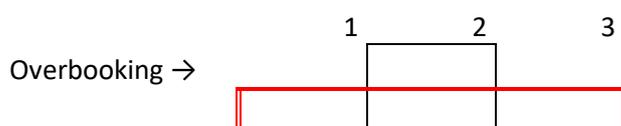
riservato oppure di avere soltanto un numero massimo di posti assegnabili. In questo secondo caso, occorre soltanto prestare attenzione al fatto che ogni passeggero rispetti la classe di trasporto acquistata, ma vi sarà una naturale disposizione; in caso di più classi se da un lato aumentano i vincoli, dall'altro si può ricorrere a un sistema di *upgrading* della classe di quei N-m passeggeri insoddisfatti (con m il numero di posti disponibili). Nel secondo scenario, quello del posto riservato, occorre ponderare al meglio l'overbooking tra classi, di modo da riuscire a soddisfare sempre un miglioramento dei posti. In questo caso occorre fare una distinzione non solo tra classi di prezzo, ma anche tra diverse tipologie di preferenze; ad esempio, si può supporre che un passeggero lato corridoio non percepisca come disagiata lo spostamento in un posto lato finestrino. Per non trascurare i possibili legami tra le varie prenotazioni, alcune aziende propongono uno sconto a quei clienti che non scelgono il posto. Un'altra soluzione trovata è quella di comunicare all'ultimo i posti effettivi oppure, nel caso in cui ci sia un check-in, comunicare all'imbarco la differente disposizione.

Il settore degli eventi culturali e sportivi è molto simile allo scenario dei trasporti con check-in e posto riservato.

Il settore della ristorazione aggiunge deve aggiungere il vincolo del differente orario di prenotazione (a meno di turni ben specifici) oltre a quello della numerosità dei commensali. Tuttavia, è molto più frequente che ci siano nuove richieste che vadano a colmare eventuali disdette, rendendo poco funzionale un sistema di overbooking, se non in casi specifici.

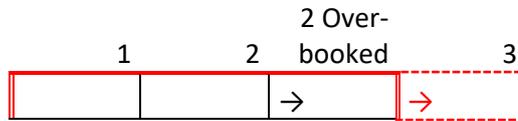
Per ultimo si analizza il settore ricettivo, che è un mix tra i sistemi di trasporti e i servizi di ristorazione. Infatti, gli orari di arrivo sono uniformati e, anzi, sono meno rilevanti in quanto si prenota il pernottamento; ci sono situazioni di durata del pernottamento differente, assimilabile ai trasporti con stazioni intermedie; c'è la problematica della numerosità di ogni prenotazione, simile alla ristorazione. Tuttavia, la soluzione, anche in questo caso, è rappresentata dallo sfruttamento del vincolo delle classi, specialmente per strutture con molte stanze.

In sanità, invece, si hanno dei vincoli di posti riservati (medici), orari differenti (un medico può visitare una sola persona per volta), mentre non si hanno problemi relativi alla numerosità e, soprattutto, non si ha la possibilità di discriminazione per classi d'acquisto. La soluzione di inserire N persone per m slot (con  $N > m$ ) prevede una disposizione a "gradini", come quello mostrato in figura, con il limite massimo di persone servibili per slot pari a 1.



**FIGURA 52: SCHEMA OVERBOOKING CLASSICO (LE LINEE ROSSE LATERALI SEGNANO IL LIMITE DELLA DISPONIBILITÀ, QUELLA SUPERIORE IL LIMITE DI POSTI DISPONIBILI)**

Tuttavia, prendendo il semplice esempio soprastante, nello scenario peggiore, in cui tutti si presentano la situazione sarebbe la seguente:



**FIGURA 53: SCHEMA OVERBOOKING CLASSICO, SCENARIO PEGGIORE**

In questo caso ogni paziente vedrebbe il suo appuntamento slittato di uno slot, creando grossi disagi; inoltre, potrebbero insorgere problemi con il professionista, che contrattualmente potrebbe non essere tenuto a effettuare la visita al “paziente 4” in quanto fuori dall’orario di lavoro.

È chiaro fin da questo semplice esempio, che occorre avere un sistema di previsione accurato per ridurre al minimo le possibilità di accadimento di queste situazioni. Date le difficoltà riscontrate in analisi, il candidato suggerisce di disaccoppiare, in termini di durata, gli slot prenotabili da quelli eseguibili. In questo modo, si potrebbe provare a soddisfare l’esigenza del management di ridurre gli orari della visita (mantenendo il più possibile inalterata la qualità della stessa) per aumentare la produttività.

In termini pratici, si supponga pari a un’ora la disponibilità dell’agenda raffigurata in precedenza, con conseguenti slot della durata di 20 minuti l’uno, pari alla durata media della prestazione. Inoltre, si assuma l’ipotesi di perfetta puntualità dei pazienti. Nello scenario peggiore i pazienti due-*overbooked* e tre avrebbero un ritardo di 20 minuti ciascuno rispetto all’orario previsto. Viceversa, prenotandoli a 15 minuti di distanza, il secondo avrebbe un ritardo pari a 5 minuti, il terzo pari a 10 minuti e il quarto a 15 minuti. Perciò la somma di ritardi sarebbe pari a 30 minuti anziché 40 e il massimo ritardo di un quarto d’ora anziché 20 minuti. Lo svantaggio sarebbe quello di avere tre pazienti in ritardo anziché due, ma sarebbero più facilmente gestibili.

Lo svantaggio di questo scenario si avrebbe nel caso in cui effettivamente uno dei due pazienti intermedi non si presentano. Infatti, nel caso di overbooking classico, come quello in figura, lo scheduling risulterebbe ottimale con nessun ritardo per i pazienti. Mentre nella proposta si avrebbero due possibilità in base a chi non si presenta. La prima è quella di un’assenza del primo schedulato, che comporterebbe 0 minuti di ritardo per i pazienti uno e due-*overbooked* e 5 minuti di ritardo per il paziente tre. La seconda possibilità è che il terzo paziente non si presenti, con conseguenti ritardi di 0 minuti per i pazienti uno e tre e 5 minuti per il secondo. In entrambi i casi il ritardo massimo per paziente sarebbe di cinque minuti, assolutamente gestibile, ma comunque superiore a quello nullo dell’overbooking classico.

Il principio del disallineamento tra orari di appuntamento e orari di probabile esecuzione delle prestazioni può essere ponderato a piacimento in base alla probabilità di

NS: infatti, maggiore è la probabilità media di NS, maggiore dovrebbe essere la sovrapposizione e viceversa. Il calcolo di suddivisione degli intervalli dovrebbe essere:

$$\Delta t = \frac{m \cdot \text{durata media prestazione}}{[m \cdot (1 + \mathbb{P}(NS))]}, \text{ con } [x] \text{ parte intera e } m \text{ il numero di slot}$$

In questo modo sembra essere ottimizzato il modello dal punto di vista del paziente, però, nello scenario di presenza di tutti (o quasi) i pazienti prenotati, ma rimane il problema per la gestione extra-orario del personale. L'impostazione contrattuale vuoto per pieno sembra incentivare meno questo genere di situazioni, lasciando spazio a una consistente arbitrarietà del professionista di decidere se eseguire o meno la prestazione. Con un contratto basato su remunerazione per prestazioni la situazione dovrebbe avere meno problematiche, ma, sicuramente, si potrebbe pensare a inserire degli incentivi specifici per questo genere di scenario. Tuttavia, l'obiettivo di un'azienda che pensa al benessere dei propri dipendenti e dei propri clienti è quello di massimizzare la produttività, minimizzando gli impatti sul personale e su terzi, mantenendo, quindi, un livello di qualità percepita pari o, addirittura, superiore. Tra i soggetti impattati da un cambiamento di processi e/o tecnologie, a volte si rischia di trascurare coloro che sono toccati marginalmente, ma che costituiscono una delle principali interfacce con i pazienti: il personale di accettazione. Loro sono le prime persone che il cliente incontra durante una classica esperienza "fisica" e danno, assieme ai locali, la prima impressione, che, facilmente, viene ricordata. Nella maggior parte delle prestazioni di diagnostica prese in considerazione in questo elaborato, l'assenza di una figura medica concentra l'attenzione del visitato proprio su questo personale. Nelle altre prestazioni, invece, una buona percentuale di soddisfazione del paziente proviene dal colloquio con il professionista, che, perciò, deve essere messo nelle migliori condizioni possibili. In numerose strutture pubbliche, dovendo garantire un certo numero di visite, essendo afflitti dal problema dei NS e non potendo aumentare il prezzo delle prestazioni per poter compensare le perdite economiche discusse nel capitolo 4, si ricorre sovente a soluzioni di riduzione dei tempi della visita, anche al di sotto dell'effettiva capacità del singolo professionista. Non è intenzione dello scrivente addentrarsi nelle cause e nelle conseguenze di tali decisioni, ma un'azienda che si propone di prendere in cura le persone, non può permettersi di ridurre sottosoglia il tempo delle prestazioni e mettere in condizioni di scarsa professionalità i propri dipendenti.

La principale soluzione al disallineamento delle agende è l'inserimento di alcuni slot di prenotazione che potremmo definire "jolly", appositamente non prenotabili a meno dell'effettiva necessità. Partendo dall'esempio precedente, si immagini di avere una disponibilità di due ore, quindi raddoppiata e di avere la stessa probabilità media di NS che fa sì che si vogliono far prenotare due persone in più: una nel secondo slot e una nel quinto. Si ipotizzi ancora l'indifferenza del paziente rispetto all'orario

di prenotazione. Nel classico schema di pianificazione delle agende visto in principio e nel caso di sequenzialità delle richieste, si procederebbe al riempimento dei sei slot a disposizione e, solo successivamente, dei restanti due di overbooking. Infatti, il primo obiettivo dovrebbe rimanere quello di saturare le agende. Nello schema proposto si agirebbe in maniera analoga, lasciando liberi il quarto e l'ottavo slot di prenotazione. Sempre assumendo la probabilità media costante, si potrebbe procedere con il riempimento degli slot di overbooking in base al peso assegnato agli impatti della probabilità di insoddisfazione di più pazienti, corrispondente al riempimento a partire dalla prima disponibilità (nel caso in cui tutti i pazienti si presentano più ci si allontana dallo slot aggiuntivo più il ritardo di ogni paziente si avvicina alla durata della prestazione o a un suo multiplo nel caso di più slot di overbooking) e a quelli della probabilità di insoddisfazione dei professionisti, corrispondente al riempimento a partire dall'ultima disponibilità (maggior probabilità di finire fuori dall'orario previsto).

L'inserimento degli slot jolly è numericamente pari al valore di slot in overbooking ricavato dalla formula esposta in precedenza, ma il posizionamento e il successivo riempimento devono tenere conto dei pesi appena discussi. Emerge, perciò, che maggiore sono la probabilità di NS, la frequenza di appuntamenti e la durata della disponibilità, maggiori saranno le probabilità di costruire un algoritmo accurato ed efficiente.

Il modello proposto performa al meglio attorno al 75 % di saturazione ( $\pm 5\%$ ) e non richiede un modello di previsione. Tuttavia, sotto una certa percentuale è più conveniente un modello di schedulazione allineato per ridurre gli impatti sul paziente. Di contro, sopra un valore che può essere circa l'85 % di saturazione si potrebbe dover ricorrere così sovente al riempimento degli slot aggiuntivi che potrebbe essere necessario abbandonare la strada del valore medio di NS per tentare di realizzare una probabilità individuale. Date le difficoltà nel creare un modello di previsione molto accurato, l'impostazione proposta rimane sempre quella precedentemente illustrata, ma la differenza sostanziale è nel metodo di posizionamento e riempimento degli slot di overbooking. A livello quantitativo il numero di slot disponibili potrebbe essere calcolato sempre con una probabilità media, tenendo in considerazione le eventuali determinanti relative al luogo, giorno della settimana, orario dell'appuntamento, ecc. oltre a quelle specifiche relative al tipo di prestazione. Fatta questa scelta a priori, il posizionamento degli slot potrebbe essere anch'esso determinato come in precedenza oppure, in taluni casi, potrebbero essere scelti un maggior numero di slot non prenotabili, da rilasciare solo al raggiungimento di determinate condizioni (livello di saturazione dei restanti oppure richieste specifiche dei prenotanti), posizionandoli in punti diversi così da permettere maggior flessibilità. Solo al raggiungimento di deter-

minate soglie entrerebbe realmente in funzione l'algoritmo di schedulazione, che assegnerebbe a ogni prenotazione uno score basato sulla probabilità di cancellazione di ogni singola prenotazione. Raggiunto un certo livello di score delle prestazioni nell'intorno dello slot jolly e in generale nella totalità degli appuntamenti in agenda, l'algoritmo potrebbe permettere la prenotazione di uno slot, sia esso già in overbooking oppure ancora sottosoglia (nel caso di più slot lasciati non prenotabili rispetto a quelli effettivamente in eccesso). Il sistema di scoring potrebbe essere opportunamente pesato per decidere quali slot "liberare" per primi, in base alle considerazioni già fatte in precedenza. Inoltre, questo sistema potrebbe opportunamente pesare gli approcci adoperati nel capitolo 4, cioè tenere in considerazione la probabilità di non erogazione e quella di mancato preavviso di mancata erogazione, oltre alla probabilità di collocazione temporale della comunicazione della scelta di cancellazione della prestazione. Infatti, lo scoring permetterebbe di gestire in maniera dinamica la variabilità delle probabilità nel tempo, che difficilmente risulterebbe non significativo nel calcolo di almeno un punteggio, data la normale deduzione che più tempo intercorre tra due eventi, più è probabile che ne intercorrano ulteriori che modifichino le relazioni tra i due di partenza. Oltretutto, il sistema di scoring ridurrebbe il problema della classificazione della previsione, superando il concetto di due classi (erogata, non erogata) e anche quello delle k-classi, seppur molto simile e performante (Samorani & Harris, 2019).

