

## **ASSISTENZA DOMICILIARE INTEGRATA E RETE CURE DOMICILIARI; PROBLEMA 32**

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

---

Questo progetto (ancora in fase di lavorazione) completa la visione integrale dei setting di assistenza sanitaria che è possibile definire per integrare i livelli di assistenza e cura e definire i PDTA. Nella prima lezione del corso è stato descritto uno scenario clinico che fa riferimento a vari servizi sanitari e a come è possibile integrarli (in particolare in merito alle malattie croniche).

Nella cartella di oggi sono stati inseriti dal prof documenti relativi al PNRR in cui è definito come obiettivo nell'ambito sanitario lo sviluppo di piattaforme tecnologiche per la gestione dei dati a supporto dell'assistenza domiciliare integrata e, in generale, delle cure domiciliari.

Il documento del PNRR fa riferimento al motto “casa come primo luogo di cura” e, quindi, il domicilio viene visto come il nodo centrale all'interno della rete di assistenza e cura a livello territoriale.

La visione è fortemente paziente centrica per l'articolazione dei percorsi di assistenza e cura e, quindi, il setting privilegiato per il paziente è il domicilio. Bisogna tenere conto delle caratteristiche della patologia del paziente e che non possono esserci infrastrutture e tecnologie biomedicali complesse.

I nodi della rete di assistenza e cura territoriale (se sono centrati sul domicilio) fanno riferimento ad una altra serie di attori (alcuni già consolidati):

- Domicilio
- Casa della Comunità (in Calabria si parla di Casa della Salute)
- MMG/PLS
- Infermiere di Famiglia o di Comunità
- Centrale Operativa Territoriale: si occupa del coordinamento tra i servizi e tra gli attori;
- Unità di Continuità Assistenziale (ha le stesse funzioni della guardia medica)
- Rete di Cure Palliative

### **ANALISI CONTESTO**

#### **GENERALITÀ**

L'**ADI (Assistenza Domiciliare Integrata)** è un servizio sanitario caratterizzato da prestazioni di assistenza e cura erogate a domicilio, rivolto a persone in situazioni di fragilità.

L'ADI consiste in un insieme di trattamenti medici, infermieristici e riabilitativi, tipicamente integrati con servizi socio-assistenziali, svolti direttamente al domicilio della persona.

Il servizio di ADI viene prodotto ed erogato dal Servizio Sanitario Nazionale. La responsabilità organizzativa e gestionale del servizio ADI è di norma affidata al **Distretto Sanitario**.

Tali servizi vengono attivati solo in presenza di determinati requisiti e risultano fondamentali per garantire un'assistenza sanitaria adeguata al di fuori del contesto ospedaliero.

Si rivolge unicamente a persone:

- non autosufficienti in modo totale o parziale, per un periodo di tempo più o meno lungo;

- non in grado di deambulare o di essere trasportate presso i presidi sanitari ambulatoriali;
- affiancate quotidianamente da un *caregiver*;
- in condizioni abitative idonee.

## ORGANIZZAZIONE

Le componenti fondamentali del modello organizzativo e gestionale dell'ADI sono:

- Il **servizio di assistenza domiciliare** (che si esplica attraverso il **PAI Piano Assistenziale Individuale**), che garantisce la continuità dell'assistenza nelle modalità indicate dalla normativa nazionale e regionale vigente (=si definiscono quali sono i servizi sanitari a cui il paziente deve accedere);
- La composizione del **team di operatori sanitari** (insieme ai pazienti sono gli attori principali) responsabili dell'erogazione delle prestazioni e il relativo **pool di risorse strumentali e materiali** a supporto.  
*In base alla profilazione specifica delle caratteristiche del paziente, sono precostituiti team di operatori sanitari che viene accompagnato da un pool di strumenti e materiali utili.*
- L'assegnamento del **team di operatori sanitari** ai pazienti riceventi il servizio. Questo è il problema decisionale specifico che affronteremo per arrivare al matching ottimale tra team sanitario e paziente;
- la pianificazione degli **accessi domiciliari**, sviluppata nell'arco dell'orizzonte temporale fissato, secondo quanto previsto dalla predetta normativa tenendo conto della complessità clinico-assistenziale dei pazienti;
- Il **trattamento di assistenza e cure domiciliari** tipicamente integrato con **prestazioni di telemedicina** da remoto.

