

**La Simulazione Sperimentale di un
Polo Intermodale: una Valutazione Economica***

Luigi Mittone

Marina Vivian

*Bozza novembre 2003
(non citabile senza autorizzazione degli autori)*

***Secondo Workshop HERMES sui Servizi di Pubblica Utilità
(Moncalieri, 26 Novembre 2003)***

* Gli esperimenti qui descritti sono stati realizzati nell'ambito di un più ampio progetto di ricerca sulla mobilità territoriale in Trentino, finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento e dal Centro Ricerche Fiat. Il presente lavoro è in parte stato estratto dalla tesi di laurea di Marina Vivian. Alla ricerca e alla realizzazione degli esperimenti hanno collaborato Marco Tecilla e Ivan Soraperra del CEEL dell'Università di Trento.

1. Introduzione

Lo studio della modalità individuali di trasporto è sicuramente tra i campi di ricerca più esplorati dagli economisti sia da un punto di vista teorico, sia da quello empirico. In questo lavoro ci si propone di utilizzare una simulazione in laboratorio per indagare su alcuni aspetti di un polo intermodale alle porte della città di Trento. Come è ampiamente noto l'economia sperimentale costituisce un approccio metodologico ormai impiegato da più di 60 anni, ma che non ci risulta abbia avuto sinora molte applicazioni al campo dell'economia dei trasporti.

Lo studio "virtuale" delle scelte di trasporto individuale è particolarmente utile quando ci si trova a dover disegnare uno scenario del tutto ipotetico, quale è appunto quello del caso di studio qui considerato, caso di studio che ci è stato indicato dalla Provincia Autonoma di Trento come uno dei possibili strumenti di *policy* dei trasporti che si vorrebbero nel futuro tentare in Trentino. Non esistendo alcun polo intermodale in Trentino ne consegue che non è possibile condurre alcuna indagine sul campo per verificarne l'impatto e l'utilità. In laboratorio è invece possibile simulare un contesto reale (sia pure molto semplificato) e controllare gli effetti prodotti da alcune variabili strategiche. Più precisamente ciò che qui si indaga è la disponibilità a pagare da parte degli automobilisti per accedere a Trento con la propria autovettura oppure con un'auto elettrica. L'idea è di simulare un vero e proprio mercato, sia degli accessi con auto privata (il cosiddetto *city pricing*), sia delle auto elettriche a noleggio, per poter suggerire all'amministrazione locale delle soglie di tariffa in qualche modo "realistiche".

Il mercato che abbiamo simulato negli esperimenti qui descritti pone gli utenti in competizione tra loro per spuntare le tariffe di accesso, rispettivamente del "biglietto" di entrata con l'auto di proprietà e del noleggio di un parco auto elettriche di proprietà del Comune di Trento. Sul fronte dell'offerta troviamo invece il Comune di Trento stesso che svolge le funzioni di un vero e proprio monopolista, anche se caratterizzato da una funzione obiettivo particolare. Il Comune infatti persegue un doppio scopo, da un lato massimizzare il proprio gettito tariffario (e in questo è simile ad un vero monopolista privato), dall'altro è interessato a ridurre il traffico "chimico" ossia a contrastare il flusso delle auto private, cercando di incoraggiare l'uso delle auto elettriche (il cosiddetto *car sharing*).

L'obiettivo del contenimento del traffico privato con auto convenzionali è ovviamente giustificato dal problema delle esternalità negative prodotte dalle auto private, vale a dire

dall'inquinamento veicolare. Questo aspetto in particolare viene approfondito nel secondo dei due esperimenti qui descritti, esperimento nel quale si cerca di capire gli effetti di scoraggiamento dell'uso dell'auto privata che si ottengono quando il costo delle esternalità da inquinamento viene fatto percepire ai soggetti sperimentali come una conseguenza delle loro scelte individuali piuttosto che come una qualche conseguenza "inevitabile".

I filoni di letteratura sperimentale ai quali qui ci si riconduce sono almeno due; il primo è quello dello studio dei meccanismi di mercato e più precisamente della dinamica di equilibrio, il secondo è quello degli esperimenti sull'offerta privata di beni pubblici puri. La letteratura per entrambi questi settori di ricerca è molto vasta ed una rassegna esaustiva ci porterebbe molto oltre i fini espositivi qui perseguiti. In questa sede ci limitiamo quindi a rinviare a Kagel e Roth (1995) che è un testo che contiene due ampie rassegne di entrambe le letterature appena sopra menzionate. Parallelamente è utile segnalare alcune principali conclusioni che dalla letteratura sono emerse e che sono state confermate anche nei nostri esperimenti.

Il risultato più consolidato degli esperimenti sui mercati è che i soggetti sperimentali tendono a produrre valori stabili di equilibrio dopo un numero più o meno ampio di ripetizioni degli scambi. Più precisamente ciò che emerge da questo tipo di esperimenti è che i soggetti imparano a coordinarsi sui prezzi di equilibrio e che la velocità di apprendimento è direttamente influenzata dalla natura istituzionale del mercato. Ad esempio mercati costruiti su un modello di asta doppia sembrerebbero essere molto più efficienti (ossia in grado di realizzare una convergenza sui valori di equilibrio stabili in tempi molto brevi) rispetto ad altri tipi di mercato più "convenzionali" come può essere ad esempio un mercato di concorrenza perfetta.

Per quanto invece riguarda gli esperimenti sull'offerta privata di beni pubblici puri è meno facile arrivare a conclusioni univoche. I risultati riportati dalla letteratura sono infatti contrastanti e il disegno sperimentale – o per meglio dire il *framing* – adottato sembrerebbe produrre un livello di cooperazione tra i soggetti sperimentali – ossia un livello di produzione del bene pubblico – variabile al variare del contesto adottato dagli sperimentatori. Sul tema dell'offerta privata di beni pubblici puri da una prospettiva metodologicamente affine a quella qui impiegata si può anche vedere Mittone (2003).

Un'ultima nota di letteratura si può infine fare con riferimento ad un gruppo di esperimenti che coniugano il processo di mercato con l'offerta di beni pubblici puri (tra gli altri si possono citare: Güth and Tietz 1990; Roth 1995; Camerer and Thaler 1995). Questa

linea di ricerca sperimentale è la più vicina a quella degli esperimenti qui descritti ma il tipo di contesto utilizzato non è mai quello di un “mercato” dell’accesso ad una città.

2. Il disegno dell’esperimento *benchmark*

Come poco sopra anticipato lo scenario descritto dall’esperimento di base è quello di un polo di scambio intermodale alle porte della città di Trento. A questo polo i soggetti sperimentali nella simulazione di laboratorio arrivano utilizzando un proprio mezzo (automobile). Raggiunto il polo, per entrare a Trento devono operare una scelta relativa a due modalità di proseguimento del viaggio fino al centro della città, ossia hanno l’obbligo di comprare una modalità d’accesso. La prima scelta (*city pricing*) consiste nel proseguire con il proprio mezzo pagando un prezzo d’ingresso (ticket o city price) per entrare all’interno dei confini della città. Nella seconda modalità i soggetti sperimentali devono parcheggiare la loro autovettura in un parcheggio d’interscambio e prendere a noleggio un’autovettura elettrica a basso impatto ambientale (car sharing).

Nell’effettuare la scelta di mobilità, i fattori maggiormente rilevanti sono il vincolo di bilancio del singolo consumatore (*budget*), la struttura delle preferenze del soggetto sperimentale, il prezzo per le modalità d’accesso e l’utilità che ogni giocatore può estrarre dalle diverse modalità d’accesso che poi, come si vedrà tra breve, coinciderà con il premio guadagnato dai singoli partecipanti.

L’esperimento ha inizio con l’assegnazione ai soggetti sperimentali di una dotazione (U) che costituisce il loro budget o vincolo di bilancio iniziale e che costituirà l’ammontare fisso che ad ogni round del gioco avranno a disposizione, da utilizzare per recarsi in città. Poiché il loro payoff (premio effettivamente percepito alla fine dell’esperimento) di round è dato da questo ammontare iniziale (U) meno i costi che sostengono nell’arco dello stesso round di gioco, ne deriva che tanto più alti sono i costi da loro sostenuti, tanto più bassa sarà la cifra effettiva che guadagneranno alla fine dell’esperimento. I giocatori sono a conoscenza del fatto che il loro payoff finale, in altre parole quello che guadagneranno dall’esperimento alla fine del gioco, sarà dato dalla sommatoria delle distanze tra la singola assegnazione di round e quello che in ciascun round spendono.

Per operare la scelta i soggetti sperimentali devono fare riferimento ad una funzione di costo che comprende tre fattori: il costo chilometrico per arrivare fino alle porte della città di Trento con la propria autovettura (Ckm), il costo indotto dalla comodità/scomodità di viaggiare con i mezzi privati/pubblici (Cco) e il prezzo da pagare per entrare in città (P):

$$\text{payoff} = U - C_{km} - C_{co} - P$$

Il prezzo delle tre alternative per arrivare a Trento è una componente di natura oggettiva perché è determinato attraverso una dinamica di mercato. Anche il costo chilometrico è una componente oggettiva della funzione di costo, in quanto è un parametro imposto ad ogni giocatore e che, per ogni giocatore, rimarrà costante per tutta la durata del gioco. Il disagio, al contrario, è un elemento di natura psicologica, pertanto rappresenta un costo critico, difficile da trattare. Riprendendo quanto detto sopra circa il rapporto payoff/utilità, se fosse possibile misurare il disagio effettivo, individualmente percepito dal soggetto sperimentale, dell'uso di un mezzo rispetto ad un altro, il payoff monetario coinciderebbe con il livello di utilità, in quanto gli altri elementi della funzione di costo sono, come appena detto, oggettivi.

Attribuendo al disagio un coefficiente, un parametro artificiale legato al costo psicologico del passare dal mezzo privato al mezzo pubblico a basso impatto ambientale, gli viene dato un valore che non è quello di cui il singolo soggetto sperimentale realmente si fa carico. Per ovviare a questo problema, che potrebbe naturalmente indebolire la portata dell'esperienza, si possono ricavare delle indicazioni di larga massima dei costi psicologici utilizzando brevi interviste fatte a ciascun soggetto sperimentale prima dell'inizio della sessione di gioco, chiedendogli di esprimere una valutazione soggettiva del disagio dovuto all'uso di un mezzo non proprio. Prima di iniziare l'esperienza è stata quindi distribuita ai soggetti sperimentali una scheda (questionario), nella quale gli si è chiesto di esprimere una valutazione sul grado di disagio che avrebbero qualora dovessero lasciare il loro mezzo di trasporto individuale per prenderne un altro per raggiungere una qualche località. Implicitamente si assume che l'uso del mezzo proprio sia considerato dai soggetti sperimentali la modalità preferibile, corrispondente al livello di massima utilità. Oltre a questo la scheda, che viene distribuita prima della somministrazione delle istruzioni per non influenzare i soggetti sperimentali, contiene altre domande con lo scopo di evitare eventuali comportamenti strategici. Il

questionario motivazionale distribuito prima della sessione sperimentale è riportato in appendice.

Il disegno sperimentale prevede il reclutamento di venti soggetti sperimentali, effettuato tra gli studenti dell'Università di Trento. È necessaria una discreta numerosità per garantire che si generino meccanismi di interazione sufficientemente complessa.

Le istruzioni vengono distribuite ai partecipanti e sono lette in aula mentre i soggetti sperimentali sono tenuti a scorrerle durante la lettura collettiva. Le istruzioni sono riportate in appendice.

I soggetti sperimentali vedono sul monitor due mercati: quello delle auto private, in cui devono acquistare il ticket per entrare in città con il proprio mezzo, e il mercato delle auto elettriche, vale a dire quelle di proprietà del comune. Sotto il *box* di ogni mercato il giocatore vede una casella dove inserire il prezzo offerto per la modalità corrispondente. Dalle istruzioni sapranno che possono fare un'offerta su uno dei due mercati o su entrambi. Per poter fare questa offerta devono fare riferimento al loro reddito (vincolo di bilancio) attribuito all'inizio di ogni round e ai costi che devono sostenere, vale a dire il prezzo per entrare in città con la propria automobile oppure per affittare l'automobile elettrica, il costo di disagio appena inserito, e i costi chilometrici da noi attribuiti.

Una volta inserito il prezzo offerto, questo viene reso noto a tutti i partecipanti, che possono vedere nella tabella del mercato corrispondente i prezzi offerti dagli altri e un numero identificativo del giocatore (anonimo) che ha offerto il prezzo.

