

# POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica



## **CRUSCOTTO DI HEALTH TECHNOLOGY MANAGEMENT INTEGRATO CON L'ANALISI DELL'OBSOLESCENZA DELLE TECNOLOGIE SANITARIE: CASE STUDY ALL'HUMANITAS RESEARCH HOSPITAL**

Relatore: Prof. Emanuele LETTIERI

Correlatori: Ing. Rossella ONOFRIO  
Ing. Irene RODA

Tutor aziendali: Ing. Paolo OLIVA  
Ing. Chiara MIRABELLA

Tesi di Laurea di:  
Francesca NOSCHESE  
Matricola: 898923

Anno Accademico 2019 - 2020



## **Ringraziamenti**

*Vorrei ringraziare in primis il professor Emanuele Lettieri, per i suoi preziosi consigli e per l'interesse che ha dimostrato verso il mio progetto di tesi.*

*Un altro ringraziamento va a Rossella Onofrio e Irene Roda, che con la loro disponibilità e supervisione hanno permesso che il lavoro fosse scritto nel migliore dei modi.*

*Infine, la mia gratitudine va ai tutor aziendali, l'ing. Paolo Oliva e l'ing. Chiara Mirabella, che con la loro esperienza mi hanno guidata passo dopo passo durante tutto il periodo di tirocinio, affiancandomi in ogni fase dell'elaborazione del lavoro.*



# Indice

<b>Indice</b> .....	<b>1</b>
<b>Indice delle figure</b> .....	<b>3</b>
<b>Indice delle tabelle</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract (Italiano)</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract (English)</b> .....	<b>7</b>
<b>Sommario</b> .....	<b>8</b>
<b>Executive summary</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE, CONTESTO E OBIETTIVI</b> .....	<b>23</b>
1.1 MANUTENZIONE E GESTIONE DEL PARCO MACCHINE.....	26
1.2 CONTESTO ED OBIETTIVI DELLA TESI.....	27
<b>CAPITOLO 2 – LA GESTIONE DELL’OBSOLESCENZA</b> .....	<b>29</b>
2.1 IL CONCETTO DI CONTROLLO DI GESTIONE .....	29
2.2 ANALISI DELLA GESTIONE DELL’OBSOLESCENZA .....	31
2.2.1 <i>Obsolescenza in azienda</i> .....	31
2.2.2 <i>Obsolescenza in sanità</i> .....	36
2.3 CASE STUDY – LA REALTÀ OSPEDALIERA HUMANITAS .....	41
2.3.1 <i>Il servizio di ingegneria clinica</i> .....	42
2.3.2 <i>Il sistema informatico InfoHealth</i> .....	46
2.3.3 <i>Gestione dell’obsolescenza e cruscotto di Technology Management</i> .....	47
2.3.4 <i>Gestione dei big data</i> .....	50
<b>CAPITOLO 3 – MATERIALI E METODI</b> .....	<b>54</b>
3.1 METODOLOGIA DI BASE.....	55
3.1.1 <i>La filosofia di Deming</i> .....	55
3.1.2 <i>Applicazione del ciclo di Deming</i> .....	56
3.2 ACQUISIZIONE DEI DATI.....	58
3.2.1 <i>dati anagrafici del parco macchine</i> .....	59

3.2.2	<i>Costi di manutenzione</i> .....	62
3.2.3	<i>Richieste d'intervento</i> .....	70
3.3	IMPLEMENTAZIONE DEL CRUSCOTTO.....	72
3.3.1	<i>Business Intelligence – QlikView</i> .....	72
3.3.2	<i>Panoramica anagrafiche (VISTA I)</i> .....	75
3.3.3	<i>Creazione della Dashboard dei KPI (VISTA II)</i> .....	79
3.3.4	<i>Creazione dell'IPS (VISTA III)</i> .....	83
3.3.6	<i>Analisi delle macro aree (VISTA IV)</i> .....	89
3.3.7	<i>Viste tecniche (VISTA V, VISTA VI, VISTA VII)</i> .....	91
3.3.8	<i>Validazione dell'analisi (VISTA VIII)</i> .....	93
 <b>CAPITOLO 4 – ANALISI DEI RISULTATI</b> .....		<b>94</b>
4.1	PLAN: ANALISI DEI KPI .....	95
4.1.1	<i>Indicatori di costo</i> .....	97
4.1.2	<i>Indicatori di tempo</i> .....	99
4.1.3	<i>Indicatori di efficienza</i> .....	102
4.2	DO: ANALISI DEL PARCO MACCHINE .....	104
4.2.1	<i>Analisi dell'obsolescenza</i> .....	104
4.2.2	<i>Funzionalità operativa</i> .....	114
4.3	CHECK: PROCESSO DI VALIDAZIONE DELLO STRUMENTO .....	116
4.4	ACT: BUDGET DEGLI INVESTIMENTI PER OBSOLESCENZA .....	121
 <b>CAPITOLO 5 – CONCLUSIONI</b> .....		<b>123</b>
 <b>Appendice</b> .....		<b>127</b>
 <b>Bibliografia</b> .....		<b>131</b>

## Indice delle figure

<i>Fig.I Ciclo di Deming (PDCA)</i>	9
<i>Fig.II Trend dei KPI di Costo</i>	10
<i>Fig.III A sinistra, attraverso tecnico interno (t.t. 1gg); al centro con uscita del tecnico (t.t. 7gg); a destra con uscita della macchina (t.t. 15gg)</i>	11
<i>Fig.IV Indicatore di efficienza: Assegnazione RDI in 24h</i>	11
<i>Fig.V Costi dei letti per degenza elettrificati. A sinistra, il Trend per la classe; a destra, il trend per il modello</i>	12
<i>Fig.VI RDI dei letti per degenza elettrificati. A destra, il Trend per la classe; a sinistra, il trend per il modello</i>	13
<i>Fig.VII Tempi d'intervento dei letti per degenza elettrificati. A destra, il Trend per la classe; a sinistra, il trend per il modello</i>	13
<i>Fig.VIII Deming Cycle (PDCA)</i>	16
<i>Fig.IX Trend of KPI, costs</i>	17
<i>Fig.X On the left, interventions through an internal technician; interventions through the exit of the technician; interventions through the exit of the machine</i>	18
<i>Fig.XI Efficiency indicator</i>	18
<i>Fig.XII Costs: Trend for the class (on the left) and trend for the model (on the right)</i>	19
<i>Fig.XIII RDI: Trend for the class (on the left) and trend for the model (on the right)</i>	19
<i>Fig.XIV Times: Trend for the class (on the left) and trend for the model (on the right)</i>	20
<i>Fig.1 Attività dell'Health Technology Management</i>	24
<i>Fig.2 Fasi logiche del processo decisionale</i>	30
<i>Fig.3 Ciclo di Deming applicato alla matrice del sistema</i>	32
<i>Fig.4 Domande per lo schema di classificazione della gravità</i>	34
<i>Fig.5 Rappresentazione grafica degli step metodologici</i>	37
<i>Fig.6 Planimetria di Humanitas Research Hospital</i>	41
<i>Fig.7 Organizzazione della manutenzione preventiva</i>	44
<i>Fig.8 Organizzazione Manutenzione Correttiva</i>	45
<i>Fig.9 Interfaccia iniziale di InfoHealth</i>	47
<i>Fig.10 Tempi di Risposta per i letti di degenza</i>	49
<i>Fig.11 Numerosità degli RDI per i letti di degenza</i>	49
<i>Fig.12 Ciclo di Deming</i>	55
<i>Fig.13 Ciclo di Deming in rappresentazione continua</i>	56
<i>Fig.14 Presentazione dei dati anagrafici su InfoHealth</i>	60
<i>Fig.15 Budget di manutenzione correttiva</i>	62
<i>Fig.16 Interfaccia per il caricamento dei dati di MC</i>	63
<i>Fig.17 Budget per MC e Full Risk</i>	66

<i>Fig.18 Interfaccia per il caricamento dei contratti</i>	66
<i>Fig.19 Interfaccia di anagrafica dei contratti</i>	69
<i>Fig.20 Interfaccia per gli RDI</i>	70
<i>Fig.21 Step di Business Intelligence</i>	73
<i>Fig.22 Filtri del cruscotto</i>	74
<i>Fig.23 Scheda Macchina</i>	75
<i>Fig.24 Disponibilità delle apparecchiature</i>	77
<i>Fig.25 Conteggio numero d'inventario</i>	78
<i>Fig.26 Inventari per apparecchiature</i>	78
<i>Fig.27 Parametri dell'IPS</i>	84
<i>Fig.28 Vista dell'IPS</i>	86
<i>Fig.29 Andamento dei Costi di Manutenzione</i>	89
<i>Fig.30 Andamento degli RDI</i>	89
<i>Fig.31 Andamento dei tempi medi di manutenzione correttiva</i>	90
<i>Fig.32 Costi di manutenzione riportati per codice contabile</i>	91
<i>Fig.33 Rappresentazione grafica dei costi di manutenzione</i>	91
<i>Fig.34 Dati degli RDI per numero di inventario</i>	92
<i>Fig.35 Dati dei Tempi d'Intervento</i>	92
<i>Fig.36 Andamento costi per classe</i>	93
<i>Fig.37 Numerosità RDI</i>	93
<i>Fig.38 Numerosità Tempi</i>	93
<i>Fig.39 KPI1</i>	97
<i>Fig.40 KP2</i>	97
<i>Fig.41 KPI3</i>	98
<i>Fig.42 KPI4</i>	99
<i>Fig.43 KPI5</i>	100
<i>Fig.44 KPI6</i>	100
<i>Fig.45 KPI7, cruscotto</i>	101
<i>Fig.46 KPI7, andamento negli anni</i>	101
<i>Fig.47 KPI8</i>	102
<i>Fig.48 KPI9</i>	103
<i>Fig.49 Trend dei costi per la classe dei letti elettrificati</i>	108
<i>Fig.50 Trend dei costi per il modello dei letti elettrificati</i>	108
<i>Fig.51 Trend degli RDI per la classe dei letti elettrificati</i>	109
<i>Fig.52 Trend degli RDI per il modello dei letti elettrificati</i>	109



## Indice delle tabelle

<i>Tabella1 Criteri di classificazione</i>	35
<i>Tabella2 Lista dei KPI</i>	40
<i>Tabella 3 Dati estrapolati dalle fonti</i>	52
<i>Tabella4 Dati KPI1</i>	80
<i>Tabella5 Dati KPI2</i>	80
<i>Tabella6 Dati KPI3</i>	80
<i>Tabella7 Dati KPI4</i>	81
<i>Tabella8 Dati KPI5</i>	81
<i>Tabella9 Dati KPI6</i>	81
<i>Tabella10 Dati KPI7</i>	82
<i>Tabella11 Dati KPI8</i>	82
<i>Tabella12 Dati KPI9</i>	82
<i>Tabella13 Schema KPI</i>	96
<i>Tabella14 Schema IPS</i>	105
<i>Tabella15 Valori medi dell'IPS per i letti di degenza elettrificati</i>	107
<i>Tabella16. Valori medi delle RDI per i portatili di radiografia</i>	111
<i>Tabella 17 Costi di manutenzione RMN</i>	117
<i>Tabella 18 RDI RMN</i>	117
<i>Tabella 19 Tempi di risoluzione RMN</i>	117
<i>Tabella20 Costi di manutenzione Tavolo Telecomandato</i>	118
<i>Tabella21 RDI Tavolo Telecomandato</i>	118
<i>Tabella22 Tempi di risoluzione Tavolo Telecomandato</i>	118
<i>Tabella23 Costi di manutenzione Letti</i>	119
<i>Tabella24 RDI Letti</i>	120
<i>Tabella25 Previsione del Budget degli investimenti per obsolescenza</i>	122

## **Abstract (Italiano)**

Negli anni, le aziende ospedaliere hanno potenziato i loro processi di gestione del parco macchine con l'obiettivo di offrire servizi sanitari sempre più efficienti e di qualità.

Il presente lavoro mira a sviluppare un cruscotto di Technology Management in grado di supportare il Servizio di Ingegneria Clinica nella gestione del parco macchine di Humanitas Research Hospital.

In particolare, tale cruscotto ha lo scopo di fornire un supporto operativo e di facile utilizzo sia per le attività quotidiane, sia per l'analisi dell'obsolescenza del parco macchine, per la valutazione degli investimenti effettuati e per la pianificazione di quelli futuri.

Lo sviluppo del cruscotto parte dalla creazione di un vasto database contenente, per ogni macchina, i dati anagrafici, i parametri dei costi di manutenzione, le richieste d'intervento e i tempi d'intervento per ogni apparecchiatura. Prosegue poi con la realizzazione di rappresentazioni grafiche sul software di BI QlikView basate sulle quattro fasi del ciclo di Deming: Plan, Do, Check e Act. La fase del Plan garantisce un confronto tra i dati raccolti ed i trend attesi. La fase del Do è connessa invece all'analisi dell'obsolescenza del parco macchine e pone le basi per la decisione di nuovi investimenti. A questa si collega la fase del CHECK, che è funzionale a verificare l'efficacia dello strumento come supporto decisionale per gli investimenti, attraverso l'analisi degli effetti che tali investimenti creano sul parco macchine. Infine, la fase di ACT racchiude la stesura del budget degli investimenti per obsolescenza basato sull'analisi svolta nella fase del DO.

Nel complesso, il cruscotto funge da punto di raccolta dei dati economici e di manutenzione delle macchine. In particolare, la rappresentazione dei dati per singolo dispositivo permette all'utente di superare la visione sommaria fornita da una riproduzione generalizzata per gruppi di apparecchiature, consentendo al Servizio di prendere decisioni maggiormente efficaci.

Lo strumento fornisce inoltre un metodo solido ed efficiente per comunicare con la Direzione Generale, che ora può monitorare più facilmente le prestazioni del Servizio e valutare più convenientemente le proposte d'investimento relative al parco macchine.

## **Abstract (English)**

Over the years, hospitals have boosted their management processes for machine parks aiming to increase quality and efficiency of health services.

The present work aims to develop a Technology Management dashboard capable of supporting the Clinical Engineering Service on the management of medical devices at Humanitas Research Hospital. The primary objective is hence the development of an operational and easy-to-use tool for daily management activities and for obsolescence analyses of medical devices.

The development of the tool starts from the creation of a vast database containing personal data, parameters of maintenance costs, intervention requests and intervention times for every machine. It then continues with the creation of graphic representations on QlikView, based on the four theoretical phases described by the Deming cycle: Plan, Do, Check and Act.

“Plan” phase refers to the analysis of the KPIs and guarantees a comparison between the data collected and expected trends. The “DO phase” refers to the actual analysis of the machine park, divided into daily operational activities and obsolescence analysis. This is connected to the CHECK phase, which is functional to control the effects that each investment has on the machine park. Finally, the ACT phase includes the creation of the investment budget for obsolescence, based on the analysis of DO phase.

The tool serves as a centralised environment for economic and maintenance data of individual machines. In particular, data representation for single medical device allows the user to overcome the summary view, given by a representation by groups of equipment, to make more targeted decisions. It also provide a solid way to communicate with the General Management, which can now monitor the service performance in an aggregated way, and conveniently evaluate investment proposals related to the machine park.

## **Sommario**

### **Contesto**

L'incremento della popolazione e lo sviluppo tecnologico hanno portato le aziende ospedaliere a potenziare i loro processi di gestione del parco macchine con l'obiettivo di offrire servizi sanitari sempre più efficienti e di qualità.

Tale gestione è a carico del Servizio di Ingegneria Clinica ("SIC" o "Servizio"), il quale coordina tutte le attività legate alle varie fasi della tecnologia: si parte dalla selezione e l'installazione delle macchine, per procedere verso la gestione, e finire con la loro sostituzione o dismissione.

Il presente lavoro mira a sviluppare un cruscotto di Technology Management in grado di supportare il Servizio nella gestione e nel monitoraggio del parco macchine di "Humanitas Research Hospital", mediante la rappresentazione e l'analisi di un vasto database contenente le informazioni delle apparecchiature.

L'obiettivo primario del cruscotto è misurare i parametri dei costi di manutenzione, delle richieste d'intervento (dette "RDI") ricevute dai reparti della struttura e dei tempi d'intervento necessari a svolgere le attività manutentive. Lo strumento è finalizzato al supporto operativo per le attività quotidiane di gestione e costituisce un valido sostegno per l'analisi dell'obsolescenza del parco macchine, per la valutazione degli investimenti effettuati e per la pianificazione di quelli futuri.

In particolare, lo strumento è utilizzato per definire, sulla base dei dati economici e di manutenzione del triennio 2017-2019, il piano degli investimenti dell'attrezzatura medica per l'obsolescenza prevista nel 2020.

### **Strumenti e metodi**

La costruzione del cruscotto ha seguito la linea teorica tracciata dall'ingegnere statunitense W. Edwards Deming, che descrive ogni processo attraverso un ciclo composto da quattro fasi continue: Plan (progettare, pianificare), Do (agire, realizzare), Check (controllare) e Act (stabilizzare o correggere per poi riavviare il ciclo di intervento).

Sulla base di questo processo ciclico, sono state sviluppate una serie di visualizzazioni, dette viste, tramite QlikView, uno strumento di Business Intelligence utilizzato per l'aggregazione e la visualizzazione dei dati.



*Fig.1 Ciclo di Deming (PDCA)*

Lo sviluppo del cruscotto segue due fasi distinte.

La prima fase riguarda l'estrazione dei dati da molteplici fonti gestite dal Servizio e il loro caricamento sul software interno di gestione delle apparecchiature InfoHealth. Questo passaggio ha consentito di collegare in maniera diretta il software QlikView a un'unica fonte dati finale completa, facile da aggiornare e caricare. I dati dei costi di manutenzione sono stati estrapolati dai Budget di manutenzione annuali e dai file mensili sulle verifiche elettriche e sul controllo qualità, mentre i dati anagrafici del parco macchine e delle richieste d'intervento erano già presenti nel software InfoHealth. Ad eccezione dei costi di manutenzione, caricati solo per gli anni 2017, 2018 e 2019, tutti gli altri dati sono stati estratti dalle date di collaudo dei beni cui si riferiscono.

La seconda fase è invece focalizzata sull'analisi e la visualizzazione dei dati ed ha portato allo sviluppo di otto distinte viste grafiche su QlikView.

La Vista I fornisce una panoramica delle caratteristiche generali (classe, modello, reparto...) di ogni macchina. La Vista II presenta una Dashboard composta da nove indicatori di performance (KPI), essenziali per monitorare le prestazioni del servizio. I KPI sono divisi in tre macro aree: gli indicatori di costo, che quantificano i costi annessi alla gestione del parco macchine, gli indicatori di tempo, che conteggiano i tempi di risoluzione e gli indicatori di efficienza, che analizzano le richieste d'intervento.

La Vista III presenta l'Indice di Priorità di Sostituzione IPS, cioè una somma pesata di 5 indicatori fondamentali per l'analisi dell'obsolescenza. L'IPS assegna ad ogni macchina un valore compreso tra 0 e 10, in base alla criticità calcolata (0 non critico; 10 molto critico).

Questo valore è utilizzato per distinguere le apparecchiature non critiche da quelle con criticità media ed elevata, che richiedono un approfondimento sull'obsolescenza.

Il focus dettagliato dei singoli casi è svolto invece tramite la Vista IV, che riporta gli andamenti delle macro aree dei costi di manutenzione, delle richieste d'intervento e dei tempi di attuazione. Ogni area è visualizzata attraverso dei trend che negli anni restituiscono gli andamenti dei parametri in base alle dimensioni filtrate (numero d'inventario, classe, modello, fornitore...). Le viste tecniche (rispettivamente Vista V, Vista VI, Vista VII) raccolgono ognuna nella propria categoria (costi di manutenzione, richieste di intervento e tempistica), tutti i dati grezzi sottostanti.

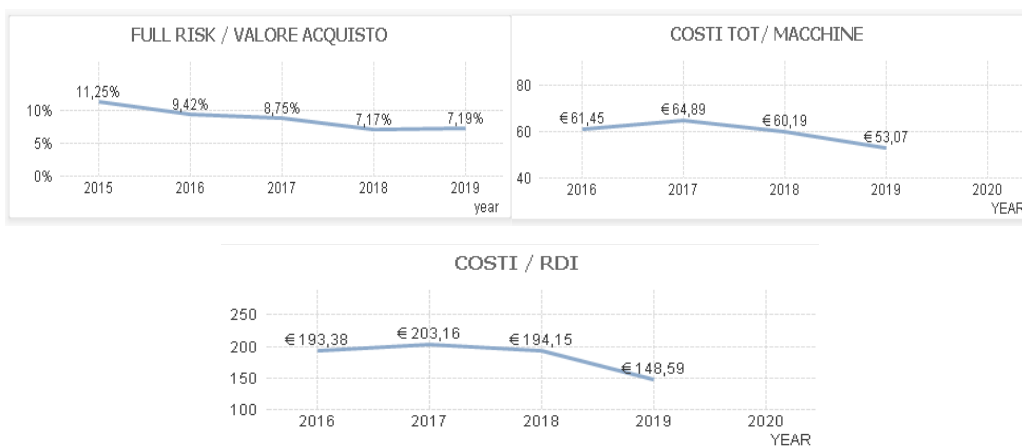
Infine, la Vista VIII mostra gli scarti anno su anno di ciascuna macro categoria: grazie ai delta calcolati, è possibile monitorare gli effetti degli investimenti effettuati dal servizio.

## **Risultati**

L'utilizzo delle viste del cruscotto segue le fasi logiche del ciclo di Deming.

La fase del PLAN, riferita all'analisi dei KPI, garantisce un confronto tra i dati raccolti ed i trend attesi. Tenendo conto che i KPI vengono misurati rispetto a threshold predefinite, quest'analisi evidenzia per il 2019 sia i risultati positivi che negativi.

Gli Indicatori di Costo dimostrano come i costi manutentivi medi in funzione delle RDI e delle macchine disponibili negli anni abbiano subito una graduale e continua diminuzione negli anni. Anche il trend dei costi totali dovuti dai contratti Full Risk riporta una riduzione del parametro dal 2015, mantenendo il valore prestazionale all'interno del range aziendale accettabile (<10%).



*Fig.II Trend dei KPI di Costo*

L'analisi degli indicatori di tempo si riferisce al tempo necessario per finire l'attività manutentiva e si svolge seguendo le tre modalità d'intervento:

- 1) Attraverso un tecnico interno, da svolgersi entro il tempo target di 1 giorno;
- 2) Attraverso l'uscita del tecnico, da svolgersi entro t.t. 7 giorni;
- 3) Attraverso l'uscita della macchina, da svolgersi entro t.t. 15 giorni.

La threshold minima che rappresenta una discreta performance per il Servizio è stata fissata a 60%; il risultato ottimale dell'attività dovrebbe però portare l'indice sopra l'80%.

Gli indicatori riportati in Fig.III restituiscono valori sotto la soglia ottimale, sebbene nel caso delle risoluzioni interne le prestazioni siano entro il range accettabile.

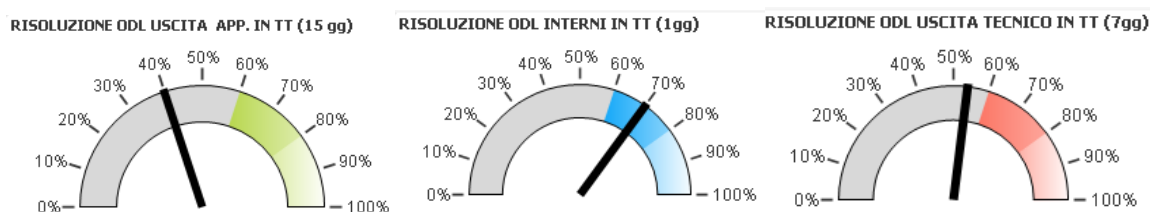


Fig.III A sinistra, attraverso tecnico interno (t.t.. 1gg); al centro con uscita del tecnico (t.t. 7gg); a destra con uscita della macchina (t.t. 15gg)

Nonostante i risultati ottenuti, i trend mostrano ampi margini di miglioramento ad ogni anno.

Per garantire un servizio d'intervento manutentivo efficiente è importante che i tecnici del Servizio prendano in carico tutte le richieste ricevute dai reparti entro le 24h dall'avvenuta richiesta. A tal proposito, il primo indicatore di efficienza riporta un'evoluzione del trend del numero giornaliero delle RDI preso in carico, avvicinandosi sempre di più al valore ottimale (>90%).

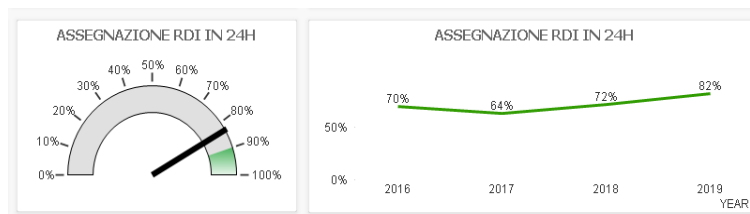


Fig.IV Indicatore di efficienza: Assegnazione RDI in 24h

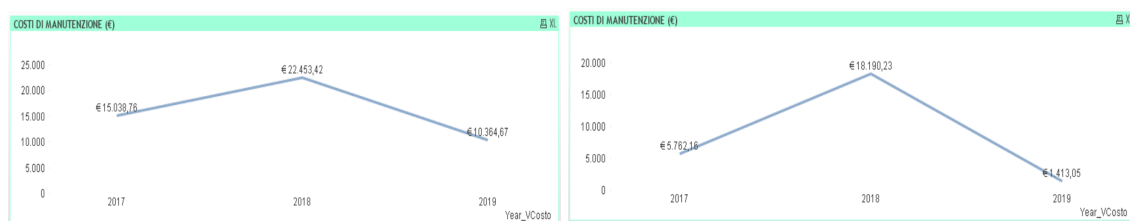
La fase del DO si riferisce all'analisi effettiva del parco macchine ed è utilizzata secondo le sue funzionalità principali: l'impiego del cruscotto per attività quotidiane operative e la valutazione dell'obsolescenza del parco macchine. Quest'ultima si fonda sull'elenco delle apparecchiature con criticità medio-alta stipulato attraverso l'IPS.

Per ogni apparecchiatura selezionata si analizzano i costi, le richieste e i tempi di intervento.

A titolo di esempio, di seguito si riporta l'analisi dei letti di degenza elettrificati.

L'IPS ha riportato una situazione di criticità media per 59 letti su 768 totali, appartenenti allo stesso modello. I parametri che influiscono maggiormente sono la vetustà, in quanto le date di collaudo hanno superato l'età media della classe, e le parti di ricambio (è stato dichiarato l'End of Service per il modello).

Gli andamenti dei costi manutentivi totali per la classe e il modello sono riportati in Fig.V.



*Fig.V Costi dei letti per degenza elettrificati. A sinistra, il trend per la classe; a destra, il trend per il modello*

Dai costi totali si ricavano facilmente i costi medi per macchina.

Per il solo anno 2019, i costi medi della classe sono stati 13,49€ e sono stati ottenuti dividendo i costi totali con il numero di letti della classe (10.364,67€ / 768); per quanto riguarda i costi medi del modello in questione, il procedimento analogo ha portato a una cifra pari a 23,95€ (1.413,05€ / 59), quasi il doppio dei costi medi della classe. Ciò significa che il modello, nonostante contenga una netta minoranza dei letti della classe, ha un impatto significativo sul suo andamento.

Grazie alla vista tecnica dei costi di manutenzione (vista V), si è scoperto che il valore delle spesa manutentiva è dovuto principalmente ai guasti e alle parti di ricambio (si ricorda che il modello è End Of Service).

L'analisi delle RDI segue un procedimento analogo; i trend per classe e il modello sono riportati in Fig.VI.



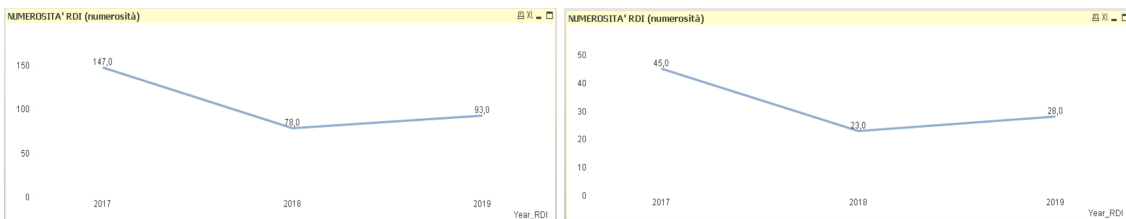


Fig. VI RDI dei letti per degenza elettrificati. A sinistra, il trend per la classe; a destra, il trend per il modello

Nel 2019 il valore medio delle RDI della classe (inteso come numero di richieste per ogni letto), è risultato pari a 0,12 (93 RDI / 768 letti della classe), mentre per il modello tale valore ha raggiunto lo 0,47 (28 RDI / 59 letti del modello). Questo trend in rialzo è un ulteriore campanello d'allarme sulla vetustà dei beni analizzati.

Infine, sono stati analizzati i tempi medi di manutenzione correttiva (trend in Fig. VII).

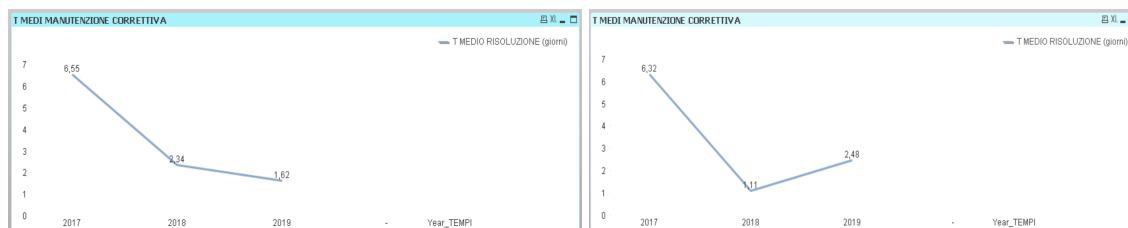


Fig. VII Tempi d'intervento dei letti per degenza elettrificati. A sinistra, il trend per la classe; a destra, il trend per il modello

Nonostante il calo del trend dei tempi d'intervento medi della classe nel triennio analizzato, il numero nel 2019 per il modello in questione (pari a 2,48gg) è nettamente superiore al valore della classe (pari a 1,62gg). Ciò dimostra che i tempi si sono notevolmente allungati, probabilmente dovuto alla carenza di parti di ricambio adeguate, come indicato dall'IPS.

Tale processo è stato applicato su ogni apparecchiatura segnalata dall'IPS.

Una volta completata l'analisi, sono stati confrontati i valori d'acquisto delle macchine selezionate con il budget per gli investimenti in obsolescenza messo a disposizione dalla Direzione al Servizio. In questo modo è stato possibile individuare adeguatamente i dispositivi da inserire nel file di budget d'investimento per obsolescenza dell'anno 2020 (compreso nella fase di ACT). A ciascun investimento proposto è stato affiancato il costo previsto. E' emerso che gli ecografi degli ambulatori (spesa prevista dell'11,95% sul

totale) sono gli investimenti con maggior peso, mentre le Centrifughe ed i Carrelli di Emergenza influiscono in maniera inferiore sul totale di budget del 2020.

Infine, la fase del CHECK, che precede come tempistica l'ACT, è funzionale a verificare l'efficacia degli investimenti svolti, attraverso l'analisi degli effetti che tali investimenti creano sul parco macchine. A dimostrazione di questa funzione, è stato utilizzato il cruscotto per convalidare il budget del 2018. In particolare, i benefici degli investimenti per obsolescenza sono stati valutati confrontando i trend del 2019 (primo anno dopo l'investimento) con quelli del biennio 2017 - 2018.

Nel complesso, lo strumento fornisce un supporto decisionale fondamentale per l'analisi degli investimenti nell'obsolescenza attraverso i suoi vantaggi principali.

Essenzialmente, il cruscotto funge da punto di raccolta dei dati economici e di manutenzione delle macchine. La rappresentazione dei dati per singolo dispositivo medico permette all'utente di superare la visione sommaria fornita da una rappresentazione generalizzata dei gruppi di apparecchiature, consentendo di prendere decisioni maggiormente efficaci.

Il cruscotto consente anche il monitoraggio delle prestazioni grazie agli indicatori di performance e ai trend dei dati di manutenzione forniti. In questo modo, il Servizio può intraprendere azioni correttive verso quei valori che sono al di fuori delle soglie accettabili. Infine, garantisce un metodo solido ed efficiente per comunicare con la Direzione Generale, che ora può monitorare più facilmente le prestazioni del servizio e valutare convenientemente le proposte d'investimento relative al parco macchine.

I vantaggi sopra elencati rilevano un'importanza sempre più crescente dell'Ingegneria Clinica nelle principali dinamiche aziendali e attribuiscono al Servizio un controllo essenziale per la gestione della manutenzione e dell'obsolescenza del parco macchine.

## **Executive summary**

### **Context**

As technology progresses and global population increases, hospitals have boosted their management processes for machine parks aiming to increase quality and efficiency of health services.

Clinical Engineering Service has the responsibility of this management process, and must therefore coordinate all the activities. These activities involve the selection and installation of new devices, the actual management of the machines and the ultimate replacement or divesture.

The present work aims to develop a Technology Management dashboard capable of supporting the Clinical Engineering Service on the management of medical devices at Humanitas Research Hospital. The primary objective is hence the development of an operational and easy-to-use tool for daily management activities and for obsolescence analyses of medical devices. The tool keep track of the key parameters of maintenance costs, number of requests for intervention received from hospital units and intervention time needed for maintenance activities.

The tool was used to define, based on economic and maintenance data of 2017-2019, the plan of investments for obsolescence in 2020.

### **Tools and Methods**

The development of the tool followed the theory of the American engineer W. Edwards Deming, which describes each process through a loop of four continuous phases: Plan (design), Do (implement), Check (test) and Act (stabilize or correct and then restart the intervention cycle).

Based on this cyclical process, a series of views have been developed through QlikView, a tool of Business Intelligence used for data aggregation and visualisation.



*Fig.VIII Deming Cycle (PDCA)*

The development of the tool follow two distinct phases: the first phase involved the extraction of data from multiple relevant sources and their uploading to InfoHealth, an internal software equipment management. This step made it possible to turn InfoHealth into an aggregated and easy to update data source for QlikView.

The maintenance cost data were extrapolated from the yearly maintenance budgets and from the monthly files on Electrical Checks and Quality Control. The personal data of all medical devices and Requests for Intervention were instead already present in InfoHealth. All data were extracted from testing dates onwards (with respect to each machine), with the exception of maintenance costs, extracted for 2017, 2018 and 2019 only.

The second phase was instead focused on data analysis and visualisation, leading to development of eight distinct graphic views on QlikView.

“View I” provides an overview of the main features (i.e. class, model, department) for each inventory number. “View II”, on the other hand, provides access to 9 KPIs (Key Performance Indicators) essential to monitor the performance. KPIs are divided into three macro areas: cost indicators (management of the machine park), time indicators (linked to maintenance resolution time) and efficiency indicators (to analyze the requests of intervention).

“View III” presents instead the Replacement Priority Index, the weighted sum of 5 fundamental indicators for obsolescence analysis. The Replacement Priority Index assigns a value between 0 and 10 to each machine based on the calculated criticality (0 as non-critical, 10 as very critical). This value is used to filter non-critical equipment from medium-to-very critical one, the latter requiring more detailed obsolescence analyses.

The detailed focus of the individual cases is instead shown on “View IV”, which reports the trend of the macro areas of maintenance costs, intervention requests and intervention

times. Each area is visualised through the historical trends of a set of filterable dimensions (i.e. inventory number, class, model, supplier).

The technical views “View V”, “View VI” and “View VII” collect, for the respective categories (maintenance costs, intervention requests and intervention times), all the underlying raw data.

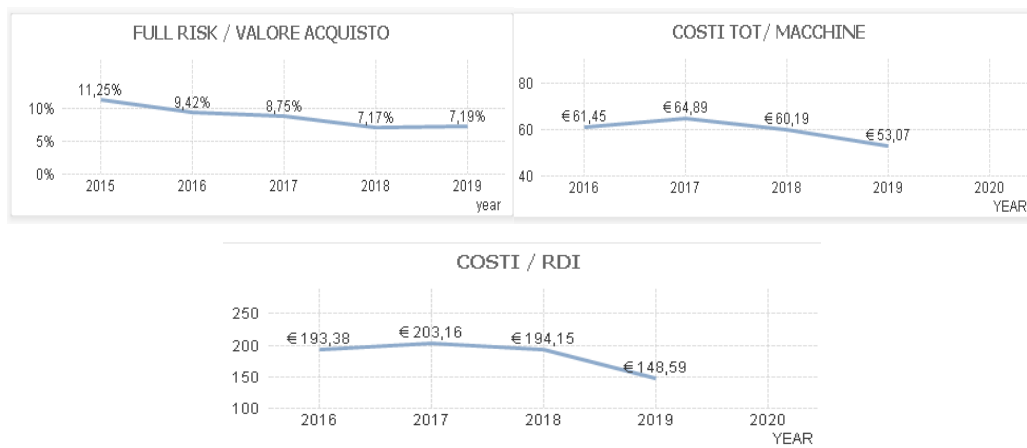
Finally, “View VIII” shows the year-over-year difference for 2017, 2018 and 2019 and for each macro category. It is thus possible to monitor the effects of the investments made from the Clinical Engineering Service.

### **Results and discussion**

According to Deming cycle, the “Plan” phase refers to the analysis of the KPIs and guarantees a comparison between the data collected and expected trends. Specifically, KPIs are measured against predefined thresholds.

This analysis showed fluctuating trends depending on the indicators.

On the one hand, the average internal maintenance costs and the Full Risk contracts have undergone a continuous decrease in years. This positive trend shows that the Service made the right maintenance decisions over the years to improve maintenance performance.



*Fig.IX Trend of KPI, costs*

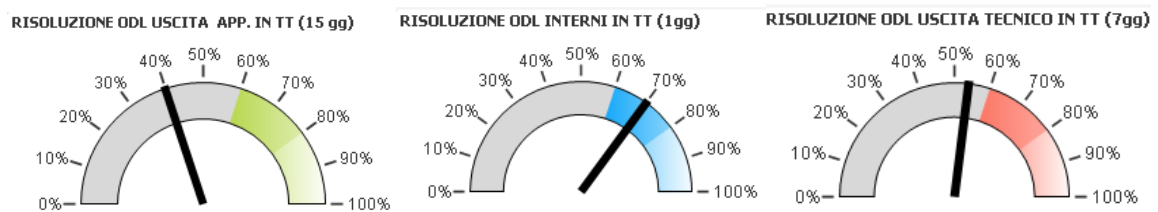
On the other hand, the time indicators (resolution of interventions) were still below the acceptability threshold, although historical trends show mild improvements.

The time indicators describe the time to perform maintenance activities. Intervention methods are three:

1. Interventions through an internal technician, to be carried out within the target time of 1 day;
2. Interventions through the exit of the technician, to be carried out by t.t. 7 days;
3. Interventions through the exit of the machine, to be carried out within t.t. 15 days.

