

5° «LA GESTIONE DEL CLIENTE E LA QUALITÀ DEL SERVIZIO»

Analisi della domanda potenziale e della soddisfazione della clientela

di formazione / federMobilità



Valerio Gatta



ISFORT si avvale della collaborazione di



Con il patrocinio di



Roma – 09/11/2020



Sommario

- *Le preferenze dichiarate: rilevazione ed analisi*
- *Qualità del servizio e analisi della soddisfazione della clientela: caso di studio*
- *Analisi della domanda potenziale: caso di studio*

Le preferenze dichiarate: rilevazione ed analisi



Le preferenze dichiarate: rilevazione

Caratteristiche generali (1/2)

- Le indagini SP fanno riferimento ad una famiglia di tecniche che prevedono interviste ad individui circa le loro preferenze tra diverse opzioni di bene o servizio al fine di stimare le funzioni di utilità.
- Tali metodi si sono sviluppati originariamente nel campo delle ricerche di mercato a partire dal 1970.
- Obiettivo: individuazione della struttura delle preferenze per prodotti/servizi esistenti e non ancora disponibili.
- Campi di applicazione: 
 - Marketing
 - Trasporti
 - Ambiente
 - Sanità

Caratteristiche generali (2/2)

Le indagini SP si suddividono in due categorie a seconda se sono basate su meccanismi di tipo:

- compositivo

si rileva la preferenza degli individui per ciascuna caratteristica oggetto di studio, ottenendo una valutazione globale del bene o servizio attraverso la somma delle preferenze parziali di attributo dichiarate.

- decompositivo

si rileva la preferenza per ciascuna opzione e la si decompone in tante preferenze parziali quanti sono gli attributi considerati per la sua descrizione. (*Stated Choice Experiments*).

Esprimere una preferenza

Una preferenza può essere espressa in tre modi diversi:

- *ranking*

ordinamento di tutte le opzioni presentate nell'indagine.

- *rating*

assegnazione di un voto di preferenza a ciascuna opzione.

- *choice*

effettuazione delle scelte tra due o più opzioni alternative.
(Meno informativo ma più facile, veloce e realistico)

Il confronto con le indagini RP

Le indagini di tipo Preferenze Rivelate (*Revealed Preferences*, RP) si basano su osservazioni dirette dell'effettivo comportamento dei consumatori.

I vantaggi di un'analisi SP riguardano:

- possibilità di testare l'importanza di attributi non ancora esistenti
- opportunità di ottenere una sufficiente variazione nelle variabili di interesse
- possibilità di non avere o almeno controllare la correlazione tra le variabili.
- costo inferiore di acquisizione dei dati (tempo e denaro)

Svantaggi:

- dubbia veridicità delle risposte degli intervistati
(differenza tra intenzione ed azione, scenari ipotetici distanti dalla realtà)

- Combinazione delle fonti di dati SP e RP (*Hensher et al., 1999*)

Teoria microeconomica della scelta (1/4)

Assioma di razionalità

Ciascun individuo possiede una relazione di preferenza $\succsim$ tra le scelte possibili.

Proprietà di Completezza e di Transitività

$$\forall i, j \in C \quad i \succsim j \quad \quad \quad i \succsim j, \quad j \succsim k \quad \Rightarrow \quad i \succsim k$$



- Rappresentabilità della struttura delle preferenze individuali attraverso la funzione di utilità U . $i \succsim j \Leftrightarrow U_i \geq U_j$
- Regola decisionale: massimizzazione dell'utilità $U_i \geq U_j \quad \forall j \neq i \in C$
- Estensione di Lancaster (1966):
l'utilità è definita in termini di attributi che caratterizzano le alternative

Teoria microeconomica della scelta (2/4)

Una teoria della scelta secondo Ben-Akiva e Lerman (1985) deve includere:

1. identificazione del decisore
2. definizione delle alternative
3. individuazione degli attributi delle alternative
4. determinazione della regola di decisione

Teoria microeconomica della scelta (3/4)

Si è detto che il decisore è pienamente informato, ha preferenze razionali, osserva senza sforzi e senza costi le alternative e sceglie in modo compensativo quella che rende massima la sua utilità.

Le teorie alternative sono basate sulle seguenti assunzioni:

- le preferenze non sono sempre razionali;
- raccogliere informazioni ha un costo;
- la capacità umana di processare le informazioni non è illimitata;
- la regola decisionale non è unica.

(Weighted Additive, Lexicographic, Satisficing, Elimination-by-Aspects, Majority of confirming dimensions, Frequency of good and bad features Payne, Bettman e Johnson, 1993)

Teoria microeconomica della scelta (4/4)



Il ruolo dei *cutoff* nel processo decisionale

I *cutoff* non sono altro che limiti auto-imposti dagli individui sui livelli degli attributi allo scopo di semplificare il compito della scelta.

Fasi progettuali di un'indagine SP

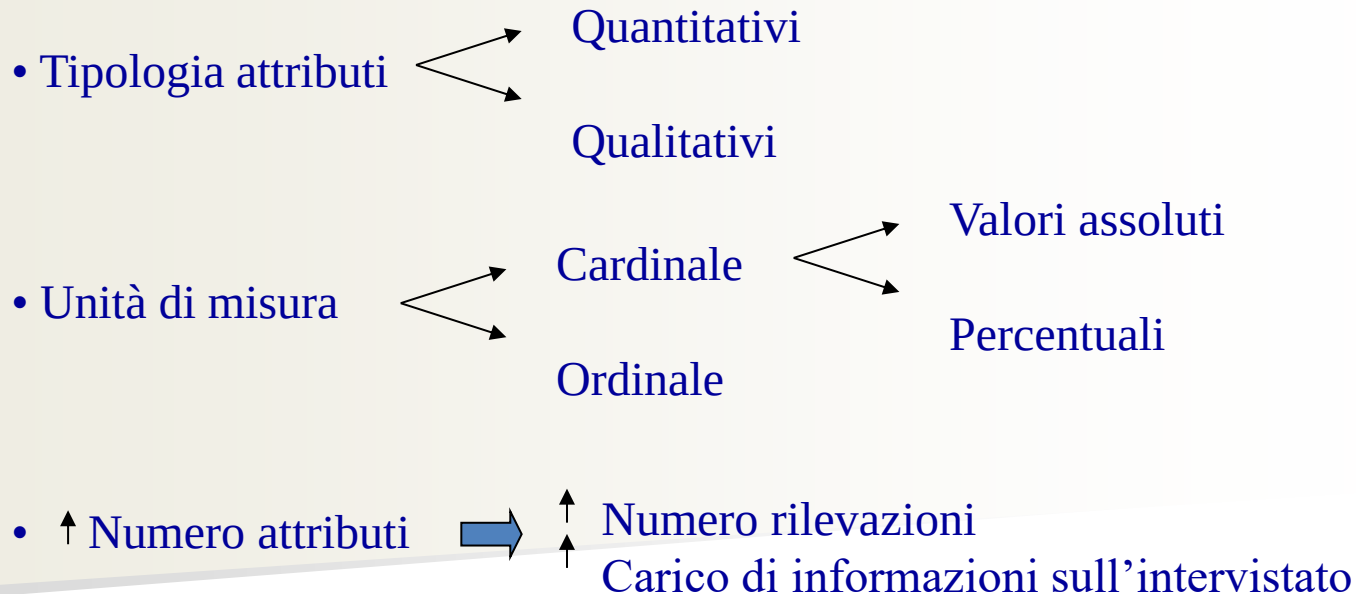
- **Caratterizzazione del problema**
- **Selezione attributi**
- **Assegnazione livelli**
- **Disegno degli esperimenti**
- **Strutturazione del questionario e modalità di somministrazione**
- **Campionamento e raccolta dati**
- **Implementazione del modello**

Caratterizzazione del problema

- Fissare gli obiettivi della ricerca
- Impostare lo studio
- Colloqui con esperti del settore
- Analisi della letteratura
- Prime valutazioni riguardo:
 - chi intervistare
 - quali dati raccogliere ed in che modo
 - linguaggio comunicativo
 - informazioni da fornire agli utenti

Selezione attributi

Determinare gli attributi rilevanti (quelli che rappresentano in modo significativo l'oggetto di studio) attraverso esperienze passate e studi pilota.



