

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA

in
Logistica Industriale

**METODI E STRUMENTI PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLA
FORNITURA DEI FARMACI VERSO IL PUNTO DI CONSUMO**

CANDIDATO

Luca Malatini

RELATORE:
Chiar.mo Prof.

Alberto Regattieri

Anno Accademico 2013/2014
Sessione II

INDICE

1 Introduzione.....	2
1.1 Flusso dei farmaci in Ospedale.....	4
1.2 Criticità dal Sistema	7
1.3 Letteratura.....	10
2 Calcolo quantità di scorte	11
2.1 Quantità Ottimale di Riordino	12
2.2 Punto di Riordino	16
3 Metodi di gestione delle scorte	21
3.1 Just in Time	22
3.1.1 Descrizione Kanban	23
3.1.2 Applicazione Ospedaliera dei Kanban.....	25
3.1.2.1 Two-bin Kanban system	25
3.1.2.2 Carriages Kanban for group system.....	29
3.1.3 Limiti del sistema Kanban	31
3.2 RFID Radio-frequency Identification	32
3.2.1 Descrizione RFID	33
3.2.2 Applicazione Ospedaliera RFID	34
3.2.3 Limiti RFID	36
3.3 Sistema delle confezioni monodose	38
3.3.1 Applicazione Ospedaliera del sistema di confezioni monodose.....	40
3.3.2 Limiti sistema confezioni monodose	44
Conclusioni.....	45

1 Introduzione

Al giorno d'oggi le Aziende Ospedaliere, a causa della crescente pressione economica, dei tagli alla sanità e della richiesta da parte dei cittadini di servizi sempre migliori, sono costretti a ridurre al minimo gli sprechi incrementando la qualità organizzativa, l'efficienza e l'efficacia dei propri servizi. Per questo motivo, i responsabili della gestione e i ricercatori stanno cercando di aumentare le iniziative per migliorare i bilanci della sanità, dove la spesa maggiore dopo il personale è rappresentato dai materiali.

L'organizzazione della sanità può considerarsi basata su quattro elementi per stimare l'entità del proprio sistema logistico:

✓ **I costi di gestione:**

Un sistema logistico è ovviamente migliore se volto al risparmio economico-finanziario, ma allo stesso tempo deve garantire gli stessi alti standard di qualità e sicurezza

✓ **I profitti economici e finanziari:**

Per quanto riguarda i risparmi quantificabili, ci sono come minimo tre aree dove intervenire:

- Il valore dell'inventario;
- Il valore delle scorte dei reparti;
- Il valore dei prodotti scaduti.

✓ **La qualità dei servizi:**

Alla determinazione degli standard di qualità, concorrono molti articoli, come la capacità di risposta, la frequenza delle consegne ai reparti, il livello di tracciabilità dei beni, etc..

✓ **La sicurezza:**

La sicurezza è certamente uno dei servizi che richiede molta attenzione e che influenza fortemente le decisioni circa la logistica delle Aziende Sanitarie negli ultimi anni. È precisamente in quest'area di attività che sono concentrate le ultime innovazioni in materia di logistica sanitaria. Soprattutto, le innovazioni tecnologiche del prossimo futuro permetteranno grandi miglioramenti nell'efficienza, qualità e sicurezza nella logistica sanitaria, ma è necessario sottolineare che la tecnologia è solo uno dei

componenti del sistema logistico, e per raggiungere i risultati attesi, deve essere coerente con gli altri componenti del sistema e con la strategia aziendale complessiva.

Se sono chiari i punti su cui far leva per cambiare il sistema gestionale, è meno chiaro chi debba prendersi la responsabilità di portare avanti i necessari progetti di cambiamento, sia da un punto di vista strategico che operativo. Attualmente, questa responsabilità è frammentata tra diverse unità organizzative:

- ✓ Il servizio di farmacia;
- ✓ L'ufficio logistico;
- ✓ Gli acquisti;
- ✓ I sistemi informativi;
- ✓ I reparti sanitari;
- ✓ La direzione delle infermiere.

La tendenza sembra essere l'aggregazione sotto un'unica unità organizzativa di tutte le funzioni aziendali coinvolte nelle strategie complessive di acquisti e di logistica. (*Bensa et. Al. 2009*).

Tale catena si articola in varie strutture: il magazzino centrale, i magazzini periferici dei reparti e i pazienti. Per una corretta gestione dei flussi, è necessaria un'adeguata interazione tra le suddette parti.

1.1 Flusso dei farmaci in Ospedale

Tradizionalmente, il flusso dei farmaci all'interno dell'Ospedale coinvolge diversi attori, operanti in vari settori, che eseguono un numero di attività interagendo tra di loro come mostrato nella tabella seguente¹:

Fase	Dottori	Caposala	Infermieri	Farmacista	Personale della farmacia
1	Definizione della terapia				
2		Preparazione dello schema terapeutico			
3			Preparazione e somministrazione dei farmaci prescritti ai pazienti		
4			Analisi delle richieste del dipartimento		
5			Ritiro degli ordini d'acquisto presso la farmacia		
6				Analizza le richieste e sceglie le aziende farmaceutiche cui commissionarle	
7					Controlla la presenza dei codici e la di eventuali farmaci scaduti
8					Prepara i carrelli con gli articoli ordinati dai dipartimenti
9				Verifica la correttezza e firma la bolla di consegna	
10					Trasporta i carrelli ai reparti

¹ Pinna, Carrus, Marras "The Drug Logistics between Efficiency and Safety for Patients: The Experience of an Italian Region" 2014

Il processo inizia con la prescrizione della terapia da parte del medico (la tipologia di farmaco, il dosaggio e i periodi di somministrazione) da somministrare al paziente (*Fase 1*).

La prescrizione viene quindi comunicata personalmente alle infermiere che la scrivono nel registro delle infermiere. La caposala consulta il registro delle infermiere e controlla il carrello del reparto alla ricerca del farmaco richiesto per la successiva somministrazione. Nel caso in cui il farmaco manchi, le infermiere lo recuperano nel magazzino del reparto. Il rifornimento del carrello del reparto può essere eseguito contemporaneamente alla prescrizione o alla fine del giro di somministrazione dei farmaci. Una volta identificato ogni singolo paziente, visivamente e guardando il numero della camera, del letto e il nome, le infermiere consultano la sua terapia sul registro delle infermiere e identificano il farmaco leggendo il suono nome sulla confezione. Se il farmaco non è presente, si adoperano per recuperarlo. La somministrazione e i suoi risultati sono scritti sul registro alla fine. (*Fasi 2 e 3*).

Con una frequenza variabile da dipartimento a dipartimento (da una volta al giorno a una volta a settimana) e indipendentemente dalla prescrizione / somministrazione, la caposala o il personale amministrativo controlla la quantità dei farmaci nel magazzino del reparto per determinare lo spazio occupato dai farmaci. Questa è una delle fasi più importanti nel processo logistico del reparto.

Comunque, in questa fase non vengono utilizzate tecniche speciali perché ogni operatore fa affidamento sulle proprie conoscenze ed esperienze. Sempre con una frequenza variabile, le infermiere eseguono l'inventario dei materiali presenti nel magazzino e nel carrello del reparto: calcolo, cernita, imballaggio, eliminazione di ogni materiale scaduto. Quest'operazione viene eseguita solitamente durante il turno notturno (*Fase 4*).

Per i materiali codificati già presenti nel magazzino centrale, l'addetto fa una richiesta di ritiro per il quantitativo richiesto, mentre per materiali nuovi non trovati viene fatta una richiesta di acquisto con una descrizione estesa dell'articolo e delle caratteristiche tecniche. Entrambe le richieste sono per lo più scritte su un foglio e trasferite alla farmacia, direttamente o con computer. (*Fase 5*).

A questo punto il farmacista analizza le richieste e autorizza le operazioni per la scelta (*Fase 6*) e il personale del magazzino verifica la presenza dei codici richiesti e di qualche farmaco scaduto. (*Fase 7*). Gli imballaggi dei farmaci sono controllati dalla farmacia a seconda della lista delle scelte e i carrelli del reparto sono riempiti con i farmaci ordinati da ogni dipartimento. (*Fase 8*). Successivamente, occorre scaricare i farmaci: il materiale è scaricato dal magazzino centrale e simultaneamente caricato nei magazzini periferici. terminate le procedure di raccolta, il farmacista controlla la correttezza e firma la bolla di consegna (*Fase 9*). Alla fine, il personale del magazzino, trasporta i carrelli con le scatole di farmaci ai reparti destinatari (*Fase 10*).

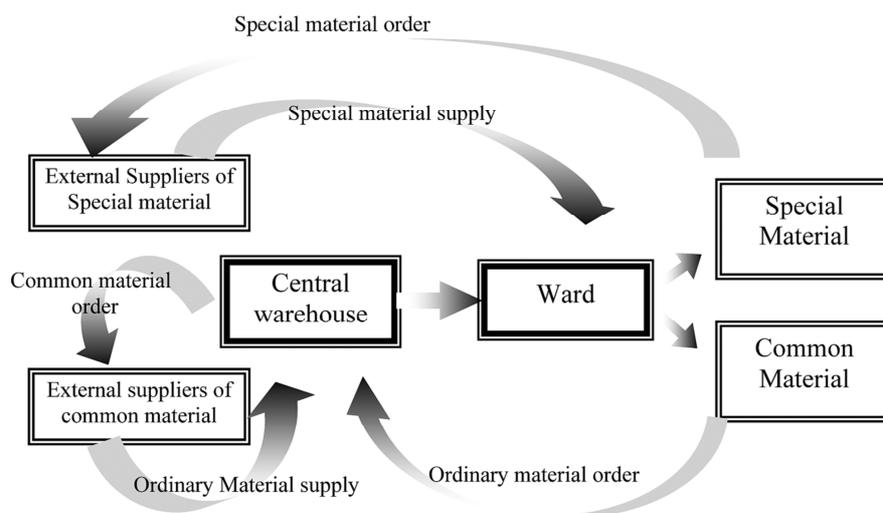


Figura 1 Supply Chain Ospedaliera¹

Periodicamente, basandosi su un campionamento, unità di misura e valore di classe degli articoli presenti nel magazzino centrale, la Farmacia attua un'analisi dei consumi aggiornando i parametri del valore minimo di scorta. Il paragone di questi parametri con il materiale inventariato nelle scorte serve ad identificare le merci mancanti che devono essere ordinate ai fornitori. Se un materiale ordinato è in ritardo di consegna, la farmacia lo ricorda al fornitore. Questa procedura di appalto attraverso la Farmacia centrale è usata solo per prodotti ordinari, cioè quelli di largo consumo e di valore economico contenuto.

I cosiddetti “prodotti speciali”, raramente usati e spesso di alto valore, possono essere ordinati direttamente ai fornitori dai dipartimenti. In questa situazione, la farmacia è responsabile solo del loro trasferimento. Una volta che i farmaci arrivano al reparto, la caposala firma l'accettazione sulla bolla di consegna, e quindi procede al loro immagazzinamento. I criteri di ordine delle confezioni di farmaci sono del tutto discrezionali e possono variare da dipartimento a dipartimento, per esempio l'ordine alfabetico o la data progressiva di scadenza.

¹ Persona, Battini, Rafele “hospital efficiency management: the just-and-time and Kanban Technique”2008

1.2 Criticità dal Sistema

Il processo appena descritto ci permette di sottolineare alcuni aspetti critici del tradizionale sistema di gestione dei farmaci, quali (Cagliano *et al.*, 2007):

- ✓ Alto valore dei depositi fissi dei reparti;
- ✓ Mancanza di controllo dell'attuale consumo nei reparti;
- ✓ Mancanza delle metodologie e degli strumenti disponibili allo staff dell'ospedale per la stima dei consumi nei reparti (la gestione degli ordini è basata sull'esperienza);
- ✓ Alto rischio di disuso dei prodotti;
- ✓ Molto tempo speso dal personale amministrativo e sanitario per la gestione dei farmaci (analisi delle richieste, accettazione, immagazzinamento, gestione degli imballaggi e delle esigenze di imballaggio di inventari frequenti, etc.);
- ✓ Localizzazione delle scorte dei reparti (spesso non direttamente a riempire una mensola, ma è demandato a un'infermiera sistemare i prodotti richiesti all'interno di un box. Anche nel caso in cui ci sia la disponibilità di uno scaffale, i criteri per il suo riempimento sono discrezionali);
- ✓ Imprevedibilità delle richieste da parte dei reparti;
- ✓ Alta frequenza di richieste urgenti;
- ✓ Rischio di errori negli stadi iniziali delle associazioni e della cura del paziente, della preparazione della somministrazione dei farmaci (tutti i controlli sono visivi e demandati alle infermiere);
- ✓ Trascrizione manuale delle prescrizioni mediche dalle cartelle cliniche cartacee ai registri cartacei delle infermiere (rischio di perdere informazioni).