Il robot che simula l'agente pubblico (Comune di Trento) risponde ad una modalità predefinita, non nota nei dettagli ai soggetti sperimentali, alle offerte fatte dai diversi soggetti sperimentali sui due mercati, dando come risposta un'opportuna selezione delle offerte migliori. Il robot accetta i prezzi superiori ad un prezzo minimo (non noto ai soggetti sperimentali), dando priorità ai prezzi più alti. Questo prezzo minimo accettato è funzione del grado di congestione, calcolato in base al numero di automobili private immesse nella circolazione cittadina. A mano a mano che il traffico va aumentando, il prezzo minimo per le auto private sale. Il prezzo minimo per le auto elettriche è invece mantenuto costante in questa versione dell'esperimento, in quanto, l'obiettivo del Comune di Trento è abbassare il livello di inquinamento e pertanto premia chi opta per l'automobile a basso impatto ambientale. La

prima offerta accettata dal robot deve essere validata, ossia diventa vincolante per il giocatore.

I soggetti sperimentali vedono inoltre, nel fondo della schermata del computer, una barra a tempo, che segnala loro i secondi rimanenti per effettuare la scelta. Il termine della barra temporale (90 secondi) coincide con l'inizio di un nuovo round. Al termine di ogni round il giocatore viene posto a conoscenza del proprio payoff, vale a dire della ricompensa che effettivamente ha guadagnato in quel round. Il numero di round previsti all'interno dell'esperimento è venti.

I parametri dell'esperimento sono stati così definiti:

- l'ammontare di Euro messo a disposizione ad ogni giocatore all'inizio di ogni round del gioco è stata mantenuta costante;
- per i costi chilometrici sono state ipotizzate tre categorie di soggetti sperimentali differenziate in base alla località di partenza (Rovereto, Roncegno e Salorno). Le distanze chilometriche sono state calcolate dalla località di partenza (variabile secondo il giocatore) alla località di arrivo (Trento per tutti i soggetti sperimentali). In base a questa località di partenza (domicilio) ai giocatori sono stati attribuiti differenti costi chilometrici (rispettivamente 13, 14, 15 €) mantenuti costanti per tutta la durata del gioco. Il costo chilometrico quindi, non essendo un elemento variabile nel corso dell'esperimento, va visto semplicemente come un elemento di contestualizzazione del gioco, che permette di dare un grado di maggior realismo al gioco.

LOCALITÀ DI PARTENZA	COSTO PER KM	DISTANZE CHILOMETRICHE	COSTO CHILOMETRICO (€)
ROVERETO	0.4429	29	13
RONCEGNO	0.4429	31	14
SALORNO	0.4429	34	15

Il costo per chilometro, espresso in Euro, è stato preso dal sito dell'ACI, facendo riferimento ad una vettura media (FIAT stilo 1,8/16V 133 CV ad alimentazione benzina

catalitica), su una base di 15000 km percorsi in un anno. Tali costi sono aggiornati a Marzo 2002.

I costi di disagio sono stati ricavati, come già anticipato sopra, tramite il questionario distribuito prima dell'esperimento, nel quale si chiede, tra le altre domande, il disagio percepito dal singolo soggetto nel lasciare la propria auto individuale per utilizzare mezzi alternativi di mobilità (auto elettrica pubblica). Tale disagio, indicato con un tratto sulla barra riportata a seguito della domanda, è stato convertito in un costo, espresso in centesimi di Euro (da 1 a 300), ed immesso da ogni postazione in modo tale da essere incorporato nella funzione di costo individuale di ciascun singolo giocatore. Poiché si ha disagio solo se si utilizza l'auto a noleggio ne consegue che il costo di disagio per convenzione sarà pari a zero quando si usa l'automobile propria.

I prezzi minimi accettati dal Comune (robot) per le due opzioni relative ai mercati del city pricing e del car sharing sono stati così definiti: il prezzo minimo accettato per entrare in città con l'auto privata è stato fatto variare all'interno del round in base a tre soglie di congestione così fissate:

1. congestione bassa si verifica allorché all'interno della città circola un numero di veicoli privati inferiore a 10;
2. congestione media si verifica allorché all'interno della città circola un numero di veicoli privati inferiore a 15;
3. congestione elevata si verifica allorché all'interno della città circola un numero di veicoli privati superiore a 15.

La congestione infatti fa sì che i veicoli si ostacolino reciprocamente, aumentando i tempi ed i costi dello spostamento. Ogni veicolo privato addizionale dovrà quindi sopportare un costo maggiore, poiché aggiungendosi al flusso di traffico lo rallenta e ne è a sua volta rallentato. Questo aumento dei costi dovuti alla congestione nell'esperimento si riflette in un aumento del prezzo del ticket per entrare in città con l'auto privata.

Per incentivare l'utilizzo dell'auto elettrica il prezzo minimo accettato dal Comune per la modalità car sharing è stato invece mantenuto costante.

I prezzi sono stati espressi in centesimi di Euro.

Congestione	N° auto private entrate a TN	Prezzo minimo city pricing	Prezzo minimo car sharing
Bassa	< 10	400	200
Media	< 15	500	200
Elevata	≥ 15	700	200

Come si nota dalla tabella sopra riportata, il prezzo minimo del car sharing è stato mantenuto al di sotto del prezzo minimo del city price per incentivare l'utilizzo di mezzi di spostamento alternativi alla modalità tradizionale e perché nella funzione di costo individuale al prezzo del car sharing viene aggiunto il costo di disagio (da 1 a 300).

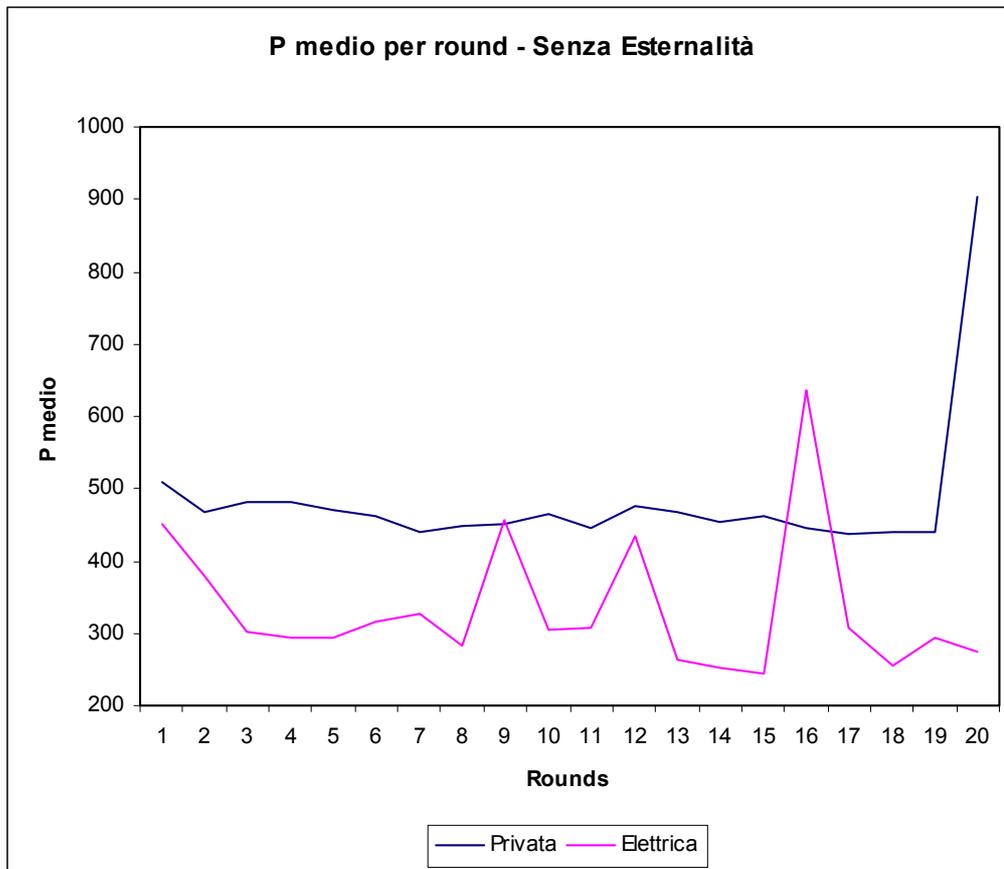
3. Alcune note sui risultati dell'esperimento *benchmark*

Passando ora all'analisi dei risultati, il primo aspetto rilevante da indagare riguarda le scelte della modalità di accesso al centro di Trento. A questo scopo è utile fare riferimento al grafico riportato nella fig. 3.1 nel quale sono riportati gli andamenti dei prezzi medi riferiti rispettivamente al mercato dall'accesso con auto privata e a quello del noleggio dell'auto elettrica.

Osservando le dinamiche dei prezzi si nota come inizialmente, nei primi otto round del gioco, i valori di entrambi i mercati abbiano segnato poche oscillazioni. A partire dall'ottavo round i prezzi del mercato dell'auto elettrica iniziano invece a segnare forti variazioni da un round all'altro, mentre quelli del mercato dell'auto privata rimangono sostanzialmente stabili. Fa eccezione a quest'ultima considerazione l'ultimo round del gioco che segna un'impennata del prezzo del biglietto di accesso con auto privata dovuto probabilmente ad un effetto "fine del gioco".

Nel complesso si nota che i prezzi dei due mercati rimangono sostanzialmente diversi per l'intera durata dell'esperimento ma questo risultato è ovviamente condizionato dalla funzione obiettivo assegnata al robot che simulava le scelte del Comune di Trento.

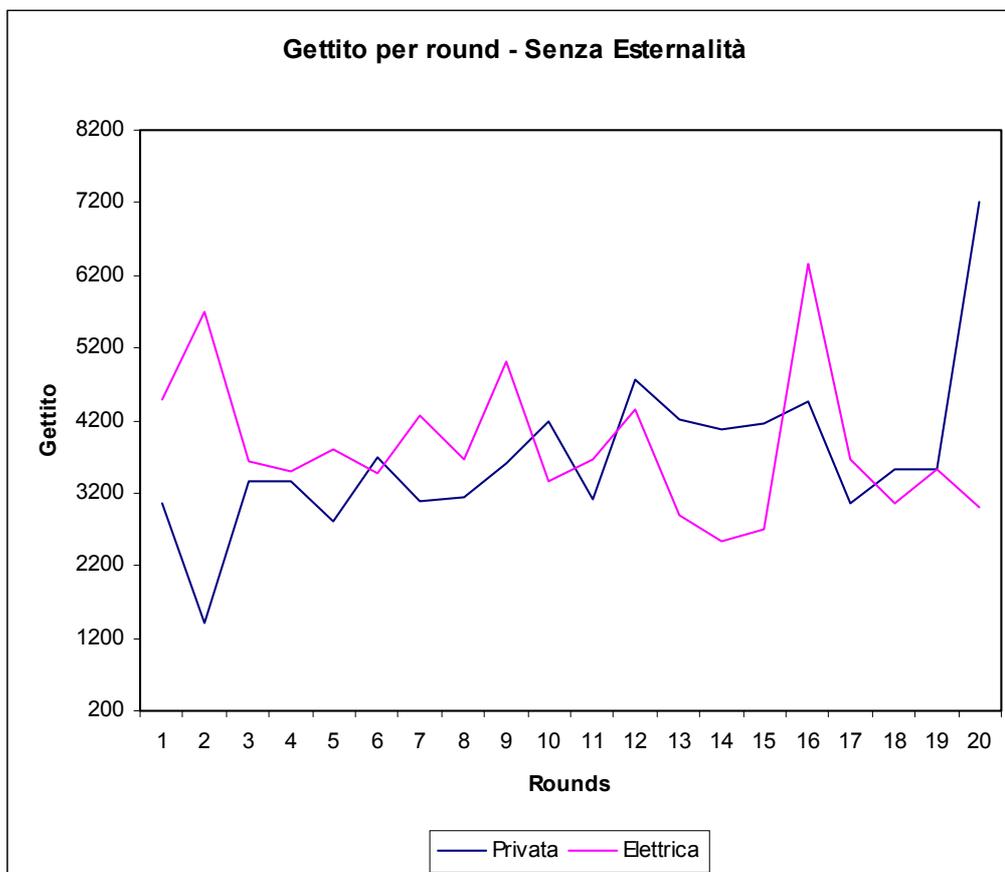
Fig. 3.1 Andamenti dei prezzi medi esperimento *benchmark*



Altrettanto interessante è l'andamento del gettito prodotto dalle due modalità di accesso a Trento. Gli andamenti dei due gettiti sono riportati nella fig. 3.2. Osservando la fig. 3.2 si nota come gli andamenti dei due gettiti siano abbastanza divaricati solo nella parte iniziale dell'esperimento, fino al round 3, mentre dal round successivo in poi tendono a muoversi lungo una linea di convergenza. Ovviamente i tracciati sono spesso speculari con però una certa tendenza finale alla convergenza.

