NUMERO: 974 DATA: 08/05/2014

A P P U N T I

STUDENTE: Cotevino

MATERIA: Logistica di Distribuzione

Prof. Zotteri

1-2 Lezione CAP 1 LIBRO

• Cap 1 → p. 1
• Cap 2 → p. 41

(1)

FILIERA ⇒ un'azienda ha tre fabbriche che producono tre prodotti diversi

	PRODOTTO	V. UNITARIO	PESO
GB	PC	300 $	5 lbs
IND	TV + monitor	400 $	10 lbs
DENV	console	100 $	30 lbs

⇒ 10 lbs → TV, → monitor

- capacità 1 camion = 30'000 lbs/camion
- costo trasporto = 1 $/miglio
- in ciascun negozio domanda di → 10 PC = pz/g.m, → 10 TV, → 10 monitor, → 10 console
- dist impianti di produz-negozi = 10^3 miglia
- dist tra i vari impianti

	GB	I	D
GB	/	400	1100
I	/	/	1100
D	/	/	/

- ipotesi: far viaggiare i camion pieni FTL* per strategie A / B
- $h\% = 0{,}06\%/g$ → vi sono 250 g lavorativi/Anno → • h = costo finanz = 15%/Anno

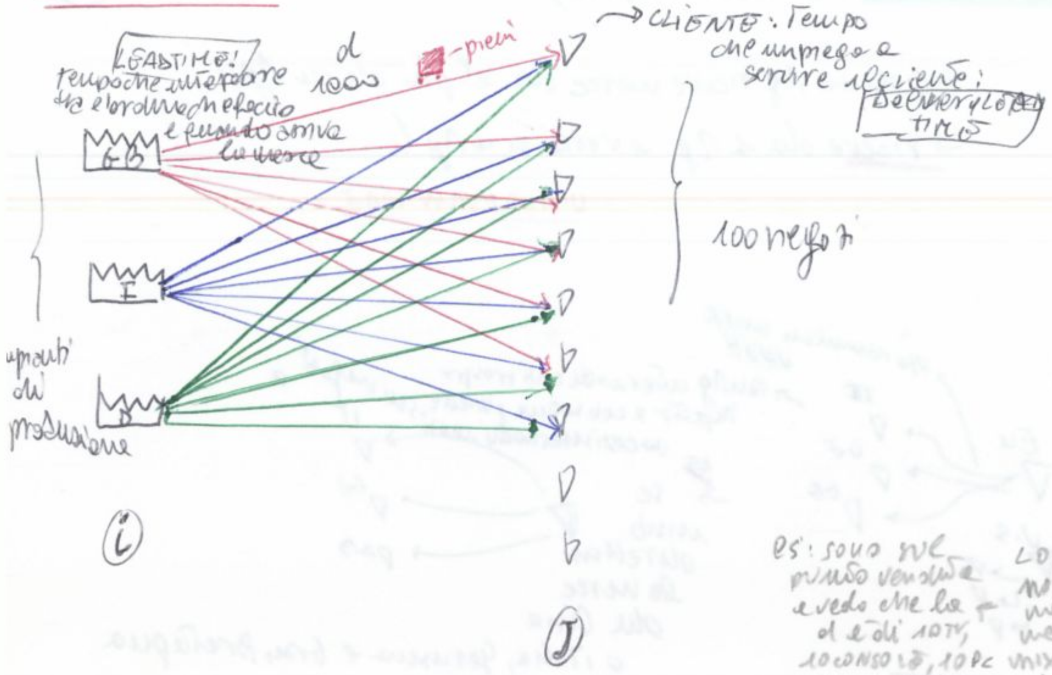
FILIERA strutturata su 2 livelli

* FTL = Full truck Load (riempire i tir pieni diversi)

• POLITICA A

(2)

* X VEDERE L'ANALISI DIMENSIONALE DEL COSTO TOTALE GUARDARE $C_{TOT\,GB}$ NELLA POLITICA A



\# NB: quando non conosco la Q (ossia quanti petti trasportare mettere nel camion) o faccio il dimensionamento prima rispetto a Q

es: sono sul punto vendita e vedo che la d è di 10 PZ, 10 CONSOLE, 10 PC ma quanti ogni negozio nel Ag tutti insieme!!

LO USO quando noto che la merce è insieme, ritrovo un mix di prodotti che devono essere inviati fore una domanda

↓ USO BUNDLE

o se posso aggrego i prodotti in un pacchetto (mix di prodotti) = BUNDLE!

• CONSIDERAZIONI

nella politica A considero FTL, ossia l'impianto di produzione invia i camion solo se sono pieni di merce

=> strategia punto punto (di negozi)

↳ Do per supposto che per volume ci stia (la merce) nei camion, ossia non considero il volume.

(GB)

$$C_{TOT_{GB}} = C_{TRASP} + C_{MANTENIMENTO}$$

$$C_{TOT_{GB}} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot h \cdot (n+1)$$

→ giacenza media, livello delle scorte

→ numero negozi + 1 (Ag dell'impianto di produzione, dove si accumula la merce) NB

→ costo funzionamento $h = h\% \cdot$ valore unitario prodotto ↳ quanto mi costa tenere la merce in Ag!

domanda totale di tutti punti vendita

↳ n° petti che posso mettere sul camion

costo carburante · distanza fra impianti produttivi e negozi

COST TRASP

$$d_{TOT} = 10 \frac{pz}{g \cdot N} \cdot 250 \frac{g}{A} \cdot 100\ N = 250000\ pz/A\ ^{*}$$

* in questo caso petti = PC corrispondono ai

$$Q = \frac{30000\ lbs/camion}{5\ lbs/pezzo} = 6000\ pz/camion$$

$$A = 1 \frac{\$}{miglio} \cdot 1000 \frac{miglia}{camion} = 1000 \frac{\$}{camion}$$

$$\begin{cases} \frac{Q}{2} = \frac{6000\ pz}{2} = 3000\ \frac{pz}{ng} \\ h_1 = 0{,}15 \frac{\%}{A} \cdot 300\ \frac{\$}{pezzo} = 45\ \frac{\$}{pz\,A} \end{cases}$$

$n = 100$ negozi $+ 1$ che è il Ng di GB

$$C_{TOT_{GB}} = \frac{250000\ \frac{pz}{A}}{6000\ \frac{pz}{camion}} \cdot 1000\ \frac{\$}{camion} + 3000\ \frac{pz}{ng} \cdot 45\ \frac{\$}{pz\,A} \cdot (101)\ ng$$

$$C_{TOT_{GB}} = 41{,}66\ \frac{camion}{A} \cdot 1000\ \frac{\$}{cam} + 13\ M\ \frac{\$}{A}$$

$$C_{TOT_{GB}} = 41{,}6k\ \frac{\$}{A} + 13{,}64\ \frac{\$}{A} = \boxed{13{,}6M\ \frac{\$}{A}}$$

1000

(I) $C_{TOT_{IND}} = C_{TRASP} + C_{MANT}$

$$C_{TOT_{IND}} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot h_1\,(n+1)$$

$$d_{TOT} = 20\ \frac{pz}{g\,n} \cdot 250\ \frac{g}{A} \cdot 100\ n = 500000\ \frac{pz}{A}$$ *

in questo caso invece pezzi = TV + monitor

$$Q = \frac{30'000\ \frac{lbs}{cam}}{10\ \frac{lbs}{pz}} = 3000\ \frac{pz}{cam}$$ — 1500 TV — 1500 monitor

$$A = 1\ \frac{\$}{miglia} \cdot 1000\ \frac{miglia}{cam} = 1000\ \frac{\$}{cam}$$

$$\frac{Q}{2} = \frac{3000\,pz}{2} = 1500\ pz$$ altrimenti costerebbe $= \left(\frac{1500}{2} \cdot 60 \cdot 101\right) \cdot 2$

$$h_1 = 0{,}15\ \frac{\%}{A} \cdot 400\ \frac{\$}{pz} = 60\ \frac{\$}{pz\,A}$$

$n = 100$ negozi $+ 1$ Ng di Indianapolis

4

$$C_{TOT\,IND} = \frac{500'000 \; pz/A}{3000 \; pz/cam} \cdot 1000 \, \frac{\$}{cam} + 1500 \, pz \cdot 60 \, \frac{\$}{pz\,A} \cdot 101$$

$$C_{TOT,IND} = 166,6 \, \frac{cam}{A} \cdot 1000 \, \frac{\$}{cam} + 90'000 \, \frac{\$}{A} \cdot 101$$

$$C_{TOT\,IND} = \underbrace{166,6k \, \frac{\$}{A}}_{1000} + 9,09 \, M\$/A = \boxed{9,25 \, M \frac{\$}{A}}$$

(D)

* in questo caso invece pz = console

$$C_{TOT\,D} = C_{TRASP} + C_{MANT}$$

$$C_{TOT\,D} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot h(n+1)$$

$$d_{TOT} = 10 \, \frac{pz}{\cancel{gg}} \cdot 250 \, \frac{gg}{A} \cdot 100 \, st = 250'000 \, \frac{pz^{*}}{A}$$

$$Q = \frac{30'000 \; lbs/cam}{30 \; lbs/pz} = 1000 \, \frac{pz}{cam}$$

$$A = 1 \, \frac{\$}{\cancel{mi}} \cdot 1000 \, \frac{miglia}{cam} = 1000 \, \frac{\$}{cam}$$

$$\frac{Q}{2} = \frac{1000 \, pz}{2} = 500 \, pz$$

$$h = 0,15 \, \frac{1}{A} \cdot 100 \, \frac{\$}{pz} = 15 \, \frac{\$}{pz\,A}$$

$n = 100 + 1$ rg di denver

$$C_{TOT\,D} = \frac{250'000 \; pz/A}{\underbrace{1000 \; pz/cam}_{\to 250 \, cam/A}} \cdot 1000 \, \frac{\$}{cam} + 500 \, pz \cdot 15 \, \frac{\$}{pz\,A} \cdot 101$$

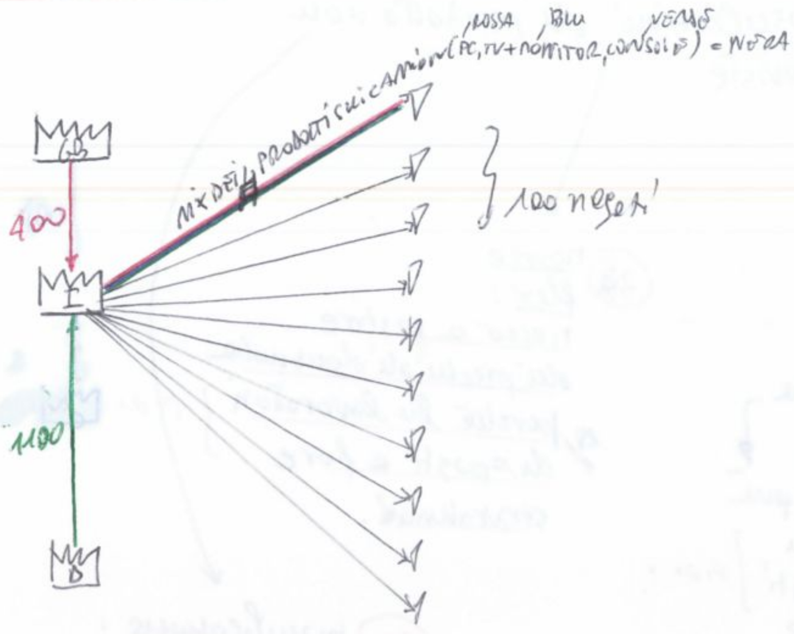
$$C_{TOT\,D} = 250 \, k\$/A + 757 \, k \, \$/A = \underbrace{1007 \, k\$/A}_{1000}$$

$$\Rightarrow \boxed{C}_{TOT\,A} = 13,6 \, M\$/A + 9,25 \, M\$/A + 1,007 \, M\$/A = \boxed{23,85 \, M\$/A}$$

POLITICA A — lo che comprende cost trasp e costo mant

lo confronto con politica B, A1 e B1

POLITICA B



CONSIDERAZIONE

nella politica B considero FTL, ossia l'impianto di produzione invia i camion ai negozi solo se sono pieni di merce
=> strategia in cui GB invia la merce a Indianapolis e anche Denver invia la merce ad Indianapolis, quindi Indianapolis è come un Cg in cui si accumula la merce e da qui viene spedita la merce, sui camion, che è un mix dei 4 prodotti!!

