

## **MODELLO DI PHC APPLICATO ALLA REGIONE CALABRIA e PROBLEMA 15**

Prof. Domenico Conforti – 02/11/2023 – Autori/ Revisionatori: Gervasi e Raponi

---

In base alla progettualità prevista dal PNRR, la regione Calabria sta cercando di ridefinire e riorganizzare la rete di assistenza e cura territoriale con l'obiettivo di pervenire ad una organizzazione più efficace ed efficiente del sistema sanitario a livello territoriale, soprattutto, per quanto riguarda la cura e l'assistenza primaria (=medici di base) e la cura specialistica sul territorio. Una delle soluzioni previste è riorganizzare e sfruttare in modo appropriato i presidi ospedalieri territoriali chiusi nel 2011/2012.

La terminologia del progetto non è ancora ben definita.

La rete di cura primaria fa riferimento alla medicina di base, al pediatra di libera scelta e, in parte, alla continuità assistenziale (= guardia medica).

Analizziamo il contesto nello specifico.

Il livello di Assistenza e Cure Primarie (Primary Health Care - PHC) è il complesso delle attività e delle prestazioni sanitarie e sociosanitarie dirette a:

- Prevenzione primaria e secondaria;
- Trattamento delle malattie di più larga diffusione e di minore gravità (caratterizzate da un livello basso di intensità di cura);
- Malattie e disabilità ad andamento cronico, quando non necessitano di prestazioni specialistiche di particolare complessità clinica e tecnologica grazie ad una visione basata sulla gestione integrata (=integrazione dei vari livelli di assistenza e cura).

Gli attori della PHC sono:

- Medico di Medicina Generale (MMG)
- Pediatra di Libera Scelta (PLS)
- Medico di Continuità Assistenziale (MCA - Guardia Medica)
- AFT (Aggregazione Funzionale Territoriale), UCCP (Unità Complessa di Cure Primarie) anche se negli ultimi anni non hanno impattato in modo significativo nell'ambito dell'assistenza e cura.

Gli UCCP prevedono una integrazione di vari operatori sanitari e professionisti incentrata sulla figura del medico di base. Prevedono prestazioni specialistiche erogate a livello non ospedaliero e garantiscono, in alcuni casi, la disponibilità di alcune prestazioni h24 (di solito con orari 8-20 o 8-24).

Traducono il bisogno di salute in domanda di prestazione, svolgendo attività di assistenza primario attivando tutti i livelli assistenziali tramite prescrizione di farmaci, accertamenti diagnostici specialistiche, ricoveri ospedalieri, gestione eventi di emergenza/urgenza.

Sono i soggetti fondamentali per garantire il coordinamento e l'integrazione dei servizi tra i diversi livelli di assistenza.

L'organizzazione appena illustrata si basa su una visione sanitaria organizzativa paziente-centrica e, quindi, si basa su un approccio proattivo, in contrasto con il modello attuale di “medicina d'attesa” (secondo il quale il provider del servizio rimane in attesa che si manifesti la domanda di tutela della salute).



Questa organizzazione prevede:

- Empowerment del paziente: attività e servizi che possono sostenere e migliorare l'autogestione del paziente o la gestione del paziente da parte dei caregiver.
- PHC.
- Livello specialistico (cura secondaria).

Quali sono le caratteristiche che deve garantire un sistema assistenziale?

- **Accessibilità** all'assistenza, ossia la facilità nel ricevere un primo contatto per prossimità dei servizi all'utenza (=tempi di percorrenza del paziente per recarsi alla struttura), adeguatezza dei tempi di apertura e tempi di intervento contenuti (=il calendario del medico di base deve essere adeguato alle esigenze del territorio), grazie ad un'appropriata **gestione delle liste d'attesa**.
- Attenzione rivolta ai **bisogni di salute della persona** nel suo complesso, piuttosto che a segni e sintomi specifici di organi e apparati (bisogna attuare un approccio euristico che valuti il paziente a 360°).
- **Continuità** nel tempo dell'assistenza (utile soprattutto nel percorso di cura dei pazienti cronici).
- **Coordinamento e integrazione** tra i diversi attori coinvolti nel sistema sanitario. *Tuttavia, nel documento si definisce nel dettaglio l'architettura, le infrastrutture e i servizi del sistema, ma le modalità di azione e di interazione fra i singoli attori non sono definite.*

