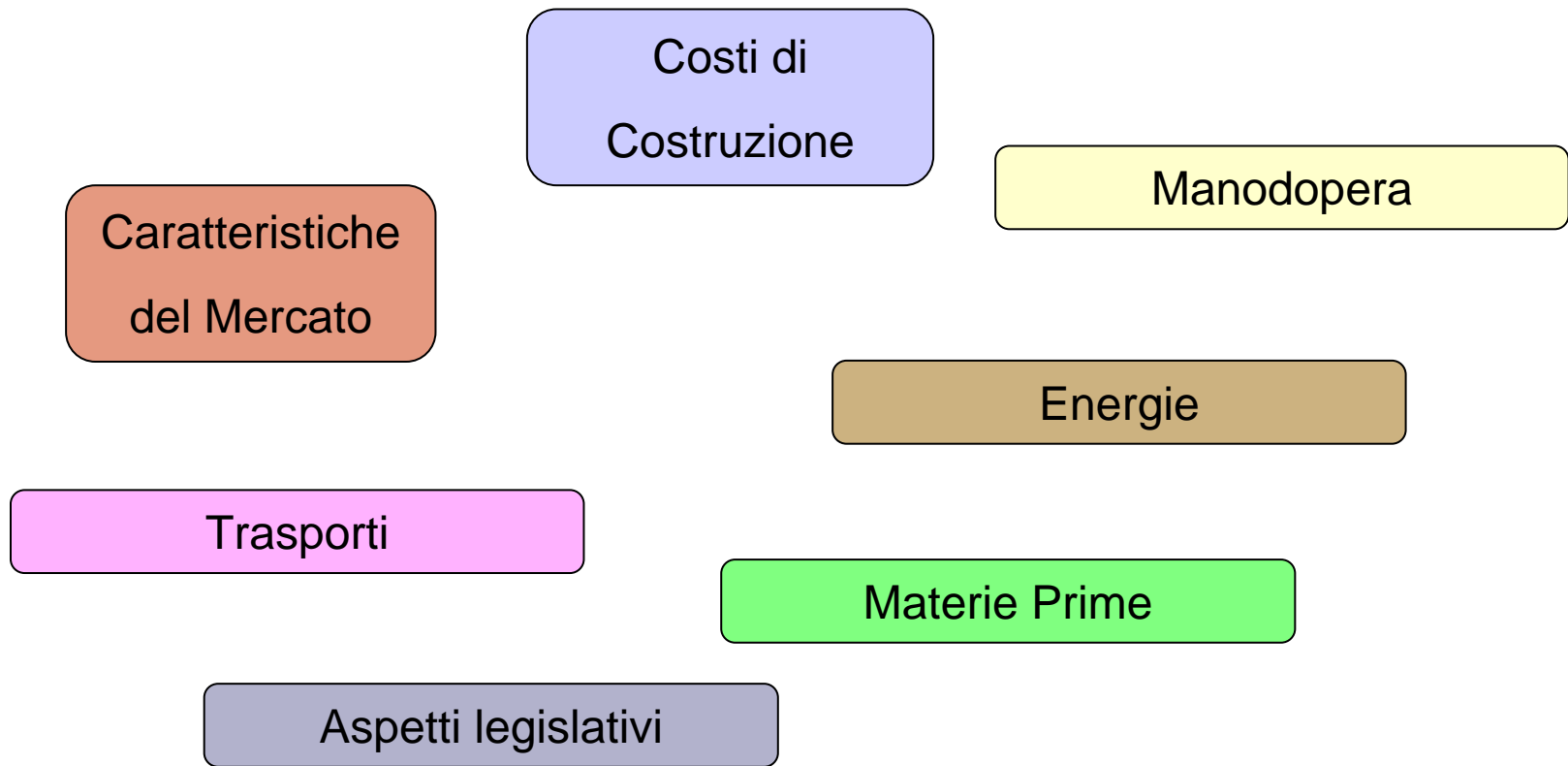




Scelta dell'Ubicazione di un Impianto Industriale

**Corso di Progettazione
Impianti Industriali
Prof. Sergio Cavalieri**

I fattori ubicazionali



Costi di costruzione e Caratteristiche del Mercato

I principali fattori nella scelta dell'ubicazione di un impianto sono:

□ COSTI DI COSTRUZIONE dipendenti da:

- Costo della mano d'opera locale
- Disponibilità di mano d'opera
- Produttività della mano d'opera locale
- Costo delle materie per la costruzione (costo effettivo + trasporto)
- Condizioni climatiche (che influenzano la resa di costruzione)
- Facilitazioni fiscali
- Vincoli (leggi) sull'utilizzo di mano d'opera specifica

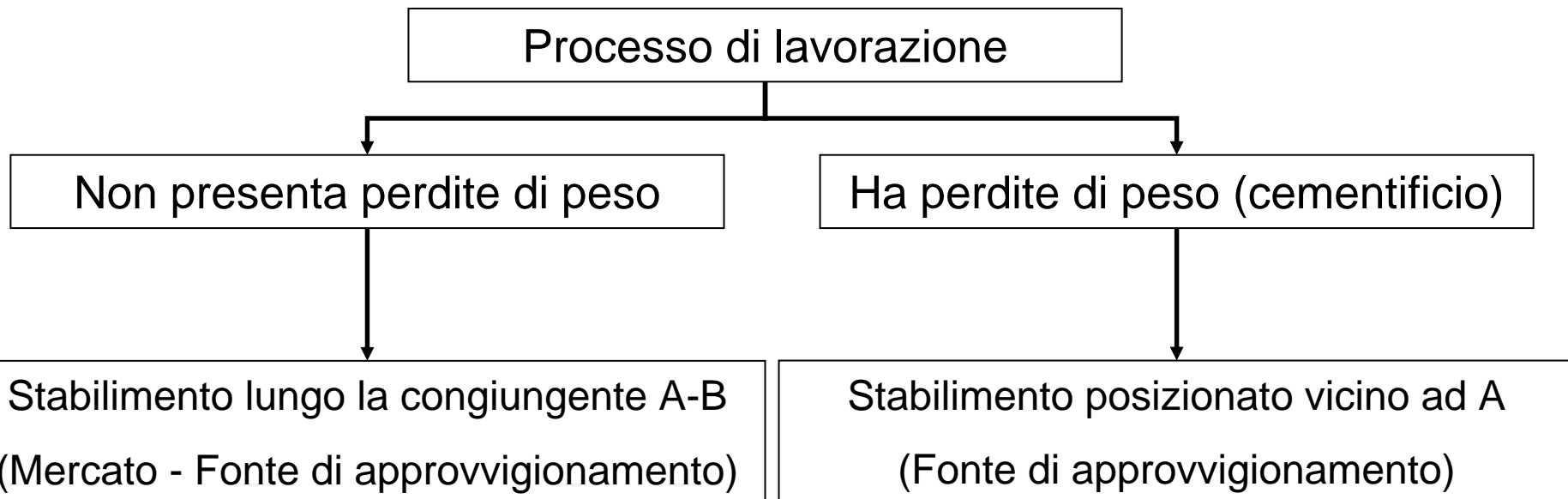
□ CARATTERISTICHE DEL MERCATO:

Mercato concentrato in una zona	>>	ubicazione prossima
	versus	
Mercato distribuito	>>	ubicazione baricentrica

Materie Prime

I fattori chiave relativamente a questo parametro sono:

- A - Posizione della fonte delle materie prime
- B - Posizione del mercato



Trasporti esterni

Essi sono dipendenti da:

- Distanza tra stabilimento e fonti di approvvigionamento
- Distanza tra stabilimento e punti di distribuzione
- Tipo di percorso e vie di comunicazione disponibili
- Tipo di mezzo prescelto

Il trasporto dei materiali a basso valore economico ma ad elevato ingombro (tubature, lamiere, prodotti a basso valore tecnologico in generale) è responsabile per una quota elevata del **COSTO FINALE DEL PRODOTTO**