(GB) GB→I

$$C_{TOT\,GB} = C_{TRASP} + C_{MANT}$$

$$C_{TOT\,GB} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot h \cdot (n+1)$$

$$d_{TOT} = 10 \frac{pz}{g \cdot n} \cdot 250 \frac{g}{A} \cdot 100\, n = 250'000 \frac{pz}{A}$$

$$A = 1 \frac{\$}{miglio} \cdot 400 \frac{miglia}{cam} = 400 \frac{\$}{cam}$$

$$Q = \frac{30'000\ lbs/cam}{5\ lbs/pz} = 6000 \frac{pz}{cam}$$

$$\frac{Q}{2} = \frac{6000\ pz}{2} = 3000 \frac{pz}{Cg}$$

$$h = \frac{0{,}15}{A} \cdot 300 \frac{\$}{pz} = 45 \frac{\$}{pz\,A}$$

$$n = 1 + 1 = 1\,Cg\,GB + 1\,Cg\,I = 2\,Cg$$

$$C_{TOT\,OB} = \frac{250'000 \frac{\cancel{pz}}{A}}{60'000 \frac{\cancel{pz}}{con}} \cdot 400 \frac{\$}{con} + 3000 \frac{\cancel{pz}}{\cancel{\beta}} \cdot 45 \frac{\$}{\cancel{pz} A} \cdot 2 \cancel{\beta}$$

$$C_{TOT\,OB} = 41,66 \frac{\cancel{con}}{A} \cdot 400 \frac{\$}{\cancel{con}} + 135'000 \frac{\$}{A} \cdot 2$$

$$C_{TOT\,OB} = \frac{16'666 \,\$/A}{/1000} + 270\,k \,\$/A$$

$$C_{TOT\,OB} = 16,6\,k\,\$/A + 270\,k\,\$/A = \boxed{286,6\,k\,\$/A}$$

D $D \to I$

$$C_{TOT\,D} = C_{TRASP} + C_{MANT}$$

$$C_{TOT\,D} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot h \cdot (n+1)$$

$$d_{TOT} = 10 \frac{pz}{\cancel{\beta}\,\cancel{u}} \cdot 250 \frac{\cancel{\beta}}{A} \cdot 100\,\cancel{u} = 250'000 \frac{pz}{A}$$

$$Q = \frac{30'000\, lbs/con}{30\, lbs/pz} = 1000 \frac{pz}{con}$$

$$A = 1 \frac{\$}{\cancel{miglio}} \cdot 1100 \frac{\cancel{miglia}}{con} = 1100 \,\$/con$$

$$Q/2 = \frac{1000\, pz}{2\, con} = 500 \frac{pz}{\beta}$$

$$h = 0,15/A \cdot 100 \,\$/pz = 15 \,\$/pz\,A$$

$$n+1 = \underset{\text{npoli Indl.}}{1} + \overset{\text{npoli Denver}}{1} = 2$$

$$C_{TOT\,D} = \frac{250'000 \frac{\cancel{pz}}{A}}{1000 \frac{\cancel{pz}}{con}} \cdot 1100 \frac{\$}{con} + 500 \frac{\cancel{pz}}{\cancel{\beta}} \cdot 15 \frac{\$}{\cancel{pz} A} \cdot 2 \cancel{\beta}$$

$$C_{TOT\,D} = 250 \frac{\cancel{con}}{A} \cdot 1100 \frac{\$}{\cancel{con}} + 15'000 \frac{\$}{A}$$

$$C_{TOT\,D} = 275\ k\$/A + 15\ k\$/A = \boxed{290\ k\$/A}$$

(I) I → negozi

$$C_{TOT\,I} = C_{TRASP} + C_{STANT}$$

$$C_{TOT\,I} = \frac{d_{TOT}}{q} \cdot A + \frac{q}{2} \cdot h \cdot (n+1)$$

*NB: i prodotti che escono da Indianapolis x andare verso i punti vendita sono un mix dei 4 prodotti: PC, TV, MONITOR E CONSOLE
⇓
quindi introduco IL BUNDLE
⇒ grande pacchetto dentro al quale troviamo → 10 PC, 10 TV, 10 MONITOR, 10 CONSOLE !!
⇓
d di 10, 10, 10, 10 dentro BUNDLE!

$$d_{TOT} = \frac{1\ bundle}{8 \cdot \cancel{k}} \cdot 250 \frac{\cancel{k}}{A} \cdot 100\ \cancel{k} = 25000\ \frac{bundle}{A}$$

$$q = \frac{30000\ lbs/cam}{peso\ 1\ Bundle} = \frac{30000\ lbs/cam}{550\ lbs/b} = 54{,}54\ \frac{Bundle}{cam}$$

Peso 1 Bundle (contiene i 4 prodotti) $= 5\ lbs \cdot 10 + 10\ lbs \cdot 10 + 10\ lbs \cdot 10 + 30\ lbs \cdot 10$

$$= 550\ \frac{lbs}{Bundle}$$

$$A = 1\ \frac{\$}{\cancel{mi}} \cdot 1000\ \frac{\cancel{mi}}{cam} = 1000\ \frac{\$}{cam}$$

$$\frac{q}{2} = \frac{54{,}54}{2} = 27{,}27\ \frac{bundle}{ng}$$

$$h = 0{,}15\ \frac{1}{A} \cdot \left(300\ \frac{\$}{\cancel{pz}} \cdot 10\ \cancel{pz} + 400\ \frac{\$}{\cancel{pz}} \cdot 10\ \cancel{pz} + 400\ \frac{\$}{\cancel{pz}} \cdot 10\ \cancel{pz} + 100\ \frac{\$}{\cancel{pz}} \cdot 10\ \cancel{pz}\right) = 1800\ \frac{\$}{b\,A}$$

$n = 100 + 1 \rightarrow 100$ negozi $+ 1$ ng di Indianapolis

$$C_{TOT\,I} = \frac{25000\ \frac{bundle}{A}}{54{,}54\ \frac{bundle}{cam}} \cdot 1000\ \frac{\$}{cam} + 27{,}27\ \frac{bundle}{\cancel{ng}} \cdot 1800\ \frac{\$}{\cancel{b}A} \cdot 101\ \cancel{ng}$$

$$C_{TOT\,I} = 458{,}3\ \frac{cam}{A} \cdot 1000\ \frac{\$}{cam} + 4{,}957\ M\$/A$$

$$C_{TOT\,I} = 458{,}3\ k\$/A + 4{,}957\ M\$/A = \boxed{5{,}41\ M\$/A}$$

(8)

$\Rightarrow C_{TOT_B} = 0{,}28\ n\$/A + 0{,}28\ n\$/A + 5{,}41\ n\$/A = \boxed{5{,}97\ n\$/A}$

POLITICA B

confrontandolo con la politica A si vede che costo complessivo molto minore!

1 conclusione TRA POLITICA A e POLITICA B ⇒ : A-B

Se per la politica B si avrà un costo di trasporto maggiore rispetto alla politica A perché i camion percorrono più strada, visto che passano dai Cross-docks, per quanto riguarda il costo di mantenimento sarà molto più basso rispetto alla politica A perché la merce nel Rg dei punti vendita ci resterà molto meno rispetto alla politica A perché i camion che arrivano ai negozi contengono un mix di prodotti e quindi il livello delle scorte nei Rg sarà molto più basso rispetto alla politica A → costo MANT minore, visto che in A, nei punti vendita arrivavano un camion di soli PC, un altro di soli TV + MONITOR, e un altro di sole console ⇒ + scorte nei Rg degli store (negozi)!

⇓

	A	B	A1	B1
C_{TR}	0,458 n\$/A	0,75 n\$/A	2,41 n\$/A	1,842 n\$/A
C_{MANT}	23,4 n\$/A	5,15 n\$/A	2,41 n\$/A	1,58 n\$/A
C_{TOT}	23,85 n\$/A	5,97 n\$/A → meglio	4,83 n\$/A	3,43 n\$/A

migliore p.16

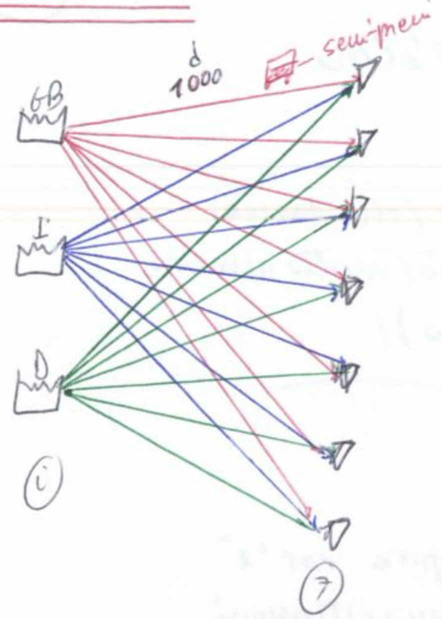
41,6 k\$/A + 166,6 k\$/A + 250 k\$/A

⇒ se riesco ad incidere sul costo principale trovero delle politiche ancora migliori → cerco di abbassare il costo di MANTENIMENTO

⇓

POLITICA A1 B1 → LTFTL

POLITICA A1



CONSIDERAZIONE

nella politica A1 considero LESS THAN FULL TRACK LOAD (LTFTL), ossia l'impianto di produzione invia i camion non pieni di merce, ma mezzi vuoti e contenenti aria → in ambito matematico è come se togliessi un vincolo

(GB) GB → negozio

$$C_{TOT\,GB} = C_{TRASP} + C_{MANUTENZIONE}$$

$$C_{TOT\,GB} = \frac{d_{TOT}}{Q?} \cdot A + \frac{Q?}{2} \cdot h \cdot (n+1)$$

funzione di costo! → non conosco Q, quindi derivo e pongo la derivata = a zero così trovo la Q ottima

$$\frac{\partial_{TOT}}{\partial Q} = -\frac{1}{Q^2} \cdot d_{TOT} \cdot A + \frac{1}{2} h\,(n+1)$$

$$-\frac{1}{Q^2} \cdot d_{TOT} \cdot A + \frac{1}{2} h(n+1) = 0$$

$$\cancel{Q^2}\left(-\frac{1}{\cancel{Q^2}} \cdot d_{TOT} \cdot A\right) = -\frac{1}{2} h(n+1) \cdot Q^2$$

$$\cancel{2} - \frac{1}{\cancel{2}} h(n+1) Q^2 = -d_{TOT} \cdot A \cdot 2$$

$$\boxed{Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d_{TOT} \cdot A}{(n+1)\,h}}}$$

↳ Q ottima ossia quanti pezzi posso mettere nei tir e mandarli ai punti vendita

$$C_{TOT\,GB} = \frac{d_{TOT}}{Q^*} \cdot A + \frac{Q^*}{2} \cdot h(n+1)$$

1) $d_{TOT} = 10\,pz/g\,\cancel{M} \cdot 250\,g/A \cdot 100\,\cancel{M} = 250'000\,pz/A$, 2) $A = 1\,\$/\cancel{M} \cdot 1000\,\cancel{M}/cam = 1000\,\$/cam$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 250'000\,pz/\cancel{A} \cdot 1000\,\$/cam}{(100+1)\,\cancel{g} \cdot 0{,}15/A \cdot 300\,\$/pz}}$$

3) $h = 0{,}15/A \cdot 300\,\$/pz = 45\,\$/pz\,A$

4) $n = 100 + 1$ g di GB

$\Downarrow$

$$Q^* = 331{,}7\,\frac{pz}{cam}$$

$$C_{TOT\,GB} = \frac{250'000\,pz/A}{331{,}7\,pz/cam} \cdot 1000\,\frac{\$}{cam} + \frac{331{,}7\,pz}{2\,\cancel{g}} \cdot 45\,\frac{\$}{pz\,A} \cdot (101)\,\cancel{g}$$

$$C_{TOT\,GB} = 753{,}7\,\frac{cam}{A} \cdot 1000\,\frac{\$}{cam} + 7'463{,}25\,\frac{\$}{A\,g} \cdot 101\,g$$

$$C_{TOT\,GB} = 753{,}7\,k\frac{\$}{A} + 753{,}7\,k\frac{\$}{A} = \boxed{1{,}506\,M\frac{\$}{A}}$$

I) Fuoki → negozio → creo un bundle con metto insieme i miei due prodotti in un unico bundle! → si sceglie bundle!!

$C_{TOT\,I} = C_{TRASP} + C_{MANUT}$ ← ci aspetto

$$C_{TOT\,I} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2}\,h \cdot (n+1)$$

↳ devo trovo

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d_{TOT} \cdot A}{(n+1)\,h}}$$

Sì uso bundle = 10 TV + 10 monitor (2)

ALTRA SOLUZ POSSIBILE (1): 1 camion costituito da TV + monitor! che però avevo e devo lo stesso valore ⇒ TV = 400; peso 9 t; monitor = 80; peso = 10 t

peso pw ⇒ 10 t; valore = 400 \$

$d_{TOT} = 10\,pz/g\,\cancel{M} \cdot 250\,g/A \cdot 100\,\cancel{M} = 500'000\,pz/A$ ← 1 bundle!! (2)

$$A = 1\,\frac{\$}{\cancel{M}} \cdot \frac{1000\,\cancel{M}}{cam} = 1000\,\frac{\$}{cam}$$

$h = 0{,}15/A \cdot 400\,\$/pz = 60\,\$/pz/A$ → VALORE BUNDLE (2) $= (0{,}15 \cdot 400\,\$ \cdot 10 + 0{,}15 \cdot 400\,\$ \cdot 10)$

$n = 101 + 1$ g di I

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\,\cancel{ng}\,500000\,\frac{pz}{\cancel{A}} \cdot 1000\,\frac{\cancel{\$}}{cam}}{101\,\cancel{ng} \cdot 60\,\frac{\cancel{\$}}{pz\,\cancel{A}}}} = 406{,}2\ \frac{pz}{cam}$$

$$C_{TOT\,I} = \frac{500000\,\frac{pz}{A}}{406{,}2\,\frac{pz}{cam}} \cdot 1000\,\frac{\$}{cam} + \frac{406{,}2\ pz}{2\ ng} \cdot 60\,\frac{\$}{pz\,A} \cdot 101\,ng$$

$$C_{TOT\,I} = 1{,}23\ M\frac{\$}{A} + 1{,}23\ M\frac{\$}{A} = \boxed{2{,}46\ M\$/A}$$

D) Denver a negozi

$$C_{TOT\,D} = C_{TRASP} + C_{MANUT}$$

$$C_{TOT\,D} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot h \cdot (n+1)$$