La PHC è caratterizzata dall'offerta di **interventi di primo livello**, da una **fase di primo contatto**, da azioni di **promozione della salute, prevenzione, diagnosi, trattamento, riabilitazione, counselling**, rivolte a:

- patologie acute a bassa complessità specialistica e tecnologica,
- patologie croniche,
- condizioni di fragilità e/o non autosufficienza,

Le funzioni sono svolte in varie sedi di trattamento quali domicilio (=empowerment), residenze assistenziali e ambulatorio. Tale livello di assistenza si occupa, quindi, della **presa in carico**, dell'indirizzo unitario tra livelli assistenziali diversi e della garanzia della **continuità assistenziale**.

Riformulando, i processi previsti sono:

- **Engagement/Empowerment del cittadino/paziente**, è un insieme di azioni e iniziative finalizzato al sostegno all'auto-gestione delle proprie condizioni di salute.
- **Presa in carico**, da parte del sistema sanitario, è un processo organizzativo teso a fornire una risposta adeguata ai bisogni socio-sanitari e socio-assistenziali complessi di persone che

necessitano di piani/percorsi assistenziali unitari personalizzati per il trattamento della cronicità e della non autosufficienza.

- **Continuità assistenziale** consiste nel fornire un insieme di trattamenti, considerando una serie di eventi sanitari tra di loro coerenti e collegati, in conformità con i bisogni sanitari del paziente ed il contesto personale. In essa si identificano la presenza di un percorso di trattamento a medio-lungo termine e l'attenzione del percorso stesso alle caratteristiche specifiche dell'individuo (percorso di assistenza individuale).

## **ORGANIZZAZIONE**

*Seguono delle definizioni estratte dal documento del PNRR.*

**Case della Salute – Case della Comunità – Centri di Cure Primarie** (*hanno quasi il medesimo significato, si possono utilizzare come sinonimi*).

Le case della salute e le case della comunità sono sedi pubbliche più complesse dove trovano collocazione, in uno stesso spazio fisico, i servizi territoriali che erogano prestazioni sanitarie, ivi compresi gli ambulatori di Medicina Generale e Specialistica ambulatoriale, e sociali per una determinata e programmata porzione di popolazione. In essa si realizza la prevenzione per tutto l'arco della vita e la comunità locale si organizza per la promozione della salute e del benessere sociale.

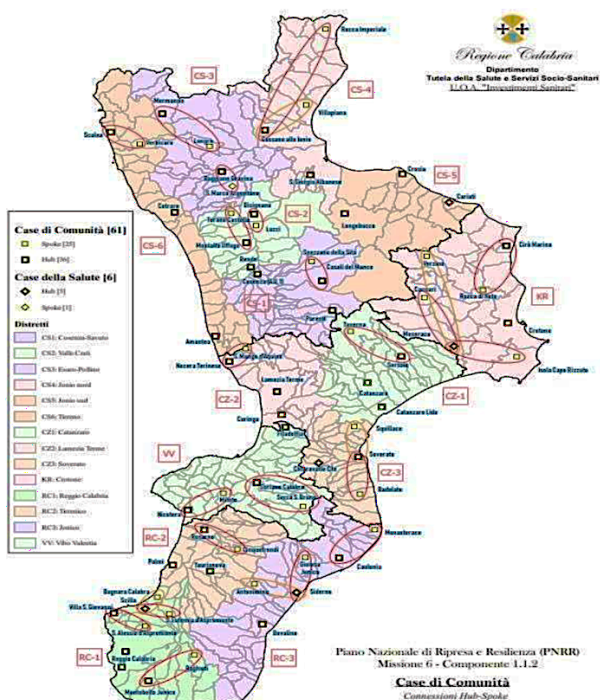
Sono assimilabili ai poliambulatori territoriali dove è presente, accanto al medico specialista, il medico di base, il pediatra e la guardia medica.

