Meglio un UOVO OGGI o UNA GALLINA DOMANI?

Breve introduzione alla Revenue Management

Giovanni Andreatta

Meglio un UOVO oggi o una GALLINA domani?

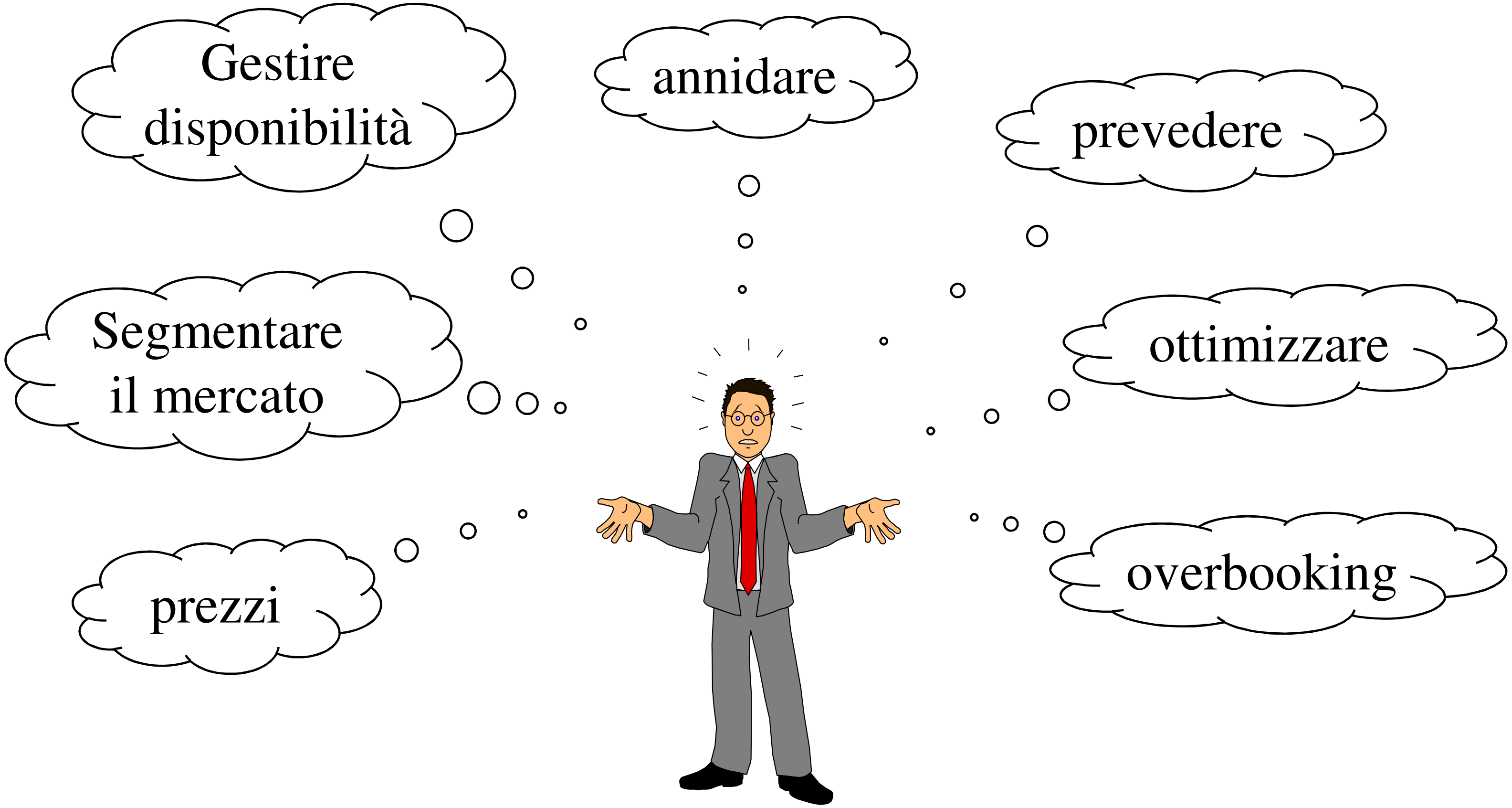
Breve introduzione alla Revenue Management

Giovanni Andreatta

17 gennaio 2020

Perche' tanti prezzi diversi per lo stesso biglietto?

Cos'è la Revenue Management?



Definizioni di *Revenue Management*

- Vendere il posto *giusto* al cliente *giusto* al prezzo *giusto* al momento *giusto* (American Airlines 1987)

- Spremere la maggior quantità possibile di denaro dai clienti

- Gestione e controllo, integrati, di prezzi e capacità (disponibilità) in modo da massimizzare la redditività dell'azienda

Storia della *Revenue Management*

- Prima del 1978: CAB (Civil Aeronautics Board)

- RM è stata inventata dalle più importanti compagnie aeree USA dopo la *deregulation* (1978) per competere con le nuove compagnie *low cost (es. People Express)*

- Praticare gli stessi prezzi bassi non era possibile a causa della struttura dei costi (fissi)

- La tariffa *super saver* della American Airlines fu la prima tariffa scontata soggetta a controllo della capacità

Storia della *Revenue Management*

- RM consentì alle compagnie di proteggere il settore di alta gamma e di competere simultaneamente con le nuove compagnie low cost nella fascia bassa

- *OGGI:*
  Da strumenti artigianali a strumenti scientifici: esistono strumenti di RM molto sofisticati. Nessuna compagnia aerea potrebbe sopravvivere senza una qualche forma di RM

- Altri settori industriali hanno adottato la RM: hotel, car rental, cruise lines ecc.