In particolare, è sottolineato che le scorte tenute nel magazzino centrale e nei magazzini dei reparti sono troppo grandi se paragonati a quelli necessari per prevenire *stock out*. Questa pratica crea inefficienze che risultano, direttamente o indirettamente, in un basso livello dei servizi e in alti costi per l'ospedale. Sfortunatamente, molto spesso le persone coinvolte nella gestione dei magazzini non sono a conoscenza delle disponibilità economiche della struttura.

Un altro aspetto degno di considerazione è l'eccessivo coinvolgimento delle infermiere nelle attività non relative alla loro mansione: il controllo dell'inventario del dipartimento, la preparazione delle richieste alla farmacia, il trasporto dei materiali dal magazzino al dipartimento e il suo immagazzinamento. Tutto questo riduce il tempo disponibile per il trattamento e la cura dei pazienti e influenza negativamente il livello del servizio infermieristico.

Attualmente si riscontrano numerosi problemi nella gestione della *supply chain* interna (Colletti, 1994; Ross and Jayaraman, 2009; Kazemzadeh *et al.* 2012; Smith *et al.* 2012); normalmente richiede molte delle risorse, sia economiche che di personale, dell'Azienda

Ospedaliera. Generalmente, in un ospedale di media grandezza il costo della *supply chain* rappresenta dal 40% al 60% del capitale circolante nell'ospedale, mentre, in altri settori industriali questo rapporto è inferiore al 30%¹. Per ridurre le spese di gestione è quindi necessario portare i costi fuori dal sistema e non spostarli all'interno della catena d'approvvigionamento, limitando ad esempio i doppi movimenti di materiale.

Tali problemi sono riscontrabili per la maggior parte nel magazzino periferico dei reparti e sono riassumibili in tre punti cruciali:

1. Mancanza di conoscenza sulla quantità di merci nel sistema;

In una situazione come quella descritta, quando i prodotti escono dal magazzino centrale per essere consegnati al reparto destinatario sono considerati consumati, ovviamente al lordo di eventuali resi o prodotti non conformi. La gestione ospedaliera non è a conoscenza della tempistica di consumo dei prodotti presenti nei magazzini dei reparti, se non attraverso costosi controlli inventariali.

2. Inadeguato controllo delle scorte e del punto di riordino;

Diversi sistemi e metodologie sono stati applicati per evitare questo problema: le Aziende Ospedaliere sono molto sensibili a questa tematica perché una corretta gestione del magazzino di reparto può ridurre le scorte anche fino al 65%. L'avvento dei software per la prescrizione informatizzata ha coinvolto anche la gestione del magazzino, ma finora senza risultati che garantiscano l'allineamento tra la giacenza reale e quella contabile fornita dal computer. Per assurdo, anche caricando via software tutte le merci che entrano, e scaricando tutte quelle che si prelevano, basterebbe anche un solo errore di battitura per provocare un disallineamento, e, poiché infermieri ed operatori sanitari non sono magazzinieri e lavorano perlopiù sotto pressione, è molto facile che commettano errori.

Quindi, per quanto riguarda il controllo delle scorte, devono essere controllate quotidianamente manualmente; ricordiamo che i molti depositi ospedalieri hanno una grande varietà di articoli da monitorare, perciò diventa un compito molto gravoso che richiede molte risorse e che lascia adito ad un'alta probabilità d'errore. Per questo motivo e per la grande variabilità della domanda, il deposito tende ad avere scorte in eccedenza per cautelarsi da possibili mancanze.

Ricordiamo inoltre che questi materiali sono generalmente deperibili, per cui è indispensabile applicare in modo scrupoloso una procedura First In First Out (FIFO) per non creare inutili scarti. Tuttavia questa linea è difficilmente attuabile in molti magazzini, in quanto disorganizzati e confusionari.

¹ Ying Zhou, Li Luo "Optimal Order Policies for multi-pharmaceutical with Constraints on Space" 2013

3. Inappropriatezza della quantità di merci da riordinare.

Ogni anno un ospedale di media grandezza spende milioni di euro in prodotti farmaceutici, tuttavia questi vengono gestiti da un personale non adeguatamente formato circa la loro gestione e che prende decisioni basandosi unicamente sulla loro intuizione ed esperienza; le conseguenze di questa cattiva gestione si ripercuotono sui livelli di servizio, costosi e di bassa qualità¹. È quindi necessario un intervento volto al perfezionamento delle ordinazioni dei prodotti farmaceutici, alla riduzione dei costi di inventario e al miglioramento dell'efficienza operativa. Un esempio dell'importanza e della necessità di un intervento radicale in questo ambito, è fornito dalle conseguenze negative che ha l'ordinazione di una quantità eccessiva di materiali: non solo l'accumulo nei magazzini di capitali, ma anche l'aumento delle tasse sui rifiuti, dei costi di inventario e dei prodotti farmaceutici deteriorati. D'altra parte, qualora l'ordine sia in difetto, si può incorrere in una carenza di farmaci con possibili gravi conseguenze sui pazienti ricoverati in ospedale, danni d'immagine ed economici, in quanto si richiederanno costose spedizioni d'emergenza. Per questi motivi ponderare al meglio la quantità di materiali da ordinare, è una questione da affrontare seriamente nel processo di gestione ospedaliera.

Le logiche sono le stesse del mondo industriale. Infatti il magazzino centrale dell'ospedale, come spiegato, non è altro che un magazzino di una qualunque piattaforma logistica che raccoglie i prodotti dei fornitori e rifornisce i centri periferici, i reparti, dotati di altrettanti magazzini intermedi, repliche del magazzino centrale in piccolo. In reparto avremo quindi dei piccoli magazzini. Una volta ricevuto l'ordine (la prescrizione medica) gli infermieri si recano al magazzino e fanno *picking*, preparando il carrello (mezzo di trasporto) con il materiale da consegnare (somministrare).

In un mondo quasi perfetto tutti gli ordini verrebbero preparati e consegnati e quindi si avrebbe un numero minimo di viaggi. Invece qui entra in gioco ciò che distingue il settore della sanità dagli altri, l'urgenza e l'emergenza. Questi sono concetti all'ordine del giorno in un reparto ospedaliero, può succedere di tutto, un esempio su tutti è l'arrivo di un paziente dal pronto soccorso. E' come un ordine urgente che arriva quando il camion è già partito. Solitamente non avviene ma se avviene, l'ordine è da evadere nel minor tempo. Che fare? Utilizzare un altro mezzo? Sì, se a disposizione. Richiamare il primo? Sì, se non è troppo lontano. Far slittare la consegna? Con i rischi che si porta appresso. In ogni caso si genera un costo.

¹ C. Alverson. "Beyond Purchasing –Managing Hospital Inventory " 2003

1.3 Letteratura

Gli attuali problemi (Cagliano *et al.* 2007) creano inefficienze e influenzano negativamente, sia direttamente che indirettamente, i livelli di servizio e i costi dell'ospedale. Per questo motivo la letteratura fornisce importanti approfondimenti in merito. Tra gli altri, Chunning and Kumar (2000) mostrano l'applicazione della filosofia Just In Time (JIT) alla *supply chain management* sanitaria. Rivard-Royer *et al.*, (2002) presentano l'integrazione della *supply chain* interna ed esterna con l'*hybrid stockless method*. La riorganizzazione della *supply chain* sanitaria proposta da Kumar *et al.* (2008) riguarda tutte le componenti della *supply chain* sanitaria esterna.

Il *virtually chain management* con la creazione di un servizio centrale consolidato è proposto da Parker e DeLay (2008). Infine, Agwunobi e London (2009), prendono spunto dal *mass retailer system*, focalizzandosi sempre sulla riduzione dei costi.

È degno di nota che la ridefinizione del sistema logistico dei farmaci ruota attorno al concetto di centralizzazione delle responsabilità, riguardando la concentrazione della gestione in un singolo corpo tra più ospedali e il miglioramento del *stockless inventory methods*. Inoltre, un altro possibile metodo per ridurre i costi delle attività senza valore aggiunto (gli appalti, l'immagazzinamento e la gestione dell'inventario) negli ospedali come nelle altre organizzazioni consiste nel creare partnership con altre entità che usano o forniscono quelle attività.

L'ospedale potrebbe ridurre i costi usando le economie di scala e/o ottenendo nuove risorse con le nuove partnership. Da qui la definizione di altri due sistemi innovativi, la gestione centralizzata e l'operatore logistico che include queste nuove figure. Comunque, nonostante qualcosa sia successo nelle aziende produttrici, dove i processi logistici sono un elemento fondamentale della gestione, il settore sanitario è ancora ancorato, in molti casi, ad un sistema tradizionale in quanto ancora si esita a ridurre i livelli di inventario per gli alti costi in caso di *stock out*, se paragonati ai costi aggiuntivi delle scorte. Ciononostante, le tendenze attuali e le pressioni del mercato sulle industrie farmaceutiche stanno spingendo i fornitori di materiale sanitario alla ricerca di vie per ridurre i costi di operazione. (Aptel e Pourjalali, 2001; Cagliano *et al.* 2007).

2 Calcolo quantità di scorte

Come già visto determinare la quantità di ordinazione ragionevole di farmaceutica è un problema che deve essere risolto nel processo di gestione medicina ospedaliera.

Negli ultimi anni, molti ricercatori hanno dato notevole attenzione alla zona. *Shah N (2004)* ha riassunto lo sviluppo del modello della catena di fornitura farmaceutica negli ultimi 20 anni. *Nicholson* ha confrontato l'esternalizzazione di reti di distribuzione two-echelon con rete una di distribuzione a three-echelon, e i risultati mostrano che la prima può avere significativi risparmi sui costi. Sulla base del modello *Nicholson et al. (2004)*, *Zhu et al. (2005)* ha confrontato per lasso di tempo la rete di distribuzione, a two-echelon con rete di distribuzione e a three-echelon, e il risultato mostra che la delocalizzazione della rete di distribuzione a two-echelon ha un significativo risparmio dei costi ospedalieri.

Kar S et al. (2001) ha proposto un modello di inventario per diversi articoli in continuo deterioramento, venduti in due negozi-primari e secondari negozi, sotto un'unica direzione, si tratta di limitazioni di investimenti e di superficie totale dello spazio. *Wen Xiaowei et al (2006)* ha studiato un multi-elemento del modello di inventario per il deterioramento di articoli con la catena di fornitura variabile nel tempo. In un dato momento, *Feng Ying et al (2009)* ha studiato politiche di ordinazione comuni per il deterioramento del multi-elemento con vincoli di spazio e di investimento, al fine di minimizzare il costo totale del sistema di inventario. *Huang Yin et al (2011)* ha studiato i problemi di ordinamento dei multi-prodotti in catena di supermercati medici sotto richiesta variabile nel tempo.

2.1 Quantità Ottimale di Riordino

Come si evince dalla recente ricerca, ci sono molti articoli sul controllo dell'inventario per materiali deperibili, noi prendiamo in esame un esempio sul controllo di magazzini farmaceutici¹.

L'algoritmo che andiamo a descrivere si basa sulla teoria d'inventario deperibile, il documento si concentra principalmente sulla politica di ordinamento ottimale delle multi-farmacie per i grandi ospedali pubblici.

L'articolo sviluppa un modello matematico con vincoli di spazio dove le scarsezze sono accettate a debito prezzo, per il massimo profitto totale del sistema di inventario.

Ipotesi

- 1) Il tasso di richiesta di prodotti farmaceutici è indipendente,
- 2) Il tasso di deterioramento farmaceutico è indipendente, e i farmaci iniziano a deteriorarsi solo quando entrano nel magazzino,
- 3) I tassi d'ordine fissi non sono considerati,
- 4) il tasso di richiesta e il tasso di deterioramento sono costanti,
- 5) il tempo di conseguimento è una costante,
- 6) All'inizio, le scorte di tutti i farmaci è pari a 0.

Notazione:

n	numeri di farmaci;
T	periodo di tempo;
$d_i(i = 1,2,...,n)$	domanda del farmaco i considerata lineare;
$\theta_i(0 \leq \theta_i \leq 1, i = 1,2,...,n)$	tasso di deterioramento del farmaco ;
$I_i(t)$	livello di scorta del farmaco i al tempo t ;
t_p	lead time;
t_i	lead time rappresenta il time in cui le scorte vanno a 0;
$q_i(i = 1,2,...,n)$	quantità ordinata;
DC_i	quantità deteriorata per il farmaco i ;
TR_i	entrate per il farmaco i ;
c_i	prezzo di vendita per il farmaco i ;
h_i	costo d'inventario per il farmaco i ;
∂_i	costo di carenza per il farmaco i ;
v_i	volume per unità del il farmaco i ;
V	volume totale;
$\pi_i(q_i)$	profitti totali dal farmaco i ;
π	profitti totali

¹ Zhou, Luo, Wu. "Optimal Ordering Policies for multi-pharmaceutical with Constraints on Space" 2013

Nel periodo di tempo totale (lunghezza del ciclo), si considera le variazioni delle scorte per i prodotti farmaceutici. Si presume che inizialmente le scorte siano pari a zero.