Nella definizione di case della comunità, la regione Calabria prevede di riorganizzare funzionalmente i presidi ospedalieri territoriali in modo da fornire sia prestazioni primarie che secondarie.

Sono strutture che erogano servizi sanitari, socio-sanitari e socio-assistenziali a tutti i cittadini, garantendo la continuità assistenziale ospedale-territorio. Assistenza generalmente garantita 24 ore su 24, risultato della collaborazione multiprofessionale di diversi operatori (medici di medicina generale, infermieri e infermieri di famiglia, ostetriche, fisioterapisti, assistenti sociali, operatore socio-sanitario).

Per organizzare un sistema di questo tipo, vi sono problemi di pianificazione strategica che riguardano soprattutto:

- Localizzare su un territorio di riferimento i Centri di Cure Primarie rispetto alle esigenze dei pazienti.
- Allocare le risorse dei Centri di Cure Primarie, definendo i servizi sanitari da erogare e dimensionando le relative prestazioni.
- Identificare la domanda di tutela della salute da soddisfare, aggregandola in zone omogenee e misurandone il relativo livello.



Per consentire un'organizzazione più efficace, si cerca distinguere i nodi hub (=garantisce prestazioni più complesse e coordina dei nodi spoke) e i nodi spoke.

Il nome di Case della Salute è rimasto ad identificare 6 siti già esistenti (indicati con il rombo nella seconda immagine) e si aggiungeranno ad essi le case di comunità.

I colori diversi indicano i distretti sanitari: vi sono 5 ASP relative alle 5 province e, il territorio provinciale è ulteriormente suddiviso in distretti (=insieme di comuni).

*All'interno del documento sono specificati dati di analisi epidemiologiche e demografici per capire le caratteristiche specifiche del territorio.*

Il nostro territorio di riferimento è il distretto sanitario. All'interno del distretto vogliamo organizzare le reti di cura primaria, ovvero, un insieme di territori comunali (=insieme dei nodi di domanda aggregata) serviti da un insieme di centri di cure primarie (= insieme dei nodi di servizio). Ogni territorio identifica, quindi, un nodo di domanda aggregata caratterizzato da un insieme di residenti pari al più ad una soglia max fissata.

*Si identifica una soglia massima di residenti e, quindi, relativo al livello di domanda per garantire una omogeneità fra i territori.*

Ogni zona verrà assegnata al centro di cura primaria sulla base del criterio della prossimità. Quindi, si devono localizzare i centri di assistenza, capire quali zone devono servire per non far percorrere al paziente una distanza superiore a quella massima fissata e come dimensionare ogni centro di cura primaria (= come allocare le risorse complessive come i medici disponibili).

L'obiettivo è assegnare tutte le zone del distretto ai centri sanitari localizzati in modo da ridurre la distanza fra nodi di domanda e nodi di servizio e assegnare in modo bilanciato i medici disponibili.

Il modello ricorda quello che abbiamo visto per i centri trapianto.

La risorsa primaria dei centri di cura primaria sono i medici di base, la capacità del servizio è rappresentata dal numero di medici di base disponibili all'interno di ogni nodo di servizio, ogni centro ha una zona di competenza per la copertura della domanda definita sulla base della prossimità.