Un'interessante considerazione di tipo normativo riguarda il fatto che in un contesto di questo tipo il gettito totale derivante dalle due modalità tende a convergere verso valori simili. Questo è spiegato proprio dal fenomeno di sostituzione di una modalità con l'altra, per cui la modalità più conveniente tende a prevalere su quella meno conveniente in termini di numero di utenti; introducendo però prezzi unitari più bassi rispetto all'altra, il gettito complessivo prodotto è molto vicino alla modalità più costosa.

Fig. 3.2 Gettito per round modalità auto privata e auto elettrica exp. base



Poiché l’esperimento base era forzatamente semplificato e la sua funzione era soprattutto quella di fare da pietra di paragone per i risultati ottenuti dall’esperimento con esternalità conviene passare a commentare i risultati di questo secondo.

4. Il disegno dell’esperimento con esternalità

Il disegno sperimentale di questa seconda versione dell’esperimento coincide, in larga parte, con il disegno sperimentale dell’esperimento base descritto nel paragrafo precedente. Pertanto in questo paragrafo non è riportata l’intera descrizione del disegno sperimentale, ma solamente le modifiche introdotte a quello precedente. Le istruzioni di questo esperimento sono riportate in appendice.

- La modifica più importante riguarda l’introduzione di una terza categoria di costi che i soggetti sperimentali devono considerare nell’effettuare la loro scelta di

modalità di spostamento. Ai costi chilometrici e ai costi di disagio in questa versione si aggiungono infatti i costi dovuti all'inquinamento causato dalle auto private in circolazione (le auto elettriche sono infatti a basso impatto ambientale). L'inquinamento costituisce un costo aggiuntivo che viene pagato da tutti i giocatori, sia quelli che hanno scelto l'auto privata, sia quelli che hanno optato per l'auto elettrica. Poiché solo a fine round si conosce il numero esatto di auto private entrate in città, tale costo viene comunicato ed imputato ai giocatori solo alla fine del round, secondo la tabella:

N° auto private entrate a Trento	Costo inquinamento totale	Costo inquinamento individuale
1	20	1
2	1117	56
3	2213	111
4	3310	165
5	4407	220
6	5503	275
7	6600	330
8	7696	385
9	8793	440
10	9890	494
11	9910	495
12	9930	496
13	9950	497
14	9970	499
15	9990	501
16	10010	502
17	10030	502
18	10050	503
19	10070	504
20	10091	505

Come si può notare dalla tabella, il costo di inquinamento aumenta inizialmente molto rapidamente all'aumentare del numero di auto private che entrano in centro; dalla decima auto privata entrata in poi continua ad aumentare, ma molto più lentamente. Infatti, per calcolare i costi di inquinamento totali, vale a dire quelli che poi saranno ripartiti in eguale misura tra tutti i giocatori, si è fatto riferimento alle seguenti funzioni:

$$C_{\text{inq}}(x) = C_{\text{inq}}(x-1) + \exp(7) \quad \text{se } 0 < x \leq 10$$

$$C_{\text{inq}}(x) = C_{\text{inq}}(x-1) + \exp(3) \quad \text{se } x > 10,$$

dove x indica il numero di auto entrate in città.

Ne consegue che in questa seconda versione dell'esperimento, il guadagno di ogni singolo giocatore è così ricavato:

$$\text{guadagno} = U - C_{km} - C_{co} - C_{inq} - p$$

dove

U = cifra di danaro attribuita all'inizio di ciascun round;

C_{km} = costo chilometrico sostenuto per raggiungere Trento dal domicilio;

C_{co} = costo di disagio;

C_{inq} = costo dovuto all'inquinamento;

p = prezzo (del city pricing o del car sharing).

In questa seconda versione dell'esperimento, è presente un problema di rappresentazione delle preferenze degli altri soggetti in contesti strategici, vale a dire in un contesto di decisioni interdipendenti. Le decisioni di un singolo giocatore sono infatti influenzate anche dal comportamento degli altri soggetti. Detto in altre parole, la strategia di gioco di ogni giocatore deve in qualche modo tenere conto degli obiettivi e delle esigenze degli altri giocatori. L'inclusione delle esternalità nel disegno sperimentale è finalizzata a verificare se questo tipo di conseguenza negativa di natura collettiva abbia o no un effetto sui comportamenti individuali dei giocatori. Più precisamente ci aspettiamo che le esternalità giochino un ruolo di incoraggiamento verso l'uso dell'auto elettrica. A questo scopo, come avremo modo di discutere tra breve, i valori dei costi e dei parametri introdotti nel disegno sono tali da rendere sempre economicamente sconveniente (per il singolo agente) la scelta dell'auto elettrica. Questo significa che la scelta del car sharing è indicatrice di un effetto "psicologico" causato dalle esternalità, vale a dire chi sceglie l'auto elettrica lo fa contro il proprio interesse individuale ma a favore di un vantaggio collettivo al quale evidentemente attribuisce un valore.

La variabile del costo psicologico è complicata, in quanto è strettamente dipendente dal singolo soggetto sperimentale. Per rendere i dati ottenuti dai due differenti

esperimenti in qualche misura confrontabili, si è deciso di fissare tre classi di disagio derivante dall'utilizzo dell'auto elettrica, così definite:

1. disagio basso, se nell'esperimento base hanno risposto con un valore compreso tra 1 e 100 alla domanda rilevante del questionario motivazionale;
2. disagio medio, se nell'esperimento base hanno risposto con un valore compreso tra 101 e 200 alla domanda rilevante del questionario motivazionale;
3. disagio elevato, se nell'esperimento base hanno risposto con un valore compreso tra 201 e 300 alla domanda rilevante del questionario motivazionale.

Per definire la numerosità di queste classi si è fatto riferimento ai dati raccolti dall'esperimento base, dal quale è emerso che il 30% dei soggetti apparteneva alla prima classe di disagio, il 35% alla seconda e il restante 35% alla terza.

In questo secondo esperimento i soggetti sperimentali sono stati pertanto reclutati, tra quelli iscritti volontariamente, in base al loro disagio dichiarato nella domanda 4 del questionario motivazionale.

Disagio	Numero soggetti reclutati
[1;100]	6
(100;200]	7
(200;300]	7
totale	20

I valori del parametro disagio/comodità di utilizzo dell'auto elettrica sono stati fatti variare da un massimo disagio (minima comodità) di 500 a un minimo disagio (massima comodità) di 100.

- I prezzi del city pricing sono molto più variabili rispetto all'esperimento base in relazione alla congestione. Inoltre, in questa versione dell'esperimento anche i prezzi relativi al car sharing subiscono delle variazioni: sono infatti correlati negativamente al numero di auto private che entrano in città. Questa modifica va letta come una politica,

usata dal Comune, per mantenere sotto controllo il livello di traffico e per incentivare l'uso del veicolo a basso impatto ambientale.

I prezzi minimi per le due modalità sono stati fatti variare come da tabella sottostante:

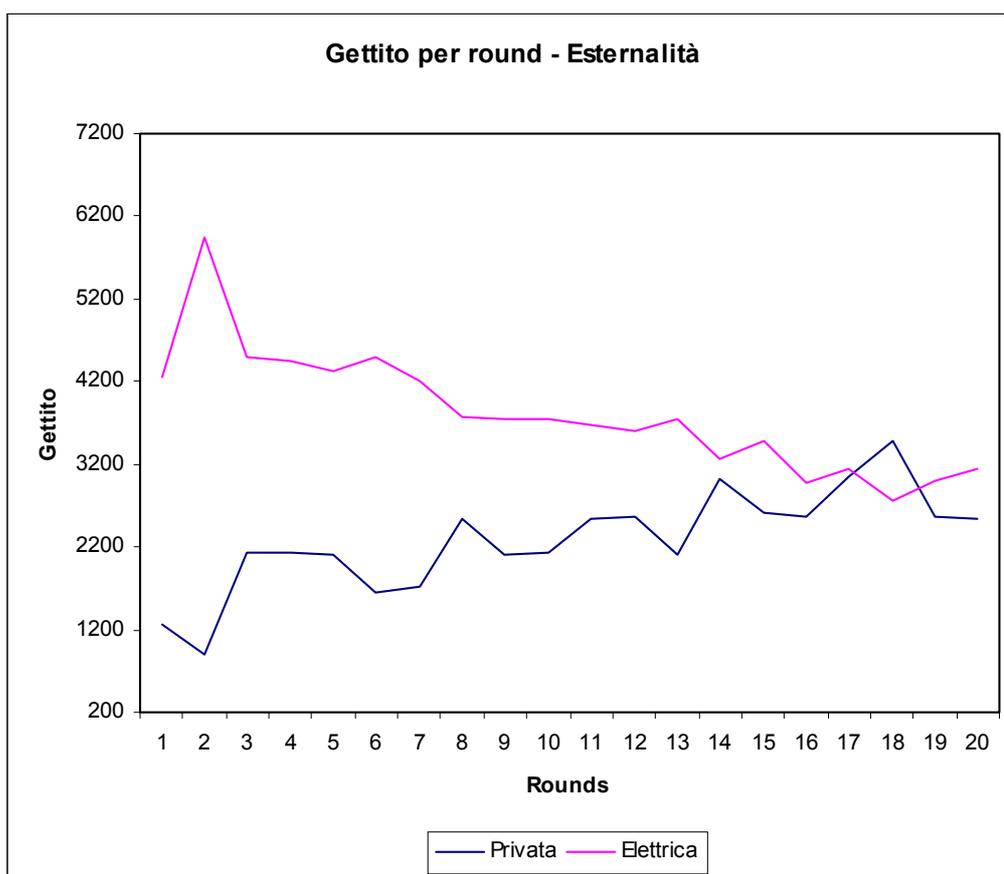
N° auto private entrate in città	Prezzo minimo car sharing	Prezzo minimo city pricing
1	300	400
2	290	410
3	280	420
4	270	430
5	260	440
6	250	450
7	240	460
8	230	470
9	220	480
10	210	490
11	200	500
12	190	510
13	180	520
14	170	530
15	160	540
16	150	550
17	140	560
18	130	570
19	120	580
20	110	590

5. I risultati dell'esperimento con esternalità

Partiamo dall'analisi delle scelte relative alle modalità di accesso al centro di Trento. A questo proposito si nota in generale che nell'esperimento con esternalità la modalità preferita dai soggetti sperimentali è stata quella del car sharing. Più precisamente nell'esperimento con esternalità l'auto elettrica è stata scelta più spesso rispetto all'esperimento base sia in termini assoluti, sia in termini percentuali. Anticipando quanto vedremo poco oltre conviene qui ricordare che nell'esperimento con esternalità la scelta dell'automobile privata era sempre preferibile rispetto alla scelta dell'auto elettrica in forza della struttura dei parametri di costo imposta nel disegno sperimentale.