A prescindere dal sistema di schedulazione, in sanità è usanza piuttosto comune quella di comunicare la paziente l'orario della visita e, eventualmente, suggerire un anticipo per riuscire a smaltire le procedure di accettazione in tempo utile. Il focus sull'orario della teorica chiamata comporta notevoli disagi in sala d'attesa qualora non venisse rispettato. Come mostrato nell'introduzione al capitolo 5, i motivi dei ritardi possono essere molteplici e, a volte, non imputabili alla struttura. Fino ad adesso si è ipotizzato che il paziente sia puntuale, nel senso che sia disponibile ad essere chiamato almeno a partire dall'orario di appuntamento. In caso di ritardo del paziente, si procede ad attendere fino a una soglia prestabilita (es. 10 minuti), dopodiché la visita si considera non erogabile, pena lo slittamento del ritardo su tutti i futuri pazienti. Tuttavia, nel caso in cui il paziente si presenti puntuale, ma non riesca ad espletare le pratiche di accettazione per tempo – in questo caso le proposte di prioritizzazione fatte in precedenza ridurrebbero gli effetti – ci si potrebbe trovare in uno scenario simile a quello del cliente ritardatario al check-in del volo aereo descritto pochi paragrafi prima. Non è raro vedere recensioni negative dovute proprio a questo genere di eventi, in quanto facilmente il paziente adduce la colpa del ritardo esclusivamente all'inefficienza del sistema di accettazione e non al suo mancato anticipo.

Per poter minimizzare queste situazioni di disagio e rilassare il vincolo della puntualità del paziente, si potrebbe cambiare il metodo di comunicazione rispetto agli orari. Si potrebbe sperimentare una richiesta di presentazione a un determinato orario anziché dire l'orario dell'appuntamento e, di conseguenza, con quanti minuti di anticipo presentarsi. Infatti, così facendo, si chiederebbe alla persona di rispettare esclusivamente un orario, quello di accettazione, evitando che una persona che si presenta oltre quanto comunicato presuma comunque di essere in orario e nel pieno diritto di soddisfazione della richiesta. A questo tipo di comunicazione, potrebbe seguire, al momento dell'accettazione, una stima reale del tempo di attesa, sulla falsa riga di quanto accade già in Santagostino con il test sul sistema di comunicazione dei ritardi. Tuttavia, queste procedure potrebbero non essere sufficienti a tranquillizzare il paziente in fase di prenotazione. Perciò, il candidato suggerisce di sfruttare un'ulteriore funzionalità del sistema di prioritizzazione delle chiamate: la capacità di mappare la puntualità dei pazienti e la capacità di smaltimento dei ritardi in accettazione, riuscendo, così, sia a stabilire con maggior accuratezza l'orario di accettazione, sia a comunicare, eventualmente, i tempi (medi) di attesa tra l'orario di accettazione e quello di chiamata del professionista, grazie all'incrocio con i dati dei ritardi.

Comunicare al paziente <<Orario della visita 8:30, presentarsi 10 minuti prima per espletare le procedure di accettazione>> potrebbe essere simile a <<Orario di accettazione 8:20; se rispettato l'orario di arrivo, la visita potrebbe iniziare circa dieci minuti dopo>>, tuttavia, si lascia intendere una maggior flessibilità e si sposta il focus del paziente sulle ore 8:20. Facendo un ulteriore esempio, ipotizzando di riuscire ad accettare il paziente entro cinque minuti dal suo arrivo grazie alla prioritizzazione, nel caso di scheduling normale si potrebbe mantenere la comunicazione delle ore 8:30 con 10 minuti di anticipo, così da inserire una tolleranza di ulteriori cinque minuti di ritardo del paziente, mentre nel caso di overbooking proposto si potrebbe parimenti comunicare un orario di dieci minuti di anticipo, ma aumentare il tempo di attesa stimato, ponderandolo in maniera tale da ridurre gli eventuali impatti del ritardo delle agende dovute all'overbooking stesso. In termini pratici, tornando al primo esempio di scheduling e ipotizzando la fascia oraria disponibile dalle ore 8:30 alle ore 9:30 e l'arrivo di tutti i pazienti prenotati, overbooking compresi, si potrebbe ipotizzare uno scenario come in tabella.

Scenario classico							
Paziente	Orario della visita ipotizzato	Orario teorico agenda	Orario comunicato	Orario consigliato (anticipo)	Orario effettivo visita*	Ritardo della visita	Tempo attesa in sala*
1	08:30	08:30	08:30	08:20	08:30	00:00	00:10
2	08:50	08:50	08:50	08:40	08:50	00:00	00:10
2-overbooked	08:50	08:50	08:50	08:40	09:10	00:20	00:30
3	09:10	09:10	09:10	09:00	09:30	00:20	00:30
Totale						00:40	01:20
Media						00:10	00:20
Massimo						00:20	00:30

Scenario proposta								
Paziente	Orario della visita ipotizzato	Orario teorico agenda	Orario comunicato	Orario stimato**	Orario effettivo visita*	Ritardo della visita da stima	Tempo attesa in sala*	
1	08:30	08:30	08:20	08:35	08:30	-00:05	00:10	
2	08:50	08:45	08:35	08:50	08:50	00:00	00:15	
2-overbooked	08:50	09:00	08:50	09:05	09:10	00:05	00:20	
3	09:10	09:15	09:05	09:20	09:30	00:10	00:25	
Totale						00:10	01:10	
Media						00:02	00:17	
Massimo						00:10	00:25	

**TABELLA 16: SIMULAZIONE SCENARI PEGGIORI NEL CASO OVERBOOKING CLASSICO (PRIMA TABELLA) E OVERBOOKING PROPOSTO (SECONDA TABELLA)**

\* Accettazione compresa

\*\* Stima pari a 15 minuti

Saltano subito all'occhio le differenze nella colonna dei ritardi e delle attese, migliorate sotto tutti gli aspetti (totale, media e massimo), al "costo" di una differenza di cinque minuti tra la durata della stima e l'anticipo richiesto. Inoltre, disallineando gli orari teorici da quelli ipotizzati, si riesce a gestire con maggior facilità l'eventuale ritardo del paziente.

Si potrebbero studiare gli impatti delle differenti comunicazioni degli orari stimati, così da migliorare le performance. Per assurdo, si potrebbe arrivare a una strategia simile a quella dei trasporti, in cui l'orario di arrivo viene appositamente sovrastimato, così da non far percepire eventuali piccoli ritardi. Di ulteriore interesse è l'impatto di tali comunicazioni sui ritardi delle persone.

Fino ad adesso si è lasciato sottointeso che, al momento della ricerca degli orari di disponibilità, tutti i pazienti fossero omogenei, cioè non vi fossero delle differenze informative se non quelle dettate dalle variabili classificate nel capitolo 4 come "dettagli dell'appuntamento". Tuttavia, non è da escludere che si possano ottenere ulteriori informazioni sulle caratteristiche del paziente e sul suo comportamento passato già nel momento in cui si illustrano le disponibilità.

Per i motivi appena esposti, si potrebbe pensare di rendere disponibili soltanto alcuni slot, concentrando o distribuendo pazienti che potrebbero avere uno score comune. In caso di numerosi slot, magari anche in parallelo, si potrebbe addirittura pensare di creare dei cluster di disponibilità, di modo da concentrare la probabilità di errore dell'algoritmo di previsione e poter prendere le opportune contromisure. Una di queste potrebbe essere una differente gestione degli slot "jolly" e della frequenza di disponibilità, aggiungendo dei buffer. Similmente al concetto in auge nei trasporti su rotaia in cui il periodo previsto di permanenza in stazione viene allungato di qualche minuto così da poter recuperare tutto o una parte del ritardo, l'introduzione di piccoli

buffer dell'ordine di grandezza di circa il 25% della durata stimata della visita permetterebbe di alzare e abbassare le soglie dello score che fanno scattare la possibilità di prenotazione di uno slot "jolly". In questo modo si riuscirebbero a gestire situazioni di fallimento del sistema predittivo senza comportare grandi conseguenze a catena sul resto dell'agenda, specialmente nei casi in cui gli score destano forte incertezza: se si è consapevoli della probabilità media di NS ma non si riesce a discriminare sufficientemente tra un paziente e l'altro, conviene riempire gli slot "jolly" e inserire un buffer anziché lasciare libero lo slot come buffer stesso. Dal punto di vista contrattuale, la presenza di queste pause permetterebbe al professionista di rilassarsi nel caso in cui ci fossero più buchi del previsto; viceversa, riuscirebbe ad aumentare le prestazioni eseguite e, di conseguenza nel caso di remunerazione a prestazione, il proprio reddito. Inoltre, concedere dei momenti di pausa può lasciare al professionista una giusta ponderazione del tempo da dedicare al singolo paziente, migliorando, eventualmente, la qualità della visita.

Una delle ultime ipotesi rimaste in piedi è quella di indifferenza di preferenza di orario di effettuazione. Al momento della prenotazione, soprattutto nel caso di scarsa saturazione, un buon operatore cerca di proporre orari contigui ad altri già prenotati oppure ad ulteriori che si possano essere maggiormente richiesti e, quindi, da lasciare liberi se possibile. Invece, durante una prenotazione online, nella maggior parte dei casi presenti in rete, viene lasciata libera scelta al paziente. L'ideale, per la struttura, sarebbe quello di riuscire a individuare delle fasce orarie che tengano conto della maggiori o particolari richieste dei pazienti, come possono essere le fasce di pausa pranzo.

La proposta è quella di valutare, soprattutto per quelle prestazioni con durata pari o inferiore a 20 minuti con alto tasso di NS, di eliminare del tutto la possibilità di scelta di un orario specifico, ma, piuttosto, di una fascia oraria. Fatta questa scelta, la struttura potrebbe ipotizzare un tempo di permanenza stimato, cioè comunicare l'arco di tempo stimato che passa tra l'ingresso in struttura e l'uscita. Infatti, nella maggior parte dei casi si pone l'attenzione sul momento di ingresso, ma potrebbero esserci particolari categorie di utenti che potrebbero essere interessati a capire come organizzare anche il post-visita. Ad esempio, un lavoratore potrebbe prendere un permesso di qualche ora sapendo che dovrà presentarsi in struttura tra le ore 14:00 e 14:30 e che il tempo di permanenza stimato è di un'ora, riuscendo ad essere fuori dalla struttura in un orario compreso tra le 15:00 e le 15:30. L'idea è, quindi, quella di sperimentare dei piccoli raggruppamenti di pazienti a cui viene comunicato non lo stesso orario, ma una fascia oraria, riuscendo ad avere maggior flessibilità per gestire i NS. In questa tipologia di proposta, la comunicazione prevede una piena presa in carico del paziente, concedendo allo stesso un po' di flessibilità nell'orario di arrivo

in cambio di una capacità di ottimizzazione dei tempi ripagata con una maggior stabilità di durata della permanenza. L'idea di comunicare ai pazienti la durata totale di permanenza in struttura potrebbe essere utilizzata anche senza il raggruppamento per fasce orarie, ma andrebbe calibrata con maggior accuratezza.

Lo scoring è utilizzabile non solo per la schedulazione, ma, come anticipato in qualche passaggio, anche per identificare possibili criticità. Infatti, nella scelta della liberazione o meno di alcuni slot aggiuntivi, andrebbero prese in considerazione ulteriori situazioni, legate all'effettiva operatività. Innanzitutto, non bisogna trascurare la possibilità che vengano aggiunte ulteriori prestazioni oltre a quelle prenotate; se per i pazienti che desiderano essere accettati direttamente si potrebbe gestire più facilmente un'eventuale indisponibilità, di maggior difficoltà è la gestione di quei pazienti che hanno commesso degli errori in fase di prenotazione. La miglior azione è quella di anticipare queste problematiche o risolverle in parte con le funzionalità di affinamento spiegate nel capitolo seguente. Tuttavia, si sottolinea come la durata di esecuzione di due esami allo stesso paziente (in proiezioni diverse o diversi organi indagati), sia minore della somma di due pazienti differenti, in quanto i processi di chiamata, svestizione/vestizione e, talvolta, anche di posizionamento/preparazione sono dimezzati. Questa variabilità non è caratteristica soltanto di questo genere di situazioni, ma anche di tutte le altre. Ad esempio, come riportato anche da alcuni paper, si stima che la durata delle prestazioni di bambini inferiori a 5 anni sia il 25 % maggiore della media e per gli over 80 circa il 15 % (Nuti & Vainieri, 2012). Inoltre, potrebbero esserci particolari deficit che causano ritardi, anche solo temporanei come una persona con stampelle. Difficile, in questo caso, costruire un sistema di rilevazione personalizzata che sia affidabile per prestazioni future, se non per prestazioni ricorsive come le mammografie.