↳ derivo e trovo, ponendo $= 0$,

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\,d_{TOT}\,A}{(n+1)\,h}}$$

$$d_{TOT} = 10\,\frac{pz}{g\,n} \cdot 250\,\frac{g}{A} \cdot 100\,n = 250000\,\frac{pz}{A}$$

$$A = 1\,\frac{\$}{km} \cdot 1000\,\frac{km}{cam} = 1000\,\frac{\$}{cam}$$

$$h = 0{,}15\,\frac{1}{A} \cdot 100\,\frac{\$}{pz} = 15\,\frac{\$}{pz\,A}$$

$n = 100$ negozi $+ 1$ ng di Denver

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\,\cancel{ng} \cdot 250000\,\frac{pz}{\cancel{A}} \cdot 1000\,\frac{\cancel{\$}}{cam}}{(100+1)\,\cancel{ng} \cdot 15\,\frac{\cancel{\$}}{pz\,\cancel{A}}}} = 574{,}5\ \frac{pz}{cam}$$

$$C_{TOT\,D} = \frac{250000\,\frac{pz}{A}}{574{,}5\,\frac{pz}{cam}} \cdot 1000\,\frac{\$}{cam} + \frac{574{,}5\,pz}{2\,ng} \cdot 15\,\frac{\$}{pz\,A} \cdot 101\,ng$$

$$C_{TOT_D} = 435,1\ k\$/A + 435,1\ k\$/A = \boxed{0,87\ M\$/A}$$

$$\Rightarrow C_{TOT_{A1}} = 1,506\ M\$/A + 2,46\ M\$/A + 0,87\ M\$/A = \boxed{4,83\ M\$/A}$$

=> 2 conclusione TRA POLITICA A, POLITICA B E POLITICA A1

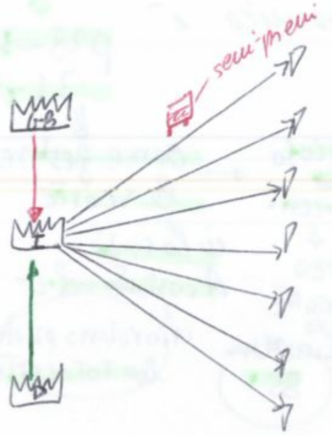
"inrealtà confronto va fatto tra A e A1 e poi tra B e B1"

A1-A : la politica A1 è per ora la strategia migliore da utilizzare perché permette di avere costi totali più bassi. Questo dovuto al fatto che nella politica A1 si fanno consegne più frequenti ma più piccole, quindi si avrà un costo di trasporto maggiore perché si faranno più consegne essendo i camion mezzi pieni, ma il costo di mantenimento scenderà perché in ogni punto vendita avrò un livello delle scorte più basso, quindi meno merce in magazzino a differenza della politica A in cui il livello delle scorte in Mg è molto più alto essendo che arrivano camion pieni di PC, TV, monitor, console in ogni negozio.

CONFRONTO CON POLITICA A

POLITICA B1

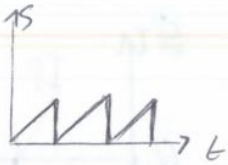
(13)



} 100 negozi

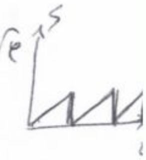
• grafico scorte presenti in GB

• grafico scorte presenti in D



• grafico scorte in entrata a I

• grafico scorte in uscita da I



CONSIDERAZIONI

nella politica B1 considero LESS THAN FULL TRUCK LOAD (LTFTL) = mi dice: scegli tu quanto riempire i camion! ossia l'impianto di produzione invia i camion mezzi pieni di merce ai negozi.

⇒ strategia in cui GB invia la merce a Indianapolis e anche Denver invia la merce ad Indianapolis, quindi Indianapolis è come un Rg in cui si accumula la merce e da qui viene spedita la merce che è un mix dei 4 prodotti!

(GB) GB → I

$$C_{TOT} = C_{TRASP} + C_{MANT}$$

$$C_{TRASP} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A \qquad C_{MANT} = \frac{Q}{2} \cdot h \cdot (n+1)$$

$$C_{TOT} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot h\,(n+1) \Rightarrow \text{ottengo } Q^* = \sqrt{\frac{2 d_{TOT} A}{h(n+1)}}$$

$$d_{TOT} = 10 \frac{p_T}{s\cancel{N}} \cdot 250 \frac{s}{A} \cdot 100\ \cancel{N} = 250'000 \frac{p_T}{A}$$

$$A = 1 \frac{\$}{\cancel{m}} \cdot 400 \frac{\cancel{m}}{cam} = 400 \frac{\$}{cam}$$

$$h = 0{,}15 \frac{1}{A} \cdot 300 \frac{\$}{p_T} = 45 \frac{\$}{p_T A}$$

$$n = 1 \text{ Rg di GB}$$

VINCOLO PRESENTE IN B1 e A1

NB: $\boxed{\text{vincolo } Q^* \leq Q \text{ effettiva se i camion fossero pieni}}$

trovo come la derivata del C_{TOT} in funzione di Q ←

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 250'000 \frac{p_T}{A} \cdot 400 \frac{\$}{cam}}{45 \frac{\$}{p_T A} (2)}} = 1490 \frac{p_T}{camion}$$

(n=1) + 1 Rg di I

14

$$C_{TOT\,6B} = \frac{250'000\ pz/A}{1490\ pz/cam} \cdot 400\ \$/cam + \frac{1490}{2}\ pz/np \cdot 2\,np \cdot 45\ \$/pzA$$

→ inserisco Q^* nella formula del costo totale

$$C_{TOT\,6B} = 67\ k\$/A + 67{,}05\ k\$/A = \boxed{134{,}05\ k\$/A}$$

D) D → I

$$C_{TOT} = C_{TRASP} + C_{MANT}$$

$$C_{TOT} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2}\, h(n+1)$$

$$d_{TOT} = 10\ pz/g\,np \cdot 250\ g/A \cdot 100\ np = 250'000\ pz/A$$

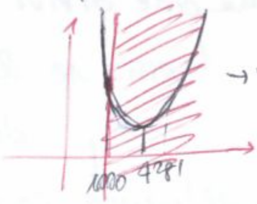
$$A = 1\ \$/km \cdot 1100\ km/cam = 1100\ \$/cam$$

$$h = 0{,}15/A \cdot 100\ \$/pz = 15\ \$/pzA$$

$n = 1$ np di D

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\,np \cdot 250000\ pz/A \cdot 1100\ \$/cam}{(1+1)\,np \cdot 15\ \$/pzA}} = 4281{,}7\ pz/cam$$

→ supera la capacità del camion di portare console → effettivamente porta, se camion fosse pieno, n° console = $\frac{3000\ l/cam}{3\ l/cons}$ = 1000 cons/cam



→ non siamo all'ottimo quindi sarà sbilanciamento nei costi di trasporto

⇓

$Q^* > 1000$ → quindi prendo come $Q' = 1000$ → faccio viaggiare i camion pieni!

$$C_{TOT} = \frac{250'000\ pz/A}{1000\ pz/cam} \cdot 1100\ \$/cam + \frac{1000\ pz}{2\,np} \cdot 15\ \$/pzA \cdot 2\,np$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 29 di 188

$$C_{TOT} = 275\ k\ \$/A + 15\ k\ \$/A = \boxed{280\ k\ \$/A}$$

(15)

(I) I → negozi

quando ho un sistema simmetrico!!

USO UN BUNDLE che il rapporto di consegna è fissato 10:10:10:10 ⇓ quindi l'approvvigionamento sarà fissato

$$C_{TOT} = C_{TRASP} + C_{MANT}$$

$$C_{TOT} = \frac{d_{TOT}}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} h(n+1) \Rightarrow \text{derivo e trovo } Q^* = \sqrt{\frac{2 d_{TOT} A}{(n+1) h}}$$

$$d_{TOT} = 1 \frac{bundle}{\cancel{10 t}} \cdot 250 \frac{\cancel{t}}{A} \cdot 100\ \cancel{k} = 25\,000 \frac{bundle}{A}$$

$$A = 1 \frac{\$}{\cancel{km}} \cdot 1000 \frac{\cancel{km}}{cam} = 1000\ \$/cam$$

$$h = 0{,}15/A \cdot (300\ \$ \cdot 10 + 400\ \$ \cdot 10 + 400\ \$ \cdot 10 + 100\ \$ \cdot 10) =$$

$$h = 1800\ \$/bA$$

$$n = 100 \text{ negozi}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 d_{TOT} A}{(n+1) h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25\,000\ b/A \cdot 1000\ \$/cam}{(100+1) \cdot 1800\ \$/bA}} = 16{,}58\ bundle/cam$$

n° di ind.

$$C_{TOT} = \frac{25\,000\ bundle/A}{16{,}58\ bundle/cam} \cdot 1000\ \$/cam + \frac{16{,}58\ b}{2} \cdot 1800 \frac{\$}{bA} \cdot 101$$

$$C_{TOT} = 1{,}5\ M\ \$/A + 1{,}5\ M\ \$/A = \boxed{3{,}01\ M\ \$/A}$$

$$C_{TOT\,B1} = 0{,}13\ M\ \$/A + 0{,}280\ M\ \$/A + 3{,}01\ M\ \$/A = \boxed{3{,}4\ M\ \$/A}$$

⇒ conclusione tra politica A, B, A1 e B1

B-B1

: la politica B1 è la strategia migliore delle 4 come vediamo dal fatto che ha un costo tot minore rispetto alle altre. La politica B1 è meglio della politica B perché, anche se il costo di trasporto sarà maggiore della politica B, che essendo i camion mezzi vuoti di fare quattro tappe, il costo di mantenimento sotto molto minore xke la merce che arriva nei negozi è diviso da un mix di prodotti quindi il livello delle scorte diminuisce negli store e diff della politica B in cui arrivavano commion pieni con mix di prodotti (16)

Conclusioni generali TRA POLITICHE

- Può essere conveniente ma non necessario avere un Lg intermedio (B1, B)
- Può essere conveniente inviare commion mezzi vuoti (B1, A1)
- Togliere vincoli → aumenta la complessità del problema ma la migliora (B1, A1)
  (come Tolgo ETZ) ↳ quindi invio commion mezzi vuoti
- Se considero le distanze tra Indian e i negozi tutte diverse
  ↳ meglio sempre politica B perchè diff tra costo tot è > !

⟹ IL BUNDLE lo utilizzo nella politica B e B1 per inviare i commion da Indian e pelli ai negozi (per il calcolo del costo C TRASP)

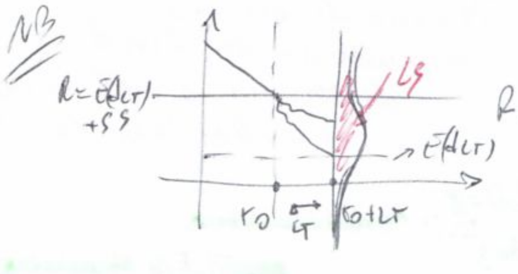
• Continuazione p. 32

→ con lotto ottimo → EOQ → $\boxed{C_{TOT} = \sqrt{2Adh}}$ (cost dell'ottimo)

→ con sistema (Q,R) → $\boxed{C_{TOT} = \sqrt{2Adh} + h \cdot z_{LS} \cdot \sigma_{d_{LT}}}$

cost dell'ottimo; C TRASP; livello di servizio che voglio avere!; COSTO SS; incertezza della domanda nel LT!

NB



$R = E(d_{LT}) + SS$ ← domanda nel LT più la SS

- Esempio di processo decisionale a 2 stadi: pianificazione della produzione in ambiente assemble to order.
- PL

SCORTE || LEZ 6-7-8

Inventory Deployment (dove metto le mie scorte all'interno della filiera?)

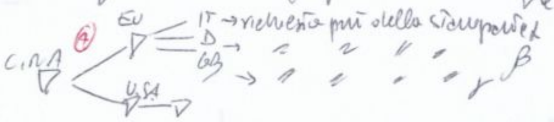
es1

Se ad esempio considero una filiera con un Magazzino centrale e n Magazzini periferici → se ho delle scorte di sicurezza da mettere

se le metto nel Mg centrale vedrò meno incertezza della domanda (aggregato) costo < se le metto nel Mg periferici (costo di più)

es2 HP → se tengo SS nel Mg centrale → fungibile per servire ≠ domanda

→ se tengo SS nei Mg periferici (singole nazioni nel caso preciso) → merce già destinata ad una singola nazione quindi non è più fungibile



es3 Un'azienda che fornisce pezzi di ricambio per moletti

↳ se tengo le scorte presso ciascun Mg → costo scorte alto, costi trasp minore

↳ se tengo le scorte presso il mio cliente principale → risparmio sulle scorte (ma spendo di più per i trasporti (devo essere più veloce)

- VENDOR MANAGED INVENTORIES: io azienda posso mettere, posizionare la merce a casa del mio cliente e però sono io che governo il flusso della merce

BULLWHIP → es: BARILLA che gestisce direttamente le Mg dei suoi clienti (supermercati)

di conseguenza il proprietario del fornitore col ...

le 3 variabili importanti saranno:
→ proprietà dell'area (PROPR. MAGAZ)
→ proprietà del prodotto (TO MONSE)
→ decisioni sul prodotto (TO AZIENDA) } ... lungo

• **Flussi informativi e diritti decisionali**

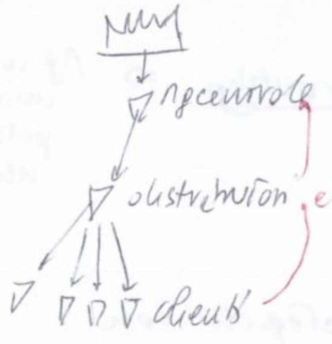
(analizzare il flusso di informazioni che attraversano la filiera e che supportano i processi di decisione)

Le informazioni, il flusso di informazioni, possono essere centralizzate cioè visibili ad un decisore unico, oppure no nel senso che i diversi attori del sistema ne hanno una visione parziale.
Quindi l'informazione può essere spostata → questo crea dei problemi → qualità dell'informazione → supermercato, vedo con il mio sistema informativo che sono entrate 100 pagnotte nel mio supermercato e ne ho viste uscire (vendute) 90. Quindi ne ho solo più 10, ma essendo le 14, decido che il livello delle scorte va bene, accettabile. Se però è passato qualcuno che ha aperto i sacchetti del pane e li ha rotti (?), significa che in realtà ne sono disponibili solo più 3 ⇒ quindi il sistema informativo è tecnicamente corretto, esatto ma la qualità dell'informazione no!