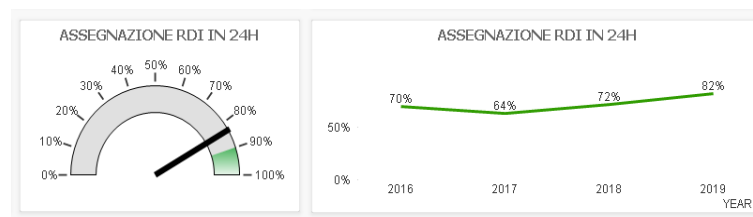
The minimum threshold is set at 60%; the optimal result of the activity should however bring the value above 80%.

The indicators return values below the optimal threshold (Fig.X), except for the case of internal resolutions.



*Fig.X On the left, interventions through an internal technician; interventions through the exit of the technician; interventions through the exit of the machine*

The technicians should take charge of all requests received from the departments within 24 hours of the request. The efficiency indicator in figure shows a substantial room for improvement of the daily number of RDI taken in charge. This value is getting closer to the optimal value (> 90%).



*Fig.XI Efficiency indicator*

The “DO phase” refers to the actual analysis of the machine park, divided into daily operational activities and obsolescence analysis. The latter is based on the list of equipment with medium-to-high criticality stipulated through the request of interventions.

For the selected machines, the respective costs, intervention times and requests for intervention are then analysed.

As an example, the analysis of electrified hospital beds is shown below.

PS reported a critical situation on 59 beds belonging to the same model, out of 768 in hospital. The parameters that most influence are age, as the test dates have exceeded the average age of the class, and the spare parts (the beds are in End of Service).

The trends in total maintenance costs for the class and model are shown in Fig.XII.

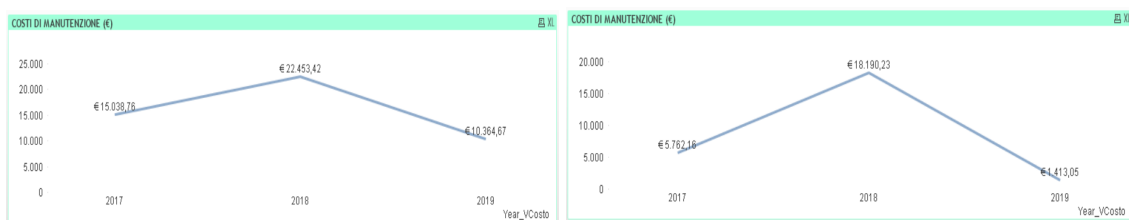


Fig.XII Costs: Trend for the class (on the left) and trend for the model (on the right)

Average costs per machine are derived from total costs.

For 2019, the average costs of the class were € 13.49 (€ 10 364.67 total costs / 768 total number of beds); for the model, the average costs are € 23.95 (€ 1413.05 total model costs / 59 number of model beds). This number is almost double the average class costs.

Thanks to the technical view of maintenance costs, it is discovered that the value of the expenses is mainly due to breakdowns and spare parts (remember that the model is End Of Service).

The analysis of the RDI follows a similar procedure. Trends by class and model are shown in Fig.XIII.

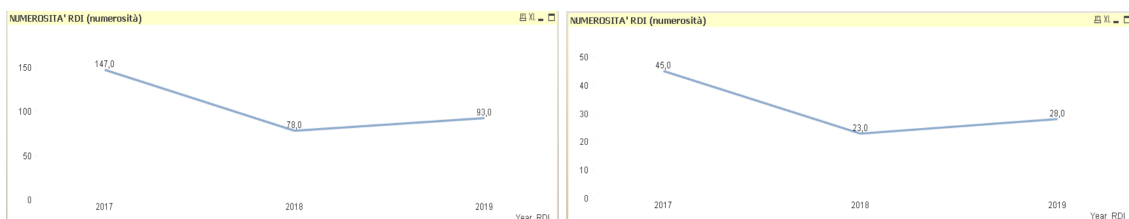
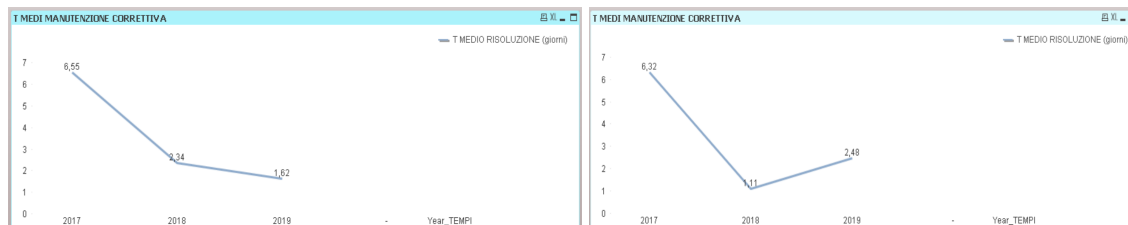


Fig.XIII RDI: Trend for the class (on the left) and trend for the model (on the right)

In 2019, the average value of the RDI for the class (number of requests for each bed) is equal to 0.12 while the average number of RDI for the model is 0.48.

This upward trend is a further alarm on the age of the goods analyzed.

The trends in average corrective maintenance times are shown in figure XIV.



*Fig.XIV Times: Trend for the class (on the left) and trend for the model (on the right)*

Despite the downward trend in class times, in 2019 the number of day for the model (equal to 2.48 days) is clearly higher than the value for the class (equal to 1.62 days).

This shows that the times have significantly increased, probably due to the lack of adequate spare parts.

This process has been applied to each medical device reported by the IPS.

Once the analysis is completed, the average purchase values of the equipment are compared to the total budget made available by the Directorate General to the Service for investments for obsolescence. In this way, it is possible to choose the right amount of medical device to invest in. Using the above methodology, we forecasted the investment budget for obsolescence of 2020 (included in the “ACT phase”).

The “CHECK phase” is functional to check the effectiveness of the tool as a decision-making support for investments, through the analysis of the effects that the investments create on the machine park.

As a demonstration of this function, we leveraged the tool to validate the 2018 budget. In particular, the benefits of the maintenance investment were assessed comparing 2019 with the years preceding 2018 (the first year after the investment).

Overall, the tool provides fundamental decision support for the analysis of obsolescence investments through three main benefits.

Firstly, the tool serves as a centralised environment for economic and maintenance data of individual machines. In particular, data representation for single medical device allows the user to overcome the summary view, given by a representation by groups of equipment, to make more targeted decisions.



Secondly, it allows performance monitoring with respect to convenient KPI and trend of maintenance data. In this way, the Service takes corrective actions to correct values outside the acceptable ranges.

Finally, it also provide a solid way to communicate with the General Management, which can now monitor the service performance in an aggregated way, and conveniently evaluate investment proposals related to the machine park.

All these benefits underline the relevance of Clinical Engineering in key business dynamics and attributes to the Service more and more control into the management of maintenance and obsolescence of machine park.



## **CAPITOLO 1 - Introduzione, contesto e obiettivi**

Con l'avanzare dello sviluppo tecnologico e l'incremento della popolazione, la dipendenza del sistema sanitario dalla tecnologia medica è diventata sempre più marcata. L'uso massiccio e appropriato della tecnologia all'interno delle strutture ospedaliere contribuisce, infatti, a migliorare l'accesso ai servizi sanitari erogati, incrementando non solo la quantità ma anche la qualità delle prestazioni. In questo modo è possibile rispondere efficacemente alla domanda di assistenza da parte della popolazione sempre più numerosa e sempre più affetta da patologie croniche.

Un buon parco macchine consente ai professionisti sanitari di assistere i pazienti in modo dinamico e tempestivo, creando quell'interconnessione tra discipline mediche fondamentale alla cura di ogni tipo di patologia.

Gli enti ospedalieri di oggi sono considerati essere delle vere e proprie aziende produttrici, ed in quanto tali è necessario che gli amministratori delle strutture ponderino gli investimenti sulla base dei ritorni economici e prestazionali decisi dalla direzione. [1]

A questo scopo è fondamentale gestire le risorse presenti negli ospedali nella maniera più efficace possibile, per garantire un'assistenza di qualità e allo stesso tempo il contenimento dei costi.

La gestione del parco macchine deve soddisfare una serie di criteri amministrativi, clinici, finanziari e regolatori che vanno a coprire tutte le fasi della tecnologia: si parte dalla selezione e l'installazione della macchina, per procedere verso la sua gestione manutentiva, fino a concludere con la sua sostituzione o dismissione.

In questo contesto, il coinvolgimento attivo del Servizio di Ingegneria Clinica (SIC) consente un controllo strutturato del parco tecnologico dell'azienda ospedaliera in quanto tutte le sue attività ruotano intorno alla gestione dell'intero ciclo di vita di ogni apparecchiatura.

E', infatti, compito dell'ingegnere clinico occuparsi di valutare la sostituzione o introduzione di una nuova macchina attraverso lo sviluppo di analisi interne e attraverso il dialogo diretto con i fornitori. Il processo di gestione vede poi il suo sviluppo nell'immissione in struttura dell'apparecchiatura e nella sua integrazione con i sistemi già

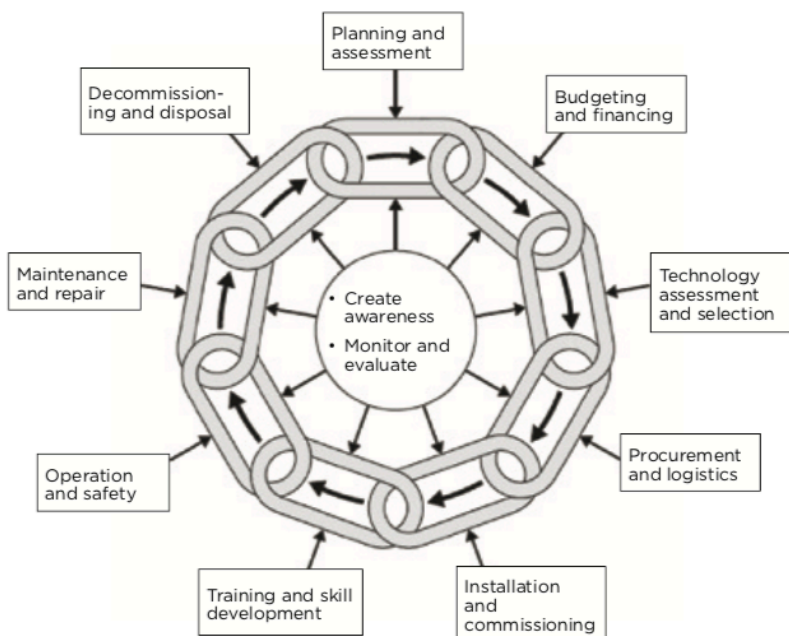
presenti, per proseguire verso la gestione della manutenzione durante tutto il periodo di utilizzo e infine la sua dismissione.

L'evoluzione della tecnologia ha però richiesto nel tempo una continua e profonda crescita della professione [2]: alle attività di gestione del parco macchine si sono affiancate sempre più spesso attività di indirizzo prevalentemente strategico, come ad esempio la valutazione dei processi gestionali e logistici, le attività di Health Technology Assessment (HTA) e di Health Technology Management (HTM).

E' proprio quest'ultima a rappresentare il processo sistematico in cui gli ingegneri clinici pianificano e gestiscono le risorse delle tecnologie sanitarie per ottenere la massima qualità di assistenza al miglior costo [3].

HTM rappresenta il processo di gestione delle tecnologie sanitarie: comprende una serie di attività che coprono mansioni come la pianificazione e valutazione dei bisogni, l'installazione e la manutenzione di attrezzature mediche, l'organizzazione logistica dei processi, il monitoraggio delle prestazioni, la formazione per un uso sicuro e infine la dismissione [4].

Una panoramica di queste attività è mostrata in Fig.1.



*Fig.1 Attività dell'Health Technology Management*

I sistemi di gestione delle tecnologie sanitarie forniscono un modello per l'implementazione di un efficace sistema di gestione delle tecnologie sanitarie (HTM) negli ospedali e degli operatori sanitari, oltre a promuovere una nuova analisi dell'organizzazione ospedaliera per il processo decisionale in materia di tecnologia.

L'attuale contesto sanitario basato sulle nuove tecnologie richiede di lavorare con un modello aggiornato di gestione e organizzazione, che esige una prospettiva di reingegnerizzazione per raggiungere livelli adeguati di efficacia clinica, efficienza, sicurezza e qualità.

I sistemi di gestione delle tecnologie sanitarie presentano le migliori pratiche per l'implementazione di procedure per un'efficace gestione della tecnologia incentrata sulle risorse umane, nonché aspetti relativi alla responsabilità e le procedure appropriate per l'implementazione [5].

Per perseguire questi obiettivi, sempre più spesso gli ospedali fanno affidamento su software gestionali nei quali è possibile registrare in maniera pratica e veloce tutte le informazioni anagrafiche e amministrative delle apparecchiature presenti in struttura, presentate attraverso la divisione per numero d'inventario.

Tali piattaforme facilitano il controllo puntuale e real time dell'intero parco macchine: grazie agli svariati attributi che descrivono ogni bene, infatti, il software permette di interrogare il database secondo le specifiche esigenze di chi ne fa uso.

L'Health Technology Management è strettamente legato alla gestione della manutenzione. Tale argomento è trattato nel successivo paragrafo.

## **1.1 Manutenzione e gestione del parco macchine**

Gli approcci manutentivi tradizionali sui dispositivi medici riguardano la manutenzione correttiva (MC), in caso di guasto del dispositivo, e la manutenzione preventiva (MP). Quest'ultima viene eseguita con l'obiettivo di modificare l'usura dovuta all'uso intensivo e all'invecchiamento, mirando a ridurre al massimo i possibili guasti della macchina [6]. Normalmente è svolta ad intervalli di tempo costanti o quando un determinato parametro supera il limite specificato, con modalità definite di solito dal produttore, che ha il compito di anticipare in fase di progettazione le possibili carenze del dispositivo [5].

La manutenzione deve garantire anche il mantenimento delle condizioni di sicurezza per le apparecchiature elettromedicali. Per questo motivo occorre eseguire le verifiche di sicurezza elettrica (VEP) volte a tutela di tutti gli operatori sanitari che vengono a contatto con le macchine (sia per scopi terapeutici sia in maniera accidentale).

Inoltre, per alcune tipologie di apparecchiature (defibrillatori, elettrocardiografi, ventilatori polmonari ...) è necessario affiancare le VEP a verifiche prestazionali.

La pianificazione delle attività di manutenzione è ad oggi uno dei maggiori problemi nei moderni impianti di produzione ed erogazione dei servizi ad alta tecnologia.

In particolare, nelle strutture ospedaliere, le conseguenze dei tempi di fermo macchina imprevisti e dei malfunzionamenti creano difficoltà e ritardi nell'offerta dei servizi sanitari, abbassando inevitabilmente la qualità delle prestazioni, incrementando i tempi delle liste di attesa nelle varie specialistiche mediche e, in caso di continui eventi avversi, danni alla reputazione della struttura.

Tutto ciò porta di conseguenza un aumento dei costi e un abbassamento prestazionale, seguito da un alto livello di frustrazione nel personale e nei pazienti.

E' dunque necessario gestire al meglio delle proprie capacità la manutenzione del parco macchine, coordinando in maniera efficiente le attività degli operatori addetti (tecnici interni, ditte fornitrici ...) e monitorando quantitativamente l'andamento dei guasti e dei costi di ogni singola macchina.

In questo contesto si inserisce l'analisi dell'obsolescenza del parco macchine.

La gestione della manutenzione va di pari passo, infatti, alla sostituzione di alcune apparecchiature considerate ormai obsolete; è di fondamentale importanza capire, sempre

in riferimento alle norme di sicurezza, al contesto in cui ci si pone e al budget disponibile, quando una macchina può essere riparata e quando invece è conveniente sostituirla.

L'obsolescenza di un dispositivo medico è definita da uno dei seguenti criteri [7]:

- perdita delle sue prestazioni iniziali, con incremento dei guasti e rotture. La conseguenza diretta è l'aumento delle richieste di manutenzione;
- Assenza o difficoltà di reperimento delle parti di ricambio;
- sviluppo di tecniche mediche che richiedono uno spettro più ampio di prestazioni;
- incremento tecnologico.

Investire sull'obsolescenza significa sostituire un determinato numero di macchine in base alle loro prestazioni: in riferimento all'analisi di questa tesi, sono stati posti all'attenzione i parametri di costo della manutenzione (intesa come MP, MC, verifiche elettriche, parti di ricambio e contratti Full Risk – se presenti), di numero delle richieste d'intervento per ogni macchina che il Servizio riceve dai reparti per motivi di guasto o malfunzionamento, ed infine dei tempi d'intervento necessari allo svolgimento della richiesta.

## **1.2 Contesto ed obiettivi della tesi**

Il presente lavoro di tesi deriva da un'attività di tirocinio svolta presso il Servizio di Ingegneria Clinica dell'Istituto Clinico Humanitas Research Hospital, policlinico situato nella provincia di Milano ed accreditato con il Servizio Sanitario Nazionale.

L'intero studio ha riguardato l'analisi della gestione della manutenzione e dell'obsolescenza del parco macchine ospedaliero.

Si è basato su un approccio operativo sviluppato grazie all'attività di tirocinio svolta nel Servizio, che ha permesso di partecipare attivamente alle dinamiche organizzative interne e di conoscere in maniera diretta le necessità del Servizio.

L'obiettivo posto è stato quello di sviluppare uno strumento di Technology Management in grado di supportare e misurare le attività di manutenzione e pianificazione degli investimenti per obsolescenza sul parco macchine della struttura.

Lo studio partirà da un inquadramento bibliografico riguardante l'organizzazione della gestione dell'obsolescenza nelle aziende produttrici e sanitarie, focalizzando l'attenzione sugli strumenti operativi creati da alcuni enti presi a campione.

Dopo aver presentato l'organizzazione della struttura Humanitas ed in particolare delle attività del Servizio, saranno identificati i punti di forza e le lacune nella gestione della manutenzione e dell'obsolescenza di quest'ultimo, individuando il gap che il seguente lavoro di tesi andrà a colmare.

Si procederà poi con la presentazione delle fonti da cui saranno presi i dati e le modalità di elaborazione di questi, per poi introdurre i metodi di costruzione del cruscotto di Technology Management tramite il programma di Business Intelligence QlikView.

Tale cruscotto sarà formato da una serie di viste comprendenti gli indicatori di performance KPI, l'Indice di Priorità di Sostituzione e le rappresentazioni grafiche e quantitative dei costi di manutenzione, delle richieste d'intervento e dei tempi d'intervento. Tramite questi strumenti sarà svolta l'analisi vera e propria dell'obsolescenza del parco macchine di Humanitas, che terminerà con la stesura del file di previsione del budget per obsolescenza del 2020.

Sarà inoltre presentato lo studio degli investimenti svolti nel 2018 in modo da dimostrare la capacità del cruscotto nel calcolare gli effetti che i singoli investimenti producono sul parco macchine.

Infine, sarà presentata una discussione conclusiva e alcuni possibili sviluppi futuri.



## **CAPITOLO 2 – La gestione dell’obsolescenza**

L’obiettivo del seguente capitolo è fornire un inquadramento teorico del controllo di gestione del parco macchine aziendale ed in particolare dell’obsolescenza.

L’inquadramento teorico è diviso in due parti: nella prima sarà spiegata la gestione dell’obsolescenza in vari ambiti aziendali e in sanità. Nella seconda parte sarà proposto un focus incentrato sulla spiegazione dell’organizzazione di Humanitas Research Hospital e delle attività del Servizio di Ingegneria Clinica.

Infine, sarà presentata la situazione di partenza presente in struttura e gli strumenti che la compongono, identificandone ed analizzandone il gap presente nella gestione dell’obsolescenza e la modalità con le quali il seguente lavoro di tesi andrà a colmarlo.

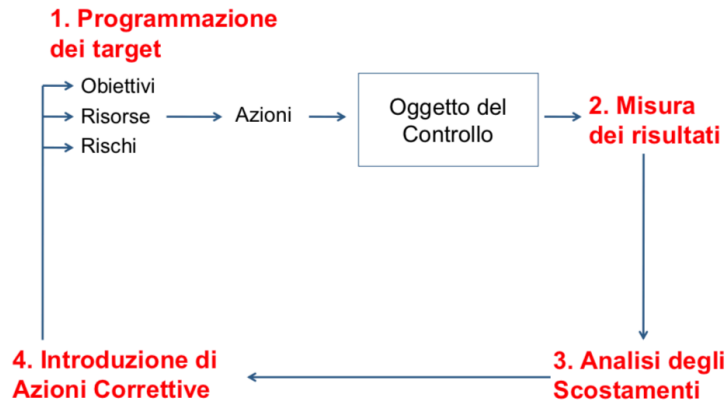
### **2.1 Il concetto di controllo di gestione**

Il controllo di gestione è uno strumento che consente di supportare i processi decisionali che avvengono all’interno di un’impresa, aiutando a comprendere se l’obiettivo è raggiungibile, qual è il modo migliore per raggiungerlo e se si sta operando coerentemente con l’obiettivo fissato. La funzione di controllo riguarda il monitoraggio degli output, il loro confronto con quanto previsto e, attraverso l’identificazione di eventuali deviazioni, il re indirizzamento degli sforzi dell’azienda secondo necessità [8].

In generale, il processo decisionale segue le seguenti fasi logiche (Fig.2):

- la pianificazione dei risultati che una serie di azioni dovranno produrre, fissando un insieme di obiettivi da raggiungere, individuati per mezzo di opportuni indicatori e definendo le risorse necessarie;
- la misura dei risultati da esse effettivamente prodotti, in modo da poter gestire l’incertezza;
- l’analisi degli scostamenti tra risultati pianificati ed effettivi, che consente al decisore di valutare la congruità del livello di prestazione raggiunto e di evidenziare gli scostamenti tra valori effettivi e previsionali;

- l'introduzione di azioni correttive che cambiano in funzione della natura degli scostamenti.



*Fig.2 Fasi logiche del processo decisionale*

Con i sistemi commerciali che diventano più complessi grazie all'utilizzo di prodotti sempre più sofisticati, a processi articolati e con cicli di vita del sistema più lunghi, è essenziale che le organizzazioni abbiano un approccio sistematico alla gestione dei sistemi dal punto di vista dell'obsolescenza [9].

L'amministrazione dell'obsolescenza è, infatti, diventata un'attività rilevante all'interno della gestione aziendale in quanto permette il cambio dell'apparecchiatura quando questa richiede un dispendio di costi e risorse per la manutenzione o quando diventa tecnologicamente obsoleta.

In questo scenario, il controllo del budget è proprio uno degli elementi chiave e la sua preparazione è parte integrante del processo di pianificazione aziendale [10].

Di prassi, il budget annuale è erogato in base alla spesa che l'azienda ha deciso di sostenere nell'arco di tempo considerato; tale budget può essere però soggetto a modifiche periodiche qualora ce ne sia bisogno.

In termini di controllo, i budget si basano su costi standard che forniscono il profilo di spesa annuale previsto (o pianificato). Questo viene confrontato con le spese effettive (controllo dei costi) e le variazioni, sopra o sotto il budget, rilevate. La direzione dispone quindi di informazioni su cui basare le azioni correttive.

Nel paragrafo successivo è riportata l'analisi della gestione dell'obsolescenza nel processo organizzativo aziendale in diversi campi di produzione e, successivamente, in aziende ospedaliere.

## **2.2 Analisi della gestione dell'obsolescenza**

Come affermato nel precedente capitolo, nelle aziende con un numero elevato di dispositivi l'amministrazione dell'obsolescenza è fondamentale per gestire l'equilibrio decisionale tra la manutenzione dei sistemi e la corretta sostituzione di essi: per questo motivo è diventata una parte essenziale delle attività di supporto al prodotto in tutti i settori in cui i sistemi devono essere utilizzati per periodi di lunga durata.

La gestione dell'obsolescenza è un tema affrontato nel processo organizzativo e operativo di ogni azienda; una buona organizzazione della produzione o dei servizi della struttura consente il mantenimento della qualità delle prestazioni fornite, permettendo di essere al passo con le richieste del mercato [11].

Ogni società ha le proprie tecniche di gestione dell'obsolescenza; di seguito si riportano alcuni casi presi a titolo d'esempio per fornire una panoramica delle azioni adottate da enti di campi diversi di produzione.

### **2.2.1 Obsolescenza in azienda**

Uno studio canadese ha presentato un modello MCDM (Multi Criteria Decision Making) specifico per la gestione dell'obsolescenza, basato su una forte revisione di letteratura [12]. Nonostante i parametri del modello di decisione siano piuttosto legati al singolo caso in cui si applica il modello, è stato definito un algoritmo generale che tiene conto di nove criteri: costi, funzionalità, affidabilità del fornitore, durata del ciclo di vita, architettura aperta e standard, livello di prontezza tecnologica, tempi di implementazione e formazione, impatto ambientale e soddisfazione del cliente.

Tra i principali contributi di tale studio si trova l'introduzione di nuovi criteri (qualitativi e quantitativi) che devono essere considerati nel processo decisionale e la determinazione dei pesi dei criteri utilizzando un metodo di ponderazione dinamica. Altro fattore importante è

stato il confronto dei risultati del modello proposto con studi precedenti, che ha quindi consentito di inserire questo modello nel contesto che abbraccia l'obsolescenza.

L'Islamic University dell'Indonesia ha proposto una linea guida per aziende e professionisti nell'area della manutenzione e della gestione attraverso l'implementazione di un sistema di Asset Management e lo sviluppo di un modello (detto "matrice del sistema" che allinei la strategia di manutenzione con l'organizzazione aziendale [13].

Tale modello si basa sul famoso ciclo di Edward Deming (Plan-Do-Check-Action), che rappresenta un processo iterativo nella gestione per il controllo e il miglioramento continuo dei processi e dei prodotti aziendali.

La matrice si basa su cinque colonne: nella prima sono collocati i KPI per ciascuna posizione nel reparto dell'azienda (manager, gestore dell'obsolescenza, tecnico...) mentre nelle altre quattro colonne ci sono per i passaggi della PDCA (Fig.3).

Il ciclo inizia dallo sviluppo di un "piano" per raggiungere il KPI per ogni posizione. Dopo l'assegnazione del piano, viene eseguito il "controllo" o il processo di follow-up per garantire che l'avanzamento dell'esecuzione sia sulla strada giusta.

Una volta che l'attività è stata completata, è redatto un rapporto che consente di intraprendere la necessaria "Azione".

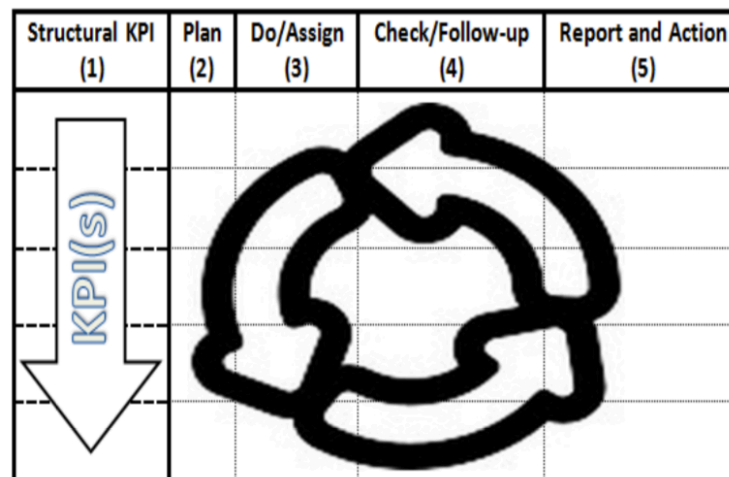


Fig.3 Ciclo di Deming applicato alla matrice del sistema

Uno studio svolto in Cina fornisce invece un modello di gestione dell'obsolescenza per una centrale nucleare. In questo caso, la sicurezza può essere compromessa se l'obsolescenza degli SSC (sistemi, struttura e componenti) non viene identificata in anticipo e non vengono intraprese azioni correttive prima che si verifichino situazioni di declino.

I diversi tipi di obsolescenza sono legati all'invecchiamento degli impianti elettrici, alla vetustà delle tecnologie e alla mancanza di pezzi di ricambio [9].

L'obsolescenza degli SSC deve essere gestita in modo proattivo, con lungimiranza e anticipazione, e le attività di gestione dell'obsolescenza dell'organizzazione operativa devono essere supervisionate dall'organismo di regolamentazione per tutta la vita dell'impianto.

Per valutare il potenziale di obsolescenza tecnica, è stato sviluppato un criterio di nove punti e uno schema di classificazione della gravità.

Quest'ultima è eseguita completando le risposte alle nove domande, riportate in Fig.4: per ogni risposta affermativa, viene attribuito il punteggio corrispondente, per poi avere un punteggio totale determinato dalla somma, collegato ad un codice colore (rosso, giallo, verde). Alle singole domande sono stati assegnati fattori di peso perché non tutte le domande hanno la stessa importanza.

A seconda del punteggio ottenuto è possibile valutare la gravità della situazione e attuarne le specifiche azioni correttive.

	Technical Obsolescence Evaluation Criteria	SCORE	YES
1	Is the SSC still being manufactured and will it be available for at least the next five years?	5.0	
2	Is there more than one supplier for the SSC for the foreseeable future?	3.0	
3	Can the plant or outside suppliers manufacture the SSC in a reasonable time (within a refueling outage)?	3.0	
4	Are there other sources or contingencies (from other plants, shared inventory, stock-piled parts, refurbishments, secondary suppliers, imitation parts, commercial dedications, etc.) available in case of emergency?	3.0	
5	Is the SSC frequency of failure/year times the number of the SSCs in the plant times the remaining operating life (in years) equal or lower than the number of stocked SSCs in the warehouse?	3.0	
6	Can the spare part inventory be maintained for at least the next five years?	3.0	
7	Is the SSC immune to significant aging degradation?	1.0	
8	Can newer designs, technology, concepts be readily integrated with the existing configuration (hardware-software, digital-analog, solid-state, miniaturized electronics, smart components, etc.)?	3.0	
9	Is technical upgrading desirable, commensurate with safety and cost effective?	3.0	
	Total Obsolescence Score		

*Fig.4 Domande per lo schema di classificazione della gravità*

Un altro studio spiega invece lo sviluppo del programma di gestione dell'obsolescenza delle apparecchiature elettriche presso una grande compagnia petrolifera e di gas. In questo caso, è stata sviluppata una metodologia per identificare le apparecchiature obsolete mediante l'applicazione razionale dei criteri di obsolescenza e la classificazione dei meccanismi [14].

I tipi di obsolescenza sono anche in questo caso legati all'invecchiamento delle apparecchiature e alla mancanza di parti di ricambio, che a sua volta dipende dalla vetustà degli impianti (risalgono agli anni '70 e '80).

La metodologia consiste nella creazione di un database tramite raccolta di dati delle apparecchiature (circa 12mila) ottenuti attraverso sondaggi alle strutture, e delle informazioni sullo stato delle parti di ricambio, attraverso un sondaggio al fornitore.

Sulla base dei questionari sono stati sviluppati otto criteri riportati in Tabella1, utilizzati classificare le apparecchiature in base all'obsolescenza.

Ciascun criterio ha un punteggio compreso tra 0 e 10; la somma di tutti i criteri fornisce il rating di obsolescenza per ogni apparecchiatura.

CRITERI DI CLASSIFICAZIONE			
Criticità del carico alimentato	Ridondanza della fornitura/carico	Tasso di incidenti falliti: guasti dell'ultima manutenzione preventiva	Condizioni dell'attrezzatura ed età (diviso in: buono, discreto, scarso)
Disponibilità dei pezzi di ricambio	Anni di supporto del fornitore	Velocità di consegna dei ricambi	Costo dei pezzi di ricambio (percentuale del valore dell'attrezzatura)

*Tabella1 Criteri di classificazione*

Sulla base di questa valutazione, sono ricavate le diverse azioni correttive volte ad ottimizzare le spese e dare priorità ai progetti di sostituzione.

### 2.2.2 Obsolescenza in sanità

Per quanto riguarda l'ambito ospedaliero, gli sforzi di gestione sono al momento volti principalmente nell'inserimento dei software gestionali all'interno delle strutture.

La gestione delle apparecchiature mediche è una questione importante per la sicurezza ed i costi e l'uso di un sistema informativo efficiente aiuta efficacemente nelle prestazioni di gestione.

Sono numerosi gli studi in tutto il mondo volti alla scelta del miglior software di gestione. Uno di questi è stato eseguito presso il National Taiwan University Hospital, in cui è stato progettato un sistema di gestione dei dispositivi medici utilizzato per il dipartimento di ingegneria clinica interno. Attraverso l'applicazione d'informazioni correlate, lo studio ha dimostrato come il software abbia migliorato in modo efficiente la gestione operativa dei dispositivi medici [15].

Nonostante la gestione dell'obsolescenza del parco macchine ospedaliero sia un tema poco trattato, si stanno sviluppando sempre più studi, grazie anche al supporto e al coinvolgimento sempre maggiore dei servizi di Ingegneria Clinica.

Di seguito si riportano alcuni esempi a riguardo.

Nello studio svolto presso l'Università di Cranfield (Scozia) un componente viene considerato obsoleto quando non è più disponibile dal produttore originale alle specifiche originali [16].

La valutazione del rischio di obsolescenza avviene per "bill of materials" (BoM), cioè per componenti o materiali che compongono il dispositivo in questione. Questo processo di analisi, fondamentale per la gestione dell'obsolescenza in modo proattivo ed economico, ha coinvolto 22 esperti di obsolescenza di 13 diverse organizzazioni provenienti da tutto il Regno Unito e gli Stati Uniti.

I fattori chiave che sono stati analizzati nel processo di valutazione del rischio per ciascun componente sono il numero di produttori, gli anni di fine vita, le scorte disponibili, il tasso di consumo e le criticità dell'impatto operativo.

Per le componenti a rischio molto elevato, è stata necessaria un'analisi dettagliata per informare i decisori in merito alle strategie di mitigazione più adatte.

Al contrario, per le componenti a basso rischio un approccio completamente proattivo non sarebbe stato né appropriato né economico, pertanto, per questi componenti i problemi di obsolescenza sono risolti in modo reattivo.



La metodologia consiste in una serie di step riportati in Fig.5.



*Fig.5 Rappresentazione grafica degli step metodologici*

Dopo aver considerato il tempo per il quale il sistema deve essere sostenuto (step 1), è necessario individuare le risorse disponibili per gestire l'obsolescenza (step 2), identificate in:

- Persone (ad es. Gestori di obsolescenza)
- Strumenti (ad es. strumenti di monitoraggio dell'obsolescenza)
- Budget per la gestione dell'obsolescenza

Poiché queste risorse sono limitate, la valutazione del rischio di obsolescenza deve consentire di decidere i componenti chiave per i quali tali risorse dovrebbero essere utilizzate, per ridurre al minimo l'impatto dell'obsolescenza sulle prestazioni del sistema e sui costi di sostentamento.

La prima attività consiste nel suddividere il sistema o l'apparecchiatura in porzioni gestibili (step 3). Il livello di dettaglio a cui scendere dovrebbe essere il livello pratico più basso. Poiché la maggior parte dei problemi di obsolescenza si verifica a livello del singolo componente, il Responsabile estrae l'intera lista dei materiali dal sistema (BoM) a livello di componente e, da questa, filtra le componenti a basso rischio. Ciò consente di ridurre gli

sforzi che possono essere persi se si cerca di intraprendere una valutazione del rischio esauriente per ogni componente del BoM.

Sono considerati a basso rischio i componenti a design standard (architettura aperta, connettori standard, modulare), i componenti meccanici e quelli con più di 7 anni alla fine della vita.

Il rischio di obsolescenza per ciascun componente nel BoM viene poi valutato in base ai seguenti due parametri (Step 4):

- Probabilità di diventare obsoleto e trasformarsi in un problema di obsolescenza. Si valuta il livello delle scorte disponibili per quel progetto, confrontato con il tasso di consumo, e il numero di produttori disponibili o il numero di anni a fine vita del componente.
- Criticità dell'impatto operativo del problema dell'obsolescenza sul funzionamento e sulle prestazioni del sistema. Rappresenta la potenziale perdita di disponibilità o capacità del sistema.

Per ciascun componente viene infine assegnato un grado di rischio, che può essere Basso, Medio o Alto (Step 5).

Per quanto riguarda i componenti a rischio alto, questi ricevono la massima attenzione per quanto riguarda la probabilità e l'impatto che i problemi di obsolescenza possono avere nel sistema, annessi ai relativi costi tramite la quantifica di pesi assegnati.

Per i componenti con Rischio Medio la procedura richiede un monitoraggio costante in modo che qualsiasi problema di obsolescenza possa essere gestito con proattività.

La gestione della tecnologia nel settore sanitario deve continuamente rispondere e adattarsi ai nuovi miglioramenti delle attrezzature mediche.

Sulla base di ciò, l'ospedale Careggi di Firenze ha ideato uno studio che prende in considerazione gli aspetti essenziali dell'innovazione tecnologica implementando una serie di Key Performance Indicator (KPI) che a loro volta forniscono ai decisori informazioni di sicurezza e tecniche per la gestione delle apparecchiature [17]. È stata sviluppata una metodologia in tre fasi che riguarda l'organizzazione dei dati, la classificazione dei dispositivi medici e l'analisi KPI. Il primo passo consiste nella classificazione di tutti i dispositivi medici in un ordine tecnologico standardizzato in modo che i confronti tra i diversi modelli di apparecchiature e strutture sanitarie possano essere effettuati in

conformità con il Codice italiano di classificazione dei dispositivi medici. Il secondo passo consiste nella categorizzazione delle apparecchiature mediche in base alla destinazione d'uso, al livello tecnologico e ai costi di manutenzione. Questa classificazione enfatizza gli aspetti riguardanti sia la complessità tecnologica del dispositivo sia l'importanza dell'area in cui il dispositivo viene utilizzato insieme alla sicurezza dell'utente e del paziente. L'ultimo passaggio riguarda l'uso di tre KPI che sono stati applicati alle precedenti categorie di dispositivi: (1) il tasso di fallimento globale, (2) il tasso di fallimento dell'età e (3) il trend di acquisizione.

Un secondo studio della stessa struttura mostra un approccio di Evidence Based Maintenance più finalizzato nell'analisi dell'obsolescenza [18]. Tale ricerca consiste nel monitoraggio continuo delle prestazioni delle apparecchiature e il miglioramento della loro efficacia al fine di ottimizzarne l'uso e l'allocatione delle risorse disponibili da parte dei dipartimenti di ingegneria clinica.

L'approccio per il monitoraggio della manutenzione è stato implementato combinando la classificazione delle chiamate ai servizi di manutenzione e gli indicatori chiave di prestazione. Ciò ha consentito di eseguire un servizio mirato, che può essere applicato alla valutazione e alla modifica delle strategie e delle politiche di manutenzione.