Assegnazione livelli

- Range di variazione
Ampiezza minima; realismo

- ↑ Numero livelli



Numero rilevazioni

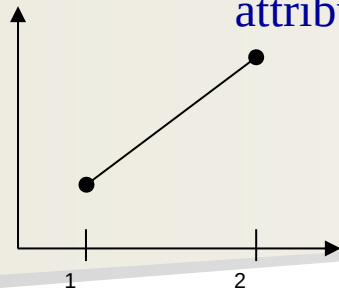


Carico di informazioni sull'intervistato



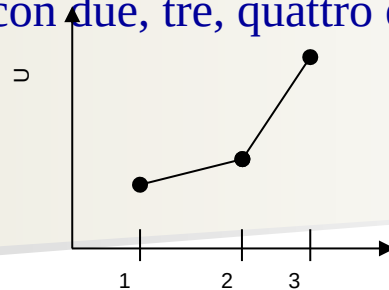
Informazioni per definire le funzioni di utilità

- *part-worth utilities*, utilità parziali, derivanti dai livelli di un singolo attributo con due, tre, quattro e cinque livelli



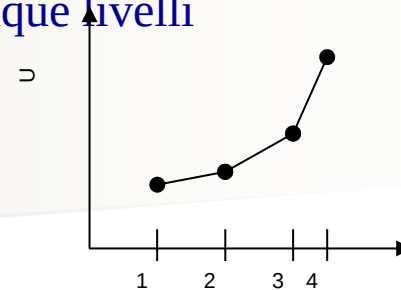
Livelli dell'attributo

(a)



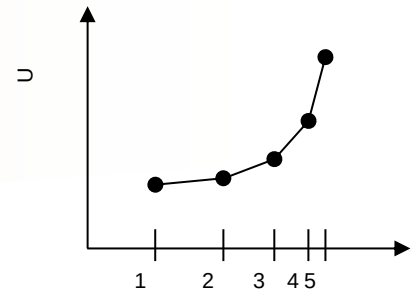
Livelli dell'attributo

(b)



Livelli dell'attributo

(c)



Livelli dell'attributo

(d)

Disegno degli esperimenti (1/2)

- Esempio:

	ATTRIBUTI		
LIVELLI	Costo	Durata viaggio	Comfort
1	0,50€	20 minuti	Basso
2	0,75€	30 minuti	Medio
3	1,00€	40 minuti	Alto
4	1,25€		

Full profile / Partial profile

Costo
Durata viaggio
Comfort

PROFILO 1	
	0,75€
	40 minuti
	Basso

- Creazione dei profili



Full-factorial design: Numero profili = $L_{A1} * L_{A2} * \dots * L_{Ak}$

Fractional-factorial design: Particolare sottoinsieme

- Costruzione degli esercizi di scelta: combinazione dei profili

Disegno degli esperimenti (2/2)

- Esempio di esercizio di scelta:

Quale dei tre servizi di trasporto preferirebbe acquistare se fossero tutti disponibili sul mercato?		
<u>Profilo 1</u>	<u>Profilo 2</u>	<u>Profilo 3</u>
Costo <i>0,75€</i> Durata viaggio <i>40min</i> Comfort <i>basso</i>	Costo <i>1,00€</i> Durata viaggio <i>20min</i> Comfort <i>alto</i>	Costo <i>0,50€</i> Durata viaggio <i>30min</i> Comfort <i>medio</i>

- L'analista deve decidere il numero degli esercizi di scelta da presentare agli intervistati e il numero dei profili in ciascun esercizio di scelta:

Compromesso tra qualità e quantità delle informazioni

- Creazione di Disegni “ottimi” o “statisticamente efficienti”

Secondo Huber e Zwerina (1996) un disegno efficiente è caratterizzato da quattro proprietà principali:

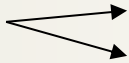
- 1- minima sovrapposizione
- 2- ortogonalità
- 3- bilanciamento dei livelli
- 4- bilanciamento dell'utilità

Strutturazione del questionario

Il questionario è composto, generalmente, da due sezioni:

1. una parte introduttiva che comprende informazioni sull'oggetto dell'analisi e domande qualitative al fine di rilevare le caratteristiche socio-economiche degli intervistati.
2. Una parte dedicata agli esercizi di scelta che possono essere fissi, casuali o individuali.

Modalità di somministrazione di un questionario:

- Postale
 - Telefonica
 - Via Internet
 - Personale
- 
- ```
graph LR; Postale --> Cartaceo[su supporto cartaceo]; Telefonica --> Cartaceo; Postale --> Informatico[su supporto informatico]; Telefonica --> Informatico;
```

# Campionamento

- Dalla binomiale discende: 
$$n = \frac{k^2 p q}{g^2}$$

$$ME = \pm 1,96 \sqrt{\frac{pq}{n-1}}$$

dove  $ME$  è il margine di errore (che la proporzione vera non sia quella stimata) con un intervallo di confidenza pari al 95 per cento,  $p$  è la proporzione attesa di individui che optano per il profilo proposto e  $q$  è il suo complementare a 1.

- Dalla multinomiale discende: 
$$n = \frac{B \pi (1 - \pi)}{g^2}$$

$\pi$  = freq. rel. più vicina a 0,5 (caso con 3 alternative  $\rightarrow \pi = 0,33$ )

$B$  = valore critico test  $\chi^2$  con 1 gdl al livello di prob  $(1-P)/h$  dove  $h = n^\circ$  classi

$\theta$  = margine di errore (3%)

- Nelle applicazioni pratiche si utilizza, comunemente, la seguente formula:

$$\frac{n * t * a}{b} > 500$$

La numerosità campionaria dipende dal numero di esercizi di scelta ( $t$ ), dal numero di profili ( $a$ ) e dal numero di parametri da stimare ( $b$ ).

# Implementazione del modello

- I dati, raccolti dalle interviste, vengono:

-codificati



MODELLI A SCELTA DISCRETA

-analizzati

Obiettivi:

- ricavare informazioni riguardo l'importanza degli attributi
- calcolare il valore monetario degli attributi
- stimare la domanda potenziale
- identificare il livello di qualità del servizio e la soddisfazione del cliente
- valutare l'accettabilità di politiche di intervento



SUPPORTO ALLE DECISIONI

# Per Approfondimenti

- Hensher D.A., Louviere J.J. e Swait J., (1999), “Combining sources of preference data”, *Journal of Econometrics*, 89(1/2), 197-221.
- Louviere J.J., Hensher D.A. e Swait J.D., (2000), “Stated Choice Methods. Analysis and Application”, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mas-Colell A., Whinston M.D. e Green J.R., (1995), “Microeconomic Theory”, Oxford University Press, New York.
- Lancaster K., (1966), “A new approach to consumer theory”, *Journal of Political Economy*, 74(2), pp. 132-157.
- Ben-Akiva M. e Lerman S.R., (1985), “Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand”, MIT Press, Cambridge.
- Thurstone L., (1927), “A law of comparative judgment”, *Psychological Review*, 34, pp. 273-286.
- Manski C., (1973), “The Analysis of quantitative choice”, Ph.D dissertation, Department of Economics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- McFadden D., (1974), “Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour”, in Zarembka P. (editor), “Frontiers in Econometrics”, Academic Press, New York, pp. 105-142.
- Payne J.W., Bettman J.R. e Johnson E.J., (1993), “The adaptive decision maker”, Cambridge University Press, New York.
- Swait J., (2001), “A Non-compensatory Choice Model Incorporating Attribute Cutoffs”, *Transportation Research B*, 35(10), pp. 903-928.
- Rose J.M. e Bliemer M.C.J., (2004), “The design of stated choice experiments: the state of practice and future challenges”, Working Paper, Institute of Transport Studies, University of Sidney.
- Huber J. e Zwerina K., (1996), “The Importance of Utility Balance in Efficient Choice Designs”, *Journal of Marketing Research*, 33(3), pp. 307-317.

## **Le preferenze dichiarate: analisi**

# Random Utility Theory (RUT) (1/2)

## MODELLI A SCELTA DISCRETA

### Fondamento teorico

Originariamente proposta da Thurstone (1927)

- Utente con perfetta capacità di discriminazione  Utilità v.c.

- Analista con informazioni incomplete

L'utilità dell'alternativa  $i$  percepita dall'individuo  $q$  può essere rappresentata come la somma di una componente sistematica e di una componente casuale:

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq}$$

dove  $V_i = \bar{\beta} \bar{X}_i$  è una funzione degli attributi, lineare nei parametri.

Manski (1973) identifica quattro fonti di variabilità dell'utilità:

- attributi importanti non considerati,
- preferenze non osservate che differiscono tra gli individui,
- errori di misurazione,
- errori non osservabili.

# Random Utility Theory (RUT) (2/2)

Mc Fadden (1974) ha esteso la RUT al caso di scelta multipla:

$$\forall j \neq i \in C$$

$$U_{iq} > U_{jq} \Leftrightarrow (V_{iq} + \varepsilon_{iq}) > (V_{jq} + \varepsilon_{jq}) \Leftrightarrow (V_{iq} - V_{jq}) > (\varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq})$$

## Approccio probabilistico

la probabilità che l'individuo  $q$  scelga l'alternativa  $i$  è:

$$\forall j \neq i, \quad P_q(i \mid C) = P[(\varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq}) < (V_{iq} - V_{jq})]$$

Per il calcolo di tale probabilità, basta definire la distribuzione statistica dell'errore casuale.