Al momento iniziale le scorte sono a zero, quindi andremo *stock out* fino al momento in cui $t=t_p$, in quel momento le scorte salgono a $I(t_p)$ perché è passato il *lead time* ed è arrivato il rifornimento; immediatamente le scorte inizieranno a scendere grazie al consumo e al deterioramento fino a tornare a 0 al tempo $t=t_i$. questo andamento è mostrato nella Figura 2.

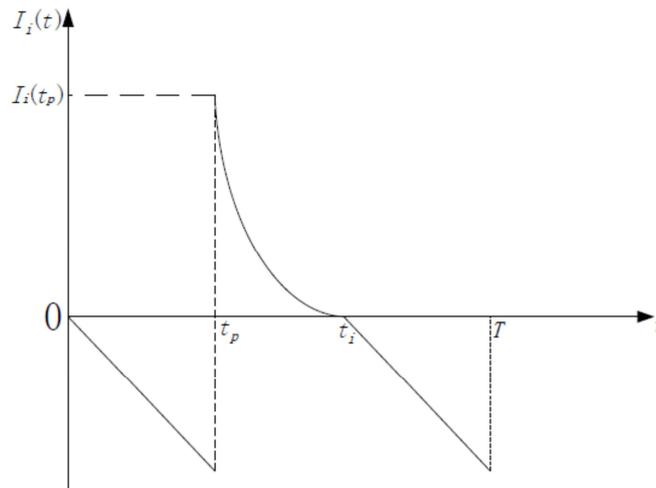


Figura 2: livello di scorta del farmaco i

Seguendo la prima assunzione, l'equazione differenziale che descrive il livello d'inventario $I(t)$ per i farmaci i nell'intervallo, $0 \leq t \leq T$ è data da:

- 1) $\frac{dI_i(t)}{dt} = -d_i, 0 \leq t \leq t_p$
- 2) $\frac{dI_i(t)}{dt} = -d_i, -\theta_i I_i(t), t_p \leq t \leq t_i$
- 3) $\frac{dI_i(t)}{dt} = -d_i, t_i \leq t \leq T$

L'equazione (1) descrive il livello del calcolo per il farmaco i che continua a scendere grazie alla domanda dei clienti quindi per tutto il tempo del *lead time* ci troviamo in carenza, il livello del farmaco i in magazzino ≤ 0 ; l'equazione (2) descrive il calcolo del livello del farmaco che continua a scendere per il deterioramento e la domanda; l'equazione (3) descrive quando il calcolo del farmaco $i \leq 0$ (carenza).

- 4) $I_i(t) = -d_i t, 0 \leq t \leq t_p, i = 1, 2, \dots, n$
- 5) $I_i(t) = \frac{d_i}{\theta_i} \{ \exp[\theta_i(t_i - t)] - 1 \}, t_p \leq t \leq t_i, i = 1, 2, \dots, n$
- 6) $I_i(t) = -d_i(t - t_i), t_p \leq t \leq T, i = 1, 2, \dots, n$

Sostituendo $t = t_p$, nella (4), possiamo calcolare la quantità di carenza del farmaco i nel tempo del *lead time*; sostituendo $t = t_p$, alla (5), possiamo ottenere il livello d'inventario per il farmaco i in $t = t_p$. Quindi la quantità q dell'ordine per il farmaco i è la stessa quantità di carenza tra $0 \leq t \leq t_p$, data dall'equazione (7):

$$7) \quad q_i = d_i + \frac{d_i}{\theta_i} [\exp[\theta_i (t_i - t_p)] - 1], \quad i = 1, 2, \dots, n$$

t_i può essere espressa in funzione di q :

$$8) \quad t_i = \frac{1}{\theta_i} \ln \left(1 + \frac{\theta_i}{d_i} q_i - \theta_i t_p \right) + t_p$$

Il farmaco i si deteriora solo quando $t_p \leq t \leq t_i$, e la quantità di deterioramento è uguale al tasso di deterioramento moltiplicato per i livelli d'inventario per ogni farmaco i . Il costo totale del deterioramento farmaceutico è:

$$10) \quad DC_i = \theta_i \int_{t_p}^{t_i} \frac{d_i}{\theta_i} [e^{\theta_i(t_i-t)}] dt \\ = \frac{d_i}{\theta_i^2} [\exp[\theta_i (t_i - t_p)] - 1] - \frac{d_i}{\theta_i} (t_i - t_p)s$$

Ovviamente la quantità di farmaci venduti è la stessa dei farmaci acquistati meno quelli scaduti DC; quindi i ricavi per ogni farmaco i sono pari a:

$$11) \quad TR_i = c_i(q_i - DC_i) \\ c_i = \left\{ q_i - \frac{d_i}{\theta_i^2} [\exp[\theta_i (t_i - t_p)] - 1] + \frac{d_i}{\theta_i} (t_i - t_p) \right\}$$

Il costo di inventario per ogni farmaco i si ottiene attraverso l'integrale, HI è l'intero costo di stoccaggio del farmaco i .

$$12) \quad IH_i = h_i \int_{t_p}^{t_i} I_i(t) dt = h_i \int_{t_p}^{t_i} \frac{d_i}{\theta_i} [\exp[\theta_i (t_i - t_p)] - 1] dt \\ = \frac{h_i d_i}{\theta_i^2} [\exp[\theta_i (t_i - t_p)] - 1] - \frac{h_i d_i}{\theta_i^2} (t_i - t_p)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Anche il costo di carenza dei farmaci SC_i è ottenuto tramite integrale:

$$13) \quad SC_i = \partial_i \left[\int_0^{t_p} -I_i(t) + \int_{t_i}^T -I_i(t) dt \right] \\ = \frac{\partial_i d_i}{2} [t_p^2 + (T - t_i)2], \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Nel periodo totale di tempo (durata del ciclo), i profitti per i farmaci è uguale al ricavo di vendita meno i costi di magazzino e il costo di carenza:

$$\begin{aligned}
 14) \pi_i(q_i) &= TR_i - IH_i - SC_i \\
 &= c_i \left\{ q_i - \frac{d_i}{\theta_i^2} [\exp[\Theta_i(t_i - t_p)] - 1] + \frac{d_i}{\theta_i} (t_i - t_p) \right\} - \frac{h_i d_i}{\theta_i^2} [\exp[(t_i - t_p)] - 1] \\
 &\quad + \frac{h_i d_i}{\theta_i} (t_i - t_p) - \frac{\pi d_i}{2} [t_p^2 + (T - t_i)^2] \\
 &= c_i q_i - \frac{d_i}{\theta_i} \left(c_i + \frac{h_i}{\theta_i} \right) \left(\frac{\theta_i}{d_i} q_i - \Theta_i t_p \right) + \frac{d_i}{\theta_i} \left(c_i + \frac{h_i}{\theta_i} \right) \ln \left(1 + \frac{\theta_i}{d_i} q_i - \Theta_i t_p \right) \\
 &\quad - \frac{\partial_i d_i}{2} \left[t_p^2 + \left[T - \frac{1}{\theta_i} \ln \left(1 + \frac{\theta_i}{d_i} q_i - \Theta_i t_p \right) - t_p \right]^2 \right]
 \end{aligned}$$

Quindi nel periodo totale di tempo, il profitto totale è uguale alla somma dei profitti di ogni farmaco. Così il problema può essere risolto nell'articolo come descritto in (P1):

$$15) (P_1) \max \pi(q_1, q_2, \dots, q_n) = \sum_{i=1}^n \pi_i(q_i)$$

Il nostro scopo è quello di trovare la quantità di ordine ottimale per ogni farmaco (q_1, q_2, \dots, q_n) così che il profitto totale sia massimo (P1);

derivata prima:

$$-\frac{d\pi_i(q)}{dq_i} = \frac{h_i}{\theta_i} \left(c_i + \frac{h_i}{\theta_i} \right) \frac{1}{X_i} - \frac{\partial_i}{X_i} \left(T - \frac{1}{\theta_i} \ln X_i - t_p \right)$$

Dove: $X_i = 1 + \frac{\theta_i}{d_i} q - \Theta_i t_p$ e $t_i = \frac{1}{\theta_i} \ln X_i - t_p$

Derivata seconda

$$-\frac{d^2\pi_i(q)}{dq_i^2} = \frac{\theta_i}{d_i} \left(c_i + \frac{h_i}{\theta_i} \right) \frac{1}{X_i^2} - \frac{\partial_i \theta_i}{X_i^2 d_i} (T - t_i) + \partial_i d_i$$

Sapendo che: $t_i \leq T$ perciò $T - t_i \geq 0$ quindi $\frac{d^2\pi_i(q)}{dq_i^2} > 0$

Abbiamo presentato uno studio sulle politiche di ordinazione ottimali di multi-farmaceutici per un grande ospedale pubblico. Nel modello, abbiamo ipotizzato il tasso di domanda e il tasso di deterioramento di ogni farmaco costante e indipendenti l'un l'altro.

2.2 Punto di Riordino

Per punto di riordino si intende quel valore di scorta a cui è necessario effettuare il riordino con l'obiettivo di prevenire l'esaurimento delle merci in attesa del *lead time*, cioè è il massimo tempo necessario a rifornire la merce¹.

Ad esempio, se il controllo delle in magazzino di effettua nella mattinata lunedì e venerdì e un prodotto termina lunedì pomeriggio dovremo aspettare venerdì per accorgerci della mancanza; quindi il lead time sarà di 4 giorni più il tempo di arrivo del materiale

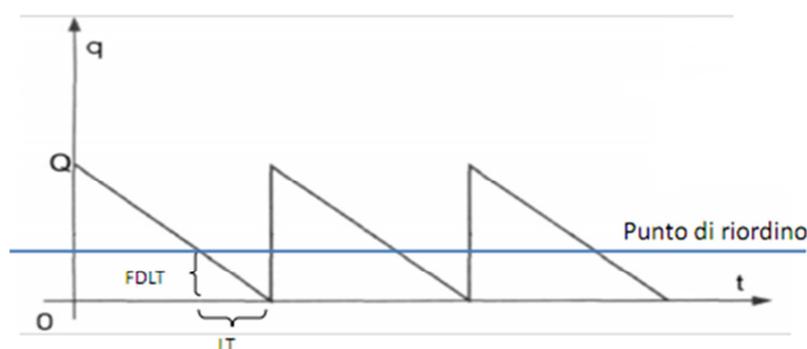


Figura 3: Grafico andamento ideale scorte

L'andamento illustrato nella Figura 3 è il caso ideale in cui la domanda è; in questo caso il livello di riordino LR_i per ogni prodotto è pari al *lead time* di approvvigionamento per il tasso di consumo ($d = \text{consumo medio pezzi nell'unita di tempo}$).

$$LR_i = \text{lead time} * d$$

Questo caso è ben lontano dalla situazione ospedaliera dove la domanda è estremamente variabile, questa può dar luogo a scostamenti in positivo o negativo rispetto al previsto. Si ha uno scostamento positivo quando la domanda effettiva risulta superiore a quella prevista; di conseguenza si ha un accumulo o "*sovrastock*". Più grave quando si ha il caso contrario, cioè che la domanda è maggiore del previsto, quindi lo scostamento negativo che determina una mancanza o "*rottura di stock*".

Per questo motivo si deve aggiungere un'ulteriore *scorta di sicurezza*, si intende la quantità di pezzi in sovrascorta preposti a far fronte, entro certi margini, a variazioni in crescita della domanda di prodotto e quindi a pericolose situazioni di rotture di stock. Queste devono essere opportunamente calcolate per non incorrere ne a carenze ne a costi di giacenza elevati.

¹ Pareschi, Ferrari, Persona, Regattieri. "Logistica integrata e flessibile" 2011

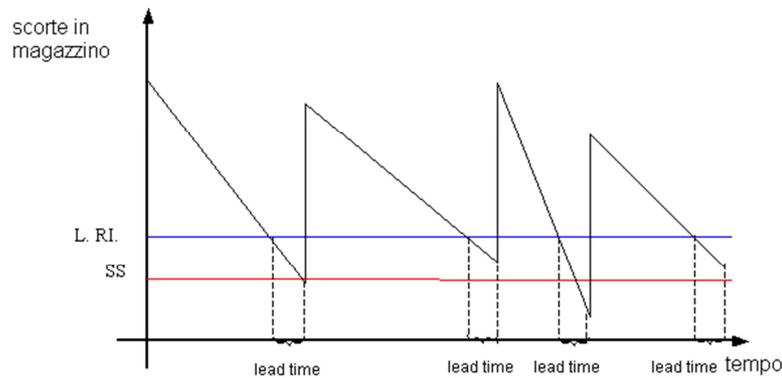


Figura 4: Andamento domanda variabile

I fattori che influenzano il dimensionamento della scorta sono:

- ✓ Variabilità domanda;
- ✓ Tempo di approvvigionamento;
- ✓ Variabilità del tempo di approvvigionamento;
- ✓ Livello di servizio desiderato.

Per “livello di servizio” LS si intende la probabilità di riuscire a far fronte al fabbisogno ΔQ eccedente al fabbisogno medio.

