
UNIVERSITÀ DI GENOVA
SCUOLA DI SCIENZE SOCIALI
DIPARTIMENTO DI ECONOMIA



Tesi di laurea magistrale

in

Management (LM-77)

Metodi di scelta sperimentale per la valutazione ambientale

Relatore: Corrado Lagazio

Candidato: Rinaldo Adorno

Anno accademico
2022/2023

ABSTRACT	4
In italiano	4
In English	4
Capitolo 1	6
Introduzione alla scelta sperimentale	6
1.1 La teoria del valore di Lancaster	7
1.2 Critiche alla Teoria del valore di Lancaster	11
1.3 Il lavoro di Rosen	12
1.4 La teoria dell'utilità casuale	13
1.5 Processi decisionali e comportamentali nei metodi di scelta discreta	15
1.6 Le fasi del processo decisionale	20
1.7 Preferenza dichiarata vs Preferenza rilevata	22
1.8 Misure di dominanza e RUT	25
1.8.1 Scelta di un'opzione da un insieme di altre opzioni concorrenti.....	26
1.8.2 Scelta tra gradimento e non gradimento di una opzione	27
1.8.3 Una classifica delle opzioni.....	27
1.8.4 Valutazioni utilizzando gradi di preferenza	28
1.8.5 Dati ricavati dai vari metodi.....	28
Capitolo 2	31
Modello di scelta	31
2.2 Modello di scelta di base.....	35
2.3 Stima di massima verosimiglianza.....	36
2.4 Outputs del modello	38
2.4.1 I β stimati e i loro valori t asintotici	38
2.4.2 Bontà di adattamento.....	39
2.4.3 Elasticità di scelta.....	41
2.4.4 Valutazione degli attributi.....	42
2.5 Esempio modello MNL.....	42
Capitolo 3	46
Disegno sperimentale	46
3.5 Progettazione degli esperimenti di scelta	68
3.6 Esperimenti a scelta multipla	69
3.6.1 Problemi di disponibilità	71
3.6.2 Aggregazione frequenza di scelta.....	73
3.7 Principi generali per la progettazione degli esperimenti di scelta	75
3.7.1 Alternative generiche	75
3.7.2 Alternative etichettate	77
3.7.3 Proprietà statistiche	78

3.7.4 Disegni di disponibilità per le alternative etichettate	81
Capitolo 4	84
Costruzione di un esperimento di scelta sperimentale	84
4.1 Fasi del progetto	85
4.2 Gli obiettivi dello studio.....	85
4.3 Studio qualitativo	86
4.4 Raccolta dati.....	88
4.5 Il campionamento.....	90
4.6 Raccolta dati.....	93
4.7 Stima del modello	94
4.8 Analisi delle policy.....	97
4.8.1 Caso base e calibrazione del modello.....	97
4.8.2 Analisi dei singoli attributi.....	97
4.8.3 Analisi delle politiche.....	99
Capitolo 5	100
La valutazione ambientale del territorio ligure	100
5.1 Introduzione	100
5.2 Obiettivi della ricerca.....	102
5.3 Analisi del contesto	103
5.3.1 Geodiversità	103
5.3.2 Servizi geosistemici.....	104
5.3.3 Un esempio ligure	109
5.4 Definizione degli attributi e livelli per questionario	111
CONCLUSIONI.....	115
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	117

ABSTRACT

In italiano

La tesi ha come obiettivo quello di fornire un inquadramento teorico e pratico della scelta sperimentale, un ramo della statistica ancora poco esplorato, soprattutto in Italia, ma dalle potenzialità estremamente interessanti.

Nel primo capitolo verranno introdotti i paradigmi teorici che stanno alla base della scelta sperimentale in modo da comprendere le teorie sulle quali poggiano i processi decisionali degli individui; questa premessa è indispensabile per comprendere le differenze comportamentali e di scelta delle persone e quindi le incongruenze che vi possono essere tra la scelta dichiarata e quella rilevata. Nel secondo capitolo vengono presentati i vari modelli che possono essere utilizzati per l'analisi sperimentale e vengono descritte le principali misure che, quando adottate, verificano la bontà statistica del modello. Il terzo capitolo ha lo scopo di approfondire quello che viene definito disegno sperimentale, ovvero le differenti metodologie di ricerca scientifica atte a studiare l'effetto di una o più variabili indipendenti su una variabile dipendente. Nel quarto capitolo vengono illustrate le fasi di un'analisi di scelta sperimentale e viene descritto un progetto esemplificativo per agevolare la comprensione dei vari step che compongono questo metodo innovativo. Infine, l'ultimo capitolo è dedicato all'applicazione della statistica sperimentale a uno dei campi dove esprime tutto il suo potenziale: la valutazione ambientale, in particolare la geodiversità del territorio ligure.

In English

The aim of this thesis is to provide a theoretical and practical overview of experimental choice, a branch of statistics that is still little explored, especially in Italy, but with an extremely interesting potential.

In the first chapter, the theoretical paradigms underlying experimental choice will be introduced in order to understand the theories on which individuals' decision-making processes are based; this premise is indispensable for understanding people's behavioural and choice differences, and hence the inconsistencies that may exist between the stated choice and the observed one. The second chapter presents the various models that can be used for experimental analysis and describes the main measures that, when adopted, verify the statistical goodness of the model. The third chapter is aimed at examining what is known as experimental design, i.e., the different

scientific research methodologies designed to study the effect of one or more independent variables on a dependent variable. In the fourth chapter, the steps of an experimental choice analysis are illustrated, and an example design is described to facilitate understanding of the various steps that this innovative method foresees. Finally, the last chapter is devoted to the application of experimental statistics to one of the fields where it expresses its full potential, i.e., environmental assessment, in particular the geodiversity of the Ligurian territory.

Capitolo 1

Introduzione alla scelta sperimentale

I metodi di scelta sperimentale o scelta discreta consentono di comprendere e analizzare come gli individui valutino un prodotto, un servizio o una politica pubblica. Il grande vantaggio di questo metodo è che può essere usato per analizzare e comprendere le scelte degli individui sui beni o servizi non scambiati su un mercato e che quindi possono sfuggire al meccanismo del “prezzo”. Con il corretto uso di questa analisi si possono ottenere risultati precisi e affidabili che possono portare le organizzazioni a prendere le decisioni migliori.

La scelta discreta si basa sulla possibilità di scegliere tra una serie di alternative ipotetiche che comprendono un insieme di caratteristiche descrittive della scelta stessa; questi vengono definiti attributi. La somma di tutti gli attributi dovrebbe quindi dare il valore della scelta, procedimento che nella pratica risulta molto complicato. Questo metodo raggruppa tecniche, strumenti e modelli utilizzati per progettare, eseguire e analizzare esperimenti in modo da massimizzare la raccolta di informazioni utili e minimizzare gli effetti di fattori estranei. Quest’ultimi giocano un ruolo molto importante perché implicitamente gli individui che analizzano un’alternativa, realizzano un trade-off tra i livelli dei diversi attributi della stessa e prendono, quindi, in considerazione molti elementi, a volte complessi da analizzare e registrare, quali: *l’inerzia, l’esperienza, la pubblicità, le pressioni dei pari, i vincoli ambientali, l’opinione accumulata, i vincoli domestici e familiari, ecc.*¹

In questo senso, è utile spiegare il concetto di “scelta dichiarata” che fa riferimento ai metodi di raccolta di informazioni basati proprio sulla scelta tra le diverse caratteristiche di un prodotto o servizio. Questo approccio può essere utilizzato per la valutazione in contesti differenti come su nuovi prodotti e servizi, sulle politiche pubbliche e sui servizi di trasporto.

Ai partecipanti le scelte sugli attributi possono essere poste in differenti modalità, ad esempio, si possono presentare una serie di scelte binarie dove occorre scegliere tra due opzioni, oppure una serie di scelte multi-nominali nelle quali gli utenti devono fornire una preferenza tra due o più opzioni. Si devono creare degli scenari ipotetici che presentano le scelte sperimentali ai partecipanti, in maniera innovativa rispetto ai metodi tradizionali, questo prende il nome di design sperimentale. Esso deve essere costruito in modo da non influenzare il partecipante ma

¹J.J. Louviere. D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, pp. 1-19

fornendogli comunque informazioni utili per assumere decisioni e, al contempo, catturare le variazioni di preferenze.

In sintesi, la scelta sperimentale è un processo scientifico che mira a trovare la soluzione migliore a un determinato problema attraverso l'analisi di dati empirici. In generale, i metodi di scelta discreta si dividono in due macrocategorie principali: i metodi di progettazione sperimentale e i metodi di analisi dei dati sperimentali.

I metodi di progettazione sperimentale servono a progettare un esperimento in modo da ottenere risultati significativi e riproducibili. Le tecniche di progettazione più utilizzate sono: fattoriale, a blocchi casualizzati e di risposta superficiale. Ciascuno di questi metodi è stato sviluppato per rispondere a specifici problemi di progettazione sperimentale.

I metodi di analisi dei dati sperimentali, invece, sono utilizzati per studiare i dati raccolti in modo da determinare la validità delle ipotesi sperimentali. Essi includono: la regressione lineare, la regressione logistica, l'analisi della varianza (ANOVA) e l'analisi dei componenti principali (PCA).

I metodi di scelta sperimentale (o scelta discreta) sono stati inizialmente proposti dagli studiosi Louviere and Hensher (1982) e Louviere and Woodworth (1983) nel contesto del marketing e dell'economia dei trasporti.

I metodi di scelta sperimentale sono basati sulla teoria del valore di Lancaster (1966) e sulla teoria dell'utilità casuale.

1.1 La teoria del valore di Lancaster

Nel 1966 l'economista inglese Kelvin Lancaster, nel suo libro "New Approach to Consumer Theory", ha introdotto per la prima volta il concetto di "teoria del valore". Secondo questa teoria l'utilità associata ad un bene deriva esclusivamente dalle sue caratteristiche oggettive e intrinseche, definite attributi. Secondo Lancaster, ogni prodotto possiede più di un attributo e quest'ultimo può essere posseduto anche da un altro. Inoltre, le combinazioni di beni diversi, che quindi possiedono qualità proprie e intrinseche, possono avere caratteristiche differenti dalla mera somma degli attributi dei prodotti. Si pensi ad esempio ai beni complementari: una console

possiede molti attributi così come un cd contenente un videogame ma la somma di questi genera nuovi attributi nati dall'unione di due beni.²

Questa teoria sostiene che il valore di un prodotto non dipende solo dalle sue caratteristiche oggettive, ma anche dal modo in cui queste sono percepite dai consumatori. In altre parole, il valore di un prodotto è soggettivo e dipende dal giudizio personale del consumatore.

Il modello matematico ipotizzato da Lancaster si basa sulla creazione di una funzione di utilità, la quale rappresenta il livello di customer satisfaction delle varie caratteristiche proprie del prodotto.

Alla base della teoria del valore di Lancaster c'è il pensiero che i consumatori non comprano direttamente il prodotto, ma acquista il valore che esso rappresenta per loro. Quest'ultimo è determinato dalla percezione che il consumatore ha delle caratteristiche del prodotto, che possono essere viste come "attributi" del prodotto stesso. Il consumatore attribuisce un valore al bene che è determinato, non solo dal prezzo, ma anche da una moltitudine di fattori che sono in grado di soddisfare le sue esigenze, come ad esempio il marchio, il design, il packaging, la qualità, ecc.

La teoria del valore si basa sulla considerazione che il consumatore non valuti solo un unico attributo ma piuttosto la somma e la combinazione delle caratteristiche di un bene o di un servizio; questa è la differenza sostanziale dall'approccio tradizionale. Dato un vincolo di bilancio, quindi, la scelta del consumatore verterà sul prodotto con le caratteristiche che gli garantiscono un'utilità complessiva migliore. Si creano quindi due spazi: quello delle caratteristiche, rappresentato dalla funzione di utilità, e quello dei beni, espresso dal vincolo di bilancio. Ipoteticamente se il consumatore destina tutto il suo reddito per l'acquisto di un unico prodotto e considerando la sua capacità di spesa, egli sceglierà la quantità di prodotto che gli consente di massimizzare l'ammontare delle caratteristiche dei due spazi.³

La teoria si applica sia se l'acquisto è di un unico prodotto, sia se il consumatore sceglie di comprare beni diversi: esso acquisterà, compatibilmente al suo reddito, quel prodotto o la somma di essi che massimizzeranno le due caratteristiche. Per il principio dell'utilità marginale decrescente, se i prodotti aumentassero di prezzo, la quantità acquistata diminuirebbe e quindi anche l'ammontare complessivo delle caratteristiche dei due spazi.

² Elisabetta Pintus, 2010, "Analisi e dimensione economica del turismo"; risorsa web reperibile all'indirizzo: [La teoria di scelta direzionale \(tesionline.it\)](http://www.tesionline.it)

³ Elisabetta Pintus, 2010, "Analisi e dimensione economica del turismo"; risorsa web reperibile all'indirizzo: [La teoria di scelta direzionale \(tesionline.it\)](http://www.tesionline.it)

La funzione di utilità secondo la teoria di Lancaster avrà quindi la rappresentazione delle preferenze e dei livelli di utilità nelle caratteristiche del singolo bene o servizio acquistato:

$$U = f(c_{1x}, c_{1y}, c_{1z}, \dots, c_{1N}, c_{2x}, c_{2y}, c_{2z}, \dots, c_{2N}, \dots, c_{Mx}, c_{My}, c_{Mz}, \dots, c_{MN})$$

Dove c_{ij} è l'ammontare della caratteristica (i) di un particolare prodotto (j), la somma delle caratteristiche è espressa in M e quella dei prodotti in N.⁴

Ad esempio: se prendiamo in considerazione il prodotto automobile, il consumatore può misurare e identificare delle determinate caratteristiche che lo compongono: velocità (caratteristica 1), comfort (caratteristica 2) e design (caratteristica 3). Questo può essere eseguito su diversi tipi di vettura come una Ferrari, una BMW ed una Tesla (rispettivamente prodotto x, y e z). I termini di utilità saranno i seguenti:

- c_{1x} = la quantità di caratteristica 1 (velocità) nel prodotto 1 (Ferrari)
- c_{1y} = la quantità alla caratteristica 1 (velocità) nel prodotto 2 (BMW)
- c_{1z} = la quantità di caratteristica 1 (velocità) nel prodotto 3 (Tesla)
- c_{2x} = la quantità di caratteristica 2 (comfort) nel prodotto 1 (Ferrari)
- c_{2y} = la quantità caratteristica 2 (comfort) nel prodotto 2 (BMW)
- c_{2z} = la quantità di caratteristica 2 (comfort) nel prodotto 3 (Tesla)
- ... e così via

La teoria di Lancaster ha delle potenti implicazioni sulla progettazione di un prodotto e sul marketing ad esso collegato; non è un caso che i progettisti inseriscano o potenzino delle caratteristiche che incidono sulle preferenze dei consumatori e come il marketing utilizzi questa come leva di apprezzamento. La Ferrari, ad esempio, è una macchina molto veloce ma è scomoda secondo il giudizio dei consumatori, i progettisti creeranno una macchina altrettanto veloce ma con più comfort e lo comunicheranno al pubblico con un'attenta strategia di marketing: non solo la Ferrari è più veloce ma è comoda in egual modo o superiore alle altre vetture.