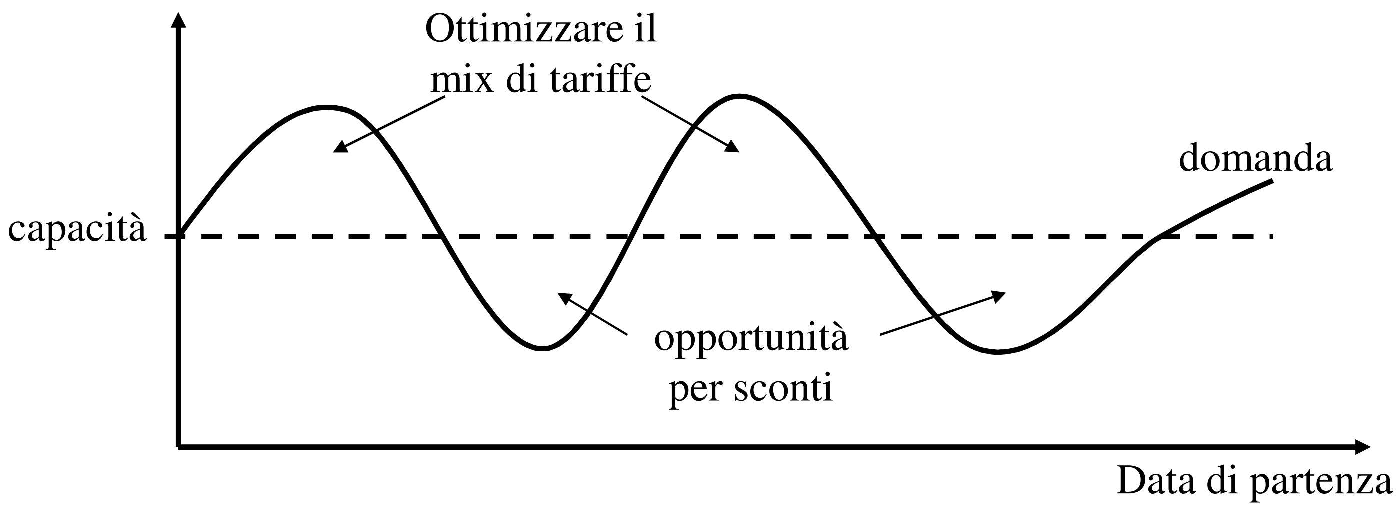
Condizioni per applicare la RM

RM è efficace se:

- Il prodotto è deperibile e può essere venduto in anticipo
- La capacità è limitata e non può essere aumentata facilmente
- Il mercato/clienti possono essere segmentati
- I costi variabili sono bassi
- La domanda è aleatoria e ignota al momento di prendere decisioni

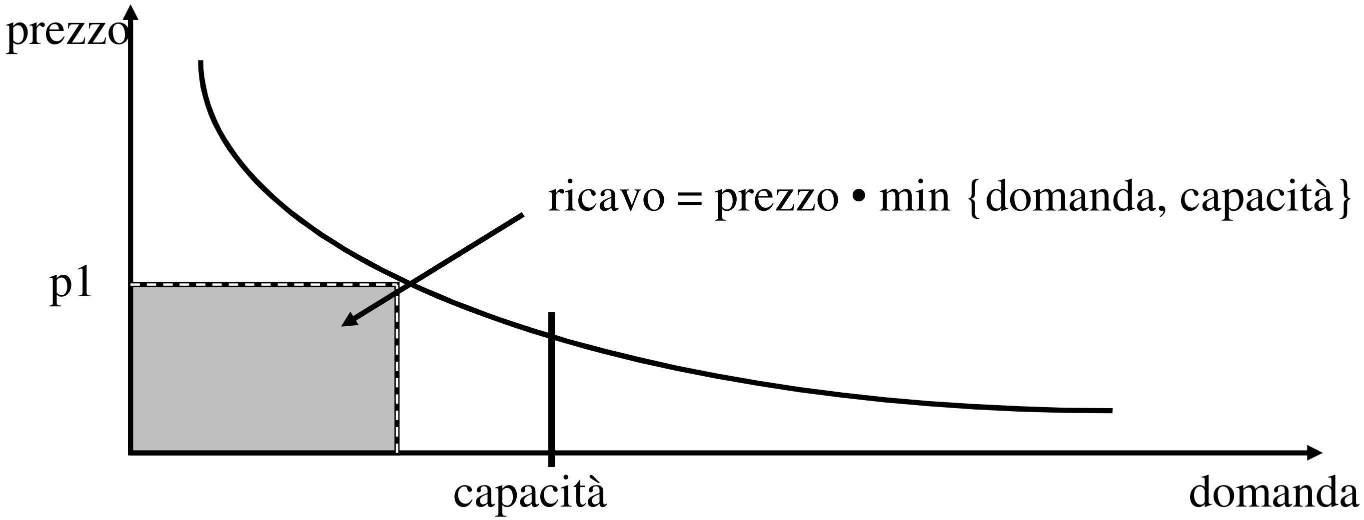
RM e prezzi

- Un possibile scopo è quello di *gestire* la domanda a fronte di una capacità *fissata*
- Riservare più posti per clienti a tariffa alta nei voli *pieni* e incentivare la domanda dei clienti di fascia bassa sui voli *vuoti*