Si possono dare due definizioni di LS:

1. Frequenza relativa (o percentuale) dei cicli di riordino che possono dar luogo a rotture di stock (RS); avendo indicato con n_{medio} il numero medio di cicli per anno che possono dar luogo a carenze su un totale di n cicli per anno.

$$LS = \frac{n - RS}{n} = 1 - \frac{RS}{n}$$

$$RS = n(1 - LS)$$

Quindi se $n=100$ e $LS=90\%$ si ha $RS = 100(1 - 0.9) = 10$ rotture di stock ogni anno.

2. Fabbisogno effettivamente soddisfatto rispetto al fabbisogno totale di un anno. Tale definizione è utile per valutazioni economiche; si indica:

- c costo di una unità
- SS scorta di sicurezza in unità
- SS*c costo della scorta di sicurezza
- Crs costo di mancato servizio per le rotture di stock (RS) in un anno

Crs risulta proporzionale alla domanda Dp persa in un anno, che è pari al numero totali di unità mancati o inevase.

Con Y (pezzi/anno) indichiamo la domanda totale annuale, la seconda definizione del livello di servizio quindi è:

$$LS = \frac{Y - Dp}{Y} = 1 - \frac{Dp}{Y}$$

Si indica con Drs la domanda media inevasa durante ogni periodo di rottura; si ha:

$$Dp = Drs * RS = Drs * n * (1 - LS)$$

Sia c_m il costo di mancanza a seguito di ogni unità mancate, per esempio imputabile a mancata vendita:

$$Crs = Dp * c_m = Drs * n * (1 - LS) * c_m$$

Si tratta di minimizzare il costo totale del sistema che è pari alla somma tra il costo della scorta di sicurezza e il danno della mancanza.

$$C_{tot} = SS * c + Crs = SS * c + Dp * c_m = Drs * n * (1 - LS) * c_m$$

Detto questo con il livello di riordino LR_i che abbiamo trovato prima con il *lead time* e consumo medio si copre soltanto la domanda media D_M , quindi solo il 50% delle probabilità di non andare in *stock out*; la scorta di sicurezza serve ad aumentare questa percentuale fino ad ottenere il livello di servizio desiderato.

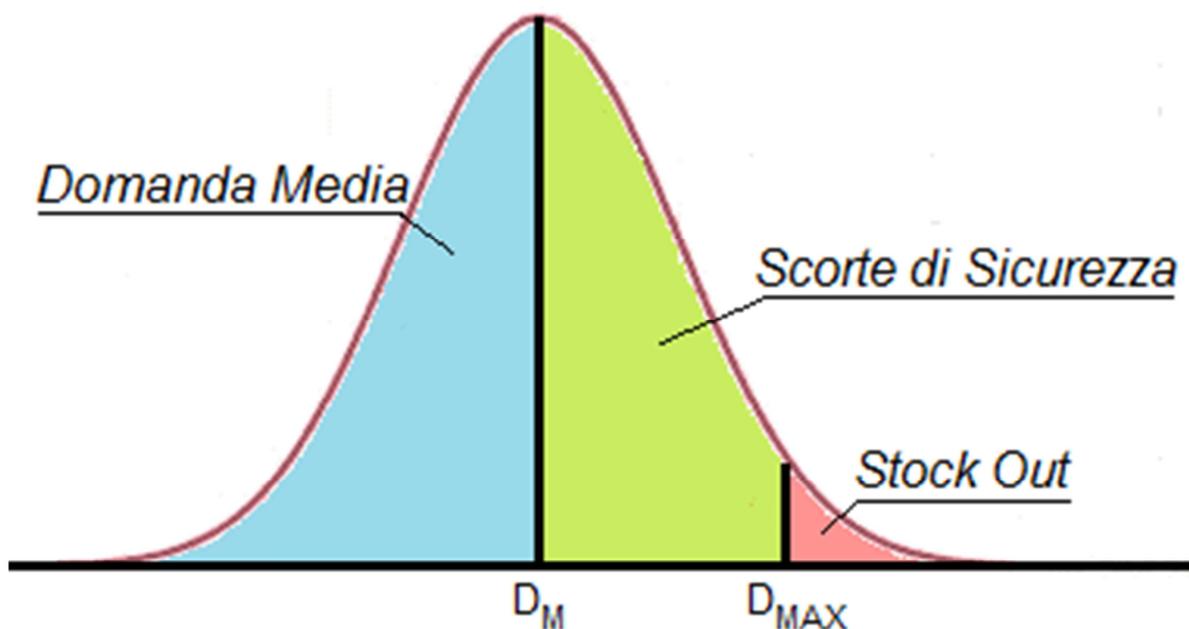


Figura 5: Livello di Servizio

Ricordiamo che per una distribuzione nominale si può sempre porre:

$$D_{max} = D_M + k * \sigma_D$$

Nel nostro caso otteniamo quindi:

$$LR = \text{lead time} * d + k * \sigma_D$$

σ_D è la deviazione standard dei consumi mentre k è funzione del livello di servizio che vogliamo ottenere e si ricava dalla seguente tabella, dalla quale possiamo anche ricavare il valore D_{RS} , cioè la quantità media di prodotti in evasi ogni rottura di stock

<i>K</i>	<i>LS (%)</i>	<i>D_{RS}</i>
0	50	0,80 * σ_D
0,2	57,93	0,78 * σ_D
0,4	65,55	0,67 * σ_D
0,6	72,57	0,62 * σ_D
0,8	78,81	0,57 * σ_D
1,0	84,13	0,53 * σ_D
1,2	88,49	0,49 * σ_D
1,4	91,92	0,46 * σ_D
1,6	94,52	0,43 * σ_D
1,8	96,41	0,40 * σ_D
2,0	97,72	0,37 * σ_D
2,2	98,61	0,35 * σ_D
2,4	99,18	0,32 * σ_D
2,6	99,53	0,30 * σ_D
2,8	99,74	0,26 * σ_D
3,0	99,86	0,21 * σ_D
3,2	99,93	0,13 * σ_D
3,4	99,97	≈ 0

Esempio:

Se consumiamo 100 pasticche di cardioaspirina al giorno, il tempo di approvvigionamento è di 5 giorni e la deviazione standard nel tempo del *lead time* è di 20; l'unica cosa da stabilire è il livello di servizio che vogliamo ottenere, questo dipende dalle conseguenze che la carenza del prodotto porta alla sicurezza dei pazienti.

In questo caso troviamo che questo farmaco non è vitale ed è facilmente sostituibile con altri classi di farmaci, quindi stabiliamo un $LS = 94,52\%$; dalla tabella ricaviamo che $k = 1,6$ e $D_{RS} = 0,43 * \sigma_D$

Ciò significa che su 20 ipotetici riordini annui resteremo senza cardioaspirina 1,1 volte, ed ogni volta 8,6 pazienti resteranno senza medicina per un totale di 9,4 pazienti annui.

Se questo rischio viene accettato il livello di riordino per questo farmaco è:

$$LR = lead\ time * d + k * \sigma_D = 5 * 100 + 1.6 * 20 = 532$$

Se si trattava di un farmaco vitale ed indispensabile, si deve presupporre un livello di servizio superiore pari a $LS = 99,93\%$ ($k = 3.2$ e $D_{RS} = 0,43 * \sigma_D$), con questo livello gli *stock out* annui calano a 0.014 per un totale di 0,12 medicine mancanti annualmente .

$$LR = 5 * 100 + 3.2 * 20 = 564$$

Questo valore, come abbiamo appena visto, è influenzato dal livello di servizio che vogliamo ottenere, e ancor più dal *lead time*, il quale influenza anche la varianza: più è breve il tempo meno possibilità di oscillazioni di domanda si hanno.

Per questo è importante controllare in modo appropriato il magazzino e accordarsi con i fornitori per ottenere tempi di approvvigionamento minori e ridurre drasticamente le scorte e l'incertezza.

3 Metodi di gestione delle scorte

Attualmente, si sta cercando di sviluppare un sistema innovativo ed integrato di distribuzione dei farmaci, che dipende da molte variabili come la grandezza dell'ospedale, il suo grado di conoscenza della gestione dei farmaci o la sua volontà di investire in questo settore (*Aptel e Pouryalali, 2001; Cagliano et al. 2007; Kazemzadeh et al. 2012*).

Dalla letteratura abbiamo preso in esame queste proposte come possibili soluzioni per migliorare la gestione dei farmaci in reparto:

1. Il sistema dei carrelli Kanban: un sistema di programmazione per la produzione Just-In-Time per il controllo della catena logistica dalla produzione al punto di consumo.
2. Il sistema dei carrelli basati su RFID: questo sistema aiuta le infermiere nella somministrazione, nella riduzione delle spese farmaceutiche e nella eliminazione dei rischi nella distribuzione dei farmaci con l'ausilio di tecnologie mobili e wi-fi.
3. Il sistema di confezioni monodose per la somministrazione dei farmaci: un metodo coordinato dalla farmacia per distribuire e controllare i farmaci in ambienti sanitari organizzati. Questo sistema ha cambiato la tradizionale gestione delle scorte, richiedendo che le medicine date dai fornitori siano divise dalla farmacia dell'ospedale in pacchetti farmaceutici in singole dosi personalizzate, usando macchine automatiche. Questi pacchi contenenti una singola dose di un farmaco, etichettati con un codice a barre, sono stanziati nel magazzino e assemblato sulla base delle necessità, distribuiti con un dispensatore manuale o automatico (*Cagliano et al. 2007*).

3.1 Just in Time

A metà degli anni Ottanta, negli Stati Uniti il costo delle strutture ospedaliere aumentarono del 22% portando la metà degli Ospedali americani ad avere utili negativi¹; per rimediare al passivo furono riprese molte tecniche già utilizzate dall'industria, come il *Material Requirement Planning (MRP)*, il *consignment stock* ecc... .

Uno dei metodi che riscontrava molto successo in molti settori dell'industria, era il *Just in Time (JIT)*, inizialmente però poco usato nelle aziende ospedaliere. È stato applicato solo dagli anni Novanta, con buoni risultati sulla riduzione delle scorte e del *lead time*¹.

Questa filosofia gestione industriale di origine giapponese ha invertito il "*vecchio metodo*" di creare prodotti finiti per il magazzino in attesa di essere venduti (detto logica *push*) nella logica *pull*, secondo cui occorre produrre solo ciò che è stato già venduto o che si prevede di vendere in tempi brevi; consiste cioè nel realizzare e fornire esattamente il prodotto richiesto nella quantità, nel luogo e al momento necessario: in una unica espressione "*fare un'attività quando serve*"².

In termini più pragmatici, è una politica di gestione delle scorte a ripristino che utilizza metodologie tese a migliorare il processo produttivo, cercando di ottimizzare eliminando gli sprechi detti "*muda*", gli ostacoli al flusso produttivo detti "*colli di bottiglia*" e di alleggerire al massimo le scorte di materie prime.

Tra i mezzi operativi che questo metodo ci mette a disposizione (SMED, POKA-YOKE, 5 S ecc..) il più interessante per ridurre le scorte e la gestione del magazzino ospedaliero è il metodo Kanban.

¹ Persona, Battini, Rafele "hospital efficiency management: the just-and-time and Kamban Technique"2008

² Pareschi, Ferrari, Persona, Regattieri. "Logistica integrata e flessibile" 2011

3.1.1 Descrizione Kanban

Kan (看) significa “visuale”, Ban (板) significa “segnale”; il kanban si basa infatti su dei cartellini fisici che consentono la produzione, l’acquisto o la movimentazione dei materiali.

Il kanban è un metodo operativo per far circolare le informazioni in modo sistematizzato all’interno dell’azienda ed eventualmente tra azienda e fornitori eliminando la necessità di sistemi complessi di programmazione della produzione. Il kanban si configura come un cartellino quadrato che contiene le informazioni necessarie a produrre, acquistare o movimentare componenti e materiali nel sistema produttivo. Di conseguenza il kanban rappresenta il motore dell’attività dell’azienda gestendo in modo semplice e automatico la quotidianità degli ordini di lavoro, consentendo ai responsabili di occuparsi di risolvere le criticità e di sviluppare i miglioramenti del sistema.

I kanban si possono distinguere in due grandi tipologie:

- ✓ I **kanban di prelievo** o di trasporto: servono per spostare componenti e materiali verso un processo produttivo
- ✓ I **kanban di produzione** che rappresentano veri e propri ordini di produzione mediante i quali si autorizza il processo a monte a produrre un certo componente per un processo a valle.

Le informazioni che generalmente si possono trovare su un cartellino kanban sono:

- Il codice del componente interessato
- Il fornitore di quel componente
- Il cliente che lo richiede
- La quantità da ripristinare
- Il contenitore da utilizzare
- Altre informazioni personalizzate



Figura 6: Esempio di cartellino Kanban

I cartellini kanban vengono posizionati su un contenitore che contiene una quantità prefissata di un componente. Solo dopo che questo materiale viene consumato il cartellino viene passato al magazzino che può ripristinare i componenti consumati. Il flusso dei materiali in una produzione a kanban è perciò definito “tirato” in quanto la produzione di un componente è autorizzata solo da un effettivo consumo.

