

## STROKE 5.0 e PROBLEMA 17

Prof. Domenico Conforti – 21/12/2023 – Autori/ Revisionatori: Gervasi e Raponi

---

Modello di cura, modello organizzativo, gestione delle risorse e servizi digitali sono le 4 entità da integrare opportunamente per poter definire un ecosistema per produrre ed erogare i servizi sanitari

*Questa affermazione viene fatta dal prof sulla base degli esperimenti che ha condotto in quanto non esistono studi ad ampio raggio che hanno potuto confermare l'esattezza di questo approccio.*

Il supporto digitale è l'aspetto fondamentale di ogni modello organizzativo. Infatti, si cerca di organizzare, elaborare e gestire i problemi clinico-sanitari attraverso strumenti informatici. In questo caso, il dominio è la gestione di eventi acuti di ictus. Il progetto prende il nome di STROKE 5.0. La realizzazione di una rete integrata che possa gestire e trattare efficacemente queste problematiche è fortemente influenzata dalle tempistiche degli interventi.

*Il prof ricorda che nelle prime lezioni si è parlato degli ambiti di assistenza e cura (=prevenzione, emergenza-acuzie e cronicità). Questo problema rientra nell'ambito delle emergenze-acuzie.*

Questo progetto è stato realizzato nell'ambito del PNRR e ha una durata di 3 anni. I partner del progetto (oltre alla nostra università) sono di natura tecnologica. Infatti, questi tipi di bandi non permettono il coinvolgimento diretto delle strutture delle aziende sanitarie. Tuttavia, attraverso opportune convenzioni, è stato possibile coinvolgere l'azienda ospedaliera di Cosenza e l'azienda ospedaliera Pugliese-Ciaccio di Catanzaro e si coinvolgerà anche quella di Reggio Calabria e la rete del 118 della Regione Calabria.

L'obiettivo è integrare i 4 aspetti sovraccitati con un'enfasi sui servizi digitali.

La sperimentazione sarà svolta sul territorio calabrese e saranno coinvolte la Campania e la Sicilia.

La visione, quindi, si basa su una forte integrazione tra innovativi Modelli Organizzativi, appropriati Modelli di Cura, avanzati Servizi Digitali, efficiente Gestione delle Risorse.

In particolare, il layer dei servizi digitali viene realizzato attraverso una piattaforma Tecnologica di «Digital Services» come fattore abilitante per la forte integrazione tra Modelli Organizzativi, Modelli di Cura e

Gestione delle Risorse (= consente di organizzare e gestire il dato sanitario).

Quando parliamo di piattaforma/servizio digitale è sempre un ambiente *web based* in cui tutti gli attori che accedono alla piattaforma hanno bisogno di credenziali opportunamente definite sulla base del ruolo e delle responsabilità di ogni attore (con cui accedono attraverso un'interfaccia) e di un browser connesso ad internet. Questo consente l'acquisizione di dati in modo automatico attraverso dispositivi biomedicali, sensoristica, cartelle cliniche elettroniche, ...



Definiamo cosa intendiamo per il progetto STROKE 5.0. L'intero ecosistema parte dal paradigma del integrated care basato su una visione paziente-centrica. Vengono previsti servizi di sostegno (=empowerment del paziente). Attorno al paziente vi è la parte basata sull'emergenza sul territorio. Infine, il layer più esterno è quello che riguarda l'ospedale (= stroke unit). Partendo dalle linee guida più recenti sul trattamento dello stroke, è previsto che all'interno degli ospedali sia presente un'unità funzionale specificatamente configurata, in termini di risorse professionali e strumentazioni, per gestire l'ictus cerebrale.

Esistono 2 tipi di ictus: emorragico (=rottura di un vaso) e l'ictus dovuto all'occlusione del vaso. Gli interventi tipici sono: trombolisi (=intervento di natura farmaceutica per la risoluzione dell'occlusione del vaso) e trombectomia (=intervento chirurgico). La stroke unit deve, quindi, mettere insieme le competenze per poter gestire entrambe le casistiche. La stroke unit presente nell'hub si differenzia dalla stroke unit presente nello spoke nella specificità/complessità degli interventi.