Oltre alle caratteristiche del paziente, ci possono essere prestazioni che richiedono meno tempo a parità di categoria; infatti, fino ad ora tutte le prestazioni di una stessa categoria sono state considerate come con la stessa durata (media), ma in realtà è possibile che certi distretti richiedano tempi più lunghi di preparazione e, soprattutto, di scansione. In più, anche tra i TSRM e MR possono esserci delle diversità di tempi di esecuzione.

Perciò, si dovrebbero tenere in considerazione tutte queste variabili nella decisione dell'algoritmo di liberare o meno degli slot e nel segnalare o meno agli operatori eventuali previsioni di criticità, cosicché gli stessi possano organizzarsi al meglio, eventuali buffer compresi.

In conclusione, un buon sistema di overbooking non deve dipendere soltanto da un buon sistema di previsione di attendibilità di ogni prenotazione, ma anche delle dinamiche operative. Perciò, si sottolinea ancora la necessità di riuscire a mappare in maniera oggettiva più informazioni possibili.

## 5.2 Big data & AI

Fino ad aprile 2011 la maggior parte della popolazione mondiale non conosceva/non utilizzava il termine “Big data” (Google, 2021), eppure di lì a poco sarebbe diventata una delle parole più utilizzate in ambito tecnologico. Ma cosa sono i *Big data*? “I Big Data rappresentano una raccolta di dati così estesa in termini di volume, velocità e varietà da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per l’estrazione di valore” (De Mauro, Greco, & Grimaldi, 2015). Secondo alcune stime, negli anni 2019-2020 sono stati generati un numero di dati pari a quelli dalla comparsa dell’uomo al 2018 (Gantz & Reinsel, 2012); tanti? Troppi per essere utilizzati tutti. In realtà, i dati non sono altro che la trascrizione in formato digitale di informazioni che, in parte, non sono dipendenti dalla tecnologia in sé. In questi anni è migliorata la capacità di collezionare/raccogliere le informazioni grazie alla digitalizzazione, ma anche grazie alla capacità di immagazzinamento delle memorie informatiche e di trasmissione dei dati.

Come illustrato nei capitoli precedenti, esistono numerose informazioni potenzialmente utili che non vengono raccolte (digitalizzate/tracciate/memorizzate), ma ve ne sono altrettante, se non di più, che sono trasformate in dati che vanno gestiti e sfruttati in modo da generare ulteriori informazioni. Come principale conseguenza, si ha la sempre maggior rilevanza degli algoritmi all’interno dei processi e delle decisioni strategiche.

L’intelligenza artificiale è un insieme di tecnologie che mirano a riprodurre alcune sfaccettature dell’intelligenza umana, sia per svolgere mansioni specifiche – *weak AI* – che per risolvere problemi teoricamente risolvibili anche dall’essere umano – *strong AI*. Una delle capacità di queste tecnologie è quella di riuscire a gestire i *big data* con maggior accuratezza e rapidità di quanto non potrebbe fare un singolo individuo. Tra le funzioni più interessanti e più sfruttate dell’AI c’è il *machine learning*, un approccio alla programmazione informatica che ribalta l’equazione tradizionale  $\text{input} + \text{programma} = \text{output}$  in  $\text{input} + \text{output} = \text{programma}$ , per poi sfruttare su nuovi input quanto appreso precedentemente (De Mauro A. , 2020). Per fare un parallelismo, è come se un insegnante (programmatore) dovesse insegnare ai propri studenti (calcolatori) tutte le soluzioni di reali problemi, continuando a insegnare a ogni nuovo problema o variazione di uno precedente, oppure insegnasse i principi e le tecniche di approccio all’analisi di un problema generalizzato, augurandosi che lo studente riesca ad affrontare in autonomia qualsiasi situazione.

Tra le tecniche di *machine learning* più comuni, si possono trovare anche diversi metodi di predizione illustrati nel capitolo 4. Infatti, il principio di analisi di un dataset con input e output per comprendere le connessioni e riuscire a prevedere i risultati di un nuovo dataset è tipico di questa branca dell’AI. Per tanto, la maggior parte degli algoritmi di *supervised learning*, in cui l’operatore riesce a riconoscere le connessioni

tra i dati di input e i risultati, sono adatti a risolvere il problema della mancata erogazione. Sono sicuramente di interesse gli algoritmi di regressione, come quelli di regressione logistica, che permettono di svolgere un compito simile a quello svolto dall'analista. Tra gli altri metodi nominati nel capitolo di analisi, i più promettenti e utilizzati sono quelli di classificazione, tra cui gli alberi decisionali, i *random forest*, gli AdaBoost e le reti neurali. I primi si suddividono in svariati algoritmi specifici, ma perseguono l'obiettivo comune di suddividere le osservazioni in classi con regole comuni e massima separazione possibile. Il vantaggio di questa tecnica è nella semplicità interpretativa, grazie alla strutturazione dei risultati ad albero. Le foreste casuali sono aggregazioni di alberi decisionali, ricadendo nella categoria degli *ensemble methods*; ciò permette una maggior efficienza e un minor rischio di overfitting (Harris & Samorani, 2021). Di particolare interesse sono gli AdaBoost, anch'essi *ensemble methods*, che generano dei pesi a ogni osservazione: dopo aver creato un modello di partenza, l'algoritmo migliora l'accuratezza della classificazione modificando il valore dei pesi; per questo motivo questo genere di tecniche permette di ottenere risultati migliori se misurati con le metriche di accuratezza e AUC-ROC, mentre le regressioni logistiche riescono ad ottenere comunque degli score di Brier inferiori (Samorani & Harris, 2019). Infine, le reti neurali sono un insieme di algoritmi così in crescita da essere quasi considerate una disciplina a sé, il *deep learning*. Rientra tra gli *analytics* a scatola chiusa, cioè di cui non si riesce a spiegare in maniera dettagliata (né concisa) il funzionamento. Come suggerisce il nome, l'ispirazione è quella delle reti neurali umane, in cui i dendriti dei neuroni ricevono degli impulsi in entrata, che vengono trasferiti tramite un unico assone ai terminali di uscita; analogamente i dati in entrata costituiscono il primo strato, il quale è collegato al primo strato nascosto di unità computazionali (neuroni) che, dati alcuni valori, generano un output grazie a una funzione di attivazione e così via fino a convergere nello strato di output.

In generale, non avendo sempre una alta interpretabilità, il rovescio della medaglia dell'utilizzo di alcuni algoritmi di AI è quello di rischiare di fare *over-fitting* senza accorgersene, fino al punto in cui il tasso di accuratezza viene drasticamente ridotto al variare di alcuni equilibri. In tal senso potrebbe essere d'aiuto il "mondo del *reinforcement learning*", in cui vige il principio del *trial and error*, secondo cui anche il calcolatore può imparare dagli errori. Più in generale, se già nelle analisi statistiche occorre prestare molta attenzione alla selezione degli input, ciò diventa ancor più importante per tutti quei casi in cui non vi è un'interazione umana frequente e consapevole.

La diffidenza e la lacunosità del sistema giuridico, oltre alla difficoltà etiche e culturali, hanno "recluso" le tecnologie al ruolo di supporto del decisore, specialmente per quelle che sfruttano le potenzialità dell'AI. In particolar modo, il sempre più fre-

quente utilizzo di reti neurali ha permesso di pareggiare o addirittura superare l'affidabilità del riconoscimento di particolari patologie. La problematica principale rimane l'estrema specificità di tali algoritmi, che non coprono la vastità di casistiche patologiche presenti e necessitano di seti di training ben specifici. Per questo motivo, la FDA ha chiesto all'American College of Radiology (ACR) di definire delle linee guida specifiche per i produttori di software e si sta cercando di costruire un unico *repository* di immagini radiologiche da poter utilizzare come allenamento e/o test di verifica prima dell'immissione in commercio (New Business Media srl, 2018). La numerosità delle immagini a disposizione è anche la "croce e delizia" del deep learning: per poter performare ottimamente ha bisogno di una rilevante numerosità, ma sembra non esserci un limite all'aumento di performance all'aumentare della numerosità – a differenza di quanto succede con le altre tecniche di ML che raggiungono un *plateau* nella curva performance/numerosità dei dati (Pesapane & al., 2018).

Oltre alla cosiddetta *second opinion* o a una diagnostica completamente automatizzata, si possono individuare ulteriori implementazioni dell'utilizzo dell'AI, come l'utilizzo nei campi dello screening e del confronto ricorsivo (mammografia, ma anche mappatura nei), post-processing delle immagini, supporto alla refertazione, ottimizzazione dei protocolli di acquisizione (European Society of Radiology, 2019). Ad esempio, in Italia si sta testando un algoritmo di ML che traccia in maniera automatica le linee e gli angoli che assume la colonna vertebrale, per poter classificare il grado di gravità della patologia (Gruppo San Donato, 2021). Sempre durante la refertazione, possono esserci funzionalità che aiutano a evidenziare una zona di indagine o a migliorare automaticamente i testi dei referti, specialmente quelli dettati a voce (Lee & al., 2017).

Il candidato desidera aggiungere delle proposte di utilizzo di *big data* e AI oltre a quelle già spiegate. Come anticipato a inizio capitolo 5, la produttività di refertazione di un MR può essere fortemente influenzata da due fattori: il primo sono le ripetute interruzioni del restante personale, il secondo è la serie di tipologie di immagini da visualizzare. Infatti, specialmente per i medici più versatili, è probabile che ci sia una netta differenza tra un tipo di referto e l'altro in termini di tecnologie utilizzate (ad esempio RMN o TC), distretti indagati (ad esempio bacino o spalla), tipologie di patologia da indagare (ad esempio carcinoma o frattura). Nel caso di numerosi medici refertatori e prestazioni erogate, è possibile costruire un algoritmo che provi a proporre una sequenza di immagini in modo da massimizzare la produttività, rispettando i vincoli temporali di consegna. Tra gli input vagliabili ci possono essere la semplice descrizione della prestazione, la durata dello slot previsto di refertazione, le scadenze di ogni consegna di referto, oltre a eventuali indicazioni segnate su RIS dal TSRM e/o integrazioni con ulteriori possibili algoritmi, come quello di ottimizzazione del flusso

di prenotazioni illustrato in seguito o alcuni diagnostici di *screening*. Inoltre, il vantaggio di raggruppare prestazioni simili potrebbe migliorare anche l'accuratezza di stima delle performance, migliorando, a sua volta, l'ottimizzazione del modello.

La seconda proposta è relativa alla fase dell'esperienza paziente diametralmente opposta a quella della refertazione: la prenotazione. Come già spiegati in svariate parti dell'elaborato, l'approccio del paziente alla struttura è un'importante momento di raccolta dati, specialmente nell'ottica di riuscire a prevedere i comportamenti futuri dello stesso. Infatti, la prenotazione e l'accettazione sono i due momenti chiave di condivisione e conferma delle informazioni riguardanti il paziente non direttamente controllabili dalla struttura. Durante l'esperienza maturata in azienda, il candidato ha stimato che fino al 10 % delle prenotazioni di RMN, TC e RX è errato oppure è strettamente collegato con un'altra prestazione errata. Infatti, tutte le prescrizioni di indagini ad articolazioni o in distretti prossimi, sono fonte di possibile errore dettato dalla non uniformità di dicitura tra medici prescriventi e struttura erogatrice. Inoltre, alcune prestazioni contengono una doppia dicitura (ad esempio RX piede/caviglia) e in certi pazienti è necessaria l'indagine di solo uno dei due distretti – hanno proiezioni diverse – e in altri di entrambe, alcuni pazienti prenotano una sola prestazione (ad esempio RX piede, non esiste la dicitura doppia in Santagostino) e altri due. Il problema principale è che il personale addetto alla prenotazione e/o all'accettazione non può esprimersi in merito e, quindi, deve ricorrere a un professionista presente in sede, come può essere il MR che sta refertando<sup>36</sup>.