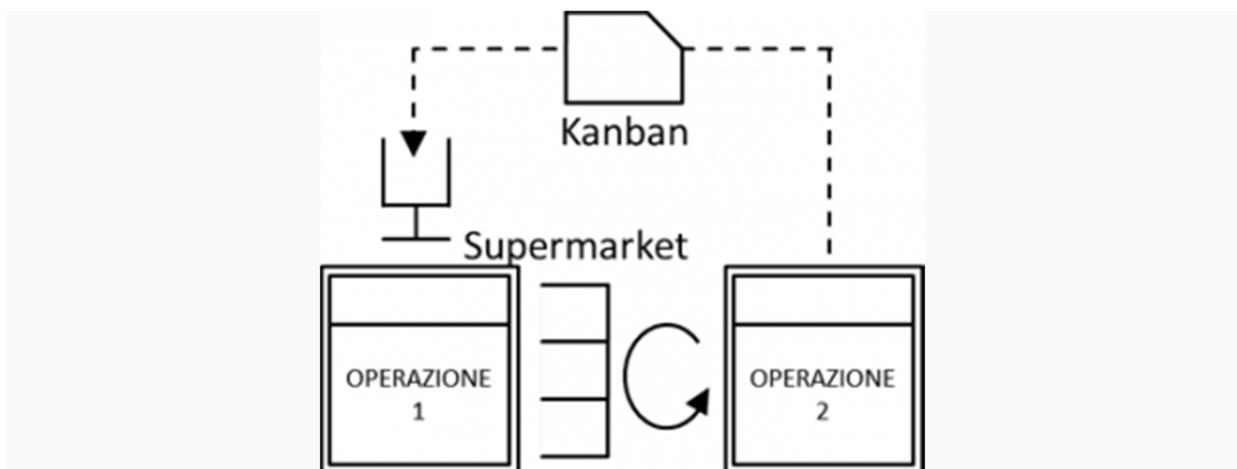
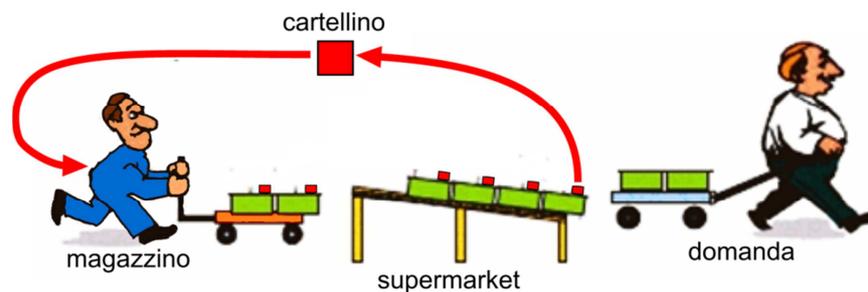


Figura 7: Rappresentazione del ciclo kanban nel Value Stream Mapping

Alcuni dei benefici che l'utilizzo del Kanban è in grado di offrire alle aziende sono:

- Eliminazione della sovrapproduzione;
- aumento della flessibilità nella risposta alla domanda del cliente;
- semplificazione del sistema informativo legato alla produzione;
- maggior integrazione nella catena dei processi che vanno dai fornitori fino ai clienti;
- evidenzia le criticità del processo.

3.1.2 Applicazione Ospedaliera dei Kanban

I principi del *Just-In-Time* possono essere applicati secondo varie logiche e tecnologie più o meno complesse. In questo studio abbiamo scelto questi due approcci, in quanto ritenuti gli esempi più significativi e facilmente realizzabili.

3.1.2.1 *Two-bin kanban system*¹

In un sistema di gestione basato su Kanban, l'operatore addetto al reintegro dei magazzini prima effettua il rifornimento del reparto poi ritira i Kanban dei prodotti che hanno superato il punto di riordino e che saranno reintegrati nel giro di consegne successivo. Perciò è importante essere molto accurati nel tenere sotto controllo la quantità dei farmaci: non accorgersi che un prodotto è sotto il livello di guardia o ordinarli prima del necessario determina gravi inefficienze.

Questa metodologia prevede l'utilizzo di differenti contenitori per ogni prodotto; il primo, più in evidenza, contiene la merce da utilizzare normalmente; il secondo contiene il materiale da utilizzare durante il lead time di approvvigionamento più la scorta di sicurezza per prevenire eventuali forti variazioni domanda .



¹ Persona, Battini, Rafele "hospital efficiency management: the just-and-time and Kanban Technique"2008

1. Inizialmente il primo recipiente è pieno e viene utilizzato per prelevare il prodotto secondo le necessità. Questa parte non prevede alcuna procedura particolare finché non si preleva l'ultimo prodotto.
2. Quando l'ultimo prodotto viene prelevato, a contenitore ormai vuoto, si preleva l'apposito cartellino del prodotto (Kanban) e lo si posiziona nella bacheca dedicata. In attesa del rifornimento il prelievo avviene dal secondo contenitore, il cartellino sottostante di colore diverso avvisa che l'ordine è stato effettuato.
3. A cadenza regolare l'apposito addetto controlla la bacheca ed esegue gli ordini al magazzino centrale; nel cartellino Kanban, oltre al nome del prodotto, sono riportate le quantità da ordinare, il reparto e il posizionamento all'interno del magazzino.
4. All'arrivo del nuovo materiale, i contenitori vengono riempiti. I prodotti rimasti nel secondo contenitore vengono spostati nel primo, quindi viene posizionata l'appropriata quantità di materiale (indicata nel Kanban), nel secondo, e la restante parte è collocata nel primo.
5. Infine il cartellino viene riposizionato al proprio posto nello scaffale in attesa del prossimo ordine.



Con questo metodo molto semplice ed intuitivo il punto di riordino diventa molto evidente, non c'è bisogno di controllare continuamente le quantità di prodotto e il FIFO viene pienamente rispettato.

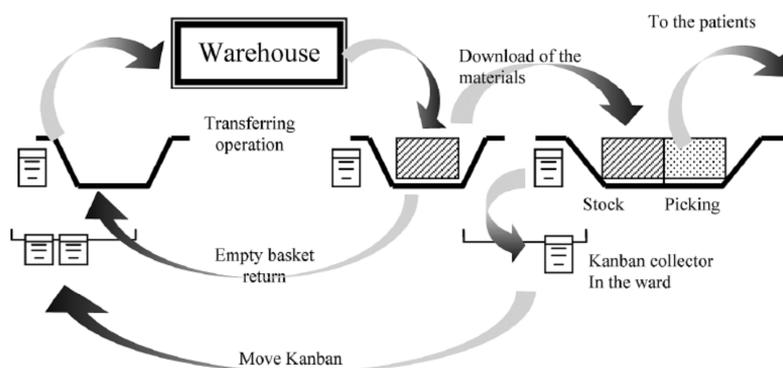


Figura 8: schema funzionamento Kanban con contenitori

I risultati negli ospedali dove è stata applicata questa tecnica sono molto incoraggianti. In particolare, uno studio condotto nell'Ospedale di Padova evidenzia come la tendenza degli ordini di un determinato prodotto sia variata dopo l'introduzione del suddetto sistema, come mostrato nella Figura 9. L'aumento della frequenza e la contemporanea riduzione della quantità ordinata sono stati possibili grazie ad un controllo delle scorte più sicuro ed affidabile, che ha portato ad una riduzione del magazzino dal 30 al 60%¹.

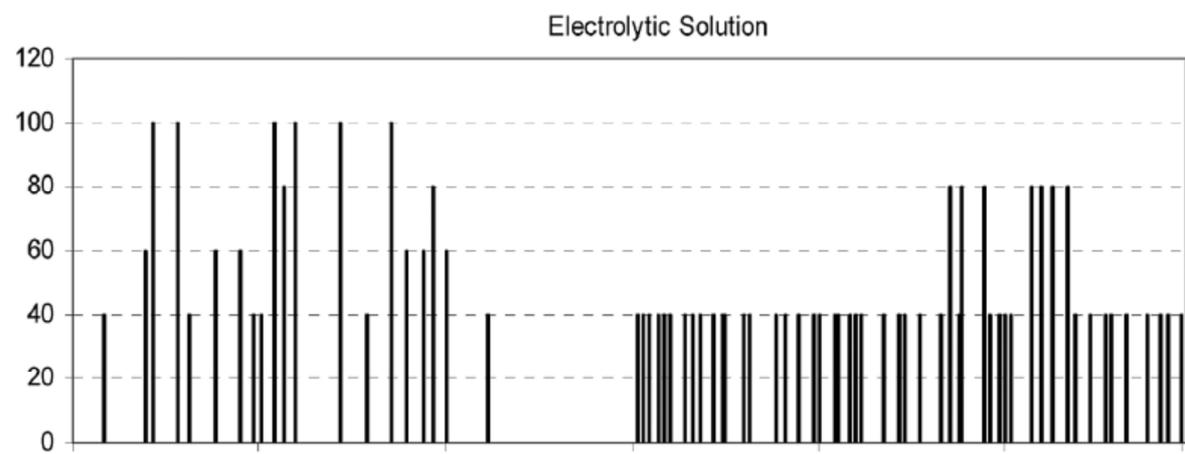


Figura 9: introduzione del JIT

¹ Persona, Battini, Rafele "hospital efficiency management: the just-and-time and Kamban Technique"2008

La Figura 10 mostra gli ulteriori vantaggi determinati dal sistema Kanban.

I KPI sono:

- a) Quantità richiesta di ogni ordine;
- b) Tempo medio intercorso tra due ordini;

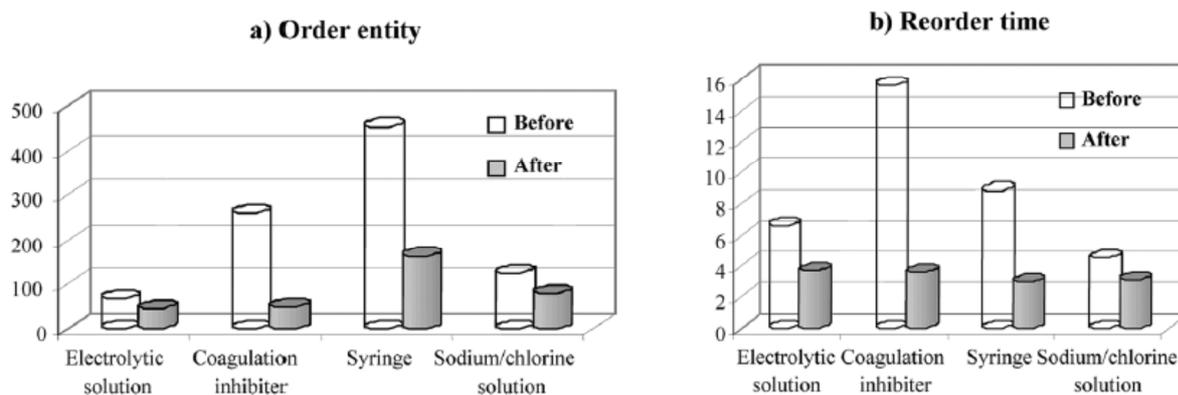


Figura 10: KPI Ordini

Questo metodo ha delle varianti più o meno tecnologiche. Ad esempio, si possono usare lettori barcode o cartellini Kanban con RFID, in questo modo la bacheca legge automaticamente le carenze e l'ordine parte istantaneamente. Questa metodica richiede ancor meno personale ma investimenti più ingenti¹.

¹ www.logi-d.net

3.1.2.2 Carriages Kanban for group system¹

Ogni reparto, oltre al magazzino, ha dei carrelli portatili con all'interno i prodotti di uso comune, generalmente di tre tipologie:

- ✓ Medicine
- ✓ Attrezzature mediche
- ✓ Attrezzature di largo consumo

Questi carrelli hanno molte restrizioni per la sicurezza e la facilità di utilizzo:

- ✓ Metallico, pitturato, senza spigoli o punti taglienti.
- ✓ Ruote girevoli con freno per girare facilmente in reparto
- ✓ Cassetti con fermo
- ✓ Partizione regolare trasversale e longitudinale dei cassetti
- ✓ Etichetta identificativa



Figura 11: esempio di carrello per medicine e attrezzature - attrezzature mediche di largo consumo

Utilizzare una tecnica *JIT* come quella precedentemente illustrata è molto difficile: lo spazio all'interno del carrello è molto limitato e questo si sposta nel reparto, per cui quando si arriva al punto di riordino di uno dei vari prodotti la bacheca dei *Kanban* potrebbe essere lontana e l'operatore perderebbe molto tempo o potrebbe decidere di rimandare l'ordine con il rischio di dimenticarselo.

In questo caso è più appropriata una tecnica *Kanban per gruppi*, secondo la quale si prepara un carrello identico per ogni tipologia e lo si usa come scorta.