In Calabria è stata decretata nel 2016 la rete stroke ed è stato parzialmente definito un PDTA. Ci sono stati, poi, dei problemi a livello di implementazione ed attuazione effettiva e pertanto la natura degli interventi non è ben consolidata.

Il percorso pre-ospedaliero si riferisce al territorio e percorso intra-ospedaliero si riferisce all'ospedale.

All'interno del percorso **pre-ospedaliero** abbiamo 3 ambiti:

- **DOMESTICO**: associato all'ambiente fisico in cui avviene la manifestazione della sintomatologia che fa sospettare l'ictus.
- **INTERFACCIA** tra l'intervento dell'emergenza territoriale con la CASA;
- **INTERFACCIA EMERGENZA TERRITORIO** con l'OSPEDALE.

L'individuo ha la manifestazione della sintomatologia che fa sospettare l'ictus (algoritmo FAST: face, arm, speech, time). Nell'ambiente domestico, vi è il riconoscimento effettivo della presenza di un ictus (per non sovraffollare l'ospedale).

Una volta chiamato il 188, è necessario seguire un protocollo di interazione dell'operatore con colui che telefona. L'operatore dovrebbe cercare di configurare l'intervento di emergenza sulla base delle necessità del paziente e, di conseguenza, la centrale del 118 deve gestire la logistica riguardante: l'ambulanza che deve intervenire, da quale postazione farla intervenire e definire l'instradamento ottimale (per minimizzare il tempo di percorrenza).

Arrivati sulla scena dell'evento, si concretizza l'interfaccia territorio-ospedale perché lo staff dell'ambulanza deve intervenire sul paziente e definire le caratteristiche del paziente attraverso il *triage dell'ambulanza* per identificare la stroke unit più appropriata per le necessità del paziente.

Quindi nell'**ambito domestico** le caratteristiche sono:

1. **Problemi**: riconoscimento appropriato e tempestivo dei segni e sintomi dello Stroke.
2. **Attori**: paziente, familiari del paziente, testimoni dell'evento.
3. **Servizi** digitali da poter realizzare: app di supporto al riconoscimento dei segni e sintomi con l'utilizzo di dispositivi come lo smart-phone e lo smart-watch. A livello internazionale sono già disponibili servizi di questo tipo.

Nell'**ambito emergenza territorio-casa** le caratteristiche sono:

1. **Problemi**:
  - Gestione delle risorse (unità di intervento) più appropriate al caso specifico, ad esempio assegnando l'utilizzo delle recenti Stroke Unit mobili. Si è anche prevista una unità mobile attrezzata anche con una macchina per la risonanza.

- Routing (=instradamento) ottimale dell'unità di intervento dalla postazione territoriale alla scena dell'evento.
2. **Attori:** sistema sanitario di emergenza regionale (il 118 è gestito a livello regionale), operatore Centrale di Emergenza.
  3. **Servizi** riguardanti la gestione e l'allocazione delle risorse:
    - Localizzazione e dimensionamento delle postazioni territoriali dei mezzi di soccorso in modo da garantire un intervento tempestivo in ogni luogo.
    - Assegnamento e Routing ottimo dei mezzi di soccorso. L'assegnamento si riferisce all'ambulanza medicalizzata più appropriata per le caratteristiche del paziente.