↓

spostamento diritti decisionali

es: Barilla che serve il suo Ag centrale e osserva già i distributori che vedono la d del cliente e li servono diretti. ⇒ cambia flusso decisionale. Barilla osserva cosa vogliono i clienti dei miei clienti (distributori) e inviano quando serve ai distributori al mio cliente.



Se voglio fare un progetto in cui desidero cambiare diritti decisionali e spostare la merce devo sempre vedere chi guadagna (dicendo anche chi guadagna sarò anche il diretto interessato)

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 37 di 188

• Approcci decisionali (come all'interno della filiera vengono prese le decisioni)

~~logica~~
push = è una logica basata sul piano, e sue volte basata su delle previsioni

pull = è una logica in cui sistema e monte legato con sistema a valle

es push, pull — fornire di prodotti venduti nei negozi

Agecentrale

negozi

d nei negozi

1	2	3	4	5
150	300	300	150	150

→ logica push (spingo) = prevedo la d e quindi faccio un piano di produzione
input alla manifattura
dato della previsione

↓ logica pull (tiro) = quando negozio finisce un pallet lo chiede al Ag
controllo = solamente il Ag (c'è un pezzo del Ag e ne entra un altro)
movimentazione materiale
guardo la d del cliente

in tutti e 2 i sistemi la previsione gioca un ruolo importante

↳ (sistema Q, R) => la mia decisione di riordinare è dettata dal consumo del cliente
↓
ma R lo vedo da una previsione ex-ante!

Sistema
→ MAKE TO ORDER (Ricorso) ↗ aspetta = produzione guidata dagli ordini (produco solo se mi viene ordinato) => es yacht → se cliente ordina, lo produco e glielo consegno

→ make to stock = produco e metto a Ag e cliente "pesca" da esso (ricorsivo) ↓ non aspetta cliente
(mi baso sulle previsioni di d, produco e metto a Ag)

↓

es auto in Europa → ATO
" in USA → ATS

DOMANDA TRA I NEGOZI O INDIPENDENZA → perché anche c'è la covarianza

$$C_{TOT\,B} = \sqrt{2Ah \sum_i^n d_i} + h\,z_{CS} \cdot \sqrt{\sum_i^n \sigma_i^2}$$

$$\boxed{C_{TOT\,B} = \sqrt{2Ah} \cdot \sqrt{\sum_i^n d_i} + h\,z_{CS} \cdot \sqrt{\sum_i^n \sigma_i^2}}$$

$$= \sqrt{2Ah} \sum_i \sqrt{d_i} + h\,z_{CS} \sum_i \sigma_i$$

$$\boxed{C_{TOT\,A} = \sqrt{2Ah} \cdot \sum_i^n \sqrt{d_i} + h\,z_{CS} \cdot \sum_i^n \sigma_i}$$

quale è il migliore

$$\overset{A}{\sum_i^n \sqrt{d_i}} \gtrless \overset{B}{\sqrt{\sum_i^n d_i}}$$

$$\overset{A}{\sum_i^n \sigma_i} \gtrless \overset{B}{\sqrt{\sum_i^n \sigma_i^2}}$$

$\Downarrow$

$C_{TOT\,B}$ è minore di A, aggregando la domanda l'incertezza diminuisce

$$\left(\sum_i^n \sqrt{d_i}\right)^2 > \left(\sqrt{\sum_i^n d_i}\right)^2$$

se $n=2$

$$\overset{A}{d_1 + d_2 + 2\sqrt{d_1}\sqrt{d_2}} > \overset{B}{d_1 + d_2}$$

$$\left(\sum_i^n \sigma_i\right)^2 > \left(\sqrt{\sum_i^n \sigma_i^2}\right)^2$$

se $n=2$

$$\overset{A}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\sigma_1\sigma_2} > \overset{B}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

DOMANDA TRA NEGOZI INDIPENDENTI $\Downarrow$ correlazione $= 0$!!

migliore $C_{TOT\,B}$ ⇒ EFFETTO RISK POOLING

prendo tutti i miei rischi, li metto insieme → incertezza diminuisce!

↓ concentro scorta minima punto = Ag centrale

$\Downarrow$

quindi migliore il Ag centrale → ma solo con 2 ipotesi forti

1) ipotesi LT nel servire Ag centrale = LT nel servire Ag periferico

2) ipotesi cliente entra nel negozio ed è disposto ad aspettare tranquillo la merce che arrivi dal Ag centrale

Modelli Programmazione Lineare

CAP 2 LIBRO (PL trasporto, flusso a minimo costo, plant location, es riassuntivo)

riguardare tutta PL

Modelli che presumono l'esistenza di un network

sorgente —arco→ destinazione (nodi) ⇒ ho un network quando ho informazione aggiuntive come: quanto mi costa muovermi da s verso d, ossia costo unitario trasportare

Problema del Trasporto

(ottimizzazione su una rete a 2 livelli su cui viaggia un solo tipo di prodotto)

Sorgente — Destinazione

DATI + VAR DECISIONALI

A, B, i C → J

- ciascuna destinazione ha domanda d_J
- C_{iJ} = costo per trasportare un'unità di prodotto da s a D
- K_i = capacità produttiva degli impianti i
- V.D: X_{iJ} = quantità trasportate

nella f.o devo minimizzare i costi di trasporto.

soluzione

$$f.o\ \min \sum_i \sum_J X_{iJ} C_{iJ}$$

⇒ quanto mi costa trasportare le quantità da i verso J per unità di tempo

(ANALISI DIMENSIONALE $\frac{\$}{pz} \cdot \frac{pz}{t} = \frac{\$}{t}$)

Vincoli

- $\sum_J X_{iJ} \le K_i \quad \forall i$ ($\frac{pz}{t}$) ⇒ quanto esce dall'impianto i (quanto produco) deve essere minore della capacità produttiva a disposizione

merce in uscita da i

- $\sum_i X_{iJ} = d_J \quad \forall J$ ⇒ devo portare ciò che serve al cliente → devo soddisfare domanda nei punti vendita

merce in arrivo a J

merce che arriva in J; $\sum_i$, merce che arriva in k; $\sum_k$ merci che arrivano in k Σ_i

- $X_{iJ} \ge 0$

se metto ≥ mi costa di più, devo produrre di più della domanda del mio cliente

(43)

- $\sum_{l} x_{ikl} \cdot v_l \leq V_{ik}$ — capacità arco — $\forall i,k$ → limitata capacità di trasporto (volume) per link da i a k

volume di prodotto l che viaggia tra i e k; volume occupato dal prodotto l

- $\sum_{l} y_{kTl} \cdot v_l \leq W_{kT}$ — capacità arco — $\forall k,T$ → limitata capacità di trasporto (in volume) per link da k a T → per ogni link

volume di prodotto l che viaggia tra k e T

- $\sum_{i} \sum_{l} v_l \cdot x_{ikl} \leq H_k$ — capacità nodo — $\forall k$ → non posso far passare troppa merce nel hp → per ogni centro k

tutti gli impianti, i prodotti (cioè tutto ciò che arriva in k da i)

tutto ciò che entra nel k deve essere $\leq$ di H_k

↳ controlli capacità per ogni nodo $k \leq H_k$

volume di tutti gli prodotti l che entra in k

cioè tutti gli impianti inviano merce e deve essere $< H_k$; non avessi messo $\sum_i$ per ogni link ↳ significava che da più impianti i invio merce $< H_k$ qualificare la capacità produttiva

- * $\sum_{k} y_{kTl} = d_{Tl}$ $\forall T,l$ → domanda va soddisfatta per ogni prodotto, su ogni punto vendita → per ogni prodotto → non $\sum_l$

se $\sum_l$ => indicherebbe prodotto aggregato

quanti prodotti di l entrano in T

bilanciamento flussi

- $\sum_{i} x_{ikl} \geq \sum_{T} y_{kTl}$ $\forall k,l$ → tanto merce entra tanto ne esce; di ogni prodotto, per ogni k ↳ x ogni prodotto, esce come entra/ne torna

quantità di prodotto l che entra in k; quantità di prodotto l (che esce da k) che entra in T

tanta merce entra in minima, tutto ne deve uscire => $\geq$/$\leq$?

$x_{ikl}, y_{kTl} \geq 0$

= $\boxed{\text{considerazioni}}$ difetti modello → ① questo modello non ha il tempo e quindi non gestisce la variabilità

② non modellizza compiutamente l'incertezza della domanda

NB *

$\sum_i \sum_k x_{ikl} = \sum_T d_{Tl}$ → produco quanto vendo (produco = ciò che vendo)

↳ basta produrre una quantità e i clienti sono contenti

in banche => il cliente vuole comprare un prodotto e gli diceche l'ho a hp, il cliente allora è contento e torna a casa!

=> devo introdurre + scenari di domanda — indicato dal apice s, ognuno dei quali ha una prob. π^s che si verifichi!

d_J^s, x_{iJ}^s, π^s

costo impianti — valore atteso dei costi di trasporto

fo $\min \sum_i f_i y_i + \sum_s \pi^s \sum_i \sum_J c_{iJ} x_{iJ}^s$

Vincoli

$\sum_J x_{iJ}^s \le R_i y_i \quad \forall i, s$ → in ogni scenario di s la quantità prodotta non deve essere > della capacità produttiva

$\sum_i x_{iJ}^s = d_J^s \quad \forall J, s$

↳ produco quanto mi viene richiesto dai + scenari di domanda — soddisfare tutti di tutti + scenari

$x_{iJ}^s \ge 0, \; y_i \in \{0,1\}$

(produco e soddisfare la d. nei + scenari s)

nel modello precedente devo scegliere costi troppo alti → (aprire un impianto + un cliente non conviene)

se non do per scontato che la domanda vada sempre come soddisfatta ⇐

↳ devo introdurre delle variabili aleatorie

=> devo introdurre delle variabili decisionali nuove

B_J = costo di un cliente presso J insoddisfatto

z_J^s = n° clienti insoddisfatti, domanda soddisfatta nel punto vendita J nello scenario s

fo $\min \sum_i f_i y_i + \sum_s \pi^s \sum_i \sum_J c_{iT} x_{iT} + \sum_s \pi^s \sum_J B_J z_J^s$

con ITS posso spostare costo in stockouts — per evitare costi delle implementazioni — valore atteso del costo di mancata vendita — 2€ da sell — costo stock nello scenario — tutti i costi mancanti nello scenario s

$\sum_J x_{iJ}^s \le R_i y_i \quad \forall i, \forall s$ — con solo questo z sarei = 0.

$\sum_i x_{iJ}^s + z_J^s = d_J^s \quad \forall J, \forall s$

90 pz sell + 10 pz zero sell = 100 pz sell

siccome includo scenari di domanda non soddisfatta la domanda

è perciò che avrei dovuto produrre + per soddisfare la mia domanda!