Inizialmente il carrello è pieno e viene utilizzato normalmente in reparto; quando, dopo un periodo stabilito o comunque prima dell'esaurimento dei prodotti, l'intero carrello viene riportato in magazzino e si utilizza l'altro, il primo verrà rifornito completamente dall'addetto che cercherà, per quanto possibile, di disporre il materiale secondo la logica *FIFO*.

¹ Persona, Battini, Rafele "hospital efficiency management: the just-and-time and Kamban Technique"2008

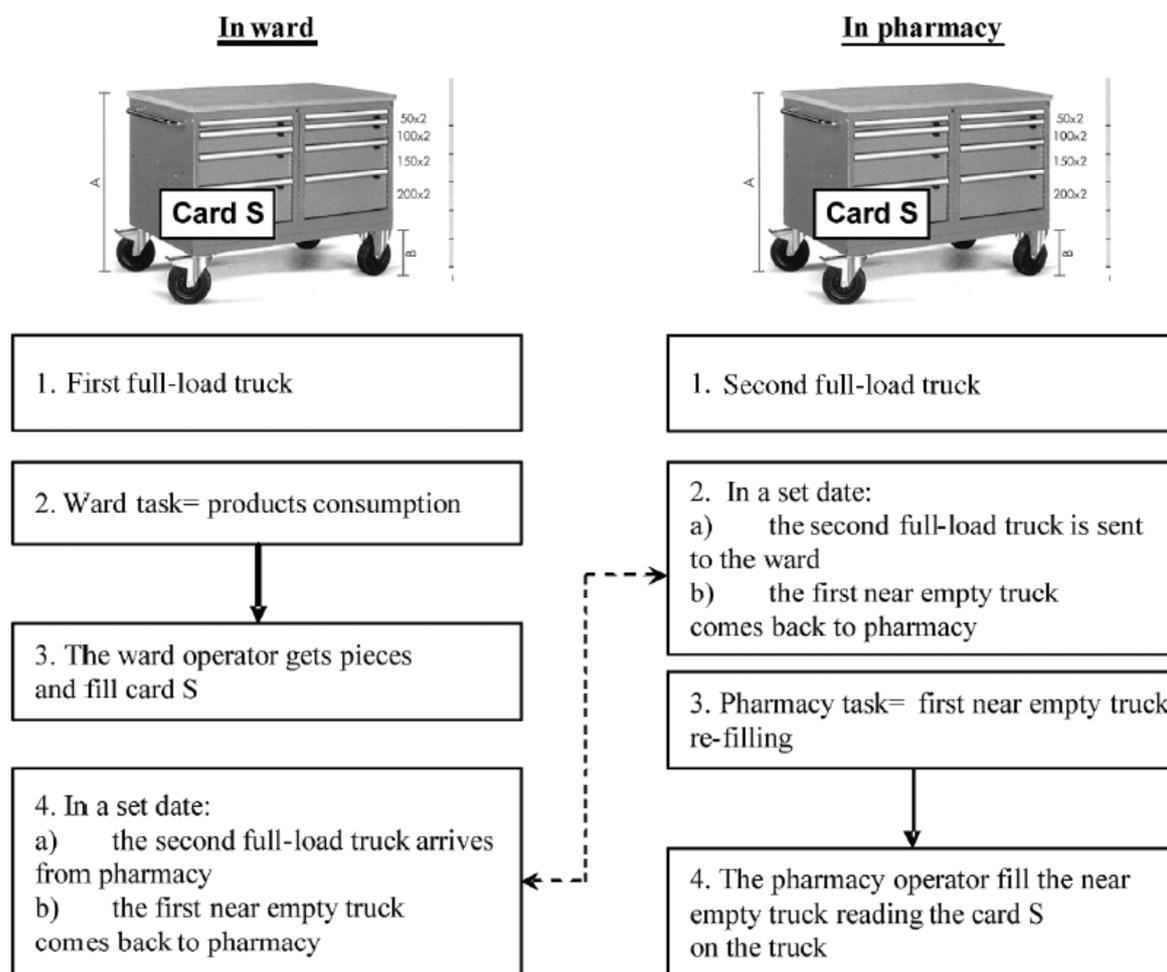


Figura 12: schema utilizzo carrelli

La quantità di prodotti posti nel carrello è stabilita secondo il *trade off* tra la quantità di prodotti e il tempo per il ricambio del carrello, mediamente stabilito in circa tre-quattro giorni e chiamato *interval of restoration* o *lead time of restoration*.

Il carrello è accompagnato anche da una distinta base completa di tutti i prodotti presenti all'interno in ordine alfabetico con le relative quantità, in cui l'operatore deve segnare tutta la merce prelevata; questa lista è utile sia all'infermiera per monitorare le scorte, sia alla farmacia per sapere cosa reintegrare. Mensilmente, si fa un controllo accurato dei prodotti presenti nel carrello per identificare eventuali errori.

Uno studio condotto all'Ospedale Gradenigo di Torino¹ dimostra che questa metodologia riduce la quantità di merce nei carrelli del 30/40% con risparmi economici fino al 25%¹.

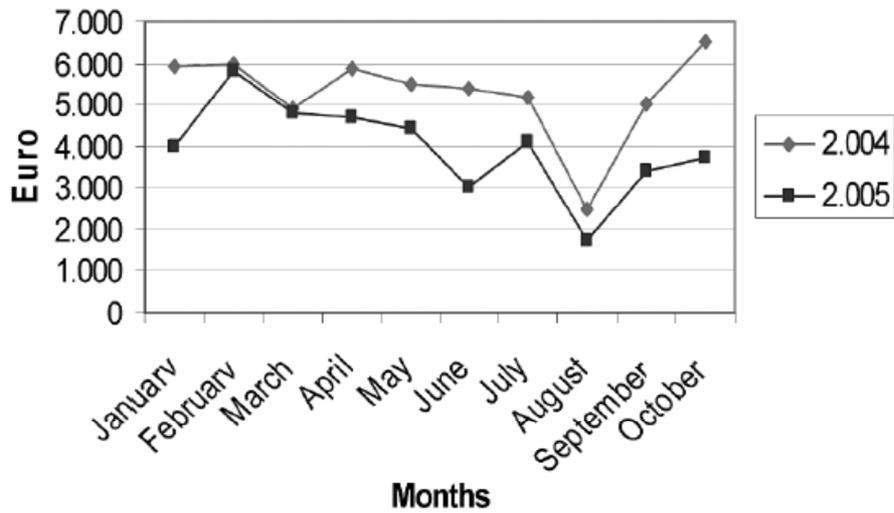


Figura 13: confronto mensile tra 2004 e 2005

3.1.3 Limiti del sistema Kanban

Passiamo agli aspetti negativi dell'adozione di questo sistema. I kanban sono il massimo se le mie confezioni restano sempre integre. Se le spezzo, ad esempio perché estraggo una compressa, il kanban non serve, e magari di alcune specialità con bassissima rotazione potrei avere anche solo una scatola, che una volta finita mi lascerebbe senza il prodotto per un tempo pari al lead time di approvvigionamento. Per ovviare a questo inconveniente devo fare in modo di avere in magazzino almeno due scatole di ogni farmaco, con conseguente aumento delle scorte.

Secondo problema: non posso conoscere cosa c'è in magazzino di reparto in un dato momento, a meno che non trovi un modo per registrare l'uscita del prodotto dal magazzino nel momento stesso in cui avviene fisicamente. Un sistema che implementi il controllo della somministrazione a letto paziente, con relativo scarico del farmaco dal magazzino di reparto si avvicina alla soluzione ma non riesce a coprire l'intero percorso del farmaco.

3.2 RFID Radio-frequency Identification

La tecnologia RFID ha origine nella Seconda Guerra Mondiale e si sviluppa a partire dagli anni Sessanta come derivazione a scopi civili del sistema militare a radiofrequenza di *Identification friend or foe*, ma la sua diffusione è avvenuta principalmente dagli anni Novanta in poi. Negli ultimi anni, il forte sviluppo delle tecnologie e delle comunicazioni wireless hanno determinato un forte sviluppo delle tecnologie RFID, che oggi, grazie alla conseguente riduzione del prezzo, è utilizzata nei più svariati ambiti, dalla logistica dei magazzini al controllo degli animali, dal passaporto all'antitaccheggio.

La tecnologia RFID, anche se ancora costosa, ha alcuni vantaggi rispetto alle tradizionali tecnologie di identificazione come i codici a barre e le bande magnetiche:

- ✓ Non deve essere a contatto per essere letto, come le bande magnetiche;
- ✓ Non deve essere visibile per essere letto, come per i codici a barre;
- ✓ Si possono anche aggiungere informazioni sui chip in funzione della sua tipologia;
- ✓ L'identificazione e la verifica avvengono in un decimo di secondo;
- ✓ La comunicazione può essere in chiara o cifrata;

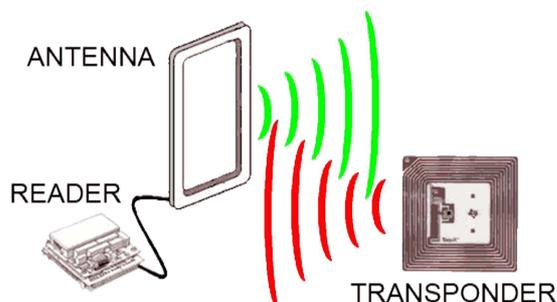


Figura 14: esempio RFID

Il settore sanitario non può non utilizzare questa tecnologia che localizza automaticamente la merce; oltre a incrementare l'efficienza, concorre sicuramente a ridurre il problema degli errori accidentali in ospedale, che causano 44.000 morti l'anno negli USA, secondo la "US Institute of Medicine", e che sono identificabili, per più del 40%, in errori di trascrizione. Inoltre limita il problema della scomparsa di farmaci all'interno dei reparti, che ogni anno è pari a circa il 10% del totale¹.

¹ Eva Rajo "On the Design, Installation, and Evaluation of a Radio-Frequency Identification System for Healthcare Applications" 2012

3.2.1 Descrizione RFID

Questa tecnologia è basata sulla capacità di memorizzare dati su particolari dispositivi elettronici detti *tag* o *transponder* e sulla capacità di questi di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili chiamati per semplicità lettori (in realtà in alcuni casi possono essere anche scrittori) a radiofrequenza, comunicando (o aggiornando) le informazioni in essi contenute. Quindi sono in un certo senso assimilabili a sistemi di lettura e/o scrittura senza fili con svariate applicazioni.

Nello specifico, un sistema RFID è costituito da tre elementi fondamentali:

1. Uno o più *tag* o *Transponder*

Questo è l'elemento principale del sistema, è formato da:

- ✓ un microchip che contiene dati in una memoria, tra cui un numero univoco universale scritto nel silicio;
- ✓ una antenna;
- ✓ un supporto fisico che tiene insieme il chip e l'antenna chiamato "*substrato*" e che può essere prodotto in Mylar, film plastico (PET, PVC, ecc), carta o altri materiali.
- ✓ in alcuni casi viene aggiunta una batteria.

L'antenna riceve un segnale che, tramite il principio dell'induzione, viene trasformato in energia elettrica con cui si alimenta il microchip. Il chip così attivato trasmette i dati in esso contenuti tramite l'antenna all'apparato che riceve i dati.

In sintesi, un *tag* RFID è in grado di ricevere e di trasmettere via radiofrequenza le informazioni contenute nel chip ad un *transceiver* RFID.

Ci sono varie tipologie di etichetta RFID:

- **RFID passivo:** contiene semplicemente un microchip (con identificativo univoco ed eventuale memoria), privo di alimentazione, un'antenna ed un materiale che fa da supporto fisico chiamato "*substrato*". Il tutto viene "eccitato, alimentato e/o scritto" al passaggio di un lettore che emette un segnale radio a frequenze di alcuni GHz. La radiofrequenza attiva il microchip e gli fornisce l'energia necessaria a rispondere al lettore, ritrasmettendogli un segnale contenente le informazioni memorizzate nel chip ma che, come abbiamo già detto, può anche scrivere dati sul *tag*.
- **RFID attivo:** è più versatile perché può registrare autonomamente dei dati e dispone di una batteria per alimentarsi da solo, più antenne per inviare e ricevere segnali a frequenze diverse e il *ransponder/tag* RFID che può contenere anche

sensori. Generalmente hanno distanze operative maggiori dei *tag* passivi e possono arrivare ad un massimo di 200m.

- **RFID semi-passiva:** è dotata di una batteria usata solo per alimentare il microchip o apparati ausiliari (sensori) ma non per alimentare un trasmettitore, in quanto in trasmissione si comportano come un'etichetta RFID passiva.
- **RFID semi-attiva:** è dotata di batteria che alimenta il chip, mentre il trasmettitore, per risparmiare energia, è disattivato e viene attivato tramite un ricevitore con tecnologia dei *tag* passivi. In assenza di interrogazioni, il *tag* può operare per tempi lunghi.

