

# INDICE

---

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>2</b>
<b>2. LA DIFFUSIONE DEI SISTEMI DI RISONANZA MAGNETICA</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MODELLI DI UTILIZZO DI SISTEMI A RISONANZA MAGNETICA</b> .....	<b>5</b>
<b>4. LA RISONANZA MAGNETICA È UNA METODOLOGIA SOSTITUTIVA AD ALTRE INDAGINI DIAGNOSTICHE ?</b> _	<b>5</b>
<b>5. LE ATTIVITÀ DEL SERVIZIO DI RISONANZA MAGNETICA ALL'OSPEDALE DI BOLZANO</b> .....	<b>7</b>
<b>6. STIMA DEL FABBISOGNO DI ESAMI DI RISONANZA MAGNETICA DELL'AZIENDA SANITARIA EST</b> .....	<b>9</b>
<b>6.1. CONCLUSIONE DEL PROCESSO DI STIMA DEL NUMERO DI ESAMI RM PER L'ASL EST</b> .....	<b>11</b>
<b>7. VALUTAZIONE ECONOMICA DI POSSIBILI ALTERNATIVE PER SODDISFARE IL FABBISOGNO DI ESAMI RM NELL'ASL EST</b> .....	<b>12</b>
<b>7.1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>12</b>
<b>7.2. DETERMINAZIONE DEL COSTO TOTALE DEL DI UN SISTEMA RM CON PROCEDURA DI LEASING.</b> _	<b>12</b>
7.2.1. I COSTI DI PRODUZIONE DELLE PRESTAZIONI DI UN SISTEMA DI RISONANZA MAGNETICA ____	<b>12</b>
<b>7.3. DETERMINAZIONE DEL COSTO TOTALE DEL DI UN SISTEMA RM CON PROCEDURA DI NOLEGGIO DI UN APPARECCHIATURA MOBILE</b> .....	<b>17</b>
<b>7.4. Determinazione del costo totale del di un sistema RM con procedura di invio dei pazienti all'Ospedale di Bolzano</b> .....	<b>20</b>
<b>8. CONFRONTO DEI COSTI SULLE ALTERNATIVE PRESENTATE</b> .....	<b>21</b>

---

## 1. INTRODUZIONE

La generazione di immagini con una apparecchiatura di Risonanza magnetica (RM) ha avuto le sue origini nei fenomeni fisici scoperti circa 30 anni dopo la scoperta dei raggi X, anche se dallo sviluppo di applicazioni di spettroscopia alla generazione di immagini sperimentali in laboratorio sono passati oltre 40 anni.

E solamente dopo 10 anni dall'ottenimento sperimentale delle prime immagini di RM l'industria ha prodotto delle apparecchiature adatte ad essere usate nella routine clinica. Questa nuova tecnologia di produzione di immagini tomografiche è entrata in un campo che era già occupato da molte altre modalità diagnostiche, di recente introduzione, quali la tomografia assiale computerizzata (CT), l'ecotomografia ad ultrasuoni, il tomografo ad emissione di fotone singolo (SPECT) ed il tomografo ad emissione di positroni (PET). Tutte queste innovative modalità di generazione di immagini sono state introdotte nel sistema sanitario per incrementare le potenzialità diagnostiche e per aumentare l'outcome dei pazienti, però sin dall'inizio dell'introduzione della modalità di RM, due opposti aspetti sono stati discussi: da una parte i promotori dell'industria, i quali sottolineavano i vantaggi della RM, e dall'altra parte i gestori della Sanità, i quali, a causa degli elevati costi, richiedevano evidenziazioni più oggettive dell'impatto della RM sulla medicina curativa.

La diffusione e l'utilizzazione della RM è stata fortemente influenzata da queste due posizioni, in particolare nei primi anni, e la recessione economica con le sue conseguenze per il budget sanitario ha introdotto un ulteriore aspetto a queste problematiche.

Nonostante tutti i fattori che avrebbero dovuto imporre un punto di vista più conservativo della RM, l'aggressiva promozione di questa tecnologia, aiutata da una potente strategia di marketing, ha focalizzato l'attenzione sui numerosi vantaggi offerti dalla nuova modalità diagnostica. Questi vantaggi possono essere così riassunti:

- 1. nessun effetto dannoso a causa di radiazioni ionizzanti;**
- 2. buona risoluzione spaziale e di contrasto;**
- 3. possibilità del simultaneo multislice imaging;**
- 4. la promessa della caratterizzazione tissutale;**

- 5. assenza di artefatti ossei;**
- 6. possibilità di imaging vascolare non-invasivo;**
- 7. possibilità di imaging funzionale e metabolico;**
- 8. possibilità di usare materiali di contrasto a bassa tossicità;**
- 9. opportunità di performare procedure interventzionali.**

Molto di meno è stato detto sui limiti della RM, i quali tuttavia non dovrebbero essere negati:

1. alti costi di acquisizione e di gestione;
2. necessità particolari per l'installazione;
3. tecnologia assai complessa, che rende difficile sia la standardizzazione dei protocolli di esame nella pratica giornaliera che l'assicurazione della qualità dell'interpretazione delle immagini;
4. lungo tempo di esame - basso throughput di pazienti;
5. tecnologia non ancora completamente matura - sia l'hardware che il software è in continua evoluzione;
6. non applicabile ai pazienti con implantati ferrosi o ai portatori di pace-makers;
7. estrema difficoltà durante l'esaminazione dei pazienti artificialmente ventilati.