↳ costo domanda insoddisfatta > costo domanda soddisfatta = NON DEVO ESSERE COSÌ

$x_{iJ}^s, z_J^s \ge 0, \; y_i \in \{0,1\}$

• DATI

- i per A, B ⇒ stabilimenti
- k per $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ⇒ centri di distribuzione
- $j = 1, 2, \ldots 6$ ⇒ per i punti vendita
- d_j = domanda sui punti vendita
- c_{ik} e g_{kj} = costi unitari di trasporto
- R_i = capacità produttiva sui 2 stabilimenti
- T_k = capacità corrente per i tre centri attivi ⇒ $k = \alpha, \beta, \gamma$
- U_γ = l'eventuale capacità aggiuntiva su γ → capacità $\gamma = T_k + U_\gamma$
- q_γ = costo annuale dell'espansione di γ
- U_δ^{ℓ} = livello di capacità bassa per l'eventuale centro δ
- U_δ^{h} = livello di capacità alta per l'eventuale centro δ
- q_δ^{ℓ} = costo per apertura centro δ con capacità bassa
- q_δ^{h} = costo per apertura centro δ con capacità alta
- r_k = risparmio legato all'eventuale chiusura dei centri α, β

TI AMO!!! Flé

• VARIABILI DECISIONALI

flussi di merce x_{ik} e y_{kj} sui due insiemi di link, nell'unità di tempo e le variabili logiche:

decisione di espandere γ → $w_\gamma = \begin{cases} 1 \text{ se la capacità del centro } \gamma \text{ viene espansa} \\ 0 \text{ altrimenti} \end{cases}$

decisione di aprire o chiudere α, β → $z_k = \begin{cases} 1 \text{ se il centro } k = \alpha, \beta \text{ viene mantenuto aperto} \\ 0 \text{ altrimenti} \end{cases}$

decisione di costruire δ con cap bassa → $s_\delta^{\ell} = \begin{cases} 1 \text{ se si costruisce il centro } \delta \text{ con capacità bassa} \\ 0 \text{ altrimenti} \end{cases}$ ⇒ variabili in mutua esclusione

decisione di costruire δ con cap alta → $s_\delta^{h} = \begin{cases} 1 \text{ se si costruisce il centro } \delta \text{ con capacità alta} \\ 0 \text{ altrimenti} \end{cases}$

⇒ soluzione

→ $S_\delta^{l} + S_\delta^{h} \leq 1 \; \frac{1+0 \; 0}{0+0}$ ⇒ la capacità sarà o quella alta o quella bassa e non la loro somma, perché le relative variabili decisionali sono in mutua esclusione

decido di aprire δ con capacità bassa — decido di aprire δ con capacità alta

→ $z_\alpha + z_\beta + S_\delta^{l} + S_\delta^{h} \leq 2$ ⇒ al più oltre tre i centri α, β e δ sono attivi, l'apertura dell'ultimo implica la chiusura di almeno uno degli altri 2

d chi se decido di aprire δ con posto aprire bassa

⇒ non più di 3 centri di distribuzione attivi

→ $\sum_i x_{ik} = \sum_j y_{kj} \quad \forall k$ ⇒ equilibrio dei flussi in ingresso e uscita dei centri di distribuzione

$w_\gamma, S_\delta^{l}, S_\delta^{h}, z_\alpha, z_\beta \in \{0,1\}$

$x_{ik}, y_{kj} \geq 0$

Fino qui importante

MODELLO CON SCENARI DI DOMANDA

⇒ Con scenari di domanda

f.o. $\sum_s \pi^s \left(\sum_i \sum_k c_{ik} x_{ik} + \sum_k \sum_j g_{kj} y_{kj} \right) + \varphi_\gamma w_\gamma + \varphi_\delta^{l} S_\delta^{l} + \varphi_\delta^{h} S_\delta^{h} - \sum V_k (1 - z_k)$

vincoli

$\sum_k x_{ik}^s \leq P_i \quad \forall$

$\sum_k y_{kj}^s = d_j^s \quad \forall$

$\sum_i x_{ik}^s \leq T_k z_k \quad \forall$

$\sum_i x_{i\gamma}^s \leq T_\gamma + U_\gamma w_\gamma \quad \forall$

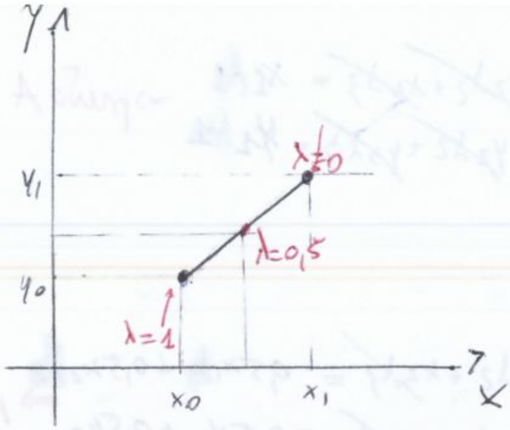
$\sum_i x_{i\delta}^s \leq U_\delta^{l} \cdot S_\delta^{l} + U_\delta^{h} \cdot S_\delta^{h} \quad \forall$

$S_\delta^{l} + S_\delta^{h} \leq 1$

$z_\alpha + z_\beta + S_\delta^{l} + S_\delta^{h} \leq 2$

No!

$\sum_i x_{ik}^s = \sum_j y_{kj}^s \quad \forall$



=> ogni punto sul segmento che va da (x_0, y_0) e (x_1, y_1) può essere espresso come combinazione lineare di questi estremi

$$y = y_0 \cdot \lambda + y_1 (1-\lambda)$$
$$x = x_0 \cdot \lambda + x_1 \cdot (1-\lambda)$$

$\lambda=0 \rightarrow$ $y = y_0 \cdot 0 + y_1(1-0) \Rightarrow y = 0 + y_1 = y_1$
$x = x_0 \cdot 0 + x_1(1-0) \Rightarrow x = 0 + x_1 = x_1$

$\lambda = 1 \Rightarrow$ $y = y_0 + y_1(0) \rightarrow y = y_0$
$x = x_0 + x_1(0) \rightarrow x = x_0$

$\lambda = 0,5 \Rightarrow$ $y = 0,5\lambda_0 + 0,5 y_1$ => punto medio (x_0, y_0)
$x = 0,5 x_0 + 0,5 x_1$

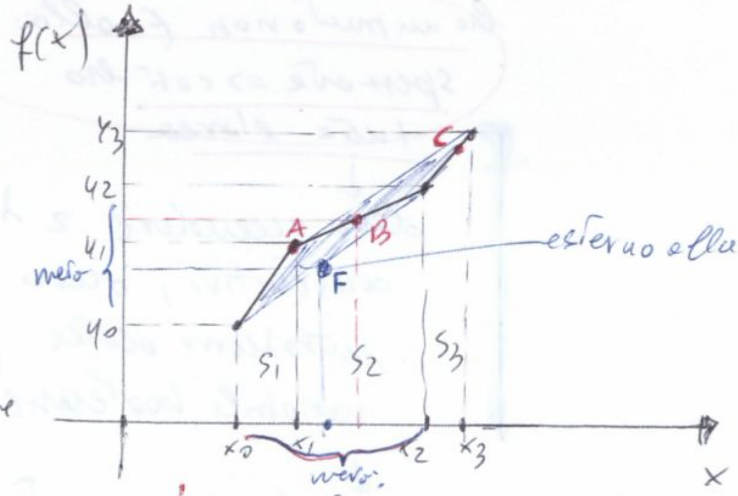
posso riscriverlo come:

con questa idea riesco a rappr. un segmento

$$y = y_0 \lambda_0 + y_1 \lambda_1$$
$$x = x_0 \lambda_0 + x_1 \lambda_1$$
$$\lambda_0 + \lambda_1 = 1$$ – come vario tra le lambda

-> λ mi permettono di usare costi lineari

=> se ho una funzione di costo di questo tipo, generalizzo l'idea di prima formando una combinazione convessa di 4 punti



$$\boxed{\begin{aligned} X &= \sum_{i=0}^{3} x_i \cdot \lambda_i \\ Y &= \sum_{i=0}^{3} y_i \cdot \lambda_i \\ \sum_{i=0}^{3} \lambda_i &= 1 \end{aligned}}$$

→ Quindi introduco delle variabili booleane S_1, S_2, S_3
Devo essere sicuro che i punti siano sulla spezzata!
e le lego mediante i vincoli seguenti

fo

$$x = \sum_{i=0}^{3} \lambda_i x_i$$

$$y = \sum_{i=0}^{3} \lambda_i y_i$$

vincoli

$$\lambda_0 \leq S_1$$
$$\lambda_1 \leq S_1 + S_2$$
$$\lambda_2 \leq S_2 + S_3$$
$$\lambda_3 \leq S_3$$

$$\sum_{i=1}^{3} S_i = 1 \qquad S_i \in \{0, 1\}$$

→ o accendo il 1 segmento
o accendo il 2 segmento
o accendo il 3 segmento

es: se $S_1 = 1$, $S_2 = 0$, $S_3 = 0$ →

$$\lambda_0 \leq 1 \qquad \lambda_1 \leq 1 + \cancel{S_2} \qquad \lambda_2 \leq \cancel{S_2} + \cancel{S_3} \qquad \lambda_3 \leq \cancel{S_3}$$

⇒ $\lambda_0 \leq 1$, $\lambda_1 \leq 1$, $\lambda_2 = 0$, $\lambda_3 \leq 0$

$\lambda_0 \neq 0$, $\lambda_1 \neq 0$ ⇒ sono effettivamente su 1 segmento

se fossi in S_2 → $S_2 = 1$

$$\lambda_0 \leq S_1 \xrightarrow{\lambda_0 \leq 0} 0$$
$$\lambda_1 \leq S_1 + S_2 \xrightarrow{\lambda_1 \leq 0+1} 1$$
$$\lambda_2 \leq S_2 + S_3 \xrightarrow{\lambda_2 \leq 1+0} 1$$
$$\lambda_3 \leq S_3 \xrightarrow{\lambda_3 \leq 0} 0$$

riesco a rappresentare fenomeni non lineari

• FINE CAP 2 LIBRO

↳ MERCATO: mercato al quale faccio riferimento
es: più difficile prevedere la domanda di scarpe in Europa piuttosto che la domanda di scarpe a Torino

25/03/2013

es1 Spesso i concetti appena visti sono sottovalutati ed aziende anche molto importanti commettono grossolani errori.
L'azienda Alfa opera nel settore della distribuzione di prodotti per l'ufficio negli USA ed ha un network di circa 600 negozi. La Alfa, a fronte della necessità di prevedere la domanda (sempre più merce da inviare in ciascun punto vendita) durante i periodi di promozione (della durata di 2 settimane), pensava di aver trovato un ottimo software perché le misure di accuratezza della previsione suggerivano un errore del 2%. Tuttavia questo errore veniva misurato in termini di fatturato complessivo per tutti i prodotti in promozione (svariate decine) sui 600 negozi.
Naturalmente l'analisi del processo previsionale era totalmente incoerente con il processo decisionale che richiedeva di decidere quante unità di ciascun prodotto inviare in ciascun punto vendita

es2 dati troppo disaggregati ci fanno fare un sacco di previsioni inutili, ossia se approvvigiono il mio negozio 1 volta alla settimana ad esempio il lunedì → non mi interessa guardare i dati giornalieri → se li guardo ho numeri inutili
↳ prima analizzo processi decisionali, poi in base a ciò prevedo

es3 azienda che fa ordini 1 volta ogni 3 mesi, LT suo fornitore = 3!
→ ordine 1 gennaio → la roba arriva entro 1 aprile
↳ ordine 1 aprile → " " " " " 1 luglio

es: ordino 300 pz 1 gennaio → 1 aprile arrivano e vado a ordinare, 1 aprile ordino 300 pz → vado a 1 luglio

dal 1 gennaio devo coprire fino al 1 luglio

time bucket = 3 mesi
↳ 1 trimestre (3 mesi) — 3+3+3+3 = 12

↳ ~~avere~~ orto: avere a disposizione una buona serie storica di domanda

es: Tiffany → agende → vendevano 2000 agende ogni anno sotto Natale, nel mese di dicembre riuscivano sempre

③ Analisi della Domanda

Comprendere i comportamenti e identificare l'andamento della domanda. Significa capire se la domanda è stazionaria o meno, se presenta delle oscillazioni stagionali, o se presenta delle oscillazioni dovute (e causate da fenomeni quali le precipitazioni, le promozioni (se li ho attivate) o la moda.

④ Scelta e parametrizzazione tecnica previsione

Scegliere, adottare, parametrizzare una tecnica esistente. Scegliere tra le tecniche di previsioni che apprenderemo nel corso, e capire la logica dietro ciascuna tecnica per saperla adottare.

Come faccio a dire questo modello funziona bene o no?
↳ devo avere qualche criterio → misure accuratezza e adeguatezza che mi permettono di capire se modello funziona bene o meno!

// molte aziende confondo decisione con previsione ⇒ previsione di 2000 pezzi → io decido di produrre 2000 pz → solitamente nei sistemi informativi non viene tenuto conto della previsione fatta ma io posso es: prevedo x ogni mese fino al 12 mese → quando sono a dicembre il mio SI si interessa solo della previsione fatta a novembre e non si cura di quelle prima → l'SI non comporta ad errori! //

⑤ Previsione

Quando mi aspetto di prevedere. Fase di generazione delle previsioni

⑥ Misura Performance

Vedere se la previsione fatta è buona o cattiva.

→ posso tornare al punto 4
es: rimetto in discussione la scelta della tecnica di previsione → infatti se ad esempio domanda di auto fino al 2008 è stata stazionaria usavo una certa tecnica, se dal 2008 in poi la domanda decresce → devo cambiare la mia tecnica di previsione

→ misure e incentivi alle persone:
se previsione è buona decido di dare un premio al lavoratore o dirgli solo bravo es: comportamento studenti sotto esame dopo incentivo.

6 del → incapacità di prevedere la mia al net 25 ← → incertezza: incertezza della d = non so dire in anticipo perfettamente come la d. si comporterà

es

Periodi

	1	2	3	4	5	6	ME	MAD	RMSE
$Y_t = D$	100	90	70	130	105	105			
$F_1 = P_1$	101	91	71	131	106	106			
$F_2 = P_2$	100	100	100	100	100	100			
Err_{P_1}							-1	+1	+1
Err_{P_2}							0	+13	+18

$$ME_{P_1} = \frac{Y_1 - F_1 + Y_2 - F_2 + Y_3 - F_3 + Y_4 - F_4 + Y_5 - F_5 + Y_6 - F_6}{6}$$

$$= \frac{(100-101) + (90-91) + (70-71) + (130-131) + (105-106) + (105-106)}{6}$$

$$= \frac{-1 -1 -1 -1 -1 -1}{6} = \frac{-6}{6} = -1$$

$$ME_{P_2} = \frac{(100-100) + (90-100) + (70-100) + (130-100) + (105-100) + (105-100)}{6}$$

$$= \frac{0 - \cancel{10} - \cancel{30} + \cancel{30} + \cancel{5} + \cancel{5}}{6} = 0$$

BIAS o ME misura la dimensione della previsione e misura se la nostra previsione sottostima (BIAS positivo) o sovrastima la domanda (BIAS negativo)

"pessimista" / "ottimista"

previsione

prevedo > dei 2 => sottostima la d.