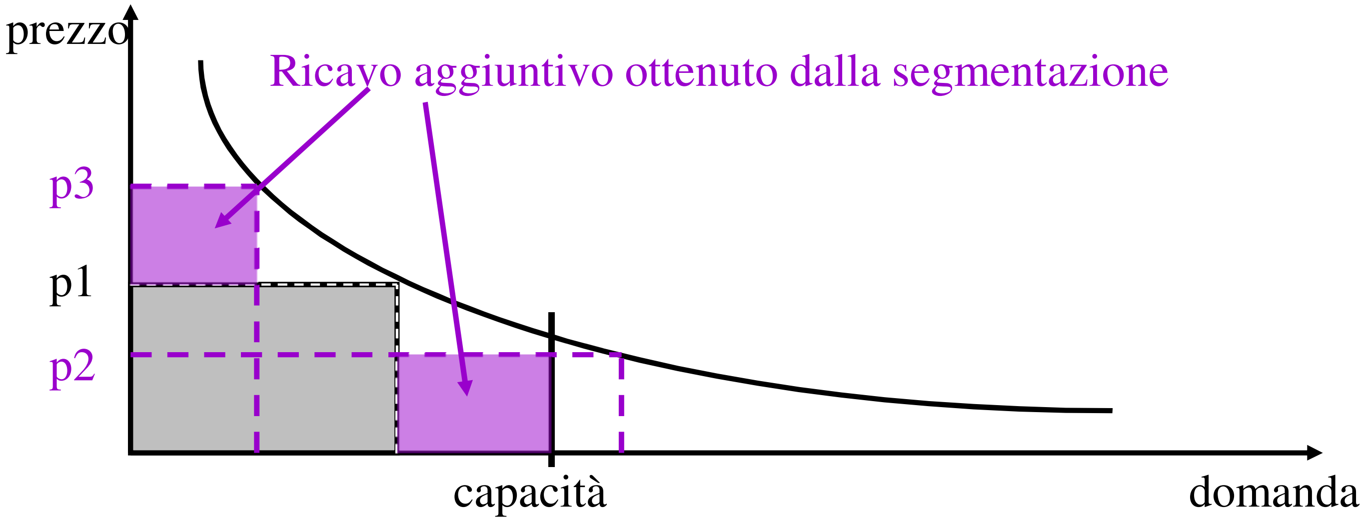
Curva di domanda

• Un singolo prezzo NON massimizza il ricavo



Segmentazione del mercato

- I passeggeri sono molto eterogenei in termini di bisogni e disponibilità di spesa
- Un singolo prezzo NON massimizza il ricavo



Classi tariffarie

- **A, F, P** : First Class (**Prima classe**)
- **J,C,D** Full Fare Business **(Business piena)**
- **D,I,Z** Discounted Business **(Business scontata)**
- **W,E** Premium Economy **(Economica premium)**
- **Y,B,M,H** Full Fare Economy **(Economica)**
- **K,L,Q,V,W,U,T,X,N,O,S** Discount Economy **(Economica Scontata)**

- N.B.: Possono cambiare da compagnia a compagnia

Revenue - Yield - Load Factor

- Massimizzare il ricavo (*revenue*) è un gioco di bilanciamento fra obiettivi opposti: massimizzare la resa (*yield*) e il fattore di carico (*load factor*)

- Periodicamente si alternano le strategie: aumentare il "*load factor*" e aumentare lo "*yield*"

- Ci sono molte combinazioni di load factor e yield che danno lo stesso ricavo

Revenue Management Dilemma:
è meglio un uovo oggi o una gallina domani?

- I passeggeri business (tariffe alte) di solito prenotano più tardi rispetto ai passeggeri occasionali (tariffe basse)

- Accetto oggi la prenotazione di un posto a €300 o aspetto per una potenziale prenotazione a €400?

- La maggior parte delle decisioni in RM sono basate su un bilanciamento fra rischi, costi, e opportunità

Problema a 2 classi

- 2-Classi: clienti discount *(d)* e full fare *(f)*
- $p_f > p_d > 0$
- Ipotesi: *d* pax prenotano prima di *f* pax
- Qual è il *booking limit* per i d pax?
- Qual è il *protection level* per gli f pax?
- Semplificazione: consideriamo solo la *revenue*

Rischi

- Booking limit troppo basso➔ posti vuoti (biglietti invenduti)
- Booking limit troppo alto➔ negare posti agli *f* pax (che pagherebbero di più)
- Data la capacità *C* confrontiamo due diversi booking limits: b-1 e b

Cambio di revenue Δ (cambiando da b-1 a b)