## PROCESSO

La **richiesta di servizio** di Assistenza Domiciliare Integrata può essere segnalata al Distretto Sanitario da:

- Medico di medicina generale (il più diffuso);
- Medico specialista ospedaliero (nel momento in cui vi è un follow up);
- Paziente stesso o un familiare;
- Assistente sociale.

Periodicamente, dopo essere state raccolte, l'insieme delle richieste di servizio ADI viene esaminato da una **equipe medica** che, tramite una valutazione multidimensionale del paziente, analizza in modo approfondito la condizione clinica, tenendo anche conto di fattori socio-ambientali e psichici. Al termine della valutazione, se il paziente viene reputato idoneo al servizio, viene redatto il **Piano Assistenziale Individuale (PAI)**, che identifica gli obiettivi di assistenza e cura, definendo un programma coordinato di interventi da parte di molteplici figure professionali (medici, infermieri, fisioterapisti, nutrizionisti, etc), volto a migliorare la qualità di vita del paziente.

Una volta individuati tali obiettivi, vengono **pianificati gli accessi** ed erogate all'assistito le **prestazioni a domicilio** previste dal PAI.

## ADI PATIENT FLOW



Se caliamo queste informazioni nel contesto di patient flow definiamo le tre coordinate tipiche di questi problemi:

- Ammissione: in questo caso abbiamo l'unità di valutazione multidimensionale che valuta la condizione clinica del paziente e viene valutato se può essere inserito nell'insieme dei pazienti che possono essere ammessi all'ADI e a cui verrà assegnato un team sanitario e pianificare, attraverso il PAI, il percorso da attuare. Questo aspetto dipende anche dalla disponibilità dei team.  
Nella valutazione clinica, vengono definiti dei profili dei pazienti (=personalizzazione appropriata delle condizioni del paziente). Una volta definito il pool di pazienti ammissibili, i pazienti vengono ammessi al servizio e gli accessi dipendono dalla condizione del paziente.
- Attuazione del PAI.
- L'allocazione delle risorse: va gestito in modo appropriato per garantire l'erogazione del servizio. In questo caso, è la coordinata prevalente che incide sulla definizione del problema decisionale.

## OBIETTIVI DI SISTEMA (PNRR)

Tutto questo permette di definire gli obiettivi successivamente elencati:

- Incrementare il numero di pazienti presi in carico a domicilio per rendere maggiormente appropriato lo svolgimento dell'ADI e snellire l'impatto in ambito ospedaliero;
- Garantire a tutta la popolazione lo stesso livello assistenziale e qualità delle cure erogate migliorando l'efficienza organizzativa anche in contesti geograficamente svantaggiati (come la regione Calabria in cui potrebbe avere outcome positivi);
- Fornire al paziente un'assistenza che comprenda risposte a bisogni clinico-assistenziali e psicologici anche per ridurre l'impatto negativo del vissuto di malattia del paziente (soprattutto per quanto riguarda le malattie croniche);
- Ridurre gli accessi al pronto soccorso, l'ospedalizzazione e l'esposizione ai rischi legati ad essa;
- Permettere una dimissione protetta dalle strutture di ricovero assicurando a domicilio la continuità di assistenza e cure di pari efficacia;

- Ridurre gli accessi in *day hospital* sviluppando risposte alternative a domicilio;
- Ridurre gli accessi, da parte degli assistiti, in luoghi di cura non appropriati per la patologia;
- Prendere in carico il paziente a domicilio, coordinandone la gestione e assicurando il costante monitoraggio di parametri clinici (tramite la telemedicina), al fine di ridurre il rischio d'insorgenza di complicazioni in persone a rischio o affette da patologie croniche;
- Fornire alla famiglia educazione terapeutica nel proprio contesto di vita, migliorando l'uso di risorse e di servizi, favorendo le attività di sorveglianza in ambito sanitario;
- Accrescere l'utilizzo appropriato dei servizi a distanza finalizzato ad una più efficace risposta ai bisogni assistenziali;
- Migliorare la qualità di vita percepita del paziente, delle famiglie e dei *caregiver*;
- Migliorare le transizioni tra setting grazie all'informatizzazione e all'interoperabilità dei sistemi e favorire la continuità informativa nelle transizioni tra setting.