↓ errori positivi e negativi sono nocivi per la mia azienda → introduco nuovo indicatore

3° Indicatore

RMSE

RMSE (Root Mean Squared Error) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=t}^{N} e_t^2}{N}}$
radice errore quadratico medio

le previsioni che fa meglio errori frequenti ma piccoli (contenuti) RMSE <

(sempre guardando schema di prima) → $(100-101)^2 + \ldots$ / N

$$RMSE_{P1} = \sqrt{\frac{1^2+1^2+1^2+1^2+1^2+1^2}{6}} = \sqrt{\frac{6}{6}} = \sqrt{1} = 1$$

$$RMSE_{P2} = \sqrt{\frac{0^2+10^2+30^2+30^2+5^2+5^2}{6}} = \sqrt{\frac{0+100+900+900+25+25}{6}} = \sqrt{\frac{1950}{6}} = \sqrt{325} = 18$$

RMSE misura l'accuratezza

RMSE riconosce la 1ª previsione + accurata della 2ª per come il MAD

Es in cui migliore MAD o RMSE?

	1	2	3	4	5	6	7	8	MAD	RMSE
Y_t	110	105	90	80	120	110	90	95		
$F_t^{(1)}$	100	95	100	90	110	100	100	105	10	+10
$F_t^{(2)}$	110	105	90	110	90	110	90	95	+7,5	+15

$$MAD_{F_t^{(1)}} = \frac{10+10+10+10+10+10+10+10}{8} = \frac{80}{8} = 10$$

$$MAD_{F_t^{(2)}} = \frac{0+0+0+30+30+0+0+0}{8} = \frac{60}{8} = 7,5$$

$$RMSE_{F_t^{(1)}} = \sqrt{\frac{10^2+10^2+10^2+10^2+10^2+10^2+10^2+10^2}{8}} = 10$$

- $ME_{Ft^{(1)}} = \dfrac{\sum_{i=t}^{N} e_t}{N} = \dfrac{\cancel{10}+\cancel{10}+(-\cancel{10})+(-\cancel{10})+\cancel{10}-\cancel{10}}{6} = 0$

- $ME_{Ft^{(2)}} = \dfrac{\cancel{2}+\cancel{2}+(-\cancel{2})-\cancel{2}+\cancel{2}(-\cancel{2})}{6} = 0$

- $MAD_{Ft^{(1)}} = \dfrac{\sum_{i=t}^{N} |e_t|}{N} = \dfrac{10+10+10+10+10+10}{6} = +10$

- $MAD_{Ft^{(2)}} = \dfrac{2+2+2+2+2+2}{6} = +2$

- $RMSE_{Ft^{(1)}} = \sqrt{\dfrac{10^2+10^2+10^2+10^2+10^2+10^2}{6}} = 10$

- $RMSE_{Ft^{(2)}} = \sqrt{\dfrac{2^2+2^2+2^2+2^2+2^2+2^2}{6}} = 2$

⇓

Qui MAD e RMSE e BIAS(ME) ci dicono che è migliore la previsione seconda → tuttavia è chiaro che commettere errori di 2 pezzi su una domanda media di 10 pezzi è più grave di commettere errori di 10 pezzi su una domanda media di 100 pezzi!!

probl. MAD, RMSE

Quindi essendo questi indicatori (MAD, RMSE) sensibili al livello medio della domanda introdurre misure di errori percentuali.

4°-5° Indicatori

MPE %. MPE (Mean Percentage Error) = $\boxed{\dfrac{\sum_{i=t}^{N} \frac{e_t}{y_t}}{N}}$

MAPE %. MAPE (Mean Absolute Percentage Error) = $\boxed{\dfrac{\sum_{i=t}^{N} \frac{|e_t|}{y_t}}{N}}$

previsione migliore MPE MAPE minori

Devo quindi introdurre dei nuovi indicatori che non diano enfasi agli errori nei periodi di domanda bassa.

6° - 7° Indicatori

ME%

$$ME\% (BIAS\%) = \boxed{\frac{\sum_{t=1}^{N} \frac{e_t}{N}}{\bar{Y}} = \frac{BIAS/ME}{\bar{Y}}}$$

→ precisione + precisa quando BIAS% ME% RMSE% il maggiore

MAD%

$$MAD\% = \boxed{\frac{\sum_{t=1}^{N} \frac{|e_t|}{N}}{\bar{Y}}} \quad MAD$$

$$RMSE\% = \boxed{\frac{\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N} e_t^2}{N}}}{\bar{Y}}} \quad RMS$$

↓

provando questi indicatori per l'esercizio di prima e pagina p. 64

troverò

$ME\%_{Ft(1)} = 0\%$

$ME\%_{Ft(2)} = 0\%$

$MAD\%_{Ft(1)} = 10\%$

$MAD\%_{Ft(2)} = 21\%$

ci dicono che la 1 previsione è la migliore → risolvono il contrasto tra MAD, MPE e MAPE vs

probl. ME% e MAD%

↳ non mi sanno dire mi dicono se la 1 previsione è migliore della seconda, ma solo quanto sbaglia una previsione rispetto all'altra

↳ valutano la bontà delle previsioni e non dicono se migliore o meno

↓

8° Indicatore

Statistica U di theil

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1}\left(\frac{F_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t}\right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1}\left(\frac{Y_t - Y_{t+1}}{Y_t}\right)^2}}$$

punto oscillo della domanda

$F_{t+1} = Y_t \Rightarrow$ Naive

- Osservando i due termini a numeratore e a denominatore si può fornire un'interpretazione della statistica U.

Al numeratore vi è l'errore commesso durante la nostra previsione e al denominatore vi è l'errore commesso avessimo utilizzato un metodo di previsione banale, stupido (previsione naive).

Quindi se una previsione ha una U pari > 1 → vuol dire che sto facendo peggio di un metodo di previsione molto stupido come naive!

< 1 → la mia previsione è buona, meglio della previsione stupida (naive)

$= 1$ → il mio previsore non sta aggiungendo nulla rispetto al metodo Naive.

⇓

NB → Praticamente la statistica U viene sostituita dal semplice rapporto delle performance (MAD%, RMSE%) del metodo di previsione adottato e del metodo naive ($F_{t+1} = Y_t$) considerato come punto di riferimento. es corridori

punti da svolgere

1. traslo i miei dati di domanda che ho più → faccio previsione Naive
2. Calcolo ME% (Naive), MAD% (naive), RMSE% (naive)
3. Calcolo ME%, MAD%, RMSE% sulla serie storica di Naive (es non più su 6 periodi ma su 5)
4. Faccio rapporto tra ME%, MAD%, RMSE% e ME%N, MAD%N, RMSE%N

   es $\frac{MAD\%}{MAD\%N}$ ⇒ il più piccolo → previsione migliore

⇓

esempio con dati

• GLI UTILIZZI DEGLI INDICATORI DI PERFORMANCE

Gli indicatori discussi nelle pagine precedenti possono essere utilizzati:

- per monitorare nel tempo l'andamento delle performance del metodo di previsione che si è scelto di utilizzare.
  Viene fatto per valutare la necessità di nuovi metodi di previsione o di una migliore scelta dei loro parametri

- per scegliere il metodo di previsione o i parametri più opportuni. ex CAPIRE QUAL È METODO PREV MIGLIORE → GUARDO SERIE STORICA
  L'obiettivo è quello di selezionare il metodo di previsione che garantisce le prestazioni migliori. Un approccio è quello di utilizzare la storia passata per verificare le prestazioni che il metodo avrebbe potuto generare se fosse stato utilizzato nel passato.
  Per poter effettuare questa analisi è necessario utilizzare i dati disponibili, da un lato, per generare la previsione, e dall'altro, per verificarne la bontà. • metodo quantitativo: definisco una previsione futura su una base di domanda storica → (modello) poi verifico bontà modello
  È quindi necessario individuare quale sottoinsieme dei dati disponibili verrà utilizzato per definire i parametri (FIT SAMPLE) e quale sottoinsieme dei dati verrà utilizzato per verificare la bontà del modello (TEST SAMPLE) ⟹ TRADE-OFF TRA FIT SAMPLE E TEST SAMPLE!
  - FIT sample grandi ⟹ migliore sarà la scelta dei parametri dei modelli analizzati, le loro performance
  che ciò significa TEST sample piccolo ⟹ (basso) misura delle performance del metodo di previsione poco affidabile

INDIVIDUA X DEF CONFRONT DOMANDA (FIT) TEST DATI X CAPIRE BONTÀ MODELLO (TEST)

es 1 100 osservazioni di domanda
- TEST: devo testare se il metodo funziona o no
- FIT → devo capire come si comporta la mia domanda

- misure, verifica bontà del modello poco affidabile

es 3 100 osservazioni
se FIT = 99, TEST = 1 ⟹ dall'andamento di un solo mese (magari non rispecchia ~~la~~ d nel futuro)
se FIT = 1, TEST = 99 ⟹ rischio di selezionare il metodo che ha bisogno di meno informazioni

es 2 io ho una mole di dati dal 2000 al 2008 → per far capire al mio previsore come la domanda si comporta gli do i dati di domanda del 2000 e del 2001 ⟹ quindi ⇐ FIT SAMPLE

DATI DISPONIBILI E RILEVATI — devono essere simili rispetto a ciò che mi aspetto

questi dati ormai li sono bruciati, non posso più utilizzarli nel TEST

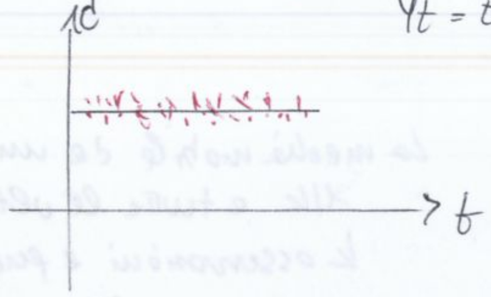
METODI TIME SERIES (analisi delle serie storiche)

1) Media mobile → Ipotesi: comportamento domanda stazionaria

previsione

$$Y_t = E(Y_t) + \varepsilon_t$$ → termine di rumore

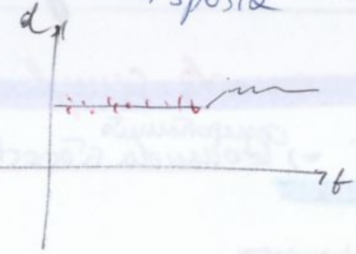
$E(Y_t)$ → valore atteso della domanda



↓ se domanda (valore atteso d) fosse fermo → se $E(Y_t) = c$

↓ se valore atteso si sposta → la roba più vecchia devo buttarla via

↓ allora considero la media delle ultime k osservazioni



media mobile → ipotesi: d stat → prev → scelta k → DIFETTI

smorz — ip — prev — scelta d — inizi — DIFETTI

Stima del livello base della d generata all'istante t

$$\boxed{B_t = \frac{\sum_{i=t-k+1}^{t} Y_i}{k}}$$

→ ultime k osservazioni di domanda → media delle

$$F_{t,h} = \frac{\sum_{i=t-k+1}^{t} Y_i}{k}$$

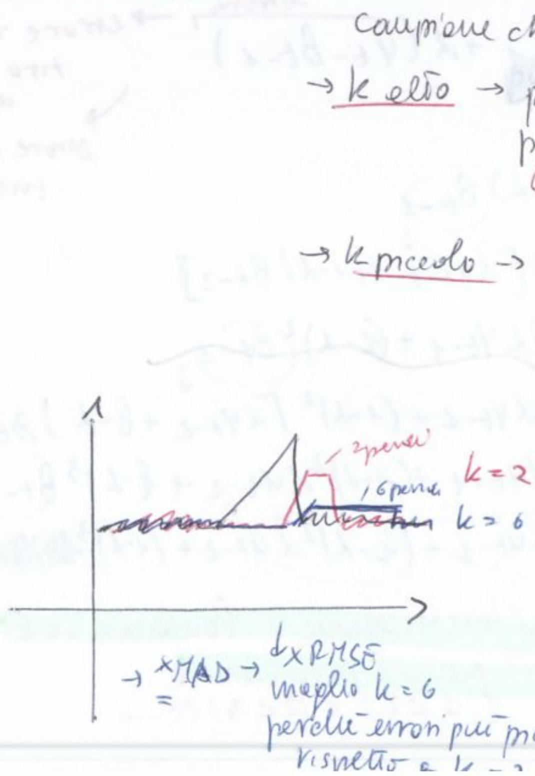
$F_{t,h} = B_t \quad \forall h$

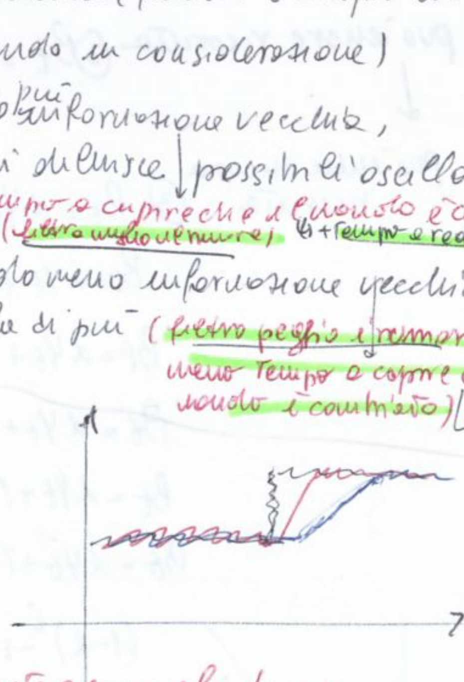
2) Come scelgo k? k è l'inerzia del sistema (quanto è ampio il campione che prendo in considerazione)