Una volta classificati gli ordini di lavoro di manutenzione, è stato infatti progettato un set di 20 indicatori chiave di prestazione KPI della manutenzione delle apparecchiature mediche (Tabella2).

L'analisi riguarda le apparecchiature appartenenti a 13 classi utilizzate nei reparti di terapia intensiva e chirurgia. Il processo inizia con la ricerca dei dati all'interno del database delle apparecchiature mediche. Tali dati riguardano la manutenzione correttiva, preventiva, l'inventario e le informazioni dei contratti di manutenzione. Le informazioni relative ai costi, ai tempi, al numero di dispositivi e alle risorse hanno come fonti sia il software, sia posta certificata e fatture, nonché da interviste dirette con i tecnici. I dati sono stati caricati nel software di business intelligence (BI) QlikView per ottenere una visione globale di tutte le classi e i risultati delle apparecchiature. In particolare, sono stati concepiti quattro tipi di fogli di lavoro: un foglio di lavoro è correlato alla politica di manutenzione e ai tipi di guasti, mentre l'altro è correlato a costi, KPI tecnologici e tempi di manutenzione corrispondenti.

I KPI sono calcolati e analizzati graficamente tramite il software di business intelligence QlikView e sono divisi in tre categorie:

- 1) Finanziario, con la valutazione del rapporto costo-efficacia della prestazione come obiettivo primario
- 2) Tecnologico, con la valutazione delle prestazioni operative dell'attrezzatura in termini di affidabilità e disponibilità (in relazione alla soddisfazione del cliente)
- 3) Organizzativo, che è legato ai processi interni e alla produttività del personale

KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4	KPI 5
Downtime (%) (non-availability Time)	Uptime (%) (availability time)	MTTR (mean time to Restoration)	MTBF (mean time between failures)	Class failure ratio (fails per class)
KPI 6	KPI 7	KPI 8	KPI 9	KPI 10
Global failure rate (defectiveness)	AFR: age failure rate	“Negligent” actions (%)	“1 day” actions	SM with failure (%)
KPI 11	KPI 12	KPI 13	KPI 14	KPI 15
SM coverage rate (scheduled maintenance)	No problem found (fake faults) (%)	No. devices per technician (internal)	Time cost of the workforce	cost of service ratio = global maintenance to acquisition cost
KPI 16	KPI 17	KPI 18	KPI 19	KPI 20
External maintenance Cost (% with respect to total maintenance cost)	Internal maintenance cost (% with respect to total maintenance cost)	Corrective maintenance cost (CM) (% with respect to total maintenance cost)	Scheduled maintenance cost (SM) (% with respect to total maintenance cost)	Cost of spare parts (+ consumables) (% with respect to total maintenance cost)

*Tabella2 Lista dei KPI*

Il costo di manutenzione totale è stato calcolato utilizzando queste voci di costo:

- Costi del contratto
- Costi per pezzi di ricambio, materiali di consumo, batterie
- Costi per il personale di manutenzione interno
- Costi extracontrattuali (tutti i costi non coperti altrove)

L'uso combinato dei due approcci ha fornito uno strumento per il monitoraggio ad ampio spettro del processo di manutenzione: infatti, i valori dei KPI possono essere studiati meglio attraverso uso dei tipi di chiamate di manutenzione codificate. Allo stesso modo, se viene rilevato un tipo di guasto insolitamente elevato, è possibile osservare gli effetti di questo problema sulle prestazioni dell'intero processo di manutenzione. In questo modo è possibile intraprendere azioni correttive mirate per migliorare il servizio di manutenzione. Di seguito si riporta una tabella esplicativa dei KPI prodotti dallo studio.

### 2.3 Case study – la realtà ospedaliera Humanitas

Humanitas è un Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) accreditato al Sistema Sanitario Nazionale, Centro di Ricerca e Didattica Universitaria, nonché capofila di un gruppo di 8 ospedali e 20 centri diagnostici (Humanitas Medical Care) presenti sul territorio nazionale a Milano, Bergamo, Castellanza, Arese, Torino, Catania.

All'interno del policlinico si fondono centri specializzati per la cura dei tumori, delle malattie cardiovascolari, neurologiche, ortopediche autoimmuni e infiammatorie, oltre a un Centro Oculistico ed un Fertility Center, per un totale di 783 letti operativi, 38 sale di chirurgia e 200 ambulatori diagnostici. Humanitas è, inoltre, dotato di un Pronto Soccorso EAS ad elevata specializzazione.



Fig.6 Planimetria di Humanitas Research Hospital

I valori aziendali si riflettono nello sviluppo di una cultura imprenditoriale di lungo termine con impegni sociali nei confronti della comunità, basati sul rispetto delle leggi e delle regole interne e sui doveri di lealtà e diligenza, contribuendo a garantire la fiducia degli stakeholder, così come quella dei Collaboratori, dei fornitori, delle autorità e delle altre istituzioni con cui la Società interagisce [19] .

Al fine di razionalizzare gli sprechi e gestire in maniera flessibile la domanda dell'ospedalizzazione dei pazienti, all'interno della struttura non esistono letti e sale operatorie dedicate, fatta eccezione per le terapie intensive. La flessibilità degli spazi fisici si riflette nell'utilizzo del cartongesso che consente una riprogettazione continua degli spazi e una fluidità nello sviluppo delle nuove linee di attività clinica.

### **2.3.1 Il servizio di ingegneria clinica**

Il Servizio di Ingegneria Clinica in Humanitas è un servizio di tipo interno e gestisce tutte le questioni legate all'intero parco delle apparecchiature elettromedicali presente in struttura (circa 12mila), indipendentemente dal loro titolo di appartenenza (acquisto, noleggio, comodato, visione ...). Svolge inoltre il ruolo d'interfaccia comunicativa con le unità operative e gli operatori, al fine di garantire la sicurezza e la rispondenza ai requisiti normativi, strutturali, tecnologici e organizzativi.

A livello organizzativo il Servizio, inserito nella struttura di Supply Chain (Logistica, Ufficio Acquisti e Servizio di Sviluppo Tecnologico) ed è composto da un responsabile del servizio e dai suoi collaboratori. La parte gestionale è condotta da tre ingegneri e due amministrativi, mentre quattro tecnici ed un capo tecnico si occupano degli interventi di accettazione e manutenzione delle apparecchiature all'interno della struttura e nei centri esterni.

Uno dei punti di forza del Servizio è la capacità di svilupparsi in base alle esigenze che si creano all'interno dell'Ospedale.

Per esempio, una delle idee in fase di sviluppo è quella di formare i tecnici interni in campi di apparecchiature sempre più specifici così da renderli operativi anche su beni che ad oggi sono sotto contratto esterno del fornitore. Questo investimento sulla formazione del personale porterebbe effetti benefici sia a livello del personale stesso, che grazie ad una

conoscenza più estesa migliorerebbe ulteriormente le proprie prestazioni, sia a livello economico, in quanto diminuirebbero i costi della manutenzione esterna.

I compiti dell'ingegnere clinico possono essere divisi in quattro macro aree:

- Acquisizione e sostituzione: Gestione delle apparecchiature in visione; investimenti per sostituzione; valutazioni tecnico economiche di HTA;
- Immissione: Collaudi di accettazione, aggiornamenti nell'inventario, aggiornamenti del personale sanitario, aggiornamento personale tecnico, parte amministrativa;
- Manutenzione: Gestione richieste d'intervento, verifiche di sicurezza elettrica e controlli funzionali di qualità; manutenzione preventiva; avvisi di sicurezza; gestione dei contratti di manutenzione;
- Dismissione: Il processo di dismissione riguarda le apparecchiature obsolete, non funzionanti, non riparabili o economicamente gravose a causa dei numerosi interventi richiesti. Comprende le verifiche di fuori uso e le procedure di dismissione.

Di seguito si riporta la spiegazione delle attività di manutenzione fondamentali alla comprensione del lavoro svolto.

#### Gestione dei contratti di assistenza tecnica

Sulla base del tipo di apparecchiatura considerata, terminato il periodo di garanzia, il SIC stipula contratti di assistenza tecnica (Full Risk, manutenzione preventiva, etc.).

Le macchine caratterizzate da alta ed altissima tecnologia, quindi da un valore economico elevato, comportano la stipulazione di contratti Full Risk che coprono interamente gli interventi di manutenzione in cambio di un corrispettivo annuale fisso.

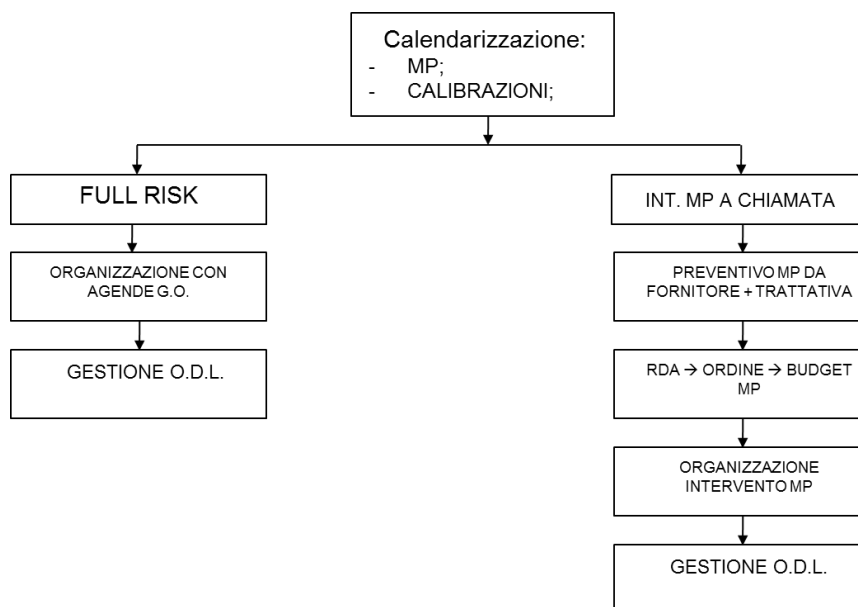
I Full Risk sono contratti indubbiamente vantaggiosi quando si parla di grandi macchine, per via dell'elevato costo della manodopera specializzata e delle parti di ricambio. Inoltre i contratti garantiscono una maggiore continuità del servizio in quanto prevedono una tempistica di intervento ridotta o la fornitura di un apparecchio sostitutivo.

### Manutenzione Preventiva

Il SIC elabora il piano di manutenzione preventiva prendendo come riferimento le informazioni riportate nei singoli manuali d'uso delle apparecchiature.

In base alla tipologia di attività di prevista, viene definito l'intervallo temporale minimo che intercorre tra un intervento e l'altro ed il personale autorizzato allo svolgimento, che sia un tecnico interno o meno.

In Fig.7 si riporta il flusso per l'organizzazione della manutenzione preventiva. La manutenzione preventiva può essere interna ad un contratto di Full Risk; in caso contrario, è necessario decidere il budget riservato all'intervento.



*Fig.7 Organizzazione della manutenzione preventiva*

### Manutenzione correttiva

In caso di guasto o malfunzionamento, il reparto interessato apre una richiesta d'intervento (RDI) tramite il software InfoHealth, oppure, in caso di necessità di manutenzione immediata, tramite il numero delle emergenze. Una volta che i tecnici del Servizio prendono in carico la richiesta, viene aperto un ordine di manutenzione (ODL), che poi sarà chiuso a fine manutenzione.



Il primo intervento viene effettuato dai tecnici interni facenti parte del SIC. Se questo non porta alla risoluzione del problema, si richiede l'assistenza esterna da parte dell'azienda fornitrice o manuttrice, seguendo quelle che sono le condizioni contrattuali o gli accordi economici (apparecchiature in garanzia, coperte da contratto di assistenza, etc.).

La manutenzione correttiva si svolge secondo il flusso schematizzato in Fig.8.

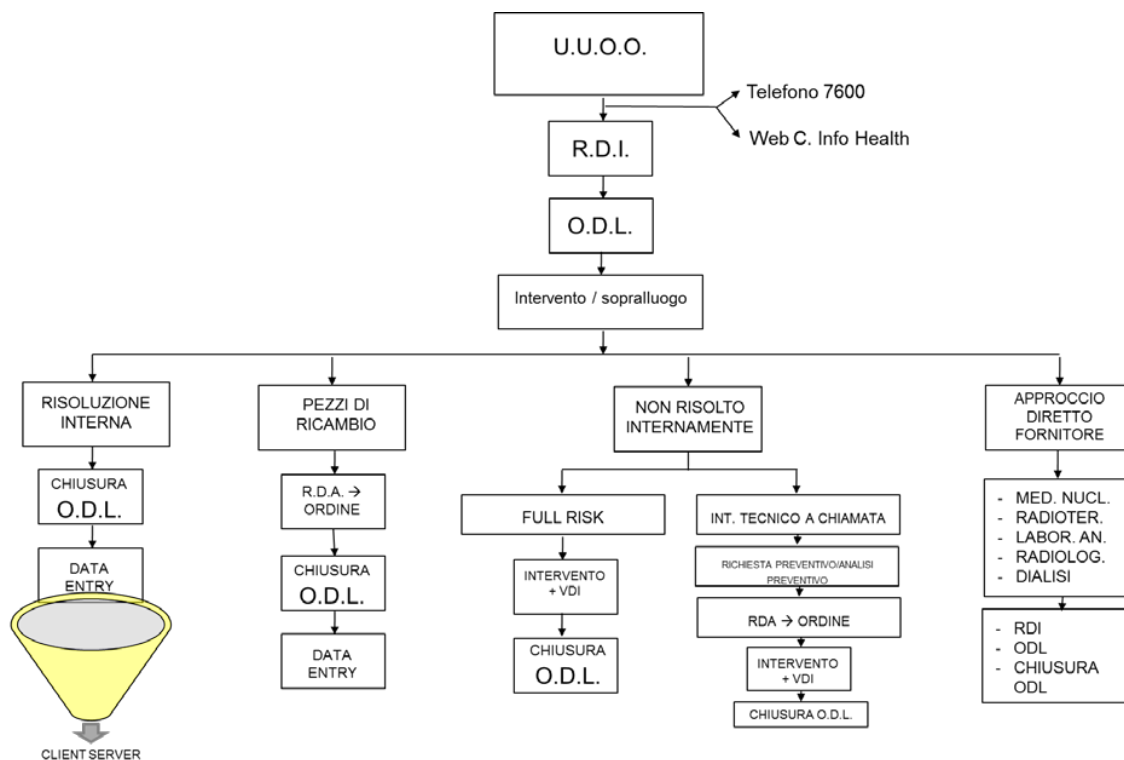


Fig.8 Organizzazione Manutenzione Correttiva

### Verifiche di Sicurezza elettrica e Verifiche Prestazionali

Le verifiche di sicurezza elettrica costituiscono uno strumento indispensabile per garantire il funzionamento delle apparecchiature elettromedicali e la tutela di tutti coloro i quali vi entrano in contatto, accidentalmente o meno (operatori sanitari, pazienti, degenti, terzi, etc.).

Il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) definisce la periodicità di tali verifiche come:

- Cadenza annuale, per le apparecchiature situate nei locali per chirurgia o assimilati;
- Cadenza biennale, per tutte le altre apparecchiature.

Oltre alle verifiche di sicurezza elettrica, su alcune apparecchiature, come defibrillatori ed elettrocardiografi, è necessario svolgere anche controlli prestazionali. Il tecnico addetto alle verifiche elettriche consegna mensilmente al Servizio delle “consegne” contenenti le informazioni e gli esiti delle apparecchiature che hanno subito il controllo, divise per numero d’inventario.

Tali informazioni vengono poi registrate sul software informatico InfoImport in modo tale da avere una tracciabilità completa. Tale software crea, infatti, uno scadenziario automatico attraverso il quale è possibile seguire lo stato dei lavori, essendo esso aggiornato con cadenza mensile.

In caso di prove non superate o valori fuori dalla norma, le apparecchiature sono sottoposte a specifici controlli con lo scopo di ripristinarne le condizioni di utilizzo e, in caso questo non fosse possibile, l’apparecchiatura viene messa fuori uso.

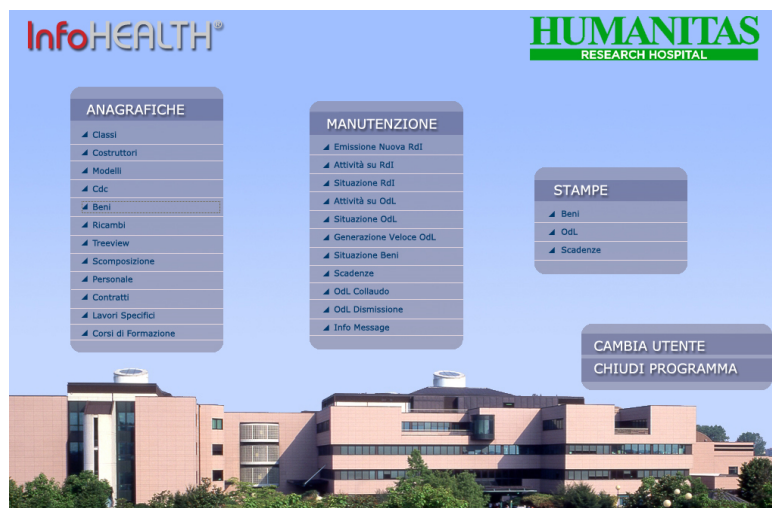
### **2.3.2 Il sistema informatico InfoHealth**

All’interno della struttura ospedaliera è presente il sistema informatico InfoHealth; questo consente non solo ai reparti di aprire le richieste di manutenzione sui beni singoli, ma anche di accedere in maniera pratica e veloce a tutte le informazioni che riguardano il parco macchine. Grazie agli svariati attributi che descrivono ogni bene, infatti, il software permette di interrogare il database secondo le specifiche esigenze di chi ne fa uso.

Nello specifico, InfoHealth è una piattaforma completa ed integrata per la gestione, il monitoraggio e il controllo di tutti i dispositivi medici presenti in struttura. Consente, infatti, di tenere traccia dei dati anagrafici dei beni, delle attività di manutenzione su essi, dei contratti redatti e così via.

È un sistema di gestione accessibile da qualunque postazione, con collegamento internet (la piattaforma è Web Based) e con accesso protetto da username e password specifici per ogni utente o utilizzo in ospedale.

La piattaforma permette di creare flussi di lavoro dinamici e sempre aggiornati che migliorano l’efficienza del servizio e consentono di guidare le attività sul parco macchine.



*Fig.9 Interfaccia iniziale di InfoHealth*

### **2.3.3 Gestione dell'obsolescenza e cruscotto di Technology Management**

Un Servizio di Ingegneria Clinica interno come quello di Humanitas ha tutte le potenzialità per contribuire attivamente alla gestione e all'acquisto delle apparecchiature elettromedicali. Il monitoraggio delle sue attività può, infatti, essere di fondamentale importanza per definire le strategie di azione sul parco macchine.

All'interno della struttura sono già presenti alcuni strumenti dinamici che pongono le basi per il raggiungimento di obiettivi strategici legati alla gestione del parco macchine, alla valutazione e pianificazione degli investimenti.

Il primo di questi è l'Indice di Priorità di Sostituzione IPS, utilizzato appunto per stabilire le priorità d'investimento sulla base della somma pesata di 10 parametri quali età, stato funzionale, esistenza dei pezzi di ricambio, grado d'uso, criticità, affidabilità, disponibilità, idoneità clinica, adeguatezza tecnica e costo di manutenzione. Alcuni di questi parametri però non sono ad oggi utilizzabili in quanto la loro base dati è incompleta; sarà dunque necessario creare un IPS completamente operativo e applicabile ai casi pratici.

Di seguito si riporta la descrizione dello studio pioniero sulla gestione per obsolescenza tramite un Cruscotto di Technology Management, e un focus sulla difficile gestione dei dati prodotti, problema che affligge in maniera più o meno marcata tutte le aziende.

A cavallo tra il 2018 e il 2019 è stato creato un cruscotto di Technology Management che valuti l'efficienza (legata al numero di richieste d'intervento e dei tempi di riparazione) e l'efficacia (legata alla variazione dei costi di manutenzione) del servizio.

Tale strumento valuta gli effetti del piano triennale degli investimenti per obsolescenza nel triennio 2016-2018 correlandoli analiticamente agli investimenti apportati per la sostituzione di apparecchiature obsolete. Rappresenta inoltre un tassello aggiuntivo nell'attività di supporto decisionale, andando a completare le valutazioni fornite dall'IPS e garantendo un'analisi puntuale dei dati a disposizione in modo tale da porre all'attenzione del Servizio una visione completa e quantitativa delle necessità e delle esigenze da soddisfare.

La realizzazione del cruscotto è stata raggiunta attraverso due fasi principali.

La prima fase ha riguardato la creazione di un database, dove i dati delle apparecchiature e delle richieste di intervento sono stati estratti dal software interno "InfoHealth", mentre i dati relativi alle spese di manutenzione e gli investimenti sono stati ricavati direttamente dai budget ad essi dedicati.

La seconda fase ha invece portato alla restituzione grafica dei dati estrapolati, tramite il loro caricamento e rappresentazione sul software di Business Intelligence "QlikView".

Il cruscotto è composto da una serie di viste, una per ogni area analizzata, contenenti ciascuna tre tabelle ed un grafico. Le tabelle rappresentano rispettivamente il (i) numero di richieste di intervento per area considerata, il (ii) numero di richieste di intervento per classe di apparecchiatura e le (iii) voci di investimento suddivise per area di riferimento.

Il grafico mostra l'andamento negli anni del numero di richieste in base alle dimensioni filtrate.

Un'ulteriore vista contiene infine sei grafici che fanno riferimento al (i) numero di richieste di intervento, al (ii) numero di sistemi, ai (iii) costi di manutenzione correttiva, ai (iv) costi Full Risk, al (v) rapporto tra i costi di manutenzione correttiva ed il numero di apparecchiature

L'implementazione di tale cruscotto comporta la possibilità di trasformare in termini operativi il lavoro di monitoraggio delle richieste d'intervento, dei tempi di intervento e dei costi di manutenzione, correlandoli agli investimenti triennali per obsolescenza, così da restituire un feedback diretto al Servizio di Ingegneria Clinica riguardo situazioni critiche o

casi gestiti adeguatamente. La novità introdotta è stata quella di poter investigare le necessità manutentive delle varie classi di apparecchiature differenziando l'analisi in relazione alle aree ed ai reparti di interesse [20].

Grazie al cruscotto sono stati evidenziati casi di investimenti per obsolescenza su determinate classi di apparecchiature che hanno apportato una diminuzione sostanziale delle richieste di intervento; è il caso, per esempio, dei letti nell'area delle degenze. In questo caso l'osservazione grafica fornita dal cruscotto (Fig.10) ha permesso di rilevare una corrispondenza con gli investimenti sostenuti.

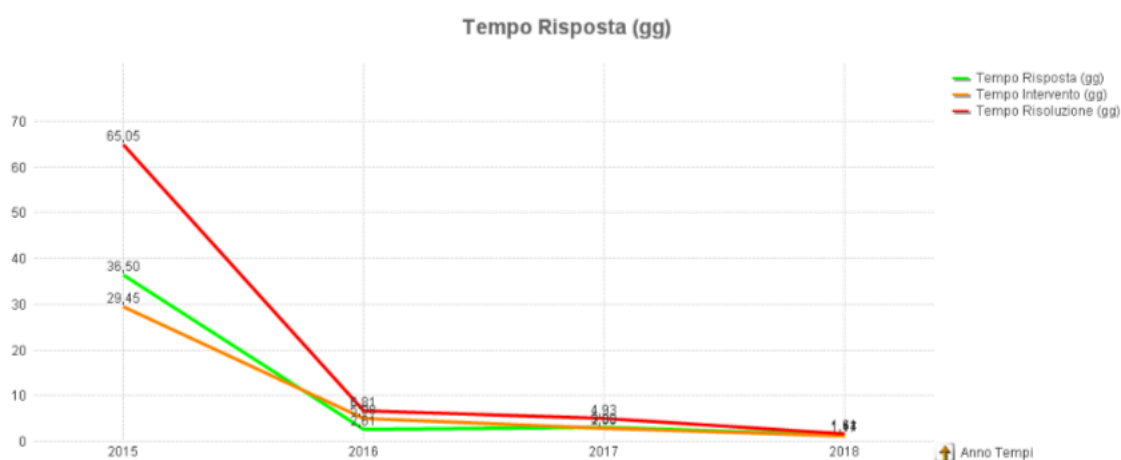


Fig.10 Tempi di Risposta per i letti di degenza

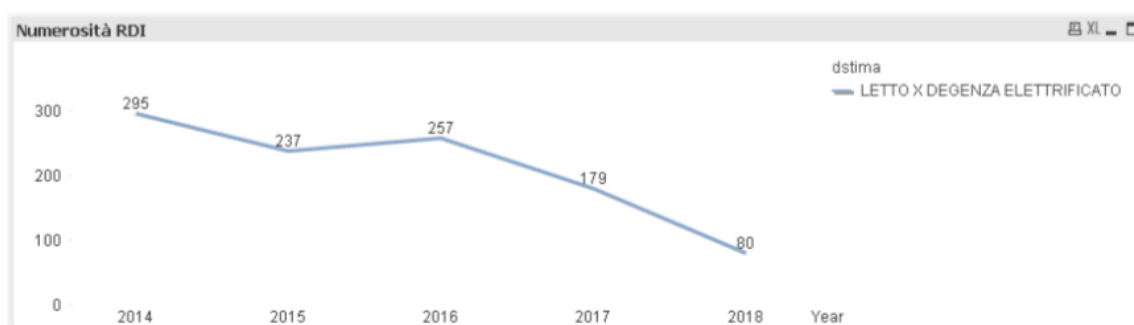


Fig.11 Numerosità degli RDI per i letti di degenza

In modo complementare, lo strumento ha portato in evidenza le situazioni più critiche dal punto di vista delle necessità di manutenzione.

Alcuni dei casi più significativi riguardano le pompe di infusione nell'area degenze le apparecchiature per dialisi nell'area ambulatori, gli acceleratori lineari in radiologia e le autoclavi della sterilizzazione.

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'andamento dei costi di manutenzione e dei costi dei contratti Full Risk, l'analisi è stata condotta in relazione all'intero parco macchine, ed è quindi in grado di restituirne solo i valori aggregati.

Le conclusioni che ne derivano sono a livello globale e non esplicitamente correlate alle aree, ai reparti o alle tipologie di apparecchiature.

E' dunque necessaria un'analisi dei costi per ogni macchina in modo tale da ottenere uno strumento puntuale che restituisca le informazioni per ogni apparecchiatura in maniera dettagliata.

#### **2.3.4 Gestione dei big data**

Negli ultimi anni, il sistema informativo sanitario basato sui big data ha subito numerosi progressi per adattarsi al meglio alle informazioni mediche, in modo da poter ricavare importanti tendenze sanitarie e supportare cure preventive tempestive [21].

I big data sono correlati all'uso di tecniche di Artificial Intelligence e sono utilizzati come supporto o materiale di lavoro per i processi di Decision Making.

L'elaborazione di questa mole d'informazioni digitali acquisita viene utilizzata per studiare specifiche situazioni aziendali allo scopo di predire eventi futuri, classificazioni o ipotesi di marketing [22].

L'incremento della potenza tecnologica a disposizione sta permettendo la raccolta di dati sempre più massicci e precisi, appartenenti a diverse tipologie:

- Dati di attività (musica, eBook, uso di smartphone, web cookies, dati relativi alla fonte di acquisto...)
- Dati di conversazione (Mail, conversazioni telefoniche)
- Foto e video condivisi
- Dati sensore (GPS, accelerometri, sensori in dispositivi e prodotti)

Per quanto riguarda le fonti che generano i Big Data nella Sanità, esse comprendono chiaramente tutti i dati clinici legati alla cura del paziente (ottenuti tramite cartella clinica, follow up, analisi e così via) e i dati amministrativi, legati sia ai dispositivi del parco macchine sia alle pratiche burocratiche e all'organizzazione gestionale della struttura.

Gli obiettivi generali dell'analisi dei dati nell'assistenza sanitaria sono tutti orientati al miglioramento del servizio sanitario, forniscono il giusto intervento al giusto paziente e nel momento giusto e ottengono un beneficio per tutti i componenti di un sistema sanitario (fornitore, pagatore, paziente e gestione)

I dati che sono utilizzati nell'analisi di questa tesi sono una netta minoranza rispetto a tutti i dati prodotti dall'ospedale, in quanto interessano la sfera organizzativa ed amministrativa dell'ingegneria clinica. Sono, infatti, analizzate tutte le informazioni del parco macchine riguardanti i dati anagrafici, i costi annessi e le modalità di manutenzione, con i rispettivi tempi d'intervento e richieste di intervento.

I dati anagrafici sono quelli collezionati dall'ingresso dell'apparecchiatura in struttura, e quindi dal collaudo, alla sua dismissione e smaltimento.

Di prassi, tali dati vengono inseriti nel software di gestione della struttura dal personale del SIC e su una cartella web interamente dedicata al Servizio; un archivio cartaceo è comunque utilizzato per conservare i documenti e i contratti da cui vengono poi caricati i dati su software (manuali d'uso, Full Risk, contratti di acquisto...).

I costi analizzati riguardano invece i valori di acquisto e di manutenzione per ciascuna apparecchiatura. Sono stati utilizzati i dati prelevati dai diversi budget in formato excel e dalle consegne delle verifiche elettriche.

I contratti di Full Risk che vengono redatti sono caricati su InfoHealth; ciò non avviene per i contratti di manutenzione preventiva e per le verifiche elettriche.

Infine, i dati relativi alle richieste d'intervento sono generati dal software informatico ogni volta che viene aperta una richiesta dai reparti. I tempi d'intervento sono generati automaticamente.

Di seguito si riporta una rappresentazione schematica dei dati utilizzati e delle relative fonti (Tabella3).

NOME		FONTE
<b>DATI DEL PARCO MACCHINE</b>		InfoHealth
<b>COSTI</b>	MP	InfoHealth fino ad anno 2017. Contratti singoli per 2018-9
	MC	Budget di manutenzione
	FULL RISK	InfoHealth fino ad anno 2018. Contratti singoli per il 2019
	PARTI DI RICAMBIO	InfoHealth
	VEP E CQ	Consegne mensili
<b>RICHIESTE E TEMPI DI INTERVENTO</b>		Generati in automatico su InfoHealth

*Tabella 3 Dati estrapolati dalle fonti*

Come si può osservare dalla tabella, le fonti da cui i dati vengono presi sono diverse tra di loro; in alcuni casi inoltre, i dati sono frammentati su più sorgenti.

Avere più fonti causa una dispersione dei dati stessi, che non essendo raggruppati in un'unica sorgente non consentono al decisore di avere un quadro generale del loro andamento. La situazione ideale richiede di mappare e organizzare tutti i dati prelevati da più sorgenti in un'unica fonte in modo da poter individuare e sviluppare forme d'interazione complete tra le varie linee di dato.

In parte questo concetto è già applicato nella struttura ospedaliera Humanitas grazie alla presenza di InfoHealth: come già detto, sul software sono caricate da prassi tutte le informazioni inerenti all'anagrafica delle apparecchiature e delle richieste d'intervento. Numerosi ospedali sono ad oggi ancora sprovvisti di un software informatico di gestione del parco macchine, trovandosi dunque a lavorare in una situazione di enorme frammentazione dei dati.

Anche i contratti sono già inseriti a software, seppur con meno meticolosità a causa degli innumerevoli compiti da svolgere.



La mancanza principale è invece dovuta proprio alla totale assenza del caricamento dei costi di manutenzione, di cui viene tenuta traccia nei budget.

In conclusione, tale lavoro pone l'obiettivo di canalizzare in un'unica fonte strutturata tutti i dati relativi alla gestione della manutenzione del parco macchine della Struttura, e di rielaborarli in modo da offrire uno strumento dinamico a supporto della gestione dell'obsolescenza.

Lo svolgimento del lavoro partirà da una rielaborazione dell'IPS già presente in struttura e procederà all'analisi del parco macchine attraverso la rappresentazione grafica dei costi manutentivi, delle richieste d'intervento e dei tempi d'intervento.

## **CAPITOLO 3 – Materiali e metodi**

Lo scopo del presente lavoro è stato creare uno strumento dinamico che permettesse di monitorare ed analizzare tutti i dati del parco macchine della Struttura, in modo da supportare il Servizio di Ingegneria Clinica nella gestione delle apparecchiature ed in particolare nell'analisi dell'obsolescenza.

Per fare ciò è stato necessario convogliare tutti i dati anagrafici, dei costi e delle richieste d'intervento relativi alle apparecchiature su InfoHealth e successivamente sul software QlikView, aggregandoli e rappresentandoli in un cruscotto che consentisse di ottenere viste specifiche per l'analisi dei dati.

Il presente capitolo si suddivide in tre parti.

Nella prima parte sarà spiegata l'applicazione pratica del ciclo PDCA al cruscotto costruito, teoria promossa da William Edwards Deming (Plan, Do, Check, Act).

Nella seconda parte invece saranno illustrati i metodi di creazione della base dati partendo dalle tre differenti macro categorie di dati sopra accennate e il relativo collegamento al software informatico QlikView.

Infine, la terza ed ultima parte verterà sulla descrizione dettagliata dello strumento costruito, mettendo in risalto le singole viste di dati.



La filosofia di Deming rappresenta un approccio scientifico al *problem solving* in quanto, essendo una metodologia di validità universale, permette di affrontare in maniera rigorosa e sistematica le attività prefissate.

La continuità del processo di applicazione consente inoltre il miglioramento continuo delle prestazioni in un'ottica a lungo raggio, grazie a specifiche azioni correttive o di mantenimento, a seconda che i risultati siano o no in linea con quanto desiderato (Fig.13).

Grazie alla sua organizzazione in un ciclo continuo, è, infatti, possibile aumentare nel tempo l'efficienza del servizio e la qualità intesa come miglioramento dei processi e utilizzo delle risorse [24].

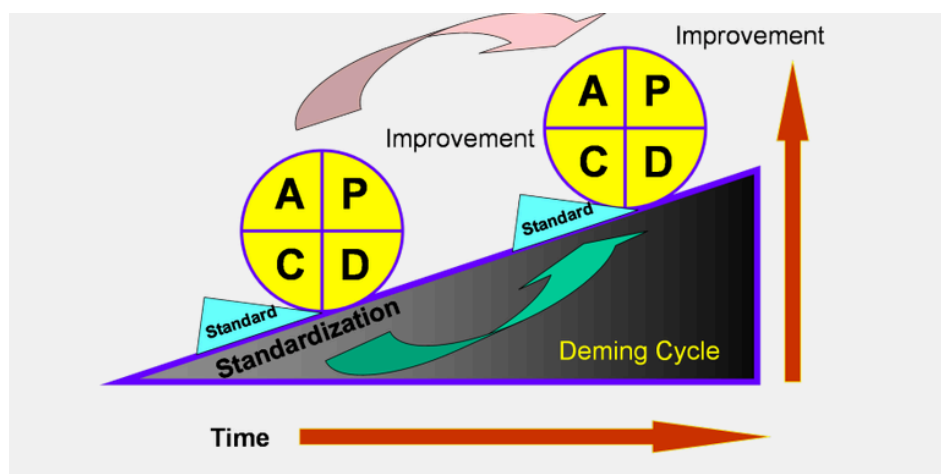


Fig.13 Ciclo di Deming in rappresentazione continua

### 3.1.2 Applicazione del ciclo di Deming

La PDCA è una strategia operativa modulare che può essere applicata a un qualsiasi processo di gestione grazie alla sua semplice struttura e versatilità [25].

In particolare, il metodo applicato al lavoro svolto comprende i seguenti passaggi:

- 1) Plan: La fase di pianificazione si traduce nella scelta di nove indicatori di performance (KPI) utilizzati per monitorare le tre macro categorie di analisi delle attività del Servizio sul parco macchine (Costi, Richieste d'Intervento, Tempi

d'intervento). In questa fase sono decise le modalità di calcolo, la periodicità e la scelta delle soglie di accettabilità di ogni parametro.

E' stata dunque costruita una DashBoard che fornisce la visuale grafica dei KPI (denominata "Vista II").

- 2) Do: Dopo la pianificazione, ci si sposta verso l'analisi vera e propria del parco macchine. Sono state dunque ideate una serie di viste (chiamate rispettivamente "Vista IV", "Vista V", "Vista VI", "Vista VII") che consentono di analizzare dettagliatamente gli andamenti e i valori dei costi, delle richieste e dei tempi d'intervento per periodi d'interesse e per i raggruppamenti richiesti (classe, modello, fornitore...). Per facilitare l'analisi dell'obsolescenza, è stato creato un filtro delle apparecchiature, detto indice di priorità di sostituzione IPS, che attribuisce ad ogni bene un valore correlato alla criticità della singola. ("Vista III"). L'analisi per obsolescenza costituisce la base per la stesura del budget degli investimenti.
- 3) Check: La terza fase del ciclo di Deming è utilizzata per valutare l'effettiva efficacia degli investimenti pianificati tramite l'analisi dei loro effetti sul parco macchine. Tale valutazione avviene grazie una particolare vista ("Vista VIII") che calcola gli scarti dei valori delle tre macro categorie negli anni. A dimostrazione di questa funzionalità, sono stati analizzati gli effetti che gli investimenti attuati nel 2018 hanno avuto nel 2019.
- 4) Act: L'ultima fase infine si traduce nella stesura di un file Excel contenente la previsione del budget degli investimenti per obsolescenza. Partendo dall'analisi prodotta nella fase del Do, sono state selezionate le apparecchiature più critiche e, relazionando la cifra totale di budget attribuita al SIC dalla Direzione ai singoli valori d'acquisto di ciascun bene, sono state scelte le apparecchiature su cui investire nel 2019.

## 3.2 Acquisizione dei dati

Il punto di partenza per la costruzione dell'analisi del parco macchine è definito dalla raccolta dei dati d'interesse tramite le fonti eterogenee popolate e controllate dal SIC.

Per questo lavoro sono state utilizzate tre diverse fonti che hanno consentito di creare un database solido e completo, contenente tutte le informazioni necessarie per la descrizione manutentiva di ogni bene presente in struttura.

Le fonti utilizzate sono le seguenti:

1. InfoHealth:

E' il software gestionale utilizzato nella struttura ospedaliera e permette di avere il controllo completo delle attività svolte su tutte le apparecchiature.

La funzionalità del software è stata duplice: questo è stato utilizzato sia come fonte da cui estrapolare i dati anagrafici delle apparecchiature (classi di appartenenza, modello, ID, fornitore...) e delle richieste d'intervento, sia come strumento di raccolta dei dati caricati poi su QlikView. Infatti, dopo aver reso disponibili i costi su InfoHealth, è venuto a crearsi un database integro e completo.

2. Budget di manutenzione

Il budget di manutenzione è un file Excel utilizzato per tenere traccia di tutte le voci di costo legate alla manutenzione correttiva, alla manutenzione preventiva e ai contratti di Full Risk inerenti al parco macchine. Ogni voce di spesa è associata alla relativa macchina attraverso il numero d'inventario e/o il numero di ordine di lavoro, che tiene traccia dell'attività di manutenzione o contrattuale avvenuta tramite una descrizione esplicativa dell'azione compiuta e il relativo importo.