## DATI

- $Z$  insieme delle zone (nodi di domanda aggregata con livelli di domanda omogenei) individuate sul territorio (nel Distretto Sanitario)
- $S$  insieme dei potenziali nodi di servizio dove localizzare i Centri di Cure Primarie

Utenti da servire (per ogni zona)	$P_i, i \in Z$
Numero minimo di utenti che ogni MMG può assistere	$U_{min}$
Numero massimo di utenti che ogni MMG può assistere	$U_{max}$
Distanza (tempo di percorrenza) tra ogni coppia <i>Nodi di domanda – Nodi di servizio</i>	$d_{ij}, i \in Z, j \in S$
Distanza (tempo di percorrenza) massima che l'utente può percorrere per raggiungere il Centro di Cure Primarie cui è stato assegnato	$D$
Numero di Centri di Cure Primarie che è al più possibile localizzare	$K$
Numero minimo e massimo di MMG che è possibile assegnare in un Centro di Cure Primarie	$LM_j, UM_j$
Numero massimo di MMG che è possibile assegnare nel distretto sanitario di riferimento	$M$

$U_{min}$  e  $U_{max}$  rappresentano il range della capacità di servizio (=numero di utenti minimo e massimo per ogni medico di base).

## DECISIONI

- Assegnamento (allocazione) Nodi di Domanda a Nodi di Servizio (decisione discreta binaria)
- Localizzazione del Centro di Cure Primarie sui potenziali Nodi di Servizio (decisione discreta binaria)
- Assegnamento delle risorse (MMG) ai Nodi di Servizio localizzati (decisione discreta intera)

$x_{ij} \in \{0, 1\}$ .  $x_{ij} = 1$ , se il nodo di domanda  $i$  è assegnata al nodo di servizio  $j$ ; 0 altrimenti  
→Definisce per ogni territorio, il centro sanitario di riferimento.

$y \in \{0, 1\}$ .  $y = 1$ , se il nodo di servizio  $j$  è localizzato; 0 altrimenti

$t_j \geq 0$ . Numero di MMG assegnati al nodo di servizio  $j$

→ È una decisione discreta intera perché si tratta di numero di medici.

## VINCOLI

La funzione obiettivo tiene conto della possibilità del servizio. Privilegia l'utenza imponendo, come criterio di assegnamento dei nodi di domanda ai nodi di servizio, la minimizzazione della distanza (tempo di percorrenza) totale misurabile tra ogni coppia di nodi. Si traduce come:

$$\min \sum_{i \in Z} \sum_{j \in S} d_{ij} x_{ij}$$

La copertura viene, poi, garantita dai vincoli. Ogni nodo di domanda deve essere servito da un solo nodo di servizio (mutua esclusività) che verrà identificato tra tutti quelli che si trovano ad una distanza inferiore alla distanza massima definita a priori:

$$\sum_{j \in S: d_{ij} \leq D} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in Z$$

*Questa definizione è analoga a  $t_k$  definito nei centri trapianto.*

Il numero di strutture sanitarie attivate è al più pari a K (precedentemente definito):

$$\sum_{j \in S} y_j \leq K$$

*Proponiamo, quindi, un modello più flessibile rispetto a quello proposto nel caso dei centri trapianto (non richiediamo un numero preciso).*

Ogni MMG ha un numero di utenza minima e massima che può assistere. L'utenza complessiva assegnata al nodo di servizio dipende dal numero di MMG assegnati alla struttura e deve essere almeno pari al valore di utenza minima ma non superiore al valore di utenza massima:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in Z} x_{ij} P_i &\geq t_j U_{\min} & j \in S \\ \sum_{i \in Z} x_{ij} P_i &\leq t_j U_{\max} & j \in S \end{aligned}$$

*Ricorda:  $P_i$  rappresenta il numero di utenti da servire relativi al nodo di domanda  $i$  appartenente all'insieme  $Z$  (= zone totali da servire).  $x_{ij}$  è la variabile di assegnamento. I vincoli stabiliscono che, per ogni nodo di servizio  $j$ , il numero di richieste di servizio per tutti i nodi di domanda assegnati al nodo  $j$ . Tutto questo deve essere maggiore o uguale al prodotto del numero di medici associati al nodo  $j$  ( $t_j$ ) e del numero di utenti minimo che ogni medico può assistere. Nel secondo vincolo deve essere minore o uguale al prodotto del numero di medici associati al nodo  $j$  ( $t_j$ ) e del numero di utenti massimo che ogni medico può assistere.*