2. Un apparecchio di lettura.

Il Lettore emette un campo elettromagnetico/elettrico che tramite il processo dell'induzione genera nell'antenna del *tag* una corrente che alimenta il chip. Il chip così alimentato comunica tutte le sue informazioni che vengono irradiate tramite l'antenna verso il Lettore ed questo, come già detto, può anche scrivere i dati sul *tag*.

3. Sistema informativo di gestione dei dati.

Questa parte puramente informatica codifica e gestisce i dati per il loro trasferimento da e verso i lettori.

3.2.2 Applicazione Ospedaliera RFID

L'impiego della tecnologia RFID consente di identificare univocamente ciascun singolo bene, sul quale è apposto un transponder: da quel momento il bene risulta etichettato ed è possibile rilevarlo istantaneamente con un lettore fisso o portatile, risalendo così in tempo reale a tutte le informazioni ad esso collegato.

L'iter operativo previsto dell'applicazione RFID è molto semplice: all'arrivo del bene presso il magazzino dell'ospedale, viene inserito nell'applicazione software installata sul PC un record, contenente i suoi dati descrittivi (produttore, modello, seriale) ed amministrativi (tipo di acquisto, numero bolla di consegna, centro di costo, ecc.). Successivamente viene stampata una *smart label RFID* recante sulla superficie il codice di inventario ed viene apposta sull'oggetto stesso; la procedura di stampa legge anche il codice univoco presente sul TAG e lo associa univocamente al prodotto (al suo codice inventario) all'interno del database. Viene quindi spedito al reparto predestinato.



Una serie di antenne ricevatrici poste nei vari magazzini permette di sapere in tempo reale l'ubicazione di ogni singolo oggetto con una *tag*.

È inutile elencare gli innumerevoli vantaggi in efficienza che la struttura riceverebbe nella gestione delle scorte sapendo istantaneamente dove e quanti articoli ha a disposizione, la relativa descrizione e la data di scadenza.

Il sistema sarebbe ancora più completo se si applicassero antenne a tutte le stanze e *tag* RFID anche ad attrezzature mobili, e ai pazienti (tramite braccialetto): le prime sarebbero sempre rintracciabili, le seconde permetterebbero una immediata lettura elettronica della cartella clinica del paziente senza rischio di errori di scambio né del paziente né della terapia.

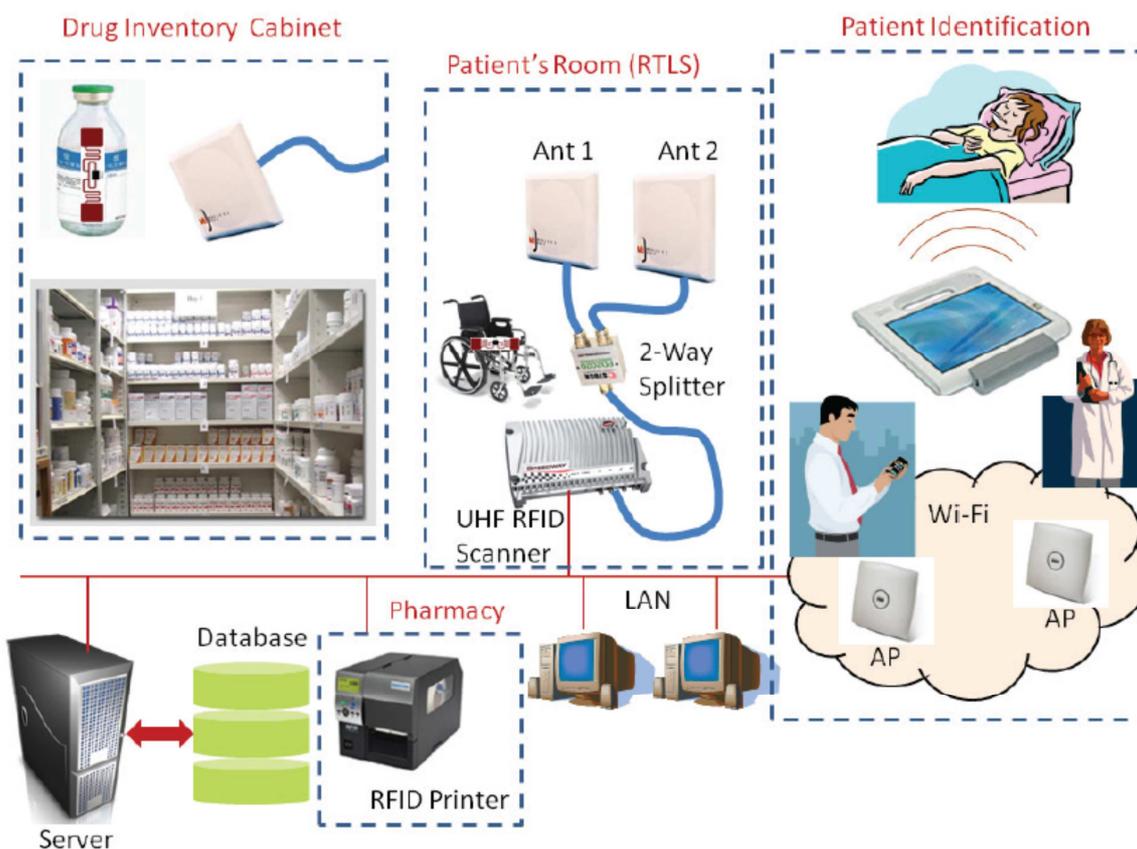
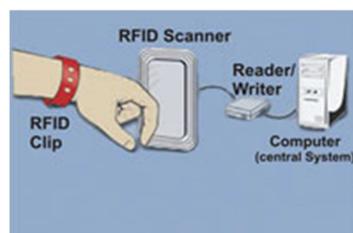


Figura 15: schema di funzionamento del sistema RFID completo

In fine gli RFID attivi sono utili per garantire che farmaci deperibili e sensibili alle condizioni esterne, quali temperature e luce, non siano già deteriorati: appositi RFID attivi possono monitorare questi parametri sin dalla casa di produzione ed essere sempre disponibili.

3.2.3 Limiti RFID

I principali difetti di questo sistema sono¹:

- ✓ *La presenza di temperature critiche.* I tag dei transponder infatti non funzionano e possono essere danneggiati in frigoriferi per materiali biologici a -80 °C o in forni a 250 °C. Si tratta comunque di casi limite e comunque la soluzione è già stata trovata ed è piuttosto semplice: basta proteggere il microchip inserendolo in materiali termicamente isolanti, ma buoni conduttori di campi elettromagnetici, come ad esempio il silicone.
- ✓ Il malfunzionamento del transponder quando esso si trova all'interno di un *contenitore metallico*. Infatti le onde elettromagnetiche non sono in grado di permeare i metalli magnetici o quelli altamente conduttivi. Anche in questo caso, una soluzione è già stata trovata e consiste nel collegare l'antenna del transponder con un'altra antenna esterna al contenitore metallico. Inoltre, per evitare distorsioni del segnale data la vicinanza delle antenne al metallo, è opportuno inserire tra loro uno strato di materiale isolante.
- ✓ La sensibilità verso l'*inquinamento elettromagnetico*, cioè verso campi magnetici esterni al sistema RFID che potrebbero influire negativamente sulla qualità della comunicazione tra lettore e transponder. Infatti, durante un processo di lettura o scrittura di un transponder, la presenza di forti campi elettromagnetici nelle vicinanze (come quelli prodotti da motori di ascensori, carrelli elevatori, elettrodomestici o dispositivi elettronici come i cellulari) potrebbe limitare:
 - la distanza massima tra reader e transponder;
 - la velocità dell'operazione;
 - l'orientabilità del transponder;
 - la possibilità di effettuare l'operazione con tag in movimento.

E' per questo che l'ambiente nel quale dovrà essere inserito un sistema RFID è molto importante. Esso richiede collaudi specifici e numerosi test durante l'installazione per effettuare adeguate tarature in modo da assicurare il corretto funzionamento del sistema RFID anche in presenza di difficili situazioni ambientali.

¹ www.mondorfid.com 2012

- ✓ *Il costo dei transponder*: questa è la principale barriera alla diffusione dell'RFID. Il prezzo di un transponder oggi può arrivare anche a soli venti centesimi di Euro, ma tale costo è ancora troppo alto per potere sperare in un totale inserimento di questa tecnologia in ogni campo applicativo. Basti pensare a quanto inciderebbe questa cifra se moltiplicata per le migliaia di prodotti di un qualsiasi ospedale.
L'abbattimento della barriera del costo dei transponder sarà comunque possibile in futuro grazie all'aumento del numero di applicazioni dei sistemi RFID. Ciò è determinato dalle leggi di *economia di scala*, secondo le quali il costo medio di produzione diminuisce all'aumentare della dimensione dell'impianto.

Tutti questi limiti sono facilmente superabili, eccezion fatta per il problema economico. Inizialmente si investe molto nella progettazione e realizzazione del sistema, nella formazione del personale, successivamente si ha il costo fisso dovuto ai tag. Come già detto, questi costi sono in riduzione e la richiesta di servizi sempre più personalizzati renderanno questa tecnologia sempre più conveniente.

3.3 Sistema delle confezioni monodose

La letteratura riconosce il sistema delle confezioni monodose, con rispetto per gli altri sistemi di distribuzione dei farmaci, come uno dei metodi più sicuri per i pazienti, più efficiente ed economico per l'organizzazione, ed un metodo efficace per usare le risorse professionali. Più nello specifico, come sottolineato dalla *Società Americana dei Farmaci Ospedalieri* (ASHP, 1993)¹, i vantaggi più rilevanti sono i seguenti:

- ✓ Riduzione dell'incidenza degli errori nella somministrazione delle terapie;
- ✓ Riduzione dei costi totali delle attività correlate alle terapie;
- ✓ Un uso più efficiente dei farmaci e del personale infermieristico, permettendo un coinvolgimento più diretto nella cura dei pazienti da parte di farmacisti e infermiere.
- ✓ Miglioramento del controllo generale dei farmaci e dell'uso controllato dei farmaci;
- ✓ Fatturazioni più accurate dei farmaci per i pazienti;
- ✓ Miglior controllo da parte del farmacista sui modelli di carico di lavoro della farmacia e sulla programmazione del personale;
- ✓ Riduzione delle dimensioni delle scorte dei farmaci localizzate nelle aree dedicate alla cura dei pazienti;
- ✓ Grande adattabilità alle procedure computerizzate e automatizzate.

In vista di questi benefici teorici, la *Società Americana dei Farmaci Ospedalieri* ritiene che il sistema delle confezioni monodose debba essere parte essenziale della distribuzione dei farmaci e dei sistemi di controllo negli ambienti sanitari organizzati, in cui la terapia farmaceutica è una parte integrante del sistema sanitario. Secondo la letteratura, le strategie adottate per ridurre gli errori nella somministrazione delle terapie sono essenzialmente le seguenti:

- ✓ Registrazione computerizzata della terapia;
- ✓ Distribuzione dei farmaci in confezioni monodose (con diversi livelli di automazione);
- ✓ Partecipazione attiva dei farmacisti nella gestione della terapia.

¹ Pinna, Carrus, Marras "The Drug Logistics between Efficiency and Safety for Patients: The Experience of an Italian Region" 2014

La soluzione descritta può presentare molte varianti, a seconda delle specifiche richieste dell'organizzazione, ma un numero di elementi distintivi sono alla base di tutti i sistemi di confezioni monodose (*Kazemzadeh et al. 2012*):

- A.** I farmaci sono contenuti in pacchetti singoli;
- B.** I farmaci, per quanto possibile, sono immagazzinati in un sistema pronto alla somministrazione;
- C.** Per molti farmaci, è consegnata al massimo una quantità sufficiente per 24 ore oppure sono disponibili nell'area adibita alla cura dei pazienti a qualsiasi ora.

Da un punto di vista organizzativo, è necessario che i reparti demandati alla ricezione e al deposito dei materiali e dei finanziamenti, lavorino in tandem per eseguire effettivamente un alto numero di acquisti, ricevere e pagare transazioni ad intervalli regolari. Il compito del dipartimento degli acquisti è abbassare i prezzi d'inventario senza compromettere la qualità, riducendo i tempi morti con i fornitori mediante offerte competitive, negoziazioni dirette e acquisti di gruppo. Un'efficiente politica di inventario dovrebbe collegare la fornitura ai ritmi di consumo per ridurre i livelli di scorte. Le transazioni dovrebbero essere online in modo tale che il database si aggiorni automaticamente a seguito di ogni richiesta di materiale / farmaco per migliorarne l'efficienza. (*Kazemzadeh et al., 2012*).