3. File delle Verifiche Elettriche (VEP) e Controllo Qualità (CQ)

Entrambi gli strumenti garantiscono il funzionamento delle apparecchiature elettromedicali, oltre che la tutela di tutti coloro che vi entrano in contatto. La periodicità delle VEP può essere di cadenza annuale (per dispositivi situati in reparti critici) o di cadenza biennale (per tutte le altre apparecchiature). Il SIC elabora uno scadenziario aggiornato mensilmente attraverso il quale è possibile

avere una tracciabilità completa delle attività. Ogni mese, infatti, viene sviluppata una consegna per ciascuna delle due tipologie di verifica, che consiste in un file Excel contenente tutti i dati relativi all'apparecchiatura e alla verifica eseguita (N. inventario, matricola, modello, esito, data di verifica... ).

Come accennato nella descrizione della prima fonte, tutti i dati sono stati trascritti interamente nelle apposite sezioni di InfoHealth. Ciò ha consentito di collegare in maniera diretta il software QlikView a un'unica fonte dati finale completa.

Il valore aggiunto di InfoHealth risiede inoltre nell'organizzazione dei dati per singola macchina: basta individuare l'apparecchiatura d'interesse per avere a disposizione tutti i dati in modo automatico, senza dover spaziare il campo di ricerca ad altri file o strumenti.

Le analisi del presente lavoro si sono sviluppate grazie all'indagine incrociata di tre differenti macro categorie di dati:

- Dati anagrafici del Parco Macchine;
- Costi di Manutenzione;
- Richieste di Intervento (ai quali si collegano i tempi d'intervento).

Nei paragrafi che seguono, si offre una panoramica di tali dati e, se non presenti, del loro inserimento su InfoHealth.

### **3.2.1 dati anagrafici del parco macchine**

La fonte dei dati anagrafici del parco macchine è lo stesso software InfoHealth, con il quale il Servizio registra in maniera scrupolosa tutte le informazioni riguardanti le apparecchiature, sia in uso che dismesse.

E' stato dunque scritto un codice su QlikView per caricare tutti i dati necessari alla caratterizzazione dei dispositivi. Le informazioni caricate sono di diversa natura: tra queste si trovano i dati anagrafici dell'apparecchiatura (ID, Matricola, Descrizione Oggetto, Codice Stato Oggetto, Codice Tipo Possesso, Codice Stato Funzionale, Modello e Classe), le informazioni riguardanti Fornitore e Manutentore, l'ubicazione all'interno della struttura (Ubicazione, Reparto Responsabile, Codice Centro di Costo) e le date di riferimento (Data Inizio Gestione, Data Dismissione).

Per quanto riguarda i dati anagrafici dell'apparecchiatura:

- Il *Numero d'Inventario* è un codice univoco per ogni apparecchiatura all'interno della struttura ed è attribuito a questa al momento del collaudo ed è attribuito applicando un'etichetta sulla macchina.
- La *Classe* descrive la tipologia del dispositivo in relazione alla sua funzione, mentre il modello fa riferimento al nome commerciale dell'apparecchiatura secondo quanto indicato dall'azienda fornitrice.
- La *Descrizione del bene* definisce il tipo di dispositivo ed è costituito dall'unione della classe di appartenenza e il modello.
- Il campo *Stato Oggetto* definisce lo stato attuale dell'apparecchiatura, che può essere disponibile, indisponibile, in attesa di servizio, in disuso e alienato.
- Il campo *Tipo Possesso* definisce il tipo di possesso del bene (acquisto, comodato, sconto merce, donazione, proprietà fondazione Humanitas, noleggio, omaggio, proprietà personale, sperimentazione clinica, studio medico, università, visione o prova).
- Lo *Stato Funzionale* può essere: Apparecchio della struttura di Gavazzeni, apparecchio di Mater Domini, Apparecchio non reperibile, apparecchio rubato, appartenente alla croce rosa lombarda, in magazzino, in uso, N/A o dell'Ufficio Tecnico.

N. Inv.	Config.	S/N	Descrizione Bene	Livello	Stato Oggetto
13402	53581867	781457	RISONANZA MAGNETICA (RMN) PANORAMA HFO	5	DISPONIBILE
13461	53581867	CZC1465L0C	PERSONAL COMPUTER Z400	6	DISPONIBILE
15600	(ex 13462) 53	CZC1476SCM	PERSONAL COMPUTER RP 5700	6	DISPONIBILE
13463	53581867	CNT14410N8	DISPLAY ZR24W	6	DISPONIBILE
13403	53581867	SA511157C	COMPRESSORE F 50 HC	6	DISPONIBILE
13464	53581867	H3440	CARICABATTERIE 9023	6	DISPONIBILE
13465	53581867	0000A65094	MODULO ECG 9898 031 63121	6	DISPONIBILE
13466	53581867	0000A65003	MODULO ALIMENTAZIONE PDU 9898 031 63111	6	DISPONIBILE
BOBHEAD	53581867	000046	BOBINA PAZIENTE HEAD COIL 451000041516	6	ALIENATO
BOBSPAL	53581867	000028	BOBINA PAZIENTE SHOULDER COIL 451000041234	6	DISPONIBILE
BOBKNEE	53581867	000029	BOBINA PAZIENTE ST KNEE COIL 451000049243	6	IN DISUSO
BOBCOL	53581867	000034	BOBINA PAZIENTE ST NECK COIL 451000041526	6	DISPONIBILE
BOBMULTI	53581867	000016	BOBINA PAZIENTE MULTIPURPOSE FLEX S COIL 451000041526	6	DISPONIBILE
BOBODY	53581867	37R4	BOBINA PAZIENTE SENSE BODY L COIL ASSY 451000041526	6	IN DISUSO
BOBODY	53581867	36R3	BOBINA PAZIENTE SENSE BODY L COIL ASSY 451000041526	6	IN DISUSO
BOBODY	53581867	176	BOBINA PAZIENTE SENSE BODY L COIL ASSY 451000041526	6	DISPONIBILE

Fig.14 Presentazione dei dati anagrafici su InfoHealth



- *Fornitore e Manutentore* definiscono le aziende che ricoprono i ruoli citati in relazione ad ogni dispositivo.
- L'*Ubicazione* indica il luogo fisico in cui è situata l'apparecchiatura, mentre il Codice Centro di Costo indica l'area all'interno della struttura alla quale è associato il valore economico del bene in questione. A questo è collegato il Reparto Responsabile.
- Infine, la *Data di Collaudo* riporta la data di accettazione dell'apparecchiatura in struttura, mentre la data di dismissione riporta la data di messa fuori servizio e dismissione della stessa.

L'insieme di tutte le voci elencate consente di identificare in maniera univoca ogni apparecchiatura della struttura.

I dati anagrafici del parco macchine sono stati caricati su QlikView attraverso l'algoritmo riportato in forma abbreviata di seguito. Questo consente la creazione di una tabella di script denominata "ORDINI" nella quale sono caricate tutte le informazioni elencate all'interno del codice.

```
ORDINI:
load
    text(ID_MAC)                as [Codice Oggetto],
    ID_MAC                      as [ID_MAC],
    CDCSTR                      as [Codice Costruttore],
    CDTIMA                      as [Codice Classe],
    DSMAC1                     as [Descrizione Oggetto],
    ID_COD                      as [ID_COD],
    text(NUMAT2)               as [Ubic.],
    text(NUMAT3)               as [Matricola],
    ...
    Date(DTINGE, 'DD/MM/YYYY') as [Data Inizio Gestione],
    date(DTMANU, 'DD/MM/YYYY') as [Data Dismissione];

SQL select *
from dbo.mac_SICICH;
```

### 3.2.2 Costi di manutenzione

I costi di manutenzione non erano originariamente presenti su InfoHealth, pertanto si è proceduto al loro caricamento. Di seguito sono spiegati nel dettaglio i metodi d’inserimento prima su InfoHealth e poi su QlikView. Tutti i dati considerati si riferiscono al periodo di analisi compreso tra il 2017 e il 2019.

I costi sono divisibili in quattro categorie:

- a) Manutenzione correttiva (Ordini di Rotture, Parti di ricambio, Guasti, Sostituzioni);
- b) Ricambi;
- c) Contratti di assistenza tecnica Full Risk e Manutenzione Preventiva;
- d) Contratti di Verifiche Elettriche e Controllo Qualità.

#### Manutenzione Correttiva

Le fonti utilizzate per il caricamento delle Manutenzioni Correttive sono i Budget redatti in formato Excel (Fig.15). Come spiegato all’inizio del capitolo, tali file riportano i costi sostenuti per il ripristino del funzionamento delle apparecchiature per numero d’inventario, con l’indicazione del codice contabile, dell’ordine di acquisto (ODA) che formalizza la spesa nei confronti del fornitore, del Centro di Costo cui attribuire la spesa e l’Ordine di Lavoro (ODL) che identifica l’intervento di riparazione. Gli ordini di lavoro possono essere dovuti a Rotture, Parti di Ricambio, Guasti e Sostituzioni.

Odl		Tipo Odl-RdA	Odl-RdA	Manutentore	Apparecchiatura		RdA		Ordine OLA	
N°	Costo				Tipologia	Costo da Ordine	N°	del	N°	del
14136	0,00	G00020002	Gua	AHSI	INCUBATORE	1.047,75	250775	16.04.18	6251	23.04.18
151629	0,00	G00020002	Gua	AHSI	STUFA	888,75	266067	11.10.18	15461	11.10.18
151380	0,00	G00020002	Gua	AHSI	CENTRIFUGA REFRIGERATA	1.177,50	266006	14.03.18	13934	17.09.18
147167	0,00	G00020002	Gua	AHSI	CENTRIFUGA	177,00	233619	03.01.19	20144	31.12.18
144337	0,00	G00020002	Gua	AHSI	INCUBATORE	63,75	233619	03.01.19	20144	31.12.18
147336	0,00	G00020002	Gua	AHSI	CENTRIFUGA	630,75	233619	03.01.19	20144	31.12.18
151723	0,00	G00020002	Gua	AHSI	CENTRIFUGA	105,00	233619	03.01.19	20144	31.12.18
133780	0,00	G70020000	PR	AIR LIQUIDE	PR X SIC	105,48	233503	13.11.18	17897	20.11.18
154184	0,00	G70030000	Sost	ALFA	PR X SIC	30,00	266069	10.12.18	19405	13.12.18
142695	0,00	G00020002	Gua	ALVI	CARPELLO EMERGENZA	214,00	250811	23.04.18	6317	24.04.18
142564	0,00	G00020002	Gua	ALVI	CARPELLO EMERGENZA	214,00	250811	23.04.18	6317	24.04.18
147458	0,00	G00020002	Gua	ANALOGIC	ECOTOMOGRAFO	0,00	-	-	-	-
144775	0,00	G00020002	Gua	ANALYTICAL SERVICE	LIOFILIZZATORE	1.039,00	250943	17.05.19	5153	13.06.19
153063	0,00	G00020002	Gua	ANALYTICAL SERVICE	LIOFILIZZATORE	588,50	233523	14.11.18	19007	21.11.18
138215	0,00	G00020002	Gua	ANALYTICAL SERVICE	INCUBATORE	727,00	250963	24.07.18	12799	28.08.18
147785	0,00	G00020002	Gua	ANALYTICAL SERVICE	INCUBATORE	522,00	266050	04.10.18	15372	10.10.18
153435	0,00	G00020002	Gua	ANALYTICAL SERVICE	INCUBATORE	0,00	263660	04.10.18	-	-
153436	0,00	G00020002	Gua	ANALYTICAL SERVICE	INCUBATORE	0,00	263660	04.10.18	-	-
139195	0,00	G70020000	PR	ARJHUNTLEIGH	APP. X SOLLEVAMENTO MALATI	594,75	235013	30.11.17	132	04.01.18
140860	0,00	G70020000	PR	ARJHUNTLEIGH	APP. X SOLLEVAMENTO MALATI	1.484,60	235142	14.02.18	3404	02.03.18
147448	0,00	G00020002	Gua	ARJHUNTLEIGH	APP. X SOLLEVAMENTO MALATI	236,60	233553	22.11.18	19551	17.12.18
110580	0,00	G00020002	Gua	ARTESA	FRONTE LUMINOSA X ENDOSCOPIA	0,00	-	-	-	-
130783	0,00	G00020002	Gua	ARTESA	INSUFFLATORE GAS	0,00	-	-	-	-
140731	0,00	G00020002	Gua	ARTESA	IRRIGATORE	690,25	250784	04.04.18	6293	24.04.18
139181	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	OTTICA	1.150,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18
151936	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	OTTICA	1.150,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18
147781	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	OTTICA	1.150,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18
138601	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	ISTEROSCOPIO STORZ	1.400,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18
138895	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	CISTOSCOPIO STORZ	1.400,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18
140133	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	ISTEROSCOPIO STORZ	1.400,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18
139088	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	ISTEROSCOPIO STORZ	1.400,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18
140307	0,00	G70030000	Sost	ARTESA	NEFROSCOPIO STORZ	1.400,00	250784	04.04.18	6293	24.04.18

Fig.15 Budget di manutenzione correttiva

Per rendere disponibili su InfoHealth i costi delle manutenzioni correttive, questi sono stati associati riportando sui singoli ODL gli Ordini di Acquisto complessivi delle seguenti informazioni (Fig.16):

- *Fornitore*;
- *Descrizione Documento*: indica il tipo di documento che si sta inserendo (nel caso dei costi è RDA) associato al tipo d'intervento;
- *Tipo Documento*: richiede l'inserimento di un numero riguardante il tipo di documento che si sta inserendo, come Ordine o Fattura. Nel caso dei costi è "04";
- *Numero Documento*: E' composto dall'anno in cui è stato emesso l'RDA e il numero univoco dell'ordine (formato: "Anno/Numero\_ordine");
- *Data Documento*: E' la data completa in cui è stato redatto l'ordine;
- *Imponibile*: E' la cifra di costo precisa dell'Ordine;
- *Codice IVA*: Il valore dell'IVA è fisso a 22%;
- *Codice contabile*: Come espresso in precedenza, il Codice Contabile è un codice univoco utilizzato per identificare ciascun tipo di costo legato alla manutenzione del parco macchine del SIC. Di seguito si elencano tutti i codici.

Fig.16 Interfaccia per il caricamento dei dati di MC

Una volta inseriti su InfoHealth tutti i dati riferiti alle MC, è stato necessario scrivere un codice di caricamento dei dati anagrafici su QlikView.

L'algoritmo è stato implementato utilizzando la funzione di concatenazione automatica fra più tabelle dello script: attribuendo gli stessi nomi di campo ai parametri presi da due o più tabelle già caricate, il contenuto viene inserito in automatico un'unica tabella. In questo modo si evita di caricare più volte gli stessi dati, inserendo nella nuova tabella "VCOSTO" i dati già presenti nelle tabelle ORDINI (per i dati anagrafici), di "RICAMBI" (per i ricambi) e di "CANONI\_MENSILI" (per i contratti).

Le informazioni caricate associano ad ogni dispositivo i dati di costo (Importo, Descrizione Costo e Codice Contabile) e i dati relativi all'Ordine (Numero d'Ordine, Data di Redazione del contratto e Codice del Fornitore di competenza).

```
VCOSTO:
LOAD
    ID_ODL                as [ID_ODL],
    [Numero Documento]   as [Descrizione Voce di Costo],
    [Totale Ordine]       as [Importo Voce di Costo],
    [Data Documento]     as [Data Competenza Voce],
    text([Codice Codice Contabile]) as [Codice Contabile VCosto]

RESIDENT ORDINI;

Concatenate
LOAD
    ID_ODL                AS [ID_ODL],
    [Descrizione Ricambio] as [Descrizione Voce di Costo],
    [Quantità]*[Costo unitario] as [Importo Voce di Costo],
    [Data Competenza Ricambi] as [Data Competenza Voce],
    'G70020000'           as [Codice Contabile VCosto]

RESIDENT RICAMBI;

Concatenate
LOAD
    ID_ODL                as [ID_ODL],
    [Descrizione Contratto] as [Descrizione Voce di Costo],
    [Canone Mensile]       as [Importo Voce di Costo],
    [Data Competenza]     as [Data Competenza Voce],
    text([CDRESA_CONTR])  as [Codice Contabile VCosto]

RESIDENT CANONI_MENSILI;
```

## Ricambi

Alla fine di ogni intervento di manutenzione, il SIC carica sul singolo ODL la quantità dei ricambi utilizzati associando a ciascuno il proprio codice identificativo. Anche in questo caso dunque InfoHealth funge da base per i dati caricati sul software di business intelligence.

I dati dei ricambi sono stati riportati su QlikView attraverso il codice qui sotto restituito. L'algoritmo carica i dati della macchina (ID e Matricola) e le informazioni legate ai ricambi, cioè la quantità, il costo unitario, la descrizione e la data di utilizzo.

RICAMBI:

**load**

```
ID_ODL as [ID_ODL],
DS_RI1 as [Descrizione Ricambio],
QTEFFE as [Quantità],
COUNEU as [Costo unitario],
date(DTCOEF, 'DD/MM/YYYY') as [Data Competenza Ricambi],
ApplyMap('DESCRIZIONE_FORNITORERIC', ID_RIC) as [Descrizione Fornitore PR],
ApplyMap('IDMAC_IDODL', ID_ODL) as ID_MAC
```

RESIDENT RICAMBI\_T;

## Contratti di Full Risk e Manutenzione Preventiva

Il Servizio registra i contratti di manutenzione Full Risk e Manutenzione Correttiva sui file Excel di Budget (Fig.17), associando a ciascuna voce le informazioni anagrafiche dell'apparecchiatura cui il contratto è riferito e il numero d'ordine.

Anche in questo caso dunque i file di Budget sono usati come fonte dati per caricare i contratti su InfoHealth.

Poiché i membri del Servizio caricano periodicamente su InfoHealth i contratti redatti con il manutentore, i FR e le MP degli anni 2017 – 2018 erano già presenti sul software. Per quanto riguarda l'anno 2019, i costi di MP e FR sono stati inseriti ex novo (Fig.18), utilizzando come base i contratti già presenti su InfoHealth.



I dati dei contratti di MP e FR sono stati caricati su QlikView attraverso la scrittura di un codice, utilizzato anche per il caricamento delle Verifiche Elettriche e Controllo Qualità.

Le informazioni caricate da tale algoritmo comprendono i dati relativi alla macchina ( ID e Matricola ), le date riferite al contratto (Data Inizio Validità, Data Fine Validità) e i dati riguardanti il contratto stesso (Importo Totale Contratto, Canone Annuo Contratto, Numero Ordine, Codice Tipo Contratto). Di seguito se ne riporta una parte.

```
load
    ID_CON as [ID_CON],
    DSCONT as [Descrizione Contratto],
    NUCONT as [Numero Contratto],
    date(DTCONT, 'DD/MM/YYYY') as [Data Contratto],
    date(DTINCO, 'DD/MM/YYYY') as [Data Inizio Contratto],
    date(DTFICO, 'DD/MM/YYYY') as [Data Fine Contratto],
...
    CANANN as [Importo Totale Contratto],
    IMPECA as [Canone Annuo Contratto];
replace SQL select *
from "MI_ICH_INFOH_F_CONTRATTI";
```

Caricando i dati su QlikView, il canone del contratto viene però diviso equamente tra i mesi dell'anno di redazione: questa mancanza di distinzione tra i mesi compresi nel contratto e quelli no, porta alla creazione di un bias nel conteggio dei costi.

Al codice di caricamento dei contratti, è stato dunque necessario affiancare una parte che distribuisca il canone nei mesi specifici di validità del contratto.

Di seguito si riporta la parte d'interesse con la relativa spiegazione.

Si considera:

- Data Inizio Validità: rappresenta l'inizio del contratto;
- Data Fine Validità: rappresenta la fine del contratto;
- Canone Annuo Oggetto: è il canone riportato nel contratto;
- Anno Competenza: E' l'anno in cui si vuole procedere con l'analisi.

La seguente parte di codice è utilizzata per riconoscere gli estremi del periodo in cui bisogna dividere l'importo.

→ IF([Data Inizio Validità]<date('01/01/'&[Anno Competenza]),date('01/01/'&[Anno Competenza]),[Data Inizio Validità]) as [Data Inizio Anno],

→ IF([Data Fine Validità]<date('31/12/'&[Anno Competenza]),[Data Fine Validità],date('31/12/'&[Anno Competenza])) as [Data Fine Anno]

Come prima cosa, si procede identificando la data da cui partire con la distribuzione del canone (Data Inizio Anno) e la data in cui finire (Data Fine Anno).

Se la data dell'inizio del contratto è antecedente al 1 Gennaio dell'anno di Competenza, allora si metterà quest'ultima come data iniziale per spartire il canone, altrimenti verrà tenuta la data di inizio contratto. Analogamente, se la data di fine del contratto è inferiore alla data 31 Dicembre dell'anno di competenza, si considererà la prima come il periodo ultimo a cui attribuire la cifra.

Una volta identificati gli estremi del periodo preso in considerazione, si è proceduto conteggiando i mesi di tale periodo:

→ (((year([Data Fine Anno])\*12)+month([Data Fine Anno])) - (((year([Data Inizio Anno])\*12)+month([Data Inizio Anno]))) +1) as [Numero Mesi]

Il calcolo dei mesi è dato da una semplice sottrazione dei due estremi rappresentati in data e mese, con l'aggiunta di +1.

Infine, Il canone mensile è stato calcolato dividendo il canone annuo per il numero di mesi individuati nella riga di codice precedente.

→ [Canone Annuo Oggetto]/[Numero Mesi] as [Canone Mensile]

In questo modo, il canone dei contratti FR, VEP e CQ è diviso in maniera equa nel periodo di interesse. Per quanto riguarda le Manutenzioni Preventive, poiché la verifica è eseguita una volta sola durante l'anno, l'importo è stato concentrato nel mese della data di riferimento riportando su InfoHealth lo stesso mese sia per la Data Inizio Validità che per la Data Fine Validità.



## Verifiche Elettriche e Controllo Qualità

Le verifiche elettriche e i controlli prestazionali (Controlli di Qualità) sono svolti internamente e seguono la programmazione dello stabulario. In base al numero dei dispositivi, il tempo impiegato può andare da pochi mesi ad un anno intero. A fine di ogni mese di esaminazione, il Servizio elabora due file, detti “consegne”: un file è per le Verifiche Elettriche e l’altro per il Controllo Qualità. Ciascuno di essi contiene i numeri d’inventario delle apparecchiature che hanno ricevuto il controllo e il rispettivo esito.

I costi associati agli stabulari dipendono dal tipo di verifica e dal numero di dispositivi controllati. In generale, il costo per le VEP è fisso a 10€/app. mentre per le CQ è di 30€/app. L’unica eccezione di prezzo riguarda l’anno 2019, dove le VEP hanno due differenti canoni, rispettivamente 8€/app e 20€/app. a seconda dell’apparecchiatura, mentre le CQ sono fisse a 15€. Per ciascuna consegna è stato creato un contratto su InfoHealth, nel quale sono stati caricati i singoli numeri d’inventario, l’importo totale e il mese di appartenenza. I contratti creati sono quindi due per ogni mese, uno per le VEP e uno per le CQ. Anche in questo caso, l’anno 2019 rappresenta un’eccezione in quanto sono stati creati due diversi contratti per ciascun tipo di importo delle VEP, oltre a quello delle CQ.

ID Bene	Descrizione	Inizio Validità	Fine Validità	Canone Annuo	Matricola
0000020464	RISCALDATORE NEBULIZZATORE	11-02-2019	21-03-2019	0,000	16884
0000020112	UNITA' TRASM. X TELEMETRIA PAR	11-02-2019	21-03-2019	0,000	16705
0000019672	UNITA' TRASM. X TELEMETRIA PAR	11-02-2019	21-03-2019	0,000	16262
0000018551	POMPA A SIRINGA ASENA GH PLUS	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15854
0000018787	UNITA' TRASM. X TELEMETRIA PAR	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15716
0000018782	UNITA' TRASM. X TELEMETRIA PAR	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15711
0000018778	MONITOR INTELLIVUE MP5T	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15706
0000018777	MONITOR INTELLIVUE MP5T	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15705
0000018776	MONITOR INTELLIVUE MP5T	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15704
0000018585	UNITA' TRASM. X TELEMETRIA PAR	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15644
0000018196	ANALIZZAT-PROGR. CARDIOSTIMO	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15369
0000018124	ELETTROCARDIOGRAFO CARDIOF	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15343
0000017897	POMPA A SIRINGA ASENA GH PLUS	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15128
0000017896	POMPA A SIRINGA ASENA GH PLUS	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15127
0000017882	POMPA A SIRINGA ASENA GH PLUS	11-02-2019	21-03-2019	0,000	15113

Fig.19 Interfaccia di anagrafica dei contratti

L'importo totale di ciascun contratto è caricato su QlikView attraverso lo stesso codice dei contratti descritto nel paragrafo precedente. Tale Importo è poi diviso equamente per tutte le apparecchiature appartenenti al contratto, in modo da avere il singolo costo su ogni dispositivo. Nel dettaglio, sono stati caricati:

- 2019: 6 consegne - 18 contratti;
- 2018: 7 consegne - 14 contratti;
- 2017: 11 consegne - 22 contratti.

### 3.2.3 Richieste d'intervento

La terza e ultima macro classe di dati riguarda le richieste di intervento provenienti dai reparti e i rispettivi tempi necessari al Servizio per risolvere le manutenzioni.

Ogni unità operativa può aprire una o più richieste d'intervento (RDI) su InfoHealth relative al parco macchine appartenente al suo Centro di Costo. Le richieste sono lette e processate dai tecnici del SIC, i quali offrono un primo servizio di manutenzione interno. Nei casi in cui il loro intervento non sia sufficiente o sia presente un contratto FR, assicurativo o di comodato, si procede con l'assistenza esterna a carico del fornitore. Ad ogni RDI è associato un Ordine di Lavoro (ODL), il quale testimonia l'effettiva presa in carico del problema sul dispositivo. Ogni RDI e ogni ODL è distinto da un proprio codice univoco identificativo. Di seguito si riporta la schermata InfoHealth che restituisce le informazioni degli RDI, univoca per grafica a quella degli ODL (Fig.20).

N°Richiesta	Data RDI	Ora RDI	Descrizione RDI	Stato RDI	Annullamento	N°ODL	Stato ODL	N°Inventario	Bene	Dipartimento	N°Inventario Ente	Centro di Costo
0000049851	04-01-2016	08:32:50	non si legge	CHIUSA		0000113919	CONCLUSO	08077	ECOTOMOGRFO IE 33	BLOCCO OP. C CARDIO	38064524	Sale Operatore di Cardiocirurgia
0000049852	04-01-2016	08:48:17	letto non si blocca	CHIUSA		0000113898	CONCLUSO	08350	TAVOLO X ANGIOGRAFIA ANGIODIAGN	RADIOLOGIA INTERVENTI	38064527	Sala di Emodinamica
0000049854	04-01-2016	10:16:48	non stampa	CHIUSA		0000113920	CONCLUSO	14879	DEFIBRILLATORE HEARTSTART XL+	T.I. CARDIO		Terapia Intensiva Cardiocirurgica
0000049855	04-01-2016	10:17:18	sostituzione cavo philips M1191B	CHIUSA		0000113909	CONCLUSO	CAVTC	CAVO GENERICO TERAPIA CARDIO	T.I. CARDIO		Terapia Intensiva Cardiocirurgica
0000049856	04-01-2016	10:18:01	sostituzione cavo philips M1191B	CHIUSA		0000113908	CONCLUSO	CAVTC	CAVO GENERICO TERAPIA CARDIO	T.I. CARDIO		Terapia Intensiva Cardiocirurgica
0000049857	04-01-2016	10:22:45	sostituzione lampadina	CHIUSA		0000113941	CONCLUSO	00342	FORTE LUMINOSA X ENDOSCOPIA XE	AMBULATORI A		Amb. di Otorinolaringoiatria (ORL1)
0000049863	04-01-2016	11:22:37	PRESSIONE MINIMA DI TEST TENUTA	CHIUSA		0000113925	CONCLUSO	15111	LAVAGGIO E DISINFEZIONE ENDOSCO	AMBULATORI ENDOSCO	ISA WD 15111	Amb. Gastroenterologia/Endoscop
0000049867	04-01-2016	12:02:43	controllo per malfunzionamento	CHIUSA		0000113918	CONCLUSO	LARDB2	LARINGOSCOPIO DEG. B2	DEGENZA B2		Degenza B2
0000049869	04-01-2016	12:36:05	MALFUNZIONAMENTO	CHIUSA		0000113940	CONCLUSO	16587	TERMOMETRO GENIUS 2	SIC		Ingegneria Clinica
0000049870	04-01-2016	12:39:19	CAVO ALIMENTAZIONE GUASTO	CHIUSA		0000113921	CONCLUSO	13782	NUTRIPOMPA FLOCARE INFINITY	DEGENZA B1		Degenza B1
0000049871	04-01-2016	13:18:57	con il paziente il letto fa fatica a muoversi e fa r	CHIUSA		0000113938	CONCLUSO	16622	TAVOLO OPERATORIO 1133 22 B5 AL	BLOCCO OP. F DHC 2		Sale Operatore Generali III (BOF)
0000049872	04-01-2016	13:25:44	Cavo Adattatore BNC Femmina/RCA Maschio d	CHIUSA		0000113924	CONCLUSO	13176	ECOTOMOGRFO IE 33 XMATRIX VISI	RADIOLOGIA INTERVENTI	IT55075252	Sala di Emodinamica
0000049873	04-01-2016	15:38:30	Si spegne non appena viene urtato anche legg	CHIUSA		0000113922	CONCLUSO	16378	TERMOMETRO GENIUS 2	DEGENZA B2		Degenza B2
0000049874	04-01-2016	15:44:21	Se viene urtato anche leggermente si spegne.	CHIUSA		0000113923	CONCLUSO	15708	TERMOMETRO GENIUS 2	DEGENZA C2		Degenza C2
0000049875	04-01-2016	16:11:41	errore	CHIUSA		0000115468	CONCLUSO	08979	POMPA A SIRINGA ASENA GH	T.I. GENERALE		Terapia Intensiva Generale
0000049876	04-01-2016	17:45:52	"GUAINA DANNeggiATA"	CHIUSA		0000113926	CONCLUSO	CAVSTE	CAVO GENERICO STERILIZZAZIONE	STERILIZZAZIONE		Sterilizzazione
0000049877	05-01-2016	08:14:14	quasto sistema respiratorio	CHIUSA		0000113936	CONCLUSO	09801	APP. X ANESTESIA PRIMUS	BLOCCO OP. F DHC 2		Sale Operatore Generali III (BOF)
0000049878	05-01-2016	09:00:33	FLUORANGIOGRAFO ROTTO	CHIUSA		0000113927	CONCLUSO	10672	FLUORANGIOGRAFO (OFTALMOSCOPI	AMBULATORI II (B5 1P)		Ambulatorio di Oculistica (OCU1)
0000049879	05-01-2016	10:28:15	Rumore anomalo verificato in corso di visita tec	CHIUSA		0000113939	ANNULLATO	11242	ALIMENTATORE SISTEMA RAFFREDD	LAB. RICERCA IMMUNOL	2 FOTONI	Lab. Ricerca di Immunologia
0000049880	05-01-2016	11:36:38	NON STAMPA REFERTO	CHIUSA		0000113930	CONCLUSO	15346	PERSONAL COMPUTER LATITUDE ES	AMBULATORI A		Ambulatorio Neurologia II (NEU2)
0000049881	05-01-2016	14:46:21	CAVO SATURAZIONE MINDRY	CHIUSA		0000113935	CONCLUSO	CAVDD2	CAVO GENERICO DEG. D2	DEGENZA D2		Degenza D2
0000049882	05-01-2016	16:34:50	non funziona	CHIUSA		0000118167	CONCLUSO	08093	POMPA A SIRINGA ASENA PK	T.I. CARDIO		Terapia Intensiva Cardiocirurgica
0000049883	05-01-2016	17:26:01	il monitor non si accende	CHIUSA		0000113942	CONCLUSO	11630	MONITOR TV X BIOMM. SCWU26-A15	BLOCCO OP. D GEN 2		Urologia (URO1)
0000049888	05-01-2016	18:05:32	NON RILEVA L'IMMAGINE	CHIUSA		0000113947	SOSPESO	13611	SONDA ECOGRAFICA CONVEX INTRA	STERILIZZAZIONE		Chirurgia Generale III (CHG3)

Fig. 20 Interfaccia per gli RDI

Anche in questo caso è lo stesso InfoHealth ad essere la fonte dei dati caricati dall'algoritmo di connessione su QlikView.

Per quanto riguarda le RDI, sono stati caricati la Data RDI, il Reparto Richiedente, la Descrizione, il tipo di RDI e lo Stato RDI.

La data si riferisce al giorno di apertura e, in caso sia presente, di chiusura della richiesta mentre la descrizione è inserita dal reparto richiedente in base al guasto rilevato. L'attributo "Tipo RDI" permette una scrematura iniziale sul tipo di guasto dell'apparecchiatura, che può essere una rottura accidentale o un malfunzionamento. Infine, lo stato si riferisce all'effettiva situazione di presa in carico da parte del SIC, e quindi può essere "da fare" (non ancora preso in carico), "in corso" e "chiuso con l'apertura di ODL". Di seguito si riporta parte del codice di caricamento dei dati delle RDI.

RDI:

**load**

```
ID_MAC           as [ID_MAC],
ID_RDI           as [ID_RDI],
date(DTRIIN)     as [Data RdI],
CDREPA          as [Reparto Richiedente],
DS_RDI          as [Descrizione],
CDTRDI          as [Tipo RDI],
DESTAT          as [Stato RDI];
```

**SQL** select \*

from dbo.rdi\_SICICH;

In maniera analoga, le informazioni caricate per gli ODL riguardano ID ODL, Codice Tipo ODL, Stato ODL e data ODL (sia quella di apertura che di chiusura). Anche in questo caso, la data si riferisce al giorno di apertura e chiusura dell'ODL.

Mentre i costi sono caricati solamente nel triennio di analisi, i dati delle RDI coprono tutto il periodo di vita delle macchine all'interno della struttura.

## 3.3 Implementazione del cruscotto

### 3.3.1 Business Intelligence – QlikView

La Business Intelligence (BI) è un processo basato sulla tecnologia per l'analisi dei dati e la rappresentazione grafica di informazioni utilizzate dagli utenti finali per prendere decisioni aziendali informate.

La BI comprende una vasta gamma di strumenti, applicazioni e metodologie che consentono alle organizzazioni di raccogliere dati da sistemi interni e fonti esterne, prepararli per l'analisi, sviluppare ed eseguire query su tali dati e creare report, dashboard e visualizzazioni dei dati per rendere disponibili i risultati analitici ai decisori aziendali, così come ai lavoratori operativi.

Nel complesso, il ruolo della BI è dunque quello di migliorare l'accesso ai dati dell'azienda e utilizzarli in maniera più consapevole e operativa sia nei processi decisionali che nelle azioni quotidiane dei dipendenti.

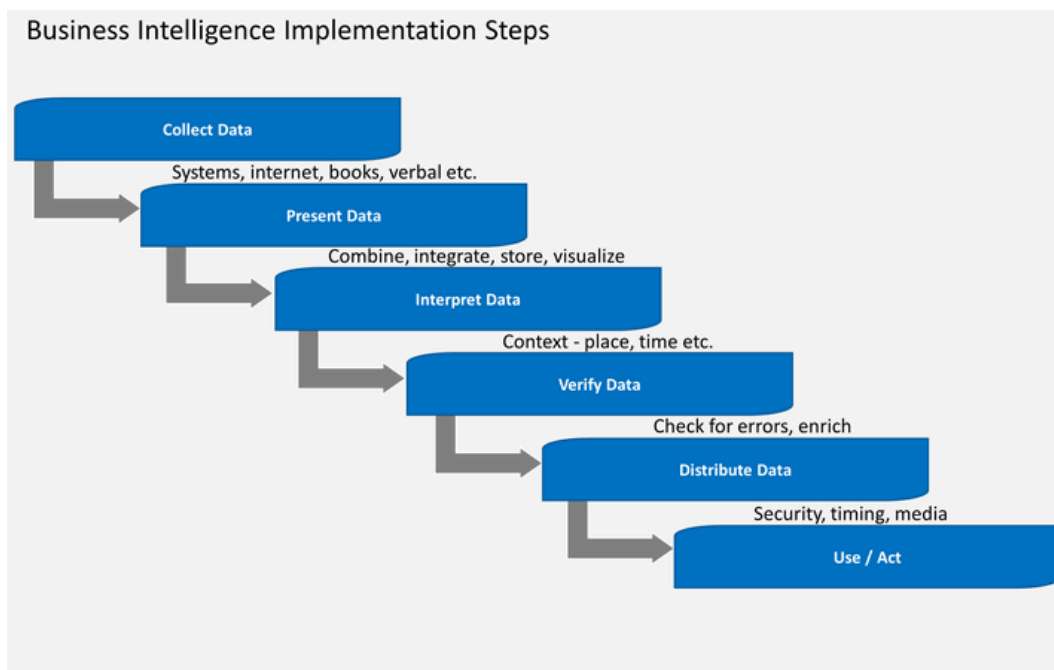
Altri potenziali vantaggi degli strumenti di business intelligence includono:

- l'accelerazione e il miglioramento del processo decisionale;
- l'ottimizzazione dei processi aziendali interni;
- l'aumento dell'efficienza operativa;
- l'individuazione dei problemi aziendali che devono essere affrontati.

I dati di BI possono includere informazioni storiche archiviate in data warehouse, nonché nuovi dati raccolti dai sistemi di origine man mano che vengono generati [26].

Le fasi che distinguono un sistema di BI sono, in sintesi:

- la raccolta dei dati aziendali attraverso una o più fonti. I dati estratti tendono a essere frammentati e destrutturati;
- la pulizia, validazione e integrazione di tali dati;
- l'elaborazione e aggregazione dei dati;
- l'utilizzo delle informazioni ottenute nei processi decisionali e operativi (Fig.21).



*Fig.21 Step di Business Intelligence*

Come già accennato, lo strumento di BI utilizzato in questa tesi è stato QlikView. QlikView permette di caricare in pochi minuti dati estratti da fonti diverse; nel caso del presente lavoro, le informazioni sono state prese tutte da InfoHealth. QlikView consente, inoltre, di effettuare query dirette e indirette su tutti i dati, a livello globale o all'interno di un singolo campo.

La funzione che rende l'utilizzo di tale software vantaggioso è la possibilità di creare nuovi aggregati di dati in modo immediato e di poterli modificare altrettanto facilmente. Ogni tabella è infatti modificabile in pochi passaggi attraverso l'aggiunta o l'eliminazione di campi d'informazioni. Inoltre, è presente l'opzione di estrapolazione dei dati su Excel.