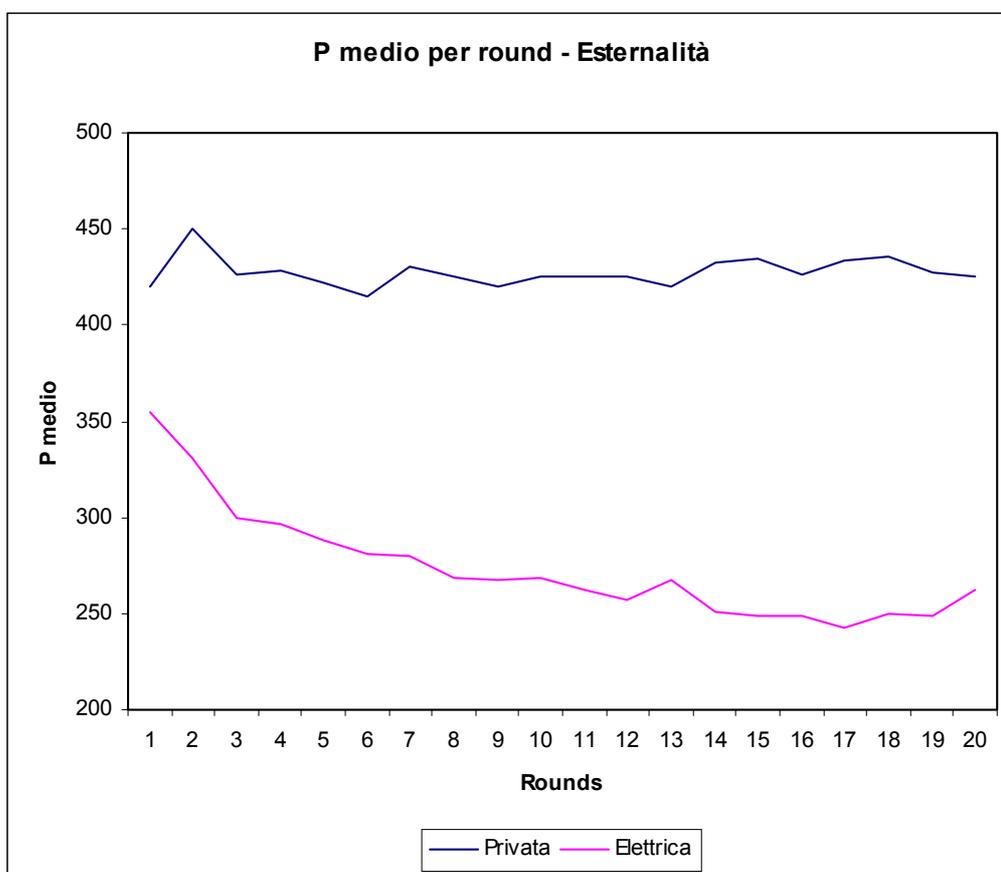
Passando ora all'analisi dell'andamento del gettito osservando la figura 5.1 si nota come i gettiti generati rispettivamente dalla vendita dei biglietti d'accesso al centro di Trento con l'autovettura di proprietà (city pricing) e dal noleggio delle automobili elettriche (car sharing) abbiano un andamento convergente, confermando quanto si era già visto nel caso dell'esperimento *benchmark*. Anche in questo caso infatti, come già nel caso descritto con riferimento all'esperimento base, si parte da valori di gettito complessivo abbastanza diversi tra le due modalità per poi osservare una convergenza verso valori simili. Tale fenomeno si genera, anche qui, per effetto della progressiva sostituzione nel corso dell'esperimento di un mezzo di trasporto con l'altro che porta, nonostante i prezzi relativi differenti, ad una convergenza verso un valore di gettito molto simile.

Fig. 5.1 Gettito per round modalità auto privata e auto elettrica exp. esternalità



La differenza principale tra i dati del gettito dell'esperimento base e quelli dell'esperimento con esternalità riguarda da un lato il fatto che l'andamento nei round iniziali è in questo caso più stabile, con una minor tendenza di inversione dei picchi massimi e minimi del gettito tra le due modalità di accesso, dall'altro il fatto che nell'esperimento con esternalità si registra una maggior lentezza nel raggiungere i valori stabili di gettito. Infatti, come si nota dal grafico, la distanza tra i due valori di gettito si mantiene abbastanza significativa fino a oltre la metà del gioco e si comincia ad avere una sincronizzazione del valore di gettito prodotto solo attorno al round 13, quindi molto più avanti nel tempo rispetto all'esperimento base. Le ragioni di questa maggiore lentezza nella convergenza tra i due trend dei gettiti prodotti con le due modalità sono probabilmente da attribuirsi al fatto che nell'esperimento con esternalità il compito decisionale era complicato dall'operare di una componente di costo non nota con certezza, vale a dire appunto dal costo dell'esternalità negativa. Inoltre la struttura delle soglie di prezzo era più complessa e quindi più difficile da apprendere.

Fig. 5.2 Andamento dei prezzi medi per round exp. con esternalità



Guardando la figura 5.2 relativa all'andamento dei prezzi medi per round, si nota come i trend dei due mercati abbiano avuto degli andamenti abbastanza differenti. Infatti il city price, cioè il prezzo per entrare con la macchina di proprietà, tende a mantenersi abbastanza costante per tutto il corso dell'esperimento. Al contrario, il prezzo del car sharing, e quindi delle auto elettriche, ha un trend costantemente decrescente, almeno fino a oltre la metà dell'esperimento, per poi iniziare a stabilizzarsi soltanto verso il round 13.

Quindi sembrerebbe che, per quanto riguarda le automobili elettriche i soggetti sperimentali si siano progressivamente avvicinati ai prezzi soglia, mentre per quanto riguarda le auto private non abbiano modificato la strategia di prezzo in modo apprezzabile lungo tutto l'esperimento, arrivando a pagare il prezzo minimo accettato dal robot per accedere alla città solamente in un caso (round 13).

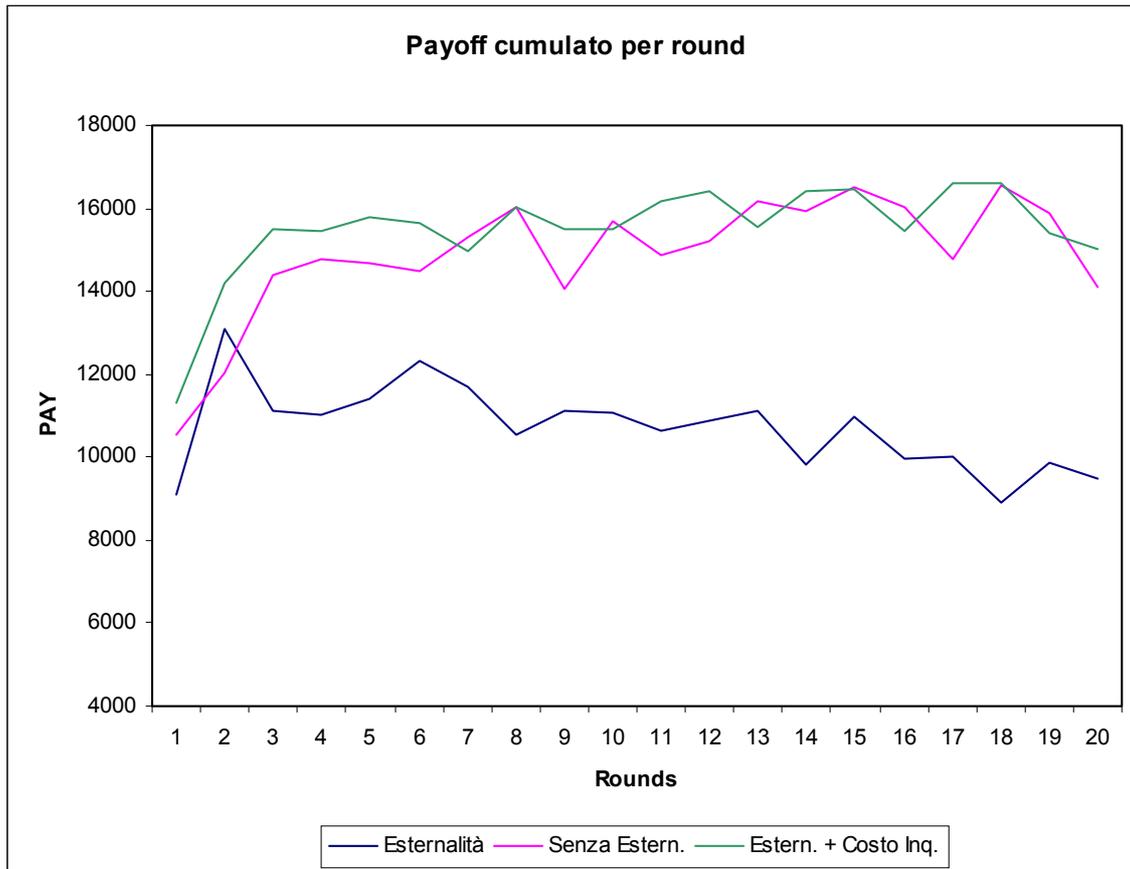
Passando ora all'analisi dell'andamento dei payoff, il primo grafico riportato è relativo agli andamenti dei payoff aggregati di entrambi gli esperimenti (figura 5.3). Relativamente all'esperimento con esternalità, l'andamento del payoff aggregato, dopo una prima fase di assestamento che ha avuto grosso modo conclusione attorno al round 8, tende costantemente a decrescere. Confrontandolo con il trend del payoff aggregato dell'esperimento base, si nota come la tendenza è esattamente opposta: mentre nel primo esperimento era stato registrato un trend relativo ai payoff in costante crescita, molto accelerata nella prima fase del gioco e poi sostanzialmente stabile nella seconda, nell'esperimento con esternalità, dopo un periodo iniziale con una certa variabilità, si passa ad una sostanziale decrescita.

Le ragioni di questi diversi andamenti dei payoff aggregati sono probabilmente da rintracciarsi, ancora una volta, nelle diverse caratteristiche dei disegni sperimentali, in particolare nell'introduzione del costo di esternalità nel secondo esperimento, che ha giocato in termini sfavorevoli nella determinazione dei livelli di payoff. Infatti i valori dei payoff totali alla fine del gioco sono a favore dell'esperimento base nonostante che i premi totali messi in gioco fossero uguali – vale a dire, la somma massima che i soggetti sperimentali potevano vincere era identica in entrambi gli esperimenti –.

Anche in questo caso, come già in quello dell'esperimento base, c'è stato un processo di apprendimento dei giocatori nei primi otto round del gioco che ha portato a valori sempre più stabili nei payoff aggregati per round. Pertanto, ignorando la prima fase del gioco (dal round 1 al round 8), in cui c'è stato un assestamento durante il quale i giocatori hanno imparato a

confrontarsi con i valori di prezzo del robot, si può concludere che le esternalità abbiano svolto un ruolo negativo rispetto ai valori di payoff, soprattutto nei round di gioco finali, in cui il numero di automobili private utilizzate per accedere al centro di Trento è aumentato, facendo conseguentemente aumentare il costo di esternalità, che ovviamente si scaricava negativamente sui payoff di round e finale.

Fig. 5.3 Andamento dei payoff aggregati relativi ai due esperimenti

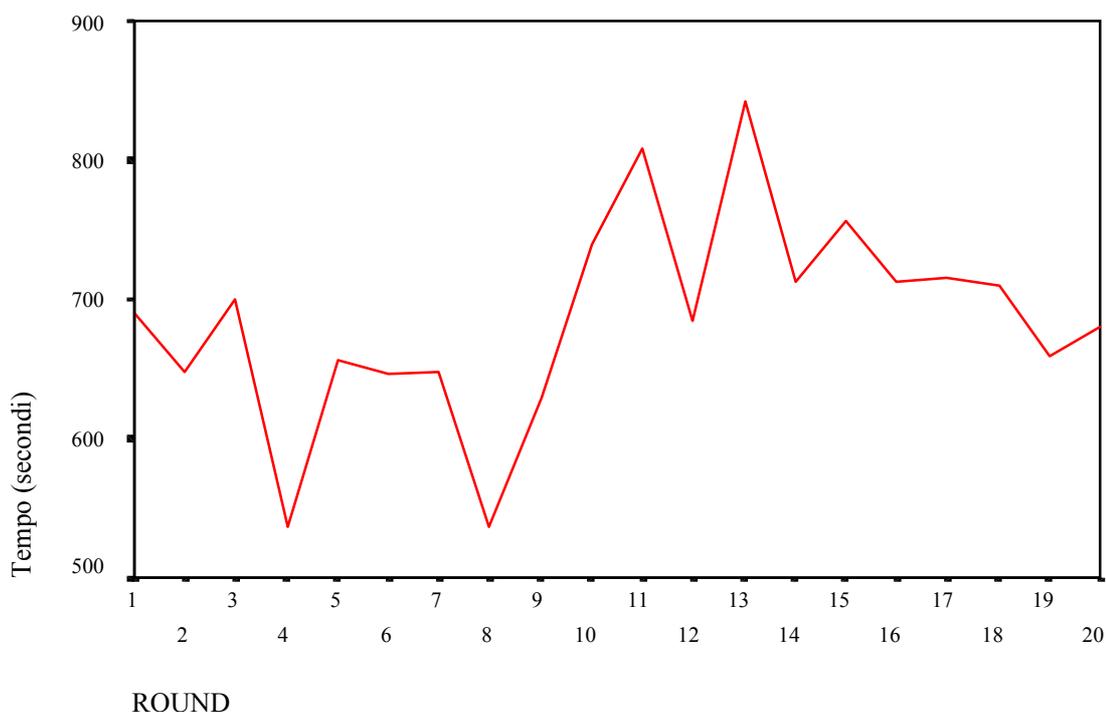


Passando ora all'analisi dei tempi di fissazione dei prezzi occorre guardare la figura 5.4 dove sono riportati il numero di secondi necessari in ciascun round per definire i prezzi in media.