Secondo il candidato, ci possono essere due tipi di implementazioni, anche indipendenti fra loro. La prima è quella di far caricare al momento della prenotazione (o entro una determinata data) una foto/scansione/documento della prescrizione<sup>37</sup>: un algoritmo potrebbe rilevare l'indicazione del medico oltre ai motivi dell'indagine, così da suggerire (nel caso l'inserimento sia antecedente alla prenotazione) o verificare (viceversa) la prenotazione, riducendo i possibili errori difficilmente risolvibili, come le prenotazioni di un RX piede dx al posto di un RMN piede dx o, peggio ancora, di una prestazione normale al posto di una con contrasto, eccetera. La seconda riguarda la previsione di possibili errori in una prenotazione, svolgendo un'analisi delle relazioni di sostituzione/aggiunte di visite e caratteristiche/comportamenti del paziente.

A tal proposito il candidato ha sviluppato una proposta di Data Activation Canvas, una rivisitazione del Business Model Canvas di Alexander Osterwalder suggerita da alcuni esperti nell'ambito della *Data Transformation* (De Mauro A. , 2020) di cui è possibile visionare lo schema nell'allegato VIII, della possibile implementazione dell'ultima

---

<sup>36</sup> È un esempio di interruzione delle procedure di refertazione, come ipotizzato nel paragrafo precedente

<sup>37</sup> Come già discusso nel capitolo 3, la prescrizione è obbligatoria anche per la diagnostica per immagini in regime privato

proposta fatta, applicata su un'ipotesi di schema di overbooking con scoring, come quello proposto nel capitolo precedente. Data la natura fortemente schematica, è stata preferita una versione più descrittiva per poter permettere una lettura più comprensiva.

<b>Value Proposition</b>
<i>1. Activation scenario</i>
<p>Cambierebbero in modo diretto il processo di prenotazione online e in modo indiretto il sistema di pianificazione delle agende e recall. Il primo attualmente prevede una rigida interazione fra paziente e struttura, senza possibilità di risoluzione in autonomia delle eventuali incongruenze tra richiesta e offerta clinica. Successivamente il paziente potrebbe decidere se essere aiutato in maniera automatizzata in fase di prenotazione, viceversa il sistema procederebbe a una verifica dell'attendibilità della prenotazione, attivando eventuali misure correttive o prevedendo uno score apposito al fine di migliorare lo scheduling</p> <p>Il processo di prenotazione online è utilizzato dal paziente ogni volta che necessita una visita, ma gli impatti indiretti ricadrebbero sullo staff preposto alla pianificazione delle agende</p> <p>L'interfaccia utente vedrà la possibilità di caricare una foto/scansione/documento per poter avere un suggerimento di prestazione da prenotare e orario proposto. Gli operatori vedranno una variazione dello score puntuale e di quello aggregato, mettendoli in preallerta</p>
<i>4. Scalability strategy</i>
<p>L'MVP consiste nel creare un algoritmo di confronti tra quanto prenotato e quanto scritto sulla prescrizione e nel mappare le correlazioni tra le varie prestazioni e i loro esiti</p> <p>A ciò potrebbero essere aggiunte funzionalità di consiglio alla prenotazione e stima dell'incertezza della prenotazione, anche basandosi sui comportamenti storici del paziente</p> <p>Il progetto è direttamente applicabile alla maggior parte delle prestazioni di diagnostica, ma potrebbe essere in parte (cioè senza il caricamento delle prescrizioni) emulato in altre branche</p>
<i>7. Revenue streams</i>
<p>Anticipando le criticità legate agli errori di prenotazione si potrebbero ridurre fino al 5% le cancellazioni</p> <p>La gestione autonoma della digitalizzazione delle prescrizioni permette di ridurre i tempi di accettazione (fino al 50%) e di esecuzione degli esami (di minor impatto)</p> <p>Indirettamente si andrebbe a garantire una miglior stabilità delle prenotazioni, riducendo i ritardi in sede e favorendo la refertazione remota</p>
<i>9. Law and Ethics</i>
<p>Occorre prestare attenzione al Regolamento UE sulla GDPR e a tutte le normative in ambito sanitario</p> <p>Inoltre, non vanno trascurati i possibili impatti sui lavoratori, specialmente sul personale di prenotazione e accettazione, che fornirà anche importanti considerazioni provenienti dai clienti (oltre allo staff addetto ai reclami)</p>

**TABELLA 17: DATA ACTIVATION CANVAS PROPOSTA (COLONNA VALUE PROPOSITION)**

Enablers		
2. Methods	3. Data	
<p>La parte di analisi del documento è di tipo <i>descriptive</i>, quella di suggerimento è di tipo <i>prescriptive</i>, mentre quella di scoring è <i>predictive</i></p> <p>Gli algoritmi potranno lavorare a scatola chiusa sia per i pazienti che per il management, a patto che ai secondi vengano illustrate le criticità connesse allo score</p> <p>Maggiore è l'accuratezza di indicizzazione della prestazione, minore è la richiesta di precisione di variazione dello scoring. L'obiettivo può essere quello di dimezzare i casi di errore e riuscire a individuare il 90 % delle situazioni a rischio</p>	<p>Tra i dati transazionali occorre tenere traccia dei comportamenti durante la prenotazione (tempi di sosta sulle pagine, consultazioni, ecc.), i documenti caricati, le prenotazioni eseguite e i successivi eventi di cancellazione/erogazione. I <i>master data</i> di riferimento sono le anagrafiche dei pazienti e delle agende a disposizione (intese come combinazioni prestazioni-sedi)</p> <p>Non sono da trascurare le relazioni target-zona città (vicinanza competitor/"fornitori", reputazione) e le politiche sulla viabilità, che possono influenzare i contesti più dinamici come l'incidenza di traffico, disponibilità parcheggi, fruibilità dei mezzi pubblici, ma anche eventuali tendenze macroeconomiche legate alla sanità e al SSN</p>	
	<p>Tra i dati già a disposizione ci sono le tabelle di prenotazione e di agende, con relativa indicazione della mancata erogazione e delle saturazioni. Andrebbero implementate le mappature delle connessioni fra prenotazioni (oltre a eventuali funzionalità aggiuntive di motivazione delle cancellazioni, seppur soggettive), i comportamenti degli utenti sulle pagine di prenotazione e le interpretazioni delle prescrizioni</p> <p>Tra i dati esterni da acquisire con regolarità ci potranno essere le liste d'attesa del SSN dei principali competitor, le situazioni meteo e della viabilità</p> <p>Tramite API o <i>web scraping</i> potranno essere raccolte informazioni su leggi e regolamenti in vigore, nuove aperture/chiusure dei competitor, quartieri e altre informazioni di carattere macroeconomico ritenute rilevanti</p>	
5. Business integration	6. Technology	
<p>Tra gli stakeholders interni ci sono il middle management per decisioni operative e contrattuali, lo staff per gestione operativa (sedi, agende e ICT), il personale operativo per raccolta di eventuali informazioni/classificazione e i professionisti sanitari per impatti indiretti; tra gli esterni i pazienti</p>	<p>Il dimensionamento dei dati, nel medio termine, sarebbe di 150-200 record al giorno per eventi dinamici (fino a 500), poche decine al giorno per gli altri dati</p>	
	<p>Al ridursi delle liste d'attesa deve corrispondere una frequenza di aggiornamento maggiore. La complessità computazionale maggiore sarà nel momento di consiglio della prestazione (caricamento + interpretazione + consiglio)</p>	
<p>Risorse ICT/esterni per l'architettura degli algoritmi, personale interno da formare per mappatura</p>	<p>L'interfaccia con il paziente dovrà essere compatibile con browser e app ed essere user friendly, mentre per il personale dovranno esserci un cruscotto per gli score e delle tabelle gerarchiche di allarme per eventuali controlli/approfondimenti da eseguire; inoltre, i sistemi dovranno essere tarati con una certa regolarità di modo da estendere quanto appreso nell'esperienza online a quella fisica e viceversa e tenere in considerazione eventuali misure correttive implementate</p>	
<p>Data la forte propensione all'utilizzo dei dati, sembrano non esserci barriere culturali interne, piuttosto potrebbe non essere semplice la relazione con il paziente per il caricamento delle prescrizioni</p>	<p>La digitalizzazione delle prescrizioni non potrà essere oscurata dai dati sensibili in quanto risulteranno utili per il personale in sede; tuttavia, potrebbe essere generata una repository protetta e standardizzata che comunichi direttamente con il RIS-PACS e che sia interrogabile, lasciando come campo del record soltanto l'interpretazione della prescrizione. Tutti gli altri dati dovranno essere trattati come accade già ora</p>	
8. Cost structure		
	Costi lavoro	Costi beni/serv
Costi setup	Progettisti, ICT implementatore, formazione	SW e (eventuale) HW, accesso dati esterni, servizi legali
Costi on-going	Aggiornamento/manutenzione, implementazione, formazione	Licenze, aggiornamento dati esterni, cloud

**TABELLA 18: DATA ACTIVATION CANVAS PROPOSTA (COLONNA ENABLERS)**

## 6. Conclusioni

La sanità è uno dei settori in cui le tecnologie si sono mosse in maniera più discontinua: da una parte i beni, come i dispositivi, si sono evoluti pari passo con l'avanzamento tecnologico, dall'altra i servizi legati alla persona sono rimasti più attardati e solo in questi anni stanno cercando di recuperare terreno. Tra le cause di questa doppia velocità si possono trovare sicuramente questioni etico-legali dovute alla particolare sensibilità del tema della salute degli individui, che, tuttavia, è anche la principale fonte di alimentazione di nuove scoperte data la complessità del nostro organismo. Inoltre, le situazioni culturali di contesto potrebbero aver influenzato questo andamento, come sembrano sottolineare le differenze tra i vari sistemi sanitari illustrate nel primo capitolo. Il complesso sistema di bilanciamento tra gli obiettivi sociali ed economici rischia di rallentare o velocizzare alcuni processi, creando forti disparità. Se da una parte i governi e le istituzioni in generale hanno il compito di uniformare i sistemi migliorandoli e garantendo un alto livello minimo di qualità dei servizi, dall'altra il cittadino è chiamato a contribuire attivamente al miglior funzionamento del sistema. Infatti, sono giuste le pretese di ciascuno di essere curato al meglio e in poco tempo, ma occorre indagare le cause degli eventuali fallimenti del sistema sanitario, provando a ridurli. Una delle principali voci di costo dei servizi è la mancata erogazione di una prestazione già prenotata. L'entità di tale problematica e le possibili cause è oggetto di discussione nel capitolo quattro, ma oltre agli errori commessi dalle strutture, una buona parte di questo problema è generato dal paziente. Se è difficile stabilire con certezza l'impatto di tale fenomeno, è inevitabile dedurre che gli effetti si riversano proprio sul cittadino, sulle sue condizioni di salute.

In momenti di crisi sanitaria individuale o collettiva, come quella appena trascorsa e ancora in essere, emergono tutte le principali criticità e critiche, ma, ancor più, viene sensibilizzata l'opinione personale e pubblica. Tuttavia, è dalle critiche, dai problemi che emergono nuove soluzioni, talvolta le rivoluzioni. Nascono così realtà come quella di Santagostino, approfondita nel secondo capitolo, che ambisce a "democratizzare" la sanità privata, facendo dei dati e delle tecnologie il principale strumento di innalzamento della qualità e di scalabilità del business.

Le tecnologie e i dati sono i principali strumenti messi a disposizione della diagnostica per immagini, attorno alla quale è stata concentrata l'analisi. In particolare, il potenziale impatto della problematica della mancata erogazione è stato stimato in diagnostica pari a circa il 35 % delle prestazioni prenotate, per un importo stimato al 2020 dell'ordine di grandezza del milione di euro, quasi il 3 % del fatturato totale dell'azienda. Tuttavia, solo una parte di queste si trasforma in un reale costo per l'azienda, per cui, in realtà i mancati incassi non superano il 20 % del fatturato della

diagnostica. Infine, i costi stimati per paziente che esegue una prestazione si attestano fino al 10 % dell'importo richiesto, per una media compresa tra 5 e 7.5 euro a prestazione.

L'analisi delle correlazioni fra le variabili a disposizione e l'effettiva erogazione o meno è stata eseguita con la tecnica di regressione logistica con due approcci differenti: nel primo si sono indagate le possibili discriminanti di una mancata erogazione, nel secondo si sono prese in considerazione esclusivamente le mancate erogazioni con preavviso scarso (un giorno) o nullo. La scelta di questo duplice approccio, nonostante le ambiguità della letteratura, è dettata dall'obiettivo del candidato di creare un modello predittivo che comprendesse tutte le tipologie di situazioni, non solo quelle di maggior impatto per l'azienda. L'esperienza in sede ha permesso un'analisi non meramente quantitativa, riuscendo a ricercare e studiare determinate situazioni emerse nella quotidianità. In particolare, le variabili più significative sembrano essere quelle relative alle caratteristiche del paziente (età e genere) e ai dettagli dell'appuntamento (lista attesa, metodo di prenotazione, sede e tipo di prestazione). Al contrario, le variabili esogene sembrano non impattare sull'attendibilità delle prestazioni, probabilmente ciò è dovuto al fatto che l'attenzione che il paziente rivolge alla salute è superiore alle problematiche circostanti. Tuttavia, occorre precisare che l'analisi di qualcuna di queste variabili non è da considerarsi esaustiva, in quanto è migliorabile la capacità di dettagliare le stesse. Di più complessa interpretazione risultano essere le variabili comportamentali, raffiguranti il passato del paziente. La difficoltà principale emersa in analisi è la ridotta finestra temporale (cinque mesi), che non permette di avere una visione d'insieme dei pazienti, trattandoli quasi tutti come "nuovi". Se è vero che il comportamento può cambiare nel tempo e in base alle circostanze, è altrettanto da riconoscere come in diagnostica ci siano minori (o nulle in certi casi) dinamiche legate al professionista che esegue la prestazione, mettendo più a nudo l'atteggiamento dell'individuo. Di contro, la complessità di prenotazione di alcune prestazioni potrebbe influenzare le deduzioni sui comportamenti del paziente e, in caso di minimizzazione di questi errori, come proposto nel capitolo cinque, potrebbero cambiare ulteriormente i pesi assegnati a ciascuna variabile. In generale, l'impressione è che il comportamento sia piuttosto significativo in tutti quei casi in cui c'è una certa ricorrenza, come in visite di screening o controlli per patologie croniche o a lunga prognosi, e in quelli in cui le situazioni del contesto sono assimilabili, come andare a fare una TC o una RMN.