La funzione dei filtri è una parte importante del software: quando l'utente seleziona un punto dati in un campo, non sono attivate query per quel campo, bensì tutti gli altri campi si filtrano istantaneamente in base alla selezione effettuata dall'utente [27].

In Fig.22 si riportano i principali filtri utilizzati all'occorrenza in tutte le viste del cruscotto. Il filtro delle apparecchiature consente di filtrare per i dati anagrafici dei beni, e quindi per classe, modello, fornitore e così via.

Il parco macchine è sempre filtrato in base allo stato oggetto "disponibile" e "indisponibile", in modo da essere certi di compiere l'analisi per obsolescenza sui beni esistenti al momento. Per analisi negli anni passati invece tale filtro è tolto.

FILTRO APPARECCHIATURE		
ID_MAC	▼	<input type="radio"/>
ID_RDI	▼	<input type="radio"/>
Inv. Tecnico	▼	<input type="radio"/>
Classe	▼	<input type="radio"/>
Stato OdL	▼	<input type="radio"/>
MODELLO	▼	<input type="radio"/>
Descrizione Oggetto	▼	<input type="radio"/>
Reparto	▼	<input type="radio"/>
Centro di Costo	▼	<input type="radio"/>
FORNITORE	▼	<input type="radio"/>
SISTEMA	▼	<input type="radio"/>
CONSTRUTTORE	▼	<input type="radio"/>
MANUTENTORE	▼	<input type="radio"/>

Stato Oggetto		
ALIENATO	IN ATTESA SERVIZIO	INDISPONIBILE
DISPONIBILE	IN DISUSO	

*Fig.22 Filtri del cruscotto*

Come spiegato ad inizio capitolo, l'aggregazione dei dati segue la filosofia di Deming. Sono state dunque create otto pagine, dette "Viste" in cui vengono presentati i dati necessari alle varie analisi.

Nei paragrafi successivi saranno spiegati nel dettaglio i contenuti delle Viste, raggruppate come espresso nel seguente elenco:

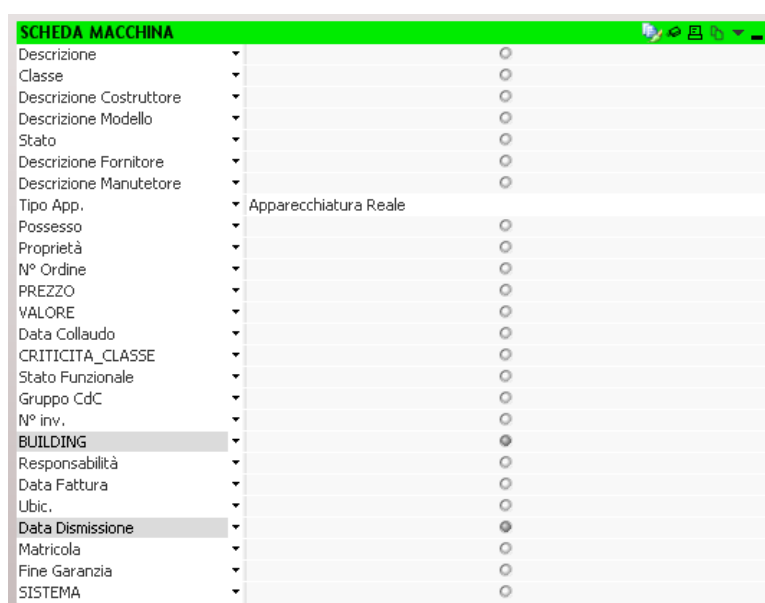
- Panoramica anagrafiche (Vista I)
- DashBoard dei KPI (Vista II)
- Indice di Priorità di sostituzione (Vista III)
- Analisi macro aree (Vista IV)
- Viste tecniche (Vista V, Vista VI, Vista VII)
- Validazione dell'analisi (Vista VIII)

Per la visione grafica d'insieme di ciascuna vista si rimanda all'Appendice.

### 3.3.2 Panoramica anagrafiche (VISTA I)

La prima vista del cruscotto fornisce una panoramica generale delle informazioni anagrafiche delle macchine.

La tabella principale (riportata in Fig.23) restituisce la schermata della Scheda Macchina, ossia della scheda prodotta durante il collaudo di una nuova apparecchiatura. Filtrando per numero d'inventario, i dati anagrafici della macchina diventano visibili nei rispettivi campi; inoltre, la tabella può essere esportata su Excel e inviata alla direzione.



SCHEDA MACCHINA	
Descrizione	<input type="radio"/>
Classe	<input type="radio"/>
Descrizione Costruttore	<input type="radio"/>
Descrizione Modello	<input type="radio"/>
Stato	<input type="radio"/>
Descrizione Fornitore	<input type="radio"/>
Descrizione Manutetore	<input type="radio"/>
Tipo App.	Apparecchiatura Reale
Possesso	<input type="radio"/>
Proprietà	<input type="radio"/>
N° Ordine	<input type="radio"/>
PREZZO	<input type="radio"/>
VALORE	<input type="radio"/>
Data Collaudo	<input type="radio"/>
CRITICITA_CLASSE	<input type="radio"/>
Stato Funzionale	<input type="radio"/>
Gruppo CdC	<input type="radio"/>
N° inv.	<input type="radio"/>
<b>BUILDING</b>	<input checked="" type="radio"/>
Responsabilità	<input type="radio"/>
Data Fattura	<input type="radio"/>
Ubic.	<input type="radio"/>
Data Dismissione	<input checked="" type="radio"/>
Matricola	<input type="radio"/>
Fine Garanzia	<input type="radio"/>
SISTEMA	<input type="radio"/>

Fig.23 Scheda Macchina

Per conoscere il numero reale dei dispositivi in uso, è stato prima necessario verificare l'effettiva disponibilità del bene in struttura. Poiché la disponibilità varia a seconda del periodo temporale considerato, sono state considerate tre diverse circostanze:

- Disponibilità attuale (in disuso, alienato, disponibile). L'attributo è preso direttamente da InfoHealth e si riferisce all'ultimo caricamento dei dati su QlikView.

- Disponibilità in un periodo di analisi prestabilito. In questo caso, si desidera avere la disponibilità delle macchine all'interno di un intervallo scelto, sia in maniera binaria (disponibile – 1; non disponibile – 0) che in percentuale rispetto ai mesi di effettiva disponibilità.

Sono state create le variabili nei quali inserire i valori di inizio e fine dell'intervallo desiderato (*INIZIO* e *FINE*), mentre il calcolo della disponibilità è avvenuto attraverso i passaggi riportati di seguito.

- La data di inizio analisi è calcolata attraverso un ciclo *if*. Se la data di inizio gestione del bene è antecedente alla variabile *INIZIO*, l'apparecchiatura è stata collaudata prima del periodo considerato e quindi si considera la data *INIZIO* come punto di partenza della disponibilità della macchina. In caso contrario, la macchina è stata collaudata dopo l'inizio del periodo scelto, quindi la disponibilità parte della data di inizio gestione effettiva.

= *if* ([Data Inizio Gestione] < *INIZIO*, *INIZIO*, [Data Inizio Gestione])

- La data di fine analisi è stata calcolata valutando anche lo stato dell'oggetto in questione. In caso in cui l'apparecchiatura sia disponibile, indisponibile, oppure nel caso in cui la data dismissione sia più avanti nel tempo della variabile *FINE* scelta, allora si considera *FINE* come il momento ultimo della disponibilità del bene. In caso contrario, la data di dismissione è l'effettiva data in cui l'apparecchiatura non è più disponibile.

= *if* (([Stato Oggetto]='DISPONIBILE') OR ([Stato Oggetto]='INDISPONIBILE') OR ([Data Dismissione] > *FINE*), *FINE*, [Data Dismissione])

- La disponibilità in formato binario è calcolata attribuendo “1” agli anni dell'intervallo selezionato compresi negli estremi di disponibilità calcolati, e “0” per gli anni esterni.



=if(([Data Inizio Gestione] > FINE) OR ([Data Dismissione]< INIZIO),  
0,1)

- Poichè un bene può non essere stato disponibile in tutto l'anno segnalato dalla disponibilità binaria, è stata quantificata la disponibilità in formato percentuale. Questa è calcolata come riportato nella riga di codice sottostante:

= ([Data Fine Analisi]-[Data Inizio Analisi])/(FINE - INIZIO)\*[Disponibilità periodo analisi]

- Disponibilità in una data fissa. E' utilizzata per conoscere lo stato dell'apparecchiatura in una data precisa. In questo caso, la variabile **INIZIO** contiene la stessa data della variabile **FINE**, mentre il metodo di calcolo è lo stesso descritto nel punto precedente.

E' stata calcolata in maniera binaria in quanto è sufficiente sapere se la macchina è presente o meno in struttura in tale data. Di seguito si riporta la riga di codice che compie il calcolo.

= if (( [Data Inizio Gestione] < DATA and [Data Dismissione]> DATA), 1, 0)

Una volta calcolata la disponibilità, si può procedere con il conteggio delle macchine.

In Fig.24 si riporta la numerosità delle apparecchiature presenti nel periodo di analisi compreso tra il 1 Gennaio 2016 e il 27 Luglio 2019.

Disponibilità- Periodo Analisi		
FINE	=	24/07/2019
INIZIO	=	01/01/2016
Disponibilità apparecchiatura		
Classe_IP5	Descrizione Mod...	TNUMEROSITA'
RISONANZA MAGNETICA (RMN)	+	2
TAC	+	3
APP. PORTATILE X RADIOSCOPIA	+	11
ECOTOMOGRFO	+	12
SIST. X ANGIOGRAFIA DIGITALE	+	2
APP. PORTATILE X RADIOGRAFIA	+	5
GRUPPO RADIOLOGICO	+	2
SIST. ACQUISIZIONE IMMAGINI	+	1
WORKSTATION DIAGNOSTICA X IMMAGINI	+	1

Fig.24 Disponibilità delle apparecchiature

La disponibilità attuale è generalmente quella più utilizzata durante le attività quotidiane e perciò è riportata in una tabella separata (Fig.25). Ottenere il conteggio delle apparecchiature in uso, è necessario filtrare l'attributo di Stato di Bene con "Disponibile". Il conteggio delle macchine è riportato per classe per modello ma si ricorda che modificando le impostazioni della tabella, si possono inserire altri raggruppamenti, quali fornitore reparto e così via.

L'algoritmo di calcolo è dato da un semplice conteggio algebrico:  $=\text{count}([\text{Inv. Tecnico}])$

Classe	Descrizione Mod...	Conteggio
APP. PORTATIL...		5
APP. PORTATIL...		11
ARMADIO RIC...		1
ARMADIO SERV...		1
BATTERIA		1
BOBINA PAZIE...		7

Fig.25 Conteggio numero d'inventario

La VistaI contiene infine una tabella con le principali informazioni di base del parco macchine (Fig.26). In questo caso, la divisione è fatta per numero d'inventario: a ciascun bene viene associata la descrizione, la matricola, il sistema di appartenenza, lo stato attuale, la data di collaudo, il numero e la data dell'ordine e il valore d'acquisto (non riportato nella figura).

INVENTARI PER AMMINISTRAZIONE								
INVENTARIO ICH	DESCRIZIONE	MATRICOLA	FORNITORE	SISTEMA	STATO	DATA COLLAUDO	N° ORDINE	DATA ORDINE
05020	APP. PORTATILE X RADIOSCOP...	01J0EQ0405N42	PHILIPS SPA	Portable x Radioscopia 04 - BV Libra 9 cf. 38064503	DISPONIBILE	27/10/2003	2003/4288	25/07/2003
05018	DISPLAY MMM17AB	AN030325002577	PHILIPS SPA	Portable x Radioscopia 04 - BV Libra 9 cf. 38064503	DISPONIBILE	27/10/2003	2003/4288	25/07/2003
05019	DISPLAY MMM17AB	AN030325002576	PHILIPS SPA	Portable x Radioscopia 04 - BV Libra 9 cf. 38064503	DISPONIBILE	27/10/2003	2003/4288	25/07/2003
05021	RIPRODUTTORE VIDEO-DIGIT. ...	55318	PHILIPS SPA	Portable x Radioscopia 04 - BV Libra 9 cf. 38064503	DISPONIBILE	27/10/2003	2003/4288	25/07/2003
04770	DISPLAY 180P2G	HD000306003518	PHILIPS SPA	EASY VISION 04 - CT VISION MxView EXP W5 cf. 38064505	DISPONIBILE	26/09/2003	2003/4288	25/07/2003
04771	PERSONAL COMPUTER PRECISI...	CG5LR03	PHILIPS SPA	EASY VISION 04 - CT VISION MxView EXP W5 cf. 38064505	DISPONIBILE	26/09/2003	2003/4288	25/07/2003
05028	APP. PORTATILE X RADIOGRAF...	P2-868	PHILIPS SPA	Portable per Radiografia 03 - PRACTIX 100 PLUS cf. 38064504	DISPONIBILE	27/10/2003	2003/4288	25/07/2003
06171	PERSONAL COMPUTER WHL	6GMR31J	PHILIPS SPA	EASY VISION 05 - ViewForum RMN 05 cf. 38064512	DISPONIBILE	13/07/2004	2003/7641	31/12/2003
06150	INIEETTORE X RISONANZA MAG...	300421111409	PHILIPS SPA	Iniettore 04 RMN1, ST GE - SPECTRIS SOLARIS 55MR300 cf. 1349	DISPONIBILE	06/07/2004	2003/7641	31/12/2003
03911	GRUPPO RADIOLOGICO OPTIM...	950203	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 02-BUCKY DIAGNOST TC-cf. 37530006	DISPONIBILE	01/12/1995	T1995/00317...	03/08/1995
03912	TAVOLO X PAZIENTE X APP. RA...	0137 (9500037)	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 02-BUCKY DIAGNOST TC-cf. 37530006	DISPONIBILE	01/12/1995	T1995/00317...	03/08/1995
03913	TELERADIOGRAFO BUCKY DIAG...	0859 (9500208)	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 02-BUCKY DIAGNOST TC-cf. 37530006	DISPONIBILE	01/12/1995	T1995/00317...	03/08/1995
03914	STATIVO COLONNA X APP. RAD...	...	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 02-BUCKY DIAGNOST TC-cf. 37530006	DISPONIBILE	01/12/1995	T1995/00317...	03/08/1995
03915	CONSOLLE OPTIMUS 50 (9890 ...	950203	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 02-BUCKY DIAGNOST TC-cf. 37530006	DISPONIBILE	01/12/1995	T1995/00317...	03/08/1995
03917	GRUPPO RADIOLOGICO OPTIM...	961073	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 03-BUCKY DIAGNOST TH-cf. 37530002	DISPONIBILE	15/07/1996	T1995/00317...	03/08/1995
03916	CONSOLLE OPTIMUS 65 (9890 ...	961073	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 03-BUCKY DIAGNOST TH-cf. 37530002	DISPONIBILE	15/07/1996	T1995/00317...	03/08/1995
03918	TAVOLO X PAZIENTE X APP. RA...	9600149	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 03-BUCKY DIAGNOST TH-cf. 37530002	DISPONIBILE	15/07/1996	T1995/00317...	03/08/1995
03919	TELERADIOGRAFO BUCKY DIAG...	0869 (9500233)	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 03-BUCKY DIAGNOST TH-cf. 37530002	DISPONIBILE	15/07/1996	T1995/00317...	03/08/1995
03920	STATIVO PENSILE X APP. RADL...	9600156	PHILIPS SPA	Sis. Radiologico 03-BUCKY DIAGNOST TH-cf. 37530002	DISPONIBILE	15/07/1996	T1995/00317...	03/08/1995

Fig.26 Inventari per apparecchiature

### 3.3.3 Creazione della Dashboard dei KPI (VISTA II)

La seconda vista fornisce la visuale grafica degli indicatori di performance (KPI) utilizzati per monitorare le prestazioni manutentive del Servizio. I KPI rappresentano un metodo di misurazione generale efficiente e garantiscono un confronto tra i dati raccolti e i trend attesi [28]. La scelta dei KPI si basa su una serie di requisiti fondamentali [29]:

- Completezza: il sistema deve misurare tutte le parti nelle quali si può suddividere ciascun concetto descrittivo dei servizi.
- Rilevanza: il sistema deve supportare i processi decisionali dell'ufficio. Gli indicatori devono fornire informazioni riguardo all'individuazione delle alternative di scelta e alla comprensione delle relazioni esistenti tra le decisioni prese e il raggiungimento degli obiettivi.
- Flessibilità: il sistema si deve poter adattare alle esigenze della misurazione, che possono variare con notevole rapidità in quanto legate alla dinamicità dei fenomeni aziendali da monitorare e ai cambiamenti dell'ambiente esterno.
- Comprensibilità: il sistema deve contenere informazioni leggibili e di facile lettura in modo tale da poter integrare più facilmente gli obiettivi e i risultati di performance dell'ingegneria clinica nei processi dell'impresa.

Il processo di costruzione degli indici di performance comincia con l'analisi dei processi da monitorare (ossia i costi di manutenzione, richieste d'intervento, tempistiche d'intervento) e procede con la stesura di una lista teorica dei KPI individuati. Una volta identificata la metodologia di calcolo e delle dimensioni di analisi, si passa alla loro progettazione. Infine, si effettua un processo di verifica e validazione attraverso la valutazione della loro effettiva utilità ed efficienza nel tempo.

Gli indicatori individuati sono divisi in tre macro aree di riferimento [30]:

- 1) Indicatori di Costo: Sono utilizzati per analizzare i costi annessi alla gestione del parco macchine (KPI4; KPI5; KPI6; KPI7). L'indicatore del costo medio di Full Risk (KPI1) è l'unico a presentare una soglia di accettabilità del valore, che deve essere inferiore al 10%.
- 2) Indicatori di Tempo: forniscono una vista dell'efficacia del servizio in termini di risoluzione dei guasti nei tempi target stabiliti, per ogni tipo d'intervento (KPI1; KPI2; KPI3). Presentano due soglie accettabilità: il valore ideale dovrebbe essere

superiore a 80%, nonostante sia considerato accettabile anche un risultato compreso nell'intervallo che va tra il 60% e 80%.

- 3) Indicatori di Efficienza: Sono correlati all'analisi delle richieste d'intervento aperte dai reparti (KPI8, KPI9).

Di seguito si riportano i KPI creati, divisi per le tre categorie.

**1) INDICATORI DI COSTO**

KPI1	
DESCRIZIONE	Costo medio Full Risk in relazione al valore d'acquisto
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{Costo FR}) / \sum (\text{Valore d'Acquisto})$
UNITA' DI MISURA	Percentuale
PERIODICITA'	Annuale
SOGLIA DI ACCETTABILITA'	< 10 %

*Tabella4 Dati KPI1*

KPI2	
DESCRIZIONE	Costo medio di manutenzione per ogni RdI
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{Costo Manutenzione}) / \sum (\text{RdI})$
UNITA' DI MISURA	Valuta (€) / Numero
PERIODICITA'	Annuale

*Tabella5 Dati KPI2*

KPI3	
DESCRIZIONE	Costo medio di manutenzione per ogni macchina
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{Costo Manutenzione}) / \text{TOT Macchine}$
UNITA' DI MISURA	Valuta (€) / Numero
PERIODICITA'	Annuale

*Tabella6 Dati KPI3*

## 2) INDICATORI DI TEMPO

KPI4	
DESCRIZIONE	Percentuale del numero di risoluzioni degli OdL tramite tecnico interno (TT 1 gg)
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{OdL interni chiusi in TT}) / \sum (\text{OdL interni})$
UNITA' DI MISURA	Percentuale
PERIODICITA'	Annuale
SOGLIA DI ACCETTABILITA'	Intervallo Limite di Accettazione: 60% - 80% Intervallo Ideale: > 80%

*Tabella7 Dati KPI4*

KPI5	
DESCRIZIONE	Percentuale del numero di risoluzioni degli OdL tramite uscita tecnico (TT 7 gg)
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{OdL icon uscita tecnico chiusi in TT}) / \sum (\text{OdL con uscita tecnico})$
UNITA' DI MISURA	Percentuale
PERIODICITA'	Annuale
SOGLIA DI ACCETTABILITA'	Intervallo Limite di Accettazione: 60% - 80% Intervallo Ideale: > 80%

*Tabella8 Dati KPI5*

KPI6	
DESCRIZIONE	Percentuale del numero di risoluzioni degli OdL tramite uscita dell'app. dalla struttura(TT 15 gg)
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{OdL con uscita app. in TT}) / \sum (\text{OdL con uscita app.})$
UNITA' DI MISURA	Percentuale
PERIODICITA'	Annuale
SOGLIA DI ACCETTABILITA'	Intervallo Limite di Accettazione: 60% - 80% Intervallo Ideale: > 80%

*Tabella9 Dati KPI6*

KPI7	
DESCRIZIONE	Percentuale del numero di risoluzioni degli OdL in TT in funzione del totale degli OdL
METODO DI CALCOLO	$[\sum (\text{ODL con uscita app. in TT}) + \sum (\text{ODL con uscita tecnico chiusi in TT}) + \sum (\text{ODL interni chiusi in TT})] / \sum (\text{ODL chiusi})$
UNITA' DI MISURA	Percentuale
PERIODICITA'	Annuale
SOGLIA DI ACCETTABILITA'	Intervallo Limite di Accettazione: 60% - 80% Intervallo Ideale: > 80%

*Tabella10 Dati KPI7*

### 3) INDICATORI DI EFFICIENZA

KPI8	
DESCRIZIONE	Richieste d'intervento prese in carico nelle successive 24h dall'apertura della richiesta stessa
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{RdI assegnati in 24h}) / \sum (\text{RdI})$
UNITA' DI MISURA	Percentuale
PERIODICITA'	Annuale
SOGLIA DI ACCETTABILITA'	< 90%

*Tabella11 Dati KPI8*

KPI9	
DESCRIZIONE	Numero RdI medio per macchina in ogni Area
METODO DI CALCOLO	$\sum (\text{Numero RdI}) / \sum (\text{Numero Macchine\_Area})$
UNITA' DI MISURA	Percentuale
PERIODICITA'	Annuale

*Tabella12 Dati KPI9*

### 3.3.4 Creazione dell'IPS (VISTA III)

La terza vista del Cruscotto contiene la tabella di calcolo dell'Indice di Priorità di Sostituzione (IPS), la cui definizione rappresenta un compito cruciale nel sistema di gestione del parco macchine. Questo viene, infatti, utilizzato come macro filtro per quelle apparecchiature che necessitano un'analisi approfondita di obsolescenza.

L'IPS è calcolato come somma pesata di un certo numero di attributi rilevanti per la descrizione dell'efficienza delle apparecchiature.

La letteratura è ricca di diversi approcci di prioritizzazione per le apparecchiature mediche. Nello studio di Luca Armisi è presentato un IPS costruito sulla base di cinque attributi (ognuno variabile tra 0 e 20) rappresentativi delle variabili che maggiormente impattano sull'Ospedale Policlinico di Tor Vergata: affidabilità, criticità (stima di quanto risulti dannosa l'eventualità di non poter usare una data apparecchiatura), economicità (confronto del costo complessivo della gestione di ogni dispositivo con un valore ritenuto congruo), efficacia clinica e vetustà [31].

Un altro studio costruisce l'IPS sulla base di 10 attributi, aggiungendo ai più comuni (come la vetustà e i costi di manutenzione) anche alcuni più inusuali come la "preferenza clinica" (parametro soggettivo che misura le preferenze dell'operatore) e il "cost benefits" (misura di come un aumento delle prestazioni o delle risorse di una tecnologia possa portare ad una complessiva diminuzione dei costi) [32].

Ancora, in un altro articolo gli autori sviluppano un indice di prioritizzazione applicato alla manutenzione preventiva, utilizzando 11 attributi divisi in categorie: costi, competenze dell'utilizzatore, garanzia di prestazione, calcolo dei rischi e conformità standard [33].

In ciascuno studio i parametri ed i pesi utilizzati sono stati scelti in base ai servizi della struttura ospedaliera di riferimento, e quindi in maniera personalizzata alla propria situazione. Anche il numero di attributi varia con le stesse modalità. Ad ogni modo, è possibile notare come alcuni parametri siano ricorrenti in molti studi: attributi come la vetustà e il conteggio dei costi di manutenzione, ad esempio, non possono mancare nell'analisi dell'obsolescenza di tutte le apparecchiature.

Per la costruzione dell'indice della presente tesi si è partiti dall'IPS già presente in struttura [34]. Tale indice è composto da 10 attributi e può assumere un valore compreso tra 0 e 10 a seconda dei singoli valori dei parametri scelti.

E' inoltre presente una soglia superiore (IPSmax, pari a 7) e una soglia inferiore (IPSmin, pari a 4.5): se il valore di IPS supera la soglia superiore allora la sostituzione dell'apparecchiatura doveva essere contemplata nel più breve tempo possibile; visivamente è evidenziato il valore di IPS con uno sfondo di colore rosso.

Nel caso in cui il valore di IPS sia posizionato tra la soglia superiore e la soglia inferiore allora la sostituzione dell'apparecchiatura è essere considerata differibile, (evidenziazione con sfondo di colore giallo). Se invece il valore di IPS non supera la soglia inferiore, la sostituzione dell'apparecchiatura non è necessaria (evidenziazione con sfondo di colore verde).

Di seguito si riporta una rappresentazione schematica dei parametri dell'IPS precedente al seguente lavoro di tesi (Fig.27).

<b>Parametro</b>	<b>Descrizione Parametro</b>	<b>Valore Parametro</b>	<b>Valore Peso pi</b>	<b>Note Parametro</b>
<b>X1</b>	Vetustà	0 ; 0.5 ; 1	p1 = 0 ; 1	Assegnato in base all'età rispetto ad un valore soglia medio della classe
<b>X2</b>	Stato funzionale	0 ; 1	p2 = 0 ; 1	Assegnato in base allo stato d'uso rispetto ad un valore soglia
<b>X3</b>	Esistenza pezzi di ricambio	0 ; 1	p3 = 0 ; 1	Assegnato in base all'esistenza o meno di ricambi
<b>X4</b>	Grado d'uso	0 ; 1	p4 = 0 ; 1	Assegnato in base al grado di utilizzo
<b>X5</b>	Criticità	0 ... 1	p5 = 0 ; 1	
<b>X6</b>	Affidabilità	0 ; 0.5 ; 1	p6 = 0 ; 1	Assegnato in base al numero di guasti rapportati ad un valore soglia medio della classe
<b>X7</b>	Disponibilità	0 ; 0.5 ; 1	p7 = 0 ; 1	Assegnato in base al numero di giorni di fermo macchina per guasto (Uptime) rispetto ad un valore soglia medio
<b>X8</b>	Idoneità clinica	0 ; 1	p8 = 0 ; 1	
<b>X9</b>	Adeguatezza tecnica	0 ; 1	p9 = 0 ; 1	
<b>X10</b>	Costo manutenzione	0 ; 0.5 ; 1	p10 = 0 ; 1	Assegnato in base ai costi di manutenzione sostenuti rispetto ad un valore soglia della classe

*Fig.27 Parametri dell'IPS*



Nonostante tale IPS sia stato costruito in linea con le direttive presenti in letteratura, non risulta essere completamente operativo: è stato verificato infatti che alcuni parametri, al momento, non possono essere considerati attendibili in quanto il database a cui fanno riferimento non è, nella prassi delle mansioni d'ufficio, mantenuto aggiornato.

Di seguito si analizzano, in ordine, tutti gli indici che sono stati scartati per la creazione del nuovo IPS.

- X2: l'indice dello "stato funzionale" è calcolato partendo dalla voce dello "stato d'uso" presente per ogni bene su InfoHealth. Tale voce è inserita per la prima volta in data di collaudo ma raramente è aggiornata nel tempo.
- X4: Il campo riferito al "grado d'uso" non è facilmente compilabile in quanto, per essere sempre aggiornato, richiederebbe un'indagine continua tramite il coinvolgimento del personale nei reparti in cui sono situate le apparecchiature. Tale procedura sarebbe molto dispendiosa in termini di tempo, oltre ad non avere certezza sull'imparzialità di giudizio degli operatori.
- X5: la "criticità" dovrebbe tenere conto non solo della criticità dell'apparecchiatura in termini intrinseci (classi di criticità) ma anche delle esigenze sanitarie e dell'unità operativa di appartenenza. Anche in questo caso sarebbe richiesta un'analisi continua e imparziale per ogni singola macchina.
- X6: "L'affidabilità" dell'apparecchiatura è calcolata confrontando il numero di interventi di MC effettuati sull'apparecchiatura stessa durante l'ultimo anno e la media del numero di interventi di MC effettuati su tutte le apparecchiature del medesimo modello.
- Analizzando alcuni modelli si è verificato che tale modalità di calcolo non è considerata significativa in tutti i casi. Per alcuni modelli, infatti, il totale degli interventi di manutenzione è un numero irrilevante: tale numero rende critico l'unica apparecchiatura che ha un numero di interventi maggiore delle altre ma ancora nei range di accettabilità. Un possibile sviluppo futuro della tesi potrebbe consistere nell'aggiungere all'IPS tale attributo, magari cambiando modalità di calcolo.

- X9: “L’adeguatezza tecnica” si riferisce alla sicurezza e ad eventuali situazioni di pericolo evidenziate dagli operatori. Anche in questo caso, sono necessari i dati soggettivi e continuativi degli operatori.

Dalla seguente analisi si evince come l’impossibilità di usare questi parametri sia dovuta principalmente dalla mancanza dei dati necessari: le attività del servizio al momento non consentono infatti di compilare e mantenere aggiornato il database di tali campi. Per evitare di insorgere in bias dunque è stato scelto di lavorare solo sugli indici con database completo e in continuo aggiornamento.

E’ stato creato un nuovo IPS contenente i cinque parametri restanti. In fig.28 si riporta la tabella grafica presente nella Vista III. Gli attributi che partecipano all’analisi sono la vetustà, i pezzi di ricambio, la disponibilità, l’idoneità clinica e i costi di manutenzione. Sono state mantenute le soglie (IPSmin; IPSmax) del primo IPS. L’IPS è calcolato per ogni numero d’inventario; nella visualizzazione grafica di QlikView, all’attributo ID sono stati affiancati il Codice Oggetto, la Classe, il Modello, la Data del Collaudo, il reparto di appartenenza e il valore d’acquisto (omesso in figura). Va ricordato che l’IPS è calcolato solo per l’anno corrente e per le apparecchiature reali con stato disponibile ed indisponibile; sono quindi esclusi dall’analisi i beni alienati.

Dettagli IPS											
SOSTITUZIONE	Codic...	Classe_IPS	Data collaudo	Reparto	Inventario	IPS	/11	I3	I7	I8	I10
PIANIFICARE	00000...	CARRELLO A...	01/01/2015	STERILIZZAZIONE	SCARICHI CISA	6,00	1,00	3	0,00	0,00	2,00
PIANIFICARE	00000...	MONITOR	12/06/2009	BLOCCO OP. E DHC	10967	6,00	2,00	3	0,50	0,00	0,50
PIANIFICARE	00000...	VIDEOLAPAR...	06/11/2007	STERILIZZAZIONE	MM1036	5,96	2,00	3	0,50	0,00	0,46
PIANIFICARE	00000...	MONITOR	05/03/2008	BLOCCO OP. E DHC	09891	5,93	2,00	3	0,50	0,00	0,43
PIANIFICARE	00000...	APP. PORTAT...	30/05/2007	RADIOLOGIA CCP	09192	5,80	2,00	3	0,50	0,00	0,30
PIANIFICARE	00000...	APP. PORTAT...	22/06/2006	BLOCCO OP. C CARDIO	08021	5,66	2,00	3	0,50	0,00	0,16
PIANIFICARE	00000...	APP. PORTAT...	27/10/2003	RADIOLOGIA	05028	5,65	2,00	3	0,50	0,00	0,15
PIANIFICARE	00000...	LETTO Elett...	21/11/2003	U.C.C.	05274	5,50	2,00	3	0,50	0,00	0,00
PIANIFICARE	00000...	LETTO X DEG...	15/01/2004	D.H. ONCOLOGICO	05450	5,50	2,00	3	0,50	0,00	0,00
PIANIFICARE	00000...	ECOTOMOGR...	18/03/2009	AMBULATORI N (B5 2P)	10660	5,50	2,00	3	0,50	0,00	0,00
PIANIFICARE	00000...	VIDEOLAPAR...	21/12/2007	STERILIZZAZIONE	MM1037	5,46	2,00	3	0,00	0,00	0,46
PIANIFICARE	00000...	ECOTOMOGR...	16/06/2010	AMBULATORI B	12010	5,45	2,00	0	0,50	2,50	0,45
PIANIFICARE	00000...	LETTO X DEG...	20/02/2004	DEGENZA A2	05592	5,41	2,00	3	0,00	0,00	0,41
PIANIFICARE	00000...	LETTO X DEG...	13/02/2003	DEGENZA C2	04494	5,27	2,00	3	0,00	0,00	0,27
PIANIFICARE	00000...	MONITOR	19/12/2007	BLOCCO OP. D GEN 2	09732	5,26	2,00	3	0,00	0,00	0,26
PIANIFICARE	00000...	LETTO X DEG...	15/01/2004	DEGENZA C2	05381	5,26	2,00	3	0,00	0,00	0,26
PIANIFICARE	00000...	TELECOMANDO	05/10/2012	BLOCCO OP. D GEN 2	TCAV02	5,25	1,75	3	0,50	0,00	0,00
PIANIFICARE	00000...	VENTILATOR...	02/11/2009	U.C.C.	11226	5,20	2,00	3	0,00	0,00	0,20
PIANIFICARE	00000...	VENTILATOR...	29/04/2009	T.I. GENERALE	10880	5,20	2,00	3	0,00	0,00	0,20
PIANIFICARE	00000...	VENTILATOR...	29/04/2009	U.C.C.	10881	5,20	2,00	3	0,00	0,00	0,20
PIANIFICARE	00000...	VENTILATOR...	03/04/2008	T.I. CARDIO	09952	5,17	2,00	3	0,00	0,00	0,17
PIANIFICARE	00000...	VENTILATOR...	03/04/2008	T.I. CARDIO	09951	5,17	2,00	3	0,00	0,00	0,17
PIANIFICARE	00000...	VENTILATOR...	03/04/2008	T.I. CARDIO	09954	5,17	2,00	3	0,00	0,00	0,17

Fig.28 Vista dell’IPS

Ciascun peso assegnato è stato scelto in base all'importanza interna al servizio degli stessi attributi a cui sono collegati. Gli attributi sono stati calcolati come segue:

- Vetustà: E' assegnato in base all'età della macchina, relazionata alla media della classe, e può assumere valore di 0 o 1. Nel caso in cui l'età sia superiore alla media, è attribuito il valore massimo, dato da  $P1=2$ .

$$\text{if}(\text{VETUSTA} \leq \text{VETUSTA\_CLASSE}, P1 * (\text{VETUSTA} / \text{VETUSTA\_CLASSE}), P1 * 1)$$

- Esistenza Parti di Ricambio: Questo attributo rappresenta l'End of Service del modello di apparecchiatura considerato. Se il fornitore non è più in grado di provvedere alla manutenzione del bene per mancanza di parti di ricambio, allora il Servizio annota l'E.o.S. nella voce dedicata in InfoHealth per modello in questione. Tale voce ha valore 1 in caso in cui ci sia l'E.o.S. e valore 0 in caso contrario. Il peso ha valore di  $P3=3$ .

$$= P3 * (\text{RICAMBI\_MODELLO})$$

- Disponibilità: La disponibilità si basa sui giorni di fermo macchina nel periodo di analisi. E' stata creata una variabile *MESI* che indica il periodo in cui si vuole calcolare la disponibilità. Se il totale di giorni di disponibilità (1 meno giorni di sospensioni) in tale periodo è maggiore di una soglia di accettabilità (*SOGLIA\_DISP*), allora l'attributo rimane a zero; se i due valori sono uguali viene attribuito 0.5 mentre se la disponibilità è sotto alla soglia l'attributo slitta a 1. Tale parametro può quindi assumere i valori di 0, 0.5 e 1. Il peso è fisso a  $P7=0.5$ .

$$\text{if}((P7 * (1 - (\text{TOT\_SOSP} / (365 * \text{MESI} / 12)))) > \text{SOGLIA\_DISP}, 0, \text{if}((P7 * (1 - \text{TOT\_SOSP} / (365 * \text{MESI} / 12)))) = \text{SOGLIA\_DISP}, 0.5, 1))$$

- Idoneità Clinica: Quando il Servizio riceve dai reparti le segnalazioni di mancanza d'idoneità clinica, dopo un'attenta verifica, compila il campo apposito di InfoHealth sul bene in questione. Anche in questo caso dunque l'attributo può assumere un valore pari a zero, in caso di idoneità, o 1 in caso di mancanza di idoneità clinica. Il peso moltiplicatore è  $P5=2,5$ .

- Costi di Manutenzione: Anche l'attributo dei costi tiene conto del valore medio della classe di appartenenza. Il totale dei costi di manutenzione nel periodo di analisi (lo stesso della disponibilità) riparametrato in base al valore di acquisto e all'età è messo a paragone con la media dei costi della classe. Il suo peso ha valore di P10 = 2.

$P10 * \text{if} \left( \frac{((\text{TOT\_FATT}/\text{MESI} * 12) / ((\text{VALORE\_ACQUISTO\_2} + 0.01) + ((\text{VALORE\_ACQUISTO\_2} + 0.01) * \text{VETUSTA}))) \leq \text{COSTI\_CLASSE}, \frac{((\text{TOT\_FATT}/\text{MESI\_COMP} * 12) / ((\text{VALORE\_ACQUISTO\_2} + 0.01) + ((\text{VALORE\_ACQUISTO\_2} + 0.01) * \text{VETUSTA})))}{\text{COSTI\_CLASSE}}, 1 \right)$

Una volta calcolati singolarmente i cinque attributi e moltiplicati per i pesi attribuiti, l'IPS è calcolato somma pesata attraverso il seguente algoritmo:

$\text{IPS} \rightarrow \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I1}), 0, \text{I1}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I2}), 0, \text{I2}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I3}), 0, \text{I3}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I4}), 0, \text{I4}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I5}), 0, \text{I5}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I6}), 0, \text{I6}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I7}), 0, \text{I7}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I8}), 0, \text{I8}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I9}), 0, \text{I9}) + \text{IF}(\text{ISNULL}(\text{I10}), 0, \text{I10})$

Insieme all'IPS è stato ricreato il codice colore originario, che indica in rosso le apparecchiature con criticità elevata, in giallo quelle con criticità media ed in verde tutti i beni che non hanno necessità di sostituzione.

Per praticità, è stata infine aggiunta la descrizione del codice colore, in modo da poterla usare come filtro.