Guardando l'andamento dei tempi dell'esperimento con esternalità, si nota che sono costantemente molto variabili con valori minimi e massimi abbastanza distanti tra di loro. Si osserva inoltre che nella prima parte i valori del tempo erano relativamente più bassi rispetto alla seconda metà dell'esperimento. Questo punto di svolta è in corrispondenza dell'ottavo

round. Questa divisione in due fasi dell'esperimento è contrastante rispetto a quella registrata nell'esperimento base dove si aveva una sostanziale diminuzione dei tempi di definizione dei prezzi lungo tutto l'arco dell'esperimento, ancorché non marcatissima. La ragione di questa differenza è probabilmente da ricondursi al fatto che nella prima parte dell'esperimento con esternalità i giocatori tentavano prezzi diversi senza riuscire a tenere in debito conto la complessità indotta dalla presenza dei costi di esternalità, mentre nella seconda parte tendevano ad affinare il calcolo di convenienza dei prezzi offerti, caricandosi quindi di tempi maggiori. Detto in altre parole, siccome il danno delle esternalità cresce al crescere del numero di auto entrate in città, i soggetti sperimentali imparano ad aspettare di vedere cosa succede, vale a dire osservano quante auto entrano prima di decidere.

Fig. 5.4 Andamento dei tempi medi di definizione dei prezzi



Sempre ragionando sul ruolo del tempo è utile calcolare il coefficiente di correlazione tra i valori dei payoff e il tempo, i cui risultati sono riportati nella tavola 5.1. Si nota come la correlazione sia negativa, quindi tanto più basso è il tempo tanto più alto è il payoff, però il livello di significatività è molto basso e non ci consente di affermare che il tempo sia rilevante nella determinazione del payoff.

Tav. 5.1 Correlazione tempo–payoff (dati individuali)

		PAYOFF	TIME
PAYOFF	Correlazione di Pearson	1,000	-,084
	Sig. (2-code)	,	,100
	N	384	384
TIME	Correlazione di Pearson	-,084	1,000
	Sig. (2-code)	,100	,
	N	384	384

Volendo indagare sempre sulla dimensione della relazione tra tempo e payoff a livello individuale, è utile fare riferimento alla figura 5.5, che riporta un grafico che associa ai livelli di tempo i valori dei payoff. Come si vede già di primo acchito, il grafico segna una grande variabilità nella relazione tra le due variabili. Ci sono casi di payoff molto elevati con tempo di decisione molto basso, per esempio il caso del soggetto 1, ma possiamo trovare payoff altrettanto alti di quelli rilevati dal soggetto 1 anche in corrispondenza di tempi molto lunghi. Per esempio il soggetto 16 ha utilizzato delle quantità di tempo tra le più alte in assoluto di tutto l'esperimento ed ha ottenuto un payoff superiore di quello del soggetto 1, che come abbiamo appena visto aveva un valore di tempo molto basso.

Sulla questione del rapporto tra tempo e payoff torneremo nel paragrafo dedicato all'analisi econometrica, dai risultati della quale possiamo qui anticipare un'ulteriore e conclusiva conferma della irrilevanza del tempo nella determinazione dei payoff. Vale la pena di dire a questo proposito che la scarsa rilevanza tra il tempo e il payoff va a favore del disegno sperimentale. Non eravamo infatti interessati a disegnare un esperimento che premiasse chi era più veloce nel prendere decisioni di ingresso in città – aspetto questo del tutto irrilevante per il fuoco degli argomenti trattati –, perciò il fatto che il tempo non sia importante per la spiegazione dei livelli dei payoff è una conferma della qualità del disegno sperimentale.

Passando ora all'analisi dei comportamenti individuali è possibile identificare degli stili di comportamento omogenei raggruppandoli in alcune principali tipologie.

La prima tipologia può definirsi di tipo conservativo, ovvero dei soggetti conservatori. Il grafico riportato nella figura 5.6 illustra un esempio di questo tipo di comportamento. Come si nota osservando la figura appena citata la dinamica dei prezzi offerti dal soggetto preso in considerazione è molto modesta e varia all'interno di una banda che è compresa tra 200 e 250 centesimi di Euro.

Fig. 5.5 Grafico della correlazione tempo–payoff (dati individuali)

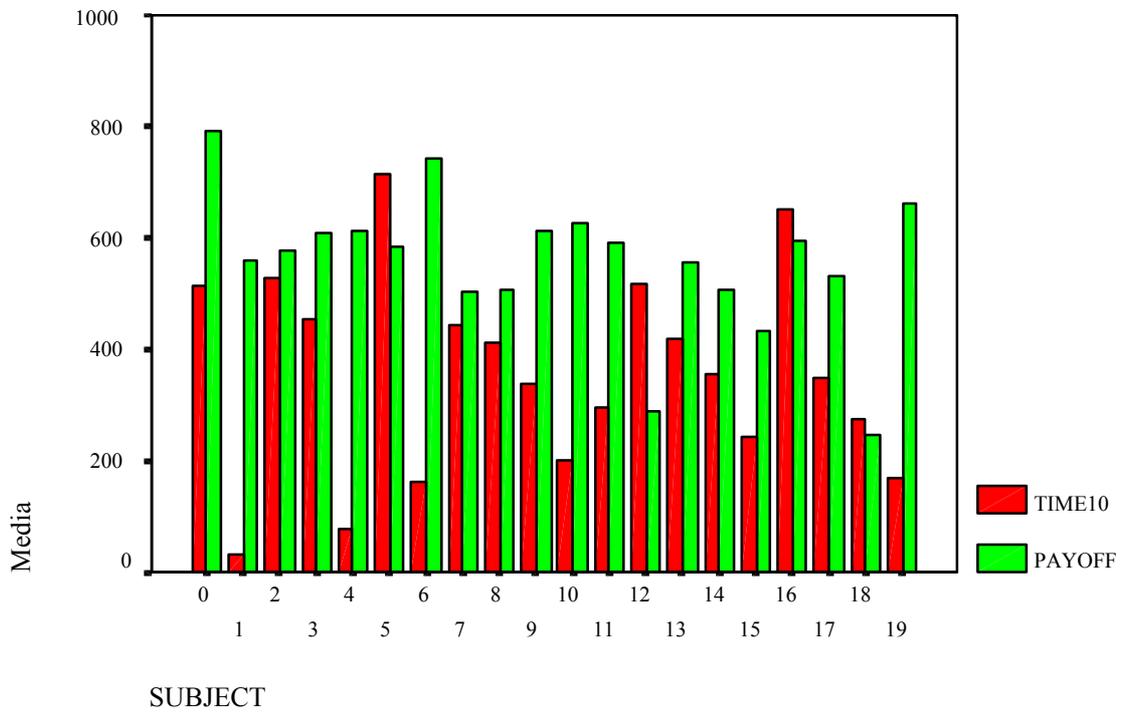
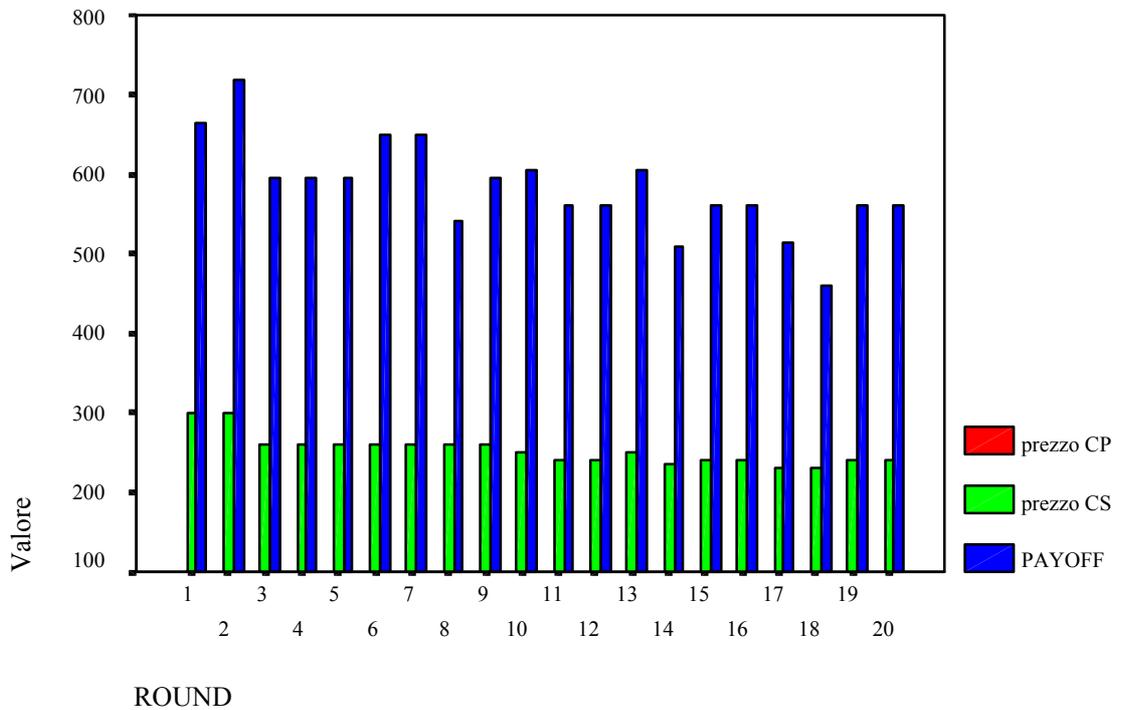
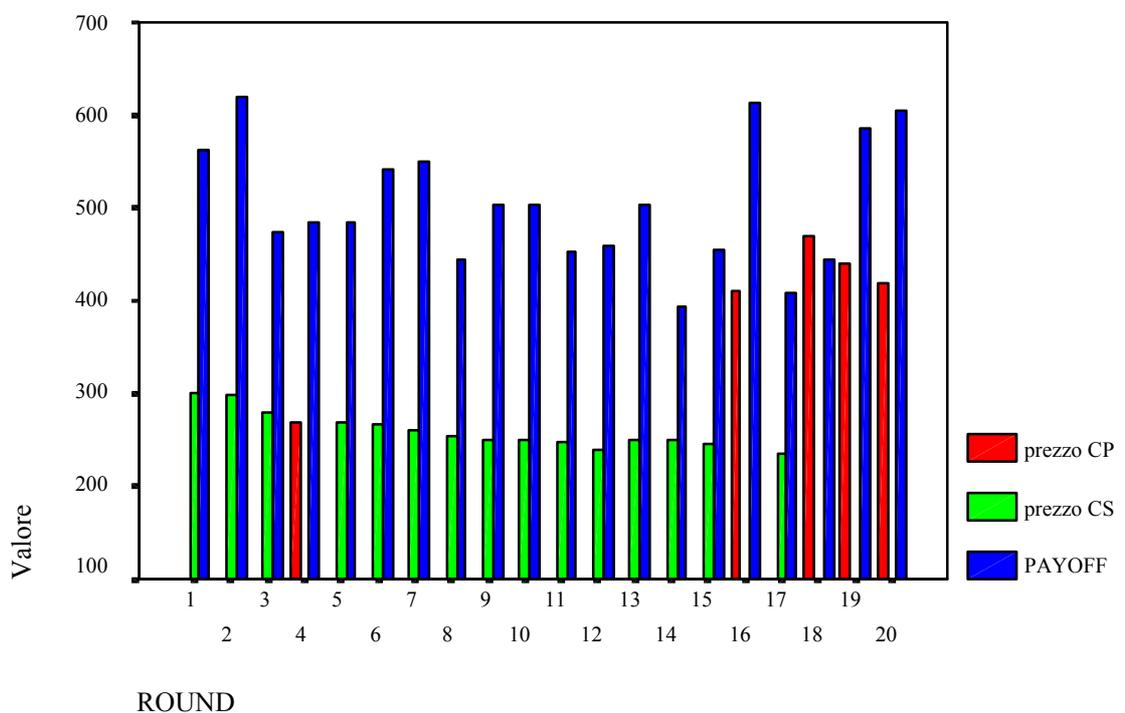


Fig. 5.6 Tracciato prezzi e payoff individuali soggetto 1



La seconda tipologia di comportamento osservata nell'esperimento con esternalità potrebbe definirsi di un comportamento "irrazionale" o, se si preferisce inefficiente. Due esempi di questo tipo di comportamento sono illustrati dalla figura 5.7 e 5.8. Osservando la prima di queste due figure si nota come il soggetto sperimentale abbia iniziato l'esperimento seguendo una strategia di prezzi simile a quella già descritta parlando della tipologia conservatrice, salvo poi abbandonarla in corrispondenza degli ultimi round dell'esperimento per passare a una politica di prezzi che gli ha ridotto il livello dei payoff.