Tra i due approcci, quello che ha ottenuto performance migliori è senza dubbio il primo, a testimoniare la difficoltà di discriminazione del momento della comunicazione della mancata erogazione. Infatti, sembra più semplice prevedere il fenomeno in termini generali, come testimoniato anche dalle distribuzioni di percentuale di occupazione dello slot in funzione della lista d'attesa. Tuttavia, se è più impattante in

termini economici e organizzativi sapere quali mancate erogazioni non avverranno con sufficiente preavviso, dall'altra, ai fini di una schedulazione efficace, è utile sapere quali prenotazioni sono meno attendibili. Infatti, dato lo scheduling sequenziale, lo scorrere del tempo permette di sciogliere man mano le riserve: più ci si avvicina all'appuntamento, maggiori sono le informazioni raccolte e, qualora una prestazione prevista come a rischio venisse cancellata per tempo, il sistema potrebbe comunque riadattarsi e ottimizzare la nuova situazione.

A proposito di informazioni che variano nel tempo, una delle principali criticità emerse in analisi è la staticità di alcune informazioni, fra l'altro non per forza note a priori. Ciò non può emergere nemmeno dai test svolti dopo la partizione. Infatti, questi, seppur eseguiti su un dataset diverso da quello di regressione, non rappresentano comunque la dinamicità degli eventi. I dati di regressione e quelli di test fotografano l'ultimo valore acquisito di ciascuna variabile, senza considerare il momento in cui insorge o cambia, che potrebbe coincidere con il momento di prenotazione, oppure un altro istante successivo.

Dalle tabelle dei risultati emerge la significatività di due situazioni particolari: le mammografie prescritte a giovani donne e le prestazioni con contrasto, che sono state inserite in analisi in quanto l'esperienza del candidato ne aveva previsto la possibile significatività. Tuttavia, dati gli ampi margini per variabili omesse, non si escludono altre particolari situazioni che possano migliorare le performance discriminatorie. In realtà, è stato scelto di non inserire variabili dettagliate per non creare *over-fitting* e rischiare di avere un modello troppo personalizzato, ma poco esplicativo in termini generali. Infatti, supponendo di riuscire a risolvere tali criticità, un modello che prima poteva essere performante rischierebbe di diventare di scarso valore. Anche in letteratura chi ha provato a dettagliare il modello si è reso conto della forte significatività dei singoli contesti (Ding, Gellad, & al., 2018). Ciò rende difficile il già complicato confronto tra modelli e tecniche di studi differenti, come illustrato in analisi. Un'altra problematica emersa nel confronto con la letteratura è la mancanza di modelli incentrati esclusivamente sulla diagnostica per immagini.

In generale, il candidato suggerisce di provare a mappare al meglio alcune situazioni, cercando di isolarle e di applicare l'analisi. Dal confronto tra i modelli è possibile capire quanto specifiche dinamiche influenzino o meno l'accuratezza. Inoltre, c'è ancora spazio per l'inserimento di alcune variabili proposte nel capitolo quattro e attualmente non monitorate e all'analisi quantitativa andrebbe affiancata un'analisi qualitativa per meglio comprendere le cause scatenanti, così da inserire le variabili opportune.

Ulteriori possibili sviluppi potrebbero essere effettuati tramite l'utilizzo di tecniche di regressione o classificazione alternative, come illustrato nel capitolo cinque. Tuttavia,

il vantaggio di usare la regressione logistica è quello di ottenere dei risultati espressi in termini di attendibilità che possono costituire la prima base di scoring del sistema di overbooking proposto. Quest'ultimo è stato sviluppato in via qualitativa con l'obiettivo di ridurre gli impatti del fenomeno, partendo da una scarsa abilità di discriminazione/previsione di attendibilità delle singole prestazioni e cercando di minimizzare gli impatti di eventuali fallimenti su pazienti e operatori. Per ottenere ciò è stato pensato un sistema a più livelli, ognuno dei quali elimina un'ipotesi restrittiva forte. Il vantaggio di questo approccio nella pianificazione delle agende è la possibilità di essere altamente flessibile a prescindere dal livello di accuratezza delle previsioni, che comunque porterebbero a minori disagi, seppur con un beneficio decrescente marginalmente. Infatti, la proposta fatta potrebbe performare in modo ottimale intorno a un livello di saturazione delle agende pari al 75 % senza richiedere un modello di previsione; ma all'aumentare della saturazione aumenta la necessità di stima accurata e viene meno il margine di beneficio tra adottare l'approccio proposto oppure uno qualsiasi presente in letteratura. In caso di saturazioni minori del 65 % di media con picchi massimi inferiori al 90 %, il candidato ritiene quasi ininfluenza, se non dannoso, adottare un metodo di overbooking.

Infine, l'alto tasso tecnologico presente in diagnostica per immagini la rende la branca più adatta a sperimentazioni di nuove tecnologie, ma anche quella che necessita con più urgenza di una completa digitalizzazione dei processi. A tal proposito, nei capitoli tre e cinque il candidato ha fatto una breve *review* delle principali soluzioni adottate, fornendo ulteriori spunti di sviluppo dettati dalle criticità emerse durante la propria esperienza. In conclusione, si ritengono fondamentali e imprescindibili i *big data* e le tecnologie di intelligenza artificiale per meglio raccogliere le informazioni, comprendere i processi, supportare le decisioni e, soprattutto, condividere la conoscenza. In un'azienda come Santagostino, la digitalizzazione vuole essere il motore di una sanità più equa, accessibile e di qualità, in cui abbia minor rilevanza la bravura individuale, in favore di un'abilità capillare comune, che porti alla salute del paziente, degli individui, non solo alla loro cura.

## 7. Bibliografia e sitografia

AGENAS. (2020). *Manuale RAO*.

Agenzia Nazionale per i Servizi Sanitari Regionali. *L'agenzia*. Tratto a Ottobre 2021 da AGENAS: <https://www.agenas.gov.it/agenas/l-agenzia>

Agenzia per l'Italia Digitale (AgID). (2021, Ottobre). *Monitoraggio - Indicatore di attuazione*. Tratto da Fascicolo Sanitario Elettronico: <https://www.fascicolosanitario.gov.it/it/monitoraggio/a>

*Archivio-meteo\_Milano\_2021*. (s.d.). Tratto da ilMeteo: <https://www.ilmeteo.it/portale/archivio-meteo/Milano/2021/>

Armeni, F., & al., e. (2020). 3 La spesa sanitaria: composizione ed evoluzione. *Rapporto OASI - Osservatorio sulle Aziende e sul Sistema sanitario Italiano*.

Avv. Chiarlini, G. (2021, Ottobre). *Cosa cambia con la legge Gelli? Tratti caratteristici della "nuova" responsabilità sanitaria*. Tratto da Studio Legale Chiarini: <https://www.chiarini.com/legge-gelli-cosa-cambia/#PARAGRAFO1>

Bloomberg. (2014). *Bloomberg Best (and Worst)*. Tratto da Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/graphics/best-and-worst/#most-efficient-health-care-2014-countries>

Bobini, M., & Ricci, A. (2019). 4 Gli erogatori privati accreditati: inquadramento e performance economiche dei grandi gruppi sanitari italiani. *Rapporto OASI - Osservatorio sulle Aziende e sul Sistema sanitario Italiano*.

Buonanno, G. (2021, Marzo). *Il diritto alla salute nella Costituzione italiana*. Tratto da diritto.it: <https://www.diritto.it/il-diritto-alla-salute-nella-costituzione-italia/>

Bureau van Dijk. (2021, ottobre). *Report*. Tratto da Aida: <https://aida.bvdinfo.com/>

Bureau van Dijk. (2021, Ottobre). *Report aziende*. Tratto da Orbis: <https://orbis.bvdinfo.com/>

Calvino, F., & al., e. (2018). A taxonomy of digital intensive sectors. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2018/14*.

Camera dei deputati. *La sanità digitale - eHealth*. Tratto da Camera dei deputati - Temi dell'attività parlamentare - XVII legislatura: [https://temi.camera.it/leg17/post/app\\_la\\_sanit\\_digitale](https://temi.camera.it/leg17/post/app_la_sanit_digitale)

Camera dei deputati. (2021, Giugno 24). *Il Livello di finanziamento del Servizio sanitario nazionale*. Tratto da Camera dei deputati - Servizio Studi - XVIII Legislatura: <https://www.camera.it/temiap/documentazione/temi/pdf/1104197.pdf>

- Carreras-García, D., Delgado-Gómez, D., Llorente-Fernández, F., & Arribas-Gil, A. (2020). Patient No-Show Prediction: A Systematic Literature Review. *Entropy - MDPI*.
- Cartabellotta, N., & al., e. (2019). *Report Osservatorio GIMBE n. 7/2019 - Il definanziamento 2010-2019 del Servizio Sanitario Nazionale*. Fondazione GIMBE.
- Cartabellotta, N., & al., e. (2020). *Report Osservatorio GIMBE 2/2020 - La mobilità sanitaria interregionale nel 2018*. Fondazione GIMBE.
- Cayirli, T., & al., e. (2012). A Universal Appointment Rule in the Presence of No-Shows and Walk-Ins. *Prod Oper Manag.*
- Chen, Y., & al., e. (2018). Appointment overbooking with different time slot structures. *Computers & Industrial Engineering*.
- Chong, W., & al., e. (2017). 49: Does a phone call reminder influence the “no-show” rate at a diagnostic urogynecology clinic? *American Journal of Obstetrics and Gynecology*.
- Cinelli, G., & al., e. (2020). 2 La struttura e le attività del SSN. *Rapporto OASI - Osservatorio sulle Aziende e sul Sistema sanitario Italiano*.
- Consorzio Netcomm. (2021, Ottobre). *Home page*. Tratto da Netcomm: <https://www.consorzionetcomm.it/>
- CSI Piemonte. *La ricetta dematerializzata e quella elettronica*. Tratto da Sistema Piemonte: [http://www.sistemapiemonte.it/eXoRisorse/dwd/servizi/SISMSistemaInformativoSaluteMentale/SISMAS-manuali/Ricetta\\_Dematerializzata\\_SaluteMentale.pdf](http://www.sistemapiemonte.it/eXoRisorse/dwd/servizi/SISMSistemaInformativoSaluteMentale/SISMAS-manuali/Ricetta_Dematerializzata_SaluteMentale.pdf)
- Dantas, L. F., Fleck, J. L., & al., e. (2018). No-shows in appointment scheduling – a systematic literature review. *Health Policy*.
- De Mauro, A. (2020). *Big data per il Business*. Apogeo.
- De Mauro, A., & al., e. (2016). A formal definition of Big Data based on its essential features. *Library Review*.
- De Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2015). What is big data? A consensual definition and a review of key research topics. *Proceedings of the 4th International Conference on Integrated key research topics*.
- Del Vecchio, M., & al., e. (2020). 6 I consumi privati in sanità. *Rapporto OASI - Osservatorio sulle Aziende e sul Sistema sanitario Italiano*.
- Devoto, & Oli. *Dizionario della lingua italiana*. Le Monnier.