### 3.3.6 Analisi delle macro aree (VISTA IV)

La quarta vista del cruscotto contiene le rappresentazioni grafiche dei tre cardini principali con cui è svolta l'analisi per obsolescenza del parco macchine: i costi di manutenzione, le richieste d'intervento e i tempi d'intervento. Ogni tabella riporta graficamente il trend negli anni degli attributi considerati; in base ai filtri applicati è possibile entrare nel dettaglio delle varie classi, modelli, fornitori, reparti e così via. Per l'analisi dell'obsolescenza svolta nel presente lavoro l'intervallo di tempo considerato è fissato al triennio 2017 - 2019.

La finestra grafica dei costi di manutenzione (Fig.29) riporta sulle ascisse gli anni di riferimento degli ordini di manutenzione. Sulle ordinate invece è presente la scala dei costi in termini monetari: in prossimità di ogni anno è riportata la cifra totale di spesa di manutenzione sulle apparecchiature appartenenti ai filtri applicati.

La somma è ricavata tramite la riga di codice: `=Sum([Importo Voce di Costo])`

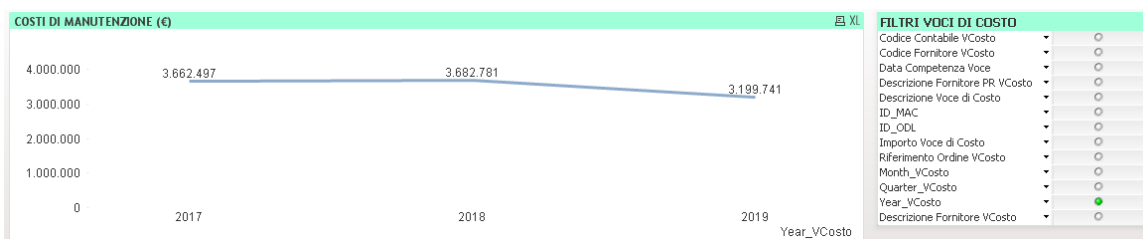


Fig.29 Andamento dei Costi di Manutenzione

La vista delle richieste d'Intervento riportata in Fig.30 rappresenta il trend delle RDI (sull'asse delle ordinate) negli anni (posti sull'asse delle ascisse). Il conteggio delle RDI aperte ed è calcolata, per ciascun anno, come: `= count(distinct(ID_RDI))`

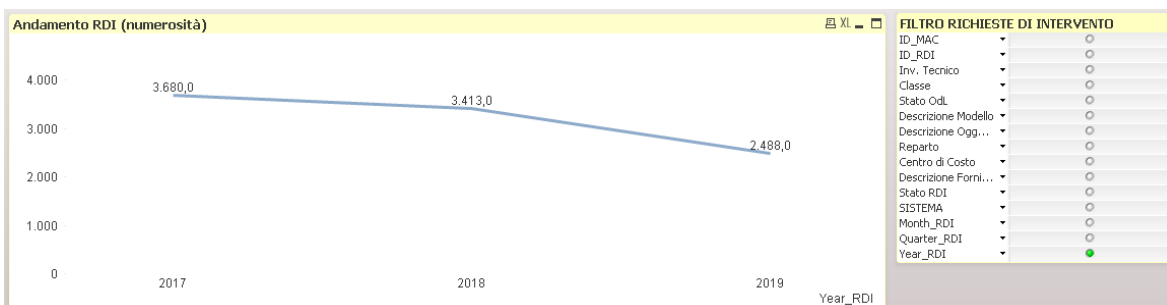


Fig.30 Andamento degli RDI

Infine, in Fig.31 si riporta la vista grafica dei tempi legati alla manutenzione.

In questo caso i valori sono calcolati non più come somma totale ma come media. I valori riportati sulle ordinate sono, infatti, i giorni medi di lavoro calcolati rispetto alla numerosità delle RDI a cui si riferiscono.



Fig.31 Andamento dei tempi medi di manutenzione correttiva

I tempi d'intervento sono di tre tipi: tempi d'intervento, tempi di risposta e tempi di risoluzione.

I tempi di manutenzione sono divisi in tre categorie:

- T Medio Risoluzione: E' l'intervallo di tempo che intercorre tra l'apertura della richiesta d'intervento e la chiusura dell'ordine di lavoro, quindi dopo lo svolgimento dell'attività manutentiva. E' un valore calcolato tramite O.d.L.:  
 $=\text{avg}(\text{T\_RISOLUZIONE})$
- T Medio Risposta: E' il tempo che intercorre tra l'apertura della richiesta d'intervento da parte dei reparti e la presa in carico dell'attività dal SIC. E' calcolato come:  $=\text{avg}(\text{T\_RISPOSTA})$
- T Medio Intervento: E' il tempo che impiega il Servizio per svolgere l'azione manutentiva. Indica l'intervallo che va dalla presa in carico dell'attività alla chiusura di questa. E' calcolato come:  
 $=\text{avg}(\text{T\_INTERVENTO})$

### 3.3.7 Viste tecniche (VISTA V, VISTA VI, VISTA VII)

Le tre viste tecniche presentano ciascuna un focus sui costi di manutenzione, sulle richieste d'intervento e sui tempi d'intervento. Al loro interno sono rappresentati graficamente i dati grezzi estratti da InfoHealth e, in alcuni casi, una loro rielaborazione.

#### Vista V, costi di manutenzione

La tabella in Fig.32 riporta per ogni numero d'inventario i costi di manutenzione preventiva, delle parti di ricambio, dei consumabili, dei Full Risk, delle sostituzioni, delle rotture, dei guasti, delle VEP e delle CQ. E' inoltre presente la somma per ciascuna voce.

Costi Manutenzione (€) per Codice Contabile											XL
Classe	Descrizione Mo...	Inv. Tecnico	Totale	MP - G900...	PR - G7002...	Cons - G70...	FR - G900...	Sost - G70...	Rottura - ...	Guasto - G900...	VSE e CQ - 0...
VIDEOSCOPIO X IN...	GLIDESCOPE GW...	16197	€ 440,00	€ 0,00	€ 220,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 220,00	€ 0,00	€ 0,00	0,00000
VIDEOSCOPIO X IN...	GLIDESCOPE GW...	16638	€ 220,00	€ 0,00	€ 220,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	0,00000
VIDEOSCOPIO X IN...	GLIDESCOPE GW...	18513	€ 250,00	€ 0,00	€ 250,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	0,00000
VIDEORINOLARING...	ENF-VQ	VILAMA02	€ 4.900,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 4.900,00	€ 0,00	0,00000
VIDEODERMATOSC...	FOTOFINDER DER...	15030	€ 750,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 750,00	0,00000
VIDEOCOLONSCOPIO	EC-590WM4	VICOL08 (ISA 13)	€ 558,45	€ 0,00	€ 558,45	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	0,00000
VENTILATORE POLM...	15866 VELA	04939	€ 920,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 920,00	€ 0,00	0,00000
VENTILATORE POLM...	EVITA 2	00651	€ 221,85	€ 0,00	€ 221,85	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	0,00000
VENTILATORE POLM...	EVITA 2 DURA	00514	€ 221,85	€ 0,00	€ 221,85	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	0,00000
VENTILATORE POLM...	EVITA 4	05294	€ 544,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 544,00	0,00000
			<b>€ 1.819.218,82</b>	<b>€ 1.828,87</b>	<b>€ 341.560,22</b>	<b>€ 38.688,56</b>	<b>€ 0,00</b>	<b>#####</b>	<b>224.343,32</b>	<b>€ 769.695,59</b>	<b>0,00000</b>

Fig.32 Costi di manutenzione riportati per codice contabile

La seconda visualizzazione grafica riporta le voci di costo per classe o modello (Fig.33) e permette di individuare a colpo d'occhio le apparecchiature con i costi più elevati.

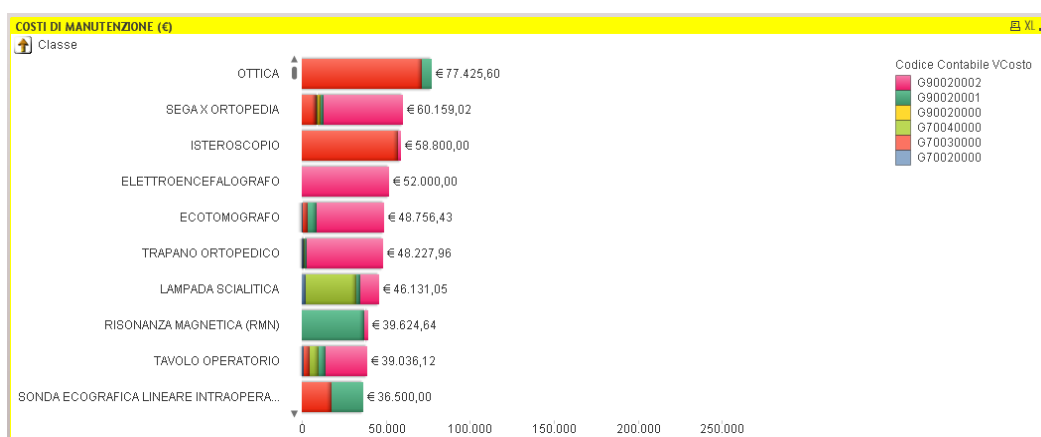
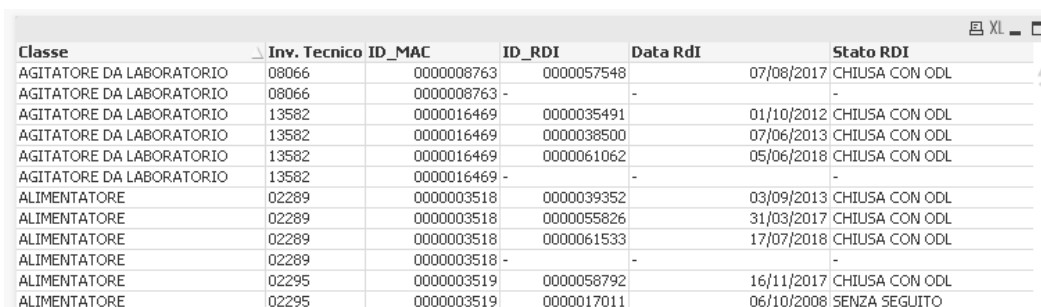


Fig.33 Rappresentazione grafica dei costi di manutenzione

### Vista VI, richieste d'intervento

La sesta vista fornisce i dati grezzi delle richieste d'intervento aperte dai reparti. Nello specifico, è stata creata una tabella che restituisce per ogni numero d'inventario tutte le RDI associate. Per semplicità di lettura, sono state riportate in Fig.34 solo le informazioni riguardanti l'ID, la data di apertura e lo stato dell'RDI.



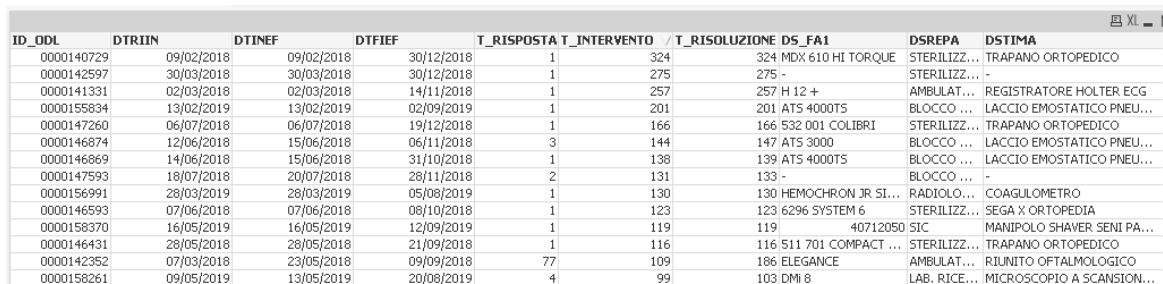
Classe	Inv. Tecnico	ID_MAC	ID_RDI	Data Rdi	Stato RDI
AGITATORE DA LABORATORIO	08066	0000008763	0000057548	07/08/2017	CHIUSA CON ODL
AGITATORE DA LABORATORIO	08066	0000008763	-	-	-
AGITATORE DA LABORATORIO	13582	0000016469	0000035491	01/10/2012	CHIUSA CON ODL
AGITATORE DA LABORATORIO	13582	0000016469	0000038500	07/06/2013	CHIUSA CON ODL
AGITATORE DA LABORATORIO	13582	0000016469	0000061062	05/06/2018	CHIUSA CON ODL
AGITATORE DA LABORATORIO	13582	0000016469	-	-	-
ALIMENTATORE	02289	0000003518	0000039352	03/09/2013	CHIUSA CON ODL
ALIMENTATORE	02289	0000003518	0000055826	31/03/2017	CHIUSA CON ODL
ALIMENTATORE	02289	0000003518	0000061533	17/07/2018	CHIUSA CON ODL
ALIMENTATORE	02289	0000003518	-	-	-
ALIMENTATORE	02295	0000003519	0000058792	16/11/2017	CHIUSA CON ODL
ALIMENTATORE	02295	0000003519	0000017011	06/10/2008	SENZA SEGUITO

Fig.34 Dati degli RDI per numero di inventario

### Vista VII, tempi d'intervento

La settima vista contiene infine i dati dei tempi di manutenzione del SIC legati agli Ordini di Lavoro. Si ricorda che ciascun ODL è legato ad una RDI, fatta eccezione degli ODL per generazione veloce, che non hanno nessuna richiesta da parte dei reparti in quanto rappresentano ordini in serie.

Nella tabella di Fig.35 sono riportate le informazioni che riguardano le date dell'apertura e chiusura degli Ordini di Lavoro, i tempi di risposta, i tempi di intervento e i tempi di risoluzione per ogni ODL, insieme al reparto e la descrizione.



ID_ODL	DTIIN	DTINEF	DTIEF	T_RISPOSTA	T_INTERVENTO	T_RISOLUZIONE	DS_FA1	DSREPA	DSTIMA
0000140729	09/02/2018	09/02/2018	30/12/2018	1	324	324	MDX 610 HI TORQUE	STERILIZZ...	TRAPANO ORTOPEDICO
0000142597	30/03/2018	30/03/2018	30/12/2018	1	275	275	-	STERILIZZ...	-
0000141331	02/03/2018	02/03/2018	14/11/2018	1	257	257	H 12 +	AMBULAT...	REGISTRATORE HOLTZER ECG
0000155834	13/02/2019	13/02/2019	02/09/2019	1	201	201	ATS 4000T5	BLOCCO ...	LACCIO EMOSTATICO PNEU...
0000147260	06/07/2018	06/07/2018	19/12/2018	1	166	166	532 001 COLIBRI	STERILIZZ...	TRAPANO ORTOPEDICO
0000146874	12/06/2018	15/06/2018	06/11/2018	3	144	147	ATS 3000	BLOCCO ...	LACCIO EMOSTATICO PNEU...
0000146869	14/06/2018	15/06/2018	31/10/2018	1	138	139	ATS 4000T5	BLOCCO ...	LACCIO EMOSTATICO PNEU...
0000147593	18/07/2018	20/07/2018	28/11/2018	2	131	133	-	BLOCCO ...	-
0000156991	28/03/2019	28/03/2019	05/08/2019	1	130	130	HEMOCHRON JR SI...	RADIOLO...	COAGULOMETRO
0000146593	07/06/2018	07/06/2018	08/10/2018	1	123	123	6296 SYSTEM 6	STERILIZZ...	SEGA X ORTOPEDIA
0000158370	16/05/2019	16/05/2019	12/09/2019	1	119	119	40712050 SIC	MANIPOLO SHAVER SENI PA...	-
0000146431	28/05/2018	28/05/2018	21/09/2018	1	116	116	511 701 COMPACT ...	STERILIZZ...	TRAPANO ORTOPEDICO
0000142352	07/03/2018	23/05/2018	09/09/2018	77	109	106	ELEGANCE	AMBULAT...	RIUNITO OFTALMOLOGICO
0000158261	09/05/2019	13/05/2019	20/08/2019	4	99	103	DMI 8	LAB. RICE...	MICROSCOPIO A SCANSION...

Fig.35 Dati dei Tempi d'Intervento



### 3.3.8 Validazione dell'analisi (VISTA VIII)

La Vista VIII mostra gli scarti anno su anno di ciascuna macro categoria: grazie ai delta calcolati, è possibile monitorare gli effetti degli investimenti effettuati dal servizio.

Per ciascuna delle tre macro aree d'indagine (costi, richieste e tempi d'intervento) è stata creata una tabella (Fig.36) che calcola per ogni macchina o classe le differenze dei valori del triennio 2017 – 2019.

Ai valori puntuali si affiancano gli scarti per 2019-2018, 2019-2017, 2018-2017. Questi delta calcolati sono usati per analizzare gli effetti degli investimenti svolti nel triennio.

Andamento COSTI per classe							
Classe	Inv. Tecnico	2019	2018	2017	Scarti 2018 su 2017	scarto 2019-2017	scarto 2019-2018
<b>Totale</b>		<b>3.839.639,70</b>	<b>4.360.478,48</b>	<b>4.845.246,96</b>	<b>-€ 484.768,49</b>	<b>-€ 1.005.607,26</b>	<b>-€ 520.838,77</b>
-		€ 63.022,73	€ 99.603,27	€ 107.701,19	-€ 8.097,92	-€ 44.678,46	-€ 36.580,54
BANCONE ELETTRIFICATO		-€ 0,00	-€ 0,00	€ 12,85	-€ 12,85	-€ 12,85	€ 0,00
CENTRALINA TELECAMERA		-€ 0,00	€ 11,74	€ 394,86	-€ 383,12	-€ 394,86	-€ 11,74
CONTROLLER TEMPERATU...		-€ 0,00	-€ 0,00	€ 12,85	-€ 12,85	-€ 12,85	€ 0,00
FILTRO BRG		-€ 0,00	-€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,00	-€ 0,00	€ 0,00
SOFTWARE		-€ 0,00	-€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,00	-€ 0,00	€ 0,00
ABERROMETRO X SIST. L...		€ 0,00	€ 0,00	€ 11,87	-€ 11,87	-€ 11,87	€ 0,00
ABLATORE X ARTERIECTO...		€ 0,00	€ 23,59	€ 23,76	-€ 0,17	-€ 23,76	-€ 23,59
ADATTATORE TELECAMERA		€ 0,00	€ 10,95	€ 11,87	-€ 0,93	-€ 11,87	-€ 10,95
AGGREGOMETRO		€ 0,00	€ 0,00	€ 775,00	-€ 775,00	-€ 775,00	€ 0,00
AMPLIFICATORE		€ 0,00	€ 381,44	€ 418,72	-€ 37,27	-€ 418,72	-€ 381,44
AMPLIFICATORE SATELLITA		€ 0,00	€ 201,44	€ 509,50	-€ 308,06	-€ 509,50	-€ 201,44

Fig.36 Andamento costi per classe

Numerosità RDI									
Classe	Descrizione Modello	Inv. Tecnico	Descrizione Oggetto	2019	2018	2017	rdi 2018 su 2017	rdi 2019-2018	rdi 2019-2017
<b>Totale</b>				<b>3567</b>	<b>4361</b>	<b>4662</b>	<b>-6%</b>	<b>-18,2%</b>	<b>-23,5%</b>
-				3488	4302	4604	-7%	-18,9%	-24,2%
ADATTATORE REGIS...				0	0	1	-100%	-	-100,0%
AMPLIFICATORE				0	0	1	-100%	-	-100,0%
ANALIZZATORE MIC...				0	0	1	-100%	-	-100,0%
APP. X ABLAZIONE C...				0	2	0	-	-100,0%	-
APP. X AEROSOL				0	0	1	-100%	-	-100,0%
APP. X ANESTESIA	XGI-8			0	0	1	-100%	-	-100,0%
	FLOW I			7	5	10	-50%	40,0%	-30,0%

Fig.37 Numerosità RDI

Numerosità TEMPI								
Classe	Descrizione ...	Inv. Tecnico	2019	2018	2017	scarto 2018 - 2017	scarto 2019-2018	scarto 2019-2017
<b>Totale</b>			<b>10,36</b>	<b>10,72</b>	<b>12,06</b>	<b>-1,34</b>	<b>-0,355</b>	<b>-1,69</b>
-			5,36	6,60	9,36	-2,76	-1,24	-4
SIST. X ANALISI SFORZO			-1,00	1,00	5,00	-4	-2	-6
ANALIZZATORE MULTIPAR. SELETTIVO			0,75	3,20	2,00	1,2	-2,45	-1,25
ANALIZZATORE AUTOM. IMMUNOCHEMICA			1,00	3,60	1,00	2,6	-2,6	0
ANALIZZATORE FECEI			1,00	-	-	-	-	-
ANALIZZATORE URINE			1,00	-	-	-	-	-
ANGIO-OCT			1,00	1,00	-	-	0	-
APP. PORTATILE X RADIOGRAFIA	PRACTIX 360		6,67	13,20	6,15	7,05	-6,53	0,513

Fig.38 Numerosità Tempi

## CAPITOLO 4 – Analisi dei risultati

In questo capitolo sono riportati i risultati ottenuti dalle diverse analisi trattate tramite le viste dello strumento di Technology Management.

L'analisi del parco macchine è svolta combinando i dati dei costi di manutenzione, delle richieste d'intervento ricevute dai reparti e dei tempi d'intervento; tali parametri sono ottenuti sia per singola macchina sia per macro categorie (classe, modello, fornitore, area, reparto ...).

La loro descrizione seguirà la linea teorica delineata dalla filosofia di Deming, che vede la rappresentazione del processo di gestione in un ciclo composto da quattro fasi continue: Plan (progettare, pianificare), Do (agire, realizzare), Check (controllare) e Act (stabilizzare o correggere per poi riavviare il ciclo di intervento).

L'analisi seguirà dunque le seguenti fasi:

1. **PLAN:** La prima fase comprende l'analisi dei nove indicatori di performance KPI rappresentanti le generali attività del Servizio. Saranno presentati i grafici realizzati e la spiegazione dei dati ottenuti.
2. **DO:** La seconda fase comprende l'analisi dei parametri del parco macchine. Tale analisi sarà divisa in due parti. Nella prima, si partirà da una panoramica delle apparecchiature proposte dall'Indice di Priorità di Sostituzione, per poi procedere con l'analisi dettagliata per obsolescenza di queste, riguardante i costi, i tempi d'intervento e le richieste d'intervento.
3. **CHECK:** Tale fase è funzionale a verificare l'efficacia degli investimenti svolti, attraverso l'analisi degli effetti che tali investimenti creano sul parco macchine. A dimostrazione di questa funzione, è stato utilizzato il cruscotto per convalidare il budget del 2018. In particolare, i benefici degli investimenti sono stati valutati confrontando i trend del 2019 (primo anno dopo l'investimento) con quelli del biennio 2017 - 2018.
4. **ACT:** L'ultima fase del ciclo è rivolta alla creazione vera e propria del file di budget d'investimento per obsolescenza 2020, sulla base della prima analisi svolta nel ciclo del DO.

## 4.1 PLAN: Analisi dei KPI

La fase di pianificazione del ciclo di Deming vede la sua applicazione nella scelta di nove indicatori di performance (KPI) utilizzati per monitorare le prestazioni del Servizio in termini di costi di manutenzione, di richieste d'intervento e di tempi d'intervento.

La Dashboard di monitoraggio offre un quadro ampio e a forte impatto visivo degli andamenti prestazionali, consentendo dunque al decisore di pianificare le attività future sulla base dei risultati passati.

Il miglioramento delle prestazioni è basato sulla loro attenta misurazione e analisi: la misurazione rappresenta, infatti, il collegamento tra la progettazione di un servizio e il suo miglioramento. Proprio in conseguenza alle rilevazioni ottenute è possibile agire per riportare i processi nella direzione voluta, così come, a seguito di conferme, è possibile avviare iniziative rivolte al miglioramento dei servizi.

Come descritto nel capitolo 3, gli indicatori di performance sono riportati nella vista II e sono divisi in tre macro aree di riferimento:

- 1) Indicatori di Costo (KPI1, KPI2, KPI3), per l'analisi dei costi annessi al parco macchine;
- 2) Indicatori di Tempo (KPI4, KPI5, KPI6, KPI7), per la misura dell'efficacia in termini di risoluzione dei guasti;
- 3) Indicatori di efficienza (KPI8, KPI9), per l'analisi delle richieste d'intervento.

La Tabella13 mostra uno schema riassuntivo dei parametri composto dalla descrizione e dalle modalità di calcolo.

A seguire, si riportano le analisi degli indicatori divisi per le tre categorie sopra citate.

	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>CALCOLO</b>
<b>KPI 1</b>	Costo medio di Full Risk in relazione al valore di acquisto	$\sum (\text{Costo FR}) / \sum (\text{Valore d'Acquisto})$
<b>KPI 2</b>	Costo medio di manutenzione per ciascuna richiesta d'intervento	$\sum (\text{Costi Manutenzione}) / \sum \text{RDI}$
<b>KPI 3</b>	Costo medio di manutenzione per ciascuna macchina	$\sum (\text{Costi Manutenzione}) / \sum (\text{Numero Macchine})$
<b>KPI 4</b>	Percentuale del numero delle risoluzioni degli Ordini di Lavoro tramite tecnico interno (Tempo Target 1 gg)	$\sum (\text{ODL interni chiusi in TT}) / \sum (\text{ODL interni})$
<b>KPI 5</b>	Percentuale del numero delle risoluzioni degli Ordini di Lavoro tramite uscita tecnico (Tempo Target 7 gg)	$\sum (\text{ODL con uscita tecnico chiusi in TT}) / \sum (\text{ODL con uscita tecnico})$
<b>KPI 6</b>	Percentuale del numero delle risoluzioni degli Ordini di Lavoro tramite uscita dell'apparecchiatura dalla struttura (Tempo Target 15 gg)	$\sum (\text{ODL con uscita app. in TT}) / \sum (\text{ODL con uscita app.})$
<b>KPI 7</b>	Conteggio del numero di risoluzioni degli Ordini di Lavoro in Tempo Target in funzione del totale degli OdL	$[\sum (\text{ODL con uscita app. in TT}) + \sum (\text{ODL con uscita tecnico chiusi in TT}) + \sum (\text{ODL interni chiusi in TT})] / \sum (\text{ODL chiusi})$
<b>KPI 8</b>	Richieste d'Intervento prese in carico nelle successive 24h dall'apertura della richiesta stessa	$\sum (\text{RDI assegnati in 24h}) / \sum (\text{RDI})$
<b>KPI 9</b>	Numero RDI medio per macchina in ogni Area	$\sum (\text{Numero RDI}) / \sum (\text{Numero Macchine} \_ \text{Area})$

Tabella 13 Schema KPI

#### 4.1.1 Indicatori di costo

##### KPI1

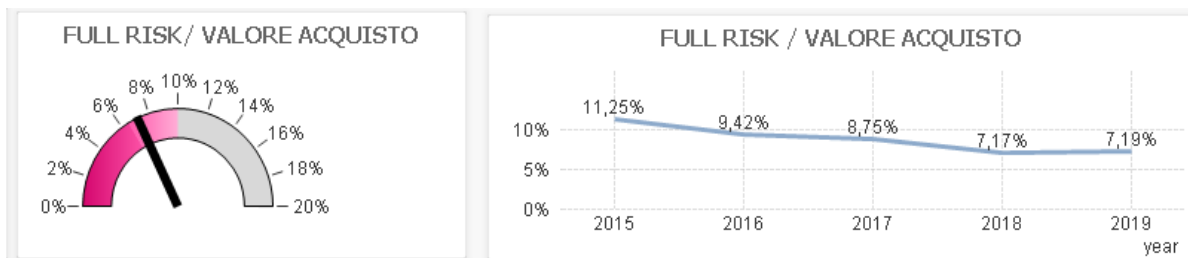


Fig.39 KPI1

Il primo indicatore (KPI1) restituisce il costo medio di Full Risk sul valore di acquisto totale delle macchine sotto contratto ed è calcolato per ciascun anno. Il grafico a cruscotto consente di verificare se il valore dell'anno in corso si sta mantenendo entro il range di accettabilità (non deve salire sopra la soglia standard del 10%) mentre sulla destra si può osservare come l'indice varia negli anni.

Nel 2019 il parametro è rimasto entro il valore limite, dimostrando un buon livello di gestione dei contratti Full Risk. Il trend negli anni dimostra un decremento del parametro dal 2015, indice di buone trattative da parte del Servizio, che hanno portato ad abbassare il valore fino a renderlo stabile negli ultimi anni.

##### KPI2

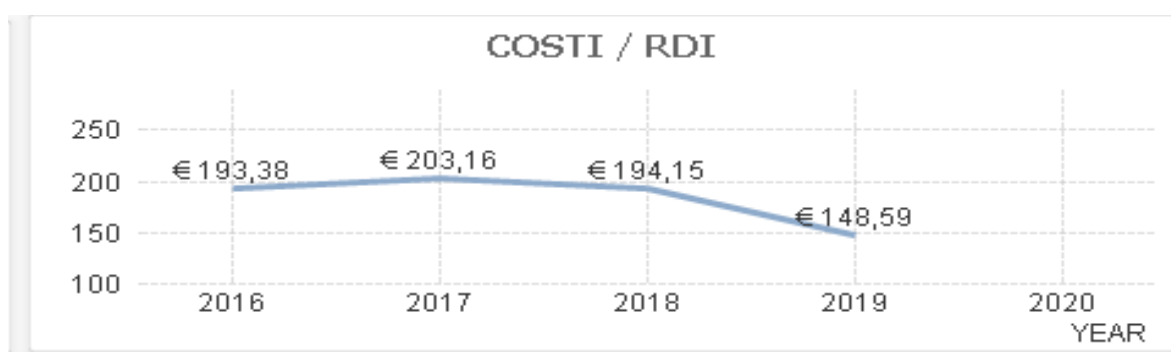
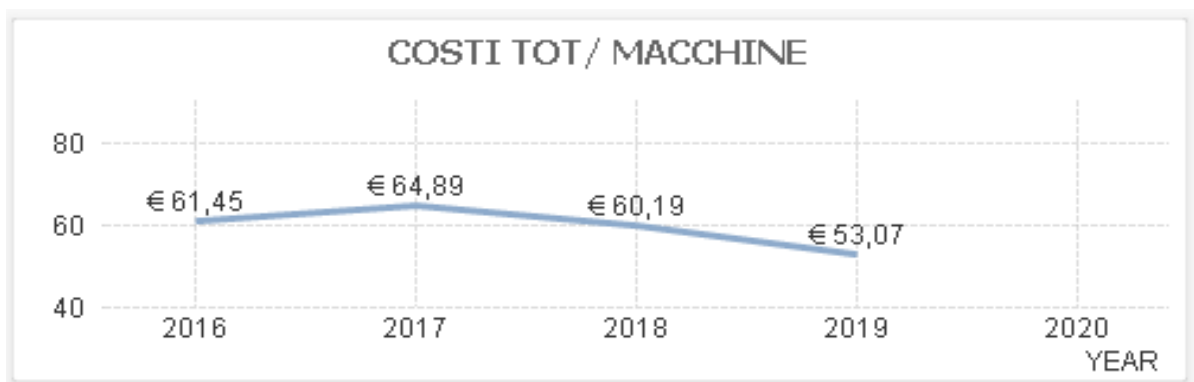


Fig.40 KP2

Il KPI2 riporta il costo medio di manutenzione per ogni richiesta d'intervento ricevuta dai reparti. E' stata scelta una rappresentazione dell'andamento del valore negli anni in quanto non è presente una soglia di riferimento che indica l'accettabilità o meno del parametro. Dal trend in Fig.40 si osserva un leggero ma continuo decremento dal 2017, indice della diminuzione dei costi manutentivi in proporzione alle richieste ricevute dai reparti.

Tale diminuzione deriva da un incremento generale delle attività del Servizio: l'operabilità dei tecnici interni, ad esempio, è aumentata nel tempo grazie all'assunzione di nuovo personale e all'erogazione di corsi di formazione. In questo modo, i tecnici riescono sempre di più a intervenire sui guasti in maniera autonoma e senza dover far riferimento alla manutenzione esterna offerta dai fornitori, diminuendo dunque i costi extra.

### KPI3



*Fig.41 KPI3*

Il terzo indicatore calcola il costo manutentivo medio (fatta esclusione dei FR) relazionato alle macchine in uso nell'anno di riferimento. Il trend in diminuzione riportato in Fig.41 è simbolo di diminuzione dei costi medi per ogni macchina disponibile nell'anno.

Tale diminuzione è legata al continuo e graduale processo di sostituzione per obsolescenza del parco macchine: inserendo ciclicamente nuove apparecchiature all'interno della struttura diminuiscono, infatti, le RDI e i costi delle manutenzioni (che spesso sono compresi nella Garanzia o nel contratto Full Risk).

Si ricorda comunque che il KPI rappresenta l'andamento generale del parco macchine, e quindi non è consono ad individuare eventuali situazioni critiche nei singoli beni; a tale proposito, sarà necessario un deep drive all'interno delle varie classi di apparecchiature.

#### 4.1.2 Indicatori di tempo

Le azioni manutentive possono essere svolte secondo tre modalità diverse, ciascuna legata ad un proprio tempo target di svolgimento:

- 4) Attraverso un tecnico interno, da svolgersi entro 1 giorno;
- 5) Attraverso l'uscita del tecnico, da svolgersi entro 7 giorni;
- 6) Attraverso l'uscita della macchina, da svolgersi entro 15 giorni.

Il tempo di svolgimento della manutenzione è riferito all'intervallo che intercorre tra l'apertura dell'ordine di lavoro (ODL) su InfoHealth da parte del personale tecnico e la sua chiusura, che avviene a fine manutenzione. La threshold minima che rappresenta una discreta performance per il Servizio è stata fissata per tutti gli indicatori al 60%; il risultato ottimale dell'attività dovrebbe però portare l'indice sopra l'80%.

#### KPI4

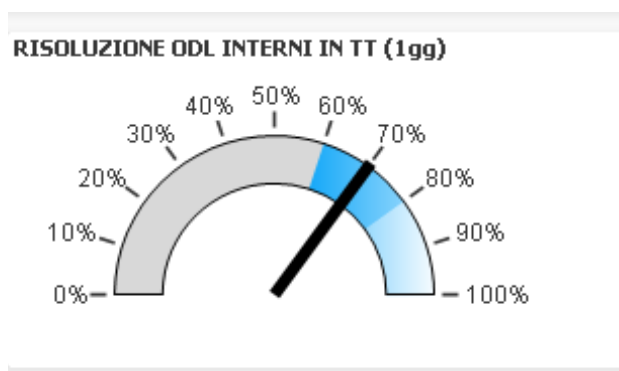


Fig.42 KPI4

Il KPI4 rappresenta la percentuale degli ODL chiusi internamente in tempo target (1gg) nel 2019 in rapporto al totale degli ODL dello stesso tipo, cioè risolti tramite tecnico interno.

Si osserva come tale valore, per il 2019, sia sopra la soglia minima accettabile, anche se non ancora al livello ottimale. In riferimento all'andamento negli anni precedenti (Fig.46), si può notare il costante miglioramento dell'indice dovuto all'inserimento graduale della nuova metodica di assegnazione degli RDI da parte del responsabile tecnico.

### KPI5

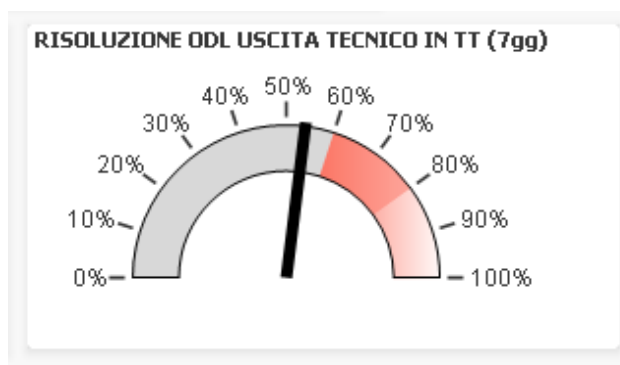


Fig.43 KPI5

Il KPI5 si riferisce agli interventi risolti tramite uscita del tecnico, e rappresenta la percentuale degli ODL risolti in tempo target (7gg) nel 2019 in rapporto al totale degli ODL dello stesso tipo.

In questo caso il valore ottenuto è di poco sotto la soglia minima accettabile, motivo per cui è necessario attuare migliorie per tale prestazione.

### KPI6

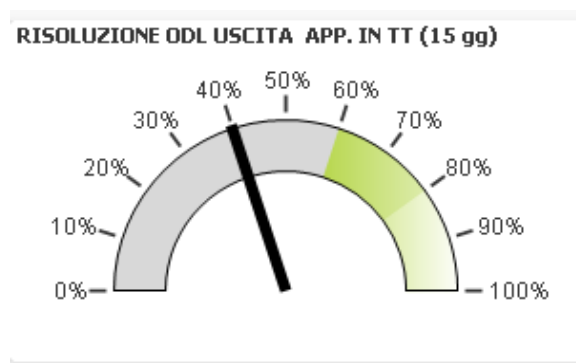


Fig.44 KPI6



Il KP6 si riferisce agli interventi risolti tramite uscita dell'apparecchiatura dalla struttura, e rappresenta la percentuale degli ODL risolti in tempo target (15gg) nel 2019 in rapporto al totale degli ODL dello stesso tipo.

Come il precedente, anche il terzo indice è molto inferiore al valore minimo di soglia accettabile. Sarà dunque necessario anche in questo caso attuare delle manovre di miglioramento delle tempistiche di risoluzione, che però spesso dipendono dal servizio del fornitore in questione. Un'analisi più approfondita dei motivi di tale ritardo potrebbe portare ad individuare un fornitore che in particolare offre un servizio sotto gli standard; un'analisi sui modelli potrebbe invece portare alla luce una carenza di servizio dovuta alla difficoltà di reperimento delle parti di ricambio o alla difficoltà d'intervento a causa della vetustà del modello.

### KPI7

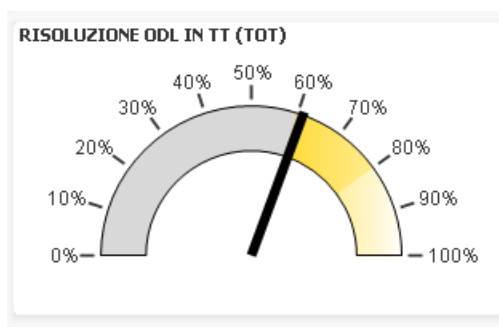


Fig. 45 KPI7, cruscotto

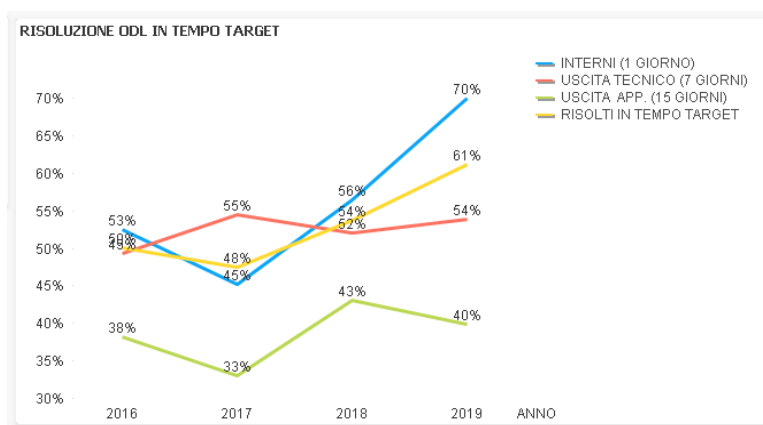


Fig. 46 KPI7, andamento negli anni

Infine, il KP7 rappresenta la media degli indici di tempo e quindi la percentuale di quanti ODL sono chiusi rispettando le tempistiche stabilite in base alla propria tipologia d'intervento. Tale valore si riferisce all'anno corrente e risulta essere al limite del range di accettabilità.