Incidenza dei costi di trasporto

sette imprese	valori (Mld. £)	Fatturato	Costo Logistica	Costo Trasporto	Costo Log. senza Trasp.	Incidenza % costo logistico	Incidenza % costo trasporto
Energia		147.000	29.400	8.820	20.580	20%	6%
Chimica		128.516	26.988	10.281	16.707	21%	8%
Meccanica		344.901	44.837	10.347	34.490	13%	3%
Alimentari		138.854	43.045	13.885	29.160	31%	10%
Tessile / Abbigliamento		101.372	23.316	8.110	15.205	23%	8%
Carta / gomma		88.171	16.752	4.409	12.343	19%	5%
Mezzi Trasporto		71.897	9.347	2.157	7.190	13%	3%
Varie Manifatture		55.629	8.344	2.225	6.119	15%	4%
Edilizie		83.366	20.842	5.836	15.006	25%	7%
Totale		1.159.706	222.871	66.070	156.800	19%	6%

Fonte: CONFETRA (1998)

L'incidenza del trasporto negli Stati Uniti è notevolmente superiore a quella europea (3.38 per cento contro 2.62 per cento),

Energie

Bisogna considerare la disponibilità di:

- Energia elettrica
- Gas combustibili (metano)
- Carbone e combustibili vari

In genere, nell'industria manifatturiera si preferisce comprare l'energia elettrica anziché produrla direttamente, poiché le società fornitrici e distributrici di energia sono generalmente in grado di fornirla a minor costo (per effetto delle economie di scala).

Si fa eccezione per le aziende di processo che hanno ad esempio a disposizione un elevato quantitativo di vapore da poter utilizzare.

Altri fattori

- DISPONIBILITA' E COSTO DELLA MANO D'OPERA
 - Disponibilità numerica
 - Livello di professionalità
 - Livello dei salari
- LEGISLAZIONE SUL LAVORO E NORMATIVA FISCALE
 - Massimo numero di ore lavorative settimanali consentite
 - Salari e stipendi minimi
 - Incentivi ed imposizioni
 - Imposizioni in materia di gestione dei rifiuti, inquinanti e emissioni in atmosfera

Metodi di scelta dell'ubicazione

Nella scelta dell'ubicazione migliore per un nuovo insediamento industriale si consiglia di seguire il seguente criterio:

- DETERMINARE LA SOLUZIONE CON UNA **PROCEDURA ANALITICO-QUANTITATIVA**
- MODIFICARE LA SOLUZIONE RICAVATA AL PUNTO PRECEDENTE UTILIZZANDO UN CRITERIO DI ANALISI BASATO SU **FATTORI QUALITATIVI**
- DETERMINARE LA SOLUZIONE OTTIMALE

Metodi qualitativi e quantitativi

A) In base al punteggio	QUALITATIVO
B) In base ai Costi di Produzione	QUANTITATIVO
C) In base ai Costi di Trasporto	QUANTITATIVO

A) Scelta in base al punteggio

- 1 – Elenco dei fattori importanti ai fini della scelta dell'ubicazione
- 2 – Assegnazione di un peso, generalmente espresso in percentuale, a ciascun fattore in base alla sua importanza nella scelta dell'ubicazione.
- 3– Assegnazione di una valutazione numerica a ciascun fattore relativo ad ognuna delle soluzioni di ubicazione in esame
- 4 – Calcolo del punteggio come prodotto del peso del fattore per il suo valore.
- 5 - La soluzione scelta è quella con maggiore punteggio.