# Multinomial Logit (1/2)

- Ipotesi:  $\varepsilon_{jq}$  indipendenti ed identicamente distribuiti (IID) EV1

- Multinomial Logit (ML)

$$P_q(i | C) = P(\varepsilon_{jq} < \varepsilon_{iq} + V_{iq} - V_{jq}; \quad \forall j \neq i)$$



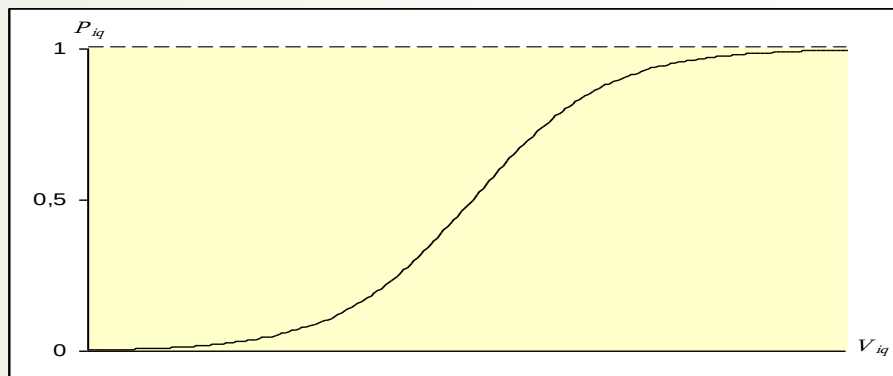
$$P_q(i | C) = \int \left( \prod_{j \neq i} \exp(-e^{-(\varepsilon_{iq} + V_{iq} - V_{jq})}) \right) e^{-\varepsilon_{iq}} \exp(-e^{-\varepsilon_{iq}}) d\varepsilon_{iq} \quad \Leftrightarrow \quad P_q(i | C) = \frac{e^{V_{iq}}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{jq}}} \quad \Leftrightarrow \quad P_q(i | C) = \frac{e^{\bar{\beta} \bar{X}_{iq}}}{\sum_{j=1}^J e^{\bar{\beta} \bar{X}_{jq}}}$$

- Proprietà basilari della probabilità verificate:

- 1)  $0 < P_q(i | C) < 1$
- 2)  $\sum_{i=1}^J P_q(i | C) = 1$
- 3)  $V_{iq} \rightarrow -\infty \Rightarrow P_q(i | C) \rightarrow 0$
- 4)  $P_q(i | C) = 1 \Leftrightarrow C \{i\}$

## Multinomial Logit (2/2)

- Relazione tra la probabilità di scelta e la componente deterministica dell'utilità



Effetto maggiore nel caso in cui gli individui sono più indecisi

# Considerazioni generali sui modelli (1/3)

La costruzione di un modello richiede diverse fasi:

- *specificazione* [numero e tipo di parametri da includere]

- *stima* [dei parametri (metodo della massima verosimiglianza)]

Funzione di verosimiglianza:

$$L = \prod_{q=1}^Q \prod_{j=1}^J P_q(j | C)^{I_q(j)}$$

- *verifica* [bontà di adattamento e capacità esplicativa del modello]

1. Test del rapporto delle log-verosimiglianze

$$-2(\hat{L}_{MODELLO\_BASE} - \hat{L}_{MODELLO\_STIMATO}) \sim \chi^2_{n^{\circ} nuovi\_parametri\_MODELLO\_STIMATO; \alpha}$$

In questo modo si verifica se il modello considerato è significativamente migliore di quello base, ossia di quello senza coefficienti

# Considerazioni generali sui modelli (2/3)

1. ...
2. Statistica  $pseudo\_R^2$ 

$$pseudo\_R^2 = 1 - \frac{L^*_{MODELLO\ STIMATO}}{L^*_{MODELLO\ BASE}}$$

misura analoga all'indice  $R^2$  calcolato nel caso di modelli di regressione in cui si utilizza il metodo dei minimi quadrati. Valori a partire da 0,3 denotano un modello abbastanza buono.

3. Indice di previsione  
basato sulla seguente tabella di previsione-realizzazione

| Realizzazione       | P revisione     |                     |          |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------|
|                     | <i>j scelta</i> | <i>j non scelta</i> |          |
| <i>j scelta</i>     | $P_{11}$        | $P_{10}$            | $P_{1.}$ |
| <i>j non scelta</i> | $P_{01}$        | $P_{00}$            | $P_{0.}$ |
|                     | $P_{.1}$        | $P_{.0}$            | 1        |

Maggiore è il valore dell'indice, migliori saranno le prestazioni del modello in termini di previsione. Tale indice non ha limite inferiore, mentre il limite superiore è 1.

# Considerazioni generali sui modelli (3/3)

- *interpretazione dei risultati*

- significatività dei parametri 
$$Wald = \frac{\beta_k}{SE(\beta_k)} \square t_\alpha$$

- studio del segno dei parametri e confronto con la teoria economica

- Elasticità diretta 
$$E_{x_{kjq}}^{P_q(j|C)} = \frac{\partial P_q(j|C)}{\partial x_{kjq}} \cdot \frac{x_{kjq}}{P_q(j|C)}$$

(variazione percentuale della probabilità di scelta di un'alternativa rispetto ad una variazione percentuale di un attributo della stessa alternativa).

- Elasticità incrociata 
$$E_{x_{kjq}}^{P_q(j|C)} = \frac{\partial P_q(j|C)}{\partial x_{kjq}} \cdot \frac{x_{kjq}}{P_q(j|C)}$$

(variazione percentuale della probabilità di scelta di un'alternativa rispetto ad una variazione percentuale di un attributo di una diversa alternativa).

- Tassi marginali di sostituzione 
$$\frac{\beta_1}{\beta_2}$$
 (valore monetario attributi)

# Per Approfondimenti

- Bhat, C. (1995), 'A heteroscedastic extreme value model of intercity mode choice', *Transportation Research B* **29**, 471–483.
- McFadden, D. (1978), 'Modeling the choice of residential location', in A. Karlqvist, L. Lundqvist, F. Snickars, and J. Weibull, eds., *Spatial Interaction Theory and Planning Models*, North-Holland, Amsterdam, pp. 75–96.
- Ben-Akiva M., (1973), Structure of passenger travel demand models, PhD thesis, Department of Civil Engineering, MIT, Cambridge.
- Train K., (2003), "Discrete Choice Methods with Simulation", Cambridge University Press, UK.
- Louviere J.J., Hensher D.A. e Swait J.D., (2000), "Stated Choice Methods. Analysis and Application", Cambridge University Press, Cambridge.
- Hensher D.A., Rose J.M. e Greene W.H., (2005), "Applied Choice Analysis. A Primer", Cambridge University Press, UK.

## ***Qualità del servizio e analisi della soddisfazione della clientela: caso di studio***



## ❑ Definizione

## ❑ Metodo di misurazione

- Tipologia di indagine
- Strumento statistico

## Definizione

**Qualità ↔ Standard**

Q. ATTESA

Q. PROGETTATA

Q. PERCEPITA

Q. FORNITA

### Tipologia di indagine

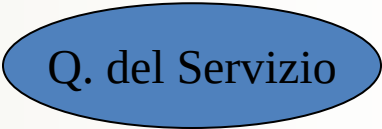
- Raccogliere le valutazioni dei clienti mediante opportune scale a cui applicare specifiche tecniche di graduazione.
- Identificare gli attributi che influenzano la qualità e che costituiscono le dimensioni, ossia gli aspetti rilevanti, di un servizio.
- Ottenere una misura della qualità delle diverse dimensioni.
- Lo strumento di rilevazione è il questionario, costituito da *item* e scale di valutazione (tipicamente a 5 o 7 livelli)
- Tradurre in numeri i dati qualitativi raccolti. Questa tecnica è denominata di graduazione o *scaling*.
- Verificare le proprietà di validità ed affidabilità delle misurazioni.

## Strumento statistico

- L'analisi dei dati è fatta attraverso diversi strumenti statistici multivariati:
  - Analisi descrittivo-esplorative (analisi in componenti principali, analisi fattoriale, *multidimensional scaling*, isomappe, *Rasch analysis*)
  - Analisi delle relazioni di dipendenza o causalità tra variabili (modelli di regressione lineare o logistica, modelli multilevel, modelli ad equazioni strutturali, analisi della co-inerzia).

## Definizione

**Qualità ↔ Utilità**



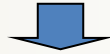
Q. del Servizio

**Qualità legata al concetto di utilità e rilevata mediante lo studio delle preferenze dei consumatori**

Il presupposto è che ogni servizio reso genera al cliente un determinato livello di utilità che dipende dalle caratteristiche del servizio stesso. Maggiore è la qualità del servizio, più alta sarà l'utilità associata e conseguentemente più grande sarà la probabilità che un individuo gli assegni la propria preferenza. È possibile estrapolare la struttura delle preferenze degli utenti attraverso l'analisi delle scelte, reali o potenziali, da loro effettuate.