Il numero di medici di medicina generale di un centro è compreso nell'intervallo  $[LM_j, UM_j]$ :

$$t_j \leq y_j UM_j \quad j \in S$$

$$t_j \geq y_j LM_j \quad j \in S$$

Con questo gruppo di vincoli leghiamo dal punto di vista logico le tre variabili decisionali (la  $y_j$  è legata alla  $t_j$  che è legata a sua volta alla  $x_j$ ).

Il numero complessivo dei medici di medicina generale comune delle strutture sanitarie non può essere maggiore del numero  $M$  fissato a priori:

$$\sum_{j \in S} t_j \leq M$$

La sommatoria riguarda l'intero distretto.

Questo modello è stato sperimentato su un progetto precedente riguardante il distretto di Castrovillari.

### **APPLICAZIONE**

Questo sistema può essere configurato, in particolare, a supporto della Presa in Carico e la Continuità di Cura di pazienti soggetti a patologie croniche.

Per farlo, nel Distretto Sanitario di riferimento vengono identificati:

- l'insieme dei pazienti elettivi;
- l'insieme dei MMG con la loro localizzazione corrente.

L'insieme dei pazienti elettivi viene aggregato, sulla base della distribuzione e della densità sul territorio, in un numero finito di nodi di domanda.

Sulla base della distribuzione dei MMG disponibili sul territorio viene estratto (sulla base di opportuni criteri) il potenziale insieme di nodi di servizio (Centri di Cure Primarie).

Applicando il Modello di Ottimizzazione si determinano i Centri di Cura Primaria da attivare con i MMG coinvolti garantendo la copertura della domanda sulla base del criterio della distanza (tempo di percorrenza) complessiva minima.

*In sintesi, l'insieme  $S$  dei nodi di servizio potenziali è definito dalla distribuzione sul territorio corrente e attuale degli ambulatori dei MMG. Sulla base di questa distribuzione, il modello identifica quali saranno i nodi che devono garantire la copertura della domanda.*

**PROBLEMA 15 :** Un'industria farmaceutica produce un preparato terapeutico utilizzando due impianti di produzione **I1**, **I2**. Da questi impianti tutto il preparato prodotto viene trasportato in due magazzini **M1**, **M2** che si trovano in differenti località. In questi magazzini una parte del preparato è venduta all'ingrosso direttamente, un'altra parte viene inviata a quattro centri di distribuzione **D1**, **D2**, **D3**, **D4** che effettuano la vendita al minuto. Questi centri necessitano rispettivamente di almeno 150, 190, 220, 170 quintali di preparato terapeutico che vendono rispettivamente a Euro 350, 280, 200, 270 al quintale. La tabella che segue riporta i costi (in Euro) necessari per trasportare un quintale di preparato da ciascun impianto a ciascun magazzino.

	<b>M1</b>	<b>M2</b>
<b>I1</b>	210	250
<b>I2</b>	270	220

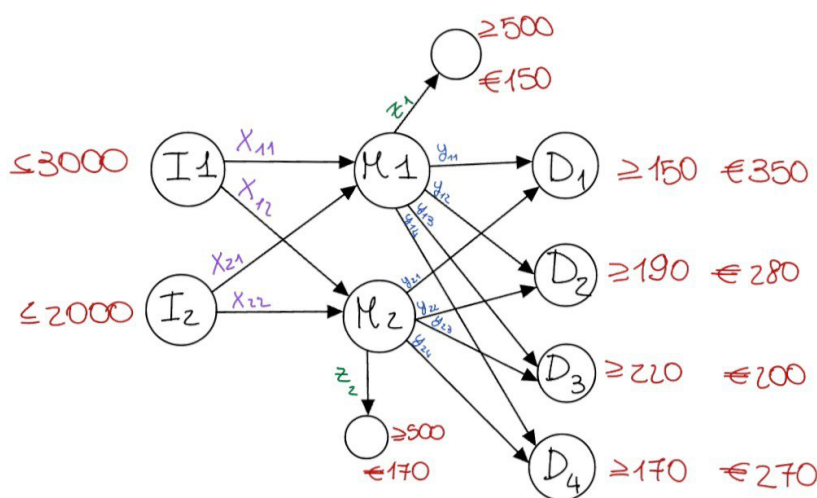
Nella seguente tabella si riportano i costi (in Euro) necessari per trasportare un quintale di preparato da ciascun magazzino a ciascun centro di distribuzione.