Fig. 5.7 Tracciato prezzi e payoff individuali soggetto 3



Ancora più inefficiente è il comportamento del soggetto sperimentale della figura 5.8. In questo secondo caso la politica di prezzi seguita dal giocatore è stata costantemente inefficiente per tutta la durata dell'esperimento, generando livelli di payoff molto più bassi di quelli che avrebbe potuto ottenere esplorando maggiormente le alternative di prezzo.

Le ragioni di questi comportamenti apparentemente irrazionali e comunque inefficienti sono difficili da spiegare osservando i risultati disponibili dagli esperimenti. Una possibile giustificazione di queste "cattive strategie" potrebbe rintracciarsi in una insufficiente capacità di interpretare le regole del gioco da parte dei soggetti.

Fig. 5.8 Tracciato prezzi e payoff individuali soggetto 4

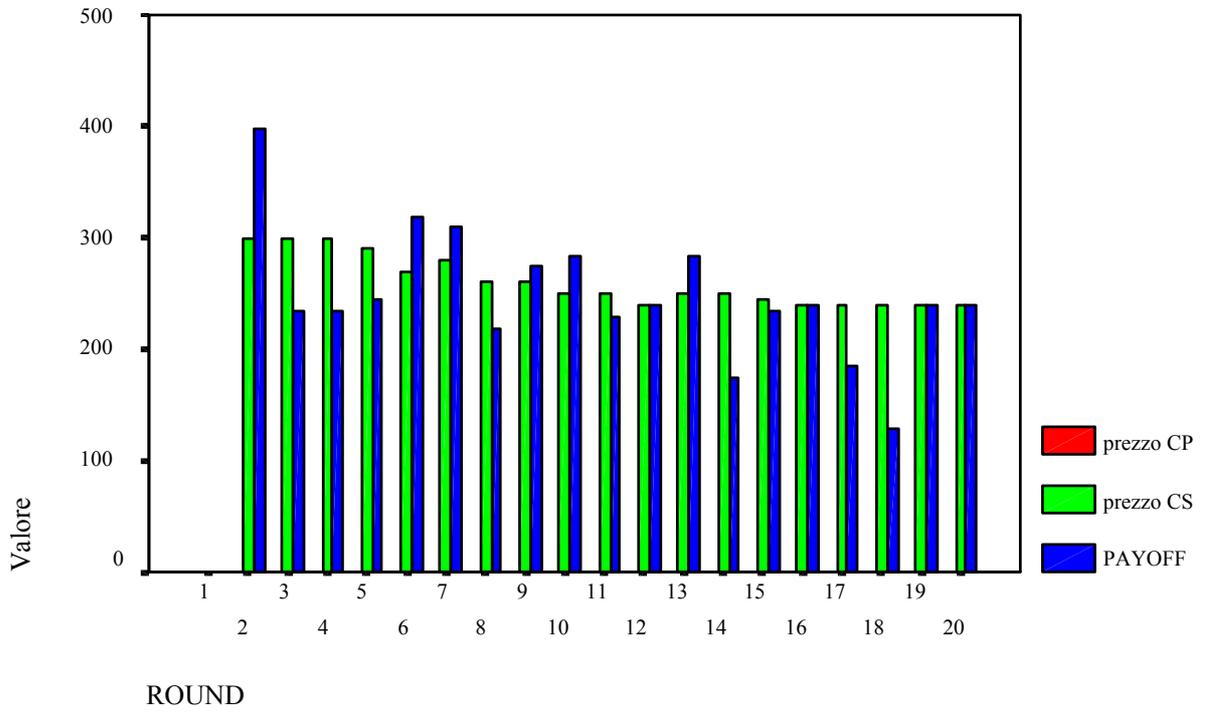
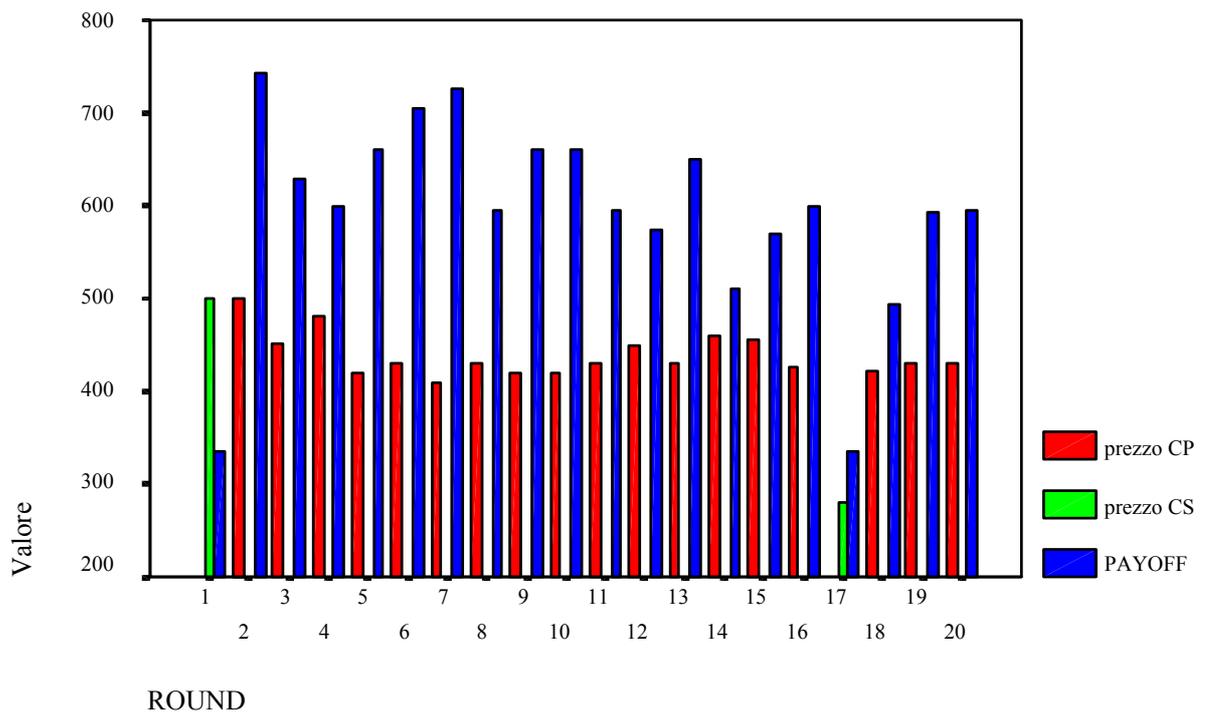


Fig. 5.9 Tracciato prezzi e payoff individuali soggetto 5



La terza strategia di gioco osservata nell'esperimento con esternalità riguarda un tipo di comportamento che potremmo definire di free riding (figura 5.9). Si tratta di un giocatore che ha sempre utilizzato l'auto privata per entrare in città, ignorando quindi l'effetto indotto dalle esternalità. In altre parole ha operato in accordo con la scelta razionale in senso economico che avevamo incorporato nel disegno sperimentale. In altre parole questo soggetto ha badato solamente alla sua funzione di costo scaricando sulla collettività il danno causato dall'esternalità. Questo soggetto ha infatti sempre scelto il city pricing che come si ricorderà rappresentava la modalità individualmente migliore anche se socialmente la più dannosa. A questo proposito vale la pena di ricordare che questa strategia "insensibile" agli effetti negativi dell'inquinamento è stata tuttavia scelta solo da pochi soggetti.

Passando ora ad indagare più approfonditamente sul fenomeno delle esternalità è utile fare riferimento alla fig. 5.10 che riporta l'andamento del costo totale indotto dall'inquinamento causato dalle auto private. La cosa interessante è che è un andamento costantemente crescente per tutto l'esperimento e che si stabilizza soltanto nei round finali. Questo significa che la dimensione delle esternalità è stata interiorizzata molto di più nella prima parte dell'esperimento rispetto a quella successiva.

Le ragioni dell'abbandono dell'attenzione a favore del problema delle esternalità è forse dovuta a una maggior consapevolezza che l'esperimento andava finendo e quindi i giocatori volevano cercare di recuperare payoff più elevati. Verso la fine dell'esperimento hanno quindi ridotto la loro attenzione verso il fenomeno delle esternalità.

Infine un'ultima importante considerazione può essere avanzata osservando la fig. 5.11 ed è che il confronto tra i soggetti sperimentali (in aggregato) dell'esperimento base con i soggetti dell'esperimento con esternalità mostra che questi secondi hanno costantemente superato i primi nella scelta delle auto elettriche rispetto a quelle tradizionali.

Figura 5.10 Andamento dei costi causati dalle esternalità

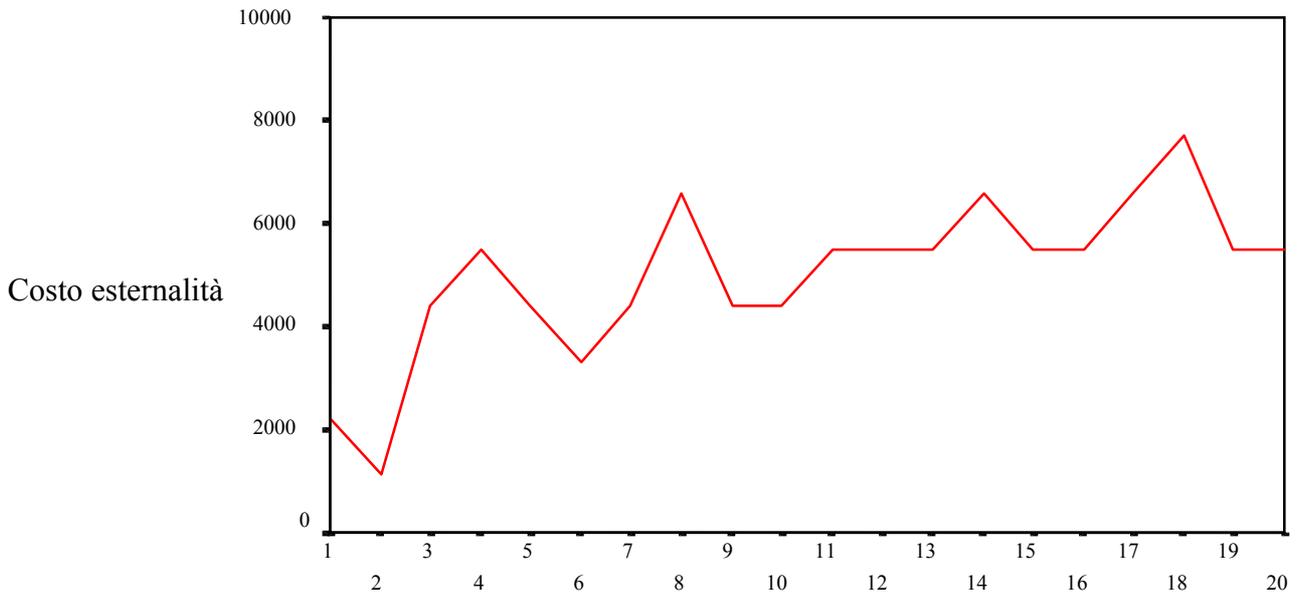
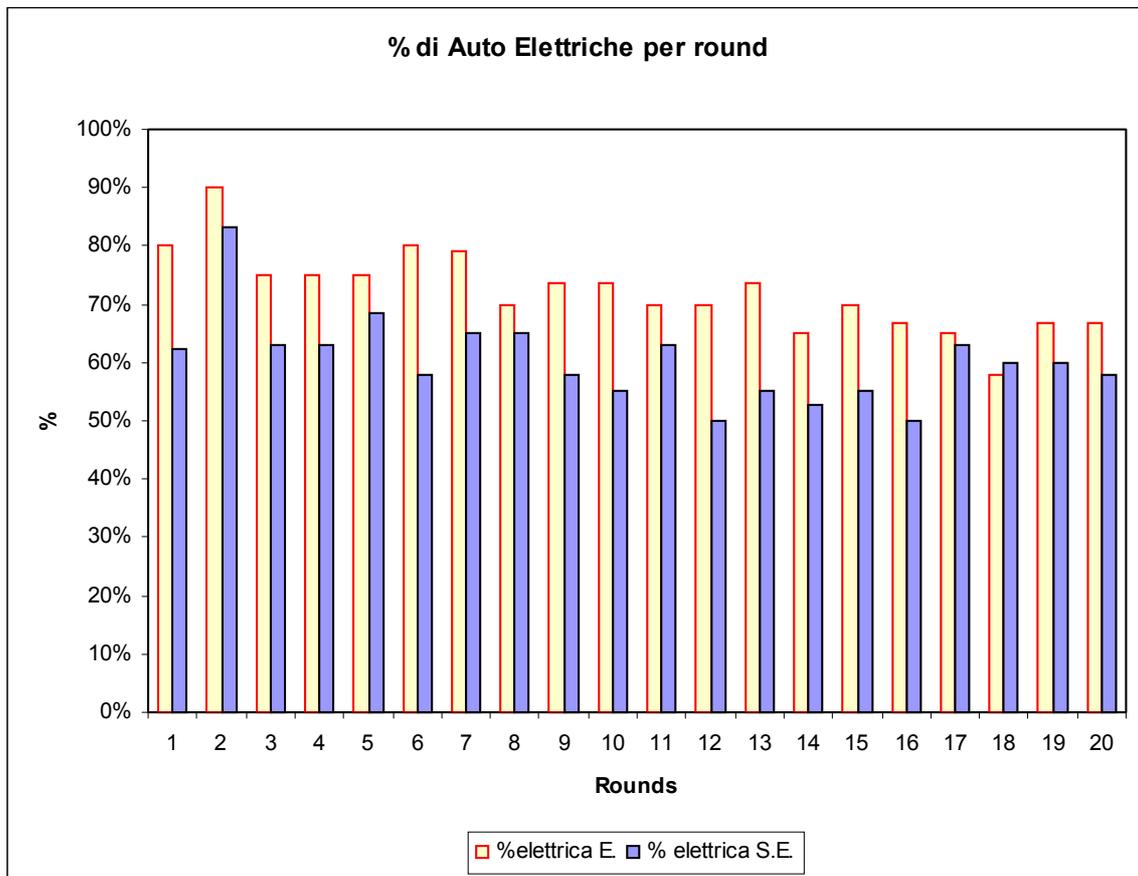