A) Scelta in base al punteggio - Esempio

Fattori	Peso	Val. A	Val. B	Val. C	P*V A	P*V B	P*V C
MdO	40	80	30	50	3200	1200	2000
Materie Prime	25	40	95	70	1000	2375	1750
Energia	10	40	80	60	400	800	600
Altro	25	10	20	30	250	500	750
Totale	100				4850	4875	<u>5100</u>

B) Scelta in base al profilo dei costi

Si valuta per ogni elemento dell'impianto l'incidenza in termini di costi di investimento e di esercizio

Inv.	A (MEur)	B (MEur)	Eserc.	A (MEur)	B (MEur)
Terreno	100	70	Mdo	80	78
Fabb.	850	790	Energia	75	70
Trasp.	20	0	Trasp.	250	200
Impianti	10	10	Distr.	110	100
Totale	980	<u>870</u>		515	<u>448</u>

C) Scelta in base ai costi di trasporto

L'ubicazione di un nuovo impianto industriale avviene rispetto ad assegnati punti fissi, quali le località di estrazione e rifornimento delle materie prime o i punti vendita del mercato dei prodotti finiti, al fine di **minimizzare il costo totale del trasporto**

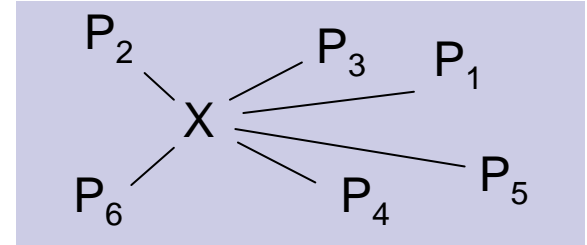
OSSERVAZIONI

Questo metodo tiene conto solo di uno dei fattori di determinazione dell'ubicazione di un impianto.

E' pertanto un buon strumento solo se utilizzato in abbinamento ad altri

C) Scelta in base ai costi di trasporto - Metodi

Ipotesi: Costo totale di trasporto proporzionale alla distanza



Formulazione del problema:

- Esistono m punti noti P_i ($i=1, \dots, m$)
- Un nuovo impianto deve essere ubicato in un punto incognito
- Fra i punti P_i e X esistono dei trasporti, il cui costo è proporzionale alle relative distanze percorse

Si supponga:

- $d(X, P_i)$ – la distanza percorsa per ogni viaggio tra X e P_i (km/viaggio)
- w_i – il prodotto del costo per unità di percorso e del numero di viaggi all’anno tra X e P_i (€/km)(viaggi/anno)

Il costo annuale dei trasporti fra il nuovo impianto e gli m punti noti vale:

$$f(X) = \sum_{i=1}^m w_i * d(X, P_i) \quad (\text{€/anno})$$

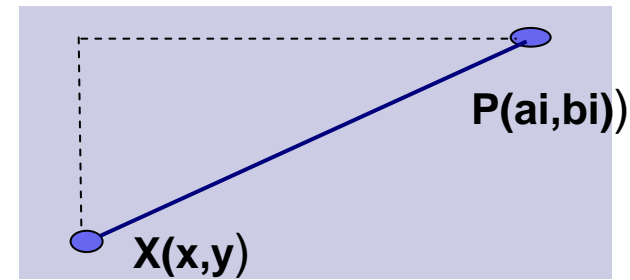
dove i termini w_i sono detti comunemente “pesi”

Obiettivo: minimizzare il costo totale annuo di trasporto

Esempi di applicazione

- Stabilimento che rifornisce dei magazzini di ubicazione nota
- Nuovo magazzino rispetto ad impianti di produzione
- Nuovo campo di aviazione da utilizzare per i rifornimenti di un certo numero di basi militari
- Ospedali, stazioni vigili del fuoco, libreria in una area metropolitana
-

Calcolo della distanza $d(X, P_i)$



- Distanza euclidea $[X(x,y), P_i(a_i, b_i)]$

$$d(X, P_i) = \sqrt{(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2}$$

- Distanza rettangolare

$$d(X, P_i) = |x - a_i| + |y - b_i|$$

- Distanza non lineare (*problema baricentrico*)

$$f(X) = \sum_{i=1}^m w_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]$$

Ubicazione ottimale con costi di trasporto proporzionali alle distanze rettangolari