## **PROBLEMA DECISIONALE**

### ***FORMULAZIONE DEL PROBLEMA***

Vogliamo consolidare e definire la Rete di Cure Domiciliari di un Distretto Sanitario (*rete primaria, riguardate l'applicazione di Canterbury nella lezione 3*) che è costituita dalle risorse sanitarie disponibili per erogare i servizi (= i team e la strumentazione di supporto) e dall'insieme dei pazienti che fruiscono dei servizi di ADI.

La telemedicina, in Calabria, non è attualmente fornita dal Sistema Sanitario. In altre regioni sì e sono gratuite per il monitoraggio della terapia e delle condizioni del paziente.

Un fondamentale problema decisionale da affrontare al fine di raggiungere adeguati livelli di efficacia e di efficienza del sistema complessivo riguarda l'assegnamento appropriato delle risorse sanitarie al paziente (=matching adeguato paziente-team sanitario).

Aspetti da considerare:

- Specifiche esigenze e richieste di assistenza e cura del paziente, sulla base delle personali caratteristiche relative alle condizioni patologiche;
- Identificare varie categorie di pazienti considerando in particolare le richieste relative alla continuità di cura (si può clusterizzare l'insieme dei pazienti);
- Caratterizzare i *team* degli operatori sanitari sulla base delle loro specifiche competenze professionali, definendo in modo sistematico vari profili professionali;
- L'assegnamento *team* – paziente su un fissato orizzonte temporale, prendendo in considerazione il complessivo monte ore di lavoro ordinario e straordinario che il *team* è in grado di assicurare, con l'obiettivo di utilizzare in modo efficiente le risorse tenendo sotto controllo i costi totali del personale. Un team può essere condiviso da più pazienti e, per questo motivo, è necessario tenere in considerazione il monte ore (anche per tenere sotto controllo la spesa economica);
- Le condizioni al contorno da rispettare, considerando le modalità per garantire un assegnamento appropriato e il rispetto delle limitazioni delle risorse disponibili.

Gli aspetti da considerare si traducono in condizioni specifiche che andremo ad inserire nei vincoli del modello di ottimizzazione.

### ***DATI***

L'insieme dei dati fa riferimento a:

- Orizzonte temporale di pianificazione ed eventuali condizioni sulle ore di lavoro.
  - **H**: orizzonte temporale di pianificazione (in numero di giorni).

- Struttura e caratteristiche specifiche dell'**insieme dei team di operatori sanitari**.
- Articolazione e caratteristiche specifiche dell'**insieme dei pazienti**.
- Caratteristiche dell'**assegnamento team-paziente**, ovvero specifiche di compatibilità tra *team* e paziente.

### **TEAM OPERATORI SANITARI**

Per quanto riguarda il team di operatori sanitari andiamo a definire:

- $N$ : insieme dei *team*
- Per ogni *team n*:
  - $h_n$ : monte ore di lavoro ordinario complessivo del team n nell'orizzonte temporale  $H$ ;
  - $s_n$ : monte ore di lavoro straordinario in  $H$ ;
  - $c_n$ : costo (€/ora) per la retribuzione del lavoro straordinario.
- $D$ : soglia massima di numero di ore di lavoro straordinario consentito in  $H$ .

L'insieme complessivo di pazienti  $P$  viene stratificato in cinque gruppi sulla base della specifica stadiazione delle condizioni patologiche e delle relative esigenze sanitarie:

- **PCC**: Pazienti che necessitano di presa in carico e continuità di cura e che iniziano il loro trattamento durante il periodo di pianificazione. N.B: il processo è dinamico.
- **PCCa**: Pazienti che necessitano di continuità di cura e sono già stati presi in carico (pertanto hanno un *team* assegnato che è appropriato non sostituire).
- **PPC**: Pazienti che necessitano di cure parzialmente continuative e iniziano il loro trattamento durante il periodo di pianificazione.
- **PPCa**: Pazienti che necessitano di cure parzialmente continuative e che hanno iniziato il loro trattamento in passato (hanno quindi un *team* assegnato, preferibilmente da non sostituire, nel caso venga sostituito si incorre in una penalità).
- **PNC**: Pazienti che necessitano di cure non continuative e che non manifestano specifiche esigenze o richieste.