## Tipologia di indagine

Tecniche di indagine di tipo Preferenze Dichiarate (*Stated Preferences, SP*)



*Discrete Choice Experiments*

- abbandono degli items e delle scale verbali
- questionario costituito da una serie di esercizi di scelta nei quali gli intervistati sono chiamati ad indicare, tra diverse versioni di un servizio, l'alternativa preferita

| <u>Servizio A</u>        | <u>Servizio B</u>        | <u>Servizio C</u>        |    |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----|
| ---                      | ---                      | ---                      |    |
| ---                      | ---                      | ---                      |    |
| ---                      | ---                      | ---                      |    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 38 |

# Punti di forza

- Superamento limiti derivanti dall'utilizzo di scale verbali:
  - distanza tra le modalità di risposta,
  - dubbia legittimità dell'assegnazione di numeri alle categorie,
  - livelli non equispaziati
  - numero di categorie pari: obbliga il soggetto a prendere una posizione
  - numero di categorie dispari: eccessivo utilizzo della posizione neutrale
- Possibilità di ottenere informazioni circa il valore monetario che gli utenti attribuiscono alle componenti del servizio.
- Individuazione indiretta e congiunta del peso degli attributi che contraddistinguono il servizio
- Determinazione della sensibilità del cliente ai cambiamenti delle caratteristiche del servizio (variazione probabilità di scelta del servizio al variare di tali elementi)

# Caso di studio

# Fasi progettuali di un'indagine SP

- **Caratterizzazione del problema**
- **Selezione attributi**
- **Assegnazione livelli**
- **Disegno degli esperimenti**
- **Strutturazione del questionario e modalità di somministrazione**
- **Campionamento e raccolta dati**
- **Implementazione del modello**

# Caratterizzazione del problema

- studio sulla qualità del servizio di Trasporto Pubblico Locale (TPL) nella provincia di Pesaro e Urbino.

- Obiettivo:

valutare le preferenze degli utenti circa i diversi attributi che caratterizzano il servizio di trasporto pubblico e individuazione di un indice di qualità del servizio differenziato per area geografica.

Prima fase della ricerca: individuare le caratteristiche più rilevanti per la definizione della qualità del servizio. Sono stati somministrati 45 questionari, a bordo o nelle aree di attesa (panchine, pensiline), in cui l'intervistato doveva indicare tra 19 caratteristiche quali reputava rilevanti e ad esse assegnarne un ordine di importanza (agli attributi non selezionati veniva automaticamente assegnato il punteggio più basso)

Dal questionario si sono anche ricavate informazioni utili alla definizione del *range* di variazione degli attributi.

# Selezione attributi

| CARATTERISTICHE                                      | Ordine medio di importanza |
|------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1Numero di corse non in orario                       | 3,22                       |
| 2Frequenza corse                                     | 3,69                       |
| 3Soppressione di corse                               | 5,67                       |
| 4Prezzo biglietto o abbonamento                      | 7,22                       |
| 5Disponibilità (orario inizio e fine corse)          | 7,33                       |
| 6Informazioni orari e percorsi alle fermate          | 7,98                       |
| 7Pulizia interna mezzi                               | 8,20                       |
| 8Presenza di pensiline alle fermate                  | 8,42                       |
| 9Cortesia dei conducenti                             | 10,58                      |
| 10Presenza di panchine alle fermate                  | 12,60                      |
| 11Copertura territorio                               | 12,87                      |
| 12Reperibilità biglietti                             | 13,67                      |
| 13Probabilità furti ed aggressioni personali         | 14,13                      |
| 14Probabile disponibilità posti a sedere             | 14,27                      |
| 15Reperibilità abbonamenti                           | 14,40                      |
| 16Tempo impiegato per raggiungere la fermata a piedi | 16,82                      |
| 17Facilità ingresso ed uscita dal mezzo              | 17,16                      |
| 18Durata del viaggio                                 | 17,49                      |
| 19Tempo impiegato per raggiungere la fermata in auto | 18,58                      |

- “durata del viaggio” è risultata poco rilevante.

# Attributi e livelli

| LIVELLI | ATTRIBUTI        |                |                 |                    |                        |
|---------|------------------|----------------|-----------------|--------------------|------------------------|
|         | Ritardo          | Costo          | Durata          | Frequenza          | Disponibilità          |
|         | +100%            | +50%           | +50%            | +50%               | +20%                   |
|         | +50%             | +25%           | durata corrente | frequenza corrente | +10%                   |
|         | ritardo corrente | costo corrente | -50%            | -50%               | disponibilità corrente |
|         | -50%             | -25%           |                 |                    | -10%                   |
|         | -100%            | -50%           |                 |                    | -20%                   |

- I livelli sono stati fissati come variazione percentuale dalla situazione corrente sperimentata da ciascun individuo. La scelta, sebbene implichi uno sforzo computazionale all'intervistato, è dovuta alla possibilità di includere tra le alternative il profilo attuale, anche detto *status quo*, che garantisce maggiore realismo.

# Disegno degli esperimenti

- software NGENE
- 8 esercizi di scelta tra tre diversi profili di trasporto, due dei quali ipotetici e il terzo rappresentato dallo *status quo*.
- Degli 8 esercizi di scelta, uno era mirato alla verifica della qualità delle risposte
- strategia di *blocking* per aumentare il numero di profili unici presentati agli individui: 25 diverse versioni del questionario

# Strutturazione del questionario

A seguito di un'indagine preliminare, grazie alla quale si è verificata la comprensibilità e la fattibilità del questionario che ha portato ad aggiunte, cancellazioni o modifiche di domande, si è proceduto con l'estensione finale dell'intervista cartacea.

La prima sezione dell'intervista consta di domande di carattere socio-economico e mira a raccogliere informazioni sul servizio di trasporto pubblico utilizzato.

La seconda sezione, invece, è dedicata agli esercizi di scelta.

| Quale dei 3 servizi di trasporto preferirebbe se fossero disponibili sul mercato? |                           |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| <u><b>A</b></u>                                                                   | <u><b>B</b></u>           | <u><b>C</b></u>               |
| <b>-100% rit corrente</b>                                                         | <b>+100% rit corrente</b> | <b>ritardo corrente</b>       |
| <b>-50% cost corrente</b>                                                         | <b>+50% cost corrente</b> | <b>costo corrente</b>         |
| <b>-50% dur corrente</b>                                                          | <b>+50% dur corrente</b>  | <b>durata corrente</b>        |
| <b>+50% freq corrente</b>                                                         | <b>-50% freq corrente</b> | <b>frequenza corrente</b>     |
| <b>+20% disp corrente</b>                                                         | <b>-20% disp corrente</b> | <b>disponibilità corrente</b> |

# Campionamento

- La numerosità del campione ha subito l'influenza dei vincoli di tempo e, soprattutto, di risorse finanziarie a disposizione.
- la ricerca, più che assicurare la rappresentatività con l'universo di riferimento, doveva fornire indicazioni utili all'azienda (studio pilota).
- Nessuna informazione sulla struttura della domanda soddisfatta → pre-indagine di una settimana a bordo al fine di stratificare il campione per caratteristiche socio-ec
- 133 interviste di tipo personale ad utenti del servizio nelle aree di attesa (pensiline).

|                             |            | AREE       |                |            |               |             |
|-----------------------------|------------|------------|----------------|------------|---------------|-------------|
|                             |            | Urbino     | Pesaro         | Fano       | Urbino-Pesaro | Pesaro-Fano |
| <b>ETA'</b>                 | Giovani    | 54%        | 32%            | 32%        | 64%           | 40%         |
|                             | Adulti     | 20%        | 30%            | 32%        | 28%           | 46%         |
|                             | Anziani    | 26%        | 38%            | 36%        | 8%            | 6%          |
| <b>NAZIONALITA'</b>         | Italiani   | 98%        | 84%            | 56%        | 82%           | 54%         |
|                             | Stranieri  | 2%         | 16%            | 44%        | 18%           | 46%         |
| <b>SESSO</b>                | Donne      | 58%        | 48%            | 50%        | 46%           | 48%         |
|                             | Uomini     | 42%        | 52%            | 50%        | 54%           | 52%         |
| <b>LINEE PIU' AFFOLLATE</b> |            | 1-3-18     | 20-40-60-CD-CS |            | 2-6           |             |
| <b>ORE DI PUNTA</b>         | Mattino    | 8-10/12-14 | 8-10/12-14     | 8-10/12-14 | 8-10          | 8-10        |
|                             | Pomeriggio | 18-20      | 18-20          | 18-20      | 18-20         | 18-20       |