Obiettivo:
$$\min(f(x, y)) = \sum_{i=1}^m w_i (|x - a_i| + |y - b_i|)$$

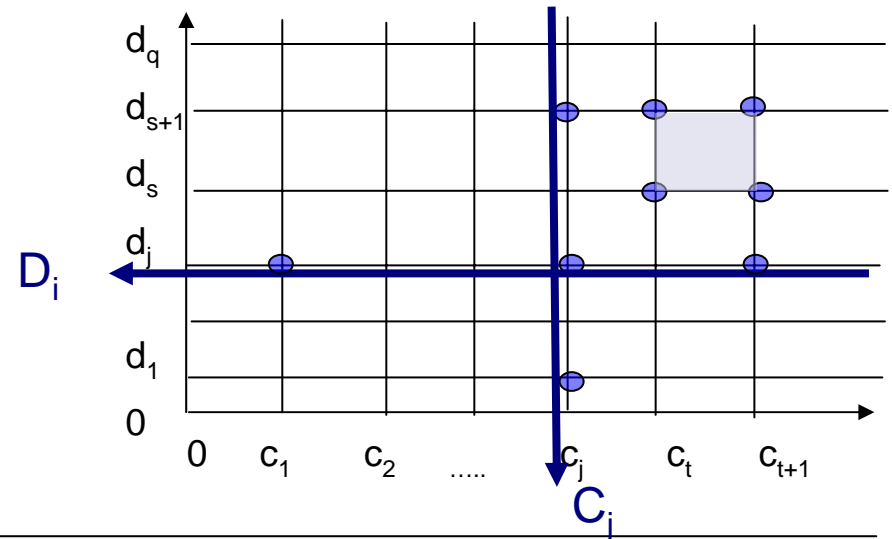
Separando le variabili:

$$\min(f(x, y)) = \min \sum_{i=1}^m w_i |x - a_i| + \min \sum_{i=1}^m w_i |y - b_i| = \min f_1(x) + \min f_2(y)$$

Definiamo:

$C_j = (\sum w)$ estesa ai punti della verticale j-esima

$D_i = (\sum w)$ estesa ai punti della orizzontale i-esima



Ubicazione ottimale con costi di trasporto proporzionali alle distanze rettangolari

Il punto di minimo (c_t, d_s) , o a partire dal quale si verificano le condizioni minime, è quello per il quale si verificano le seguenti *condizioni mediane*:

$$\sum_{j=1}^t C_j \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m w_i \qquad \sum_{i=1}^s D_i \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m w_i$$

In particolare, per ciascuna delle due formule, in presenza di una uguaglianza il minimo si trova nell'intervallo successivo (vale a dire tra t e $t+1$ (o s e $s+1$)). In presenza di una disuguaglianza, il minimo si trova nel punto t (s).

Esempio

Compagnia di noleggio di automobili con 5 uffici in una grande città.

La compagnia vuole ubicare una stazione di manutenzione in città al servizio delle automobili.

Le ubicazioni dei 5 uffici sono le seguenti (coordinate espresse in km):

$(0,0)$; $(3,16)$; $(18,2)$; $(8,18)$; $(20,2)$

Il numero z di auto trasportate al giorno tra la stazione di manutenzione e i 5 uffici è uguale rispettivamente a:

5 ; 22 ; 41 ; 60 ; 34 (totale 162)

Determinare l'ubicazione della stazione di manutenzione che minimizzi la distanza giornaliera di trasporto delle auto (supponendo il costo di trasporto per unità di percorso costante)

Soluzione

P_i	$x=a_i$	$w_i=z_i$	ΣC_j
1	0	5	5
2	3	22	$27 < 81$
4	8	60	$87 > 81$
3	18	41	128
5	20	34	162
$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 w_i = \frac{1}{2} \cdot 162 = 81$			$\longrightarrow \mathbf{x^* = 8}$

P_i	$y=b_i$	$w_i=z_i$	ΣD_i
1	0	5	5
3,5	2,2	41,34	$80 < 81$
2	16	22	$102 > 81$
4	18	60	162
$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 w_i = \frac{1}{2} \cdot 162 = 81$			$\mathbf{y^* = 16}$



Approfondimenti

- Pareschi: pag. 139 - 150