---

## **2. LA DIFFUSIONE DEI SISTEMI DI RISONANZA MAGNETICA**

Qui di seguito si riporta un'analisi (tabella 2.1) effettuata da Hailey<sup>1</sup> et al., sulla installazione di sistemi di Risonanza Magnetica dal 1981 al 1992 in 8 stati industrializzati. La tabella mostra che in alcuni di queste nazioni (Austria, Francia, Nuova Zelanda, Svizzera e Svezia) la tecnologia si è diffusa relativamente tardi, mentre negli Stati Uniti, nel Canada e in qualche modo anche in Italia, la diffusione è iniziata molto prima.

---

<sup>1</sup> Hailey, DM, Marshall, D and Topfer, LA. An international comparison of the distribution and diffusion of magnetic resonance imaging (MRI) by field strength. 9<sup>th</sup> Annual Meeting of ISTAHC, Sorrento, May 23.26, 1993; Abstracts: p 224.

Dati più recenti sulla diffusione di sistemi di RM sono disponibili per la Svizzera (da Jerjen e Müller<sup>2</sup>), come si evince dalla figura 2-1.

Paese	RM installate nel periodo				Totale		
	1981-3	1984-6	1987-9	1990-2	al 1986	al 1989	al 1992
Australia	0	3	4	20	3	7	27
Canada	2	6	6	14	8	14	28
Francia	0	4	42	49	4	46	95
Italia	0	18	66	83	18	84	167
Nuova Zelanda	0	0	0	1	0	0	1
Svezia	0	4	4	14	4	8	22
Svizzera	0	4	11	30	4	18	45
Inghilterra	6	12	7	55	18	25	80

Tabella 2-1: Numero di installazioni RM in otto paesi industrializzati, 1981-92 (source Hailey et al.)

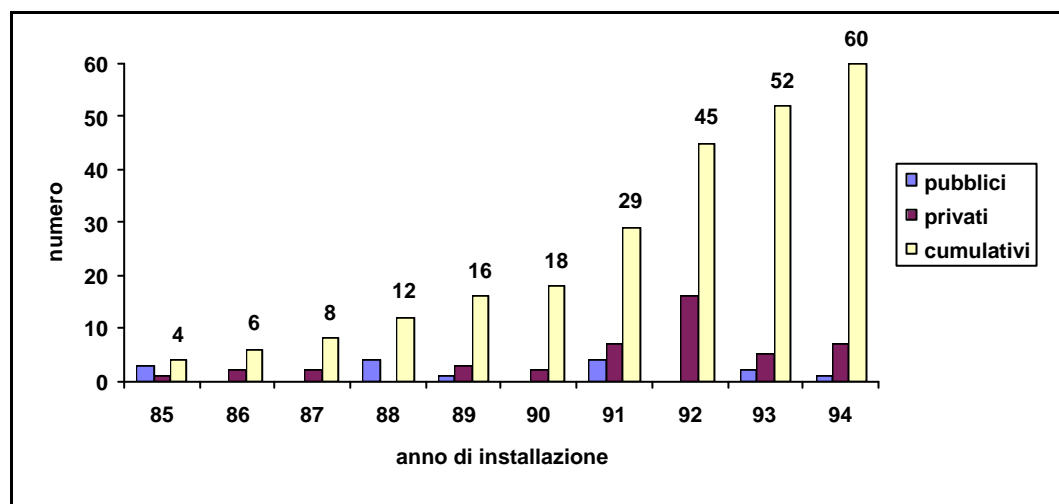


Figura 2-1: Diffusione dei sistemi RM in Svizzera (source Jerjen e Müller)

<sup>2</sup> Jerjen, P and Müller, R. MRI-Anlagen in der Schweiz. *Schweiz Spital* 1994; 8: 6-9

---

### 3. MODELLI DI UTILIZZO DI SISTEMI A RISONANZA MAGNETICA

Le informazioni sull'utilizzo di sistemi RM non sono sistematicamente raccolte, come per la radiologia tradizionale, dall'UNESCAR (*United nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiations*). I dati rintracciabili nella bibliografia scientifica non usano una metodologia standardizzata la quale permetta di effettuare confronti ripetibili, ma questi dati possono comunque offrire alcune utili indicazioni per studiare i trend e per capire meglio il ruolo della RM tra le altre tecnologie di produzioni immagini.

Boutwell e Mitchell, e Bautz et al.<sup>3</sup> hanno raccolto dati sull'utilizzazione di sistemi TAC e RM per un particolare campione di pazienti alla George Town University di Washington.