In Fig.46 si riporta l'andamento dei quattro KPI negli anni di analisi.

Questo permette di osservare come il trend medio (linea gialla) subisca un miglioramento nel tempo dal 2017, nonostante la bassa prestazione negli interventi che prevedano l'uscita dell'apparecchiatura (KPI3) e del tecnico (KPI2).

### 4.1.3 Indicatori di efficienza

#### KPI8

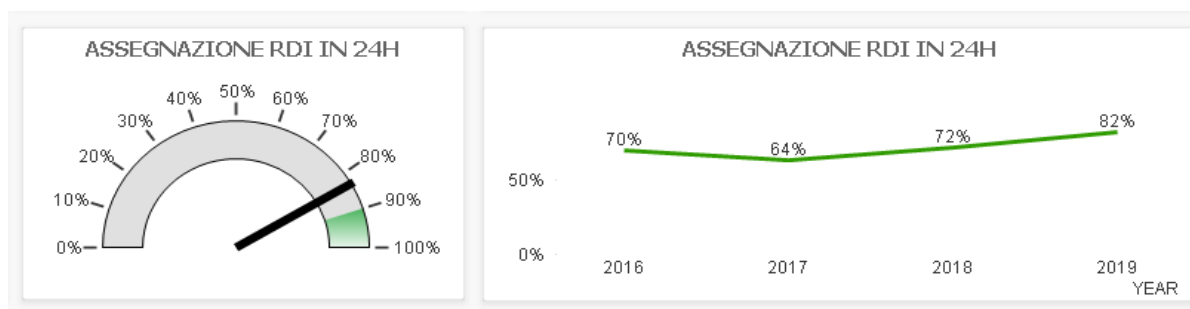


Fig.47 KPI8

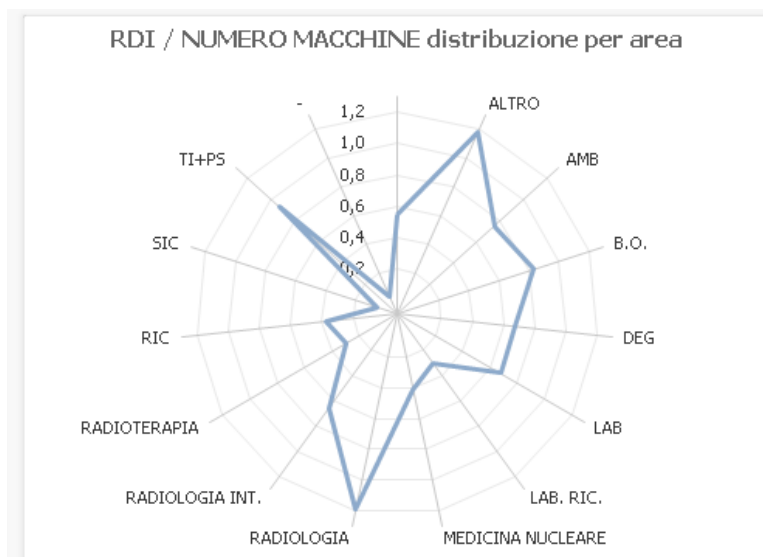
Per garantire un servizio d'intervento manutentivo efficace ed efficiente è importante che i tecnici del Servizio prendano in carico tutte le richieste ricevute dai reparti entro e non oltre le 24h dall'avvenuta richiesta.

In questo modo si ottiene ogni giorno un quadro preciso della situazione degli interventi da svolgere: ciò consente di separare i casi di intervento prioritario da quelli posticipabili, e di agire in maniera rapida ed organizzata, portando ad una diminuzione dei tempi di fermo macchina e del disagio per gli operatori sanitari.

Il KPI8 rappresenta dunque la percentuale delle richieste d'Intervento prese in carico nelle successive 24h dall'apertura della richiesta (grafico di sinistra, valore nel 2019). La situazione ideale comporterebbe avere tale valore al 100%, anche se è considerato un buon

risultato rimanere entro un valore minimo di 90%. Nonostante nell'anno corrente non sia stato ancora raggiunto il risultato desiderato, si può osservare come il trend dell'indicatore stia incrementando negli anni, indice di miglioramento nel processo di presa in carico degli interventi (grafico di destra).

## KPI9



*Fig. 48 KPI9*

Il KP9 rappresenta, per l'anno corrente, il numero medio di richieste d'intervento che ogni macchina ha ricevuto, distribuito per le aree della struttura. Il numero maggiore appartiene alla radiologia, dove ogni macchina in media ha ricevuto 1,2 richieste di manutenzione, mentre si abbassa notevolmente per il laboratorio di ricerca e la medicina nucleare.

Tale indicatore di performance può essere utilizzato per analizzare l'efficienza del parco macchine appartenente ad ogni area, consentendo di individuare immediatamente le aree in cui sono presenti il maggior numero di RDI ed investigare nel dettaglio le criticità che portano a guasti così frequenti tramite la altre viste del cruscotto.

## **4.2 DO: Analisi del parco macchine**

Dopo il processo di pianificazione, ci si sposta verso l'analisi vera e propria del parco macchine attuata tramite le viste IV, V, VI, VII descritte nel precedente capitolo.

Tali viste consentono di analizzare dettagliatamente gli andamenti e i valori dei costi di manutenzione, delle richieste d'intervento e dei tempi d'intervento nei periodi d'interesse e per i raggruppamenti richiesti (classe, modello, fornitore...). Si ricorda che i dati economici sono completi dall'anno 2017; il triennio 2017-2019 sarà dunque quello di riferimento.

Di seguito si riportano due tipi di analisi, in base alla duplice funzionalità dello strumento di Technology Management.

La prima analizza l'obsolescenza del parco macchine per prevedere gli investimenti futuri e parte dalle apparecchiature segnalate dall'indice IPS per poi entrare nel dettaglio di ciascuna macchina.

Per semplicità di lettura, saranno presentati alcuni degli investimenti più significativi.

La seconda analisi descrive invece la funzione operativa del cruscotto, focalizzandosi su come lo strumento sia utilizzato dal personale del Servizio nelle pratiche quotidiane.

### **4.2.1. Analisi dell'obsolescenza**

L'analisi dell'obsolescenza inizia esaminando tutte le apparecchiature che l'Indice di Priorità di Sostituzione IPS riporta essere in situazione di criticità media e alta.

La Tabella14 schematizza i parametri inclusi nel calcolo dell'IPS, che si ricorda essere un valore attribuito ad ogni bene, compreso tra 0 e 10 ed ottenuto tramite la somma pesata di ciascun parametro col proprio peso.

Il valore dell'IPS può essere compreso in tre intervalli:

- $IPS \geq 7$ , per criticità alta (colore ROSSO)
- $7 > IPS \geq 4.5$ , per criticità media (colore GIALLO)
- $IPS < 4.5$ , in caso in cui non sia necessario intervenire (colore VERDE)

	<b>NOME PARAMETRO</b>	<b>VALORE DEL PARAMETRO</b>	<b>PESO ATTRIBUITO</b>	<b>NOTE</b>
<b>X1</b>	Vetustà	0 – 1	P1 = 2	Assegnato in base all'età della macchina, relazionata alla media della classe
<b>X2</b>	Esistenza parti di ricambio	0 – 1	P2 = 3	End of Service del modello di apparecchiatura considerato
<b>X3</b>	Disponibilità	0 – 0.5 – 1	P3 = 0.3	Basata sui giorni di fermo macchina nel periodo di analisi
<b>X4</b>	Idoneità clinica	0 – 1	P4 = 2,5	Segnalazioni di idoneità da parte dei reparti
<b>X5</b>	Costi di manutenzione	Da 0 a 1	P5 = 2	Costi in funzione del valore medio della classe

*Tabella14 Schema IPS*

L'analisi del parco macchine che ha portato alla creazione del budget ha seguito i seguenti passaggi.

In primo luogo, le apparecchiature segnalate dall'IPS con criticità media e alta sono state raggruppate per classe di appartenenza. Molte, infatti, fanno parte alla stessa classe: tra queste ritroviamo i letti di degenza, gli ecografi e i ventilatori polmonari.

A questo punto è stata svolta l'analisi dell'obsolescenza.

I tre parametri fondamentali (costi, RDI, tempi) di ciascuna macchina sono stati messi in relazione con i valori medi della propria classe di appartenenza, tenendo a mente quale dei 5 valori dell'IPS risultava critico.

Quando necessario, a tali indagini si sono affiancati i dati raccolti nelle viste tecniche.

Le classi analizzate sono le seguenti:

- Ecografi
- Ecocardiografi
- Mammografi
- Portatili per radioscopio
- RX analogico
- Ventilatori polmonari
- Letti di degenza elettrificati
- Centrali di monitoraggio e telemetrie
- Letti TIG/TIC/UCC
- Lampade scialitiche
- Centrifughe
- Carrelli emergenza
- MOC
- Onde Urto
- Portatili per radiografia

A ciascuna delle 15 classi corrisponde un'analisi dell'obsolescenza, che poi sarà utilizzata come base per decidere gli investimenti da compiere nel 2019.

E' da tenere presente che per alcune classi, l'IPS ha segnalato in situazione critica più di un'apparecchiatura. E' il caso dei letti di degenza elettrificati, dei carrelli d'emergenza e dei ventilatori polmonari.

Per semplificarne la lettura, di seguito si riportano le analisi dei letti di degenza elettrificati, dei portatili per radioscopio e del mammografo.

Per motivi di privacy, non sono riportate le informazioni riguardanti il modello e il fornitore.

### Letti di degenza elettrificati

La prima analisi riguarda la classe dei letti elettrificati appartenenti a 12 degenze presenti nella struttura ospedaliera.

L'IPS ha riportato la criticità media (codice colore giallo) per 59 letti su 768 della classe, e tutti appartenenti allo stesso modello. Dato l'elevato numero di dispositivi presi in considerazione, nella seguente tabella si riportano i valori medi di ogni parametro restituito.

<b>IPS</b>	<b>I1</b> (Vetustà)	<b>I2</b> (Parti di ricambio)	<b>I3</b> (Disponibilità)	<b>I4</b> (Idoneità clinica)	<b>I5</b> (Costi di manutenzione)
<b>5.23</b>	2.0	3.0	0	0	0,23

*Tabella15 Valori medi dell'IPS per i letti di degenza elettrificati*

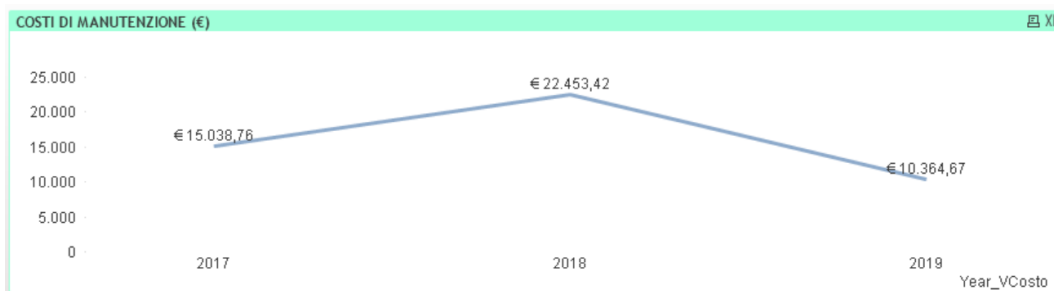
Come si può vedere, i valori che influiscono sull'IPS riguardano principalmente la vetustà e le parti di ricambio: nonostante anche i costi di manutenzione abbiano la loro leggera influenza, entrambi i parametri I1 e I2 raggiungono il picco massimo del valore attribuibile. La spiegazione si trova facilmente nei dati anagrafici dei beni.

Per quanto riguarda la vetustà (valore 2.0) dei 59 letti, la data di collaudo più lontana risale all'anno 1996, mentre quella più recente al 2003: in tutti i casi considerati dunque sono stati oltrepassati i 15 anni d'età, raggiungendo e superando l'età media della classe. Quest'ultima si è abbassata nel corso degli anni grazie al progetto di sostituzione dei letti avviato nel 2016.

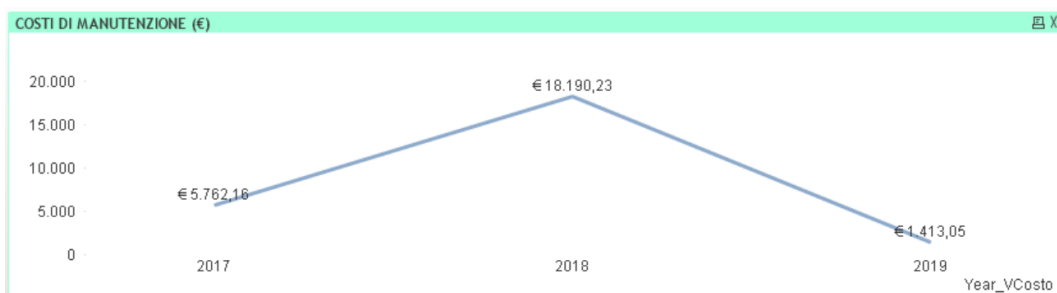
La mancanza di parti di ricambio è strettamente legata alla vetustà e al modello in questione, che si ricorda essere lo stesso per tutti i letti analizzati. Infatti, essendo di fronte ad un modello superato, col tempo è diventato sempre più complesso reperire le parti necessarie allo svolgimento delle manutenzioni. Nel 2019 inoltre il fornitore ha dichiarato l'End Of Service del modello, cioè la sua impossibilità a rifornire la struttura dei pezzi di

ricambio necessari. Per questo motivo, il valore dell'indicatore è salito al suo massimo possibile, cioè 3.0. Un successivo approfondimento è svolto tramite l'analisi dei costi medi, delle RDI e dei Tempi medi di risoluzione.

L'andamento dei costi totali di manutenzione per la classe e per il modello è riportato nelle seguenti figure (Fig.49, Fig. 50).



*Fig.49 Trend dei costi per la classe dei letti elettrificati*



*Fig.50 Trend dei costi per il modello dei letti elettrificati*

Dai trend dei costi totali e dal numero di macchine disponibile in ogni anno sono stati ottenuti i costi medi per ogni apparecchiatura.

Per l'anno 2019, i costi medi della classe sono stati 13,49€ e sono stati ottenuti dividendo i costi totali con il numero di letti della classe ( $10.364,67€ / 768$ ); per quanto riguarda i costi medi del modello in questione, il procedimento analogo ha restituito una cifra pari a 23,95€ ( $1.413,05€ / 59$ ), quasi il doppio dei costi medi della classe. Gli stessi risultati sono stati ottenuti per il 2018, naturalmente rapportati al numero di letti disponibile nell'anno.

Ciò significa che il modello, nonostante contenga una netta minoranza dei letti della classe, ha un impatto economico significativo sul suo andamento prestazionale.

Infine, grazie alla vista tecnica dei costi di manutenzione, si è scoperto che il valore delle spese è dovuto principalmente ai guasti e alle parti di ricambio (si ricorda che il modello è End Of Service).



Il processo di analisi è analogo per le richieste d'intervento ricevute dai reparti.

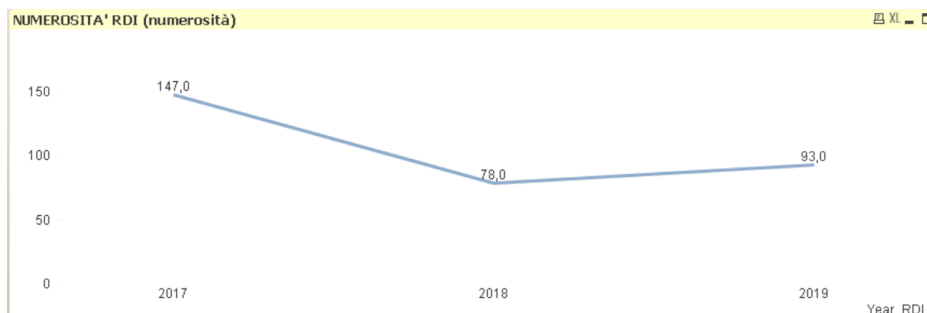


Fig.51 Trend degli RDI per la classe dei letti elettrificati

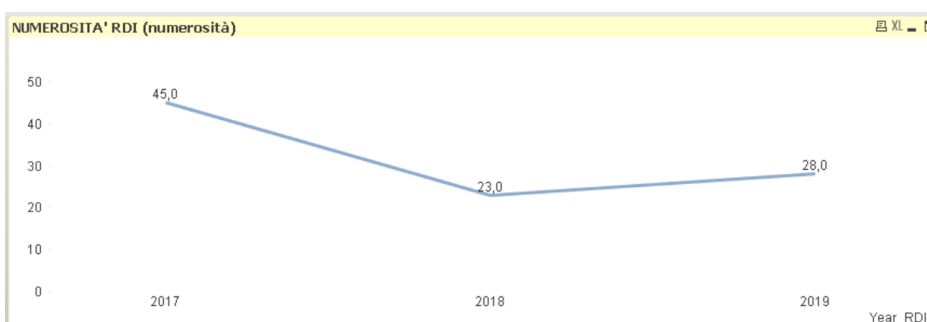


Fig.52 Trend degli RDI per il modello dei letti elettrificati

Mentre per il 2019 il valore delle RDI medio della classe è pari a 0,12 (inteso come numero di richieste per ogni letto, ottenuto come  $93\text{RDI}/768\text{letti}$ ), per il modello in questione tale valore raggiunge lo 0,47. Analogamente, per il 2018 le RDI medie della classe sono 0,10, mentre le RDI medie del modello 0,40.

Questo trend in rialzo è un ulteriore campanello d'allarme sulla vetustà dei beni analizzati. Infine, sono stati analizzati i tempi medi di manutenzione correttiva, riportati in Fig.53 per la classe ed in Fig.54 per il modello.

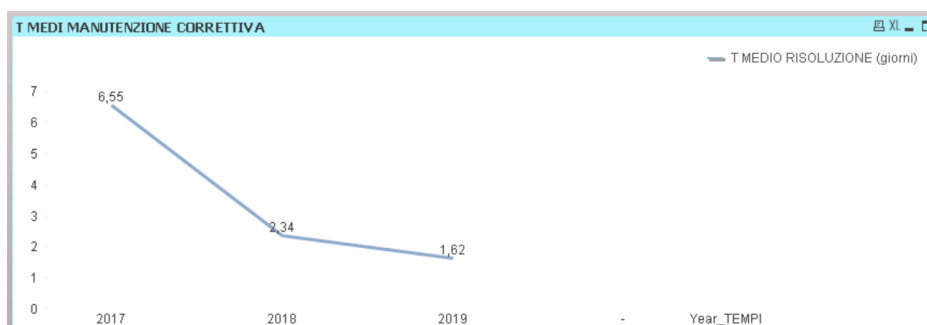


Fig.53 Trend dei Tempi d'intervento per la classe dei letti elettrificati

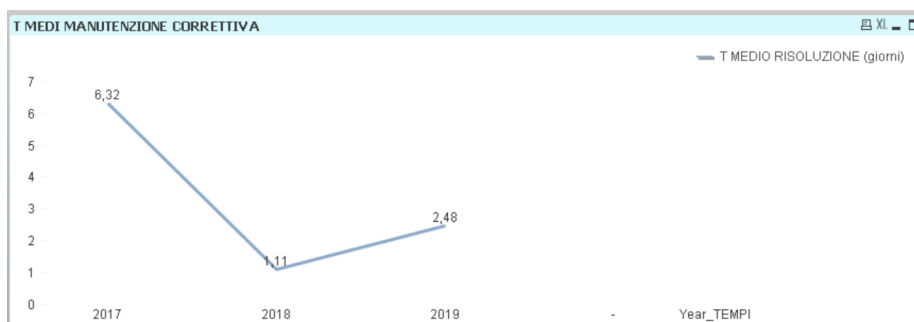


Fig.54 Trend dei Tempi d'intervento per il modello dei letti elettrificati

Nonostante il calo del trend dei tempi d'intervento medi della classe nel triennio analizzato, il valore nel 2019 per il modello in questione (pari a 2,48gg) è superiore al valore della classe (pari a 1,62gg). Ciò dimostra che i tempi di manutenzione si sono notevolmente allungati, probabilmente dovuto alla carenza di parti di ricambio adeguate, come indicato dall'IPS.

### Portatili per radiografia

La seconda analisi riguarda due portatili da radiografia, su un totale di 10 portatili in uso nei reparti di radiologia. Poiché in questo caso l'investimento interessa due sole apparecchiature, l'analisi sarà svolta con i valori effettivi, invece che con la loro media come per i letti di degenza.

L'IPS ha identificato due beni in situazione di criticità media (codice colore giallo): come evidenziato in Fig.55, gli indici che impattano maggiormente sul risultato riguardano ancora una volta la vetustà e le parti di ricambio.

Inventario	Codice Oggetto	Classe_IPS	Modello_IPS	SISTEMA	Data collaudo	Reparto	SOSTITUZIONE	IPS	I1	I3	I7	I8	I10
-	-	-	-	-	-	-	-	5,73	-	-	-	-	-
05028	0000003978	APP. PORTAT...	PRACTIX 100 PLUS	Portatile per Radiografia03 - PRAC...	27/10/2003	RADIOLOGIA	PIANIFICARE	5,65	2,00	3	0,50	0,00	0,15
09192	0000010239	APP. PORTAT...	PRACTIX 160	Portatile per Radiografia07 - PRAC...	30/05/2007	RADIOLOGIA CCP	PIANIFICARE	5,80	2,00	3	0,50	0,00	0,30

Fig.55: Valori dell'IPS per i portatili per radiografia

Come per i letti, anche in questo caso il fornitore non è più in grado di provvedere alle parti di ricambio necessarie per le riparazioni, riportando l'End of Service. L'analisi delle date di collaudo sulla classe porta alla luce la vetustà delle due macchine in questione rispetto alle altre: mentre la data di collaudo più vecchia delle 8 apparecchiature della

classe non riportate dall'IPS risale al 2012, i due beni analizzati sono stati introdotti in struttura rispettivamente nel 2007 e 2003.

Anche in questo caso è stato svolto un approfondimento riguardante le RDI e i Tempi d'Intervento medi dei due beni in relazione ai valori della classe; i costi di manutenzione non sono stati invece analizzati in quanto i portatili di radiografia sono sotto Full Risk.

E' da tenere presente però che, nonostante il contratto col fornitore copra la maggior parte delle spese, l'analisi prestazionale delle macchine consente di quantificare il consumo di energie e risorse che tali macchine comportano al Servizio.

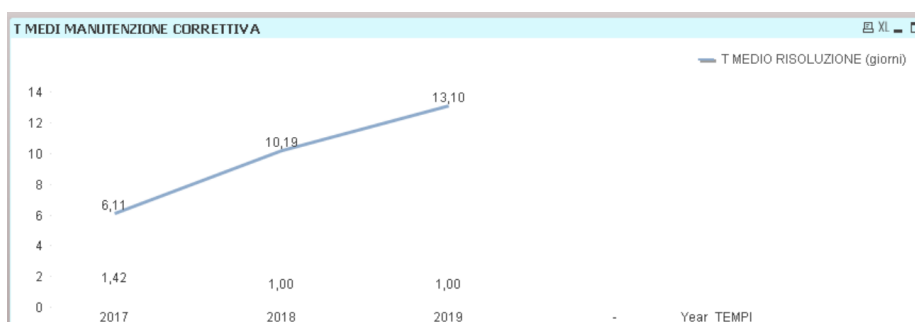
I valori delle RDI nel 2019 per ciascun bene sono stati riportati nella seguente tabella.

<b>N° inventario 05028</b>	2 RDI
<b>N° inventario 09192</b>	3 RDI
<b>Totale classe</b>	1,10 RDI (su 10 macchine)

*Tabella16. Valori medi delle RDI per i portatili di radiografia*

Il confronto tra i valori delle singole macchine in analisi e il valore della classe mette subito in risalto la criticità della situazione: il numero di RDI medio della classe (pari a 1,10 per ogni bene) viene infatti raddoppiato e triplicato dai beni in questione.

Infine, per quanto riguarda i tempi d'intervento, i trend della classe nel triennio 2017-2019 riportati in Fig.56 mostrano ancora di più la criticità della situazione: gli stessi valori restituiti per la classe sono eccessivamente alti (si pensi che ai 13,16 giorni medi di risoluzione corrispondono altrettanti giorni di fermo macchina nel reparto) e non accettabili dal Servizio.



*Fig.56 Trend dei Tempi d'intervento medi per la classe dei portatili di radiografia*

In particolare, il focus sul trend medio delle due apparecchiature in questione, riportato in Fig.57, fa pensare che queste abbiano un forte impatto sulla criticità della classe.

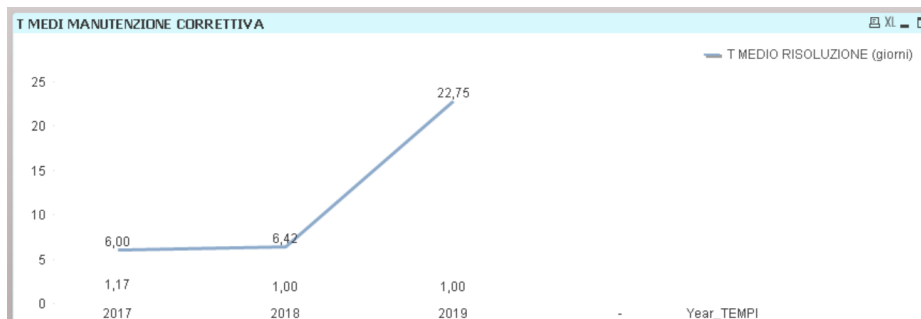


Fig.57 Trend Tempi d'intervento medi per i due beni dei portatili di radiografia analizzati

Un successivo step di analisi delle due macchine è stato svolto attraverso la vista tecnica VII dei tempi d'intervento. In particolare, una di queste apparecchiature ha dimostrato essere la più critica: dalla tabella in Fig.58 si evince come nel 2019 ci siano stati interventi che hanno richiesto dei tempi di attesa di 61 e 15 giorni, valori inaccettabili per il mantenimento della qualità del Servizio.

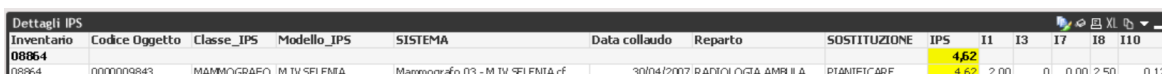
ID_ODL	Data RICEVUTA	Data INIZIO	Data FINE	T_RISPOSTA	T_INTERVENTO	T_RISOLUZIONE
0000157253	15/04/2019	15/04/2019	30/04/2019	1	15	15
0000156266	28/02/2019	28/02/2019	30/04/2019	1	61	61
0000154094	16/11/2018	16/11/2018	16/11/2018	1	1	1
0000153740	15/11/2018	15/11/2018	28/11/2018	1	13	13
0000153483	02/11/2018	02/11/2018	02/11/2018	1	1	1
0000151910	27/09/2018	27/09/2018	08/10/2018	1	11	11
0000151481	11/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	1	1	1
0000141245	27/02/2018	27/02/2018	28/02/2018	1	1	1
0000140488	01/02/2018	01/02/2018	05/02/2018	1	4	4
0000140150	17/01/2018	17/01/2018	22/01/2018	1	5	5
0000137162	10/10/2017	11/10/2017	17/10/2017	1	6	7
0000135284	26/09/2017	26/09/2017	04/10/2017	1	8	8
0000133646	30/08/2017	30/08/2017	30/08/2017	1	1	1
0000131561	30/06/2017	02/07/2017	03/07/2017	2	1	3
0000127056	22/02/2017	23/02/2017	08/03/2017	1	13	14

Fig.58 Tabella del Tempi per n° inv. 05028

Va ricordato che, essendo presente un contratto di Full Risk, tutte le manutenzioni svolte sono a carico del fornitore: valori così alti sono quindi probabilmente dovuti alla non reperibilità delle parti di ricambio già descritta, anche se sarebbe comunque opportuno fare un breve controllo prestazionale per scongiurare la possibilità di negligenza da parte del fornitore stesso.

## Mammografo

L'ultima analisi descritta riguarda uno dei 5 mammografi in uso negli ambulatori dell'ospedale. Questa rappresenta un buon esempio di come le analisi dell'obsolescenza non possano basarsi unicamente sui dati quantitativi delle tre macro categorie (costi, RDI, tempi) ma sono imprescindibilmente correlate alla conoscenza e operatività del personale del Servizio.



Inventario	Codice Oggetto	Classe_IPS	Modello_IPS	SISTEMA	Data collaudo	Reparto	SOSTITUZIONE	IPS	I1	I3	I7	I8	I10
08864	000009843	MAMMOGRAFO	M IV SELENIA	Mammografo 03 - M IV SELENIA cf. ...	30/04/2007	RADIOLOGIA AMBULA...	PIANIFICARE	4,62	2,00	0	0,00	2,50	0,12

*Fig.59 IPS mammografo*

Il seguente IPS (Fig.59) riporta un valore di criticità media nel quale incidono i parametri della vetustà dell'apparecchiatura e dell'idoneità clinica.

Per quanto riguarda l'età della macchina, la data di collaudo risale al 2007, a differenza degli altri mammografi della classe, che sono state inserite in struttura dal 2012.

Nonostante l'esito dell'IPS, In questo caso specifico l'indagine dei costi di manutenzione, delle RDI e dei Tempi d'intervento non ha riportato criticità.

Mentre i costi di manutenzione sono azzerati dal contratto di Full Risk, i tempi medi di intervento e le RDI medie per macchina risultano essere in linea con i trend della classe.

A fare la differenza è quindi il parametro di Idoneità Clinica.

Dopo un confronto diretto col personale sanitario, è emersa la necessità di sostituire tale mammografo con uno di nuova generazione, nonostante le sue prestazioni siano sufficientemente buone. A tale proposito, mentre il reparto riceverà la nuova apparecchiatura come richiesto, il mammografo vecchio non sarà dismesso bensì utilizzato come muletto o riallocato all'interno della struttura.

Questa conclusione è stata possibile grazie all'attiva relazione che il Servizio mantiene con i vari reparti, accogliendo i loro feedback e valutandoli con attenzione.

#### **4.2.2 Funzionalità operativa**

Il cruscotto di Technology Management integra le informazioni contenute nel software aziendale InfoHealth con i dati estrapolati da differenti sorgenti (budget in Excel, file delle verifiche elettriche...) utilizzate dal Servizio, permettendo di conoscere con tempestività ogni dato legato al parco macchine. QlikView, infatti, consente di elaborare grandi quantitativi di dati in tempo reale, permettendo la creazione di un numero illimitato di tabelle e grafici nei formati che più si addicono alle necessità.

Si ricorda inoltre che, grazie alla flessibilità di QlikView, è possibile incrementare all'occorrenza le tabelle già presenti con dati aggiuntivi, o crearne di nuove. Inoltre, ogni tabella è esportabile su Excel tramite l'apposito comando: in questo modo si consente al Servizio di elaborare a mano i dati, stamparli ed inviarli a terzi.

Le funzioni operative del cruscotto sono molteplici e la possibilità di poter filtrare ogni informazione in maniera pratica ne incrementa la lettura sintetica e veloce.

Di seguito sono riassunti gli utilizzi più frequenti dello strumento a supporto delle attività operative del Servizio.

##### Ricerca Anagrafica e dati della macchina

Una delle funzionalità principali dello strumento è la ricerca di ogni tipo di dato legato al parco macchine della struttura.

Filtrando per numero d'inventario o per matricola, si ottiene nella Vista I la scheda della macchina, con le informazioni sulla data di collaudo, fornitore, classe, modello e così via. Mantenendo lo stesso filtro, si possono utilizzare le altre viste per accedere ai dati riguardanti i contratti della e gli interventi che sono stati svolti. Anche per ogni intervento è possibile conoscere una serie di dati che vanno dalla data di apertura della richiesta, al costo sostenuto e al tempo necessario per svolgerlo.

Le stesse informazioni possono essere ottenute sotto forma di elenco dei beni per ogni raggruppamento desiderato (classe, modello, fornitore...).

Grazie alla barra di ricerca, posta in ogni vista, è inoltre consentito cercare qualsiasi tipo di dato singolo senza fare riferimento ai filtri: una volta selezionato il dato, si crea automaticamente il collegamento alla macchina cui è riferito.

Un'altra pratica funzione riguarda il conteggio istantaneo delle apparecchiature presenti per ogni tipo di filtro: il numero di macchine può essere utile sia per le analisi di sostituzione e per l'incremento delle apparecchiature, sia nelle trattative con i fornitori, in modo da avere chiaro il parco macchine per cui si sta trattando.

Un differente conteggio delle macchine è ottenuto dalla creazione di una tabella che riporta la disponibilità effettiva delle apparecchiature all'interno della struttura. Come descritto nel capitolo precedente, la disponibilità quantifica il numero effettivo delle macchine in uso ed è fornita per una data fissa, per un intervallo di tempo selezionato e in riferimento all'ultimo caricamento dei dati.

### Monitoraggio delle prestazioni

Oltre l'analisi dell'obsolescenza del parco macchine, il cruscotto è utile per verificare le prestazioni riguardanti il numero di richieste d'intervento associate ai relativi costi di manutenzione e ai tempi d'intervento. Ciascuna delle analisi prestazionali può poi essere utilizzata durante le trattative con i singoli fornitori.

L'analisi dei costi di manutenzione trova il suo utilizzo in numerosi campi. Il confronto tra i costi di più modelli della stessa classe può portare alla luce un modello meno conveniente degli altri, e quindi sostituibile. Ancora, è possibile paragonare tra loro contratti simili di Full Risk al fine di identificare quelli non convenienti alla struttura, o, al contrario, quelli funzionali e da emulare.

Per quanto riguarda l'analisi delle RDI, può essere necessario controllare quanti guasti si creano per un modello, ed analizzarne la tipologia: una simile analisi può portare alla scoperta di una vetustà non identificata in altro modo, o di una carenza nelle parti di ricambio disponibili. Il conteggio delle RDI è funzionale anche nell'identificazione di reparti più soggetti a necessità di manutenzioni, che può essere dovuto a uno scorretto utilizzo del loro parco macchine o ad un'inadeguatezza del loro parco macchine.

Un esempio di utilizzo dei tempi d'intervento nelle manutenzioni si trova invece nell'analisi dei tempi medi riferiti alle manutenzioni prodotte da fornitori esterni. Un approfondimento in tal senso può portare alla luce un inefficiente servizio da parte del fornitore: è dunque premura del Servizio riallineare le prestazioni del fornitore alle esigenze richieste dalla struttura.

### **4.3 CHECK: Processo di validazione dello strumento**

La fase di Check del ciclo di Deming prevede l'analisi degli effetti degli investimenti svolti per obsolescenza sul parco macchine.

L'analisi delle categorie dei costi di manutenzione, dei tempi d'intervento e delle richieste d'intervento avviene tramite il calcolo degli scarti dei valori nel triennio 2017-2019. Confrontando i risultati ottenuti a cavallo dell'anno d'investimento si ricavano le conseguenze degli investimenti effettuati.

A tale proposito, l'analisi degli investimenti attuati dal Servizio nel 2018 è stata usata come mezzo di validazione del cruscotto.

Per semplicità di lettura, di seguito si riporta l'analisi di alcune delle voci che compongono il Budget del 2018. In tal modo si dimostra come lo strumento sia effettivamente in grado di dimostrare la validità dell'investimento.

In particolare, sono analizzati tre particolari investimenti:

- Risonanza magnetica 1,5T
- Tavolo telecomandato
- Letti di degenza

Si ricorda che i costi di manutenzione considerati non comprendono i canoni di contratto dei Full Risk e delle manutenzioni preventive.

#### Risonanza Magnetica 1,5T

L'investimento più pesante realizzato nel 2018 riguarda la sostituzione di una delle Risonanze Magnetiche presenti in struttura.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i dati ottenuti tramite la Vista VIII dei costi di manutenzione totali della classe delle RMN (Tabella17), delle RDI totali (Tabella18) e dei tempi medi di risoluzione (Tabella19).

Oltre ai dati singoli del triennio, sono riportati i delta tra 2019-2017 e 2019-2018, focalizzando l'attenzione sugli scarti venutisi a creare negli anni a cavallo dell'investimento.



### Costi di manutenzione

2017	2018	2019	2018 vs 2017	2019 vs 2017
€ 65.547,00	€ 36.425,00	€ -	- 44,43%	- 100%

*Tabella 17 Costi di manutenzione RMN*

### RDI (tot classe)

2017	2018	2019	2018 vs 2017	%	2019 vs 2017	%
10	8	5	-2	-20%	-5	-50%

*Tabella 18 RDI RMN*

### Tempi di risoluzione (gg)

2017	2018	2019	2018 vs 2017	%	2019 vs 2017	%
5,9	6,38	1,6	0,48	-8%	-4,30	-73%

*Tabella 19 Tempi di risoluzione RMN*

Dalla Tabella18 si evidenzia come gli elevati costi di manutenzione nel 2017 della classe delle RMN siano andati drasticamente diminuendo nel 2018 grazie alla sostituzione verso fine dell'anno di un'apparecchiatura considerata ormai obsoleta. Un'analisi accurata dei costi manutentivi segnalati in tabella ha riportato la presenza di interventi manutentivi sulla macchina da cambiare dovuti a guasti e rotture non coperte dal contratto Full Risk.

Nel 2019 i costi sono azzerati grazie alla presenza dei due anni standard di garanzia successivi all'acquisto per la nuova apparecchiatura e dei contratti di Full Risk per le altre RMN presenti in struttura.

Per quanto riguarda le RDI, anche in questo caso è possibile notare un netto miglioramento tra 2017 e 2019 (Tabella19), che porta addirittura ad un dimezzamento delle richieste intervento ricevute dopo l'immissione dell'apparecchiatura nuova in struttura e della dismissione della precedente.

Anche in questo caso, la vista tecnica delle RDI ha riportato una maggiore criticità nell'apparecchiatura da cambiare. Lo stesso rapporto tra il costo di manutenzione totale e il numero di RDI (quindi il costo medio per RDI) risulta diminuito nel 2018 ed azzerato 2019. Stesso risultato vale per i tempi medi di risoluzione (Tabella20), che si abbassano notevolmente con il nuovo acquisto: a cavallo dell'investimento infatti c'è uno scarto del 73% che indica un notevole miglioramento dal 2019 al 2017, complice la diminuzione delle richieste di manutenzione.