# Implementazione del modello

$$\left\{ \begin{aligned} P(1|1,2,3) &= \frac{e^{(\beta_{COST} * COST_1 + \beta_{RIT} * RIT_1 + \beta_{DUR} * DUR_1 + \beta_{FREQ} * FREQ_1 + \beta_{DISP} * DISP_1)}}{\sum_{i=1}^3 e^{(\beta_{COST} * COST_i + \beta_{RIT} * RIT_i + \beta_{DUR} * DUR_i + \beta_{FREQ} * FREQ_i + \beta_{DISP} * DISP_i)}} \\ P(2|1,2,3) &= \frac{e^{(\beta_{COST} * COST_2 + \beta_{RIT} * RIT_2 + \beta_{DUR} * DUR_2 + \beta_{FREQ} * FREQ_2 + \beta_{DISP} * DISP_2)}}{\sum_{i=1}^3 e^{(\beta_{COST} * COST_i + \beta_{RIT} * RIT_i + \beta_{DUR} * DUR_i + \beta_{FREQ} * FREQ_i + \beta_{DISP} * DISP_i)}} \\ P(3|1,2,3) &= \frac{e^{(\beta_{COST} * COST_3 + \beta_{RIT} * RIT_3 + \beta_{DUR} * DUR_3 + \beta_{FREQ} * FREQ_3 + \beta_{DISP} * DISP_3)}}{\sum_{i=1}^3 e^{(\beta_{COST} * COST_i + \beta_{RIT} * RIT_i + \beta_{DUR} * DUR_i + \beta_{FREQ} * FREQ_i + \beta_{DISP} * DISP_i)}} \end{aligned} \right.$$

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Number of observations 1008 |
| Log likelihood function -880.9266 |
| R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd RsqAdj |
| No coefficients -1107.4012 .20451 .20253 |
+-----+