Tali dati, riportati in tabella 3-1 mostrano un continuo incremento dell'utilizzo di metodiche RM, in contrasto con l'utilizzazione di metodiche TAC, la quali sembra abbiano raggiunto un plateau.

esame	numero esami / 1000 abitanti / anno					variazione
	1985	1986	1987	1988	1989	percentuale
RM	0.05	1.9	4.3	6.5	9.2	+ 372.8
TAC	42.5	46.6	51.3	51.8	53.3	+ 12.5

Tabella 3-1: Utilizzazione di TAC e RM in un particolare campione di pazienti

---

### 4. LA RISONANZA MAGNETICA È UNA METODOLOGIA SOSTITUTIVA AD ALTRE INDAGINI DIAGNOSTICHE ?

In accordo con gli intenti iniziali si suppone che le indagini di Risonanza magnetica vadano a sostituire modalità meno accurate, sensitive e specifiche o modalità più invasive; in realtà gli studi fino ad ora pubblicati non confermano questa ipotesi.

---

<sup>3</sup> Bouttz et al., Magnetic resonance Imaging. Diffusion of technology in an ambulatory setting. *International Journal of Technology Assessment in Health care* 1992; 2:301-8

Uno studio svizzero<sup>4</sup>, che ha analizzato i dati relativi a 5501 pazienti sottoposti ad esame di Risonanza Magnetica, ha rilevato che gran parte dei pazienti sono stati precedentemente sottoposti ad altri tipologie di esami; i particolari sono riportati nella tabella 4.1.

---

<sup>4</sup> Schweizerisches Institut für gesundheits- und Krankenhauswesen - SKI. *Charakteristika der MRI-Anwendung. Ergebnisse der SKI-Studie 1987/88*. Aarau: SKI, 1988.

<b>tipologia esame</b>	<b>%</b>
radiologia convenzionale	24
radiologia convenzionale combinata con altre modalità	49
tomografia assiale computerizzata	20
tomografia assiale computerizzata combinata con altre modalità	44
precedenti esami di Risonanza magnetica	2
ecografia	1,5
ecografia combinata con altre modalità	5
scintigrafia	0,6
scintigrafia combinata con altre modalità	4

**Tabella 4-1: modalità diagnostiche alle quali sono state sottoposte i pazienti prima dell'esame RM**

## **5. LE ATTIVITÀ DEL SERVIZIO DI RISONANZA MAGNETICA ALL'OSPEDALE DI BOLZANO**

La tabella 5-1 riporta l'attività svolta dal Servizio di Risonanza Magnetica dell'Ospedale di Bolzano dal 1991 (anno di entrata in funzione) a tutto il 1996.

<b>anno</b>	<b>totale</b>	<b>interni</b>	<b>esterni</b>	<b>altre USL</b>
1991	<b>2317</b>	910	1160	249
1992	<b>2571</b>	1108	1184	279
1993	<b>2553</b>	1043	1344	166
1994	<b>2898</b>	1168	1509	221
1995	<b>2621</b>	1104	1307	210
1996	<b>3333</b>	1314	1741	278

**Figura 5-1: Attività del servizio di RM all'Ospedale di Bolzano.**

Da una attenta analisi dei dati sopra riportati si evince che:

- l'attività di RM dal 1991 al 1996 ha avuto un incremento pari al 43.8%;
- i pazienti provenienti da altre strutture ospedaliere della provincia sono aumentati del 11.6%.

Inoltre dei 16.293 pazienti sottoposti ad esame di risonanza magnetica all'Ospedale di Bolzano nel periodo 1991-1996, ben 5507 (cioè il 33.8%) erano prima stati sottoposti ad esame TAC (intervallo massimo tra i due esami: 1 mese).

## 6. STIMA DEL FABBISOGNO DI ESAMI DI RISONANZA MAGNETICA DELL'AZIENDA SANITARIA EST

Per stimare il fabbisogno di esami di Risonanza Magnetica presso l'Azienda Sanitaria USL Est, si è proceduto in due passi successivi:

### 1. Stima del numero di esami RM per pazienti interni:

si sono confrontati i ricoveri relativi al 1995 eseguiti presso l'Ospedale Regionale di Bolzano ed i ricoveri degli ospedali di Brunico e San Candido, relativamente ai reparti comuni<sup>5</sup>. Successivamente è stata calcolata la percentuale di esami RM sui ricoveri nei singoli reparti ospedalieri a Bolzano e questa stessa percentuale è stata usata per stimare gli esami di Risonanza Magnetica per l'ASL Est.

Reparto	ASL Centro Sud		ASL Est	
	ricoveri <sup>6</sup>	esami RMN	ricoveri	<i>stima esami RMN</i>
Chirurgia	3512	28	3757	30
Medicina	5219	77	4027	60
Oculistica	1344	32	985	23
Ostetricia	3436	112	2817	92
Pediatria	1727	185	1611	173
Ortopedia	3044	108	2183	75
Rianimazione	720	9	308	4
Neurologia	1186	219	500	92
<b>TOTALE</b>	<b>20188</b>	<b>770</b>	<b>16188</b>	<b>549</b>

Figura 6-1: Stima del numero di esami RM per pazienti ricoverati dell'ASL Est.

<sup>5</sup> Nell'analisi dei ricoveri è stato incluso il reparto di Neurologia, anche se questo attualmente non è ancora istituito presso l'ASL Est; i ricoveri relativi a questo reparto sono stati stimati in 500 all'anno.

<sup>6</sup> da Relazione Sanitaria Provinciale - 1995, Assessorato alla Sanità Provincia Autonoma di Bolzano.