→ k alto → prendo più informazione vecchia, però mi diluisce possibili oscillazioni (più tempo a capire che il mondo è cambiato) (filtro molto il rumore) (+ tempo a reagire a cambi) (crescita / decrescita)

→ k piccolo → prendo meno informazione vecchia, balla di più (filtro peggio i rumori, ma meno tempo a capire che il mondo è cambiato) [+ tempo a reagire ai cambi della domanda] (k=2, k=6)

es





→ MAD → ↓ RMSE meglio k=6 perché errori più piccoli rispetto a k=2

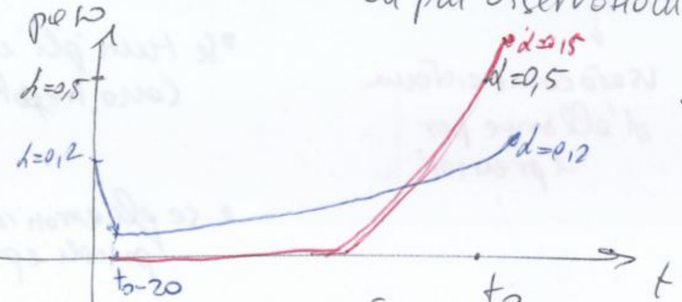
↓ in questo caso meglio k=6

(2b) **come scelgo α?** vedi (5b)

↳ $\alpha = 1$, $h = 1$ → metodo naive

↳ α alto → corrisponde ad un k basso nella media mobile, il passato remoto pesa di meno $(1-\alpha)^i$ va a [illegible], contano molto gli ultimi eventi

↳ α basso → corrisponde ad un k alto nella media mobile, ultime osservazioni pesano poco → considero di più osservazioni passate



→ come si vede dalla figura per α alto
↳ pesi vanno giù velocemente, → [illegible] passato non conta

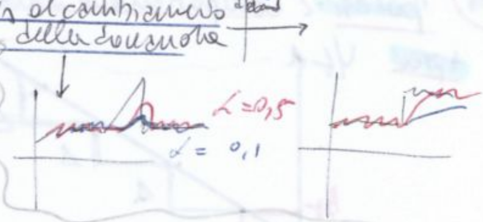
perdo piccolo → contano tantissimo nella le osservazioni passate, sistema non è reattivo

entrambi hanno bisogno di un'inizializzazione di più in locuzione

$\alpha=0,5$ → inizializzazione conta poco

$\alpha=0,2$ ← piccolo perché conta tantissimo il punto di partenza

scelta corretta di α
↳ se domanda è stabile → α basso per avere una stima più precisa, per togliere il rumore
↳ se d salta a scalini
↳ α alto per dimenticarsi del passato remoto ed essere reattivi al cambiamento della domanda



(3b) **inizializzazione metodo**

$t-I+1$ ⟷ t

campione di I dati

Y_{t-I+1} — Y_t

B_{t-I} = ? valore iniziale → $B_{t-I} = Y_{t-I+1}$

• $\boxed{B_{t-I} = 0}$ → valore nullo → sottostima il vero livello della domanda, tanto più α è basso tanto più impiegherà del tempo a dimenticarsi il valore iniziale, se α è alto no problem perché sto pesando le osservazioni passate

l'osservazione di domanda di un singolo periodo può essere molto sopra o molto sotto la media della domanda → α alto no problem
(α basso: problema perché do peso alla prima osservazione)

• $$\boxed{B_{t-I} = \frac{\sum_{t-I+1}^{t-I+l} Y_i}{l}}$$

← anziché 1 periodo prendo come valore iniziale la media dei primi l periodi

primi l periodi li utilizzo nel FIT SAMPLE → me li brucio per il FIT SAMPLE

3c) aggiornamento

caso nuovo — caso vecchio

$$\boxed{B_t = \alpha \, Y_t + (1-\alpha)(B_{t-1} + T_{t-1})} \qquad 0 \le \alpha \le 1$$

coef smorzamento

ultima osservaz di domanda

ultima previsione effettuata nel periodo precedente

media tra ultima osservazione di domanda e quello che già sapevo sul comportamento della mia domanda

$$B_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(B_{t-1})$$

↳ No perché Y_t e B_{t-1} appartengono a istanti diversi ⇒ finisco per sottostimare B_t

caso nuovo — aggiorno — caso vecchio

$$\boxed{T_t = \beta (B_t - B_{t-1}) + (1-\beta)(T_{t-1})} \qquad 0 \le \beta \le 1$$

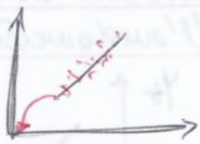
ultima osservazione del livello di crescita della domanda (ultime osservate che vedo)

ultimo valore del trend aggiornato (vecchia stima del trend)

4c) inizializzazione

i parametri da inizializzare sono 2 → B, T

Devo avere 2 dati per inizializzarli



$$T_0 = \frac{Y_2 - Y_1}{1}$$

FATTORI DI DOMANDA DETRENDIZZATA

$$B_0 = \frac{(Y_2 - 2T_0) + (Y_1 - 1 \cdot T_0)}{2}$$

rimuovere dall'osservazione 1 il trend che si è verificato

utilizzo il minimo set di informazioni utilizzabile → rischio di fare degli errori ~~es~~ stima inizializzazione $T_0 << 0$

devo ampliare il mio campione, quindi prendo le prime l osservazioni di domanda!

qual è la stagione? periodicità

eg supermercati → time bucket = giornalieri
→ stagionalità = $s = 7$ giorni

noi consoleremo → time bucket mensile → $s = \frac{12}{1}$ - time bucket - periodicità → $s = 12$ si ripete ogni 12 mesi il fenomeno → prevedere un anno?
→ periodicità annuale

B_t = quanti pezzi in media vendo in 1 mese

$$\boxed{F_{t,h} = B_t \cdot S_{t+h-s}}$$ → più recente stima della stagionalità

livello medio della domanda

S_t = nello specifico mese quanti pezzi mi aspetto di vendere ($s=2$) doppio rispetto a mese medio

$F_{1,2} = B_1 \cdot S_{-3}$ (gen, marzo; dom di dicembre 2012; stagion di marzo 2012)

se bene se prevedo per marzo 2013 sono a dicembre 2012 prevedo domanda dicembre 2012 ($4t$)
• stagionalità di marzo 2012

ma se prevedo per marzo 2014 e sono a dicembre 2012 = prevedo dom dicembre 2012 • stag di però marzo 2012
2 stagioni prima

$$\boxed{F_{t,h} = B_t \cdot S_{t+h-s\left\lfloor 1+\frac{h-1}{s} \right\rfloor}}$$ → recente stima stagionalità

livello medio della domanda

$F_{0,1} = B_0 \cdot S_{-3}$ livello medio domanda dicembre 2003; stagionalità gennaio 2003
• di dicembre 2003; gennaio 2004

prev per mese di gennaio 2004 = prev per mese di gennaio 2005 = prev mese gennaio 2006
se stagionalità annuale

(2d) Come scelgo α e γ? → come smorz esp. semplice
α molto alto è reattivo
γ molto alto → riesco ad aggiornare i fattori di stagionalità
γ lavora ogni s periodi

$l = k \cdot s$ → stagionalità
k → stagioni

- $$B_0 = \sum_{i=1}^{l} \frac{Y_i}{l}$$ → media dei primi l periodi

prendo, considero più stagioni perché meccanismo di prima è fragile. uso troppe poche stagioni

⇒ più dis periodi

- $$S_{j-s} = \frac{\sum_{k=0}^{l/s-1} Y_{J+ks}}{l/s \cdot B_0}$$ → prendo general medio e lo confronto con il mese medio

$(t-s)$

in base al time bucket definisco s ⇒ se time bucket è mensile ⇒ $s = 12$; se time bucket è trimestrale ↓ $s = 4$

VANTAGGIO: reagisce ad eventuale cambi di domanda

SVANTAGGIO: consumo più dati!

5d **difetti** l'onerosità più parametri da stimare quanto è più lunga la mia stagione in particolare quando s è grande
↳ se s = 365 faccio errore grande (time bucket giornalieri e stagionalità annuali).
↳ **alternativa**: uso time-bucket piccoli, invece di prendere solo t prendo una media pesata

più è alto s più fattori di stagionalità devo! adattare!

es di esempio: time bucket = 1, h = 1,
stagionalità = 7   FIT su 3 settimane, TEST su 5 settimane

stagioni più ordinate 3 settimane → ogni settimana

$l = k \cdot s$ = 3 stagioni (1 settimana) · 7 stagionalità (7 giorni) = 21

21: 4 volte ... 28 ↓ stop

$$B_0 = \sum_{i=1}^{l} \frac{Y_i}{l} = \frac{126 + 104 + 88 + 160 + 137 + 257 + 3\ldots}{21} = 63{,}3$$

↓ sommo di tutte le domande delle prime 3 settimane

$$S_{7-s} = \frac{\sum_{k=0}^{l/s-1} Y_{7+ks}}{B_0 \, l/s}$$

→ S_{-6} → stagionalità riferita al martedì nella settimana 0
→ S_{-5}
→ S_{-4}

(2e) scelgo $\alpha, \beta, e\ \gamma$? come smorzamento esponenziale semplice
α alto → ~~le~~ basso
β alto → le basso
γ alto → ? basso

(3e) aggiornamento

nuove stime / mix tra esp con trend e esp con stagionalità

come smorz esp con stag con T_{t-1} in più

$$\boxed{B_t = \alpha\left(\frac{y_t}{S_{t-s}}\right) + (1-\alpha)(B_{t-1} + T_{t-1})} \rightarrow \text{STAG}$$

vecchie stime B_t

come smorz esp. con trend

$$\boxed{T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1-\beta)(T_{t-1})} \rightarrow \text{TREND}$$

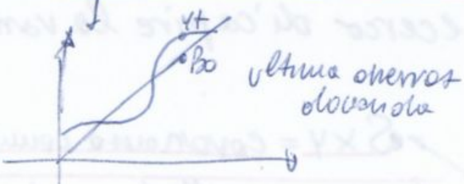
informazione vecchia

informazione nuova, livello di crescita della domanda

come smorz. esp con stagionalità

$$\boxed{S_t = \gamma\left(\frac{y_t}{B_t}\right) + (1-\gamma)(S_{t-1})} \rightarrow \text{STAG}$$

→ ultimo stagionalità



(4e) inizializzazione

se $\ell = 2s$

$$B_0 = \frac{\sum_{t=1}^{\ell}(y_t - t T_0)}{\ell} \simeq \boxed{B_0 = \frac{\sum_{i=1}^{\ell}(y_i - i T_0)}{\ell}} \rightarrow \text{TREND}$$

come inizializ smorz con trend

$$\boxed{T_0 = \frac{1}{s}\sum_{i=1}^{s} \underbrace{\frac{y_{s+i} - y_i}{s}}_{\text{somma di differenze}}}$$

$y_{s+t} - y_t$; $t=1$

con questo sto facendo la media

- r_{xy} ovvero mezzo positivo.
- $S_{xy} > 1$ — I quadrante / — III quadrante

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Premessa

Si vuole determinare una relazione tra variabili: ad esempio, si vuole capire come la domanda di gelati dipende dalla temperatura. In questo caso la temperatura viene trattata come una variabile esplicativa, in quanto spiega o contribuisce a spiegare la domanda di quel prodotto particolare.
Con la regressione lineare vedremo come costruire modelli di questo tipo, ma prima introduciamo covarianza campionaria e coef di correlazione.

Per comprendere se la domanda Y è influenzata o meno dalla temperatura atmosferica X dobbiamo avere a nostra disposizione un insieme di osservazioni di domanda e di temperature riferite allo stesso luogo nello stesso tempo.

utili per indagare il legame tra le 2 variabili

introduciamo la → covarianza camp tra x e y S_{xy} → coef correlaz camp tra x e y

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

quanto x e y covariano

x e y sono variabili casuali che dipendono dal campione

misura di quanto x e y abbiano delle rilevazioni coordinate

x e y hanno rilevazioni coordinate

Il coef di correlazione ci aiuterà a capire, con la regressione lineare, se una variabile x può migliorare la comprensione delle dinamiche che governano una variabile y (Temp → d gelati)

ma x capire la relazione non basta il coef di correlaz
ma dobbiamo costruire un modello → regres lineare

NB x e y sono variabili casuali che dipendono dal nostro campione

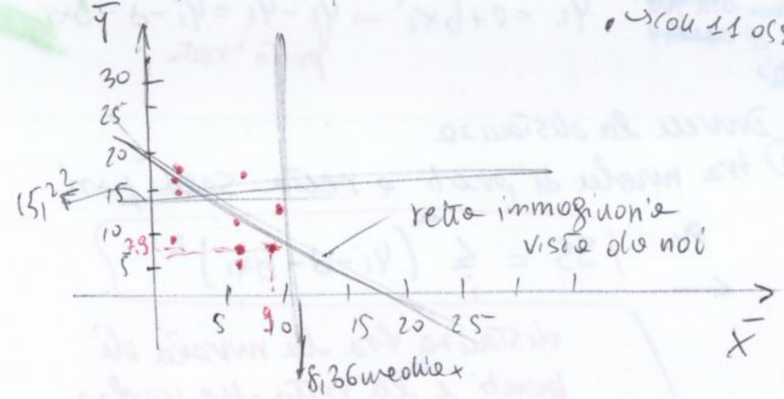
Al contrario la presenza di una correlazione forte ci segnala che le due variabili (x e y) hanno delle oscillazioni intimamente legate e quindi la variabile X potrebbe essere molto utile nel prevedere la variabile Y.