	D1	D2	D3	D4
M1	330	310	360	300
M2	270	300	280	310

L'impianto di produzione **I1** può fabbricare al più 3000 quintali di preparato, mentre l'impianto **I2** può fabbricare al più 2000 quintali di preparato. I prezzi di vendita all'ingrosso effettuati presso i magazzini **M1** e **M2** sono rispettivamente Euro 150 e 170 al quintale. Per ragioni commerciali i quantitativi di preparato terapeutico venduti all'ingrosso in ciascun magazzino devono essere pari ad almeno 500 quintali, ed inoltre tutto il preparato contenuto nei magazzini dovrà essere o venduto o trasportato ai centri di distribuzione per non avere rimanenze non vendute.

Costruire un **modello di ottimizzazione** che consenta di determinare le quantità di preparato terapeutico che devono essere prodotte in ciascun impianto e come esse devono essere ripartite tra i magazzini e i centri di distribuzione in modo da massimizzare il profitto netto complessivo.

SVOLGIMENTO: (è un classico problema di *trasporti*)



*Si utilizza un grafo per descrivere in modo sintetico il problema.*

**Nodi:** - impianti di produzione (I1 e I2); - magazzini (M1, M2); - centri di distribuzione (D1, D2, D3 e D4).

*(le frecce indicano il percorso del preparato).*

Le cifre che seguono il  $\leq$  o il  $\geq$  fanno sempre riferimento ai quintali di preparato.

Nel grafo sono anche stati inseriti i prezzi di vendita del preparato (al quintale).

Tutto ciò che entra nei magazzini deve essere uguale a tutto ciò che

esce, ci deve essere un bilancio; quindi, i magazzini sono solo un metodo di distribuzione, il prodotto non si accumula.

#### DETERMINARE:

Quantità di prodotto

Impianti e distribuzione.

Max profitto = ricavo – costi

*ovvero la quantità di preparato prodotto in ciascun impianto e come viene ripartito nei magazzini e nei centri di distribuzione.*

Il grafo consente di visualizzare il fatto che, negli impianti (che sono i “nodi sorgente” ovvero la fonte del prodotto), viene realizzato il preparato, limitato da determinate quantità (3000 e 2000 quintali), e vi è un flusso di prodotto che si distribuisce sulla rete (sul grafo) attraversando i nodi magazzino e uscendo secondo varie opzioni, fino a giungere ai nodi di distribuzione, in cui deve arrivare in quantità minime stabilite e nei quali deve essere venduto ai corrispettivi prezzi.



(ndr anche nei magazzini stessi viene venduto, il processo è rappresentato tramite “z”)

Il criterio sulla base del quale viene determinata la quantità prodotta e distribuita è quello del massimizzare il profitto netto complessivo.

- I costi (per il trasporto del preparato) sono rappresentati dalle tabelle della descrizione del problema
- Nel grafo, su ogni arco vi è un costo unitario di trasporto (sul disegno non è presente per non appesantire l’annotazione)

In un problema di questo tipo è opportuno che venga data una rappresentazione a grafo che riguardi la rappresentazione del problema.