Per ogni paziente  $p \in P$ , viene stimato un tempo totale medio  $t_p$  richiesto per i trattamenti previsto dal **PAI** ed erogato dal *team* assegnato durante l'orizzonte temporale. È un parametro difficile da definire.

### **COMPATIBILITÀ TEAM – PAZIENTI**

Viene definito a priori conoscendo le competenze del team e le caratteristiche cliniche del paziente. Si definiscono all'interno dell'insieme dei team sanitari dei sottoinsiemi:

- $\tilde{N}_p$ : sottoinsieme dei *team* già assegnati ai pazienti degli insiemi **PCCa** e **PPCa**
- $N_p$ : sottoinsieme dei *team* compatibili con il paziente  $p$
- $\gamma$ : parametro di penalità per l'assegnamento di un nuovo *team* ai pazienti dell'insieme **PPCa**.

### **MODELLO DI OTTIMIZZAZIONE**

Si tratta di un modello di assegnamento che si può delineare avendo definito i profili dei pazienti (i gruppi) e i sottoinsiemi che garantiscono il matching adeguato tra team e pazienti.

## Variabili Decisionali

Si tratta di decisioni di assegnamento, di natura binaria, in cui occorre stabilire il matching tra gli elementi dei due insiemi (team e pazienti) scorrendo tutte i possibili accoppiamenti. La variabile decisionale varrà **1** quando si realizza l'assegnamento e **0** altrimenti.

Si va a realizzare l'assegnamento per quanto riguarda i pazienti dei 5 gruppi definiti precedentemente, in particolare:

- $x^{ca} = 1$  se paziente  $p \in PCCa$  è assegnato al team  $n \in \tilde{N}_p, 0$  altrimenti
- $x^c = 1$  se paziente  $p \in PCC$  è assegnato al team  $n \in N_p, 0$  altrimenti
- $x^{pa} = 1$  se paziente  $p \in PPCa$  è assegnato al team  $n \in \tilde{N}_p, 0$  altrimenti
- $x^p = 1$  se paziente  $p \in PPC$  è assegnato al team  $n \in N_p, 0$  altrimenti
- $x^n = 1$  se paziente  $p \in PNC$  è assegnato al team  $n \in N_p, 0$  altrimenti

## Variabili x:

Per quanto riguarda i pazienti che hanno “Parzialmente Continuità di Cure” e hanno già avviato il regime di assistenza domiciliare in precedenza rispetto all'orizzonte di pianificazione

corrente (**PCCa**) questo assegnamento deve essere fatto con uno dei team appartenente all'insieme  $\tilde{N}_p$ , così come per quanto riguarda i pazienti appartenenti a **PPCa**.

Invece, per quanto riguarda i pazienti che avviano il servizio di assistenza domiciliare nell'orizzonte di tempo corrente (**PCC, PPC e PNC**) l'accoppiamento deve essere fatto con i sottogruppi competenti  $N_p$  associati ad ognuno dei pazienti  $p$ .

## Variabile y:

La variabile  $y$  consente di riassegnare il paziente (**PCCa**) a un altro team, azione che deve essere **penalizzata**. Questa condizione verrà infatti inserita nella funzione obiettivo.

- $y^{pa} = 1$  se paziente  $p \in PPCa$  è riassegnato al team  $n \in N_p, 0$  altrimenti

Infine vi è la quantità  $S_n$  di ore di lavoro straordinario del team  $N$  generico all'interno dell'orizzonte temporale. Bisogna controllare e cercare di ridurre le ore di lavoro di tipo straordinario (perché vi è un costo associato) che va quindi quantificato e dipartito, e, dall'altra parte, gestire il riassegnamento da penalizzare con parametri di penalità.