Nell'**ambito emergenza territorio-ospedale**, le caratteristiche sono:

1. **Problemi:**
  - Triage clinico effettuato dallo staff dell'ambulanza, ovvero valutazione clinica accurata del paziente sulla scena dell'evento, con indicazioni preliminari da fornire alla Stroke Unit al fine di garantire una gestione appropriata in ospedale.
  - Assegnamento e Routing ottimale dell'unità di intervento dalla scena dell'evento all'ospedale più appropriato. Si dividono in: I livello (=non hanno una vera e propria stroke unit, ma riescono a gestire situazioni di emergenza) e II livello (=dotati di stroke unit).
  - Gestione ammissione ospedaliera (ammissione Pronto Soccorso, ricovero e assegnamento posto letto).
2. **Attori:** centrale di emergenza, staff ambulanza, manager e operatori sanitari ospedale.
3. **Servizi:**
  - Supporto decisionale al triage clinico in ambulanza e al preliminare trattamento da fornire in ospedale.  
I sistemi di supporto fanno riferimento all'AI. L'intelligenza artificiale si divide in 2 domini: conoscenza deduttiva e conoscenza induttiva. La conoscenza deduttiva è quando, partendo da una definizione della fisiologia dei fenomeni e delle relazioni causa-effetto, si riesce ad arrivare ad una conclusione. La conoscenza induttiva è basata sull'esperienza e la casistica retrospettiva. Anche in questo caso si conoscono le variabili che caratterizzano l'input al fenomeno e gli esiti, ma non conosciamo le relazioni generali che legano input e output. In questo caso, il triage clinico è basato su una conoscenza deduttiva consolidata e l'IA può codificare questa conoscenza e produrre un servizio. In ambito ospedaliero possiamo applicare la conoscenza induttiva per il riconoscimento delle immagini biomediche.
  - Assegnamento e Routing ottimo all'ospedale appropriato.
  - Supporto decisionale all'ammissione ospedaliera (gestione risorse ospedaliere).

Nella **fase intra-ospedaliera**, si presentano come caratteristiche:

1. **Problemi:**
  - Valutazione clinica paziente in Pronto Soccorso. Un possibile sottoscenario che può verificarsi è che lo scenario territoriale visto finora non si realizza perché il paziente va direttamente in Pronto Soccorso per la valutazione clinica.
  - Gestione clinica integrata paziente in Stroke unit:

- Valutazione clinica integrata multifattoriale del paziente (assessment clinico e valutazione diagnostica avanzata per immagini). Questo è uno degli aspetti caratterizzanti del progetto in modo da integrare e fondere i dati clinici eterogenei del paziente (immagini e parametri clinici). Questo aspetto si basa sulla conoscenza induttiva e sul supporto all'elaborazione e al riconoscimento delle immagini biomediche per la diagnostica avanzata;
- Gestione del trattamento con trombolisi e/o trombectomia;
- Assistenza ricovero nella fase iperacuta e nella fase acuta;
- Piano di cura personalizzato e valutazione interventi terapeutici.

In questi aspetti, il supporto può essere sia di natura informativa (=basato sulla gestione dei dati clinici e sanitari) sia di natura decisionale (=basato sulla conoscenza induttiva).

- Pianificazione e gestione dei flussi e delle risorse nel percorso intra-ospedaliero.
2. **Attori:** Medico di emergenza Pronto Soccorso, Neurologo/Neurochirurgo, Operatori sanitari Neuroradiologia, Operatori sanitari Laboratorio di Analisi Cliniche, Operatori sanitari Stroke Unit, Direzione Sanitaria.
  3. **Servizi:** parte della piattaforma complessiva di servizi informativi – decisionali integrati per il supporto avanzato a:
    - diagnostica per immagini;
    - valutazione clinica multifattoriale, personalizzata e predittiva;
    - gestione trattamento trombolisi/trombectomia;
    - monitoraggio bedside delle condizioni del paziente (=ricovero);
    - pianificazione della terapia e dei primi interventi riabilitativi;
    - gestione dei flussi e delle risorse nel percorso intra-ospedale.

Tutto ciò è un'architettura funzionale della piattaforma, che mette in evidenza i 3 ambienti (domestico, territorio e ospedale- stroke unit) con le caratteristiche specifiche dal punto di vista tecnologico della piattaforma di servizi digitali. Uno degli aspetti fondamentali è quello della modalità di integrazione dal punto di vista tecnologico basata su **standard di interoperabilità**. Sostanzialmente i vari sistemi tecnologici che acquisiscono e gestiscono il dato clinico sanitario e le strutture coinvolte, ai fini dell'integrazione si devono "parlare" in modo inequivocabile mettendosi d'accordo su uno standard di comunicazione (nazionale).