È chiaro come la divisione di un prodotto in caratteristiche generi delle perplessità perché, se è vero che in alcuni prodotti le caratteristiche sono certe e misurabili (i cavalli motore di un'auto) in altri non è così scontato; i prodotti o per meglio dire gli attributi sensoriali ovviamente vengono valutati in diverso modo dai diversi consumatori (il comfort di un sedile). Oggi con gli studi in

⁴ Michael R. Thomsen, 2022, Modello delle caratteristiche di Lancaster (1966); risorsa web reperibile all'indirizzo:

[https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_\(Thomsen\)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-](https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_(Thomsen)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-)

(consultato al 31/03/2023)

laboratorio possono essere create e testate delle misure di “comodità” ma il giudizio finale spetta sempre alla percezione soggettiva del consumatore.

A condizione che le caratteristiche possano essere misurate, è possibile costruire un vincolo di budget per il modello Lancaster. I beni acquistati sono importanti per il consumatore solo grazie alle caratteristiche in essi contenute. In altre parole, l'utilità deriva indirettamente da beni e servizi acquistati. Stando così le cose, il vincolo di budget per il modello di Lancaster deve riflettere la quantità di caratteristiche che il consumatore può permettersi.

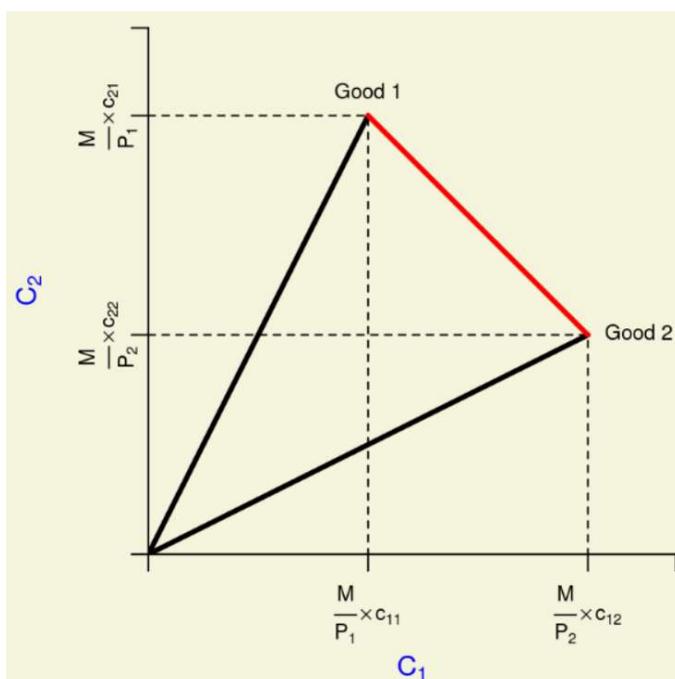


Figura 1, diagramma di un budget di tipo Lancaster per due caratteristiche (Fonte Libro "An Interactive Text" di Michael R. Thomsen)

Nella figura 1.1 viene fornito un diagramma di un budget in base alla teoria di Lancaster, per due attributi. P è il prezzo dei due prodotti mentre M è il bilancio del soggetto. Per la teoria del valore di Lancaster i consumatori non possono acquistare direttamente le caratteristiche che occorrono loro, ma ottenerle dall'acquisto di un intero prodotto (1 o 2 in questo caso). Le quantità di prodotti vengono convertite dai consumatori in attributi, che in questa figura sono espressi dagli assi verticali e orizzontali.⁵

Ogni bene acquisito è un vettore che parte dall'origine e l'area triangolare tra i due vettori dei prodotti e il segmento di color rosso che collega i loro vertici, è l'insieme conveniente di caratteristiche

Il soggetto, all'interno di questo triangolo, può ottenere una qualsiasi combinazione appropriata di attributi comprando i diversi beni, ma la miglior combinazione è data dal segmento rosso che rappresenta la frontiera del consumo efficiente (frontiera del bilancio per il modello neoclassico).⁶

⁵ Michael R. Thomsen, 2022, Modello delle caratteristiche di Lancaster (1966); risorsa web reperibile all'indirizzo: [https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_\(Thomsen\)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-](https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_(Thomsen)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-) (consultato al 31/03/2023)

⁶ Michael R. Thomsen, 2022, Modello delle caratteristiche di Lancaster (1966); risorsa web reperibile all'indirizzo:

Secondo Lancaster, i consumatori cercheranno di massimizzare la soddisfazione scegliendo la combinazione di attributi di beni e di servizi che meglio rispondono ai loro bisogni; in altri termini, i soggetti attribuiscono un valore basato proprio sulla combinazione di caratteristiche del prodotto. Questo permette di spiegare e studiare in modo più completo il comportamento del consumatore e perché egli orienti i suoi acquisti cercando di soddisfare le sue diverse esigenze.

In particolare, l'economista inglese, nella sua teoria del valore, scinde il valore attribuito ad un bene o servizio in valore d'uso e di scambio. Con il valore d'uso si fa riferimento alla capacità di un prodotto di soddisfare le esigenze o di risolvere un problema dei consumatori; il valore di scambio è invece il prezzo che i soggetti sono disposti a pagare per ottenere tale prodotto.

1.2 Critiche alla Teoria del valore di Lancaster

Certamente la teoria di Lancaster ha smosso le teorie tradizionali del valore e ha ipotizzato un nuovo metodo per comprendere e spiegare le scelte dei consumatori ma ad essa non sono state risparmiate delle critiche. Ecco le principali:

■ Individuare in modo univoco gli attributi di un bene o servizio

Alcuni studiosi hanno fatto emergere come in realtà i consumatori non siano sempre in grado di scindere le caratteristiche di un prodotto e che nella teoria si sottovaluti il ruolo del prezzo nella scelta dei consumatori.

Inoltre, non vi è alcuna spiegazione di come i consumatori possano, in un ambiente di asimmetrie informative, valutare gli attributi specifici di un prodotto e quindi prendere decisioni ottimali e corrette.

■ Il valore di alcuni prodotti non corrisponde alla somma degli attributi.

Sicuramente nella teoria si prendono in considerazione beni o servizi complicati e non si tiene conto della complessità: spesso il valore di alcuni prodotti, come di un bene ambientale, nel complesso è maggiore che la mera somma degli attributi. Ad esempio, per la scienza della complessità, il motore di un'automobile può essere considerato come un bene complicato dove la somma di tutti i suoi componenti corrisponde esattamente al prodotto finale; ma se prendiamo in considerazione un territorio nel suo complesso, il suo valore non dipende solo dalla somma degli attributi perché potrebbe accadere che la

[https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_\(Thomsen\)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-](https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_(Thomsen)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-)
(consultato al 31/03/2023)

compresenza di alcuni attributi, come l'integrità paesaggistica e quella ecologica, sia più rilevante che la sola presenza di entrambi.

Questo significa che la relazione tra alcuni attributi non sia "matematica" del tipo $1+1=2$ ma sia da vedere come una relazione $1+1 > 2$.

■ **Non sempre i consumatori scelgono prodotti che soddisfano le loro esigenze.**

Alcuni critici hanno fatto emergere che la teoria di Lancaster non può spiegare il perché alcuni consumatori scelgano beni che non risolvono i loro bisogni o che sono pericolosi per il loro benessere o la loro salute; infatti ad esempio, la teoria non è in grado di descrivere il comportamento di acquisto di un pacchetto di sigarette da parte di un consumatore.

■ **Come gli attributi vengono gestiti in un esperimento di scelta discreta può non corrispondere alla realtà.**

Potrebbe accadere che sia necessaria una piccola quantità dell'attributo A perché l'attributo B abbia significato o possa essere utilizzato.

Nonostante queste critiche, la teoria del valore di Lancaster ha contribuito significativamente alla comprensione della valutazione dei beni da parte dei consumatori, fornendo un importante punto di partenza per lo sviluppo di teorie economiche più sofisticate. Essa può avere importanti implicazioni sulle teorie di comportamento del consumatore, per sviluppare strategie di marketing più efficaci e sulle progettazioni delle politiche pubbliche. In particolare, su quest'ultime, si possono meglio comprendere le preferenze dei consumatori e i servizi che soddisfano meglio le loro esigenze.

1.3 Il lavoro di Rosen

La teoria di Lancaster ha aperto la strada a nuove ricerche di diversi autori come l'economista americano Kenneth Arrow e il matematico francese Gerard Debrue che hanno creato un modello matematico complesso, conosciuto come la teoria del consumatore.

Sicuramente però, il lavoro più influente, che ha preso spunto dalla teoria del valore di Lancaster, è quello di Nicholas Rosen del 1974. Nel suo articolo "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", egli ha analizzato come in realtà i consumatori attribuiscono un valore simile a prodotti con medesime caratteristiche ma che possiedono un prezzo significativamente diverso.

Nel suo articolo, Rosen ha mostrato come i prezzi dei prodotti possano essere un indicatore implicito del valore attribuito dai consumatori a determinate caratteristiche di un prodotto

(scorciatoia cognitiva). Sicuramente quest'idea ha smosso le teorie tradizionali andando a creare nuove correnti di pensiero come la teoria del prezzo edonico che studia come l'insieme di attributi e il costo, di uno specifico prodotto, determinano, nella mente dei consumatori, un particolare valore.

In altri termini, Rosen e Lancaster convergono sull'idea che il valore dei prodotti, attribuito dai consumatori, sia legato e dipende dagli attributi specifici che questi possiedono; ovvero le caratteristiche sono un fattore molto influente quando un soggetto valuta le diverse scelte di acquisto.

Ciò nonostante, i due studiosi hanno una visione diversa sul valore totale dei prodotti: nella teoria di Lancaster i consumatori scelgono i beni in base agli attributi che gli stessi possiedono, mentre nella teoria di Rosen i consumatori deviano da tale comportamento perché attribuiscono un valore anche in base alla disponibilità di prodotti simili sul mercato, e quindi, in altre parole, al prezzo.

Le due teorie sono valide entrambe, generalmente quella di Rosen è più applicabile ai beni di lusso e di status mentre quella di Lancaster ai beni di consumo.

1.4 La teoria dell'utilità casuale

La seconda teoria sulla quale sono basati i metodi di scelta sperimentale è quella dell'utilità casuale. Questa è assai recente e si basa sul pensiero che l'utilità di un prodotto sia da ricercare sulle cause che hanno generato un particolare evento piuttosto che dall'azione stessa. In questa logica è chiaro come la teoria dell'utilità casuale si differenzi da quella dell'utilità marginale: l'utilità è da ricercare nella causa che ha generato un comportamento e non è quella derivante dall'ultima unità consumata di un prodotto.

Secondo la teoria dell'utilità causale, l'utilità di un bene dipende dal motivo per cui è stato consumato; prendiamo in considerazione un pasto: l'utilità deriverà da quanto il cibo ha soddisfatto la fame di un soggetto, piuttosto che dal pasto di per sé. È chiaro come questo può essere applicato anche a beni immateriali o servizi: se un individuo acquista e consuma un corso di specializzazione, l'utilità non è la frequentazione delle lezioni bensì la causa o il motivo che hanno spinto l'individuo a partecipare, come ad esempio la sete di conoscenza, il prestigio sociale, l'appetibilità sul mercato del lavoro, lo status, ecc.

Ovviamente è facile capire come le cause che determinano l'utilità di un particolare prodotto cambino da soggetto a soggetto e possono anche variare per lo stesso individuo nel tempo o in

particolari momenti della sua vita. Questo perché l'utilità è soggettiva ed è influenzata da aspetti psicologici, sociali, culturali e fisici che sono intrinseci e personali per ogni soggetto.

La teoria dell'utilità casuale afferma che non tutte le determinanti dell'utilità, che spingono le scelte nei consumatori, sono direttamente osservabili, però è possibile determinare le preferenze per via indiretta (McFadden, 1974; Manski, 1977).

La funzione di utilità di un individuo può essere scomposta nella somma di due componenti, una deterministica (osservabile) e una casuale:

$$U_{an} = V_{an} + e_{an}$$

- U_{an} è l'utilità **latente** (non osservabile) che l'n-esimo consumatore associa alla a-esima alternativa
- V_{an} è la quota di utilità **osservabile** che l'n-esimo consumatore associa alla a-esima alternativa
- e_{an} è la quota di utilità **non osservabile** che l'n-esimo consumatore associa alla a-esima alternativa

Assumendo che un individuo massimizzi la propria utilità è possibile definire la probabilità che scelga l'alternativa a all'interno di un insieme di alternative C_n come:

$$P(a|C_n) = P[(V_{an} + e_{an}) > (V_{jn} + e_{jn})] = P[(V_{an} - V_{jn}) > (e_{jn} - e_{an})]$$

La definizione di uno specifico modello probabilistico per la componente casuale (generalmente Weibull o Gumbel) consente poi l'adozione di un opportuno modello di regressione

Questa teoria ha importanti implicazioni sul lato pratico, perché suggerisce che l'analisi dell'utilità dovrebbe concentrarsi sulla causa di essa e non solo sul bene o servizio preso in considerazione. Sicuramente questo pensiero potrebbe influenzare, tra molte cose, la progettazione di politiche pubbliche perché gli effetti di queste sulla causa dell'utilità potrebbero avere un'importanza maggiore che sulla mera opera o del servizio per i fruitori: la costruzione di un ponte in un luogo dove non risulta essere utile per i cittadini, potrebbe avere un'utilità molto più bassa rispetto al valore dell'opera stessa.

In secondo luogo, l'utilità dovrebbe essere vista sotto un'ottica diversa più inclusiva e dovrebbe considerare differenti fattori psicologici, sociali, culturali e fisici che influenzano la percezione di utilità di ogni soggetto verso i prodotti; nella loro progettazione dovrebbero quindi essere presi in considerazione questi aspetti proprio per migliorarne l'utilità.

Di conseguenza anche la valutazione economica dei servizi e delle politiche pubbliche porterebbero a dei miglioramenti se questa teoria fosse applicata: potrebbero essere utilizzate delle metodologie di valutazione dell'utilità che tengano conto delle cause che influenzano quest'ultima dalla fruizione di un prodotto.

Concludendo, la teoria dell'utilità casuale è di sicuro un nuovo pensiero di comprensione dell'utilità derivante dai prodotti. L'idea che essa dipenda dalle cause degli eventi potrebbe avere delle importanti implicazioni per l'economia, per la progettazione di politiche pubbliche e la valutazione economica dei servizi.