- Se:
  - $D_d \leq b-1 \rightarrow \Delta = 0$
  - $D_d \geq b$ e $D_f \leq C-b \rightarrow \Delta = p_d$
  - $D_d \geq b$ e $D_f > C-b \rightarrow \Delta = p_d-p_f$
- $\Delta = 0*F_d(b-1)+p_d*(1-F_d(b-1))*F_f(C-b)+$
  $(p_d-p_f)*(1-F_d(b-1))*(1-F_f(C-b))$

Cambio di revenue Δ (cambiando da b-1 a b)

- $\Delta = 0 * F_d(b-1) + p_d * (1-F_d(b-1)) * F_f(C-b) + (p_d - p_f) * (1-F_d(b-1)) * (1-F_f(C-b))$
- $\Delta = (1-F_d(b-1)) * [p_d - p_f * (1-F_f(C-b))]$

➔

- $\Delta \geq 0 \Leftrightarrow p_d / p_f \geq 1-F_f(C-b)$
- Il segno di Δ non dipende da F_d !
- C-b = *Protection level* per *f* pax

Regola di Littlewood

- Il *booking limit* ottimale b* per i d pax è tale che:

  $$1-F_f(C-b^*) = p_d/p_f$$

- Equivalentemente, il *protection level* ottimale y* per gli f pax è tale che:

  $$1-F_f(y^*) = p_d/p_f$$

- Assumendo la stretta monotonia di $F_f(.)$:

  $$y^* = MIN\ [C;\ F_f^{-1}(1-p_d/p_f)]$$

Esempio

- Se una compagnia aerea ha posto un discount booking limit ottimo = 80 su un aeromobile da 150 posti, qual è il b.l. ottimo per i *discount pax* su un aeromobile da 100 posti sullo stesso volo?

Esempio

- Se una compagnia aerea ha posto un discount booking limit ottimo = 80 su un aeromobile da 150 posti, qual è il b.l. ottimo per i *discount pax* su un aeromobile da 100 posti sullo stesso volo?
- $y^* = 70$
- $b^* = 100-70 = 30$

Regola di Littlewood

- b^* and y^* sono indipendenti dalla distribuzione di D_d (domanda discount)!!
- Supponendo che D_f sia $N(\mu=50; \sigma=100)$, e $C=100$: qual è il booking limit ottimale b^* se
    - $p_d/p_f = 0.4$?
    - $p_d/p_f = 0.5$?
    - $p_d/p_f = 0.6$?

Valori di b e $1\text{-}F_f(C\text{-}b)$ $p_d/p_f = 0.4$

b	1-Ff(C-b)	b	1-Ff(C-b)	b	1-Ff(C-b)
24	0.397	49	0.496	75	0.599
25	0.401	50	0.500	76	0.603
26	0.405	51	0.504	80	0.618
30	0.421	55	0.520	85	0.637
35	0.440	60	0.540	90	0.655
40	0.460	65	0.560	95	0.674
45	0.480	70	0.579	100	0.691

b* = 25

Valori di b e 1-F_f(C-b) $p_d/p_f = 0.5$

b	1-Ff(C-b)	b	1-Ff(C-b)	b	1-Ff(C-b)
24	0.397	49	0.496	75	0.599
25	0.401	50	0.500	76	0.603
26	0.405	51	0.504	80	0.618
30	0.421	55	0.520	85	0.637
35	0.440	60	0.540	90	0.655
40	0.460	65	0.560	95	0.674
45	0.480	70	0.579	100	0.691

b* = 50

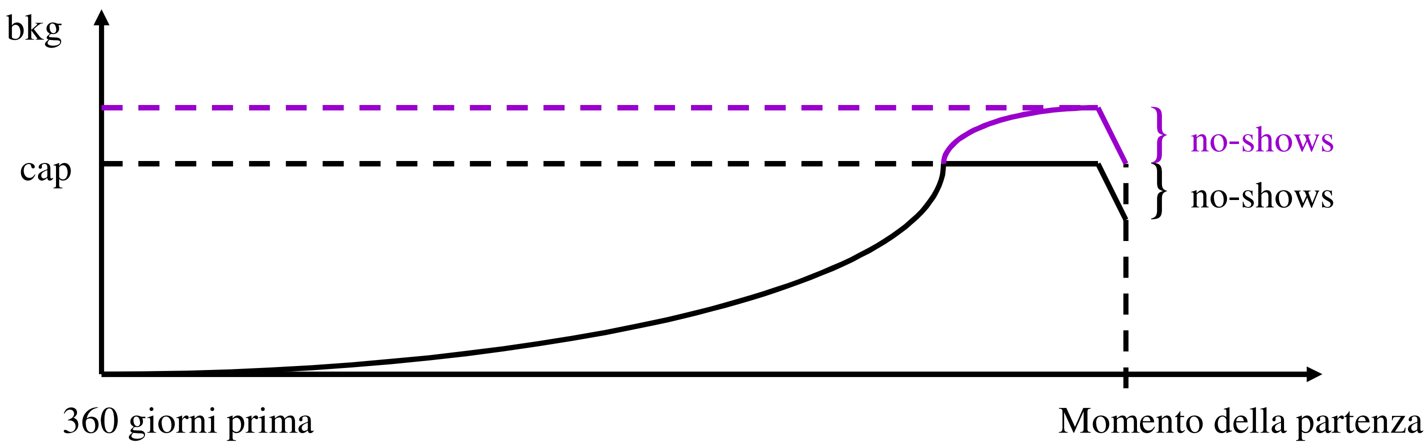
Valori di b e 1-F_f(C-b) $p_d/p_f = 0.6$