Fig. 5.11 Percentuale di auto elettriche per round exp. con e senza esternalità



6. Analisi econometrica dei risultati dell'esperimento con esternalità

Per indagare ulteriormente sul legame che intercorre tra il tempo occorrente ai giocatori per scegliere la loro offerta di prezzo e l'andamento dei payoff, nonché tra la scelta della modalità automobile privata *versus* automobile elettrica sempre nei confronti dei payoff, abbiamo stimato un semplice modello econometrico. Il modello include due sole variabili: la variabile del tempo necessario per fare accettare il prezzo proposto, espresso in secondi e una variabile *dummy* - denominata *ducar* - che assume valore 0, nel caso in cui il giocatore entra in Trento con l'automobile elettrica e 1 se invece utilizza l'autovettura privata.

Il modello è stato stimato utilizzando i soli dati dell'esperimento con esternalità e i risultati dettagliati sono riportati nella tavola 6.1. Analizzando i dati della tavola 6.1, si nota che le capacità esplicative del modello sono molto povere, in quanto l'R quadrato è molto basso (0,129). Questo valore indica che poco più del 10% della varianza dei payoff è spiegata dal modello. Tuttavia, considerando il tipo di dati utilizzati – si tratta di un *pooling* di dati – il valore dell'R quadrato così basso non sorprende particolarmente. Inoltre, non si era particolarmente interessati a testare il modello, quanto ad indagare la relazione esistente tra la variabile del tempo di scelta dell'autovettura ed i valori dei payoff. In questo senso il modello, considerando anche i valori della F, può comunque considerarsi interessante per le informazioni che se ne possono estrarre.

Per quanto riguarda il tempo, la variabile appare non correlata con il payoff. Probabilmente quindi l'essere più o meno veloci nel proporre un prezzo accettato dal robot non cambia sostanzialmente il grado di successo in termini di payoff. Più interessante è la variabile *dummy*. Infatti questa variabile risulta essere una significativa, quindi entrare con l'auto elettrica piuttosto che con l'auto privata è rilevante in termini di payoff. Come si osserva, però, il segno del coefficiente della variabile *dummy* è positivo nell'esperimento con esternalità. Questa scoperta è perfettamente coerente con le ipotesi introdotte nel disegno sperimentale, vale a dire effettivamente il sistema di selezione dei prezzi era stato disegnato, tenendo conto delle esternalità, in modo tale che fosse sempre conveniente individualmente entrare con l'auto privata.

Tavola 6.1 Modello di regressione per l'esperimento con esternalità; variabile dipendente: payoff, variabili esplicative ducar, time.

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato corretto	Errore std. della stima
1	,359	,129	,124	135,8208

a Stimatori: (Costante), DUCAR, TIME

ANOVA

Modello	Somma dei quadrati	df	Media dei quadrati	F	Sig.
1 Regressione	1040868,765	2	520434,382	28,212	,000
Residuo	7028417,725	381	18447,291		
Totale	8069286,490	383			

a Stimatori: (Costante), DUCAR, TIME

b Variabile dipendente: PAYOFF

Coefficienti

Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati		t	Sig.
	B	Errore std.	Beta	Beta		
1 (Costante)	513,968	14,116			36,411	,000
TIME	,264	,275	,049	,960	,960	,338
DUCAR	119,822	16,406	,374	7,304	7,304	,000

a Variabile dipendente: PAYOFF

7. Conclusioni

L'analisi dei risultati degli esperimenti ci ha consentito di far emergere alcune conferme delle ipotesi che stavano alla base dei disegni sperimentali e ha aggiunto alcune considerazioni non strettamente previste nelle premesse teoriche.

Le conferme principali riguardano l'esperimento con esternalità dal quale sono emerse due considerazioni previste in sede teorica e che sono entrambe legate all'introduzione delle esternalità nel disegno sperimentale. La prima conferma delle ipotesi formulate nella parte del disegno sperimentale riguarda l'effetto di incentivo all'uso di auto elettrica generato dall'inquinamento, la seconda riguarda la maggior complessità dei compiti computazionali connessi con la struttura dei parametri dell'esperimento con esternalità.

Per quanto riguarda invece le considerazioni non esplicitamente previste in sede di progettazione dell'esperimento, possiamo ricordare tutto ciò che riguarda la dinamica dei prezzi e delle scelte osservata sia nell'esperimento base sia in quello con esternalità. In particolare, non era possibile formulare delle previsioni in via teorica sui tempi di convergenza dei valori dei prezzi proposti dai soggetti sperimentali né era possibile immaginare l'emergenza di modelli di comportamento.

Per quanto riguarda i modelli di comportamento un ulteriore scoperta imprevista che è emersa dall'analisi dei risultati degli esperimenti riguarda la "costanza" della strategia conservativa, che infatti si osserva in entrambi gli esperimenti, e l'emergenza di comportamenti specifici (in particolare quello cosiddetto "inefficiente") nell'esperimento con esternalità. Infine, come ultima nota conclusiva, vale la pena di ricordare la costanza del fenomeno della convergenza dei livelli di gettito guadagnato attraverso la vendita dei biglietti di accesso alla città e dall'affitto delle auto elettriche in entrambi gli esperimenti.

Referenze bibliografiche

- Camerer C. F., Thaler R. H. (1995), "Ultimatums, Dictators and Manners", *Journal of Economic Perspectives*, n.2, vol.9, pp.209-219.
- Guth W., Tietz R. (1990), "On Bounded Rationality: Experimental Work at the University of Frankfurt/Main", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, n.4, vol.164, pp.659-672.
- Kagel J. H., Roth A. E., (eds.) (1995), *The handbook of experimental economics*, Princeton, Princeton University Press.
- Mittone L. (2003), "Fairness-based altruism and redistribution: an experimental approach", in *Review of Economic Inequalities*, forthcoming.
- Roth A. E. (1995), "Bargaining Experiments", in: Kagel J. H., Roth A. E., eds. *The handbook of experimental economics*. Princeton: Princeton University, pp.253-348.

Appendice

Questionario motivazionale

NOME: _____

COGNOME: _____

- ESPRIMETE IL VOSTRO GIUDIZIO SULLA QUALITÀ DEI TRASPORTI PUBBLICI IN TRENTINO.

Indicately con un tratto sulla barra riportata qui sotto.

nessun disagio

massimo disagio

- ESPRIMETE IL VOSTRO GIUDIZIO SUL GRADO DI SCORREVOLEZZA DEL SISTEMA STRADALE TRENTINO.

Indicately con un tratto sulla barra riportata qui sotto.

nessun disagio

massimo disagio

- SE DOVESTE ESPRIMERE LE VOSTRE SENSAZIONI IN MERITO AL DISAGIO DI UTILIZZARE UN MEZZO DI TRASPORTO PUBBLICO MOLTO AFFOLLATO, QUALE SAREBBE LA VOSTRA REAZIONE?

Indicately con un tratto sulla barra riportata qui sotto.

nessun disagio

massimo disagio

- SE DOVESTE ESPRIMERE LE VOSTRE SENSAZIONI IN MERITO ALLA POSSIBILITÀ DI LASCIARE IL VOSTRO MEZZO DI TRASPORTO PERSONALE PER PRENDERE UN MEZZO DI TRASPORTO A NOLEGGIO, QUALE SAREBBE LA VOSTRA REAZIONE?

Indicatela con un tratto sulla barra riportata qui sotto.

nessun disagio

massimo disagio

- SE DOVESTE ESPRIMERE LE VOSTRE SENSAZIONI IN MERITO AL DISAGIO DI TROVARVI IMBOTTIGLIATI IN UNA LUNGA CODA AUTOMOBILISTICA, QUALE SAREBBE LA VOSTRA REAZIONE?

Indicatela con un tratto sulla barra riportata qui sotto.

nessun disagio

massimo disagio

Istruzioni dell'esperimento base

L'obiettivo dell'esperimento consiste nello studio delle scelte di mobilità individuali. Lo scenario è quello di un polo di scambio intermodale alle porte della città di Trento. A questo polo arriverete provenendo da una località di partenza (chiamata convenzionalmente domicilio) e da esso dovrete proseguire per una località di destinazione (centro di Trento). Al polo intermodale siete arrivati utilizzando la vostra autovettura personale.

Per procedere dal polo fino al centro dovete operare una scelta relativa a due modalità di proseguimento del viaggio fino al centro della città, ossia avete l'obbligo di comprare una modalità d'accesso. La prima scelta (*city pricing*), che chiameremo A, consiste nel proseguire con il proprio mezzo pagando un prezzo d'ingresso (ticket o *city price*) per entrare nei confini della città. Nella seconda modalità, che chiameremo B, dovete parcheggiare la vostra autovettura in un parcheggio d'interscambio e prendere a noleggio un'autovettura elettrica a basso impatto ambientale pagando l'affitto di quest'ultima (*car sharing*).

L'intero esperimento sarà condotto utilizzando dei computer che vi mostreranno sullo schermo le informazioni rilevanti per le scelte che dovete operare. Nello schermo del computer volta per volta vi saranno comunicate delle informazioni relative alla struttura dei costi che dovete sostenere per accedere alla città.

Per scegliere la modalità d'accesso a Trento dovete tenere conto dei costi che dovete sostenere per accedere alla città. Questi costi includono il costo chilometrico sostenuto per raggiungere Trento con la vostra autovettura.

Dovete inoltre tenere conto di un parametro che misura il disagio/comodità di utilizzo dell'auto elettrica. I valori del parametro del disagio/comodità variano tra 1 e 300 e sarà considerato come un costo quindi convertito in un valore monetario. Per questa ragione il massimo disagio (minima comodità) vale 300 mentre il minimo disagio (massima comodità) vale 1. Poiché si ha disagio solo se si utilizza l'auto a noleggio ne consegue che il parametro del disagio sarà pari a zero per convenzione quando si usa l'automobile propria.

Lo schermo del computer volta per volta vi comunicherà delle informazioni relative alla struttura dei costi che dovete sostenere per accedere alla città.

Ai costi appena descritti dovrete poi aggiungere il prezzo del biglietto che dovete pagare per accedere alla città qualora decideste di utilizzare il proprio mezzo oppure il prezzo del noleggio dell'auto elettrica, qualora optaste per questa seconda soluzione di accesso a Trento.