#### Tavolo telecomandato

Il secondo investimento analizzato riguarda la sostituzione di un tavolo telecomandato appartenente ad un sistema per radiografia (costituente il lettino paziente e la sorgente). L'investimento è collocato verso la fine del 2018, più precisamente ad Ottobre, per cui gli effetti sono visibili per intero solo dal 2019.

#### Costi di manutenzione

2017	2018	2019	2018 vs 2017	2019 vs 2017
€ 33.499,00	€ 19.516,00	€ -	-41,74%	-100%

*Tabella20 Costi di manutenzione Tavolo Telecomandato*

#### RDI (tot classe)

2017	2018	2019	2018 vs 2017	%	2019 vs 2017	%
9	8	4	-1	-11%	-5	-56%

*Tabella21 RDI Tavolo Telecomandato*

#### Tempi di risoluzione (gg)

2017	2018	2019	2018 vs 2017	%	2019 vs 2017	%
2,78	3,25	11,75	0,47	-17%	8,97	24%

*Tabella22 Tempi di risoluzione Tavolo Telecomandato*

I costi totali della classe hanno subito un decremento dal 2017 al 2018 (Tabella20), fino ad annullarsi nel 2019; essendo la classe composta da un numero ridotto di apparecchiature, la sostituzione di una di queste ha apportato sostanziali cambiamenti nei valori totali. Anche in questo caso, i costi manutentivi riportati sono associati ad interventi non coperti dai contratti Full Risk, e si riferiscono per la maggior parte al bene da sostituire.

La diminuzione dei costi è correlata a quella delle richieste d'intervento: il trend in Tabella21 ha riportato un dimezzamento del numero di richieste (sono 8 RDI nel 2018 e 4 nel 2019) di manutenzione.

I tempi di risoluzione non sono invece in linea con il trend di miglioramento generale (Tabella22): rispetto all'anno precedente, nel 2019 c'è stato un picco in salita, dovuto principalmente ad un intervento difficoltoso, non appartenente alla macchina appena inserita, che ha richiesto un numero elevato di giorni di riparazione tramite tecnico esterno.

### Letti di degenza

L'ultimo esempio analizzato riguarda i letti di degenza elettrificati.

In questo caso si riportano soltanto i dati dei costi totali di manutenzione ed il numero di RDI; i tempi medi di manutenzione non risultano significativi per l'analisi.

L'investimento risale a fine del 2018 e non ha apportato modifiche nel numero di letti totale della classe di appartenenza; va comunque sottolineato che il progetto di sostituzione dei letti di degenza è stato avviato nel 2016.

I dati sono relativi alla classe dei letti.

#### Costi di manutenzione

<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2018 vs 2017</b>	<b>2019 vs 2017</b>
€ 15.038,76	€ 22.453,42	€ 10.364,67	+ 33,03	-31,08%

*Tabella23 Costi di manutenzione Letti*

RDI (tot classe)

2017	2018	2019	2018 vs 2017	%	2019 vs 2017	%
147	78	93	-139	-46,94%	-54	+36,73%

*Tabella24 RDI Letti*

Dalla Tabella24 si nota subito come i costi di manutenzione, già piuttosto elevati nel 2017, siano ulteriormente aumentati del 33,03% nel 2018. La sostituzione per obsolescenza di un numero considerevole dei più vetusti ha portato invece una riduzione del 31,08% nel 2019. Il trend delle RDI presenta invece un andamento altalenante. Dopo il sostanziale decremento dal 2019 al 2018 del 46,94%, il numero di richieste è di nuovo salito a 93, aumentando nel 2019 del 36,73% rispetto all'anno precedente.

Va comunque sottolineato che il recente aumento delle RDI da 78 a 93 è comunque un valore inferiore al 2017, dove invece erano 147.

Questo leggero miglioramento nel triennio non è però sufficiente per considerare risolta completamente la situazione di criticità dei letti di degenza.

L'analisi approfondita della classe, supportata dall'IPS, dimostra infatti che ci sono ancora molti beni con vetustà elevata e difficoltà nel reperimento dei pezzi di ricambio. Il trend in rialzo delle RDI (Tabella25) è un'ulteriore conferma di come sia necessario un altro investimento di sostituzione dei letti.

Sarà perciò necessario continuare la loro sostituzione negli anni futuri, come riportata nell'analisi del paragrafo 4.2.1.

#### **4.4 ACT: Budget degli investimenti per obsolescenza**

L'ultima fase del ciclo di Deming riguarda la stesura del file Excel della previsione di budget degli investimenti per obsolescenza per il 2020 sulla base dell'analisi descritta nella fase del DO.

Per stilare il file di budget, per prima cosa sono state riportati su un file Excel i dati anagrafici di numero d'inventario, classe e modello delle apparecchiature segnalate dall'IPS ed analizzate per obsolescenza. Per ciascuna di queste è stato riportato il valore d'acquisto associato all'ultimo investimento appartenente allo stesso modello del bene in questione. Qualora l'ultimo investimento fosse troppo lontano in linea di tempo dal 2019, è stato riportato il valore medio della classe. I valori d'acquisto associati servono per avere una stima della spesa necessaria alla sostituzione delle macchine.

Tramite questo processo si è ottenuto il valore d'investimento totale previsto per il 2020.

La Direzione Generale mette annualmente a disposizione del Servizio una cifra di budget da utilizzare per investire in obsolescenza. Tale valore monetario è stato utilizzato come cifra massima da raggiungere sommando i vari valori d'acquisto delle macchine su cui si vuole investire. E' sulla base della cifra d'investimento fissata dalla direzione che sono state scelte le apparecchiature sulle quali investire nel 2020.

Il file di Budget si presenta come un elenco di beni divisi per descrizione della classe; a ciascuna divisione sono poi associati i numeri d'inventario dei beni su cui si vuole investire. Il file contiene anche i dati del numero dell'IPS, del reparto interessato e dell'anno di collaudo. I costi di manutenzione del 2019, il numero delle RDI del bene in relazione al numero medio della classe di appartenenza e i tempi d'intervento della macchina sempre in relazione al numero medio della classe sono stati riportati nel file ufficiale in modo da rendere chiaro alla direzione i motivi di tali decisioni.

Per semplificare la visuale del budget, tali dati sono stati omessi nella versione riportata nel paragrafo. Per lo stesso motivo, le classi con un numero elevato di beni hanno i valori medi. Appartengono a queste classi i letti di degenza (58 letti) e i letti di TIG/TIC/UCC (Terapia Intensiva, Terapia intensiva cardiologica, Unità Cardio Coronarica).

Nel file riportato in Tabella25 i valori d'acquisto sono in percentuale.

Il valore percentuale consente di identificare con immediatezza il peso che ciascun investimento proposto ha sul budget totale. Per il 2020, gli ecografi degli ambulatori

(11,95%) risultano gli investimenti con maggior peso, mentre le Centrifughe ed i Carrelli di Emergenza influiscono in maniera inferiore sul totale di budget.

DESCRIZIONE	REPARTO	IPS	VALORE D'INVESTIMENTO	Anno Collado
<b>Sostituzione monitoraggio</b>	BOE	5,06 (media)	9,39%	2004 IN POI
<b>Sostituzione apparecchi per anestesia</b>	BLOCCO OP. C CARDIO	5,37	4,27%	2010
	BLOCCO OP. C CARDIO	4,87		2010
	RADIOLOGIA INTERVENTISTICA	4,84		2010
	BLOCCO OP. G CCP - ORTHOCENTER	4,64		1999
<b>Ecografi</b>	AMBULATORI N (B5 2P)	4,50	8,97%	2005
	AMBULATORI N (B5 2P)	4,50		2006
	AMBULATORI N (B5 2P)	5,50		2009
	AMBULATORI N (B5 2P)	5,00		2010
	AMBULATORI E	4,50		2010
<b>Ecocardiografi</b>	AMBUB-BOC-TIC	4,70	11,95%	2010
	AMBUB-BOC-TIC	5,45		2010
	AMBUB-BOC-TIC	4,82		2011
	AMBUB-BOC-TIC	4,80		2011
<b>Mammografo</b>	RADIOLOGIA	5,15	5,34%	2007
<b>Portatili per radioscopia</b>	BOA	5,15	6,83%	2003
	BOE	5,06		2005
	BOC	5,66		2006
<b>RX analogico</b>	RADIOLOGIA	5,06	5,55%	1995
<b>Ventilatori polmonari</b>	TIG-TIC-UCC	5,09	8,97%	2003
	TIC-TIG-UCC	5,10		2004
	TIC-TIG-UCC	5,14		2006
	TIC-TIG-UCC	5,15		2006
	TIC-TIG-UCC	5,16		2007
	TIC-TIG-UCC	5,16		2007
	TIC-TIG-UCC	5,16		2007
	TIC-TIG-UCC	5,17		2008
	TIC-TIG-UCC	5,17		2008
	TIC-TIG-UCC	5,17		2008
	TIC-TIG-UCC	5,17		2008
	TIC-TIG-UCC	5,17		2008
	TIG-TIC-UCC	5,17		2008
	TIG-TIC-UCC	5,20		2009
	TIG-TIC-UCC	5,20		2009
	TIG-TIC-UCC	5,20		2009
<b>Letti DEG</b>	DEGENZE	5.50 (media)		4,10%
<b>Aggiornamento centrali monitoraggio e telemetrie</b>	TIG-TIC-UCC	5,03	4,70%	
<b>Letti TIG/TIC/UCC</b>	T.I. GENERALE	5,06	2,56%	1996
	T.I. CARDIO	5,03		1997
	T.I. CARDIO	5,00		1997
	T.I. GENERALE	5,00		2003
	U.C.C.	5,00		2003
	U.C.C.	5,00		2003
	U.C.C.	5,00		2003
	U.C.C.	5,00		2003
	U.C.C.	5,50		2003
	U.C.C.	5,00		2003
	U.C.C.	5,00		2003
	U.C.C.	5,00		2003
<b>Scialitiche</b>	BOA-BOD	4,50		2,39%
<b>Centrifughe</b>	LAB. ANA.	4,50	0,44%	1995
	ANA. PAT.	4,50		2005
<b>Carrelli emergenza</b>		5,00 (media)	0,21%	1996-2011
<b>Onde urto</b>	RIABILITAZIONE	2,13	12,81%	2002
<b>MOC</b>	MEDICINA NUCLEARE	5,08	3,84%	2002
<b>Portatili per radiografia</b>	CCP	5,80	7,68%	2007
	RAD	5,65		2003

Tabella25 Previsione del Budget degli investimenti per obsolescenza

## **CAPITOLO 5 – Conclusioni**

Il seguente lavoro è nato con lo scopo di sviluppare uno strumento di Technology Management a supporto delle attività del Servizio di Ingegneria Clinica.

La raccolta di tutte le informazioni del parco macchine nel software di gestione aziendale ha consentito di superare il problema della frammentazione dei dati, solitamente gestiti tramite fonti eterogenee, dando al Servizio una visione completa del database a loro disposizione.

Il risultato principale del lavoro deriva dalla creazione di una serie di viste grafiche su QlikView utilizzate per monitorare in modo efficace ed efficiente il processo di gestione del parco macchine. Nelle viste sono state caricate quattro macro categorie di dati riguardanti le informazioni anagrafiche delle apparecchiature, i costi di manutenzione sostenuti, le richieste d'intervento ricevute dai reparti e i tempi necessari a svolgere tali interventi. Tutti i dati sono caricati dalla data di collaudo della macchina mentre i costi di manutenzione si riferiscono solamente al triennio 2017 - 2019.

Le analisi incrociate dei dati forniscono un valido mezzo di comunicazione con la Direzione Generale, che può ricevere dati aggregati sulle prestazioni del Servizio o su eventuali proposte d'investimento. In questo modo l'Ingegneria Clinica è coinvolta sempre di più all'interno delle dinamiche aziendali.

Gli obiettivi raggiunti sono evidenziabili sia in termini di realizzazione del cruscotto, sia in termini di analisi e interpretazione dei dati rappresentati.

Grazie alla dinamicità del software QlikView, i dati aggregati sono contestualizzabili rispetto all'area, al reparto o al fornitore di riferimento, ma anche alla classe e al modello. L'innovazione principale del cruscotto risiede alla possibilità di ottenere i dati per ogni singola apparecchiatura. In questo modo il Servizio acquisisce una panoramica puntuale di ogni macchina.

Uno dei punti di forza del cruscotto risiede nella possibilità di correlare le analisi dei costi di manutenzione, delle RDI e dei tempi d'intervento per tutti i raggruppamenti desiderati, tramite immediatezza grafica. Rispetto allo strumento di Technology Management già presente in struttura, sono stati aggiunti i dati dei costi di manutenzione, che, così come gli altri dati, sono analizzabili per singola macchina. I trend economici offrono una

conoscenza approfondita delle criticità dei beni e consentono di prendere decisioni sempre più mirate.

Un'altra funzionalità importante risiede nella possibilità di analizzare l'obsolescenza del parco macchine, ponendo alla base dell'analisi l'indice di priorità di sostituzione IPS. Riguardo quest'ultimo, le modifiche apportate all'IPS già presente nel Servizio sono state fondamentali per renderlo ancor più operativo e attendibile.

I risultati ottenuti dall'analisi dell'obsolescenza hanno messo in risalto situazioni critiche che sono state poi inserite nella pianificazione della previsione di budget degli investimenti per obsolescenza per l'anno 2020.

Il supporto che lo strumento dà in questo senso è un altro ottimo risultato raggiunto. Inoltre, è possibile identificare gli effetti che gli investimenti producono sul parco macchine, quantificandoli tramite gli scarti dei valori tra i vari anni di analisi.

La grande mole di dati utilizzata dallo strumento porta inevitabilmente alla creazione di alcune criticità legate soprattutto alla corretta compilazione su InfoHealth dei campi necessari alle analisi. Per ovviare al problema, è necessario formare brevemente tutto il personale del Servizio in modo da consentire l'esatto e completo inserimento delle informazioni richieste. E' infatti fondamentale garantire un database attendibile ed il più completo possibile: senza queste premesse, nessuna analisi futura potrà essere considerata efficace e quindi applicabile operativamente.

Inoltre, poiché l'organizzazione interna dell'Ospedale Humanitas è in continua evoluzione e gli obiettivi aziendali possono cambiare nel tempo, è necessario mettere in relazione continua i feedback che il modello restituisce con ciò che si desidera analizzare. Di anno in anno è opportuno revisionare le viste dello strumento e decidere se necessitano di modifiche o aggiunte strutturali e, in caso positivo, agire dove richiesto.

Questo tipo di revisione è soprattutto consigliata sugli indicatori di performance, che per primi offrono una panoramica generale delle azioni svolte e costituiscono un immediato impatto visivo degli obiettivi raggiunti. Si ricorda comunque che qualsiasi azione correttiva sulle viste è facilitata dalla dinamicità e semplicità di utilizzo del software QlikView.

La versatilità dello strumento implementato lascia spazio a continue evoluzioni e molteplici sviluppi futuri. Prime fra tutte c'è la possibilità di incrementare il numero dei



parametri inseriti nell'IPS, re immettendo quelli presenti nell'indice iniziale. Per fare ciò sarà necessaria un'opera di analisi dei criteri d'immissione dei dati all'interno di InfoHealth e di controllo delle modalità di calcolo dei parametri stessi, per poi procedere alla redistribuzione dei punteggi dei pesi per cui vengono calcolati. Ad esempio, attraverso l'adeguato coinvolgimento del personale sarebbe interessante implementare i parametri di "Adeguatezza Tecnica" e "Grado d'uso" (quest'ultimo anche nell'ottica di una riallocazione delle macchine in aree diverse della struttura). In questo modo lo strumento diventerà ancora più preciso nella sua funzione di evidenziare le apparecchiature critiche dal punto di vista dell'obsolescenza.

Un'altra implementazione utile del cruscotto potrebbe essere l'inserimento nel database delle informazioni riguardanti i consumabili utilizzati nella struttura. Nonostante non siano di competenza del Servizio, in questo modo sarebbe possibile tenere traccia non solo di tutti gli ordini che sono erogati, ma anche dei loro costi, associati ai vari reparti a cui sono indirizzati. Una loro analisi aumenterebbe dunque la completezza della visione d'insieme delle spese nei reparti e, più in generale, nella struttura ospedaliera.

Infine, va ricordato che il budget degli investimenti è stato creato tramite file Excel, ricreando manualmente le voci d'investimento decise. Questa modalità manuale potrebbe essere bypassata tramite la creazione del file di budget su QlikView: in un'ulteriore vista si potrebbe infatti creare una tabella in cui i campi vengano automaticamente riempiti dalle informazioni riguardanti i dati delle apparecchiature con criticità alta e media, restituiti dall'IPS. A questi dati si affiancherebbero poi i relativi valori dei costi di manutenzione, delle RDI e dei tempi d'intervento per ogni anno del periodo d'interesse. La tabella ottenuta sarebbe poi esportabile su Excel, dove si procederebbe alla scelta finale delle apparecchiature su cui investire e all'eliminazione delle altre in base ai costi d'acquisto. La presentazione di un file Excel rimane comunque pratica per rendere il budget cartaceo e metterlo a disposizione della Direzione Generale.



# Appendice

## Appendice 1: Vista I; anagrafiche del parco macchine

Dati estratti il: 25/09/2019 10:17:04  
 Designed and Assembled by MIC&NOS in Ingegneria Clinica - Humanitas Rozzano

Cerca

### Anagrafiche

Disponibilità - Periodo Analisi

Disponibilità apparecchiatura

**Filtri**

- Classe
- Inv. Tecnico
- Data Documento
- Codice Tipo Docu...
- ID\_MAC
- Codice Tipo Odl.
- Data Inizio Gestione
- N° Ordine
- Data Ordine

**Stato Oggetto**

- ALIENATO
- DISPONIBILE
- IN ATTESA SERVIZIO
- IN DISUSO
- INDISPONIBILE

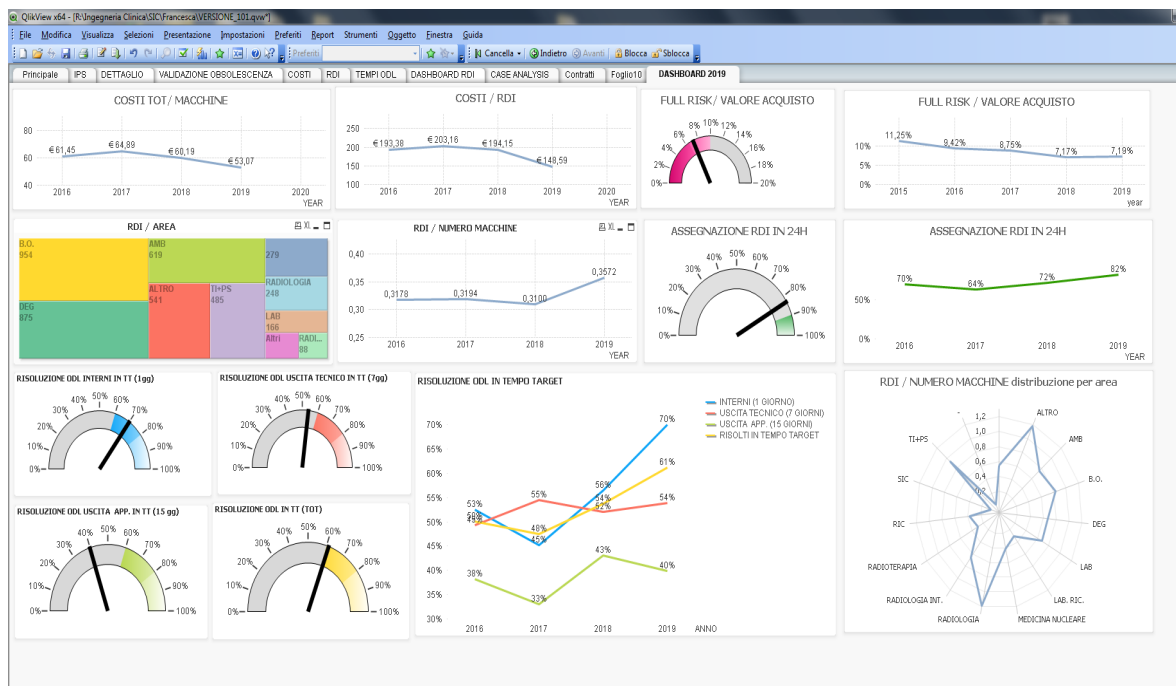
Selez...

INVENTARI PER AMMINISTRAZIONE				
INVENTARIO ICH	Classe	DESCRIZIONE	STATO	DATA COLLAUDO
00003	POMPA INFUSIONE	POMPA INFUSIONE 598	ALIENATO	29/09/1997
00005	POMPA INFUSIONE	POMPA INFUSIONE 598	ALIENATO	26/03/1996
00018	POMPA INFUSIONE	POMPA INFUSIONE 598	ALIENATO	29/09/1997

### SCHEDA MACCHINA

- Descrizione
- Classe
- Descrizione Costruttore
- Descrizione Modello
- Stato
- Descrizione Fornitore
- Descrizione Manutettore
- Tipo App.
- Possesso
- Proprietà
- N° Ordine
- PREZZO
- VALORE
- Data Collaudo
- Stato Funzionale
- N° Inv.
- BUILDING
- Ubic.
- Data Dismissione
- Matricola
- Fine Garanzia

## Appendice 2: Vista II; DashBoard dei Key Performance Index



### Appendice 3: Vista III; Indice di Priorità di Sostituzione

Dati estratti il: 25/09/2019 10:17:04  
 Designed and Assembled by MIC&NOS in Ingegneria Clinica - Humanitas Rozzano

#### Variabili IPS

**Valori Soglia di IPS**

IPSmn	=	4,5
IPSmx	=	7

**P1-P10: Pesì della Formula per il Calcolo di IPS**

Vetustà (P1)	=	2
Esistenza Pezzi di Ricambio (P3)	=	3
Disponibilità (P7)	=	0,5
Idoneità Clinica (P8)	=	2,5
Costo Manutenzione (P10)	=	2

**CONTEGGIO N.inv**

Classe	Descrizione Modello	Corteggio
ABERROMETRO ...		2
ABLATORE X AR...		4
ACCELERATORE...		7
ACCLMULATORE		2
ADATTATORE B...		1
ADATTATORE C...		1

**IPS = P1 \* X1 + P2 \* X2 + P3 \* X3 + P4 \* X4 + P5 \* X5**

I1-110

I1 VETUSTA\*

I2 ESISTENZA PEZZI DI RICAMBIO

I3 DISPONIBILITA'

I4 IDONEITA' CLINICA

I5 COSTO MANUTENZIONE

#### Filteri

- Tipo Oggetto
- Anno Collaudo
- Possesto
- Reparto
- Classe
- AREA
- Gruppo CdC
- Codice Centro di Costo
- Descrizione Costruttore
- Descrizione Fornitore
- Descrizione Modello
- Inv. Tecnico

#### Dettagli IPS

Inventario	Codice Oggetto	Classe_IPS	Data collaudo	Reparto	SOSTITUZIONE	IPS	I1	I3	I7	I8	I10
-	-	-	-	-	-	1,47	-	-	-	-	-
SCARICHI C...	0000020645	CARRELLA A...	01/01/2015	STERILIZZAZIONE	PIANIFICARE	6,00	1,00	3	0,00	0,00	2,00
10967	0000012108	MONITOR	12/06/2009	BLOCCO OP. E DHC	PIANIFICARE	6,00	2,00	3	0,50	0,00	0,50
MM1036	0000011640	VIDEOLAPAR...	06/11/2007	STERILIZZAZIONE	PIANIFICARE	5,96	2,00	3	0,50	0,00	0,46
09891	0000010847	MONITOR	05/03/2008	BLOCCO OP. E DHC	PIANIFICARE	5,93	2,00	3	0,50	0,00	0,43
09192	0000010239	APP. PORTAT...	30/05/2007	RADIOLOGIA CCP	PIANIFICARE	5,80	2,00	3	0,50	0,00	0,30
08021	0000008488	APP. PORTAT...	22/06/2006	BLOCCO OP. C CARDIO	PIANIFICARE	5,66	2,00	3	0,50	0,00	0,16
05028	0000003978	APP. PORTAT...	27/10/2003	RADIOLOGIA	PIANIFICARE	5,65	2,00	3	0,50	0,00	0,15
05274	0000002907	LETTO ELET...	23/11/2003	U.C.C.	PIANIFICARE	5,50	2,00	3	0,50	0,00	0,00
05450	0000003138	LETTO X DEG...	15/01/2004	D.H. ONCOLOGICO	PIANIFICARE	5,50	2,00	3	0,50	0,00	0,00
10660	0000011977	ECOTOMOGRA...	18/03/2009	AMBULATORI N (B5 2P)	PIANIFICARE	5,50	2,00	3	0,50	0,00	0,00
MM1037	0000011641	VIDEOLAPAR...	21/12/2007	STERILIZZAZIONE	PIANIFICARE	5,46	2,00	3	0,00	0,00	0,46
12010	0000013147	ECOTOMOGRA...	16/06/2010	AMBULATORI B	PIANIFICARE	5,45	2,00	0	0,50	2,50	0,45
05592	0000003372	LETTO X DEG...	20/02/2004	DEGENZA A2	PIANIFICARE	5,41	2,00	3	0,00	0,00	0,41

### Appendice 4: Vista IV; Dettaglio dei Costi di Manutenzione, Richieste d'Intervento, Tempi d'Intervento

Dati estratti il: 25/09/2019 10:17:04  
 Designed and Assembled by MIC&NOS in Ingegneria Clinica - Humanitas Rozzano

#### Dettaglio

Selezioni correnti

**FILTRO APPARECCHIATURE**

- ID\_MAC
- ID\_RDI
- Inv. Tecnico
- Classe
- Stato OdL
- MODELLO
- Descrizione Oggetto
- Reparto
- Centro di Costo
- FORNITORE
- SISTEMA
- COSTRUTTORE
- MANUTENTORE

**Stato Oggetto**

ALIENATO	IN ATTESA SERVIZIO	INDISPONIBILE
DISPONIBILE	IN DISUSO	

**COSTI DI MANUTENZIONE (€)**

**NUMEROSITA' RDI (numerosità)**

**T MEDI MANUTENZIONE CORRETTIVA**

**FILTRI VOCE DI COSTO**

- Codice Contabile VCosto
- Descrizione Voce di Costo
- ID\_MAC
- Month\_VCosto
- Quarter\_VCosto
- Year\_VCosto
- Descrizione Fornitore VCosto

**FILTRO RICHIESTE DI INTERVENTO**

- ID\_RDI
- Inv. Tecnico
- Classe
- Descrizione Modello
- Reparto
- Month\_RDI
- Quarter\_RDI
- Year\_RDI

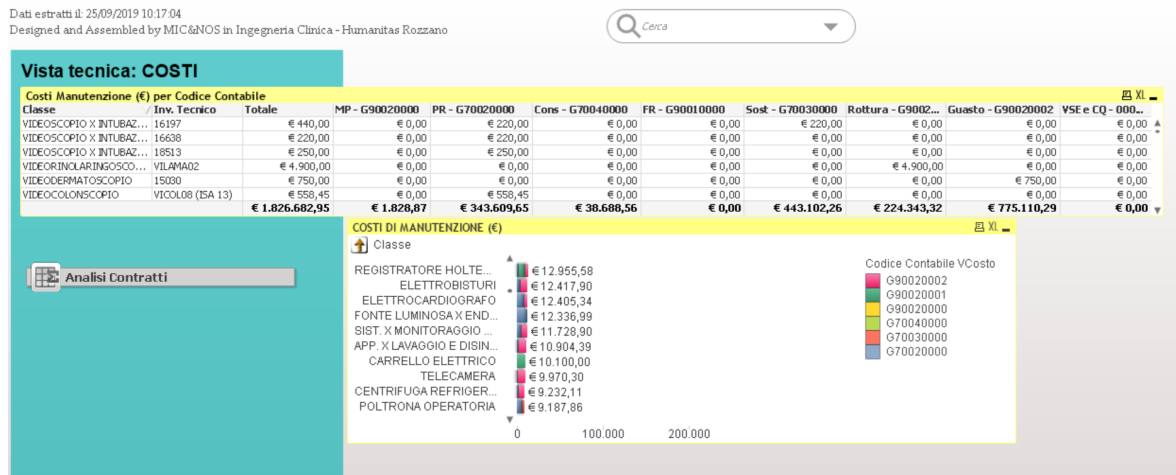
**FILTRI TEMPI**

- Month\_TEMPI
- Quarter\_TEMPI
- Year\_TEMPI
- Year\_RDI
- WeekYear\_TEMPI

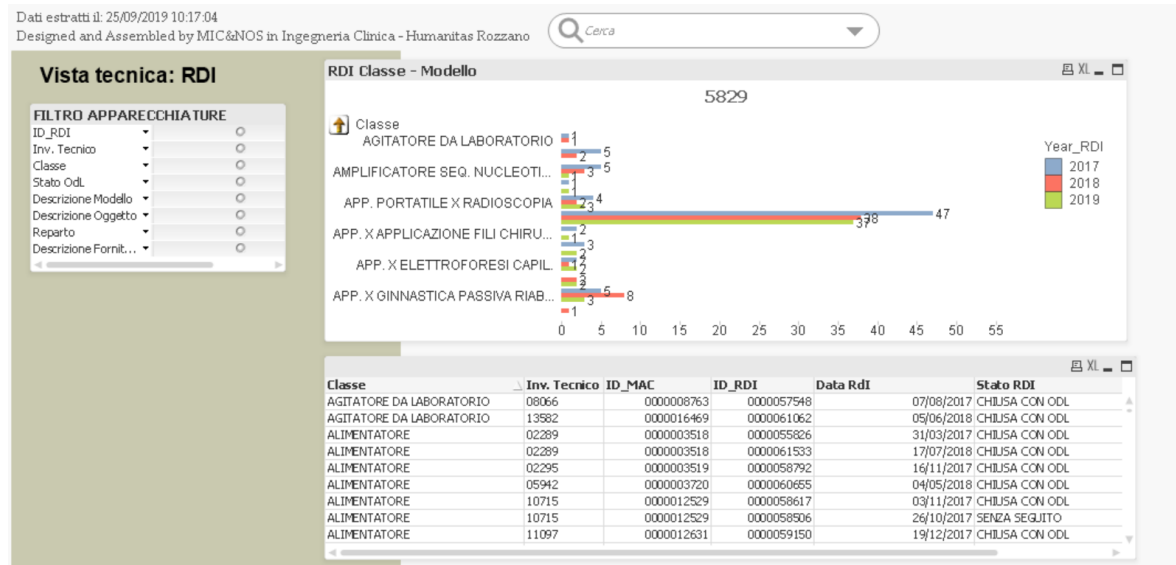
**FILTRI OD L**

- Tipo OD L
- Stato OdL
- Tipo Generazione

## Appendice 5: Vista V; Vista Tecnica dei Costi di Manutenzione



## Appendice 6: Vista VI; Vista Tecnica delle Richieste d'Intervento



## Appendice 7: Vista VII; Vista Tecnica dei Tempi d'Intervento

Dati estratti il 25/09/2019 10:17:04  
Designed and Assembled by MIC&NOS in Ingegneria Clinica - Humanitas Rozzano

**Vista tecnica: TEMPI**

**FILTRI TEMPI**

- Month\_TEMPI
- Quarter\_TEMPI
- Year\_TEMPI
- Year\_RDI
- WeekYear\_TEMPI

**FILTRO APPARECCHIATURE**

- ID\_RDI
- Inv\_Tecnico
- Classe
- Stato OdL
- Descrizione Modello
- Descrizione Oggetto
- Reperto
- Descrizione Fornit...

**T MEDI MANUTENZIONE CORRETTIVA**

ANNO RDI (...)	RISOLUZIONE (giorni)	RISPOSTA (giorni)	INTERVENTO (giorni)	CONTEGGIO ODL	FALSI GUASTI
2019	12,57	2,35	11,07	2928	11
2018	10,76	2,72	8,96	689	1
2017	13,37	2,15	12,06	1114	2
2017	12,89	2,33	11,37	1125	8
-	-	-	-	0	0

**ID\_ODL**

ID_ODL	DTRIIN	DTINEF	DTFIEF	CDREPA	T_RISPOSTA	T_INTERVENTO	T_RISOLUZIONE	TIPO_GUASTO
0000140729	09/02/2018	09/02/2018	30/12/2018	STERIL	1	324	324	Guasto
0000142597	30/03/2018	30/03/2018	30/12/2018	STERIL	1	275	275	Guasto
0000141331	02/03/2018	02/03/2018	14/11/2018	AMBUJ_M	1	257	257	Guasto
0000155894	13/02/2019	13/02/2019	02/09/2019	SORBOE	1	201	201	Guasto
0000147280	06/07/2018	06/07/2018	19/12/2018	STERIL	1	166	166	Guasto
0000146874	12/06/2018	15/06/2018	06/11/2018	SORBOE	3	144	147	Guasto
0000146869	14/06/2018	15/06/2018	31/10/2018	SORBOG	1	138	139	Guasto
0000147593	18/07/2018	20/07/2018	28/11/2018	SORBOA	2	131	133	Guasto
0000156991	28/03/2019	28/03/2019	09/08/2019	RADINT	1	130	130	Guasto
0000146593	07/06/2018	07/06/2018	08/10/2018	STERIL	1	123	123	Guasto
0000158370	16/05/2019	16/05/2019	12/09/2019	SICLAB	1	119	119	Guasto

## Appendice 8: Vista VIII; Vista degli effetti degli investimenti

Dati estratti il 25/09/2019 10:17:04  
Designed and Assembled by MIC&NOS in Ingegneria Clinica - Humanitas Rozzano

**Dettaglio**

**Selezioni correnti**

- Year\_VCosto  2017, 2018, 2019
- Year\_RDI  2017, 2018, 2019
- Year\_TEMPI  2017, 2018, 2019

**Andamento COSTI per classe**

Classe	Inv. Tecnico	Scarto 2018 su 2017	scarto 2019-2017	scarto 2019-2018	2019	2018	2017
<b>Total</b>		<b>€ 73.824,56</b>	<b>-€ 318.557,60</b>	<b>-€ 392.382,16</b>	<b>€ 371.914,39</b>	<b>€ 764.296,56</b>	<b>€ 690.472,00</b>
-		-€ 2.771,38	-€ 47.744,37	-€ 44.972,99	€ 51.322,78	€ 96.295,77	€ 99.067,15

**Numerosità RDI**

Classe	Inv. Tecnico	rdi 2018 su 2017	rdi 2019-2018	rdi 2019-2017	2019	2018	2017
<b>Total</b>		<b>-9%</b>	<b>-26,8%</b>	<b>-33,3%</b>	<b>1508</b>	<b>2061</b>	<b>2260</b>
-		-9%	-26,7%	-33,1%	1505	2053	2251

**Numerosità TEMPI**

Classe	Inv. Tecnico	scarto 2018 - 2017	scarto 2019-2018	scarto 2019-2017	2019	2018	2017
<b>Total</b>		<b>0,478</b>	<b>-2,6</b>	<b>-2,13</b>	<b>10,76</b>	<b>13,37</b>	<b>12,89</b>
-		-0,191	-2,73	-2,92	4,16	6,89	7,08

## Bibliografia

1. Y. David, EG Jahnke; *“Planning Medical Technology Management in a Hospital”*, 2018
2. L. Leogrande; *Dossier Ingegneria Clinica, “L’associazione Italiana Ingegneri Clinici per la diffusione dell’ingegneria clinica”*, 2018
3. <https://www.igi-global.com/dictionary/clinical-engineering/12913>
4. World Health Organization, estratto da *“Global Atlas of Medical Devices”* Capitolo 3, *“Health Technology Management”*
5. Luis Vilcahuaman, Rossana Rivas; *“Healthcare Technology Management Systems: Toward a New Organizational Model for Health Services”*, 2017
6. O. Costello, M. Doyle Kent, P. Kopacck, *“Cost orientation Maintenance Engineering: Case study of an Irish Manufacturing Plant”*, 2019
7. *Ann Fr Anesth Reanim. “Maintenance and obsolescence of medical devices”* 1999
8. Prof. M. Garetti, *Corso di Gestione della Manutenzione, Politecnico di Milano*
9. Yang, *“Obsolescence Management and evaluation of SSC in nuclear power plants”*
10. T. Kelly, *“Maintenance Budgeting”*, 2007
11. Estratto dal libro *“Creating a Proactive Obsolescence Management System Framework through the Systems Engineering Continuum”*
12. Zaabar, Y. Beauregard, M. Paquet, *“Using Multicriteria Decision Making Methods to Manage Systems Obsolescence”*, 2018
13. Cahyo, Winda Nur, *“A Proposed Model for Aligning Maintenance Strategy to Business Strategies in Engineering Asset Management”*, 2018

14. M. Al Qahtani, M. Lisando Lourido, R. M.O. Dabbousi, O.Al Shahrani “Obsolescence of aging electrical equipment”, 2012
15. Hung Chien, “A framework of medical equipment management system for in-house clinical engineering department” , 2010
16. F. J. Romeo Rojo, “Obsolescence risk assessment process best practice”, 2012
17. R. Miniati, F. Dori, E. Iadanza, M. M. Fregonara, G. Biffi Gentili, “Health Technology Management: A database analysis as support of technology managers in hospitals”, 2011
18. E. Iadanza, “Evidence-based medical equipment management: a convenient implementation”, 2019
19. <https://www.humanitas.it>
20. G. Mazzotta, “Evidence- Based Health Technology Managment: case study presso l’Humanitas Research Hospital”, 2018
21. P.T. Chen, C.L. Lin, W.N. Wu, “Big data management in healthcare: Adoption challenges and implications”, 2020
22. Prof. E. Caiani, Corso di “E-Health Methods and Applications”
23. Ronald Moen, “Foundation and History of the PDCA Cycle”, 2009
24. <https://www.iwolm.com/blog/il-metodo-pdca-o-ruota-di-deming/>
25. Du Qing-ling, “Application of PDCA Cycle in the Performance Management System”, 2008
26. <https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/business-intelligence-BI>
27. <https://www.visualintelligence.co.nz/qlikview/>



28. *Tesi di R. Zonzin, "Misurazione e controllo delle performance: progetto di realizzazione di un cruscotto gestionale, per la logistica dell'azienda ospedaliera universitaria integrata di Verona" 2013*
29. *G. Calzolaro, "KPI per la logistica", 2012*
30. *M. Griziotti, "KPI per il processo di Hospital Based HTA: Uno strumento di controllo strategico sviluppato presso l'IRCCS E. Medea", 2015*
31. *Armisi Luca, "Sostituzione di apparecchiature elettromedicali", 2013*
32. *Neven Saleh, "Preventive Maintenance Prioritization Index of Medical Equipment Using Quality Function Deployment", 2014*
33. *L. Fennigkoh, "A medical Equipment Replacement Model", 1992*
34. *Milani Elena, Mirabella Chiara, "Key performance index applicati alla gestione di un servizio di ingegneria clinica ospedaliero", 2018*