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
COST	-1.52771386	.14232053	-10.734	.0000
RIT	-.07660597	.03136532	-2.442	.0146
DUR	-.01754179	.00483895	-3.625	.0003
FREQ	.47153999	.05604634	8.413	.0000
DISP	.00524497	.00047112	11.133	.0000

```

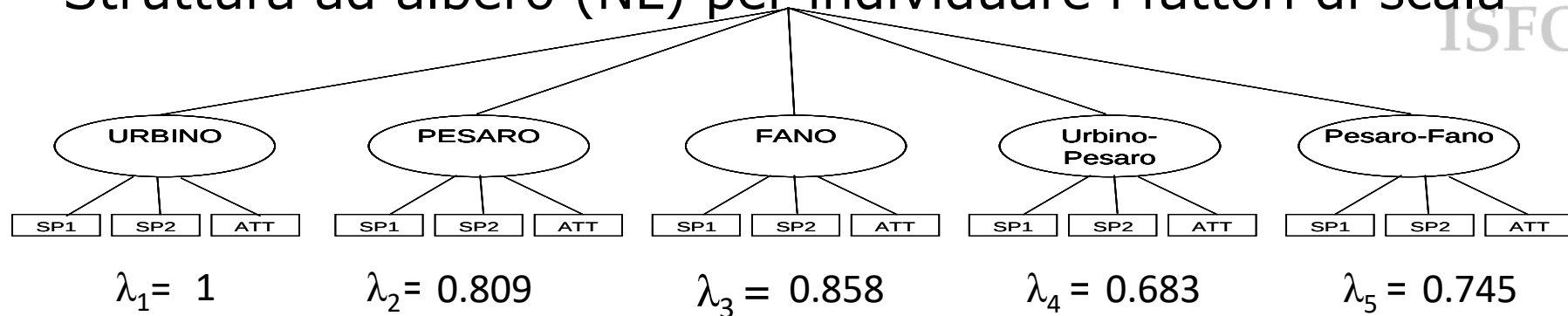
# Considerazioni generali sui modelli

| Attributi             | Elasticità    | Effetti marginali (*100) | Valore monetario       |
|-----------------------|---------------|--------------------------|------------------------|
| <b>COST (€)</b>       | <b>-1.183</b> | <b>-40.644</b>           | -                      |
| <b>RIT (min)</b>      | <b>-.091</b>  | <b>-2.106</b>            | <b>0.05 €/min</b>      |
| <b>DUR (min)</b>      | <b>-.303</b>  | <b>-.518</b>             | <b>0.01 €/min</b>      |
| <b>FREQ (corse/h)</b> | <b>.633</b>   | <b>10.796</b>            | <b>-0.27 €/corsa h</b> |
| <b>DISP (min)</b>     | <b>3.088</b>  | <b>.133</b>              | <b>-0.20 €/h</b>       |

| Attributi     | Aree   |        |        |        |       |        |               |        |             |        |        |        |
|---------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------------|--------|-------------|--------|--------|--------|
|               | Urbino |        | Pesaro |        | Fano  |        | Urbino-Pesaro |        | Pesaro-Fano |        | Totale |        |
|               | Media  | Cutoff | Media  | Cutoff | Media | Cutoff | Media         | Cutoff | Media       | Cutoff | Media  | Cutoff |
| Costo         | 0,73   | 1,156  | 0,70   | 1,255  | 0,71  | 1,22   | 2,06          | 3,206  | 0,88        | 1,275  | 0,99   | 1,57   |
| Ritardo       | 1,429  | 12,19  | 2,574  | 11,1   | 1,804 | 10,5   | 0,924         | 16,67  | 0,911       | 13,71  | 1,493  | 12,81  |
| Durata        | 10,16  | 19,78  | 10,95  | 19,67  | 11,4  | 20,13  | 52,71         | 73,13  | 21,05       | 31,9   | 19,87  | 31,35  |
| Frequenza     | 2,801  | 1,004  | 1,714  | 0,776  | 1,6   | 0,777  | 1             | 0,594  | 2           | 0,857  | 1,997  | 0,837  |
| Disponibilità | 783,2  | 568,7  | 775,7  | 585,7  | 783   | 582    | 808,8         | 576,3  | 840         | 540    | 795,6  | 570,2  |

# IQS e segmentazione geografica

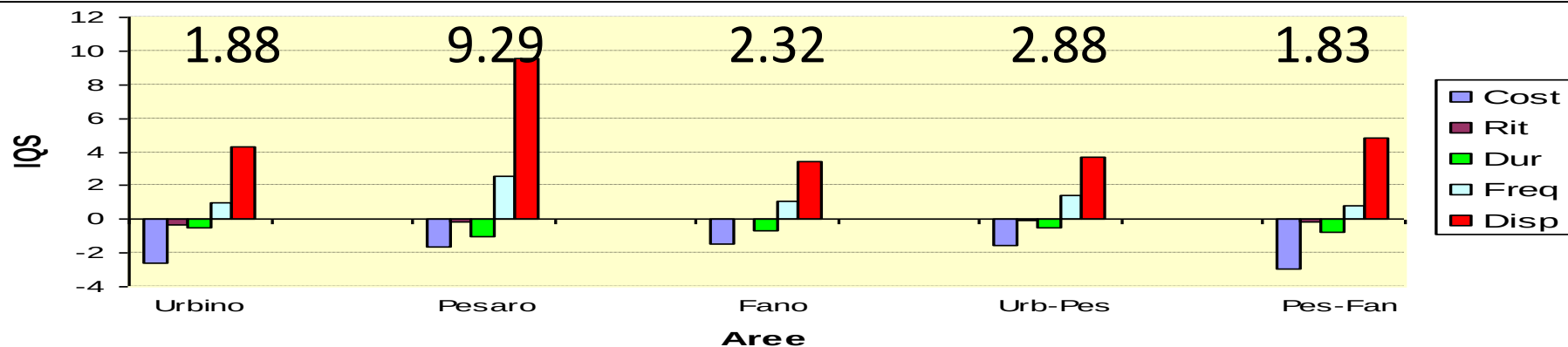
Struttura ad albero (NL) per individuare i fattori di scala



| Attributi | Urbino              | Pesaro              | Fano                | Urb-Pes             | Pes-Fan             |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| COST      | -3.55693<br>(.0000) | -2.40593<br>(.0002) | -2.05267<br>(.0000) | -.771613<br>(.0000) | -3.21875<br>(.0000) |
| RIT       | -.265981<br>(.0009) | -.068524<br>(.3359) | .017391<br>(.7812)  | -.026624<br>(.5985) | -.143960<br>(.1115) |
| DUR       | -.046135<br>(.0211) | -.091121<br>(.0044) | -.062975<br>(.0057) | -.010222<br>(.0172) | -.035672<br>(.0111) |
| FREQ      | .348909<br>(.0000)  | 1.47775<br>(.0000)  | .666917<br>(.0001)  | 1.38184<br>(.0000)  | .411643<br>(.0000)  |
| DISP      | .005509<br>(.0000)  | .012321<br>(.0000)  | .004340<br>(.0001)  | .004523<br>(.0000)  | .005776<br>(.0000)  |

# IQS e segmentazione geografica

$$IQS_s = \frac{\sum_{q=1}^{n_s} \sum_{k=1}^K \beta_{ks}^* X_{ksq}}{n_s}$$



- **Ulteriori segmentazioni**
  - **Simulazioni**

## ***Analisi della domanda potenziale: caso di studio***



# Attitudes towards congestion charging: results from a stated preference survey in Rome

---

- Appraise the new Master Traffic Plan (PGTU) in Rome
- Assess the behavioural impacts and acceptability of the policy