- $s_n \geq 0$  ore di lavoro straordinario del team  $n \in N_p$  in  $H$

## Funzione Obiettivo

L'obiettivo è quello di effettuare l'assegnamento tenendo conto dei costi totali di lavoro straordinario con la contestuale penalizzazione di un eventuale riassegnamento improprio del team ai pazienti che fanno parte del gruppo di coloro che necessitano cure continuative parziali.

$$\min \left\{ \sum_{n \in N} c_n s_n + \gamma \sum_{p \in PPCa} y^{pa} \right\}$$

La decisione che definisce la quantità di ore di lavoro straordinario (associate ad ogni team) ed è anche presente il costo orario di tale lavoro

$y^{pa}$  è la variabile  $y$  di riassegnamento associata ai pazienti che hanno già avviato le cure parzialmente continuative (hanno quindi un team già assegnato) e viene penalizzata dal parametro di penalità affinché assuma valore 1 con la minor frequenza possibile

Un parametro di penalità (gamma) associato ad una situazione di questo tipo può essere tipicamente un numero molto grande e assumere anche valori come  $10^6$  o  $10^9$ , infatti più si fa aumentare gamma più si penalizza il riassegnamento.

## Vincoli

Sono funzioni di vincolo che definiscono le condizioni logiche di assegnamento in modo tale da rispettare la coerenza tra il team e i pazienti.

Per ogni paziente vi deve essere un determinato team corrispondente che sia estratto dal un sottogruppo compatibile. *Funzioni di vincolo (1)-(2)*

$$\begin{aligned} \sum_{n \in \bar{N}_p} x^{ca} &= 1, \quad \forall p \in PCCa & (1) \\ \sum_{n \in N_p} x^c &= 1, \quad \forall p \in PCC & (2) \\ \sum_{n \in N_p} y^{pa} + \sum_{n \in \bar{N}_p} x^{pa} &= 1, \quad \forall p \in PPCa & (3) \\ \sum_{n \in N_p} x^p &= 1, \quad \forall p \in PPC & (4) \\ \sum_{n \in N_p} x^n &= 1, \quad \forall p \in PNC & (5) \end{aligned}$$

Il *terzo vincolo* fa riferimento al fatto che un paziente faccia parte del gruppo dei pazienti che hanno bisogno di parziale continuità di cure e che hanno già un team assegnato **quindi** o viene riassegnato un altro team o viene mantenuto quello precedente. La **x** è relativa al team assegnato in precedenza, la **y** all'eventuale

riassegnamento. La somma deve valere 1 quindi solo uno dei due assumerà tale valore.

*Infine* anche gli assegnamenti (i quali devono essere sempre compatibili) devono presentare imposte le condizioni logiche di assegnamento in modo da rispettare la coerenza tra il team e il tipo di paziente.

*Funzioni di Vincolo (6) – (7)* : occorre rispettare la limitazione imposta dalle complessive risorse monte ore di lavoro ordinario e straordinario disponibile (monte ore complessivo che un team può sostenere)

$$\begin{aligned} \sum_{p \in PCC} t_p x^c + \sum_{p \in PCCa} t_p x^{ca} + \sum_{p \in PPC} t_p x^p + \\ \sum_{p \in PPCa} t_p x^{pa} + \sum_{p \in PNC} t_p x^x &\leq h_n + s_n, \quad \forall n \in N & (6) \\ s_n &\leq D, \quad \forall n \in N & (7) \end{aligned}$$

All'interno dell'orizzonte temporale vi è una soglia massima di lavoro straordinario che è possibile erogare. (6) fa riferimento al tempo complessivo di

*erogazione delle prestazioni seguito da ogni team associato (nel caso in cui le variabili **x** valgano 1) al gruppo di pazienti corrispondenti. Il membro sinistro del vincolo calcola il tempo complessivo destinato all'erogazione dei servizi e non deve superare il monte ore totale.*

(7) soglia superiore sul monte ore ore straordinario da poter erogare.

Una volta definiti i profili di pazienti e team, la struttura del **modello** è molto semplice e il risultato di esso è l'assegnamento (i pazienti da seguire per ogni team).