## 2. Stima del numero di esami RM per pazienti esterni

La stima del numero di pazienti non ricoverati da sottoporre ad esame RM è stata effettuata basandosi sul numero di esami RM eseguiti per pazienti esterni all'Ospedale di Bolzano nel 1995 in rapporto al bacino di utenza dell'ASL Centro-Sud.

	bacino di utenza	esami RM
ASL Centro-Sud	201.808	1.307
ASL Est	67.772	<b>439</b>

**Figura 6-2: Stima del numero di esami RM per pazienti esterni dell'ASL Est.**

## 3. Stima del numero complessivo di esami RM per pazienti del ASL Est

La stima del numero complessivo di esami di Risonanza Magnetica per pazienti dell'Azienda Sanitaria Est si ottiene semplicemente sommando la stima del numero di esami per pazienti ricoverati e pazienti esterni:

$$\text{numero esami totale} = 549 + 439 = \mathbf{988}$$

### *Verifica delle stime effettuate*

La verifica delle stime sopra effettuate può essere eseguita considerando il rapporto percentuale che lega il numero di esami di Tomografia Assiale Computerizzata al numero di esami di Risonanza magnetica eseguiti sugli stessi pazienti ad un intervallo temporale non superiore ad 1 mese (33,8%).

In questa ipotesi, dato che gli esami TAC all'ASL Est nel 1996 sono stati complessivamente 5054, risulta che la stima di esami RM è:

$$5054 \cdot 33.8 / 100 = 1708$$

Il numero risultante da questa verifica è maggiore del numero calcolato con la procedura della stima in base a ricoveri e in base al bacino di utenza; molto probabilmente ciò è dovuto al fatto che i reparti molto specialistici, quali ad esempio la Neurologia o la Neurochirurgia, richiedono più indagini strumentali con modalità diagnostiche diverse per lo stesso paziente.

---

## **6.1. CONCLUSIONE DEL PROCESSO DI STIMA DEL NUMERO DI ESAMI RM PER L'ASL EST**

In base ai calcoli riportati nel paragrafo precedente è ragionevole assumere che il fabbisogno di esami di Risonanza Magnetica per l'Azienda Sanitaria Est si assesterà a regime **tra 800 e 1500** esami all'anno.

---

## **7. VALUTAZIONE ECONOMICADI POSSIBILI ALTERNATIVE PER SODDISFARE IL FABBISOGNO DI ESAMI RM NELL'ASL EST**

---

### **7.1. INTRODUZIONE**

Di seguito si effettuerà una valutazione economica delle seguenti soluzioni alternative per il soddisfacimento del fabbisogno di esami di Risonanza magnetica dell'Azienda Sanitaria Est:

1. leasing di un sistema RM ad alte prestazioni;
2. leasing di un sistema RM a medie prestazioni;
3. noleggio per un tempo definito di un sistema RM mobile a medie prestazioni;
4. invio dei pazienti all'Ospedale di Bolzano (benchmark).

---

### **7.2. DETERMINAZIONE DEL COSTO TOTALE DEL DI UN SISTEMA RM CON PROCEDURA DI LEASING.**

L'alto costo di installazione di una RM rende fondamentale l'aspetto economico della valutazione ai fini della proposta di introduzione in una struttura ospedaliera. Il prezzo corrente di acquisto si aggira infatti intorno ai due miliardi di lire, a seconda dell'intensità del campo magnetico. Infatti, più intenso è il campo magnetico migliori sono le prestazioni, ma i magneti sono più costosi e richiedono maggior isolamento: in questo caso gli aspetti legati al controllo delle interferenze che si verificano tra macchina e l'ambiente circostante assumono un'importanza fondamentale, in quanto il costo delle schermature alla radiofrequenza e al campo magnetico è altrettanto elevato.

---

#### **7.2.1. I COSTI DI PRODUZIONE DELLE PRESTAZIONI DI UN SISTEMA DI RISONANZA MAGNETICA**

In questo paragrafo prenderemo in considerazione i costi diretti sanitari che sono collegati all'utilizzo di un sistema a Risonanza Magnetica. E' necessario innanzitutto definire l'oggetto del

costo, ovvero il prodotto finale ottenibile con diverse combinazioni di prestazioni e con diversi consumi di risorse.

Nel nostro caso il prodotto finale è il riscontro diagnostico attraverso l'esame di Risonanza Magnetica. L'oggetto del costo si identifica quindi nel trattamento che il servizio sanitario provinciale offre per realizzare il referto di una indagine strumentale. Il processo sul quale si rileva il consumo di risorse sanitarie ha origine nella richiesta di esame da parte del medico (clinico, specialista o generico) al radiologo ed a questi si pone la valutazione dell'opportunità di effettuare tale esame oppure sostituirlo con altre metodiche.

La conclusione del processo si determina nel momento in cui si ottiene il referto. Tutte le fasi intermedie devono essere tenute in considerazione nell'analisi dei costi di processo.