b	1-Ff(C-b)	b	1-Ff(C-b)	b	1-Ff(C-b)
24	0.397	49	0.496	75	0.599
25	0.401	50	0.500	76	0.603
26	0.405	51	0.504	80	0.618
30	0.421	55	0.520	85	0.637
35	0.440	60	0.540	90	0.655
40	0.460	65	0.560	95	0.674
45	0.480	70	0.579	100	0.691

b* = 76

Overbooking

- Un certo numero di pax prenotati (circa 13%) non si presentano alla partenza a causa di
  - Doppie prenotazioni
  - Malattie, imprevisti, mancate coincidenze, ecc.
- Overbooking è stata una delle prime misure di RM adottate per bilanciare i pax no-shows (anni 70)



Premessa

Secondo Smith, Leimkuhler e Darrow, Yeld Management at American Airlines, *Interfaces*, 22, 8-31, 1992:

- Nel trasporto aereo il 50% delle prenotazioni dà origine a:
  - **Cancellazioni**
  - **No show**
- Senza *overbooking* il 15% dei posti resterebbe invenduto

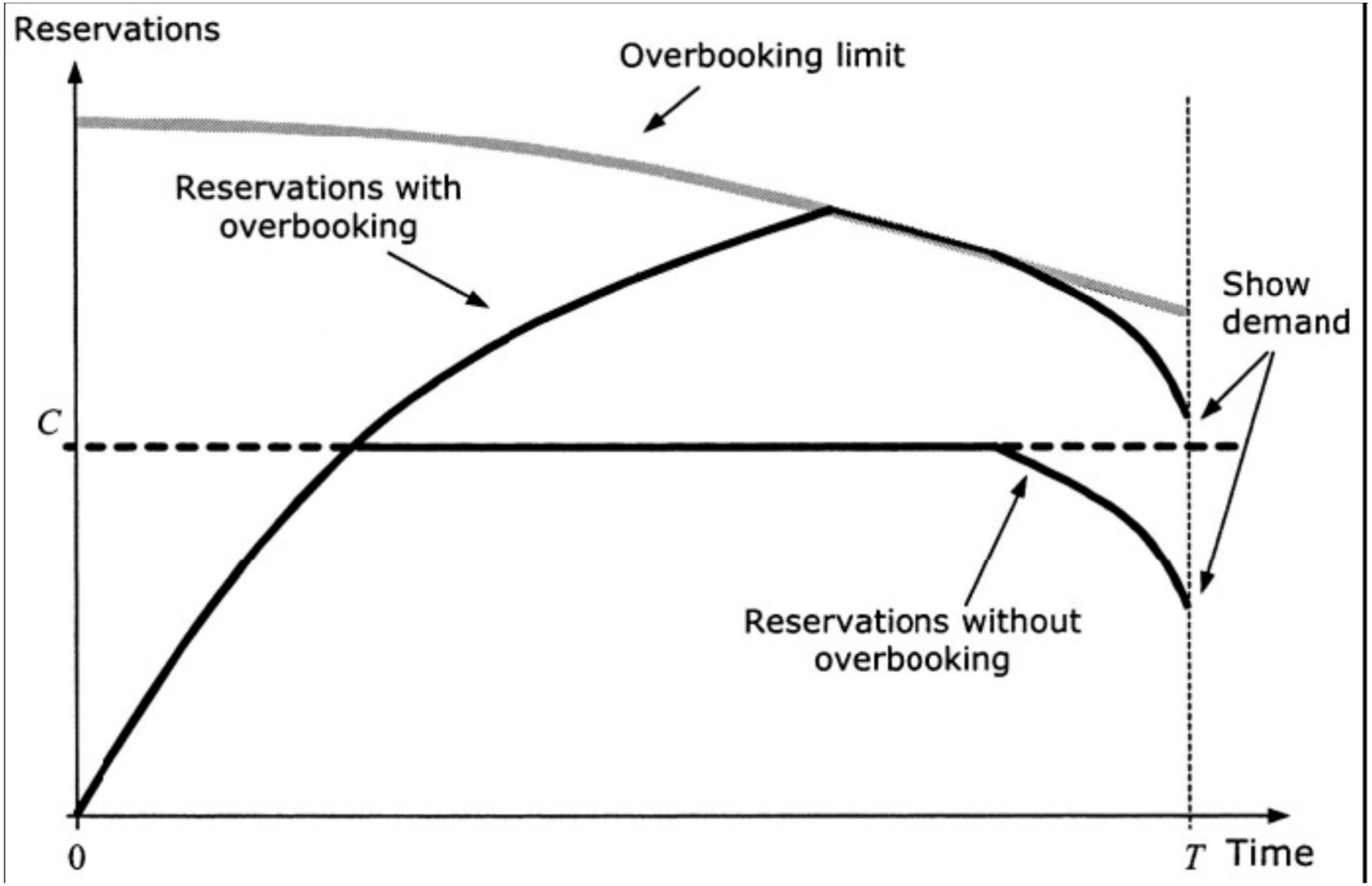
Esigenza

Bilanciare i rischi di:

1. Rifiutare l'imbarco (troppe prenotazioni accettate)
2. Mancato guadagno (troppo poche prenotazioni accettate)

Soluzione:

- Overbooking
- Penalità per la cancellazione


Reservations
Overbooking limit
Reservations with overbooking
Show demand
C
Reservations without overbooking
0
T
Time

Breve Storia

- Prima del 1961 l'overbooking era praticato ma in modo clandestino
- Nel 1961 la CAB (Civil Aeronautic Board) registrava un tasso di no-show di 1 su 10
- CAB implementò una penalità del 50% in caso di rifiuto dell'imbarco
- Nel 1965 la penalità fu aumentata al 100%

Ralph Nader

- Nel 1972 gli venne rifiutato l'imbarco su un volo della Allegheny. R.N. fece causa e vinse, ottenendo un compenso di 25.000$.
- La CAB decise:
  - Un imbarco rifiutato comporta una penalità del 200%
  - Le compagnie aeree debbono verificare se ci sono passeggeri disposti a rinunciare (dietro compenso)
  - Il pubblico deve sapere che le compagnie praticano l'overbooking
  - Su ogni biglietto venne stampato un avviso

A chi negare il servizio?

- *FCFS* sembra una buona politica (si incoraggiano i passeggeri ad arrivare presto)
- Nell'industria alberghiera presenta controindicazioni:
  - È più difficile trovare una sistemazione alternativa
  - Di solito chi arriva tardi è per lo più clientela di tipo business (da non scontentare …)

Politica attuale

- Si cercano dei volontari (studenti, ecc.)
- Eventualmente si offrono alternative per creare il minimo di insoddisfazione

- Attualmente si registrano:
  - 15 – 20 passeggeri su 10.000: NON imbarco volontario
  - 0,5 – 1,5 passeggeri su 10.000: NON imbarco forzato

Overbooking si applica quando:

- Capacità limitata e deperibile, prenotazioni accettate per il futuro;
- Clienti possono cancellare o “no show”
- Costo di negare il servizio relativamente basso

Compagnie aeree, catene alberghiere, crociere, spot televisivi …

Modello e notazioni

- C = capacità
- b = Booking limit ($b > C$)
- s = no. Clienti che si presentano
- $b-s$: no. Clienti "no show"
- $\varrho = s/b$ = "show rate"
- Se $s < C$, tutto OK
  - p = prezzo che paga ciascuno
- Se $s > C$, $s-C$ clienti sono "denied"
  - D = compenso per servizio negato (= Denied)

Ipotesi cruciali
(saranno rilasssate pù tardi)

- Ignoriamo “cancellazioni”
- Ogni cliente paga lo stesso prezzo p
- Solo chi utilizza il servizio paga

Approcci risolutivi

- Euristica deterministica
- Politiche “risk based”
- Politiche “service level”
- Politiche ibride

Euristica deterministica

$b = C/\varrho$

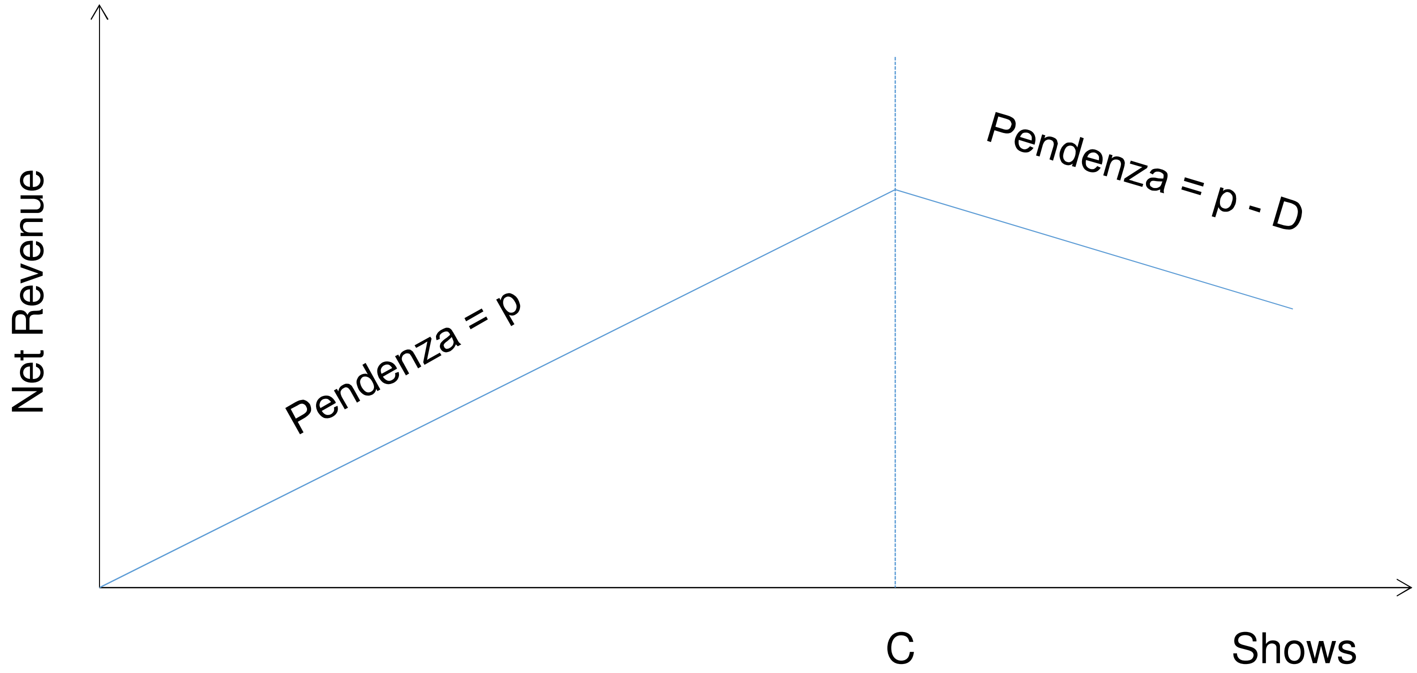
- Esempio:

Hotel con C = 250 stanze, ϱ = 85%

b = 250/0,85 = 294 prenotazioni accettate

Politica "risk based"

- Net Revenue $R = ps - D(s-C)^{+}$



Probabilità

- d = No. di prenotazioni richieste (= demand)
- $F(d)$ = Funzione di ripartizione di d

- x = No. di "no show" = $b - s$
- $G(x)$ = Funzione di ripartizione di x

- Quesito: dovendo scegliere fra b e $b+1$, cosa conviene?

Albero decisionale

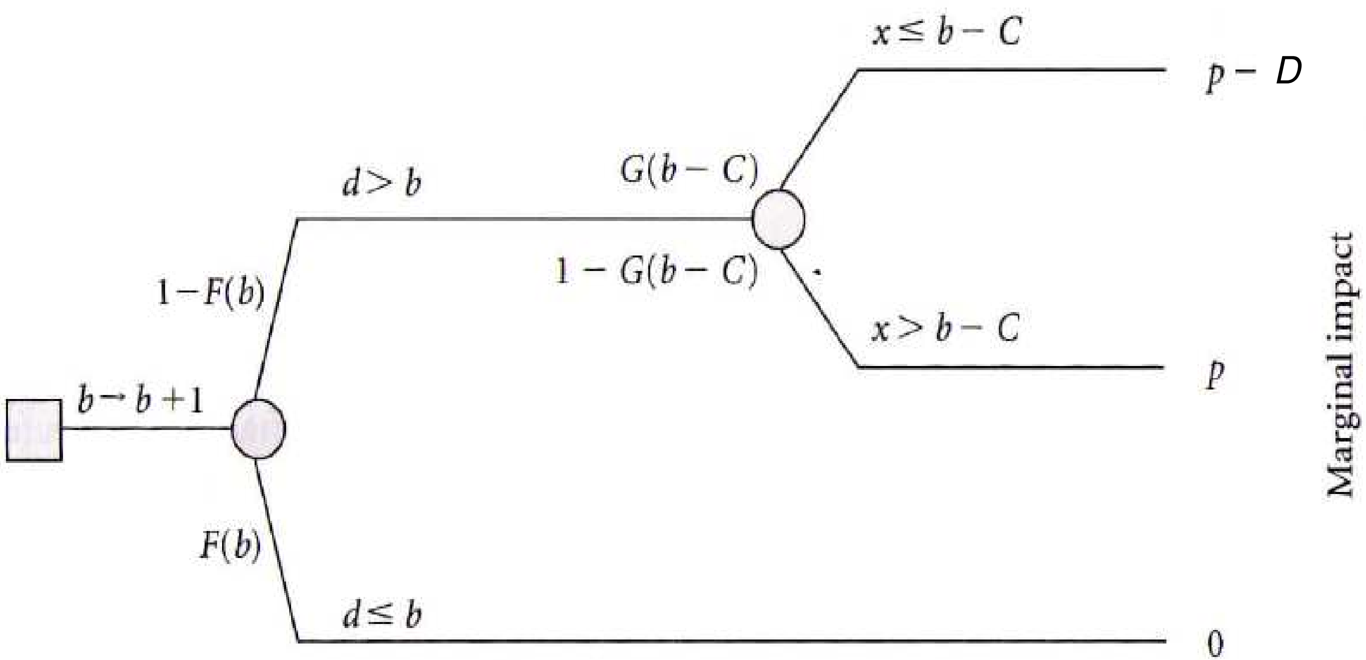


Figure 9.2 Decision tree to determine optimal booking limit in the simple risk-based model.

Nota sull'albero precedente

- Se $d>b$ e $x \leq b-C$ $\Rightarrow$ $s(b+1) = b+1-x \geq C+1$, mentre $s(b) = b-x \geq C$
- La differenza fra $s(b+1)$ e $s(b)$ è un passeggero in esubero rispetto alla Capacità e quindi ricevo p ma pago D

b+1 è meglio di b se

$(p-D)*G(b-C)*[1-F(b)] + p*[1-G(b-C)]*[1-F(b)] + 0*F(b) > 0$

$$\Leftrightarrow$$

$[p - G(b-C)*D]*[1-F(b)] > 0$

$$\Leftrightarrow$$

$p/D > G(b-C)$

N.B: NON dipende da F(.)!!