1.5 Processi decisionali e comportamentali nei metodi di scelta discreta

Fatte le opportune premesse teoriche, i metodi di scelta discreta si basano su tre equazioni interconnesse che ne derivano dalle teorie prese in considerazione precedente:

- 1) $S_k = f_{kr}(t_r)$
- 2) $u_j = g(s_{kj})$
- 3) $P_j = h(u_j)$

Dalle quale la combinazione porta alla definitiva equazione:

- 4) $P_j = h\{g[f_{kr}(t_r)]\}$

Dove

- $S_k \rightarrow$ è l'utilità percepita (marginale) del servizio di consumo k,
- $t_r \rightarrow$ è il valore osservabile della caratteristica obiettivo r,
- $u_j \rightarrow$ è l'utilità complessiva (preferenza) associata alla jesima alternativa,
- $S_{kj} \rightarrow$ è il livello dell'attributo k (che rappresenta il servizio di consumo k) associato all'alternativa j,
- $P_j \rightarrow$ è la probabilità di scelte assegnate all'alternativa j,
- $f, g, h \rightarrow$ sono funzioni lineari o non lineari, ancora da determinare.⁷

Si è detto che la teoria del valore di Lancaster si concentri sulla divisione in attributi (t), ricercati dal consumatore, in un particolare prodotto (X), questo può tradursi in una equazione di tipo $t = BX$; dove B è la matrice che trasforma i prodotti in caratteristiche oggettive. Lancaster parla di misure oggettive degli attributi che quindi dovrebbero essere invariati per i tutti consumatori, ad

⁷ J.J. Louviere. D.A. Hensher, J.D. Swatt, 2007, "Stated Choice Methods", p. 3

esempio: se il consumo elettrico di un ventilatore ammontasse a 100 Watt orarie allora dovrebbe essere uguale per tutti i consumatori perché, secondo lo studioso inglese, le caratteristiche dovrebbero essere definite in misure oggettive proprie del bene stesso e non in termini di reazione del consumatore verso il prodotto, ma non è detto perché in alcuni casi, come un servizio, la percezione degli attributi cambia da persona a persona soggettivamente.⁸

Lancaster, ad ogni modo, non ha tralasciato il fatto che possono esserci delle differenze tra le valutazioni degli attributi da parte dei soggetti ma ha giustificato che queste dipendono da una funzione di preferenza per una caratteristica che non rientra nel suo studio sul valore; in altre parole, secondo lo studioso, non è la caratteristica a variare di misura ma è la preferenza dei singoli che incide sulla valutazione. Gli economisti si concentrano molto sul comportamento dei consumatori a seguito di variazioni di prezzo o di caratteristiche oggettive, ma spesso non come questi cambi possono modificarne l'utilità. Le equazioni viste in precedenza possono essere tradotte in:

$$u = U(t_1, t_2, \dots, t_R)$$

Dove t_r è la quantità di caratteristica di un prodotto e le funzioni h, g, f corrispondono senza perdere informazioni in U.⁹

Questa equazione che rispecchia la teoria del valore di Lancaster può essere applicata solo se i beni sono infinitamente divisibili, con una frequenza di acquisto elevata e un basso valore unitario. Alcuni studiosi dei metodi di scelta discreta hanno fatto emergere come molti beni, oggetto della ricerca sperimentale, non siano perfettamente divisibili e che questi vengano acquistati o valutati saltuariamente. L'evoluzione apportata da Rosen nel 1974 alla teoria dello studioso inglese aiuta a superare, anche se parzialmente, questi ostacoli: nell'ipotesi di Rosen si evita di trasformare i beni in caratteristiche oggettive e viene creato un modello in termini di quantità e prezzi delle caratteristiche. Se si dovesse ipotizzare, utilizzando il teorema composito di Hicks (1946), che i prezzi dei prodotti sono costanti, esclusi quelli oggetto di studio, un gruppo di beni produrrebbe delle caratteristiche oggettive e definirebbe tutti gli altri beni compositi (d). Il modello di Rosen, quindi, vuole massimizzare la funzione:

$$U(t_1, t_2, \dots, t_R)$$

Soggetta a:

$$p(t_1, t_2, \dots, t_R) + d = M$$

⁸ J.J. Louviere. D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", pp. 3-4; Lancaster, K., (1966), «A new approach to consumer theory», in Journal of Political Economics, vol. 74, pp. 132-157

⁹ J.J. Louviere. D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", pp. 3-4

Dove M è il vincolo di bilancio del consumatore (per semplificazione il suo reddito) e $p(t_1, t_2, \dots, t_R)$ rappresenta il prezzo di un prodotto che produce caratteristiche oggettive (t).¹⁰

Il modello di Rosen è sicuramente la base teorica migliore dei metodi di scelta discreta, anche se continua a essere fondato sull'idea di caratteristiche oggettive collegate all'utilità dei prodotti. Il contributo Lancaster-Rosen può essere espresso dall'equazione $P_j = h\{g[f_{kr}(t_r)]\}$, che rappresenta il fondamento dei metodi di scelta discreta insieme alla teoria dell'utilità casuale.

In particolare, quest'ultima si concentra sulla necessità di mappare gli attributi in caratteristiche oggettive e di prevedere gli scostamenti dell'utilità in base alla variazione degli attributi; in termini matematici si ipotizza una corrispondenza perfetta tra s_k e t_r . Per il fine di questa tesi è sicuramente importante delineare la relazione esistente tra utilità e fonti d'utilità di un prodotto perché queste influenzano le decisioni dei consumatori. Lo studio eseguito da Louviere, Swait e Hensher, basato sulla teoria (e sui limiti) Lancaster-Rosen, ha cercato di formalizzare il rapporto tra utilità e fonte d'utilità.

Un primo step è quello di ipotizzare che l'utilità degli individui discenda dalle caratteristiche oggettive dei prodotti pur considerando che queste siano influenzate dalle percezioni degli individui, per cui un approccio corretto è che i consumatori fruiscono dei servizi forniti dalle merci e di conseguenza l'utilità dipenda dai servizi stessi:

$$u = U(s_1, s_2, \dots, s_k)$$

In questa equazione s_k rappresenta la quantità di servizio di consumo ottenuta dal consumatore. Un ulteriore passaggio potrebbe derivare dai servizi attesi dai consumatori: i soggetti acquistano un prodotto con l'aspettativa di consumare un particolare livello delle sue caratteristiche, per cui

$$u = U(se_1, se_2, \dots, se_k)$$

La se esprime la quantità attesa del servizio di consumo derivante dalla caratteristica di un prodotto (k). È chiaro come questa equazione sia un calcolo mentale decisionale del singolo consumatore che difficilmente può essere analizzato completamente e con precisione. Rendendo esplicita la restrizione dello studioso che non può conoscere il processo decisionale del singolo consumatore si ottiene:

$$u = U(se_o + se_{uo}), \dots, (se_o + se_{uo})_k$$

¹⁰ S. Rosen, 1974, Journal of Political Economy, Volume 82, Number 1 pp. 34-55

Dove se_o rappresenta i servizi di consumo attesi osservabili da parte di un consumatore, mentre se_{uo} rappresenta quelli non osservati, che sfuggono dall'analisi dello studioso. La variabile non osservata si presume sia distribuita in modo definito nella popolazione e che uno specifico individuo campionato abbia un valore casuale della distribuzione.¹¹

Le equazioni di qui sopra sono dipendenti e dalla loro combinazione possono essere definite le componenti dei modelli di scelta. A questo punto gli autori eseguono una separazione semantica importante: con il termine “caratteristiche” si fa riferimento alle misure oggettive, mentre con la parola “attributi” viene definita la dimensione quantitativa dei servizi di consumo. Secondo questa logica tanti attributi possono corrispondere ad una sola caratteristica mentre, un attributo può essere funzionale a più caratteristiche. Ad esempio, la funzione di una stampante “eseguire una fotocopia a colori” presuppone il fatto che vi siano due attributi: “eseguire una fotocopia” e “stamparla a colori”. Il rapporto quindi, tra l’offerta di caratteristiche e la domanda di attributi di un prodotto, fornisce la distinzione tra il valore che possiede soggettivamente per un consumatore un bene e la sua natura oggettiva. Questo incontro domanda/offerta è rilevante nei metodi di scelta perché, traducendo le caratteristiche in attributi, si possono calcolare gli effetti delle modifiche delle proprietà oggettive dei beni e, viceversa, passando tra attributi a caratteristiche, si determinano i cambiamenti in termini di offerta. Vi sono dei casi in cui gli attributi e le caratteristiche variano solo in termini di grandezza, come la durata effettiva di un viaggio e la durata percepita, e in altri casi solo in dimensione, quando si fa riferimento a due caratteristiche diverse; per cui la formalizzazione in caratteristiche e attributi è spesso più accademica che pratica.¹²

L’equazione che esprime questo concetto può essere rappresentata in vari modi, si è scelto:

$$(se_o + se_{uo})_k = fk(t_{1y}, t_{2y}, \dots, t_{Rj})$$

Essa nella prima parte tiene conto della relazione indipendente del prodotto tra caratteristiche e attributi (osservabili e non osservabili); nella seconda parte si esprime la relazione specifica per ogni merce come insieme di caratteristiche e attributi. Occorre ipotizzare due ulteriori espressioni per completare il paradigma: una che tenga conto della dipendenza dall’offerta unitaria (t_{Rj}) e della quantità totale della caratteristica (r):

$$t_{Rj} = g_{rj}(y_{rj})$$

¹¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 5

¹² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, pp. 5-6

Occorre però mettere ciò in relazione con la quantità di prodotto consumato (ovvero G):

$$t_{Rj} = g_{rj}(G_1, G_2, \dots, G_j)$$

L'approccio combinato tiene conto che il servizio di consumo possa essere soddisfatto da una o più particolari caratteristiche e che queste possono esistere in diversi prodotti. Accettando che i consumatori non acquistino delle caratteristiche o attributi ma un prodotto nel suo complesso, le combinazioni dell'equazioni forniscono il paradigma economico tradizionale del processo decisionale del consumatore vale a dire:¹³

$$\frac{\partial u}{\partial ((se_{o+} se_{uo})_k)} \frac{\partial (se_{o+} se_{uo})_k}{\partial tr} \frac{\partial (se_{o+} se_{uo})_k}{\partial tr_j} \left(\frac{\partial t_{rj}}{\partial G} \right) \quad G_j > 0$$

Per cui, “dato un livello positivo di consumo del j -esimo bene, il valore di un bene j , pari al prodotto del prezzo di j e dell'utilità marginale derivante dalla spesa per j , è uguale al prodotto dell'utilità marginale del k -esimo attributo, del tasso marginale di sostituzione tra il k -esimo attributo e la resima caratteristica oggettiva, il tasso marginale di sostituzione tra il k -esimo attributo e la resima caratteristica oggettiva contenuta nel bene j , e il tasso marginale di sostituzione tra la resima caratteristica oggettiva contenuta nel bene j e la quantità del bene j consumata, a parità di altre condizioni” (Louviere, Hensher, Swait)¹⁴

¹³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, pp. 6-7

¹⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 7

1.6 Le fasi del processo decisionale

Il processo decisionale del consumatore che si prenderà in considerazione, è basato sul modello di John Dewey del 1910 e può essere sintetizzato in sei fasi, come rappresentato nella figura 2.

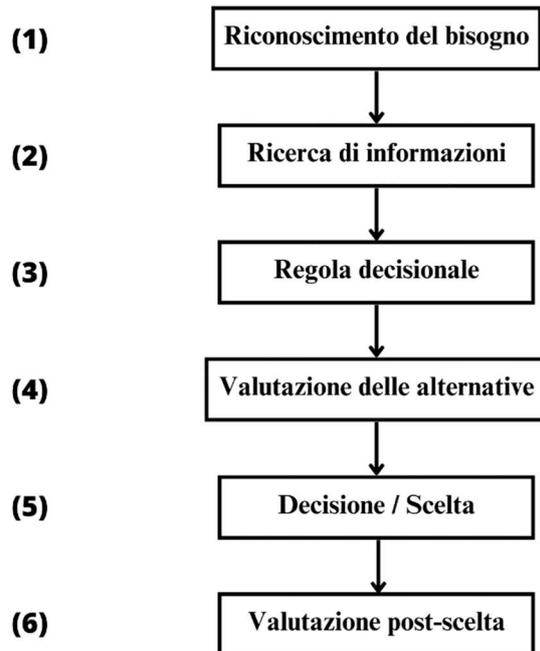


Figura 2, le fasi del processo decisionale del consumatore

Nella prima fase, il consumatore avverte uno stato di insoddisfazione generato da un bisogno e/o un problema che deve risolvere (1), in sostanza avverte una differenza tra il suo stato attuale e quello desiderato. La generazione del bisogno può essere imputata a stimoli endogeni (interni) ed esogeni (esterni): i primi nascono direttamente dall'individuo come la fame, il freddo, il caldo, ecc., mentre i secondi sono dovuti a stimoli esterni al soggetto, ad esempio la pubblicità, le promozioni, il passaparola, ecc.¹⁵

Una volta avvertito il bisogno, il consumatore vuole ridurre il divario tra la sua condizione attuale e quella a cui aspira e, perciò, inizia a ricercare informazioni per individuare i prodotti che

¹⁵ Deep Marketing, 2021, "I cinque passi del processo decisionale del consumatore"; risorsa web reperibile all'indirizzo: [I cinque passi del processo decisionale del consumatore \(deepmarketing.it\)](https://www.deepmarketing.it) (consultato al 04/04/2023);

Mirko Cuneo, 2021, "Le fasi del processo di acquisto del cliente" risorsa web reperibile all'indirizzo: [Le fasi del processo di acquisto del cliente - Mirko Cuneo](#) (consultato al 04/04/2023);

possiedono le caratteristiche e quegli attributi che gli permetteranno di risolvere la sua insoddisfazione (2). Questa ricerca, al giorno d'oggi, può avvenire utilizzando gli strumenti più disparati: i mass media tradizionali (Tv, radio, giornali), i social e internet, le esperienze d'utilizzo passate proprie o di conoscenti e la comunicazione con altri consumatori (passaparola, recensioni...).¹⁶

Una volta informato, il consumatore creerà una regola di decisione o funzione d'utilità (3) che inciderà sulla valutazione soggettiva delle caratteristiche, perché ciascuno vi attribuirà importanza diversa. Il soggetto, a questo punto del processo, valuta le alternative presenti sul mercato (4) confrontando i diversi prodotti per trovare quello che meglio soddisfa le sue esigenze. Questa fase è influenzata da quella precedente perché egli valuterà le alternative in base alla regola di decisione che si è imposto, prestando più attenzione alle caratteristiche/attributi che però sono percepiti diversamente da soggetto a soggetto. Alcuni criteri di valutazione possono essere: il prezzo, la spedizione, la marca, la qualità...