## ISTANZA DEL MODELLO

### Dati di input

I dati di input per il modello sono suddivisi in tre gruppi principali:

#### 1.Team Operatori Sanitari :

- Numero di team (cardinalità di  $n$ )
- Per ogni team:

- Monte ore di lavoro ordinario settimanale (in minuti)
- Monte ore massimo di lavoro straordinario (in minuti)

#### 2.Pazienti:

- Numero di pazienti per ogni gruppo (PCC, PCCa, PPC, PPCa, PNC )

(b) Per ogni paziente:

- Tempo totale  $t_p$  (in minuti) di cure da ricevere durante la **settimana** (*Orizzonte*)

### 3. Mappa di assegnamento Team – Paziente

Si va a identificare per ogni paziente  $p$  i sottogruppi di team più compatibili per le proprie condizioni.

Sulla base delle competenze dei team si ha una mappa-matrice **Numero di Team x Numero di Pazienti**.

Di seguito si riporta un esempio di mappa (maschera) costruita considerando l'appropriatezza dell'assegnamento di un dato team a un dato paziente sulla base delle competenze. La codifica adottata  $\{0, 1, 2\}$  ha il seguente significato

**0** : il team **non può** avere in cura un dato paziente

**1** : il team **può** avere in cura un dato paziente (il matching può essere garantito o meno)

**2** : il team **deve** avere in cura un dato paziente

Si vanno ad identificare i sottogruppi di team con le determinate caratteristiche

Pazienti del servizio Home Care																
Nurse	PCC_a		PCC_n				PPC_a			PPC_n			PNC			
	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P10	P11	P12	P13	P22	P23	P24	P25	P29	P30
N1			1			1				1						
N2	2		1				1			1	1					
N3					1	1	2	1			1					
N4												1		1		
N5			1			1		2	1	1						
N6															1	
N7												1				1
N8													1	1		
N9																1
N10													1			1
N11																1
N12											1	1	1			
N13												1			1	
N14								1	1	1	1					
N15					1	1	1				1					
N16		2	1						2		1					
N17			1			1	1									
N18												1			1	
N19					1	1		1								
N20											1		1		1	

Le celle vuote corrispondono al valore 0

Si va ad evidenziare il meccanismo associativo tra gruppi di pazienti e team di operatori sanitari.

I dati sono evidenziati in maniera limitata per la comprensione, nella realtà ci possono essere decine di team e l'aspetto combinatorio non consente di gestire il problema decisionale solo con carta e penna.

Di seguito si riporta un esempio di possibili dati input relativi ai tempi di cure domiciliari (in minuti) di cui i singoli pazienti necessitano durante la settimana ( $T_p$  associato ad ogni paziente).

PCC_a		PCC_n					PPC_a			PPC_n			PNC			
P1	P2	P4	P5	P6	P7		P10	P11	P12	P13	P22	P23	P24	P25	P29	P30
300	300	300	300	300	300		240	240	240	240	240	240	180	180	180	180

**T\_NURSE**: tempi di cure domiciliari (in minuti) che ogni infermiere può prestare durante la settimana

**OVERTIME**: tempo di lavoro straordinario (in minuti) che ogni infermiere può prestare durante la settimana.

	T_NURSE	OVERTIME
N1	720	360
N2	720	360
N3	720	360
N4	720	360
N5	720	360



I dati sono volutamente evidenziati con una dimensione limitata per poter essere rappresentati; in un contesto reale si possono avere centinaia di pazienti e decine di team, motivo per cui l'aspetto combinatorio non consente di affrontare il problema decisionale in modo elementare.

### PROBLEMA 32 (di tipo combinatorio)

La Regione Calabria, Dipartimento Tutela della Salute, ha deliberato la realizzazione di 3 nuovi ambulatori clinici ad alta specializzazione (terzo livello) sul proprio territorio, e a tal fine sono stati identificati 6 potenziali siti di localizzazione.

L'analisi della prevista domanda di servizi sanitari è stata effettuata considerando le aree di competenza degli 8 distretti sanitari in base ai quali è suddiviso il territorio regionale.

Per tali aree è stata stimata la domanda giornaliera di servizi prevista, indicata nella seguente tabella:

Distretto	1	2	3	4	5	6	7	8
Livello di Domanda	15	20	10	25	15	30	18	22

In base alla normativa corrente, è nota la struttura della copertura della domanda di servizio rappresentata nella seguente tabella (la presenza dell'asterisco indica che la domanda del distretto può essere coperta da parte del sito corrispondente):

Distretto	1	2	3	4	5	6	7	8
Sito 1		*		*		*		
Sito 2	*	*			*			
Sito 3	*		*	*			*	
Sito 4		*	*		*	*		*
Sito 5	*			*			*	
Sito 6			*		*			*

Obiettivo strategico della Regione Calabria è determinare la localizzazione dei 3 nuovi ambulatori cercando di garantire la massima copertura possibile della domanda di servizio privilegiando quei nodi con il più alto livello di domanda.