#### DECISIONI:

= livello di produzione  $I_1$  e  $I_2$ =

= livelli di flusso sugli archi

stabilire quanto preparato venga prodotto in  $I_1$  e  $I_2$  e successivamente distribuito equivale a determinare la configurazione di tutto il flusso del preparato sulla vendita.

Quanto preparato viene prodotto da  $I_1$  e  $I_2$  equivale a dire quanto ne esce da  $I_1$  e  $I_2$  (che dovrà poi corrispondere ad almeno determinate quantità).

Le decisioni rappresentano il flusso del preparato che si distribuisce sugli archi del grafo.

VARIANTI DECISIONALI:  $x, y, z$  (rappresentano le variabili)

$X_{ij}, Y_{jk}, Z_j$

$i, j = I_1, I_2$  (la virgola rappresenta “da” “a”: es “da  $I_1$  a  $I_2$ “)

$j, k = M_1, M_2$

$k, k = D_1, D_2, D_3, D_4$

- $X$ : rappresenta il flusso che va dagli impianti ( $I_1$  e  $I_2$ ) ai magazzini ( $M_1$  ed  $M_2$ ):  $X_{11}; X_{12}; X_{21}; X_{22}$ .
- $Y$ : flusso che va dai magazzini ai nodi dei centri di distribuzione:  
 $Y_{11}; Y_{12}; Y_{13}; Y_{14}; Y_{21}; Y_{22}; Y_{23}; Y_{24}$ .
- Nodo fittizio:  $Z_1; Z_2$ .

#### COSTI TRASPORTI:

$I \rightarrow M \quad C_{ij}$

$M \rightarrow D \quad \delta_{jk}$

FUNZIONE OBIETTIVO: *corrisponde ad  $\varpi$  per non creare confusione con la “Z” dei nodi fittizi.*

max  $\omega$

$$\omega = 350 (y_{12} + y_{21}) + 280 (y_{12} + y_{21}) + 200 (y_{13} + y_{23}) + 270 (y_{14} + y_{24}) + 150 z_1 + 170 z_2 - \left[ \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} + \sum_j \sum_k \delta_{jk} y_{jk} \right]$$

- Ricavi: relativi alla vendita → sono stati riportati in modo esplicito e corrispondono alla vendita nei nodi di distribuzione + vendita nei nodi di magazzino ( $z$ )
- Costi: corrispondono ai *costi di trasporto*, descritti così in modo sintetico:  
la prima tabella (da  $I$  a  $M$ ) prende il nome di  $C_{ij}$ ;  
la seconda tabella (da  $M$  a  $D$ ) è rinominata  $\delta_{jk}$ .

Quando si hanno, come in questo caso, un numero elevato di informazioni, bisogna definire le quantità per realizzare la funzione obiettivo.

### VINCOLI:

$$X_{11} + X_{12} \leq 3000 \quad I_1$$

$$X_{21} + X_{22} \leq 2000 \quad I_2$$

$$y_{11} + y_{21} \geq 150 \quad D1$$

$$y_{12} + y_{22} \geq 190 \quad D2$$

$$y_{13} + y_{23} \geq 220 \quad D3$$

$$y_{14} + y_{24} \geq 170 \quad D4$$

$$z_1 \geq 500, \quad z_2 \geq 500$$

$$X_{11} + X_{21} = y_{21} + y_{12} + y_{13} + y_{14} + t_1 \quad M1$$

$$X_{21} + X_{22} = y_{21} + y_{22} + y_{23} + y_{24} + t_2 \quad M2$$

si hanno:

- *I vincoli* definiti dalla capacità di produzione degli impianti

- *I vincoli* definiti dalle richieste minime da soddisfare per i centri di distribuzione

- *I vincoli* relativi alle quantità minime da vendere direttamente (dai magazzini):  $Z_1, Z_2$

- *Equazioni di bilancio* che stabiliscono che tutto ciò che entra nei due magazzini sia pari a tutto ciò che esca, onde evitare vi sia accumulo.

NB: A sinistra dei simboli è rappresentato “tutto ciò che esce da”