Nella fase di scelta il consumatore, dopo aver analizzato i prodotti differenti, prende una decisione d'acquisto o di non acquisto (5); egli, infatti, può scegliere di acquistare il prodotto che per esso è migliore grazie alle informazioni raccolte ma può anche scegliere di non comprare nulla perché nessuna delle alternative supera la sua funzione di utilità o viola la regola di decisione (come nel caso di un vincolo di bilancio). Il consumatore non acquirente ha l'alternativa di non scegliere o ritardare la scelta. L'ultima fase è retrospettiva ed è una valutazione eseguita post scelta del consumatore (6) che valuterà se l'aspettativa che egli aveva sul prodotto è stata soddisfatta o meno.¹⁷

Questa breve analisi sul processo decisionale è importante per il fine di questa tesi, poiché le variabili esplicative possono essere utilizzare come strumenti e/o variabili proxy; questo permette di ridurre gli errori di specificazione e migliorare le stime eseguite. Comprendere le fasi intermedie del processo porta a diminuire il rischio di non osservare comportamenti e valutazioni di caratteristiche che il consumatore esegue durante l'intero processo.

¹⁶ Mirko Cuneo, 2021, "Le fasi del processo di acquisto del cliente" risorsa web reperibile all'indirizzo: [Le fasi del processo di acquisto del cliente - Mirko Cuneo](#) (consultato al 04/04/2023);

¹⁷ Deep Marketing, 2021, "I cinque passi del processo decisionale del consumatore"; risorsa web reperibile all'indirizzo: [I cinque passi del processo decisionale del consumatore \(deepmarketing.it\)](#) (consultato al 04/04/2023);

J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", pp. 8-9

1.7 Preferenza dichiarata vs Preferenza rilevata

I metodi di preferenza e scelta dichiarata si basano sullo strumento del sondaggio, ossia qualunque forma di raccolta dei dati che prevede lo stimolo di preferenze o scelte da parte di un campione della popolazione, ciò può avvenire con metodi “tradizionali”, come la compilazione di un foglio, oppure lo sfruttamento delle innovazioni e dei mezzi digitali per la raccolta delle informazioni. La scelta del tipo di sondaggio si basa principalmente sull’oggetto di studio: per prodotti semplici e conosciuti da tutti, si può ricorrere ai metodi tradizionali, mentre gli strumenti digitali sono necessari qualora l’oggetto sia complesso o non sia familiare per i consumatori.¹⁸

Il pensiero economico tradizionale si basa sul concetto che “tra dire e fare c’è di mezzo il mare”, ovvero che spesso i consumatori non si comportano effettivamente come dicono, per cui, secondo questa ideologia, gli studi di scelta sperimentale non sono così utili. Il concetto chiave non è incentrato su fare o non fare ricerca sperimentale, ma come i modelli stimati dai dati di preferenza dichiarata, producano inferenze e previsioni affidabili e valide sul comportamento dei consumatori.

Le caratteristiche dei dati RP (*Revealed Preference*) sono:

- ❖ La raffigurazione dell’attuale equilibrio di mercato
- ❖ L’insieme delle relazioni intrinseche tra gli attributi
- ❖ Le alternative osservabili sono quelle esistenti/attuali
- ❖ L’influenza sul decisore dei vincoli di mercato e decisionali
- ❖ L’elevata affidabilità e validità
- ❖ La produzione di un’osservazione per ogni intervistato

I dati SP (SP, *Stated Preference*) sono, in genere:

- ❖ La capacità di descrivere contesti e fenomeni futuri e ipotetici
- ❖ Il controllo tra gli attributi che consentono la mappatura delle diverse funzioni di utilità
- ❖ L’inclusione di alternative di scelta esistenti e generiche
- ❖ La non rappresentazione dei cambi di mercato attuali
- ❖ L’affidabilità e l’impegno degli intervistati quando rispondono durante l’intervista
- ❖ La produzione di osservazioni multiple per ogni intervistato.¹⁹

¹⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, cap. 2

¹⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, cap. 2

Le ragioni che dovrebbero spingere gli economisti e analisti a concentrarsi sull'utilizzo di dati di preferenze dichiarate (SP, *Stated preference*) rispetto alle preferenze rilevate²⁰ (RP, *revealed preference*), possono essere sintetizzate:

➤ **La stima delle variazioni di domanda a seguito di una modifica degli attributi di un prodotto.**

Invece che affidarsi al caso, una ricerca sulla reazione dei consumatori ad un cambio di caratteristiche, tramite modelli SP, di un determinato prodotto, aiuta il top management a prendere decisioni corrette evitando di affidarsi alla fortuna.

➤ **La scarsa variabilità sul mercato delle variabili esplicative.**

Le variabili sul mercato variano poco o per nulla per periodi di tempo anche molto lunghi. I dati RP possono essere rilevati ma hanno un'utilità scarsa. Occorrerebbe che si creassero dei modelli sul cambio di comportamento in risposta alle variazioni delle variabili.

➤ **Le variabili esplicative sono altamente correlate al mercato.**

Questo è il limite più grande dei dati RP perché si potrebbe pensare che questi siano migliori dei dati SP perché riflettono le vere scelte di mercato, ma in realtà, con la maturazione dei mercati, gli attributi potrebbero essere correlati negativamente e questo è un grande vincolo nella creazione di modelli comportamentali affidabili e soprattutto corretti.

➤ **Le nuove variabili che spiegano le scelte.**

Con la maturazione dei mercati e dei prodotti acquistano valore nuove variabili dettate da nuove innovazioni; tuttavia, con i dati RP risulta difficile comprendere il valore che le novità hanno per i consumatori mentre i valori SP potrebbero essere utilizzati per prevedere come i soggetti rispondano alle nuove caratteristiche dei prodotti.

➤ **I dati RP creano degli errori nei modelli statistici.**

Spesso i dati RP non rispettano le ipotesi dei modelli e possono stimare parametri errati. I dati SP invece potrebbero essere utilizzati per ridurre tali errori e migliorare le stime.

➤ **Il costo dei dati RP.**

I dati osservabili sono costosi e richiedono molto tempo di raccolta, mentre i dati SP sono più economici, a parità di campione, e richiedono un periodo minore di tempo per essere raccolti.

²⁰ Ovvero i dati di mercato

➤ **I prodotti non scambiati sul mercato reale.**

Alcuni beni non sono scambiati sul mercato reale, come ad esempio quelli paesaggistici o ambientali; per questo genere di prodotti i dati RP possono essere utilizzati per comprendere le motivazioni o gli interessi sottostanti alla fruizione di un bene ma spesso vi sono degli eventi (come un danno ambientale) che sfuggono da questa analisi. Ultimamente gli economisti si sono affidati a metodi SP per ovviare a questi problemi di valutazione.²¹

I dati RP e SP possono essere rappresentati come in figura 3: le preferenze rilevate (RP) sono molto utili per rappresentare la struttura del mercato attuale e quindi all'interno della frontiera tecnologica presa in considerazione, mentre le preferenze dichiarate (SP) sono più improntate a prevedere il comportamento a seguito di un cambiamento della frontiera. Di conseguenza i dati RP sono utili per comprendere i cambiamenti a breve termine del mercato, e quindi sono utilizzabili nel "presente", mentre i dati SP sono più utili per prevedere gli scostamenti futuri dei comportamenti dei consumatori.

Questo non significa che i dati debbano essere usati conflittualmente in una logica di opposizione ma piuttosto in una complementare. Comprendere il mercato attuale è importante tanto quanto prevedere il comportamento dei consumatori in futuro.

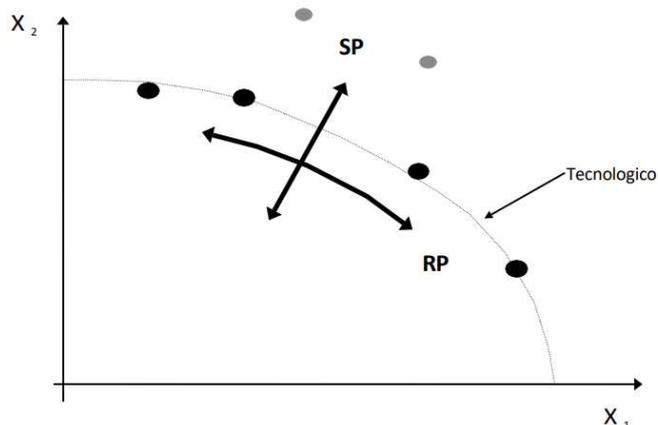


Figura 3, Dati RP e SP in relazione alla frontiera tecnologica

I cambiamenti delle frontiere tecnologiche sono un argomento molto studiato negli ambiti accademici e business, soprattutto per controllare la reazione della domanda al lancio di prodotti innovativi o di nuove linee. I dati combinati, che sfruttano i vantaggi di entrambe le tipologie di preferenze, permettono di prevedere fenomeni della domanda come la cannibalizzazione di prodotti, nascita o

modifiche del mercato o segmento target; questo permette di prendere decisioni strategiche migliori e soprattutto non alla cieca.²²

²¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", cap. 2

²² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", cap. 2

La loro combinazione permette di mappare una gamma di attributi più ampia di quella presente, quindi una migliore robustezza della previsione e valutazione, e di introdurre nuove alternative di scelta basate sull'avanzare della frontiera tecnologica. Inoltre, le analisi che utilizzano sia le preferenze rilevate che quelle dichiarate, forniscono parametri di stima migliori perché vi è un arricchimento dei dati alla base dell'esperimento; semplificando, all'aumentare degli attributi e delle combinazioni di questi presi in considerazione, il modello previsionale sarà maggiormente preciso. Per esempio, se in un esperimento vi sono tre variabili di tempo e tre variabili di prezzo le combinazioni prese in considerazione del modello saranno in totale nove, ma se aggiungiamo una variabile di tempo queste saliranno a dodici rendendo più preciso il modello.

Se l'interesse principale è la valutazione possono essere utilizzati i dati SP da soli. Ogni replica di un esperimento fornisce comunque un'osservazione individuale: tre repliche SP e una osservazione RP formano ben quattro osservazioni per intervistato. È chiaro come ciò permetta di ottenere risultati e stime robuste con dei campioni di piccole dimensioni, tra i 100 e 300 intervistati.²³

1.8 Misure di dominanza e RUT

Molti sondaggi, spesso eseguiti da operatori di marketing, raccolgono delle informazioni numeriche per “misurare” atteggiamenti, credenze, valori, preferenze, soddisfazione dei consumatori. Queste analisi in realtà non sono fondate su una teoria di base poiché il dato numero raccolto in una scala di valutazione è difficilmente poco interpretabile: ad esempio, presa una scala da 1 a 10 (da insoddisfatto a estremamente soddisfatto) e chiesto al soggetto di esprimersi su una questione, il voto 6 cosa significa? Nulla, se non è presente una teoria del processo che spiega il perché un determinato consumatore ha risposto in quello specifico modo.

Le misure di preferenza e di scelta prendono il nome di misure di dominanza e sono una forma di assegnazione numerica per determinare la preferenza o non preferenza di un prodotto rispetto ad un altro. In questa logica vi sono alcune misure di dominanza coerenti con la teoria dell'utilità casuale (RUT):

- Scelta di un'opzione da un insieme di altre concorrenti; si tratta di una scala nominale che sicuramente permette di trovare l'opzione preferita di un insieme
- Scelta tra gradimento e non gradimento di una opzione che consente di discernere quali opzioni sono gradite al soggetto e quali no

²³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, cap. 2

- Una classifica delle opzioni; questa è una scala ordinale che permette di fornire informazioni sulle preferenze dei consumatori
- Valutazioni utilizzando gradi di preferenza che consentono di ottenere informazioni sull'ordine, uguaglianza e differenze, come una scala di intervalli
- Allocazione di risorse limitate che forniscono informazioni sui gradi di preferenza, uguaglianza, ordine, differenze e rapporti.²⁴

La teoria dell'utilità casuale permette di confrontare e combinare le varie fonti dei dati per creare dei modelli efficienti dal punto di vista statistico. Nei paragrafi successivi si illustreranno nello specifico il funzionamento delle misure prese in considerazione utilizzando un esempio di sondaggio, che propone cinque scelte sulle preferenze dei consumatori sul mezzo che utilizzano per recarsi al lavoro.

1.8.1 Scelta di un'opzione da un insieme di altre opzioni concorrenti

In questa modalità (tabella 1) di misura il consumatore esprime il gradimento su una scelta, in questo caso “guidare la propria auto”, e rifiuta conseguentemente le altre quattro opzioni. Anche con delle variazioni, si apprende qual è la scelta migliore per il consumatore, ma non si ottengono informazioni sulle altre alternative, ad eccezione che sono meno gradite di quella scelta.

Tabella 1, sondaggio sulle opzioni di pendolarismo ²⁵

'Brands' for journey to work	Consumer chooses
Take bus	
Take train	
Take ferry	
Drive own auto	✓
Carpool	

carpooling

Da ciò si può ricavare che per il consumatore che ha risposto a questo sondaggio:

- auto > autobus, treno, traghetto, carpooling; e che
- autobus = treno = traghetto =

Le alternative sono debolmente ordinate e per ottenere un modello occorreranno risposte più discrete per intervistato e/o più individui ai quali vengono sottoposte.

²⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, pp. 26-27

²⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 27

1.8.2 Scelta tra gradimento e non gradimento di una opzione

Ogni risposta binaria è in grado di fornire informazioni sulle preferenze. In questo esempio per raccogliere i dati si può osservare le scelte del mezzo di trasporto di un soggetto per recarsi al lavoro o chiedere al pendolare quali mezzi utilizza abitualmente. Le risposte della tabella 2 fanno emergere le seguenti considerazioni delle preferenze dei pendolari:

Tabella 2, sondaggio sulle opzioni di pendolarismo, secondo metodo ²⁶

'Brands' for journey to work	Consumer will consider (y/n)	
Take bus	no	➤ auto = carpooling
Take train	no	➤ treno = traghetto = autobus
Take ferry	no	
Drive own auto	yes	➤ auto (o) carpooling >
Carpool	yes	autobus, treno, traghetto

Rispetto all'alternativa precedente vengono fornite maggiori informazioni ma queste non bastano per avere una scala ordinata completa. Per ottenere un ordine di preferenza occorrerebbe che ci fossero maggiori risposte da parte dell'intervistato e/o maggiori soggetti da intervistare.

1.8.3 Una classifica delle opzioni

Tabella 3, sondaggio sulle opzioni di pendolarismo, terzo metodo

'Brands' for journey to work	Ranking by likelihood of use
Take bus	5
Take train	4
Take ferry	3
Drive own auto	1
Carpool	2

Una classifica completa delle preferenze del consumatore, in questo esempio come la probabilità di utilizzare un mezzo rispetto ad un altro, può essere ottenuta chiedendola direttamente al consumatore o

osservando le sue scelte per un periodo di tempo sulla frequenza d'uso dei mezzi. Questo crea non pochi problemi poiché il numero di alternative influenza la classifica, l'affidabilità e la validità delle informazioni di alternative che non verrebbero scelte dal consumatore. Vi sono dei metodi per eliminare questi problemi ma che però limitano il potere dello strumento e soprattutto non garantiscono la confrontabilità delle opzioni (come, ad esempio, togliendo quelle che il pendolare non utilizzerebbe in nessun caso).

²⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 28

Le implicazioni sulle preferenze dei consumatori (tabella 3) risultano fortemente ordinate anche senza informazioni sul grado di preferenza o sulle differenze: non si analizza se la distanza tra l'utilizzare la propria auto e fare carpooling è la stessa che tra prendere il treno o utilizzare il pullman. Le considerazioni quindi possono essere sintetizzate:

- auto > carpooling > traghetto > treno > autobus ²⁷

1.8.4 Valutazioni utilizzando gradi di preferenza

Esistono diversi modi per ottenere valutazioni utilizzando i gradi di preferenza ma, al fine di questa tesi, possono essere presi in considerazione le scale di valutazione per categoria. Queste misure si basano sulla capacità dell'individuo di rispondere in modo corretto e più questa ipotesi non è rispettata tanto più è la probabilità che le misure siano distorte e non valide aumenti. In questo caso abbiamo il problema che non si interpreta il significato di un voto rispetto ad un altro ma è anche vero che esistono dei mezzi per trasformare le valutazioni in classifiche implicite che possono essere interpretate.

Si può dedurre la classifica di preferenze nella tabella 4 in questo modo:

Tabella 4, sondaggio sulle opzioni di pendolarismo, quarto metodo

'Brands' for journey to work	Consumer likelihood to use (0–10)	
Take bus	4	➤ auto >
Take train	4	carpooling >
Take ferry	6	traghetto > treno (o)
Drive own auto	10	autobus
Carpool	7	➤ treno = autobus

Sicuramente la classifica è meno ordinata rispetto a quella completa ma più ordinata rispetto al primo e secondo metodo. ²⁸

1.8.5 Dati ricavati dai vari metodi

Se prendiamo in considerazione il livello di informazione (tabella 5), inteso come misura binaria (scelto 1, non scelto 0), si può notare come il grado di questi aumenti o diminuisca in base al

²⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 30

²⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 30

metodo utilizzato. I valori degli attributi a ciascuna categoria sulle preferenze dei consumatori sono la base per sviluppare modelli SP o RP.

Tabella 5, sondaggio sulle opzioni di pendolarismo, set di scelte e codifica dell'esempio sul pendolarismo ²⁹

Insieme di scelte implicite	Alternativa	Scelta implicita
<i>Scelta discreta</i>		
1	Auto	1
1	Autobus	0
1	Treno	0
1	Traghetto	0
1	Carpooling	0
<i>Si/No</i>		
1	Auto	1
1	Autobus	0
1	Treno	0
1	Traghetto	0
1	Carpooling	0
2	Auto	0
2	Autobus	0
2	Treno	0
2	Traghetto	0
2	Carpooling	1
<i>Classifica completa</i>		
1	Auto	1
1	Autobus	0
1	Treno	0
1	Traghetto	0
1	Carpooling	0
2	Autobus	0
2	Treno	0
2	Traghetto	0
2	Carpooling	1
3	Autobus	0
3	Treno	0
3	Traghetto	1
4	Autobus	0
4	Treno	1
<i>Valutazione</i>		
1	Auto	1
1	Autobus	0
1	Treno	0
1	Traghetto	0
1	Carpooling	0
2	Autobus	0
2	Treno	0
2	Traghetto	0
2	Carpooling	1
3	Autobus	0
3	Treno	0
3	Traghetto	1

²⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 32

Nel capitolo successivo verranno trattati i modelli di scelta per ottenere i dati SP e RP e analizzare il contributo statistico degli attributi presi in considerazione

Capitolo 2

Modello di scelta

Alla base di un modello di scelta sperimentale si trovano due funzioni: la prima mette in relazione la probabilità di un risultato con l'utilità di ciascuna alternativa, mentre la seconda relaziona l'utilità delle alternative con l'insieme degli attributi che le compongono.

Nell'analisi convenzionale del consumatore che prende in considerazione un continuum di alternative si può ipotizzare che gli individui che compongono una popolazione, spesso abbiano una regola di comportamento comune, ad eccezione di errori puramente casuali. Nella realtà la situazione è molto più complessa poiché gli individui prendono decisioni basandosi su aspetti soggettivi e personali, relazionandosi anche ad esigenze o fattori del proprio ambiente; ciò rende evidente come un modello di scelta non possa trascurare questi elementi che possono avere importanti implicazioni sul modello di comportamento del singolo. Molto spesso gli economisti sottovalutano queste implicazioni e si concentrano essenzialmente sulla domanda di mercato senza considerare che i soggetti possano prendere decisioni diverse “non razionali” per il ricercatore ma razionali per sé stessi.¹

È comunque possibile creare dei modelli che prendano in considerazione elementi individuali: si può creare un modello specifico per la persona che mette in relazione il budget monetario (M) e le richieste (G). Un modello comportamentale ragionevole può essere del tipo

$$u = U(G, w) \quad \& \quad G = h(M, w)$$

dove nella prima equazione si massimizza l'utilità personale dell'individuo e nella seconda l'utilità è massimizzata in base al vincolo di bilancio. In entrambe w rappresenta i gusti personali del soggetto.²

Questi modelli vengono spesso utilizzati per testare funzioni para-metriche in particolare l'elasticità al prezzo o al reddito o la massimizzazione dell'utilità nell'ipotesi di preferenza rilevata o dichiarata. La misurazione di G è spesso soggetta ad errori dovuti al fatto che spesso i dati osservati dei consumatori non si adattano perfettamente al modello comportamentale; il

¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 30

² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 30

compito della w è proprio quello di ridurre l'errore, facendo emergere aspetti e gusti personali e individuali di ogni singolo soggetto intervistato.³

La domanda aggregata può essere trattata come una variabile continua perché l'effetto della discretizzazione delle alternative è trascurabile; ciò nonostante, vi possono essere delle variazioni sistematiche dovute allo spostamento del margine estensivo delle preferenze degli individui. Il modello fondato sulla domanda aggregata non è quello migliore per comprendere le specifiche della domanda aggregata di alternative discrete. Quando i beni non sono continui, non è possibile ipotizzare che in una singola sezione trasversale di dati di preferenza individuali, sia inserita la scelta discreta.⁴

Una procedura generale per formulare modelli di comportamento di scelta è quella che si basa sulla massimizzazione dell'utilità casuale.

2.1 Modelli a utilità casuale

I modelli generali di comportamento a scelta individuale richiedono che vengano presi in considerazione tre fattori chiave:

- L'insieme delle alternative a disposizione dei decisori
- Gli attributi osservati dei decisori e una regola per combinarli
- Il modello di scelta e comportamento individuale e la distribuzione dei modelli di comportamento nella popolazione.

Un soggetto avrà un certo vettore di attributi (S) e un certo insieme di alternative disponibili (G); queste possono essere espresse dall'equazione:

$$P(x|s, A) \quad \forall x \in A$$

dove P indica la probabilità di selezionare l'alternativa x , considerando tutto il background socioeconomico e personale dell'individuo e l'insieme delle alternative A , fra tutte le alternative disponibili; il vettore x vuole sottolineare che le alternative sono definite come un insieme di attributi.

Occorre stabilire una regola di comportamento individuale che viene definita IBR, individual behaviour rules, questa ha il compito di mappare ogni vettore di attributi osservati (S) e un possibile insieme di alternative (A). Le analisi a scelta dichiarata richiedono un insieme di regole

³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 36

⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 37

di comportamento individuale rilevanti per tutti gli individui della popolazione campionaria; queste prendono il nome di SIBR. La differenza sostanziale tra IBR e SIBR è che la prima massimizza una specifica funzione di scelta, mentre la seconda è un insieme di funzioni di scelta che risultano dalla massimizzazione di una particolare funzione di utilità. In altre parole, in una SIBR possono esserci più IBR.⁵

La probabilità di selezione di una alternativa x di un individuo estratto a caso, dati gli attributi osservati s e l'insieme di alternative A , è data da:

$$P(x | s, A) = P\{IBR \in SIBR | IBR(s, A) = x\}$$

Il lato destro dell'equazione afferma la probabilità di scegliere una particolare regola di comportamento individuale che permetta di scegliere x ; in altri termini, la probabilità di ricorrenza di una regola comportamentale. Questa non è la probabilità che IBR sia contenuto nell'insieme ma la probabilità di scegliere quell'IBR specifico all'interno della SIBR.⁶

Dopo di ciò occorre mettere in relazione il modello SIBR con l'ipotesi di massimizzazione dell'utilità, che è centrale per il consumatore economico razionale classico. Per fare questo serve innanzitutto trasformare gli attributi nell'utilità che gli stessi attributi possiedono, assumendo che ogni individuo definisca l'utilità attraverso una forma funzionale comune.

L'utilità dell'alternativa può essere suddivisa in due componenti: una sistematica, V_{iq} , e un'altra casuale, ε_{iq} , che riflette le idiosincrasie individuali dei gusti delle persone. L'utilità quindi è data da:

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

L'utilità può variare tra le osservazioni campionate o a causa di influenze contestuali, come le caratteristiche socioeconomiche personali dell'individuo o come la natura stessa dei dati analizzati (RP vs SP).⁷

Sostanzialmente la funzione di utilità assume che ci sia una parte dell'utilità che è comune a tutti gli individui mentre l'altra è specifica del soggetto. V_{iq} è quindi un assunto di omogeneità, in termini di utilità, della popolazione; la definizione di questo dipende dalla segmentazione della popolazione campionata e dalla misura degli attributi noti o presunti che producono utilità. In altre parole, si può presumere che la componente sistematica è la parte di utilità apportata dagli

⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 38

⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 38

⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 38

attributi osservati dell'analista, mentre la componente casuale è la parte derivante da quelli non osservati.⁸

Questo non significa che gli individui massimizzino l'utilità in modo casuale anzi, al contrario, spesso usano schemi deterministici dell'utilità. L'aleatorietà nasce dal fatto che il ricercatore non può conoscere le dinamiche e le sensazioni di ogni singolo individuo e di conseguenza non può comprendere totalmente (solo con un'elevata probabilità) le dinamiche che influenzano la scelta.

Per formulare un modello si ipotizza che gli individui, vuoi per gli attributi o per caratteristiche intrinseche, cerchino di massimizzare l'utilità percepita: il soggetto cercherà quell'insieme di attributi che nel suo ambiente massimizzino l'utilità.

L'ipotesi chiave del modello è che l'individuo sceglierà q solo se i è maggiore di j :

$$U_{iq} > U_{jq}$$

Inserendo le componenti sistematiche e casuali la formula è:

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

Riordinando le componenti osservabili e quelle non si ottiene:

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

L'analista però non sa quanto è il valore della componente non osservabile per cui può fare delle affermazioni solo sulla probabilità di accadimento: il ricercatore deve calcolare che la probabilità delle non osservabili sia inferiore a quelle osservabili, questo porta a:

$$P(xiq|sq, A) = P_{iq} = P [\{o(s, xj)\} < \{V(s, xi) - V(s, xj)\}]$$

Questa equazione prende in considerazione il concetto, già visto in precedenza, di IBR: visto che l'utilità può essere scomposta in componenti casuali e sistematici gli individui sceglieranno i rispetto a j se l'utilità complessiva di i è maggiore di quella di j .⁹

La probabilità che un individuo campionato è data dalla differenza tra le utilità casuali, che deve essere inferiore alla differenza delle utilità sistematiche. Il ricercatore, in questo caso, non conosce la distribuzione effettiva nella popolazione ma ipotizza che sia connessa alla probabilità di scelta secondo una distribuzione ancora da definire.

⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 39

⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 40

Il modello dell'equazione è chiamato modello di utilità casuale o RUM; a differenza del modello economico tradizionale della domanda dei consumatori, il RUM è molto più complesso ma riesce a comprendere in maniera più realistica il comportamento individuale del soggetto, in quanto riesce a tenere conto dell'incapacità dell'analista di rappresentare completamente tutte le variabili.

2.2 Modello di scelta di base

Il principale assioma di probabilità di selezione che viene utilizzato per sviluppare un semplice modello operativo è lo “assioma dell'indipendenza delle alternative irrilevanti (IIA)”;

questo afferma che *“il rapporto tra le probabilità di scegliere un'alternativa rispetto a un'altra (dato che entrambe le alternative hanno una probabilità di scelta non nulla) non è influenzato dalla presenza o dell'assenza di alternative aggiuntive nell'insieme di scelta”*.¹⁰

Questa condizione rappresenta un'arma a doppio taglio per il modello di scelta perché, il suo punto di forza è la capacità di introdurre o eliminare alternative del modello di scelta senza ristimare il modello, ma il punto debole è che gli attributi dell'utilità osservati e non osservati possono non essere indipendenti l'uno dall'altro e questo può condurre a parametri distorti o errori di previsione. Ciò nonostante, esistono una serie di test per verificare la violazione dell'IIA che permettono al ricercatore di controllare l'analisi.¹¹

McFadden nel suo lavoro del 1974 ha introdotto due ipotesi aggiuntive:

- Positività: prese in considerazione le caratteristiche socioeconomiche e le alternative nell'insieme di scelta, la probabilità deve essere maggiore di 0 per tutte le alternative;
- Irrilevanza dell'effetto set alternativo: non è possibile identificare un effetto di scelta alternativa per ciascun individuo ma occorre isolare tale effetto.

Se il modello è limitato a situazione in cui le alternative siano distinte e pesate in modo indipendente da ciascun decisore, le probabilità di selezione possono essere calcolate con un certo grado di fiducia ma questo non garantisce che una particolare struttura non sia esattamente conforme alla teoria della scelta.¹²

La proprietà IIA implica che gli elementi casuali dell'utilità sono indipendenti tra le alternative i e sono distribuite in modo identico.

¹⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 44

¹¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 44

¹² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 45

La distribuzione statistica più utilizzata è quella dei valori estremi di tipo 1 (EV1), che viene chiamata in diversi modi : Weibull, Gumbel o doppio esponenziale. La distribuzione deve essere utilizzata per tradurre la componente non osservata di ciascuna alternativa in una componente operativa dell'espressione di probabilità.¹³

L'equazione alla base del modello di scelta è chiamata logit condizionale o logit multinomiale (MNL) ed è espressa da:

$$P_i = \frac{1}{\sum \exp - (V_i - V_j)}$$

2.3 Stima di massima verosimiglianza

Esistono diversi approcci statistici alternativi per stimare i parametri dei modelli di scelta, uno dei più utilizzati è, sicuramente, quello della stima di massima verosimiglianza (MLE).