Le ipotesi di partenza sono le seguenti:

1. apparecchiatura con campo magnetico pari a 0.5 Tesla;
2. apparecchiatura dotata di gradienti di elevate prestazioni, di un set completo di bobine di radiofrequenza e di una seconda console di lavoro;
3. canone annuale di leasing dell'apparecchiatura pari a 459.410.000 (IVA compresa);
4. inclusione nel canone di leasing dei lavori di installazione dell'apparecchiatura e della gabbia di Faraday;
5. disponibilità annuale dell'apparecchiatura di 8 ore al giorno per 5 giorni alla settimana per 52 settimane;

**Consumi variabili.** I consumi variabili possono essere così suddivisi:

- prodotti farmaceutici: sono essenzialmente riferibili alla sedazione preventiva del paziente ed alla somministrazione del mezzo di contrasto. Per i primi sono possibili pratiche sensibilmente diverse, con saltuario ricorso all'anestesia per pazienti con gravi disturbi respiratori; questa percentuale è comunque molto bassa, quindi il costo relativo è stato trascurato. Ai pazienti pediatrici è normalmente somministrato l'idrato di cloralio, ma anche questo costo è giudicato di entità trascurabile. Negli esami contrastografici il mezzo usato è il Gadolinio e la somministrazione avviene per via endovenosa. La stima del costo del mezzo di contrasto è stata eseguita ipotizzando un suo utilizzo nel 30% delle procedure, ed è stato utilizzato il prezzo di mercato del prodotto.
- materiale sanitario: tali consumi sono riconducibili all'uso di garze, cotone, guanti e siringhe monouso per effettuare la procedura radiodiagnostica. Per questi materiali il valore è

attribuito in modo forfetario, basandosi sulle rilevazioni medie di utilizzo nel centro di risonanza magnetica a Bolzano, con valorizzazione del prezzo di mercato.

- altri consumi variabili: oltre a quelli sopracitati vi è il consumo di pellicole radiografiche, che possono essere ritenute in media 5 per intervento. Gli esami sono poi archiviati su supporti magnetici o dischi ottici, che costituiscono un altro elemento di costo. Il consumo di energia elettrica è stimabile in 15 kWh. Infine c'è il costo della lavanderia per il camice indossato dal paziente e per il telino posizionato sul lettino mobile, il cui consumo ammonta a circa 0.5 Kg di biancheria per procedura.
- costi amministrativi: essi sono imputabili al consumo di materiale di cancelleria per la stesura del referto clinico, e alle spese per i contatti personali e telefonici tra il paziente ed il centro di Radiologia.

**Costi per attrezzature**. In questa sezione sono compresi sia i costi per la manutenzione che quelli per l'ammortamento dell'apparecchiatura, oltre ai costi dei gas criogeni.

Il contratto di manutenzione viene generalmente stipulato a partire dal primo anno di garanzia. Le prestazioni comprese sono la manutenzione preventiva, correttiva, la fornitura di parti di ricambio, l'assistenza al rabbocco dei gas criogeni, le assicurazioni sul magnete a fenomeni di collasso spontaneo.

Per quanto concerne l'ammortamento, si è fatta l'ipotesi di ciclo di vita medio della macchina, delle apparecchiature e attrezzature ausiliarie e delle opere infrastrutturali necessarie, pari a 8 anni, assumendo un tasso di ammortamento dell'8% annuo.<sup>7</sup>

**Costo del personale**. L'equipe ottimale per la realizzazione di un esame di RM è composta da un medico, un infermiere e un tecnico, presenti per tutta la durata dell'esame. Facendo una media delle rilevazioni effettuate, è stato ipotizzato una durata dell'esame pari a 40 minuti; il range va dai 20 minuti per gli esami molto mirati a dei tempi di esecuzione molto elevati, oltre l'ora, richiesti ad esempio da un esame dell'encefalo. Il personale medico provvede alla refertazione durante le ore di realizzo degli esami, la segretaria è impegnata quotidianamente per un'ora nella stesura degli stessi. Le aliquote utilizzate nel calcolo della quota di tempo dedicata all'esecuzione di esami di

---

<sup>7</sup> Calcolo del costo dell'attrezzatura per esame:

$$\begin{aligned} \text{costo procedura} &= (\text{costo cannone annuale} \times \text{durata procedura}) / (\text{tempo disponibilità macchina}) \\ &= (459.410.000 \times 40) / (8 \text{ ore} \times 60 \text{ minuti} \times 5 \text{ giorni} \times 52 \text{ settimane}) = 147.246 \end{aligned}$$

RM, rispetto al tempo trascorso a disposizione della divisione, sono pari a 85% per il personale medico, 65% per il personale infermieristico e 70% per il personale tecnico<sup>8</sup>.

Si riporta adesso una tabella riassuntiva delle voci di costo sintetiche per la procedura in esame (il costo riportato è relativo ad un esame di Risonanza Magnetica):

PROSPETTO DEI COSTI	
<i>consumi variabili</i>	L 186.485
prodotti farmaceutici	L 27.000
materiale sanitario	L 10.000
altri consumi variabili	L 134.485
costi amministrativi	L 15.000
<i>costi per attrezzature</i>	L 147.246
<i>costo del personale</i>	L 189.219
<b>totale</b>	<b>L 522.950</b>

**Tabella 7-1: I costi per procedura di RM.**

### **7.2.1..1 L'ANALISI DI SENSIBILITÀ DI ALCUNI PARAMETRI**

---

Il costo del processo fino ad ora analizzato è soggetto a rilevanti mutamenti in relazione al variare delle ipotesi formulate riguardo alcuni parametri più significativi.