Definire un modello di ottimizzazione che consenta di affrontare il problema.

*- La Regione Calabria, Dipartimento Tutela della Salute, ha deliberato la realizzazione di **3 nuovi ambulatori** clinici ad alta specializzazione (terzo livello) sul proprio territorio, e a tal fine sono stati identificati **6 potenziali** siti di localizzazione.*

*L'analisi della prevista domanda di servizi sanitari è stata effettuata considerando le aree di competenza degli **8 distretti sanitari** in base ai quali è suddiviso il territorio regionale.*

### DATI DEL PROBLEMA

3 ambulatori clinici

6 siti di localizzazione (**potenziali**) —> nodi di servizio  $|J| = 6$

8 distretti. —> nodi di domanda  $|I| = 8$

Domanda per distretto —>  $h_i, i = 1, 2, \dots, 8$

Livello di domanda —> numeri della prima tabella: 15, 20, 10, 25...

*- Obiettivo strategico della Regione Calabria è determinare la localizzazione dei 3 nuovi ambulatori cercando di garantire la **massima copertura** possibile della domanda di servizio **privilegiando quei nodi con il più alto livello di domanda.***

## LOCALIZZAZIONE DEI 3 AMBULATORI

➔ Garantire la max copertura possibile tenendo conto del livello di domanda  
 $p=3$  siti da localizzare

Nella tabella (la seconda) dove vi è l'asterisco viene assegnato **1**; quando la casella è vuota corrisponde a **0** (non vi è la copertura).

### Matrice di copertura

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se nodo } i \text{ coperto da nodo } j \\ 0 & \end{cases}$$

Ogni cella corrisponde a  $A_{ij}$

## DECISIONI

### Localizzazione:

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{se nodo } j \in T \text{ e' localizzato} \\ 0 & \end{cases}$$

Tra tutti i 6 nodi di servizio bisogna decidere quali localizzare (in quali costruire l'ambulatorio)

### Copertura della domanda:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{se nodo } i \in I \text{ e' coperto} \\ 0 & \end{cases}$$

Bisogna garantire la massima copertura della domanda tenendo conto del livello, ovvero favorire la copertura della domanda di quei nodi che hanno un maggior numero di richiesta di servizio.  
(Livello maggiore di domanda)

**“È come se andassimo a coprire il maggior numero di asterischi possibile”**

**OBIETTIVO:** massimizzare la copertura totale **Z** pesata dal livello di domanda (maggior numero di 1 possibile).

Max Z

$$Z = \sum_i h_i y_i = 15y_1 + 20y_2 + 10y_3 + 25y_4 + \dots$$

Più sono alti i coefficienti, più quella determinata variabile viene favorita

### VINCOLI:

- Bisogna localizzare esattamente 3 ambulatori, ovvero vi devono essere 3  $X_j$  con valore 1  $\rightarrow$  la sommatoria su j delle x con j deve corrispondere a 3.
- Bisogna rispettare la struttura della copertura definita dalla matrice  $\rightarrow$  per ogni nodo i, se viene coperto, dall'altra parte la sommatoria su j di  $A_{ij} X_j$  debba essere maggiore uguale di  $Y_i$ .

$$\begin{cases} \sum_j x_j = 3 \\ \sum_j a_{ij} x_j \geq y_i \quad \forall i \in I \end{cases}$$

#### Istanziandolo:

Se la decisione è quella di coprire il nodo 1, dall'altra parte (a sinistra) vi deve essere

almeno un nodo di servizio che venga localizzato, coerentemente alla struttura di copertura definita.

$$a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + a_{15} x_5 \geq y_1 \quad 1$$

È un problema di **maximal covering**, in cui si rispetta la struttura di copertura: non la si impone a livello di vincolo bensì si richiede come obiettivo che sia garantita in modo più adeguato possibile.