Questo metodo si basa sul concetto che un dato campione possa essere generato da diverse popolazioni e che sia più probabile che provenga da una popolazione piuttosto che un'altra. Le stime di massima verosimiglianza sono, quindi, l'insieme dei parametri della popolazione che generano più spesso il campione osservato. L'equazione alla base del modello è:

$$f(z_1, z_2, \dots, z_n | \theta) = f(z_1 | \theta) f(z_2 | \theta), \dots, f(z_n | \theta).$$

Dove:

- f , è la funzione della massima verosimiglianza (PDF della z)
- z , misure
- θ , vettore dei parametri

La stima di massima verosimiglianza è quella che si ottiene massimizzando la funzione, in modo da scegliere un valore di θ che permetta di ottenere il valore massimo della funzione.¹⁴ In altre parole, è il valore di θ che con maggiore probabilità ha generato il campione di Z osservato.

¹³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 45

¹⁴ Gaetano D'Avino, metodi per l'analisi dei dati sperimentali, risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft PowerPoint - Esercitazione6.ppt \(unina.it\)](#)

Nel modello di scelta MNL sono assunte funzioni lineari e additive degli attributi che determinano l'utilità *j*-esima alternativa; per cui:

$$V_{jq} = \sum_{k=1}^K \beta_{jk} X_{jkq}$$

È possibile per un dato *j*, impostare una delle *X* uguale a 1 per tutti i *q*, il parametro d'utilità è interpretato come una costante specifica per l'alternativa *j*. Tuttavia, non si può specificare tali costanti per tutte le alternative ma è possibile specificare al massimo *J-1* costanti in un particolare modello.¹⁵

Se si suppone di ottenere un campione casuale di *Q* individui, e che per ciascuno di questi ultimi si osservi la scelta effettivamente fatta e i valori di *X* per tutte le alternative, la PDF per quel dato osservato è $f(\text{Dati}Q|\beta)$ dove *DatiQ* è il dato osservato per il soggetto *Q*, e β è il vettore dei parametri di utilità. Se si sostituisce la PDF con l'espressione della probabilità alternativa, la funzione di verosimiglianza è:

$$L = \prod_{q=1}^{n_1} P_{1q} \cdot \prod_{q=n_1+1}^{n_1+n_2} P_{2q}, \dots, \prod_{q=Q-n_J+1}^Q P_{Jq}$$

Questa equazione può essere semplificata definendo una variabile dummy del tipo: 1 se viene scelta l'alternativa *j* e 0, negli altri casi.¹⁶

La stima di massima verosimiglianza dei parametri del modello MNL deve essere massimizzata rispetto ai parametri di utilità (β), utilizzando un algoritmo di massimizzazione non lineare. Questa tipologia di algoritmi si basano su un'ipotesi dell'analista per i valori di β . Questi valori vengono inseriti nell'equazione per calcolare prima i β s, e poi nell'equazione sopra riportata per calcolare il valore iniziale di L^* .¹⁷

Va comunque prestata attenzione ai valori della L^* poiché se questa aumenta di una quantità inferiore di una determinata tolleranza, i β cambiano di meno di una quantità predeterminata. Per cercare il valore ottimale di ogni β si utilizzano diversi metodi come Goldfeld e Quandt (1972) e

¹⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 48; Gaetano D'Avino, metodi per l'analisi dei dati sperimentali, risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft PowerPoint - Esercitazione6.ppt \(unina.it\)](#)

¹⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 50; Gaetano D'Avino, metodi per l'analisi dei dati sperimentali, risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft PowerPoint - Esercitazione6.ppt \(unina.it\)](#)

¹⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 50

Greene (1999); si tratta di metodi molto validi che permettono al ricercatore di non influenzare o drogare l'analisi.

2.4 Outputs del modello

Dopo aver gettato le basi del modello di scelta MNL con il metodo della massima verosimiglianza, si possono descrivere quali sono gli output ottenuti consequenzialmente dalla procedura, questi sono: i β stimati e i loro valori t asintotici (*Par. 2.4.1*), la bontà di adattamento del modello nel suo complesso (*Par. 2.4.2*) e l'elasticità di scelta stimate rispetto ai vari attributi, sia per il singolo soggetto sia per un gruppo (*Par. 2.4.3*).

2.4.1 I β stimati e i loro valori t asintotici

Una stima di β può essere interpretata come una stima del peso dell'attributo k nell'espressione dell'utilità di una alternativa j . Date le stime della β , una stima di V_{iq} può essere calcolata prendendo le β e le x dell'individuo q e l'alternativa i , utilizzando l'equazione:

$$V_{jq} = \sum_{k=1}^K \beta_{jk} X_{jkq}$$

Il ricercatore può valutare alternative generiche o specifiche per un attributo che è presente in più di un'espressione di utilità nell'insieme di scelte.¹⁸

Occorre anche testare la significatività statistica dei parametri di utilità, ovvero che β sia diverso da zero o da un altro valore stimato, per ottenere ciò per i modelli tradizionali si può utilizzare l'analisi di regressione ai minimi quadrati, come ad esempio il t-test. Per l'analisi MLE la proprietà asintotica, e quindi la distribuzione normale, è garantita se si è in presenza di campioni molto grandi.¹⁹

La procedura di massima verosimiglianza permette di calcolare errori standard asintotici per i β del modello MNL (*multinomial logist regression*) e di usali per testare la significatività statistica dei singoli β utilizzando il t-test. Occorre anche tenere in considerazione che gli errori standard sono parte dell'analisi ed è quasi impossibile raggiungere ragionevolmente un errore pari a zero.

¹⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 50

¹⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 52

Spesso ~~l'analista~~ gli analisti si concentrano sul minimizzare gli errori standard in modo tale, che la stima media sia una buona rappresentazione della realtà.

Il rapporto tra il parametro medio e il suo errore standard è denominato T-value; questo è un valore che auspicabilmente è superiore a 1,96, in modo da ottenere una fiducia superiore al 95%. I professionisti accettano valori più bassi, anche 1,6, del T-Value anche se questo limita l'utilità della stima; vi sono comunque una serie di miglioramenti che aumentano la fiducia come, ad esempio, la segmentazione.²⁰

Un attributo può non essere statisticamente significativo a causa della presenza di outlier o di dati mancanti o errati, per una distribuzione non normale degli attributi o quando l'attributo non influenza l'oggetto dell'analisi.

2.4.2 Bontà di adattamento

Come in ogni analisi statistica è utile verificare, tramite un test, la bontà di adattamento complessiva; occorre verificare la qualità della rappresentazione ovvero come il piano di regressione rappresenti i dati osservati. Questo è necessario perché facendo sintesi occorre controllare e tenere sotto controllo la quantità che si perde durante questo processo.

Louviere, Hensher e Swait tuttavia, per i modelli MNL, consigliano di utilizzare test che permettano di confrontare una variabile dipendente endogena con una variabile dipendente osservata rispetto ad un criterio, come il test Horowitz e Louviere (HL) che può essere usato per valutare l'adattamento al di fuori del campione prendendo campioni ripetuti di dati.

Il test HL è un test di equivalenza del processo poiché, prende un modello stimato e la matrice varianza-covarianza dei parametri stimati, e la utilizza per prevedere le probabilità attese. Queste probabilità vengono regredite rispetto alle scelte osservate utilizzando una regressione modificata che tiene conto degli errori di campionamento e di stima. L'ipotesi nulla di questo test è che le probabilità stimate siano proporzionali ai dati di scelta osservati.²¹

In modelli di massima verosimiglianza spesso vengono utilizzati, per verificare la bontà di adattamento, la funzione di log-likelihood valutata alla media dei parametri di utilità stimati. Il grande merito di questa funzione è la capacità di verificare il contributo di insieme e sottoinsiemi di variabili.²²

²⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 52

²¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 53

²² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 53

Questa procedura è nota come “test del rapporto di verosimiglianza (LR)”. Questo test è utilizzato spesso in campo medico ed è un parametro che indica l’accuratezza del test. L’ipotesi nulla è che la probabilità P che un individuo scelga l’alternativa i sia indipendente dal valore dei parametri della funzione MNL. Il test del rapporto di verosimiglianza è la capacità di verificare se i sottoinsiemi di β sono significativi.²³

Il criterio del rapporto di verosimiglianza generalizzato per testare la significatività del modello MNL è:

$$L^* = \max L(\omega) / \max L(\cap)$$

Dove L^* è il rapporto di verosimiglianza e $\max L(\omega)$ è il massimo della funzione di verosimiglianza in cui gli elementi sono vincolati all’ipotesi nulla. Wilks nel suo lavoro del 1962 dimostra che il logaritmo -2 in L^* è approssimativamente distribuito chi-quadrato con gli M gradi di libertà se è vera l’ipotesi nulla. Dopo aver massimizzato L per il modello completo e successivamente per il modello con M β impostati a zero occorre calcolare L^* e vedere se la quantità -2 in L^* è maggiore del livello critico. Se il valore del chi-quadrato supera il valore critico si rifiuta l’ipotesi nulla che il particolare sottoinsieme di β testato sia uguale a zero.²⁴

Un confronto spesso utilizzato è tra un modello in cui ogni attributo ha un peso generico per tutte le alternative e un modello in cui vengono imposti parametri di utilità specifici per le alternative. Nel caso esemplificativo di quattro alternative, prima viene confrontata l’influenza complessiva di un peso generico rispetto ai parametri specifici di utilità per le alternative, dopo viene utilizzato il log-likelihood per calcolare il rapporto di verosimiglianza, come in log-2. Questo valore può essere confrontato con il valore critico per i tre gradi di libertà utilizzando un test chi-quadrato con una significatività, normalmente, del 5%. Se il valore calcolato è inferiore al valore critico, non si può rifiutare l’ipotesi nulla.

Spesso viene utilizzato l’indice di verosimiglianza per calcolare la bontà di adattamento, come una sorta di R^2 (*pseudo R²*), che si calcola:

$$\rho^2 = 1 - (L^*(\hat{\beta})/L^*(0)).$$

Tanto è piccolo questo rapporto tanto è migliore l’adattamento statistico del modello; valori di ρ^2 compresi tra 0,2 o 0,4 indicano un adattamento estremamente buono del modello. Gli R^2 spesso

²³ Med4care, Likelihood ratio (rapporto di verosimiglianza) e nomogramma di fagan, Risorsa web reperibile all’indirizzo: [Likelihood Ratio \(Rapporto di verosimiglianza\) e Nomogramma di Fagan - Med4Care](#)

²⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 53

ottenuti, hanno valori più elevati ma questo non sta a significare un miglior adattamento, si tratta, invece, di diverse misurazioni.²⁵

Il test del rapporto di verosimiglianza (LR) può essere utilizzato su campioni esogeni e non è valido su campioni basati sulla scelta per aumentare il numero di osservazioni; non avendo una distribuzione chi-quadro in schemi di campionamento non casuali è preferibile utilizzare altri test, come quello del moltiplicatore di Lagrange.

2.4.3 Elasticità di scelta

Il modello dovrebbe essere uno strumento molto flessibile e sensibile alle politiche. Va notato che vi possono essere degli errori dovuti ai dati forniti esogenamente, inoltre i modelli individuali comportato di campioni più piccoli rispetto ai modelli aggregati.

Per valutare l'adeguatezza delle varie politiche è possibile stimare l'elasticità diretta o incrociata; quella diretta misura la variazione percentuale della probabilità di scegliere una particolare alternativa nell'insieme di scelta rispetto ad una variazione di un attributo della stessa alternativa, quella incrociata invece misura le variazioni percentuali di optare a una particolare alternativa nell'insieme di scelta rispetto alla variazione di un'alternativa concorrente.²⁶

Per calcolare l'elasticità occorre tenere in considerazione entrambi i tipi di elasticità:

$$E_{X_{jkq}}^{\hat{P}_i} = \left(\sum_{q=1}^Q \hat{P}_{iq} E_{X_{jkq}}^{P_{iq}} \right) / \sum_{q=1}^Q \hat{P}_{iq}$$

L'elasticità possono essere combinate in vari modi e queste sono molto utili se si vuole conoscere il livello medio di reattività di un certo numero di segmenti sul mercato. Nel suo lavoro del 1979 McFadden ha riassunto alcune regole per aggregare le elasticità:

1. Elasticità aggregata sui segmenti di mercato; è la somma delle elasticità ponderate per le quote dei singoli segmenti.
2. Elasticità aggregata sulle alternative; la somma delle elasticità delle alternative ponderata alla quota componente dell'alternativa.
3. Elasticità rispetto ad una componente di un attributo; l'elasticità rispetto alla variabile moltiplicata per la quota di componente variabile.

²⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 54

²⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 58

4. Elasticità rispetto a una politica che provoca una variazione percentuale uguale di variabili diverse; questa è uguale alla somma delle elasticità di ciascuna variabile.²⁷

2.4.4 Valutazione degli attributi

I modelli a scelta discreta sono spesso utilizzati per ricavare stime dalla quantità di denaro che un individuo è disposto a pagare per ottenere un particolare beneficio. Ogni attributo, secondo questa logica, è derivante da due parametri di utilità che sono la stima della disponibilità a pagare (WTP) e la disponibilità ad accettare (WTA).²⁸

I modelli di scelta discreta, infatti, possono essere utilizzati per identificare le variazioni del surplus dei consumatori in base alle variazioni che quest'ultimi hanno in termini di benefici.

2.5 Esempio modello MNL

Un esempio simulato permette di comprendere meglio e valutare i principali input e output del modello.

Questo caso si concentra sulla scelta del mezzo di trasporto per recarsi al lavoro. Supponiamo di avere 1000 osservazioni (Q) e che l'insieme di scelta sia composto da 4 alternative: guidare l'auto (da), il ride sharing (rs), il treno (tn) e l'autobus (bs). Per queste 4 alternative sono stati utilizzati 5 attributi specifici per ogni alternativa:

1. TC = Tempo totale di cammino in minuti
2. TA = Tempo di attesa totale in minuti
3. TV = Tempo totale a bordo del veicolo in minuti
4. CV = Costo totale di bordo in centesimi
5. CP = Costo del parcheggio in centesimi

²⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 60

²⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 61

Le espressioni di utilità sono così formate:

$$U_{da} = MSC_{da} + \beta_{da1} \text{inv}t_{da} + \beta_2 \text{invc}_{da} + \beta_{da3} \text{pkc}_{da} + \text{pinc}_{da} \text{persinc}_{da},$$

$$U_{rs} = MSC_{rs} + \beta_{rs1} \text{inv}t_{rs} + \beta_2 \text{invc}_{rs} + \beta_{rs3} \text{pkc}_{rs},$$

$$U_{tn} = MSC_{tn} + \beta_{tn1} \text{inv}t_{tn} + \beta_2 \text{invc}_{tn} + \beta_3 \text{wlk}_{tn} + \beta_4 \text{wt}_{tn},$$

$$U_{bs} = \beta_{bs1} \text{inv}t_{bs} + \beta_2 \text{invc}_{bs} + \beta_3 \text{wlk}_{bs} + \beta_4 \text{wt}_{bs}.$$

I risultati della stima di massima verosimiglianza del modello sono riassunti nella tabella sottostante.²⁹

Tutti gli attributi, ad eccezione del costo per parcheggio del ride sharing, hanno una confidenza del 95%, e complessivamente il modello ha uno pseudo R^2 di 0,346 ottenuto confrontando la verosimiglianza a zero e quella a convergenza. Le costanti sul 0,346 incidono per 0,13 indicando che le espressioni di utilità hanno un ruolo importante nello spiegare la scelta delle diverse modalità.³⁰

È chiaro come per questi modelli sia importante estendere alla popolazione i risultati ottenuti con il campione; queste analisi non servono a capire cosa sceglierà un determinato individuo specifico ma piuttosto indicare il trend di una massa di soggetti. Questo ovviamente non è un problema perché occorrerebbero delle informazioni molto specifiche, e soprattutto costose, per stimare con una certa fiducia la scelta di un soggetto.

²⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 62

³⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 62

Tabella 6, stima di verosimiglianza esempio scelta pendolari ³¹

Attributi	Alternative	Peso	Statistica T
Guidare da solo costante	Guidare da solo	0,58790	2,32
Ride Sharing costante	Ride sharing	0.32490	1.23
Train costante	Treno	0.29870	1.86
CV	Tutti i modelli	-0.00255	- 2.58
TV	Guidare da solo	-0.05251	- 4.32
TV	Ride sharing	-0.04389	-3.21
TV	Treno	-0.03427	-2.67
TV	Bus	-0.03523	-2.75
TC	Treno	0.07386	-3.57
TC	Bus	-0.06392	-3.25
TA	Treno	-0.11451	-2.18
TA	Bus	-0.15473	-4.37
CP	Guidare da solo	-0.07245	-2.59
CP	Ride sharing	-0.00235	-1.24
Income personale	Guidare da solo	0.03487	5.87
Log likelihood a 0	- 2345.8		
Log likelihood a costanti	- 2023.7		
Log likelihood a convergenti	- 1534.8		
Pseudo R2	0.346		

Ovviamente i parametri negativi sono connessi al fatto che per gli individui l'utilità aumenta al diminuire del tempo che impiegano per arrivare al lavoro e dal costo del mezzo che utilizzano.

³¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 62

I parametri di utilità del tempo di viaggio (TV) per autobus e treno sono molto simili il che potrebbe suggerire di aggregare le due misure imponendogli un vincolo di uguaglianza.

Sono state inoltre calcolate le elasticità dirette poiché in un modello MNL quelle incrociate hanno poco valore. Le elasticità dirette sono per guidare da soli, ride sharing, treno e autobus e sono rispettivamente -0.362, -0.324, -0.298 e -0.260. L'interpretazione è abbastanza semplice: un aumento del 1% del tempo di viaggio comporta una diminuzione dello 0.362% della probabilità complessiva della scelta della guida da solo. I pendolari, secondo questa analisi, sono più sensibili alle variazioni di tempo piuttosto che quelle di costo impiegate dal mezzo.³²

Un'altra analisi interessante è il tasso marginale di sostituzione tra il tempo di viaggio e il costo del veicolo; nell'esempio il valore del risparmio sul tempo di chi guida da solo sarebbe -0.05251 Km al minuto / -0.00255 Km al centesimo = questo è uguale a 12,36 euro per persona all'ora. Questo significa che generalmente le persone sono disposte a pagare 12,36 euro per risparmiare un'ora di tempo di viaggio guidando da soli; per il treno, invece, le persone sono disposte a pagare solo 8,06 euro per risparmiare 60 minuti di viaggio.³³

Il modello logit presentato in questo capitolo è estremamente robusto e viste la diversità delle applicazioni è molto usato tra i professionisti. Ciò nonostante, molti ricercatori utilizzano modelli più complessi, come il modello logit annidato, per cercare di cogliere sempre più aspetti legati alle logiche comportamentali; questo implica il fatto che questi modelli sono più complessi e sono basati sulla matrice di varianza-covarianza del modello MNL.

Nel capitolo successivo verrà introdotto il tema del disegno sperimentale e di come progettare esperimenti di scelta in modo da stimare i modelli MNL.

³² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 63

³³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 64

Capitolo 3

Disegno sperimentale

I dati di mercato o di preferenza rilevata (RP) sono spesso utilizzati dagli analisti per stimare modelli che spiegano il comportamento di scelta dei consumatori, questi però possono presentare del “rumore”, ovvero delle influenze che possono alterare o incidere sui dati stessi e, di conseguenza, dell’intera analisi; ad esempio, l’errore di misurazione.

Nei dati sulle preferenze (SP) o sulle scelte (SC) dichiarate non si ha modo di incidere sul rumore ma si può intervenire sul metodo d’analisi, minimizzando l’errore di misurazione e seguendo progetti sistematici e pianificati in precedenza. I dati di preferenza rilevata (RP) hanno un tasso di errore relativamente basso, o addirittura nullo, quando è possibile l’osservazione diretta; ad esempio, se si osserva il comportamento dei consumatori da un fruttivendolo si è certi di quali prodotti (frutta e verdura) sono stati acquistati senza alcun tipo di errore.¹

Occorre precisare che le risposte SP e SC sono appunto “dichiarate” e che quindi gli intervistati potrebbero non dare una risposta sincera e selezionare l’alternativa che vorrebbero scegliere, ma non praticarla nella realtà. Inoltre, il rumore può dipendere da altri fattori come l’auto-rivelazione di una scelta effettuata, che può essere incerta e che è condizionata dalla dichiarazione della scelta (risposta lodevole vs risposta riprovevole) e dal tempo che è intercorso dall’azione pratica. Per costruire un’analisi di dati sperimentali ottimale occorre sfruttare una combinazione di dati RP e SC per riuscire a sfruttare, da una parte, i loro punti di forza e, dall’altra, minimizzare le loro debolezze.

Il concetto di esperimento progettato prevede la manipolazione di una variabile, denominata “fattore”, con una o più osservazioni che vengono date in risposta a ciascun valore manipolato della variabile, chiamate “livelli del fattore”; ogni singolo livello di fattore è chiamato “trattamento” se viene manipolato, e la combinazione di questi prende il nome di “profili”. Si può definire un esperimento progettato come “*un modo di manipolare gli attributi e i loro livelli per consentire una verifica rigorosa di alcune ipotesi di interesse*” che, nel caso dei modelli sperimentali, possono riguardare ipotesi di utilità e di scelta.²

¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 83

² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 84

Progettare significa pianificare in anticipo l'analisi nel suo complesso in modo da prevedere in anticipo il comportamento delle osservazioni per ridurre al minimo il rumore, ovvero le inferenze, che possono condizionare i dati raccolti. Secondo questa logica anche gli esperimenti semplici hanno bisogno di progettazione perché occorre controllare molte e differenti inferenze. Nella progettazione sperimentale si utilizza generalmente l'ANOVA e i modelli a regressioni multiple per la verifica delle ipotesi di base fondati su modelli lineari. Nel disegno sperimentale, tuttavia, per i modelli non lineari, le analisi statistiche non sono così evolute anche se l'interesse verso di esse sta crescendo; perciò, ci si concentra sui casi generali come i disegni fattoriali, sia completi (quando si utilizzano tutte le combinazioni di trattamenti) sia frazionari (quando invece ne viene utilizzata solo una parte).

3.1 Disegni fattoriali

I disegni fattoriali sono adoperati quando vi sono più variabili indipendenti da studiare che implicano la combinazione fattoriale di queste. Questa combinazione fa sì che a ciascun livello di una variabile ne venga associato un altro di una seconda variabile; ciò determina due effetti:

- Quello generato dalla sola singola variabile indipendente, viene chiamato effetto principale
- Quello generato dalla combinazione delle variabili, viene definito l'effetto di interazione.³

Nei disegni fattoriali ogni livello di un attributo è combinato con ogni livello di tutti gli altri, e perciò se si prendono in considerazione, a scopo esemplificativo, 3 variabili ciascuna di 2 livelli, il numero totale di combinazioni sarà 8 ($2*2*2$ ovvero 2^3).

Comunemente si codificano i livelli degli attributi come 0, 1, 2 ... per creare le diverse combinazioni, come evidenziato nella tabella 7 sottostante.

³ F. Lupo, "Disegno fattoriale", risorsa web reperibile all'indirizzo: [DISEGNO FATTORIALE | Federica Lupo - Academia.edu](#) (consultato al 20/04/2023)

Tabella 7, disegno fattoriale 2*2*2

Combinazione	Variabile A (2 liv.)	Variabile B (2 liv.)	Variabile C (2 liv.)
a	0	0	0
b	0	0	1
c	0	1	0
d	0	1	1
e	1	0	0
f	1	0	1
g	1	1	0
h	1	1	1

Un disegno fattoriale completo, quindi, è una enumerazione fattoriale delle possibili combinazioni dei livelli degli attributi (L). Questi disegni hanno delle proprietà statistiche certamente interessanti, soprattutto nella stima dei parametri di modelli lineari e della verifica di ipotesi, perché permettono di rendere ogni combinazione una variabile indipendente; questo implica il fatto che si possono studiare gli effetti per ogni combinazione indipendentemente l'una dall'altra.

I modelli ANOVA o quelli di regressione lineare multipla possono essere stimati proprio da un disegno fattoriale completo; i risultati di tali analisi, o per meglio dire gli effetti, sono: medie, varianze e parametri di regressione.

Il risultato o effetto principale è la differenza tra le medie (marginali) di ciascun livello di un particolare attributo e la media generale del modello. A causa di questo vincolo, ognuna delle differenze è esattamente definita quando sono state calcolate le rimanenti $L - 1$; ciò significa che esistono $L - 1$ gradi di libertà per effetto principale. Se un attributo non ha effetto statistico sulla variabile dipendente, o di risposta, la media marginale dei suoi livelli sarà uguale alla media generale.

Nella regressione invece l'effetto principale è dato dai livelli dell'attributo e dal loro numero totale: se un attributo non ha effetto statistico, i parametri di regressione saranno nulli e quindi non significativi. L'effetto principale per un attributo qualitativo può essere espresso con una variabile dummy del tipo 1 o 0, se possiede o no la caratteristica indicata.

Questo può essere rappresentato dalla seguente equazione:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta D_{1i1} + \beta D_{2i2} + \dots + \beta D_{L-1iL-1}$$

Dove:

- Y_{ij} , rappresenta l'iesima risposta al livello j del fattore
- β , rappresenta la media di ciascun livello e questo fa sì che L sia correlato con la media generale o intercetta
- $\beta D_{L-1iL-1}$, indica la media delle variabili dummy (D) dei vari fattori considerati.⁴

Questi effetti principali, anche se sono di interesse primario nelle applicazioni pratiche dei modelli SP, non sono gli unici, tuttavia, vi è l'attitudine a non considerare gli altri risultati "secondari" dell'analisi. In realtà questi contengono informazioni ed approfondimenti importanti da non trascurare.

L'effetto di interazione gioca quindi un ruolo di rilievo perché esso si verifica quando le preferenze dei consumatori, per i livelli di un attributo, dipendono da quelli di un secondo. Per esempio, se la preferenza del prodotto X, che ha una combinazione particolare di livelli, dipende dai livelli di prezzo significa che c'è un effetto di interazione: se i consumatori che acquistano beni di lusso sono meno sensibili al prezzo rispetto a quelli che comprano prodotti di fascia bassa, si avranno delle pendenze dei prezzi diverse e dei modelli rappresentativi statistici che fanno emergere questa differenza di sensibilità.⁵

Le prime ricerche sperimentali sulle modalità di trasporto hanno rivelato che vi sono degli effetti di interazione tra il tempo di viaggio, la tariffa e la distanza da fare a piedi tra le fermate (Norman e Louviere, 1974). Questi studi hanno messo in evidenza che vi è la ricorrenza di un pattern, ovvero la risposta ad una variazione di un attributo dipende dai valori degli altri: se ad esempio prendiamo l'attributo "tariffa" questo avrà un impatto maggiore se gli altri sono migliori. Nell'anno 2000 uno studio condotto da Ohler ha dimostrato come questo schema di funzionamento sia ricorrente in altre analisi e non sia un caso isolato o comunque che non dipenda dal contesto specifico di studio.

Secondo questa logica, i modelli additivi dovrebbero sovra-prevedere le risposte ai cambiamenti di un attributo quando questo è circondato da altri con un'utilità peggiore e, al contrario,

⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 86

⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 87

dovrebbero sottostimare le risposte quando invece gli altri attributi hanno un livello di utilità più alto.

I modelli additivi fanno stime precise anche nel caso di esperimenti complessi in cui vi siano degli effetti di interazione tra variabili. Alcuni dei modelli presi in considerazione nel capitolo precedente non sono additivi poiché la scala dell'utilità non è traslabile, non avendo uno 0 naturale. In una scala di rapporti occorre specificare che bisogna applicare i metodi additivi in modo ponderato perché l'utilizzo stretto e forzato di questi, condiziona l'analisi.⁶

Nonostante ciò, i modelli additivi sono molto utilizzati perché prevedono molto bene le situazioni pratiche con un interesse primario. L'indipendenza preferenziale degli attributi di per sé è strettamente inapplicabile in mercati reali e quindi le funzioni di utilità strettamente additive devono seguire delle logiche semplici. Inoltre, è chiaro come un modello complesso debba essere semplificato, per studiarlo e creare modelli predittivi; vi sono comunque degli esempi di disegni predittivi che effettuano stime, relativamente precise, degli effetti principali e interazionali tra i livelli degli attributi.

Detto ciò, occorre ricordare quali sono i due obiettivi, spesso in contrasto, nella ricerca empirica sul processo decisionale e sul comportamento di scelta dei consumatori:

1. Comprendere i processi decisionali e di scelta dipende da quante informazioni sono disponibili e, quindi, dalla possibilità di costruire disegni fattoriali completi che permettano di stimare gli effetti principali e interazionali.
2. La previsione pratica di risposta dei consumatori a seguito di cambiamenti di una o più variabili, può essere ricavata senza una vera e profonda comprensione dei processi decisionali. Non sono rari i casi di modelli sperimentali in cui si ottengono delle funzioni di stima precise anche se le funzioni di utilità dell'analisi sono mal specificate o molto semplici; i disegni frazionati permettono di stimare efficacemente prendendo in considerazione i soli effetti principali assumendo che tutti gli effetti delle interazioni siano nulli o non statisticamente significativi.⁷

Generalmente si può dedurre che una maggiore comprensione porti ad una migliore previsione ma non viceversa. I disegni fattoriali completi crescono di complessità all'aumentare del numero di attributi, al loro numero o di entrambi; dall'altra parte è anche vero che all'aumentare delle

⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 88

⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 89

dimensioni del disegno, l'impatto degli effetti secondari sia minore e con una rilevanza statistica non significativa.