• LIMITI COEF CORRELAZIONE spiegato con un esempio

es

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	$\bar{Y}$
Temp X	9	6	10	2	7	3	2	5	6	2	5,2	
Y dom	7.9	7.5	13.6	16.8	8.1	15	9.8	12.8	15.8	12.7		12,5

• → con 11 osservazioni



→ possiamo riscontrare un coef di correlazione negativo pari a $\boxed{-0,47}$ e quindi saremmo indotti a pensare che un aumento di temperatura abbia un effetto negativo sulla domanda.

Tuttavia se al campione precedente aggiungiamo un'undicesima osservazione di domanda decisamente superiore alle precedenti le conclusioni cambiano: il coef di correlazione diviene positivo (0.89) e prossimo a 1.

i	9	10	11
X	6	2	40 → Temp
Y	15.8	12.7	42.5 → dom

$$r_{XY} = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\cdot\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}}$$

→ Con ciò direi che un aumento della temperatura in media comporta un significativo aumento della domanda.

Ma ciò è sbagliato perché solo nell'unico caso in cui la temperatura è al di sopra della media la domanda s'impenna (non più negativa la domanda)

quindi tutto ciò produce che ≠ un aumento della temperatura non comporta in media un aumento della d.

es: quando T=2 x=2 d=16.8

Soluzione

Un punto significativo fuori del comportamento medio fa aumentare il coef. → correlazione tra x e y dipende solo dal nostro punto fuori media → Problema

⇓ EFFETTO leva/punto

3b) (87)

$$\frac{\delta SS}{\delta b} = -\sum_{i=1}^{n} 2(y_i - a - bx_i)x_i$$

$\hookrightarrow 0-0-x_i = b = 1$

$$\cancel{-}\sum_{i=1}^{n} \cancel{2}(y_i - a - bx_i)x_i = \phi$$

ciò che ho trovato prima

$$\hookrightarrow \sum_{i=1}^{n}(y_i - a - bx_i)x_i = \phi$$

$\hookrightarrow a = \bar{y} - b\bar{x}$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i\left(y_i - \boxed{(\bar{y} - b\bar{x})} - bx_i\right) = \phi$$

$$\hookrightarrow \sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - \bar{y} + b\bar{x} - bx_i) = \phi$$

$\hookrightarrow$ raccolgo $(y_i - \bar{y})$ e x_i e $\bar{x}$

$$\hookrightarrow \sum_{i=1}^{n} x_i\left[(y_i - \bar{y}) + b(x_i - \bar{x})\right] = \phi$$

$\hookrightarrow$ moltiplico

$$\hookrightarrow \sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - \bar{y}) - \sum_{i=1}^{n} x_i b(x_i - \bar{x}) = \phi$$

$$\hookrightarrow \sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^{n} x_i b(x_i - \bar{x})$$

$\hookrightarrow$ tiro fuori b

$$\hookrightarrow \sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - \bar{y}) = b\sum_{i=1}^{n} x_i(x_i - \bar{x})$$

$$\hookrightarrow \boxed{b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n} x_i(x_i - \bar{x})}}$$

$\rightarrow$ INTERPRETAZIONE MATEMATICA di b!

altro modo, formula per calcolare b

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \bar{y}}{\sum_{i=1}^{n} x_i x_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2}$$

$n \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \bar{x}$

$n \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \bar{x}$

altro modo, formula per calcolare b DAL PUNTO DI VISTA GEOMETRICO

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - \bar{y}) - \sum_{i=1}^{n} \bar{x}(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n} x_i(x_i - \bar{x}) - \sum_{i=1}^{n} \bar{x}(x_i - \bar{x})}$$

— sottraggo 2 termini nulli

es: 2 3 5 2 $\rightarrow \bar{y} = \frac{12}{4} = 3$

$\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y}) = (2-3) + (3-3) + (5-3) + (2-3)$

$= -1 + \phi + 2 - 1 = 0 \Leftrightarrow \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y}) = 0$

$\hookrightarrow$ comuni

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})} = \frac{\cancel{(n-1)}S_{xy}}{\cancel{(n-1)}S_x^2} \Rightarrow \frac{r_{xy} S_x S_y}{S_x^2} = \frac{r_{xy} S_y}{S_x}$$

S_{xy} S_x

$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$

può bello ... punti

può bello 4 fra ... punti

Dio conosce la retta!!
Noi esseri umani scegliamo una retta $y = a + bx$ e saremo manipolando a sarà vicino ad α e b sarà vicino a β, perché in base al campione osservato l'uomo deve stimare a e b. a = stimatore di α
b = " " β

NB
→ stimatore non distorto stimatore se $E(b) =$ parametro sconosciuto β

* CARATTERISTICHE DESIDERABILI DEGLI STIMATORI { valore atteso dello stimatore a deve essere $= \alpha$
" " " " b " " $= \beta$

(1) $E(b) = \beta$?

noi sappiamo che
$$\boxed{b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}}$$
quella formula x interpretazione geometrica

$y = \alpha + \beta x$
$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\left[\cancel{\alpha}+\beta x_i+\varepsilon_i-(\cancel{\alpha}+\beta\bar{x}+\bar{\varepsilon})\right]}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha+\beta x_i+\varepsilon_i}{n}$$
$$= \frac{\sum_{i=1}^{n}\alpha}{n} + \frac{\sum_{i=1}^{n}\beta x_i}{n} + \frac{\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i}{n}$$
$$= \alpha + \beta\bar{x} + \bar{\varepsilon}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\left[\beta(x_i-\bar{x})+(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})\right]}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\beta(x_i-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2} + \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}$$

$$= \beta\,\frac{\cancel{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(x_i-\bar{x})}}{\cancel{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}} + \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}$$

valore atteso di b
$$E(b) = \beta + E\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\right)$$
v.casuale — numero

$\frac{1}{\text{numero}}$ · valore atteso v.casuale

$$E(b) = \beta + \frac{1}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\,E\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\cdot(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})\right)$$
valore atteso della Σ = Σ dei valori attesi

$$E(b) = \beta + \frac{1}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\cdot\sum_{i=1}^{n}E\left[(x_i-\bar{x})\cdot(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})\right]$$
numero — variabile casuale

↳ valore atteso di $b-\beta$

$$E[(b-\beta)^2] = var\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\right)$$

$$= var\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i) - \cancel{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\bar{\varepsilon}}}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\right) \quad 0$$

$$= var\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i)}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\right)$$

porto fuori $[\ ]^2$

$$= \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right]^2} VAR\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\varepsilon_i\right)$$

$Var(\varepsilon_i) = 6_\varepsilon^2$

$Var(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i^2) - [E(\varepsilon_i)]^2 = 0$

$$= \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right]^2} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2 6_\varepsilon^2 + \cancel{0\ \text{covarianza}}\right)$$

ipotesi: $var(\varepsilon_i) = 6_\varepsilon^2$

$Var(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i^2) - [E(\varepsilon_i)]^2$, $E(\varepsilon_i) = 0$

$$\boxed{E[(b-\beta)^2] = VAR(b-\beta) = \frac{6_\varepsilon^2 \sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right]^2}}$$

scarto errore estimatori

$$S_{Beb} = \frac{6_\varepsilon}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}}$$

Osservazioni

↳ la accuratezza dipende dalla variabilità dell'prelievo

→ se 6_ε tende a zero i punti osservati (più è basso 6_ε meglio è) saranno precisi sulla retta di b/o

→ a cambiare di n il denominatore cresce e quindi l'errore che faccio è più basso

→ meglio avere osservazioni di x ben spalmate

3 DIMOSTRAZIONE COVARIANZA $(\beta - b), (\bar{x}, \varepsilon) = \emptyset$

porto fuori $\bar{x}$

$$\bar{x}\,\mathrm{cov}\left((\beta - b), \bar{\varepsilon}\right) = \emptyset$$

$$\bar{x}\,\mathrm{cov}\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\,\varepsilon_i}{\boxed{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}}, \frac{\sum_{j=1}^{n}\varepsilon_j}{\boxed{n}}\right)$$

porto fuori

← quando questo covaria con questo?

$$\frac{\bar{x}\,\mathrm{cov}}{n\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\,\varepsilon_i, \sum_{j=1}^{n}\varepsilon_j\right)$$

i termini $\boxed{i \text{ e } j}$ sono indipendenti e quindi non hanno covarianze, quindi rimangono solo i termini di varianze.

$$\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})\,\mathrm{VAR}(\varepsilon_i)\right)$$

σ_ε

$$= \underbrace{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})}_{=0}\,\sigma_\varepsilon^2$$

$$\boxed{= 0}$$

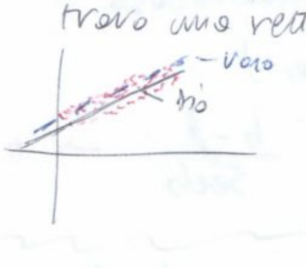
$$\mathrm{Var}(a-\alpha) = \mathrm{var}\left(\bar{x}(\beta - b) + \bar{\varepsilon}\right)$$

CONTRIBUTI

caso in cui $\mathrm{VAR}\left(\cancel{(\beta - b)}\,\bar{x} + \bar{\varepsilon}\right)$

$b = \beta$

→ ho creato io uomo una retta // alla retta di pop se scostamento è $= 0$, trovo una retta // che sta sopra



Ci sarebbe la possibilità di avere una retta sopra o sotto la retta di pop

Caso in cui $\bar{\varepsilon} = 0$ $\mathrm{VAR}\left((\beta - b)\bar{x} + \cancel{\bar{\varepsilon}}\right)$

→ ho dei punti che stanno né sopra né sotto la retta di pop

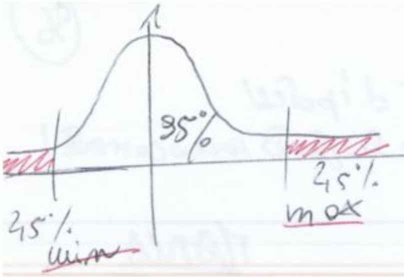
→ un po' sopra e un po' sotto

$y = \alpha + \beta x$

$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$

$\bar{y} = \alpha + \beta \bar{x} + \cancel{\bar{\varepsilon}} = 0$

$\bar{y} = \alpha + \beta \bar{x}$ → il baricentro si trova nella retta degli uomini e nella retta di pop



→ in questo caso ho un intervallo di affidabilità del 95%

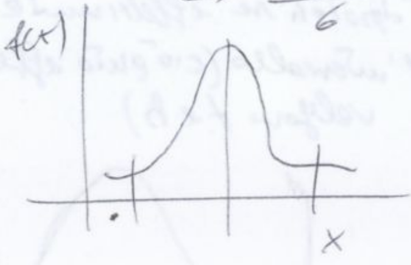
MANCA M STUD

ora $\mathbb{P}\left(-t_{n-2,\,97,5} \le \frac{b-\beta}{\text{Seeb}} \le t_{n-2,\,97,5}\right) = 95\%$

standardizzato → $\boxed{2{,}26}$

$\mathbb{P}(-b - t_{n-2} \cdot \text{Seeb} \le \beta \le b + t_{n-2} \cdot \text{seeb}) = 95$

$\to \frac{x-\mu}{\sigma}$



$\mathbb{P}(\min \le x \le \max) = 95\%$

$\mathbb{P}\left(\frac{\min-\mu}{\sigma} \le \frac{x-\mu}{\sigma} \le \frac{\max-\mu}{\sigma}\right) = 95\%$

standardizzata

- Gli stessi valori di min e max soddisfano entrambe le probabilità.

$\mathbb{P}\left(-t(97,5) \le \frac{x-\mu}{\sigma} \le z(97,5)\right)$

↳ trovo t sulle tavole

$\mathbb{P}(\mu - z(97,5)\sigma \le x \le \mu + z(97,5)\sigma) = 95\%$

$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} x_i / n \Rightarrow x_i \sim (\mu, \sigma)\ \forall i \sim \bar{x} = N\left(\mu, \frac{\sigma}{n}\right)$

⇒ APPLICATO AL NOSTRO ESEMPIO

$\frac{a-h}{\text{Seea}} \Rightarrow \frac{b-\beta}{\text{seeb}} \to$ intervallo di confidenza del 95%

$\mathbb{P}\left(-t(97,5) \le \frac{a-h}{\text{Seea}} \le t(97,5)\right) = 95\%$

$\mathbb{P}\left(a - t(97,5) \le \frac{d}{\text{Seea}} \le a + t(97,5)\right) = 95\%$

con a, h, seea → $\mathbb{P}(a - t(97,5) \cdot \text{Seea} \le d \le a + t(97,5) \cdot \text{Seea}) = 95\%$

e b, β e Seeb → $\mathbb{P}(b - t(97,5) \cdot \text{Seeb} \le \beta \le b + t(97,5) \cdot \text{Seeb}) = 95\%$