#### **Numero delle procedure eseguite per anno.**

Il costo diretto complessivo di produzione degli esami di RM è dato ovviamente dalla somma dei costi fissi e quelli variabili. Sono stati stimati costi fissi quelli relativi al personale e alle attrezzature (ammortamento e manutenzione) e i costi amministrativi, mentre tutti gli altri sono stati considerati costi variabili.

In questo caso la funzione di costo risulta essere:

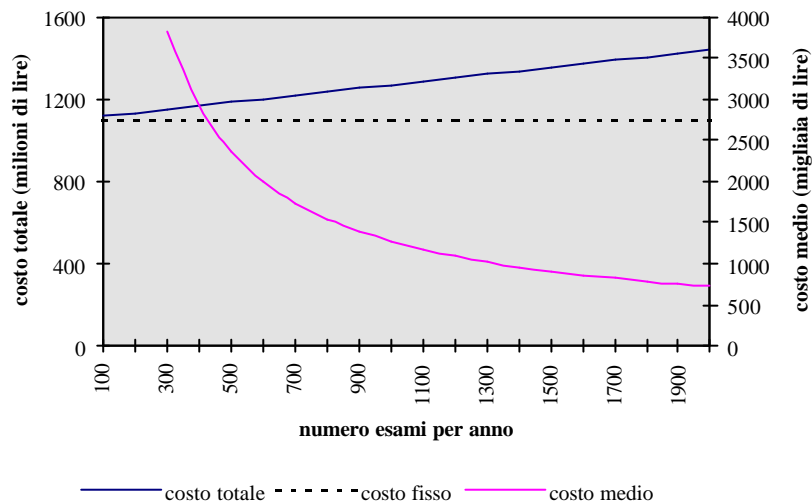
---

<sup>8</sup> Calcolo del costo del personale per un esame:

$$CT = 171.485 \cdot X + 1.096.492.800^9$$

dove X rappresenta il numero di prestazioni eseguite.

Questa funzione è rappresentata graficamente in figura 7-1, dove sull'ascissa vengono riportate il numero di esami per anno. Nello stesso grafico, con riferimento alla scala di destra, è tracciata anche la curva rappresentativa della variazione di costo medio per esame al variare del numero annuo di esami eseguiti. dal grafico risulta evidente che si ha una riduzione del costo medio significativa per un incremento del volume di attività a partire da circa 700 esami annui.



**Figura 7-1: Il costo complessivo di un sistema RM ad alte prestazioni.**

### Prestazioni del sistema di Risonanza Magnetica

Ripetendo la stessa procedura di calcolo del costo totale annuo e del costo medio per procedura per un sistema di Risonanza Magnetica a medie prestazioni, l'unico parametro che varia è quello relativo al cannone annuale di leasing; tutti le altre variabili di costo, incluse quelle relative al personale rimangono identiche.

---

costo del personale previsto con le aliquote sopra riportate per la durata media di un esame.

<sup>9</sup> costo complessivo per esame = costo amministrazione + costo personale + costo attrezzatura = 351.465

costo complessivo per minuto = 351.465 / 40 = 8.786

costo complessivo = costo complessivo per minuto x disponibilità annua = 8.786 x 60 x 8 x 5 x 52 = 1.096.429.800

Partendo dall'ipotesi che un sistema RM a medie prestazioni di differenzia da un sistema ad alte prestazioni non tanto per l'intensità del campo magnetico, ma piuttosto dal fatto che esso utilizzi gradienti meno potenti e non sia corredato di una seconda console di elaborazione, il canone annuale di leasing (sempre comprensivo della manutenzione e dei costi di installazione e della gabbia di Faraday) si riduce a 346.240.000 (IVA compresa).

Pertanto in questo caso la funzione di costo risulta essere:

$$CT = 171.485 \cdot X + 983.299.200$$

e la rappresentazione grafica in funzione del numero di esami eseguiti:

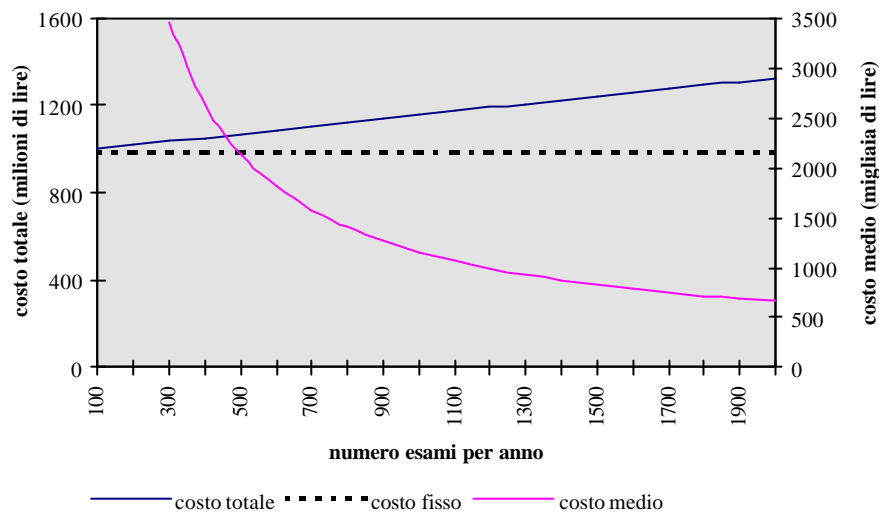


Figura 7-2: Il costo complessivo di un sistema RM a medie prestazioni.