### **STROKE 5.0: impatto (potenziale)**

1. Rilevante grado di **innovazione di sistema** legata al fatto che, oltre alla piattaforma tecnologica di servizi digitali, si va a prevedere la definizione del PDTA basato sull'integrazione dei tre layers:
  - percorsi integrati di assistenza e cura;
  - erogazione di efficaci ed efficienti servizi sanitari, in relazione alle modalità di allocazione delle complessive risorse sanitarie coinvolte, basati su avanzati sistemi per il supporto decisionale nella gestione clinica ottimizzata dei pazienti.
2. Deciso grado di **innovazione di processo** in termini di:

- processi clinici, caratterizzati da specifici aspetti di appropriatezza, personalizzazione e valore predittivo delle procedure di cura, con un avanzato supporto per una diagnosi precoce ed accurata e per ottimizzare il trattamento.

3. **STROKE 5.0** è in grado di indurre un significativo impatto nell'ampio dominio della **Salute Digitale** con riferimento agli approcci metodologici e agli strumenti tecnologici che caratterizzano la piattaforma dei servizi.

**CONCLUSIONI:** riguarda il contesto attuale che caratterizza i sistemi sanitari e come l'utilizzo di strumenti nelle decisioni possa effettivamente contribuire a migliorare la qualità, l'efficacia e l'efficienza.

- 1. I seguenti fattori** contribuiscono a rendere sempre più forte la pressione esercitata sui sistemi sanitari:
  - I cittadini sono sempre più esigenti relativamente alla disponibilità dei servizi sanitari e di cure di alta qualità;
  - I manager sanitari indirizzano i loro sforzi nel fornire servizi a costi ragionevoli, mentre rimane costante l'esigenza di rispondere in modo appropriato, tempestivo ed efficiente ai gravi eventi acuti in condizioni di emergenza/urgenza, ulteriormente aggravata a causa del progressivo invecchiamento della popolazione;
  - i medici sono sempre più orientati verso la pratica della medicina basata sull'evidenza, con una particolare attenzione alla gestione accurata del rischio clinico.
- 2. Il miglioramento** della qualità dell'assistenza sanitaria, con un adeguato controllo dei costi, richiede l'eliminazione di tutti gli elementi che indeboliscono la qualità dell'intero processo di assistenza e cura (prevenzione - diagnosi - prognosi - terapia) e l'applicazione di procedure innovative e più accurate per la gestione del rischio clinico.
- 3. Le tecnologie** e le metodologie dell'eHealth possono svolgere un ruolo sempre più rilevante e determinante. Negli ultimi anni si è assistito ad un crescente sviluppo di soluzioni tecnologiche molto efficaci (soprattutto favorite dal crescente sviluppo dell'intelligenza artificiale) per promuovere sia la medicina basata sulle evidenze che le migliori pratiche cliniche. Queste soluzioni hanno, infatti, la potenzialità di contribuire a ridurre gli errori dovuti all'incertezza migliorando al contempo l'efficacia e l'efficienza dei processi clinici e dei servizi erogati.
- 4. In questo contesto**, la sfida che **STROKE 5.0** intende affrontare consiste nel fornire un approccio integrato e olistico basato sulla continuità e sulla personalizzazione della cura del paziente, nel definire e sviluppare procedure di assistenza sanitaria e workflows basati sull'evidenza scientifica e in sintonia con le migliori pratiche cliniche esistenti, in modo da definire efficaci percorsi di cura fortemente personalizzati

**Indicazioni per la prova scritta :** Bisogna analizzare il testo della descrizione del problema, estrarre le informazioni più rilevanti che possano aiutare a definire gli ingredienti fondamentali che caratterizzano la definizione del modello di ottimizzazione. L'esito dell'esercizio è quello di rappresentare un modello di ottimizzazione fatto di decisioni (e relative **variabili decisionali**), obiettivo da conseguire (funzione **obiettivo**) e condizioni, limitazioni e requisiti da rispettare (i **vincoli**). Quindi, l'analisi del testo deve condurre al riconoscimento di questi **3 ingredienti**. Non bisogna rappresentare in modo diretto il modello di ottimizzazione sull'esito della prova scritta senza aver spiegato il ragionamento dietro la rappresentazione del modello.