  - Estimate the potential demand and the modal shift from cars and motorcycles towards public transport
  - Identify accompanying measures that might increase acceptability

# Rome: current state overview

---

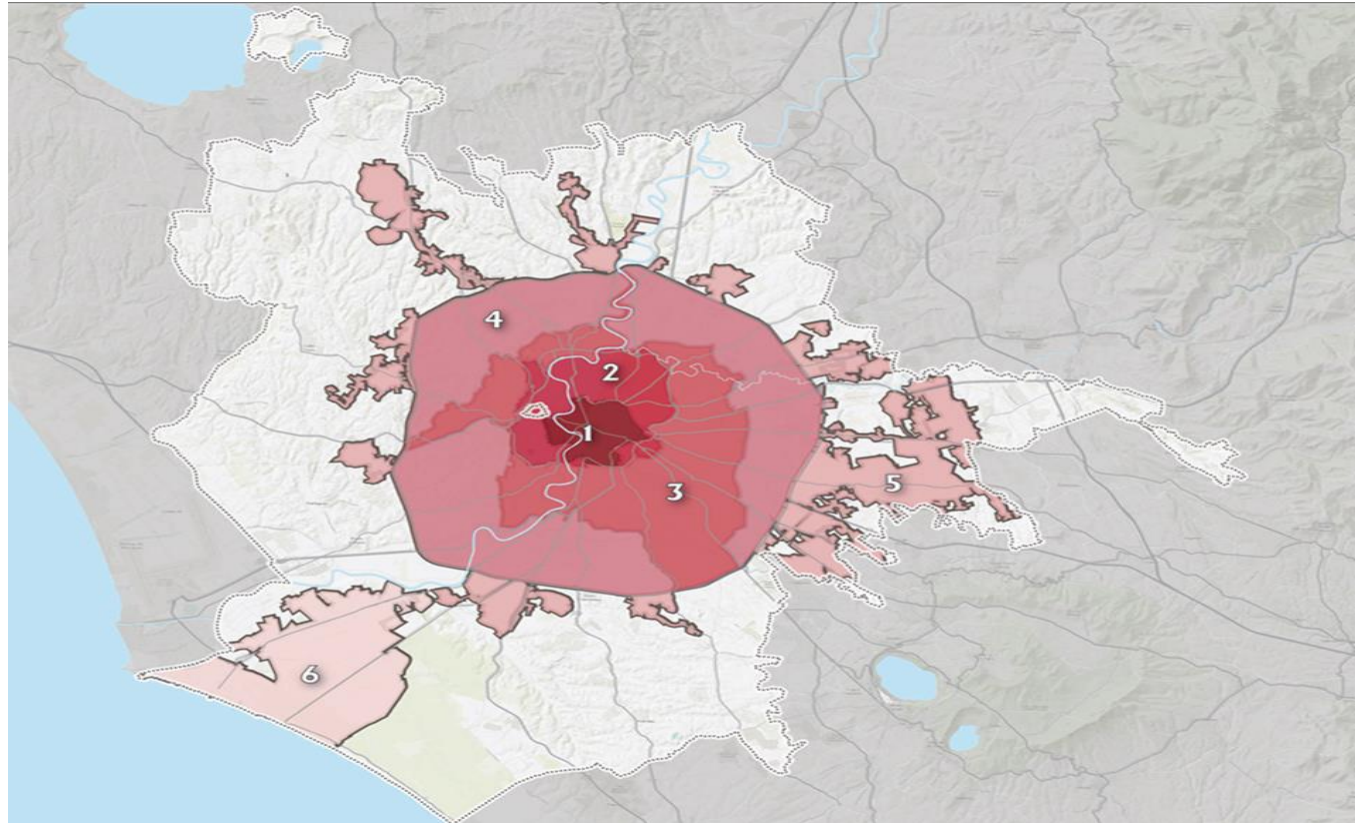
- 856 vehicles / 1000 inhabitants, 641 cars
- Modal split municipality (morning peak hour):
  - 50% car, 15% motorcycle, 29% Public Transport, 6% pedestrian
- Traffic Regulation:
  - Limited Traffic Zone (ZTL) historic central area
  - Permits for residents and other categories
  - Yearly cost of permit for first car:
    - Income <15.000 EUR 94-125 EUR depending on power
    - Income >15.000 EUR 94-1432 EUR depending on power and zone
    - Discounts for electric, bi-fuel and hybrid

# Rome: new traffic master plan (PGTU)

- Traffic calming (30km/h) inside Mura Aureliane for 85% of roads
- Re-design of zoning for the LTZs
- «Mobilità dolce»: Improvement of car- and bike-sharing, increase of bike share, launch of «shuttle sharing»
- 20% increase of speed on main axes of public transport with bus lanes and intersection priority
- “Railway Ring” congestion charge:
  - Mobility bonus (free-entry permits)
  - After, entry charge 1-3 EUR depending on vehicle emission class
  - Bans for most polluting vehicles (Euro 0,1,2,3)

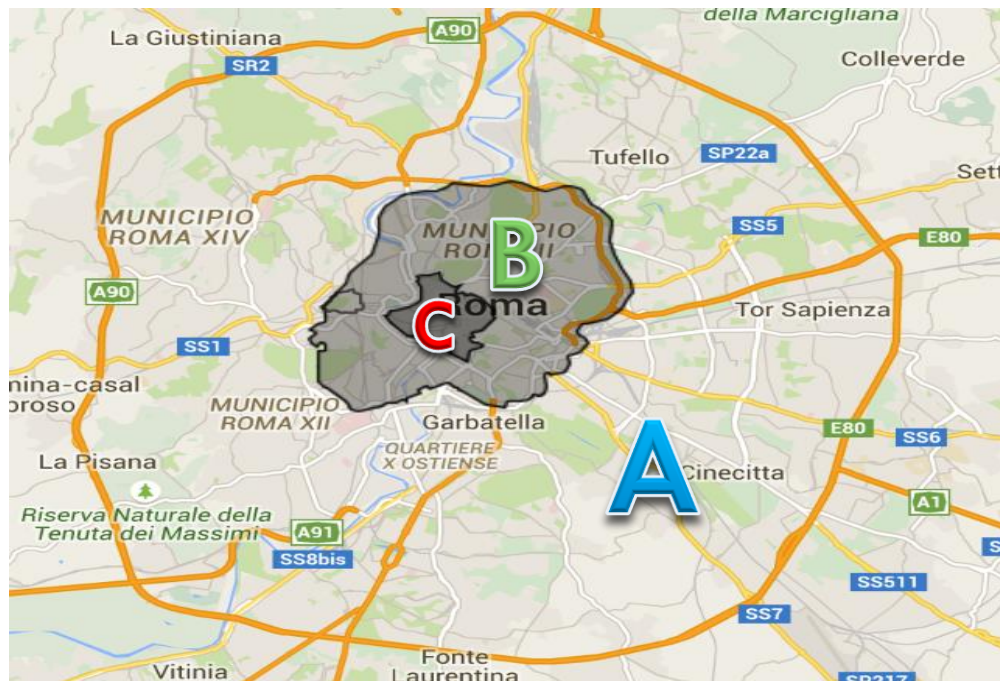
# Rome: zoning of PGTU

1. LTZ
2. Railway ring
3. Green Belt
4. GRA
5. Municipality
6. Ostia-Acilia



# The survey

- Home-to-work trips (from A to B excluding C)
- At least once a week
- At least one trip with car
- Sample size: 219 resp.
- Questionnaire sections
  - Revealed preference
  - Stated preference
  - Acceptance questions



# The questionnaire: revealed preference section

---

- Q1: How many times per week do you usually use the following modes? (Car, Moto, Public Transport, Other)
- Q2: Do you have planned stops during the trip?
- Q3: Trip length (minutes) for each of the three modes
- Q4: Type of parking? (Free private; Charged public; Charged private; Free other)

# Stated preference survey design

- Attributes and levels

|                   | CAR        | MOTO       | PT                   |
|-------------------|------------|------------|----------------------|
| ENTRANCE FEE (€)  | 0, 2, 4, 6 | 0, 2, 4, 6 | -                    |
| TRIP LENGTH (min) | RP (fixed) | RP (fixed) | RP, -20% RP, -40% RP |

- 4 choice tasks
- Experimental design: full factorial ( $4 \times 4 \times 3 = 48$  comb.)
  - 4 prohibited comb.:  $EF(\text{Car}) = 0$  &  $TL(\text{PT}) = \text{RP}$
  - Blocking (11 sets)

# The questionnaire: SP questions

- Example of a choice task

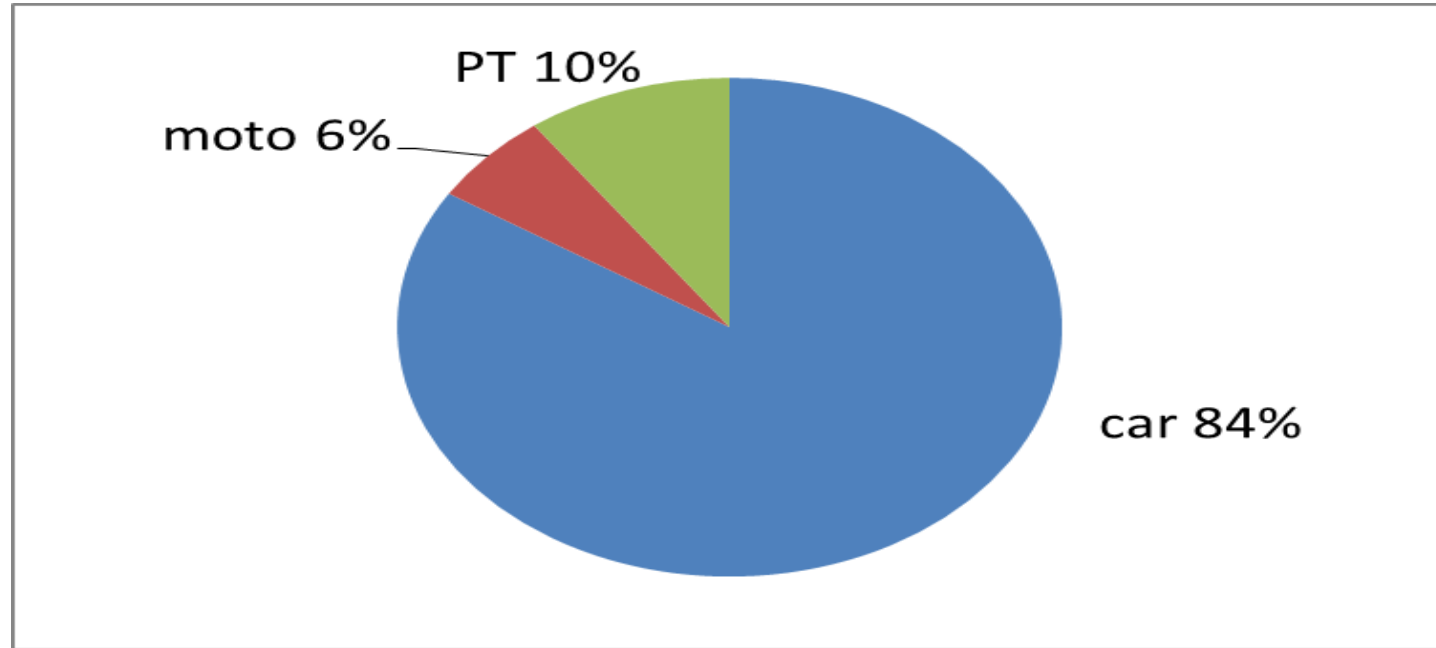
|                   | CAR                      | MOTO                     | PT                       |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ENTRANCE FEE (€)  | 4                        | 2                        | -                        |
| TRIP LENGTH (min) | 30                       | 20                       | 45                       |
| Best              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Worst             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

# The questionnaire: acceptance questions

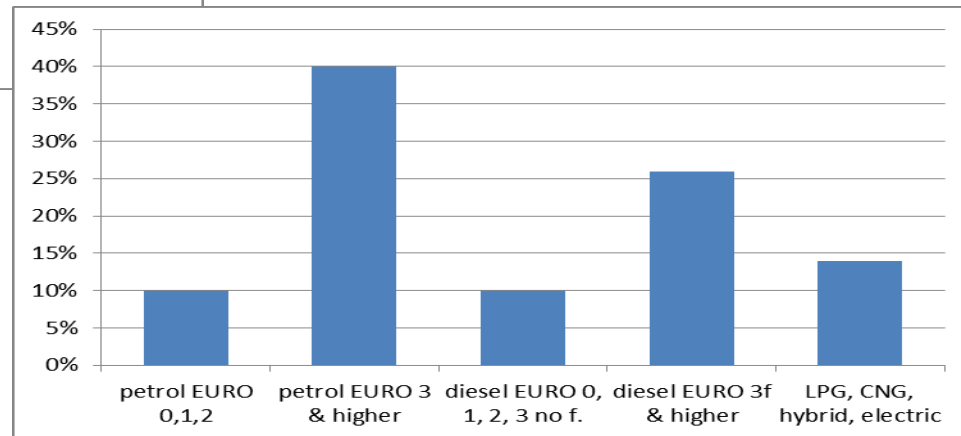
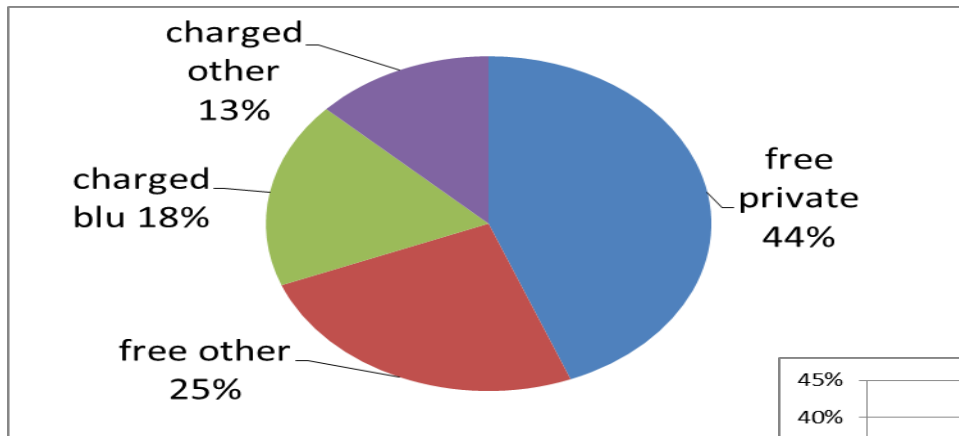
- Q1 Is your preference positive/indifferent/negative for
  - Bans to petrol Euro 0,1,2 diesel Euro 0,1,2,3
  - Daily charge for cars and motorcycles
  - Public transport improvement
- Q2 Which accompanying measure do you prefer:
  - Plafond of free permits
  - Charge differentiated by emission class
  - Charge exemption based on occupancy
  - New metro lines