3.3.1 Applicazione Ospedaliera del sistema di confezioni monodose

Il progetto dell'automazione dei prodotti farmaceutici, della realizzazione dei farmaci in confezioni monodose e della terapia finalizzata ai pazienti per la tracciabilità dei dispositivi medici, è iniziato presso l'Azienda Ospedaliera "G. Brotzu" di Cagliari nel 2002¹. L'Azienda distribuisce i farmaci in confezioni monodose per terapie personalizzate a circa 200 pazienti ricoverati, precedentemente con attività manuali, quindi con specifici macchinari. L'analisi delle richieste indica un quantitativo di 950.000 confezioni monodose all'anno. Gli obiettivi del progetto sono molti e possono essere classificati in tre categorie:

- ✓ Clinici:
 - Riduzione degli errori di trascrizione e di interpretazione;
 - Miglior controllo dei piani terapeutici e dell'appropriatezza delle prescrizioni mediche;
 - Riduzione delle somministrazioni errate dei farmaci e dei relativi effetti avversi;
 - monitoraggio e tracciabilità delle prescrizioni mediche e delle terapie;
 - possibilità di integrare i dati relativi alla terapia nelle cartelle cliniche;
 - Ottimizzazione della gestione delle risorse umane, soprattutto il miglioramento nella gestione dei tempi infermieristici;

- ✓ Economici e logistici:
 - Ottimizzazione delle spese farmaceutiche;
 - Riduzione degli inventari di reparti e dipartimenti;
 - Riduzione ed eliminazione dei farmaci scaduti;
 - Tracciabilità dei farmaci;
 - Tracciabilità dei dispositivi medici;
 - Ottimizzazione della logistica;

- ✓ Amministrativi:
 - Quantificazione delle spese farmaceutiche;
 - Gestione computerizzata delle scorte, anche a livello dipartimentale;
 - Monitoraggio dei consumi;
 - Semplificazione delle procedure di gestione.

Il progetto ha lo scopo di una riorganizzazione generale dei processi di prescrizione e di gestione dei farmaci, la realizzazione di confezioni monodose, una terapia controllata e personalizzata, insieme a un sistema idoneo per la tracciabilità dei dispositivi farmaceutici che semplifichi i processi di carico e scarico sia nella farmacia che nell'Azienda.

¹ Pinna, Carrus, Marras "The Drug Logistics between Efficiency and Safety for Patients: The Experience of an Italian Region" 2014

Questi sono i principi essenziali del progetto:

- ✓ La totale tracciabilità delle richieste e della gestione dei farmaci;
- ✓ L'uso di confezioni monodose per il maggior numero possibile di farmaci;
- ✓ L'attuazione di sistemi di supporto, adattati qualitativamente e quantitativamente alle caratteristiche di innovazione introdotte dai fornitori;
- ✓ L'architettura unica del progetto, capace di esprimere un sistema coerente di tecnologie e servizi, integrato negli aspetti organizzativi e informativi;

Il progetto riguarda il rimpiazzo della tecnologia attualmente presente nella farmacia con una tecnologia di ultima generazione che garantisce una migliore efficienza, velocità e sicurezza nella produzione dei farmaci in confezioni monodose. Il modello organizzativo riguarda l'uso di armadi automatizzati nei reparti e di una farmacia centralizzata per la preparazione della terapia personalizzata che può essere manuale o completamente automatizzata, in base alle esigenze.



Figura 16: Farmacie automatizzate

Gli armadi automatizzati, che saranno riforniti in modo più o meno automatico, sono localizzati all'interno di alcune unità operative identificate sulla base di considerazioni logistiche, economiche e amministrative, come la presenza di spazi appropriati per la localizzazione degli armadi e il consumo medio giornaliero di farmaci. Gli armadi supplementari sono localizzati nella Farmacia allo scopo di aiutare il personale dedicato nella preparazione delle terapie per i reparti in mancanza degli armadi dedicati.



Figura 17: Armadi automatizzati

L'attuazione del progetto in esame è affidata ad un'agenzia esterna sotto contratto, il personale ospedaliero e, in particolare, la Farmacia, rimangono i responsabili della logistica dei materiali di imballaggio (il ricevimento, l'immagazzinamento e l'uso) e della supervisione, insieme alla convalida e al controllo di tutte le attività eseguite dall'appaltatore. La consegna dei farmaci dei reparti in confezioni monodose è richiesta al personale dell'appaltatore, mentre rimane compito del personale infermieristico del reparto la gestione dei farmaci in confezione monodose una volta consegnati, in particolare le operazioni di immagazzinamento con tecnologie.

L'adozione del sistema di confezioni monodose presentato in questo studio, richiede significativi cambiamenti nell'organizzazione circa la gestione fisica e informativa dei flussi.

Fase	Dottori	Caposala/Infermiere	Farmacista	Personale della farmacia
1	Prescrizione computerizzata			
2			Ricezione e controllo delle terapie	
3				Preparazione delle terapie in confezione monodose e personalizzate
4				Preparazione del carrello
5			Controllo e firma	
6		Armadi computerizzati: accettazione del box con la terapia per 24 ore divisa tra settori		
7		Terapia somministrata ai pazienti con l'uso di un codice a barre		

Il dottore, durante il giro visite, prende nota delle richieste, quindi va al terminale di reparto e personalmente digita la richiesta di cura (*Fase 1*). Dopo l'accettazione, i farmaci sono consegnati alla Farmacia (*Fase 2*): qui sono stampati dei codici a barre bidimensionali e posizionati sui pacchi di confezioni monodose, sui prodotti che non hanno un codice a barre leggibile o sulle dosi individuali che non hanno un codice commerciale sui singoli blister (*Fase 3*).

Dopo la preparazione del carrello (*Fase 4*), si attuano un controllo generale e la firma da parte del Farmacista. Le confezioni monodose sono quindi consegnate agli armadietti dispensatori semi-automatici dei reparti con cassette, contenenti le scorte per 24 ore (*Fase 6*). Ogni infermiera è dedicata a 3-5 pazienti ed è dotata di un carrello portatile personale dotato un lettore dei codici a barre connesso con una rete wireless per controllare il paziente e di un personal computer con cui leggere la ricetta del dottore; dopo aver visto farmaco e dosaggio stampa le etichette. Quindi, per accedere al distributore, l'infermiera inserisce il codice personale e ritira i prodotti dai cassette che si aprono automaticamente. I farmaci prescritti ai pazienti sono somministrati mediante i braccialetti e vengono scaricati automaticamente dall'inventario (*Fase 7*).

Il progetto ha richiesto lavori di progettazione di strutture ed impianti per far funzionare il sistema (una rete wireless, l'installazione di macchinari, etc.), l'acquisto di attrezzature per la distribuzione automatica, i dispositivi elettronici (tablets e palmari per il controllo della somministrazione), così come i braccialetti per l'identificazione con codici a barre serializzati stampati.

Brevemente, la somministrazione dei farmaci è regolata da un sistema computerizzato che riunisce le prescrizioni mediche, scritte dal medico per ogni paziente con un tablet collegato mediante la rete alla Farmacia. Nella Farmacia, uno specifico macchinario fornisce l'imballaggio automatico dei farmaci in confezioni monodose e confezioni contenenti la terapia personalizzata per il paziente, etichettando la scatola con i parametri vitali del paziente e i tempi di somministrazione, e riportando i dati con i codice a barre. Infine, i pacchi sono spediti al reparto secondo una precisa tempistica a cadenza giornaliera e per una copertura di 24 ore: qui, prima di procedere alla somministrazione, il personale infermieristico attua un controllo incrociato della terapia - paziente - tempi di somministrazione; il personale porta avanti la somministrazione, identificando il paziente leggendo il braccialetto con il codice a barre e riscontrando la coincidenza dei dati indicati sul pacco contenente la terapia personalizzata grazie al lettore del palmare con gli infrarossi connessi alla rete ospedaliera.

Questo sistema ha permesso all'Azienda Ospedaliera Brotzu di ottenere consistenti vantaggi in termini di:

- ✓ Riduzione delle scorte dei reparti, con conseguente riduzione delle riserve di farmaci del magazzino;
- ✓ Riduzione della gestione degli armadi contenenti farmaci: i dispensatori sono in luoghi in cui i farmaci sono abbandonati.
- ✓ Riduzione della facilità di commettere errori e semplificazione di tutto il processo di preparazione dei carrelli e di somministrazione dei farmaci (lettori dei codici a barre aiutano le infermiere nel riconoscimento del farmaco).

3.3.2 Limiti sistema confezioni monodose

Con essi la gestione delle scorte è altamente efficace. Il problema però è la scarsa efficienza infatti questi contenitori non possono contenere tutte le tipologie di prodotto e sono lenti a dispensare farmaci, quindi non adatti a reparti d'urgenza o comunque devono essere affiancati a scaffali tradizionali.

Però il problema maggiore è l'investimento nel reingegnerizzare tutto il processo e renderlo fortemente automatizzato; infatti per renderlo anche efficace serve una farmacia automatizzata che in automatico gestisce gli ordini dai vari reparti e, sempre in automatico, li fa arrivare a destinazione; questo ad un costo esorbitante.

Conclusioni

Il sistema aziendale ospedaliero ha posto recentemente l'attenzione sull'uso efficiente delle risorse economiche, prendendo in considerazione il bisogno di riconfigurare il sistema logistico sanitario e, in particolare, la gestione dei farmaci, di fondamentale importanza per garantire servizi adeguati ai pazienti.

Mentre il settore manifatturiero è stato sempre all'avanguardia e pronto ad approcciare nuovi metodi per razionalizzare le scorte e il flusso di materiali, il settore sanitario è rimasto per la maggior parte ancorato ai metodi tradizionali basati sul mantenimento di alte quantità di prodotti nei magazzini, per evitare il rischio di rimanere senza scorte in caso di necessità, e con modalità scarsamente automatizzate.

Sebbene oggigiorno molti ospedali continuano ad adottare questo schema tradizionale per la gestione del flusso di farmaci, alcuni di essi stanno attualmente applicando i principi di gestione di una produzione industriale, rifacendosi, come prima tra tutte, alla filosofia del Just In Time, per oltrepassare i limiti di un tale approccio¹.

Infatti, come abbiamo visto la gestione del magazzino con i kanban è molto semplice ed efficace, oltre ad essere molto economica; ristrutturare la gestione dei farmaci secondo questo metodo è un'ottima "scusa" per riorganizzare vecchi ed inadeguati magazzini in depositi ordinati, funzionali e che richiedono molta meno manutenzione. Di fatto questo metodo necessita di un'esigua formazione del personale e di piccoli investimenti, nonché di un'attenta sorveglianza iniziale per garantire che la tecnica sia applicata in modo accurato e scrupoloso.

Applicare RFID in ospedale, oltre ai forti investimenti iniziali, richiede anche costi non indifferenti durante il suo utilizzo per etichettare con trasponder e catalogare il materiale in ingresso; per questo motivo può essere applicato solo in ospedali medio grandi. Per ridurre gli investimenti e provarne l'utilità, generalmente si inizia ad utilizzarlo solo in alcuni magazzini in cui sono tenuti i medicinali più costosi, per il solo controllo dell'inventario. Così applicato è molto utile per gestione delle scorte ma limitativo per le potenzialità che ha questo sistema². Infatti se implementato con antenne in tutti gli ambienti e supportato da un database completo ed aggiornato su tutte le attività (farmaci, pazienti, dottori, macchinari...) semplificherebbe enormemente la gestione dell'ospedale e la sicurezza dei pazienti. Si saprebbe istantaneamente ed ovunque, senza possibilità di errore, la cartella clinica di un paziente, la quantità di medicinale in un magazzino, l'ubicazione di un macchinario ecc...

¹ Pinna, Carrus, Marras "The Drug Logistics between Efficiency and Safety for Patients: The Experience of an Italian Region" 2014

² Eva Rajo "On the Design, Installation, and Evaluation of a Radio-Frequency Identification System for Healthcare Applications" 2012

Il sistema monodose che abbiamo illustrato per ultimo richiede una radicale riorganizzazione della catena logistica interna più o meno automatizzata, quindi più o meno efficace; è un sistema adatto perlopiù a ospedali di grande dimensioni. Infatti prevede la divisione delle medicine in singole dosi personalizzate, permettendo, da una parte, di eliminare gli sprechi, gli errori e di minimizzare le scorte, e, dall'altra, di essere preparate con attrezzature più o meno automatizzate. Se ben strutturato questo è il metodo migliore per la gestione delle scorte in ospedale

Concludendo, non sono le macchine nè i software la soluzione al problema del controllo delle scorte, bensì la corretta applicazione delle tecniche di logistica, ovviamente supportate da un adeguato sistema informativo e, se necessario, anche da macchine automatiche.

Ma qual è la migliore soluzione? Tutte, in realtà.

Invece di ragionare per tipologie di gestione converrebbe ragionare in termini di impiego, cioè quali processi impiegano quali materiali, considerando inoltre che ad impieghi diversi possono corrispondere logiche di gestione diverse. Un esempio è dato dalla diversità della produzione clinica in un reparto di degenza e in un blocco operatorio. Sono molto distanti. Più che ad unico metodo ideale è necessario destinare ad ogni reparto (e quindi al suo magazzino) il sistema che meglio si adatta al fabbisogno e alla modalità di gestione delle scorte del reparto stesso, creando quindi un sistema misto, modulabile e scalabile nel tempo, poiché nel tempo le necessità e le caratteristiche di un reparto, o della catena logistica di cui è parte, possono cambiare.