### 7.3. DETERMINAZIONE DEL COSTO TOTALE DEL DI UN SISTEMA RM CON PROCEDURA DI NOLEGGIO DI UN APPARECCHIATURA MOBILE

Esiste la possibilità di noleggiare un sistema di Risonanza Magnetica mobile, il quale viene messo a disposizione della richiedente struttura ospedaliera per un periodo determinato.

Ipotizzando le stesse condizioni di produttività di cui al paragrafo precedente (8 ore di attività giornaliera; durata media dell'esame pari a 40 minuti) i costi a carico della struttura sanitaria sono i seguenti:

PROSPETTO DEI COSTI	
<i>consumi variabili</i>	L 186.485
prodotti farmaceutici	L 27.000
materiale sanitario	L 10.000
altri consumi variabili	L 134.485
costi amministrativi	L 15.000
<i>costi per attrezzatur<sup>10</sup></i>	L 793.333
<i>costo del personale<sup>11</sup></i>	L 146.815
<b>totale</b>	<b>1.313.118</b>

Tabella 7-2: I costi per procedura di RM con apparecchio mobile noleggiato.

Pertanto la funzione di curva che regola i costi per esame in funzione del numero degli esami effettuati è la seguente:

$$CT = 1.313.118 \cdot X$$

dove X rappresenta il numero di prestazioni eseguite.

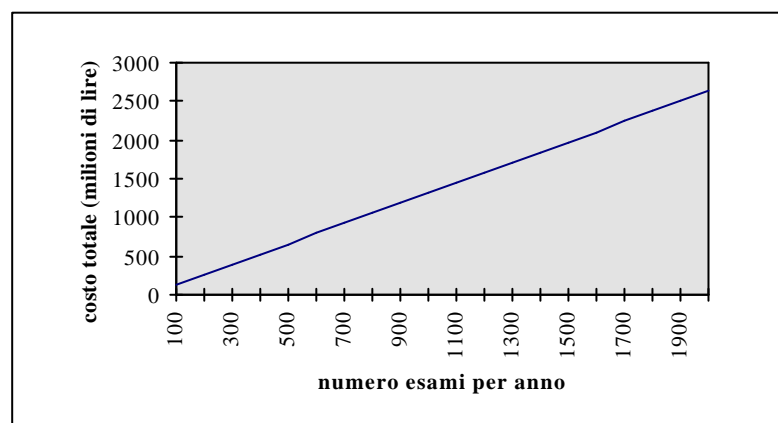


Figura 7-3: Costo totale annuale in caso di noleggio di un'unità mobile.

<sup>10</sup> costo del noleggio = 9.520.000 al giorno IVA compresa; per 12 esami al giorno: 793.333 per esame

<sup>11</sup> il costo del personale è stato ridotto di una determinata quota, in quanto nel caso di un noleggio, il tecnico di radiologia è compreso nel servizio.

---

#### **7.4. Determinazione del costo totale del di un sistema RM con procedura di invio dei pazienti all'Ospedale di Bolzano**

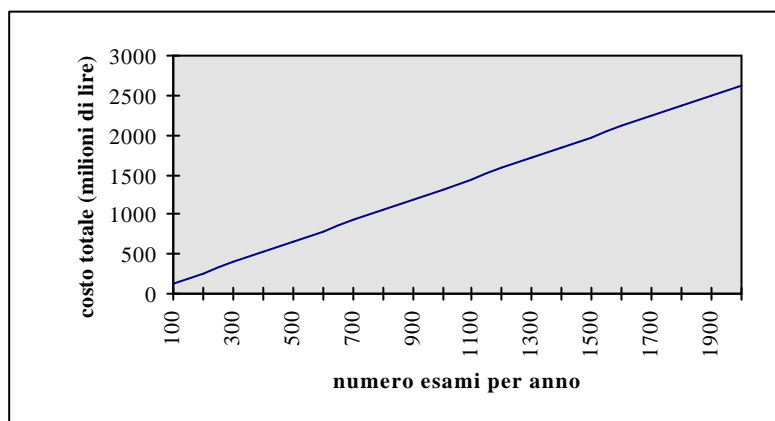
Nel caso si decida di inviare i pazienti da sottoporre ad esame di Risonanza Magnetica all'Ospedale di Bolzano, i costi da sostenere per l'ASL Est per ciascun esame sono così riassumibili:

- costo trasporto pazienti: L 317.000
- costo medio rimborso prestazione: L 1.000.000

Pertanto la funzione di curva che regola i costi per esame in funzione del numero degli esami effettuati è la seguente:

$$CT = 1.317.000 \cdot X$$

dove X rappresenta il numero di prestazioni eseguite.



**Figura 7-4: Costo totale annuale in caso di invio dei pazienti a Bolzano.**

## 8. CONFRONTO DEI COSTI SULLE ALTERNATIVE PRESENTATE

Di seguito si riporta il grafico che riassume le valutazioni economiche per le 4 alternative precedentemente individuate. Il grafico è in funzione del numero di esami annualmente eseguiti.