  - Measures to encourage bikes
  - Car sharing improvement
  - Bike sharing improvement
  - Support to car pooling
  - Other
  - None

# The sample: prevailing transport mode

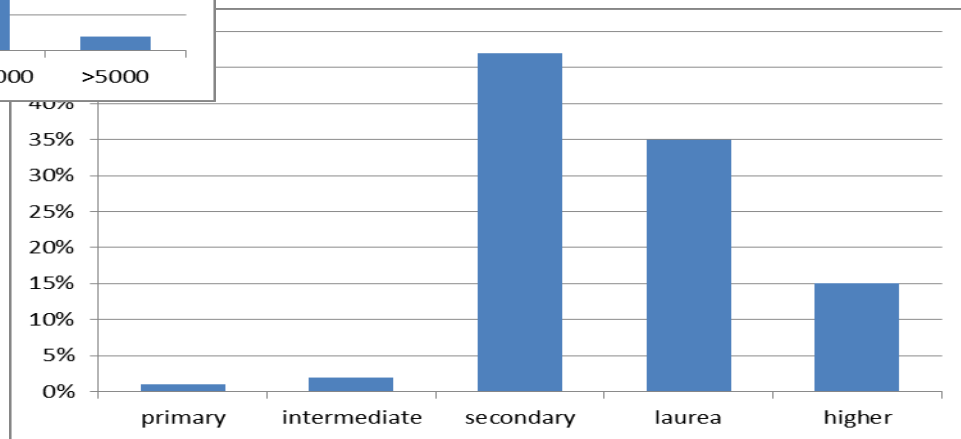
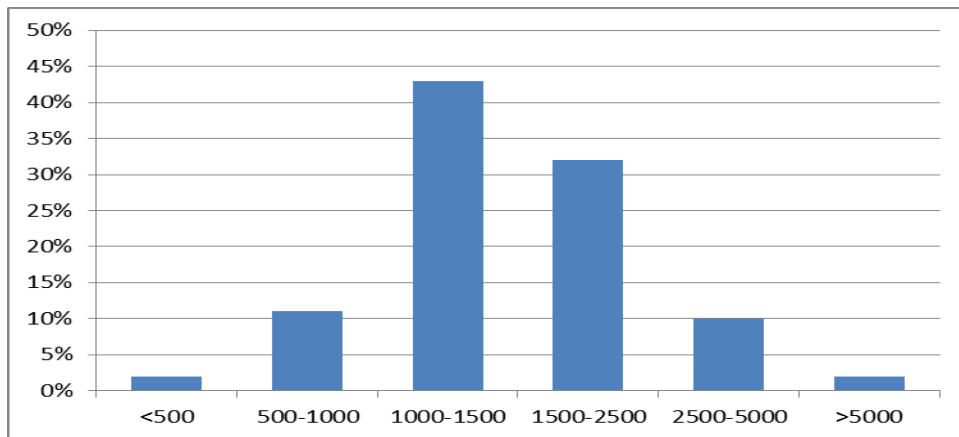
---



# The sample: parking and vehicle types



# The sample: income and education



# The logit model: specification

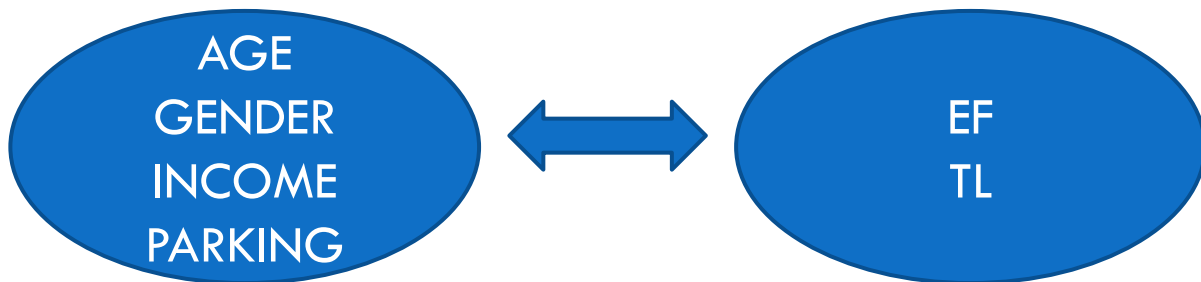
- Reference model:

$$U(\text{Car}) = \beta_{\text{EF}} * \text{EF}_{\text{car}} + \beta_{\text{TL}} * \text{TL}_{\text{car}} + \varepsilon_{i,\text{car}}$$

$$U(\text{Moto}) = \text{asc}_{\text{moto}} + \beta_{\text{EF}} * \text{EF}_{\text{moto}} + \beta_{\text{TL}} * \text{TL}_{\text{moto}} + \varepsilon_{i,\text{moto}}$$

$$U(\text{PT}) = \text{asc}_{\text{PT}} + \beta_{\text{TL}} * \text{TL}_{\text{PT}} + \varepsilon_{i,\text{PT}}$$

- Model with socio-economic interactions:



# The logit model: results (1)

- Reference model

| VARIABLE            | COEFFICIENT | T-STAT  |
|---------------------|-------------|---------|
| EF                  | - 0.554     | - 15.30 |
| TL                  | - 0.065     | - 11.88 |
| ASC <sub>MOTO</sub> | - 2.056     | - 13.71 |
| ASC <sub>PT</sub>   | - 0.613     | - 4.62  |

$$\text{adj\_pho}^2 = 0.26$$

# The logit model: results (2)

- Model with socio-economic interactions

| VARIABLE            | COEFFICIENT | T-STAT  |
|---------------------|-------------|---------|
| EF                  | - 1.137     | - 9.93  |
| TL                  | - 0.126     | - 7.29  |
| TL * AGE            | 0.001       | 1.87    |
| TL * FEMALE         | 0.046       | 5.76    |
| EF * INCOME         | 0.155       | 5.48    |
| ASC <sub>MOTO</sub> | - 2.220     | - 14.17 |
| ASC <sub>PT</sub>   | - 0.675     | - 4.94  |

$$\text{adj\_pho}^2 = 0.30$$

# Policy simulation

---

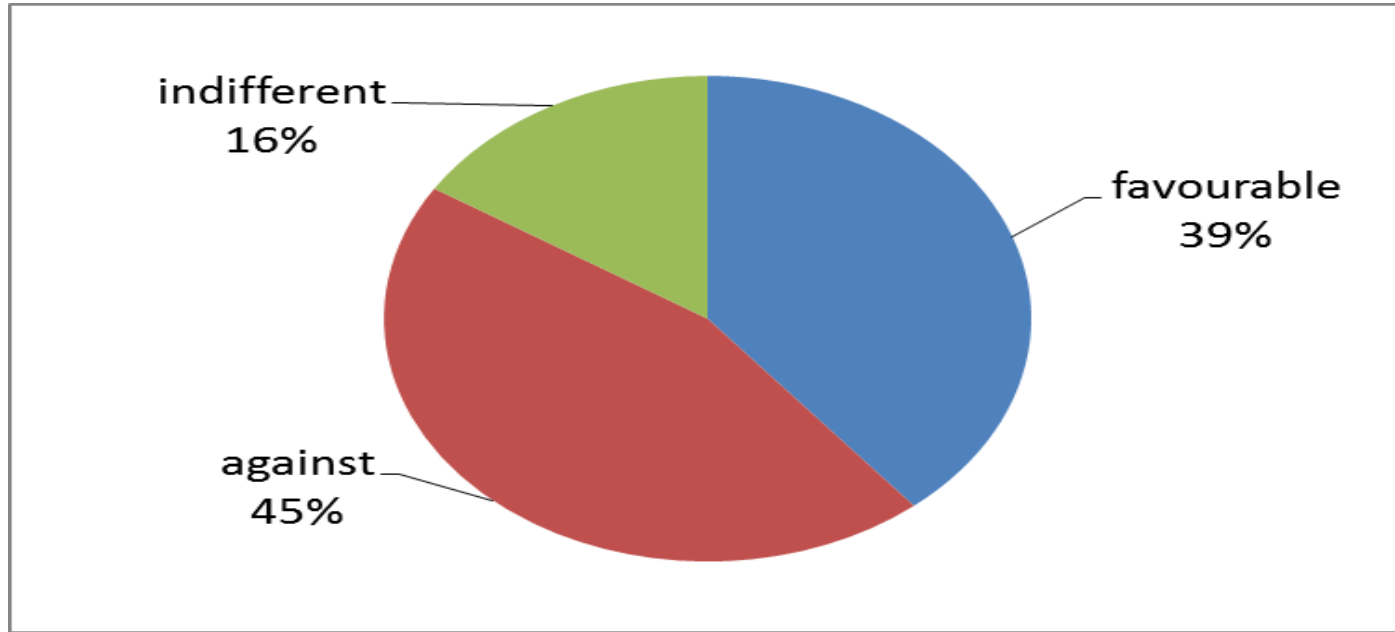
- BASE SCENARIO (no intervention)
- SCENARIO 1:  $TL_{PT} - 20\%$
- SCENARIO 2:  $EF_{CAR} = 2\text{€}$
- SCENARIO 3:  $EF_{CAR} = 2\text{€}$   $EF_{MOTO} = 2\text{€}$

# Policy simulation: results

---

- BASE SCENARIO: car 86% moto 2% PT 12%
- SCENARIO 1 (PT):
  - car 55% moto 17% PT 28%
- SCENARIO 2 (charge car):
  - car 36% moto 32% PT 32%
- SCENARIO 3 (charge car&moto):
  - car 47% moto 14% PT 39%

# Acceptability: results (1)



## Acceptability: results (2)

---

- Preferred accompanying measure
  - Plafond of free permits (37%)
  - Charge differentiated by emission class (18%)
  - Charge exemption based on occupancy (17%)
  - New metro lines (41%)
  - Measures to encourage bikes (16%)
  - Car sharing improvement (15%)
  - Bike sharing improvement (9%)
  - Support to car pooling (8%)
  - Other (19%)
  - None (0%)

## Acceptability: results (3)

---

- Other measures:
  - Park-and-ride facilities, especially metro stations
  - Exemptions or discounts for work purposes
  - Punctuality and confort public transport
  - Improved supply of bus and tram
  - More parking areas
  - Exemptions or discounts for motorcycles
  - Charge differentiated by vehicle size
  - Tax exemption and availability of parking areas

# Acceptability: results (4)

---

- Other measures:
  - No charge if parking available
  - Reduced PT fare
  - PT fare enforcement
  - Maintenance of road pavement, enforcement traffic rules
  - Peer-to-peer vehicle sharing
  - Exemption for low-emission vehicles
  - Smaller charge area
  - Ban for all private vehicles, only bikes, PT and foot

# Conclusions

---

- Charging policies more effective than PT improvement
- Shift to moto is an issue
- Car users tend to be against
- Park-and-ride and metro should be priorities