- Ding, X., Gellad, Z. F., & al., e. (2018). Designing risk prediction models for ambulatory no-shows across different specialties and clinics. *PubMed*.
- European Society of Radiology. (2019). Impact of artificial intelligence on radiology: a euroAIM survey among members of the European Society of radiology. *Insights into imaging*.
- Facchinotti, L. (2015, Ottobre). *Trust in advertising*. Tratto da Nielsen: <https://www.nielsen.com/it/it/insights/report/2015/trust-in-advertising/#>
- Fondazione GIMBE. (2018). *Report Osservatorio GIMBE n.4/2018. Il Servizio Sanitario Nazionale nelle classifiche internazionali*.
- Gantz, J., & Reinsel, D. (2012). The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east. *IDC Analyze the Future*.
- Garzanti. (2017). *Grande Dizionario Italiano*. Garzanti Editore.
- Gier, J. (2017). Missed appointments cost the US healthcare system \$150 B each year. *Health Management Technology*.
- Global Pre-Meds. (2014, Febbraio 22). *Health Care Systems: Differences Around the Globe*. Tratto da Global Pre-Meds: <https://www.globalpremeds.com/2014/02/22/health-care-systems-differences-around-the-globe/>
- Google. (2021, Ottobre). *Esplora trend*. Tratto da Google Trends: <https://trends.google.it/trends/explore?date=all&q=%2Fm%2F0bs2j8q>
- Governo della Repubblica Italiana. (2021). Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.
- Gruppo San Donato. (2021, Maggio 12). *Machine Learning: la nuova frontiera delle diagnosi radiologiche*. Tratto da Gruppo San Donato: <https://www.grupposandonato.it/news/2021/maggio/machine-learning-diagnosi-radiologiche-galeazzi>
- Gruppo san Donato. (2021, Settembre 07). *Tempi attesa 07\_09\_21*. Tratto da Ospedale Ortopedico Galeazzi - Trasparenza: [https://www.grupposandonato.it/mediaObject/ospedali/documents/Ortopedico-Galeazzi/trasparenza/tempi-attesa-IOG-07\\_09\\_21/original/tempi+attesa+IOG+07\\_09\\_21.pdf](https://www.grupposandonato.it/mediaObject/ospedali/documents/Ortopedico-Galeazzi/trasparenza/tempi-attesa-IOG-07_09_21/original/tempi+attesa+IOG+07_09_21.pdf)
- Gupta, D., & Denton, B. (2008). Appointment scheduling in health care: Challenges and opportunities. *IIE Transactions*.
- Harris, S. L., & Samorani, M. (2021). On selecting a probabilistic classifier for appointment no-show prediction. *Decision Support Systems*.
- Health Consumer Powerhouse. (2018). *Euro Health Consumer Index - Report*.

- Horner, B., Symreng, A., & al., e. (2021, Giugno). *Health Care Providers in Europe Need to Boost Digital Momentum*. Tratto da BCG:  
<https://www.bcg.com/publications/2021/digital-adoption-in-european-health-care?linkId=121634599>
- Humanitas. *Tempi attesa*. Tratto il giorno Ottobre 2021 da Humanitas - Trasparenza:  
[https://humanitas.it/uploads/media/File/0001/01/tempi-attesa-sanpiox.pdf?\\_gl=1\\*1y6many\\*\\_ga\\*NDU2NDgyMDgxLjE2MzI4MzY1MDE.\\*\\_ga\\_82CNG99M6T\\*MTYzMzY0MDQ0OS4yLjEuMTYzMzY0MTE3MS4w](https://humanitas.it/uploads/media/File/0001/01/tempi-attesa-sanpiox.pdf?_gl=1*1y6many*_ga*NDU2NDgyMDgxLjE2MzI4MzY1MDE.*_ga_82CNG99M6T*MTYzMzY0MDQ0OS4yLjEuMTYzMzY0MTE3MS4w)
- ISS. (2020). *La copertura sanitaria universale nel mondo*.
- Istituto geografico de Agostini. (1972). Scienze Biologiche - Medicina e uomo - vol I. In *Enciclopedia Italiana delle Scienze*. Novara.
- Kennard, J. (2009). Missed Hospital Appointments Cost NHS £ 600 million. *Digit Journal*.
- Kheirkhah, P., Feng, Q., & al., e. (2016). Prevalence, predictors and economic consequences of no-shows. *BMC Health Service Researc*.
- Kim, S., & Giachetti, R. E. (2006). A Stochastic Mathematical Appointment Overbooking Model for Healthcare Providers to Improve Profits. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*.
- Klassen, K., & Rohleder, T. (1996). Scheduling outpatient appointments in a dynamic environment. *Journal of Operations Management*.
- Lee, J., & al., e. (2017). Deep Learning in Medical Imaging: General Overview. *Korean Journal of Radiology*.
- Li, Y., Yu Tang, S., Johnson, J., & Lubasrsky, D. A. (2019). Individualized No-Show Predictions: Effect on Clinic Overbooking and Appointment Reminders. In Y. Li, *Production and Operations Management* (p. vol:28 iss:8 pag:2068 -2086).
- Liu, N., & Ziya, S. (2014). Panel Size and Overbooking Decisions for Appointment-Based Services under Patient No-Shows. *Production and Operations Management*.
- Maggioli. (2000, Novembre 9). *L'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie*. Tratto da diritto.it: <https://www.diritto.it/laccreditamento-istituzionale-delle-strutture-sanitarie/>
- Mariotti, G., Siciliani, L., & al., e. (2014). Waiting time prioritisation for specialist services in Italy: The homogeneous waiting time groups approach. *ScienceDirect*.

- Ministero della Salute. (2012). *Nuovo Sistema Informativo Sanitario*. Tratto da Sito Ufficiale del Ministero della Salute:  
[http://www.nsis.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?lingua=italiano&id=2978&area=sistemaInformativo&menu=presentazione](http://www.nsis.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=2978&area=sistemaInformativo&menu=presentazione)
- Ministero della Salute. *Servizio sanitario nazionale: i LEA*. Tratto a Ottobre 2021 da Ministero della Salute: <https://www.salute.gov.it/portale/lea/homeLea.jsp>
- Ministero della Salute. *Tempi di attesa*. Tratto a Ottobre 2021 da Portale della Trasparenza dei Servizi per la Salute:  
<https://www.portaletrasparenzaservizisanitari.it/applicazionestructure/tempi-di-attesa>
- MIUR. (2019, Luglio 08). *Specializzazioni mediche-decreto di distribuzione dei posti A.A. 2018-2019*. Tratto da Ministero dell'Istruzione - Ministero dell'Università e della Ricerca: <https://www.miur.gov.it/-/specializzazioni-mediche-decreto-di-distribuzione-dei-posti-a-a-2018-2019>
- Molinari, F. (2019). *Radiografia Digitale - Corso di Bioimmagini*.
- Moore, C., Wilson-Witherspoon, P., & Probst, J. (2001). Time and money: effects of no-shows at a family practice residency clinic. *Fam Med*.
- MUR. (2021, Luglio 28). *Decreto Ministeriale n. 998 del 28-07-2021*. Tratto da Ministero dell'Università e della Ricerca: <https://www.mur.gov.it/it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n-998-del-28-07-2021>
- New Business Media srl. (2018, Aprile 23). *Come l'intelligenza artificiale cambia la radiologia*. Tratto da 01health:  
<https://www.01health.it/tecnologie/intelligenza-artificiale/intelligenza-artificiale-radiologia/>
- Nuti, S., & Vainieri, M. (2012). Managing waiting times in diagnostic medical imaging. *BMJ Open*.
- OECD. (2019). *Health at a Glance*.
- OECD. (2019). *State of Health in the EU - Italia - Profilo della Sanità 2019*.
- OECD. (2020, November). *Empowering the health workforce - Strategies to make the most of the digital revolution*. Tratto da Health Workforce - OECD:  
<https://www.oecd.org/health/health-systems/Empowering-Health-Workforce-Digital-Revolution.pdf>
- OECD. (2020). *Health at a Glance - Europe*.
- OECD. *Health expenditure and financing*. Tratto a Ottobre 2021 da OECD.Stat:  
<https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=SHA>

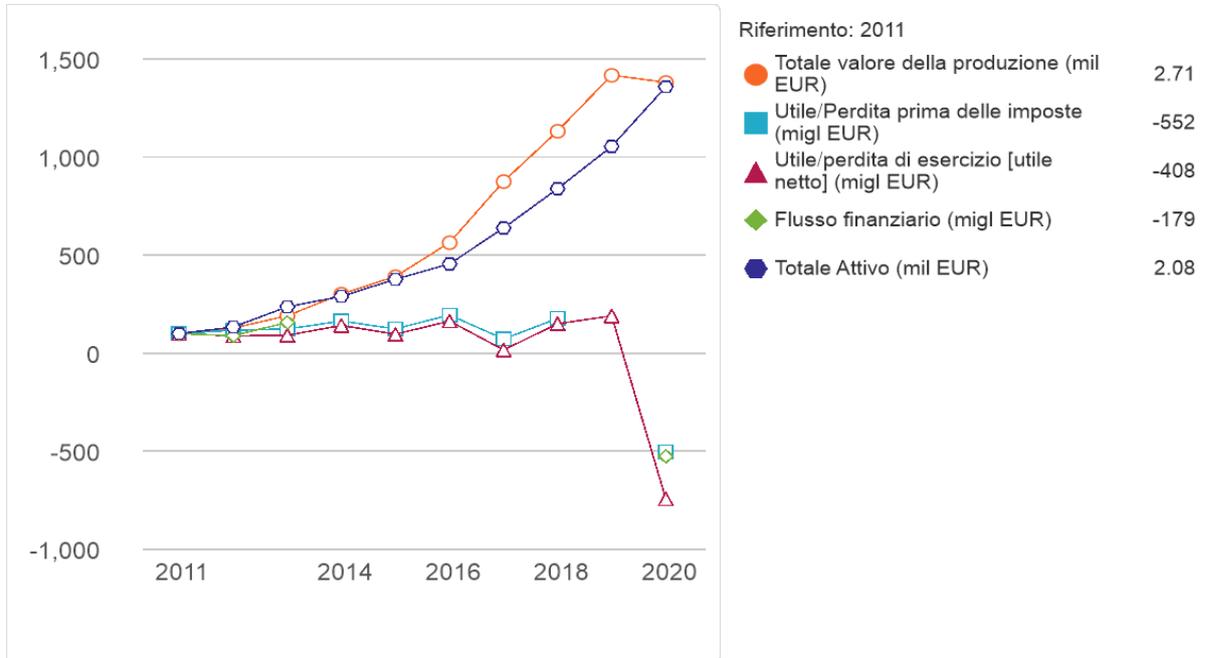
- OECD. *Where: Global reach*. Tratto a Ottobre 2021 da OECD - Members and partners: <https://www.oecd.org/about/members-and-partners/>
- Paolo, V. (2010, Marzo 26). *Sanità, la riforma ripassa alla camera per sedici righe*. Tratto da Archivio storico corriere: [https://web.archive.org/web/20131031193632/http://archiviostorico.corriere.it/2010/marzo/26/Sanita\\_riforma\\_ripassa\\_alla\\_Camera\\_co\\_8\\_100326034.shtml](https://web.archive.org/web/20131031193632/http://archiviostorico.corriere.it/2010/marzo/26/Sanita_riforma_ripassa_alla_Camera_co_8_100326034.shtml)
- Pesapane, F., & al., e. (2018). Artificial intelligence in medical imaging: threat or opportunity? Radiologists again at the forefront of innovation in medicine. *European radiology experimental*.
- PNHP - Physicans for a National Health Program. (s.d.). *Health Care Systems - Four Basic Models*. Tratto a Ottobre 2021 da PNHP: [https://www.pnhp.org/single\\_payer\\_resources/health\\_care\\_systems\\_four\\_basic\\_models.php](https://www.pnhp.org/single_payer_resources/health_care_systems_four_basic_models.php)
- quotidianosanità.it. (2019, Novembre). *Fascicolo sanitario elettronico: 208 milioni per il Fondo che lo finanzia nel periodo 2018-2021*. Tratto da quotidianosanità.it: [https://www.quotidianosanita.it/regioni-e-asl/articolo.php?articolo\\_id=78423](https://www.quotidianosanita.it/regioni-e-asl/articolo.php?articolo_id=78423)
- Roncato, A. (2017, Marzo 02). *Sanità Lombardia, più di un milione di visite prenotate e disertate: chi non cancella pagherà alla successiva*. Tratto da la Repubblica: [https://milano.repubblica.it/cronaca/2017/03/02/news/visite\\_ed\\_esami\\_basta\\_prenotazioni\\_a\\_vuoto\\_chi\\_non\\_si\\_cancella\\_paghera\\_a\\_quella\\_successiva-159549308/](https://milano.repubblica.it/cronaca/2017/03/02/news/visite_ed_esami_basta_prenotazioni_a_vuoto_chi_non_si_cancella_paghera_a_quella_successiva-159549308/)
- Samorani, M., & Harris, S. (2019). The Impact of Probabilistic Classifiers on Appointment Scheduling With No-Shows . *Fortieth International Conference on Information System*. Munich.
- School of Management - Politecnico di Milano. (2021, Maggio). *Una Sanità più connessa per ripartire dopo l'emergenza*. Tratto da Osservatorio Innovazione Digitale in Sanità: <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/sanita-connessa-dopo-emergenza>
- Snodgrass, A., & Schoch, J. (2019). The impact of personalized reminders in addition to an automated patient reminder system on pediatric dermatology no-show rates: A pilot study. *Pediatric Dermatology*.
- Società e salute Spa. (2020). *Annual Report 2020*.
- Statista. (2019). *Healthcare system in Italy*.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2012). *Introduzione all'econometria*. Pearson Italia.