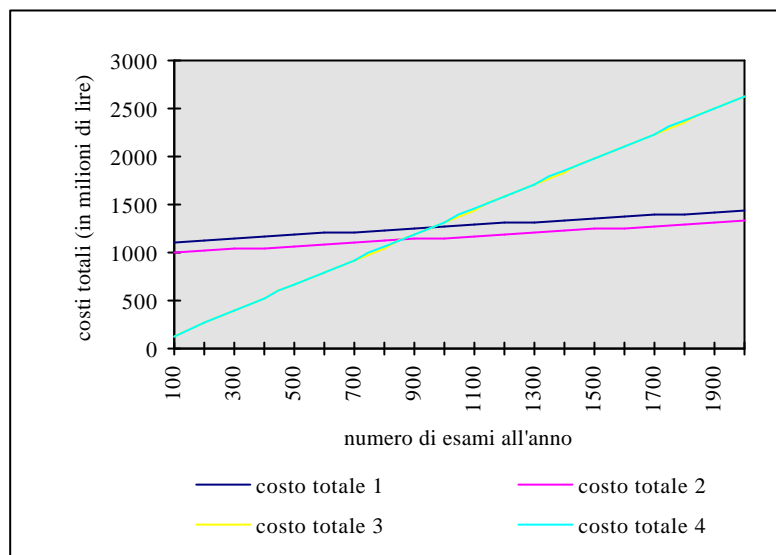


Figura 8-1: Confronto dei costi totali annuali per le 4 alternative proposte.

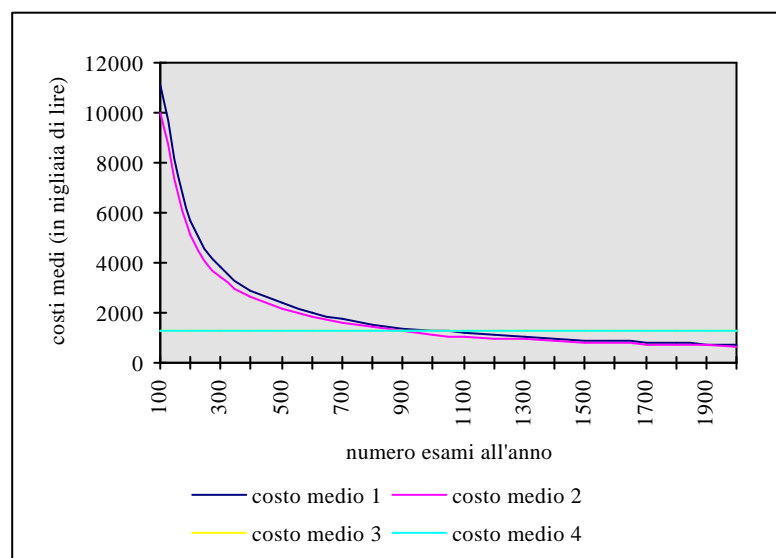


Figura 8-2: Confronto dei costi medi per esame per le 4 alternative proposte.

Dall'analisi dei tracciati dei costi sopra riportati risulta evidente che per un numero di esami annuali maggiore di circa 900, sia i costi totali che i costi medi per esame nei due casi di leasing di un sistema di Risonanza Magnetica, sono inferiori rispetto ai costi stimati per il noleggio di una

unità mobile o per l'invio dei pazienti all'Ospedale di Bolzano. In questi ultimi due casi i costi risultano essere praticamente identici.

Per semplicità di interpretazione si riporta di seguito due tabelle, le quali mostrano rispettivamente le differenze tra le alternative proposte dei costi totali annuali e dei costi medi per esame, per un'attività stimata pari a 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 e 1200 esami annui:

<b>costo totale annuale</b>				
produttività	alternativa 1	alternativa 2	alternativa 3	alternativa 4
600	1.199.000.000	1.086.000.000	787.000.000	790.000.000
700	1.216.000.000	1.103.000.000	919.000.000	921.000.000
800	1.233.000.000	1.120.000.000	1.050.000.000	1.053.000.000
900	1.250.000.000	1.137.000.000	1.181.000.000	1.185.000.000
1000	1.267.000.000	1.154.000.000	1.313.000.000	1.317.000.000
1100	1.285.000.000	1.171.000.000	1.444.000.000	1.448.000.000
1200	1.302.000.000	1.189.000.000	1.575.000.000	1.580.000.000

**Figura 8-3: Confronto tabellare sui costi annuali totali per produttività.**

<b>costo medio per esame</b>				
produttività	alternativa 1	alternativa 2	alternativa 3	alternativa 4
600	1.998.000	1.810.000	1.313.000	1.317.000
700	1.737.000	1.576.000	1.313.000	1.317.000
800	1.542.000	1.400.000	1.313.000	1.317.000
900	1.389.000	1.264.000	1.313.000	1.317.000
1000	1.267.000	1.154.000	1.313.000	1.317.000
1100	1.168.000	1.065.000	1.313.000	1.317.000
1200	1.085.000	990.000	1.313.000	1.317.000

**Figura 8-4: Confronto tabellare sui costi medi per esame per produttività**