## PROBLEMA 17

Un'azienda specializzata in sistemi per la riabilitazione motoria produce tre diversi modelli di dispositivi per il recupero funzionale degli arti superiori, che indicheremo con **D1, D2 e D3**. Ogni modello viene lavorato da tre linee di montaggio robotizzate, indicate con **L1, L2 e L3**. Nella seguente tabella sono riportati i tempi, in minuti, necessari per la lavorazione insieme al profitto unitario (in Euro) realizzabile per ogni modello di dispositivo.

	D1	D2	D3
L1	20	30	62
L2	31	42	51
L3	16	81	10
Profitto	1000	1500	2200

Le linee L1 e L2 sono disponibili per 8 ore al giorno, mentre la linea L3 è disponibile per 5 ore al giorno. Il numero di dispositivi D3 prodotti non deve superare il 20% del totale dei dispositivi, mentre il numero dei dispositivi D1 deve costituire almeno il 40% della produzione complessiva.

1. Supponendo che tutti i dispositivi prodotti vengano venduti, formulare un modello di ottimizzazione che permetta di pianificare la produzione dei dispositivi in modo da massimizzare il profitto complessivo nel rispetto delle condizioni di produzione.
2. Come si modifica il modello realizzato nel caso in cui si tenga conto della possibilità che i tre modelli di dispositivi vengano prodotti utilizzando una qualsiasi delle tre linee di montaggio robotizzate, senza richiedere quindi che per avere un modello finito sia necessaria la lavorazione di tutte le linee?

*C'è un'ambiguità nel testo: non è chiaro se la realizzazione completa di ognuno dei 3 modelli coinvolga in modo integrato le 3 linee o se possa essere completata su ognuno delle 3 (in parallelo). Questo dubbio viene risolto svolgendo i diversi punti del problema.*

-Le linee **L1 e L2** sono disponibili per **8 ore al giorno**, mentre la linea **L3** è disponibile per **5 ore al giorno**. Il numero di **dispositivi D3** prodotti **non deve superare il 20%** del totale dei dispositivi, mentre il numero dei **dispositivi D1** deve costituire **almeno il 40%** della produzione complessiva.

	$D_1$	$D_2$	$D_3$	
$L_1$	$\leq 8h$			$D_3 \leq 0,2 (D_1 + D_2 + D_3)$
$L_2$	$\leq 8h$			
$L_3$	$\leq 5h$			$D_1 \geq 0,4 (D_1 + D_2 + D_3)$

I dati a sinistra indicano le quote parte per la realizzazione di D1, D2 e D3.

A destra sono appuntate le percentuali dei dispositivi sul totale.

$$x_3 \leq 0,2 x_1 + 0,2 x_3$$

$$-0,2 x_1 - 0,2 x_2 + 0,8 x_3 \leq 0$$

1. Supponendo che tutti i dispositivi prodotti vengano venduti, formulare un modello di ottimizzazione che permetta di pianificare la produzione dei dispositivi in modo da **massimizzare il profitto complessivo nel rispetto delle condizioni di produzione**.

Pianificazione produzione (o gestire) consiste nel decidere quanto produrre (livello di produzione di D1, D2, D3).

Assumiamo che l'orizzonte temporale di riferimento sia il giorno.

**MAX PROFITTO**

Le 3 linee agiscono in modo **integrato**

**DECISIONI:**

Livelli di produzione D1, D2, D3

**VARIABILI DECISIONALI:**

$X_1, X_2, X_3 \geq 0$ , *intere* (Sono macchine non si possono frazionare)

E corrispondono, rispettivamente, a D1, D2, D3.