Toth, F. (2020). Reducing waiting times in the Italian NHS: The case of Emilia-Romagna. *Wiley Online Library*.

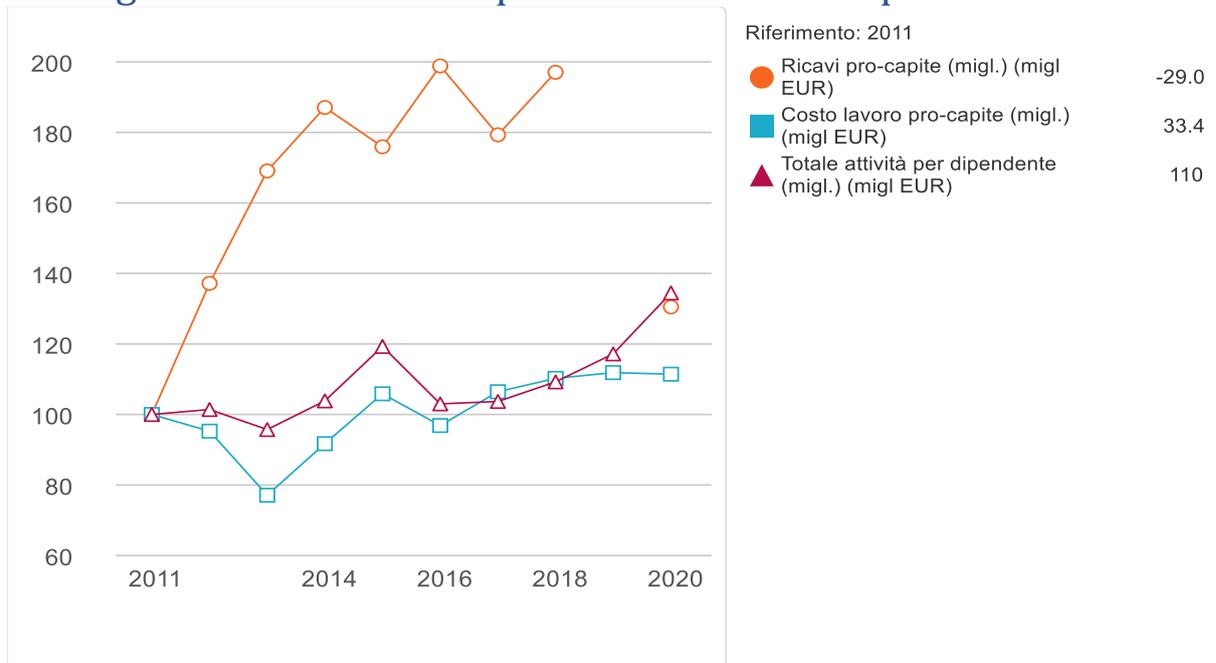
Varetto, F. (A.a. 2020/2021). Rischio di credito: appendice ai modelli di scoring-modello di regressione lineare, discriminante, logistico. In *Mercati, rischi e strumenti finanziari*.

## 8. Allegati

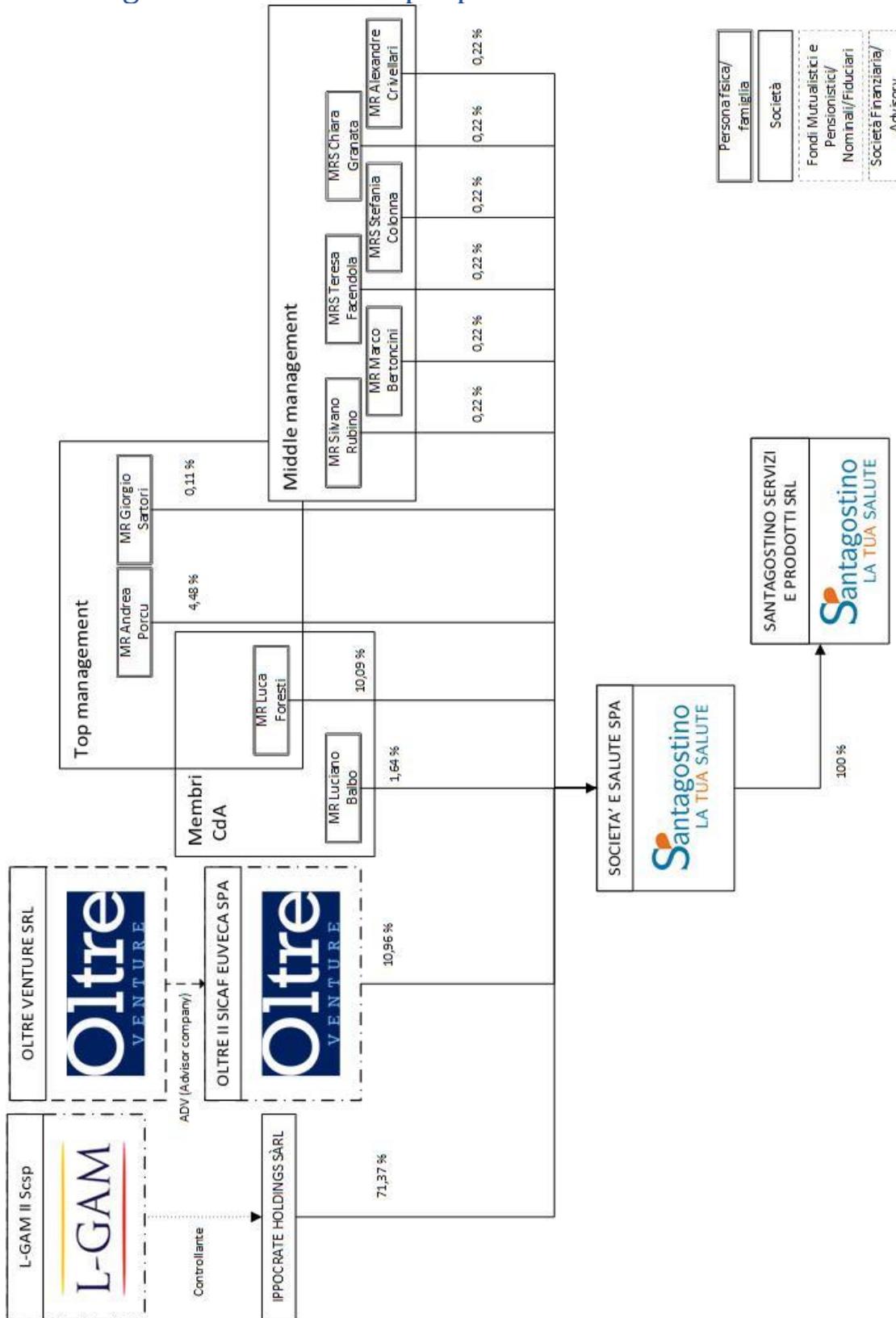
### Allegato I – Andamento percentuale principali variabili economiche in valori assoluti