Algoritmo per SRBM (Simple Risk Based Model)

1. Inizializza ponendo $b=C$
2. Se $p/D \leq G(b-C)$ Stop. Il b corrente è ottimo.
3. Se $p/D > G(b-C)$ aggiorna $b \leftarrow b+1$ e vai al passo 2.

Esempio

Volo con C=100 posti; p=120€; D=300€

➔ p/D = 0.4

x è distribuito come una Bi(20; 0.42)

➔E(X) = 8.4

Soluzione si ricava dalla tabella

b	b-C	G(b-C)	Pax Revenue	Expected DBs	Exp. DB cost	Exp. Net Revenue
100	0	0,00	€ 10.992	0,00	€ 0,00	€ 10.992
101	1	0,00	€ 11.112	0,00	€ 0,01	€ 11.112
102	2	0,00	€ 11.232	0,00	€ 0,09	€ 11.232
103	3	0,01	€ 11.352	0,00	€ 0,73	€ 11.351
104	4	0,03	€ 11.472	0,01	€ 3,78	€ 11.468
105	5	0,09	€ 11.592	0,05	€ 14,25	€ 11.578
106	6	0,20	€ 11.712	0,14	€ 41,91	€ 11.670
107	7	0,35	€ 11.832	0,34	€ 100,68	€ 11.731
108	**8**	**0,52**	**€ 11.952**	**0,68**	**€ 204,52**	**€ 11.747**
109	9	0,69	€ 12.072	1,20	€ 361,39	€ 11.711
110	10	0,83	€ 12.192	1,90	€ 569,46	€ 11.623

Nota

- In realtà nella tabella precedente mi basta calcolare le prime colonne: **b**, **b-C** e **G(b-C)** ed applicare la regola del confronto vista in precedenza

Network RM

NRM (Network RM) è importante quando i *prodotti* possono essere composti da più di 1 *risorsa*

INDUSTRIA	UNITA' DI RISORSA	PRODOTTO
Compagnia aerea	Posto sul singolo volo	Voli con 1 o più scali
Hotel	Stanza per 1 notte	Stanza per più notti
Noleggio auto	Noleggio di 1 giorno	Noleggio di più giorni
Treno passeggeri	Tratto fra 2 stazioni consecutive	Viaggio fra 2 stazioni qualunque
Container shipping	Singola tratta	Spedizione fra 2 porti qualunque

Tipi di networks

- *Hub and spokes* (compagnie aeree)
- Reti lineari (Hotels e Compagnie di noleggio auto)
- Se un Hotel accetta prenotazioni da 1 a 15 giorni per i prossimi 365 giorni e ha 4 tipi di stanze, esso vende 4x15x365 = 21.900 differenti prodotti!
- Ryan Air vende solo voli con tratte singole!

Un algoritmo Greedy
(e perché non funziona)

- Esempio di un Hotel con domanda attesa superiore alla capacità solo per la notte di mercoledì
- 2 tariffe (200€: tariffa piena e 150€: tariffa scontata)
- Se poniamo un booking limit al numero di prenotazioni scontate per mercoledì ➔ può succedere che rifiutiamo la richiesta di un cliente «scontato» (che richiede 3 notti) a favore di un cliente «a tariffa piena» che però sta solo la notte di mercoledì

Greedy Heuristic (GH)

- GH: Ordinare i prodotti in base alla tariffa complessiva:
  - Tariffa scontata per 1 notte di mercoledì
  - Tariffa piena per 1 notte di mercoledì
  - Tariffa scontata per 2 notti (Ma+Me o Me+Gio)
  - …

- GH è ottimo quando 1 sola risorsa è coinvolta

Esempio con 2 o più risorse limitate

- **A** → (volo 1) → **B** → (volo 2) → **C**
- Tariffe: AB: 200€; BC: 160€; AC: 300€
- Supponiamo che 1 solo posto sia rimasto disponibile su entrambi i voli: se c'è una richiesta per un biglietto AC, conviene accettare o rifiutare la prenotazione?
- GH: Accettare la prenotazione
- Revenue = 300€

Esempio con 2 o più risorse limitate

- **A** → (volo 1) → **B** → (volo 2) → **C**
- Tariffe: AB: 200€; BC: 160€; AC: 300€
- Supponiamo che 1 solo posto sia rimasto disponibile su entrambi i voli: se c'è una richiesta per un biglietto AC, conviene accettare o rifiutare la prenotazione?
- Decisione ottima: Se p_1 e p_2 sono le probabilità (stimate) che ci sia una richiesta per i voli AB e BC rispettivamente, conviene rifiutare la richiesta se $300<200p_1+160p_2$
- La soluzione ottima dipende dalle probabilità

Riferimenti

- Talluri, K.T. e Van Ryzin, G.J.: "*The Theory and Practice of Revenue Management*", Kluwer, 2005
- Phillips, R.L.: "*Pricing and Revenue Optimization*", Stanford Business Books, 2005

Grazie per l'atten-zione

ga