$X_3 \leq 0,2 (X_1 + X_2 + X_3)$ .  $X_1 \geq 0,4 (X_1 + X_2 + X_3)$

**FUNZIONE OBIETTIVO:**

Max Z

Z= profitto totale=

$1000 X_1 + 1500 X_2 + 2200 X_3$

È un vettore di numeri

Si rappresentano relazioni di tipo lineare.

Dato, parametro e variabile sono differenti: la variabile è una cella il cui contenuto si istanzia, il parametro è una cella che è fissata ad un determinato valore; i dati istanziano il modello. Quando si utilizza un sistema software gli si deve dare in pasto, oltre alla semantica del modello, anche i **dati** che istanziano il modello e sono i coefficienti della funzione obiettivo, ovvero è un vettore di numeri, quindi può essere definito un vettore **p** di profitti.

$$p \begin{bmatrix} 1000 \\ 1500 \\ 2200 \end{bmatrix} \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} \rightarrow z = \sum_{i=1}^3 p_i X_i$$

$$x \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad \max z$$

Serve definire le condizioni da rispettare ovvero occorre identificare nella descrizione del testo quali siano le risorse (le 3 linee di montaggio, in questo caso) del problema, in modo tale da poterle allocare.

In questo problema si hanno le 3 linee come risorse e la disponibilità di esse in relazione al tempo e si hanno le indicazioni delle unità di tempo per realizzare, abbiamo assunto, una parte del dispositivo e quindi si possono definire i 3 vincoli rispettando le grandezze fisiche e trasformando le ore in minuti.

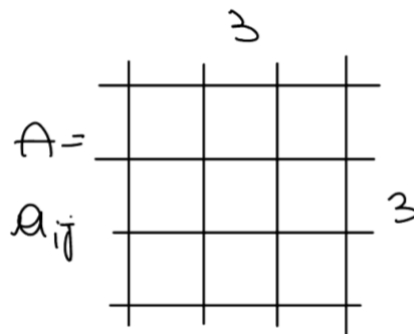
**VINCOLI:**

(b) i coefficienti associati alle funzioni di vincolo vengono indicati come  
**“coefficienti tecnologici”**

$$20 X_1 + 30 X_2 + 62 X_3 \leq 480$$

$$31 X_1 + 42 X_2 + 51 X_3 \leq 480$$

$$16 X_1 + 81 X_2 + 10 X_3 \leq 300$$



Se si vuole fare in modo che i vincoli siano rappresentati attraverso la definizione di questa struttura dati bisogna riportarli ad una notazione standardizzata con le “x” da una parte e i numeri dall’altra.

$$X_3 \leq 0,2 X_1 + 0,2 X_3$$

$$-0,2 X_1 - 0,2 X_2 + 0,8 X_3 \leq 0$$

Questo viene fatto se si vuole dare il modello in pasto al software, non ai fini della prova scritta!!!

2. Come si modifica il modello realizzato nel caso in cui si tenga conto della possibilità che i tre modelli di dispositivi vengano prodotti utilizzando **una qualsiasi** delle tre linee di montaggio robotizzate, senza richiedere quindi che per avere un modello finito sia necessaria la lavorazione di tutte le linee?

**DIFFERENZE:** le 3 linee è come se fossero 3 stabilimenti **in parallelo**; ogni linea è quindi autonoma.

Cambiano i pedici delle variabili decisionali—>  $X_{ij}$ : il primo indice si riferisce ai dispositivi, il secondo alla linea.

$$X_1 = X_{11} + X_{12} + X_{13}$$

$$X_2 = X_{21} + X_{22} + X_{23}$$

$$X_3 = X_{31} + X_{32} + X_{33}$$

Le decisioni si specificano in relazione alle quantità prodotte su ognuna delle 3 linee.

Il modello cambia ad ogni **occorrenza**