### Allegato II – Andamento percentuale indici di produttività



## Allegato III – Struttura proprietaria



Fonte Orbis BVD, aggiornamento 06/2021

## Allegato IV – Query SAP elenco prenotazioni

```
/*SELECT I0."DocDate" FROM ODLN I0 WHERE I0."DocDate" >= '[%0]' AND I0."DocDate" <=
'[%1]' */
/*SELECT B0."Name" FROM OUBR B0 WHERE B0."Name" LIKE '%[%2]%' */
begin
DETAIL =
SELECT
DISTINCT
case
when T0."Canceled" <> 'N' then 'CANCELLATA'
WHEN (SELECT max(1) FROM "@SAINS_PRESTAZIONI" K1
      INNER JOIN "@SAINS_ACCETTAZIONI" K0 ON K0."DocEntry" = K1."DocEn-
try"
      WHERE IFNULL(K0."Canceled",'N') = 'N'
      AND K1."U_data" = T1."U_data"
      AND K0."U_codBP" = T0."U_codBP"
      AND UPPER(K1."U_codArt") = UPPER(T1."U_codArt")
      AND IFNULL(K1."U_nPrenot",") = ") = 1 THEN 'EROGATA DIRETTAMENTE'
WHEN T0."Canceled" = 'N' AND IFNULL(A0."DocNum",0) = 0 and T1."U_data" >= CUR-
RENT_DATE THEN 'FUTURIBILE'
WHEN T0."Canceled" = 'N' AND IFNULL(A0."DocNum",0) = 0 and T1."U_data" < CUR-
RENT_DATE THEN 'NO-SHOW'
ELSE 'EROGATA'
END AS "STATUS",
T0."CreateDate" "DataCreazione",
T0."CreateTime" "OraCreazione",
T1."U_data" as "Giorno effettuazione",
T1."U_ora" "Ora effettuazione",
K0."UpdateDate" "DataPrimoAggiornamento",
K0."UpdateTime" "OraPrimoAggiornamento",
DAYS_BETWEEN (T0."CreateDate", K0."UpdateDate" ) "GiorniDataCreazione_PrimoAggiorna-
mento",
T0."UpdateDate" "DataUltimoAggiornamento",
T0."UpdateTime" "OraUltimoAggiornamento",
T0."U_user_upd" "UtenteUltimoAgg.to",
K2."U_data" "DataEffettuazione_PrimoSalvataggio",
T5."Remarks" AS "Sede",
T0."DocEntry" as "ID_Documento",
T0."U_user_pre" "Utente_Prenot.ne",
T1."U_branca" as "Cod_Branca",
T6."U_Desc" "Branca",
T0."DocNum" as "N_Prenotazione",
T0."U_codBP" as "Cod pz",
CASE WHEN
      (Month(Current_Date) < Month(I0."U_SAINS_dataNasc")) or
      (Month(Current_Date) = Month(I0."U_SAINS_dataNasc") and DAYOFYEAR(Cur-
rent_Date) < DAYOFYEAR(I0."U_SAINS_dataNasc"))
      then (Year(Current_Date) - Year(I0."U_SAINS_dataNasc") - 1)
else (Year(Current_Date) - Year(I0."U_SAINS_dataNasc"))
END AS "Anni",
T1."U_codArt" "Cod prestazione",
T1."U_desc" "Prestazione",
cast(T1."U_importo" as decimal (21,2)) "Importo",
T1."U_medico" AS "Cod medico",
T0."U_Preosp" as "No_show",
A0."U_sospesa" as "Accettazione sospesa",
A0."DocEntry" as "N_interno_acc.ne",
```

```

A0."DocNum" as "N accettazione"
FROM "@SAINS_PRENOTAZIONI" T0
INNER JOIN "@SAINS_PRESTAZIONI_P" T1 ON T1."DocEntry"=T0."DocEntry"
INNER JOIN "@SAINS_CONVENZIONI" C0 on C0."Code"=T0."U_codConv"
INNER JOIN "NNM1" T4 ON T0."Series"=T4."Series"
INNER JOIN "OUBR" T5 ON T5."Code"=T4."BPLId" AND T5."Code" NOT IN ('44')
INNER JOIN "@SAINS_BRANCHE" T6 ON T6."Name"=T1."U_branca"
INNER JOIN OCRD BP on BP."CardCode" = T0."U_codBP"
INNER JOIN CRD1 I0 ON I0."CardCode" = BP."CardCode" AND I0."AdresType" = 'B' AND
BP."BillToDef" = I0."Address"
LEFT JOIN ("@SAINS_ACCETTAZIONI" A0
          INNER JOIN "@SAINS_PRESTAZIONI" A1 ON A1."DocEntry" =
A0."DocEntry" AND A0."Canceled" = 'N'
          )
          ON CAST(T0."DocEntry" AS NVARCHAR (10)) =
IFNULL(A1."U_nPrenot", CAST(A0."U_nPrenot" AS NVARCHAR (10)))
LEFT JOIN "@ASAINS_PRENOTAZIONI" K0 ON K0."DocEntry" = T0."DocEntry" AND
K0."LogInst" = '2'
LEFT JOIN "@ASAINS_PRENOTAZIONI" K1 ON K1."DocEntry" = T0."DocEntry" AND
K1."LogInst" = '1'
LEFT JOIN "@ASAINS_PRESTAZIONI_" K2 ON K2."DocEntry" = K1."DocEntry" AND K2."LineId" = T1."LineId"
WHERE
T0."U_tipo" <> 'M' AND
(T1."U_data" between '['%0]' AND '['%1]')
AND UPPER (T5."Name") like '% ' || UPPER(['%2']) || '% '
and DAYS_BETWEEN (['%0'], ['%1']) <= '10'
UNION
SELECT DISTINCT
case
when T0."Canceled" <> 'N' then 'ACC.NE_CANCELLATA'
ELSE 'ACC.NE_DIRETTA'
END AS "STATUS",
T0."CreateDate" "DataCreazione",
T0."CreateTime" "OraCreazione",
T1."U_data" as "Giorno effettuazione",
T1."U_ora" "Ora effettuazione",
K0."UpdateDate" "DataPrimoAggiornamento",
K0."UpdateTime" "OraPrimoAggiornamento",
DAYS_BETWEEN (T0."CreateDate", K0."UpdateDate" ) "GiorniDataCreazione_PrimoAggiornamento",
T0."UpdateDate" "DataUltimoAggiornamento",
T0."UpdateTime" "OraUltimoAggiornamento",
T0."U_user_upd" "UtenteUltimoAgg.to",
K2."U_data" "DataEffettuazione_PrimoSalvataggio",
T5."Remarks" AS "Sede",
T0."DocEntry" as "ID_Documento",
T0."U_user_acc" "Utente_Prenot.ne",
T1."U_branca" as "Cod_Branca",
T6."U_Desc" "Branca",
0 as "N_Prenotazione",
T0."U_codBP" as "Cod pz",
CASE WHEN
          (Month(Current_Date) < Month(I0."U_SAINS_dataNasc")) or
          (Month(Current_Date) = Month(I0."U_SAINS_dataNasc") and DAYOFYEAR(Current_Date) < DAYOFYEAR(I0."U_SAINS_dataNasc"))
          then (Year(Current_Date) - Year(I0."U_SAINS_dataNasc") - 1)
          else (Year(Current_Date) - Year(I0."U_SAINS_dataNasc"))

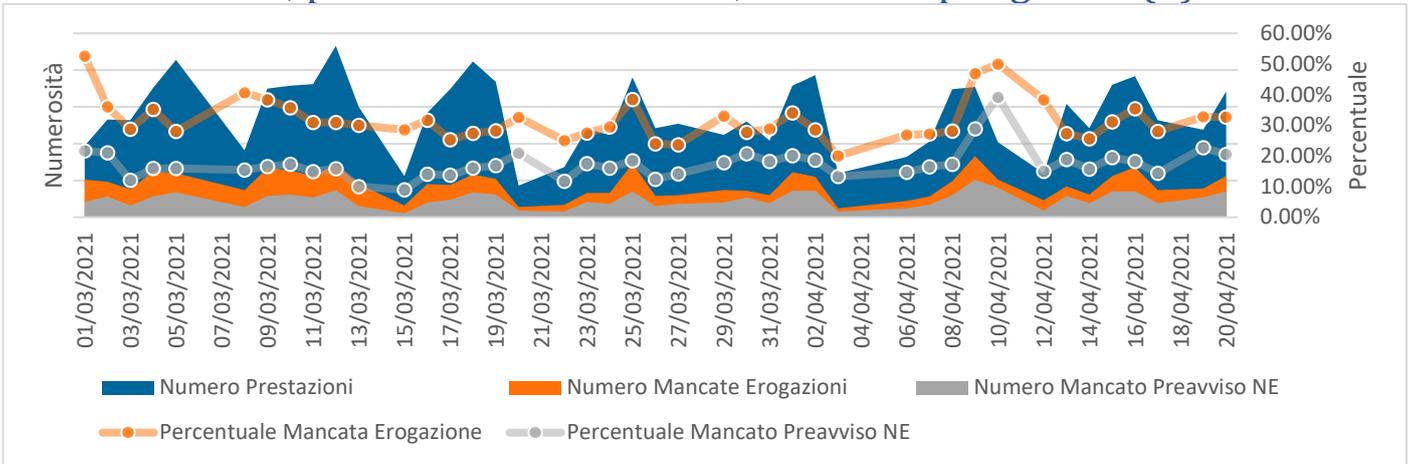
```

```

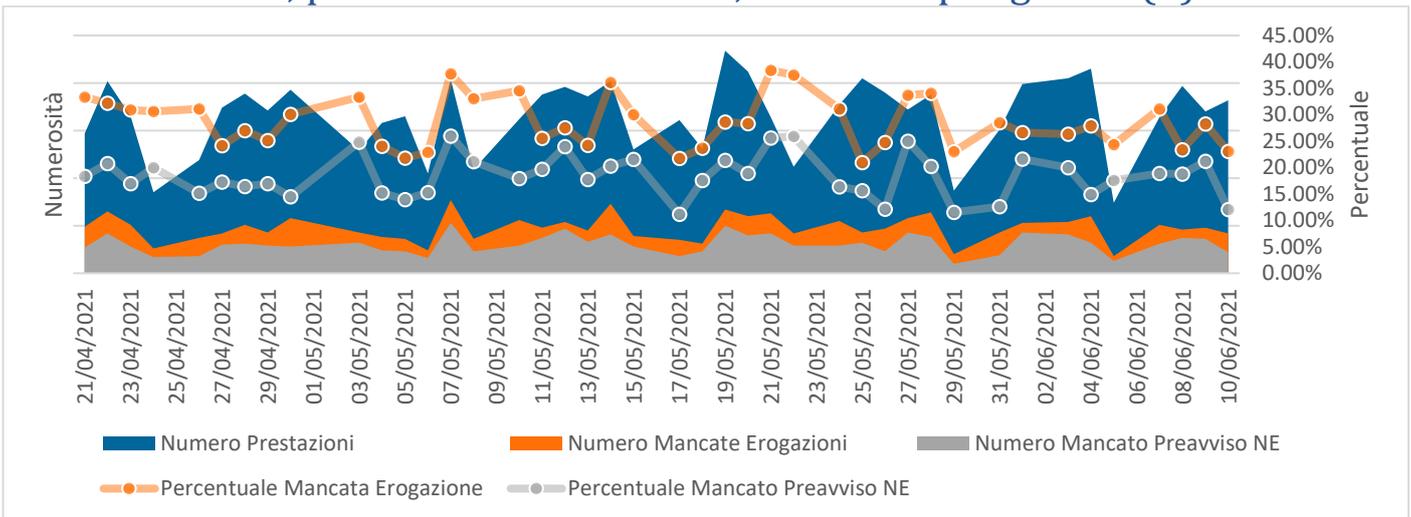
END AS "Anni",
T1."U_codArt" "Cod prestazione",
T1."U_desc" "Prestazione",
cast(T1."U_importo" as decimal (21,2)) "Importo",
T1."U_medico" AS "Cod medico",
" as "No_show",
T0."U_sospesa" as "Accettazione sospesa",
T0."DocEntry" as "N_interno_acc.ne",
T0."DocNum" as "N_accettazione"
FROM "@SAINS_ACCETTAZIONI" T0
INNER JOIN "@SAINS_PRESTAZIONI" T1 ON T1."DocEntry"=T0."DocEntry"
INNER JOIN "@SAINS_CONVENZIONI" C0 on C0."Code"=T0."U_codConv"
INNER JOIN "NNM1" T4 ON T0."Series"=T4."Series"
INNER JOIN "OUBR" T5 ON T5."Code"=T4."BPLId" AND T5."Code" NOT IN ('44')
INNER JOIN "@SAINS_BRANCHE" T6 ON T6."Name"=T1."U_branca"
INNER JOIN OCRD BP on BP."CardCode" = T0."U_codBP"
INNER JOIN CRD1 I0 ON I0."CardCode" = BP."CardCode" AND I0."AdresType" = 'B' AND
BP."BillToDef" = I0."Address"
LEFT JOIN "@ASAINS_ACCETTAZIONI" K0 ON K0."DocEntry" = T0."DocEntry" AND
K0."LogInst" = '2'
LEFT JOIN "@ASAINS_ACCETTAZIONI" K1 ON K1."DocEntry" = T0."DocEntry" AND
K1."LogInst" = '1'
LEFT JOIN "@ASAINS_PRESTAZIONI" K2 ON K2."DocEntry" = K1."DocEntry" AND K2."Lin-
eId" = T1."LineId"
WHERE
IFNULL(T1."U_nPrenot",'0') <> '0' AND
IFNULL(T0."U_nPrenot",'0') <>'0' AND
IFNULL(T1."U_nPrenot",') <> " AND
(T1."U_data" between '['%0]' AND '['%1]' )
AND UPPER (T5."Name") like '% ' || UPPER(['%2']) || '% '
and DAYS_BETWEEN (['%0'], ['%1']) <= '10';
SELECT * FROM :DETAIL
order by "ID_Documento";
end;

```

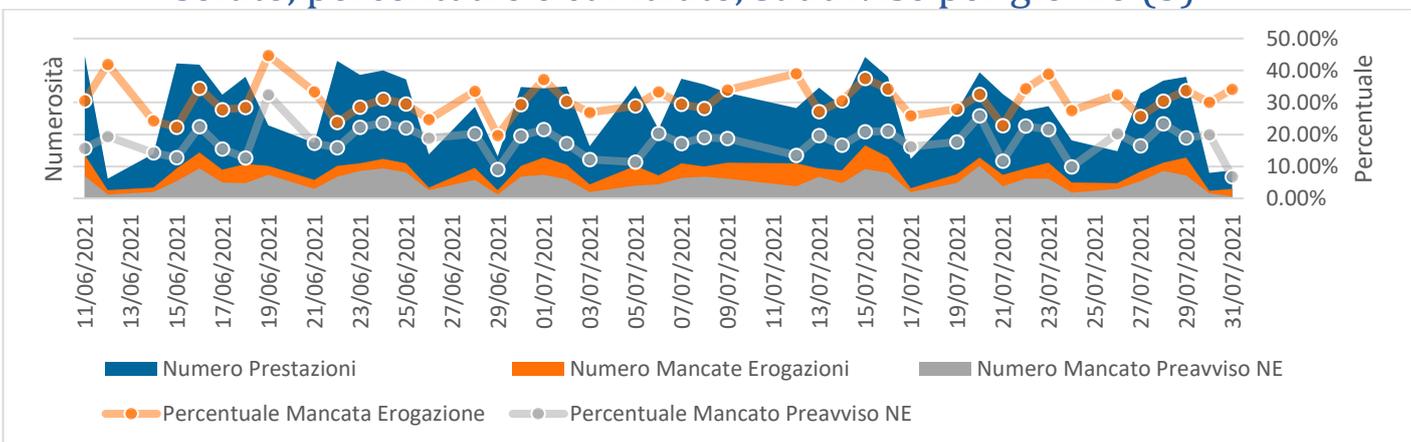
### Allegato V - Prestazioni erogabili e non erogate in valore assoluto, percentuale e cumulato, suddivise per giorno (1)



### Allegato VI - Prestazioni erogabili e non erogate in valore assoluto, percentuale e cumulato, suddivise per giorno (2)



### Allegato VII - Prestazioni erogabili e non erogate in valore assoluto, percentuale e cumulato, suddivise per giorno (3)



## Allegato VIII – Data Activation Canvas

Value Proposition	Enablers		
<i>1. Activation scenario</i>	<i>2. Methods</i>	<i>3. Data</i>	
Cosa 1 Quale processo cambia? 2A Prima 2B Dopo	Tipo analytics	Esigenza Ciò che accade Contesto	A Transazioni B Entità/Master data A Statico B Dinamico
Chi 1 Chi lo sta utilizzando?	Spiegazione	Disponibilità Interna	A Sistemi esisitenti B Conoscenza non codificata
Quando 1 Frequenza			Esterna A Data transfer B API C Web scraping
Come 1 Ha un'interfaccia? 2 Come si usa?	Accuracy		
<i>4. Scalability strategy</i>	<i>5. Business integration</i>	<i>6. Technology</i>	
MVP	Stakeholders	Dimensione dati	
Funzionalità	Competenze	Performance	
Riapplicabilità	Cultura	Requisiti interfacce	
<i>7. Revenue streams</i>	<i>8. Cost structure</i>		
Aumento ricavi	Costi setup	Costi lavoro	Costi beni/serv
Riduzione dei costi			
Benefici indiretti	Costi on-going		
<i>9. Law and Ethics</i>			
Leggi			
Impatto su lavoratori			

## 9. Ringraziamenti

Desidero ringraziare il mio relatore, il Prof. Cambini, per avermi concesso l'opportunità di trattare queste tematiche a me care, mostrandosi sempre attento e disponibile.

Parimenti, desidero mostrare la mia gratitudine al dott. Foresti e al dott. Porcu per avere riposto fiducia in me e avermi condotto nelle mani della mia relatrice, la dott.ssa Colonna. A lei va un caloroso grazie per avermi introdotto in azienda e per strutturato il mio percorso di tirocinio. Inoltre, le sono grato per aver risposto a tutte le mie curiosità, per avermi dato ascolto e avermi reso partecipe attivamente delle decisioni a lei spettanti.

Non vanno dimenticati e ringraziati il personale dei vari uffici, tra cui in particolar modo ingegneria clinica, IT, risorse umane – professionisti, oltre al mio reparto di *operations*. A loro si aggiungono i preziosi contributi del personale delle varie sedi, dalle guardie alle area manager, dai tecnici di radiologia ai medici, oltre ai vari pazienti incontrati.

Per ultimo, ma non di minor importanza, volevo ringraziare il dott. Colli, che è stato fondamentale per la raccolta dei dati e i rapporti con il fornitore del sistema gestionale; con Filippo e Stefania, lasciatemeli chiamare per nome, ho condiviso le principali idee che sono state riportate in questo elaborato.