Ciascuno di voi all'inizio di ogni round del gioco avrà a disposizione una cifra di danaro che servirà a finanziare sia il viaggio fino a Trento, sia la modalità di accesso al centro di Trento che avrete scelto. La sommatoria delle cifre attribuite all'inizio del round al netto dei costi sostenuti per entrare in Trento e divisa per quattro costituirà il vostro premio finale. Più precisamente il vostro guadagno verrà così calcolato:

$$\text{guadagno} = U - C_{km} - C_{co} - p$$

dove:

U = cifra di danaro attribuita all'inizio di ciascun round

C_{km} = costo chilometrico sostenuto per raggiungere Trento dal domicilio

C_{co} = costo di disagio

p = prezzo (del city pricing o del car sharing)

Qualora non riusciste ad accedere al centro di Trento nel periodo di tempo disponibile per ogni round, che è di un 90 secondi, la somma che vi era stata attribuita sarà azzerata e quindi non guadagnerete alcuna remunerazione per quel round al termine dell'esperimento.

Tutti i valori monetari saranno espressi in centesimi di Euro.

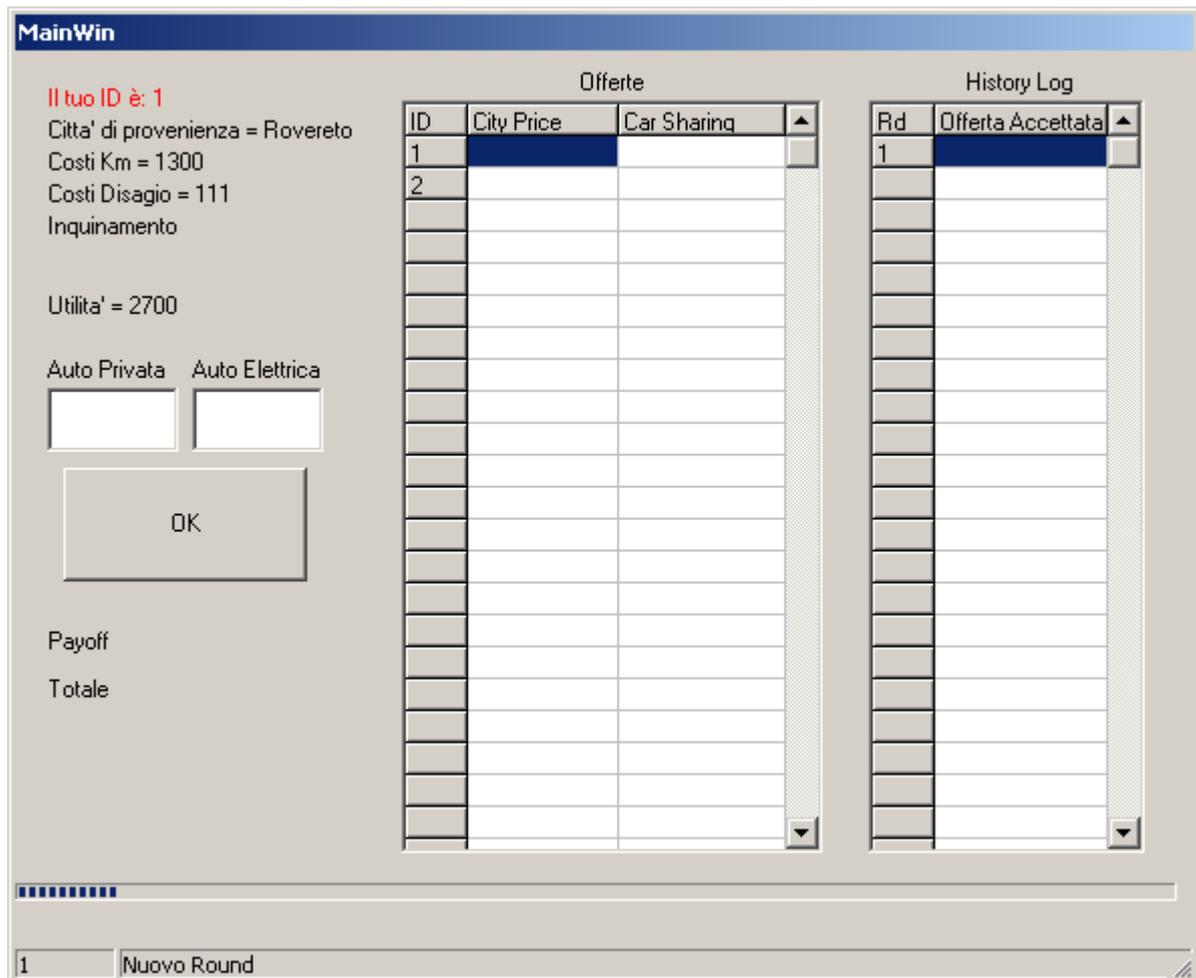
La determinazione del prezzo rispettivamente del biglietto per entrare a Trento e dell'automobile elettrica avverrà attraverso un mercato al quale voi sarete chiamati a partecipare ad ogni round. Entrambi i mercati, quello del *ticket* per accedere al centro urbano con l'autovettura privata e quello delle automobili elettriche, funzionano in questo modo: voi avrete sullo schermo del computer una finestra nella quale potrete proporre un prezzo che siete disposti a pagare per entrare rispettivamente con l'automobile, quindi pagando il ticket, oppure per entrare usando l'auto elettrica presa a noleggio. Questi prezzi, che voi proporrete, saranno visualizzati dal computer attraverso lo schermo e comunicati a tutti gli altri partecipanti del gioco. Quindi sarete informati di quello che gli altri stanno offrendo in termini di prezzo per accedere nelle due modalità, e gli altri saranno informati delle vostre offerte.

L'acquirente dei vostri prezzi è il Comune di Trento, che nell'esperimento è rappresentato da un robot, il quale procederà a selezionare i prezzi offerti in base ad una propria funzione di utilità che terrà conto in particolare del grado di congestione derivante dal volume del traffico delle autovetture private. Nel corso del round potrete fare più offerte di

prezzo per una o entrambe le modalità di accesso; ogni nuova offerta annullerà le vostre offerte precedenti. Qualora il computer scelga il vostro prezzo offerto, voi avrete automaticamente acquistato la modalità per la quale avete offerto il prezzo e dovrete pagarlo per entrare in Trento.

Chiusa questa fase passerete al round successivo dove dovrete ripetere l'operazione.

La figura di seguito riportata illustra ciò che vedrete sul monitor del computer.



Istruzioni dell'esperimento con esternalità

L'obiettivo dell'esperimento consiste nello studio delle scelte di mobilità individuali. Lo scenario è quello di un polo di scambio intermodale alle porte della città di Trento. A questo polo arriverete provenendo da una località di partenza (chiamata convenzionalmente domicilio) e da esso dovrete proseguire per una località di destinazione (centro di Trento). Al polo intermodale siete arrivati utilizzando la vostra autovettura personale.

Per procedere dal polo fino al centro dovete operare una scelta relativa a due modalità di proseguimento del vostro viaggio, ossia avete l'obbligo di comprare una modalità d'accesso. La prima scelta (*city pricing*), che chiameremo A, consiste nel proseguire con il vostro mezzo personale pagando un prezzo d'ingresso (ticket o *city price*) per entrare nei confini della città. Nella seconda modalità, che chiameremo B, dovete parcheggiare la vostra autovettura in un parcheggio d'interscambio e prendere a noleggio un'autovettura elettrica a basso impatto ambientale pagando l'affitto di quest'ultima (*car sharing*).

L'intero esperimento sarà condotto utilizzando dei computer che vi mostreranno sullo schermo le informazioni rilevanti per le scelte che dovete operare. Nello schermo del computer volta per volta vi saranno comunicate delle informazioni relative alla struttura dei costi che dovrete sostenere per accedere alla città.

Per scegliere la modalità d'accesso a Trento dovete tenere conto dei costi da sostenere per accedere alla città. Questi costi includono il costo chilometrico sostenuto per raggiungere Trento con la vostra autovettura.

Dovete inoltre tenere conto di un parametro che misura il disagio/comodità di utilizzo dell'auto elettrica. I valori del parametro del disagio/comodità variano tra 100 e 500 e sarà considerato come un costo quindi sarà convertito in un valore monetario. Per questa ragione il massimo disagio (minima comodità) vale 500 mentre il minimo disagio (massima comodità) vale 100. Poiché si ha disagio solo se si utilizza l'auto a noleggio ne consegue che il parametro del disagio sarà pari a zero per convenzione quando si usa l'automobile propria.

Un'altra componente dei costi complessivi che dovete sostenere per entrare in città riguarda l'inquinamento prodotto dalle automobili di proprietà. Questo costo rappresenta il danno subito dall'ambiente, e quindi da voi stessi, per effetto delle emissioni di gas dalle automobili private. All'aumentare del numero di automobili questa componente di costo – che sarà ripartita in modo uguale su tutti i partecipanti all'esperimento indipendentemente dal tipo

di autovettura utilizzato per entrare in centro – crescerà in maniera più che proporzionale al crescere del numero di autovetture private circolanti. Più precisamente, l'andamento dei costi dovuti all'inquinamento seguirà la progressione descritta nella seguente tabella:

n° auto private in città	costo inquinamento totale	costo inquinamento individuale
1	20	1
2	1117	56
3	2213	111
4	3310	165
5	4407	220
6	5503	275
7	6600	330
8	7696	385
9	8793	440
10	9890	494
11	9910	495
12	9930	496
13	9950	497
14	9970	499
15	9990	501
16	10010	502
17	10030	502
18	10050	503
19	10070	504
20	10091	505

Ai costi appena descritti dovrete infine aggiungere il prezzo del biglietto che dovrete pagare per accedere alla città qualora decidiate di utilizzare il vostro mezzo oppure il prezzo del noleggio dell'auto elettrica, qualora optaste per questa seconda soluzione di accesso a Trento.

Ciascuno di voi all'inizio di ogni round del gioco avrà a disposizione una cifra di danaro che servirà a finanziare sia il viaggio fino a Trento, sia la modalità di accesso al centro di Trento che avrete scelto. La sommatoria delle cifre attribuite all'inizio del round al netto dei costi sostenuti per entrare in Trento costituirà il vostro premio finale. Più precisamente il vostro guadagno sarà così calcolato:

$$\text{guadagno} = U - C_{km} - C_{co} - C_{inq} - p$$

dove:

U = cifra di danaro attribuita all'inizio di ciascun round

C_{km} = costo chilometrico sostenuto per raggiungere Trento dal domicilio

C_{co} = costo di disagio

C_{inq} = costo dovuto all'inquinamento

p = prezzo (del city pricing o del car sharing)

Qualora non riuscite ad accedere al centro di Trento nel periodo di tempo disponibile per ogni round, che è di un 90 secondi, la somma che vi era stata attribuita sarà azzerata e quindi non guadagnerete alcuna remunerazione per quel round al termine dell'esperimento.

Tutti i valori monetari saranno espressi in centesimi di euro.

La determinazione del prezzo rispettivamente del biglietto per entrare a Trento e dell'automobile elettrica avverrà attraverso un mercato al quale voi sarete chiamati a partecipare ad ogni round. Entrambi i mercati, quello del ticket per accedere al centro urbano con l'autovettura privata e quello delle automobili elettriche, funzionano in questo modo: voi avrete sullo schermo del computer una finestra nella quale potrete proporre un prezzo che siete disposti a pagare per entrare rispettivamente con l'automobile, quindi pagando il ticket, oppure per entrare usando l'auto elettrica presa a noleggio. Questi prezzi, che voi proporrete, saranno visualizzati dal computer attraverso lo schermo e comunicati a tutti gli altri partecipanti del gioco. Quindi sarete informati di quello che gli altri stanno offrendo in termini di prezzo per accedere nelle due modalità, e gli altri saranno informati delle vostre offerte.

L'acquirente dei vostri prezzi è il Comune di Trento, che nell'esperimento è rappresentato da un robot, il quale procederà a selezionare i prezzi offerti in base ad una propria funzione di utilità che terrà conto in particolare del grado di inquinamento derivante dal volume del traffico delle autovetture private. Nel corso del round potrete fare più offerte di prezzo per una o entrambe le modalità di accesso; ogni nuova offerta annullerà le vostre offerte precedenti. Qualora il computer scelga il vostro prezzo offerto, voi avrete automaticamente acquistato la modalità per la quale avete offerto il prezzo e dovrete pagarlo per entrare in Trento. Chiusa questa fase passerete al round successivo dove ripeterete l'operazione.

La figura riportata di seguito illustra ciò che vedrete sul monitor del computer (segue la figura già riportata nelle precedenti istruzioni).