Il punto chiave è che in un esperimento ci saranno delle interazioni significative che devono essere considerate nel modello e altre che non sono statisticamente significative. I disegni frazionari nascono proprio da ciò, perché permettono di selezionare sistematicamente delle combinazioni in modo da stimare gli effetti primari da un sotto-insieme di combinazioni, assumendo che gli effetti delle interazioni non siano significativi.⁸

3.2 Disegni fattoriali frazionari

I disegni fattoriali completi, pur avendo molti vantaggi dal punto di vista statistico, hanno il grande limite della dimensione: essi possono essere utilizzati solo per problemi che coinvolgono un numero contenuto di attributi o di livelli o di entrambi. Nella pratica, i problemi di scelta dichiarata sono troppo complessi per utilizzare un disegno completo, anche se questo possiede molti vantaggi, poiché le combinazioni sono troppo numerose. Se si considera un problema semplice con 5 attributi e con livelli $2 * 4 * 5 * 8$, le combinazioni totali sono 1280 e ognuna delle quali richiede almeno un'osservazione per studiarne gli effetti. Inoltre, bisogna anche tenere presente che nella realtà gli effetti principali che si vogliono analizzare non necessitano di tutte le combinazioni ma di una parte di queste.

Nella pratica quindi spesso si fa ricorso a una semplificazione del disegno completo per diminuire le dimensioni dello studio: il disegno fattoriale frazionario. Questi prevedono la selezione di un campione o sottoinsieme di dati del disegno completo, per poter stimare efficacemente gli effetti di particolare interesse.

Piuttosto che campionare in modo casuale dal disegno fattoriale completo, gli studiosi hanno ipotizzato e sviluppato diversi metodi di campionamento dai quali si ottengono risultati con particolari caratteristiche statistiche. Facendo una sintesi di dati è chiaro che una parte di informazioni statistiche viene persa, d'altronde tutti i disegni frazionari richiedono assunzioni sulla non significatività di alcune interazioni tra due o più attributi. Questo problema va tenuto sotto controllo per evitare che vengano eseguite delle stime errate o distorte.⁹

⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 89

⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 90

Per capire il funzionamento di un disegno fattoriale frazionario occorre partire da un esempio. Si considera un disegno completo, costituito da tre fattori (A, B, C) che possiedono due livelli, organizzati come indicati nella tabella 8.

Tabella 8, relazioni di un caso con 3 attributi e due livelli

(1)	A	B	AB	C	AC	BC	ABC	Effetto
-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	ME(A)
-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	ME(B)
+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	INT(AB)
-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	ME(C)
+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	INT(AC)
+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	INT(BC)
-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	INT(ABC)

Note: ME = effetto principale; INT = interazione.

I vari effetti saranno:

1. L'effetto principale di A = $1/4(A - (1) + AB - B + AC - C - ABC - BC) = 1/4(A - 1)(B + 1)(C + 1)$.
2. L'effetto principale di B = $1/4(A + 1)(B - 1)(C + 1)$.
3. L'effetto principale di C = $1/4(A + 1)(B + 1)(C - 1)$.
4. L'interazione AB = $(AB - B + ABC - BC) - (A - (1)) + (AC - C) = (A - 1)(B - 1)(C + 1)$.
5. L'interazione AC = $(A - 1)(B + 1)(C - 1)$.
6. L'interazione BC = $(A + 1)(B - 1)(C - 1)$.
7. L'interazione ABC = $(A - 1)(B - 1)(C - 1)$.

Essendo questo un problema di dimensioni ridotte, si potrebbero utilizzare tutte le combinazioni, ma si decide di procedere al trattamento di una parte di queste (questo può essere dovuto al fatto che si può non essere in grado di osservare tutte le combinazioni o che il chiedere ai soggetti di valutarle tutte sia troppo oneroso). In questo caso si ipotizza di sceglierne e quindi $1/2$ del totale.

Per fare ciò occorre introdurre il concetto di aliasing; l'alias di una frazione regolare sono gli effetti che sono stati omessi. In questo caso l'effetto principale di A può essere alias di BC. L'aliasing, o confondimento, in frazioni regolari consiste in sottoinsieme noti ed esatti di effetti mentre in frazioni irregolari è una combinazione lineare di effetti. Nel caso di frazioni regolari, quindi, è semplice determinare quali effetti sono alias di altri, e quindi sono correlati esattamente,

ma nel caso di frazioni irregolari la situazione è più complessa, e spesso sono combinazioni lineari esatte degli effetti omissi o sono altamente correlati con essi.¹⁰

Per determinare se una frazione è regolare è sufficiente selezionare quelle combinazioni che contengono in una riga tutte voci uguali a 1, questo è definito “relazione di definizione”. In questo esempio le colonne scelte saranno A, B, C e ABC. Nella riga di INT (ABC) tutte le voci sono +1, per cui ABC diventa la relazione di definizione. La struttura degli alias si ottiene moltiplicando ogni effetto per la relazione di definizione:

1. $A = A \times ABC = A^2BC = BC$
2. $B = B \times ABC = AB^2C = AC$
3. $C = C \times ABC = ABC^2 = AB$
4. $AB = AB \times ABC = A^2B^2C = C$
5. $AC = AC \times ABC = A^2BC^2 = B$
6. $BC = BC \times ABC = AB^2C^2 = A$
7. $ABC = ABC \times ABC = A^2B^2C^2 = 1$

Ogni effetto al quadrato è uguale a uno e perciò può essere ignorato. Ogni effetto principale (A, B, C) è perfettamente alias con un’interazione a due vie e l’interazione a tre vie è uguale a 1 o alla media generale. Detto ciò, se si utilizzano le quattro combinazioni e si stima l’effetto principale del fattore A, esso si ipotizza solo se l’interazione BC non è significativa. In caso contrario non si può sapere se la stima eseguita è l’effetto principale di A, o interazione di BC, o una combinazione di queste. Tutte le frazioni regolari sono perfettamente alias con uno o più effetti omissi.¹¹

Un altro modo per considerare il problema potrebbe essere quella di considerare $\frac{1}{2}$ del fattoriale 2^3 come si può notare nella tabella 9: le prime due colonne sono identiche (A, B) ma la terza è diversa ed è uguale all’interazione AB.

¹⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 91

¹¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 93

Tabella 9, Frazioni 1/2 del fattoriale 2*2*2

Combinazione	A (2 livelli)	B (2 livelli)	C (2 livelli)
<i>Frazione 1</i>			
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1
<i>Frazione 2</i>			
1	1	1	2
2	1	2	1
3	2	1	1
4	2	2	2

Sostituendo la codifica dei livelli 1 e 2 con i corrispettivi codici ortogonali si ottiene la tabella 10; la differenza è che i codici ortogonali fanno in modo che il risultato di ogni colonna sia uguale a 0 e che il prodotto interno di ogni colonna sia 0. Nel caso in esame, -1 e +1 soddisfano i requisiti di ortogonalità.

Tabella 10, frazione 1/2 codificata ortogonalmente del fattoriale 2*2*2

Combinazione	A (2 livelli)	B (2 livelli)	C (2 livelli)
<i>Frazione 1</i>			
1	-1	-1	-1
2	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1
4	+1	+1	-1
<i>Frazione 2</i>			
1	-1	-1	+1
2	-1	+1	-1
3	+1	-1	-1
4	+1	+1	+1

Il prodotto incrociato delle colonne A e B riproduce i valori della colonna C, che, in altre parole, è l'interazione di A e B. Questo significa che la colonna C rappresenta l'effetto principale C, l'interazione AB o un'interazione di entrambi.

Inoltre, le possibili quattro interazioni con i tre attributi AB, AC, BC e ABC, sono prodotti incrociati ortogonalmente nel fattoriale completo e correlate perfettamente con una delle colonne di ciascuna frazione: BC = A nelle frazioni, ABC è uguale a -1 nella prima frazione e +1 nella

seconda, per cui ABC è esattamente uguale all'intercetta. Le quattro combinazioni, quindi, rappresentano sia gli effetti principali ma anche gli effetti di interazione non osservabili.¹²

Questo ultimo punto è importante perché, se gli effetti di interazione omessi non sono nulli, le stime saranno inefficaci e distorte. Il problema che emerge nella tabella 8 è appunto che queste tipologie di disegni permettono di indentificare solo gli effetti principali e richiedono delle ipotesi su tutte le interazioni non osservate.

Nella tabella 9 invece il numero di combinazioni è comunque molto alto (1024) ma se si decide di ignorare tutte le interazioni a due vie o di ordine superiore, si analizzano solo gli effetti principali. Gli effetti principali si traducono in 15 gradi di libertà perché ciascuno dei cinque attributi ha quattro livelli (quindi tre gradi per ognuno). Questo ragionamento fa emergere il problema, o il limite, di fare sintesi: analizzando 15 combinazioni si ignorano gli altri 1009 (1024-15) effetti; ciò può essere pericoloso perché significa assumere che questi non siano importanti o comunque non interferiscano con l'analisi.¹³

Al netto di queste dichiarazioni, una domanda che sorge spontanea è perché utilizzare i metodi con frazionari vista la grande perdita di informazioni dovuto all'utilizzo solo parziale delle combinazioni. Per rispondere occorre tenere presente che concretamente e in pratica la perdita di informazioni è contenuta; generalmente, nei modelli lineari, la varianza spiegata si suddivide in:

- ➔ 70-90% dagli effetti principali
- ➔ 5-15% dalle interazioni a due vie
- ➔ Il restante dalle interazioni di ordine superiore.¹⁴

Le interazioni quindi, sebbene numerose e certamente significative, incidono poco sulla quantità di varianza spiegata; in altre parole, utilizzando un disegno frazionario vi è una perdita di informazioni ma non eccessiva. La distorsione delle stime derivante dal modello, quindi, dovrebbe essere ridotta al minimo anche se non eliminata completamente. Nella strategia di progettazione, quindi, occorre utilizzare disegni che consentano la stima degli effetti principali e, ove possibile, le interazioni bidirezionali, poiché la somma di queste rappresentano quasi tutta la varianza spiegata.

Se la direzionalità delle preferenze degli attributi è nota a priori dell'analisi e se i livelli degli attributi sono correlati con le risposte (o possono essere trasformati in modo da esserlo) qualsiasi modello si dovrebbe adattare ai dati ottenendo una buona validazione incrociata (test-retest). Ad

¹² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 94

¹³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 94

¹⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 95

esempio: una regola decisionale che considera più livelli degli attributi buoni più risposte positive, permette ai modelli additivi di adattarsi bene ai dati e stimare meglio.

Si introduce il concetto di monotonicità condizionale degli attributi. La maggior parte della varianza spiegata dovrebbe essere catturata dal prodotto delle componenti lineari, in modo che anche gli effetti di interazione abbiano proprietà utili al fine dell'analisi.

Detto ciò, per minimizzare la varianza attribuibile agli effetti non osservati ma comunque significativi (ovvero gli omessi), *“la maggior parte della varianza spiegata dalle interazioni bidirezionali dovrebbe essere nella componente bilineare, che può essere catturata generando un disegno endpoint basato sui livelli estremi di ciascun attributo”*.¹⁵ Gli endpoint, o livelli estremi, sono i livelli più alti e più bassi di risposta, ad esempio la tariffa più alta e più bassa che i consumatori sono disposti a pagare.

Per realizzare un disegno di questo tipo occorre utilizzare una frazione regolare di un fattoriale 2^J , dove J rappresenta il numero totale degli attributi, in questa frazione gli effetti principali sono indipendenti l'uno dall'altro e può essere usata per stimare gli effetti principali non lineari; il disegno può essere completato con un'altra frazione regolare del fattoriale L^J , dove L rappresenta tutti i livelli originali degli attributi, che indicano tutti gli effetti indipendenti l'uno dall'altro e può stimare gli effetti di interazione lineari a due vie.¹⁶

Ad esempio, un disegno fattoriale completo per sei attributi e a quattro livelli, ha 4^6 , ovvero 4096, combinazioni totali; la prima frazione, in cui gli effetti principali sono indipendenti, contiene un sottoinsieme di 32 combinazioni questo fa sì che potenzialmente più di 4000 combinazioni non vengano osservate. Se tutti i livelli sono limitati dai corrispettivi endpoint ci saranno 6 effetti principali e 15 interazioni bidirezionali (o 21 gradi di libertà) derivanti dall'applicazione della formula $J * (J - 1)/2$, cioè $6 * 5/2=15$. Per stimare sia gli effetti principali che le interazioni a due vie, si può costruire una frazione ortogonale a 32 trattamenti, per analizzare le interazioni bilineari, che può essere combinata ad un disegno a 32 effetti principali, per stimare gli effetti principali dei 4 livelli. Questo disegno sarà composto da 64 combinazioni che però potrebbero anche contenere dei duplicati, i quali possono essere eliminati a scapito di una perdita di ortogonalità oppure possono essere utilizzati per stimare l'affidabilità delle risposte con il sistema test-retest. Le duplicazioni, inoltre, possono essere minimizzate o eliminate cambiando l'ordine dei livelli degli attributi di alcune colonne.

¹⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 95

¹⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 95

Va specificato che i livelli estremi devono essere identificati per ogni intervistato separatamente e quindi questi non saranno noti a priori (non considerando attributi quantitativi e direzioni di frequenza); ciò nonostante, si può far ricorso a interviste di basi iniziali o tecniche computerizzate (o altro) per identificare gli estremi senza troppi problemi.

3.3 Strategia di progettazione per esperimenti a scelta dichiarata

Facendo un caso esemplificativo, nella tabella 11 sono presenti 9 possibili attributi per i voli di linea tra Milano e Roma, suddivisi in questo modo: 2 attributi possiedono 4 livelli e gli altri 7 hanno 2 livelli. Il fattoriale completo è quindi $4^2 * 2^7 = 2048$ e gli effetti e i gradi di libertà avranno la seguente composizione:

- ➔ 13 Effetti principali
- ➔ 72 Interazioni a due vie
- ➔ 1952 Altre interazioni ($2048 - 13 - 72 - 1$)

È chiaro come all'intervistato, o comunque a un campione di intervistati, non possano essere sottoposte 2048 combinazioni di biglietti aerei per valutare le alternative; anche considerando il fatto, che queste possono essere interessanti da un punto di vista statistico, ma nella pratica è quasi impossibile trovare dei soggetti che vogliono rispondere più di 2000 quesiti.

Tabella 11, combinazione di due disegni dell'esempio sui voli di linea tra Roma e Milano¹⁷

Profilo n.	A1	A2	A3	A4	A5
<i>2⁵ frazione ortogonale per stimare tutti gli effetti principali e le interazioni a due vie</i>					
1	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	1
3	0	1	1	1	1
4	0	1	1	0	0
5	0	0	0	1	1
6	0	0	0	0	0
7	0	0	1	1	0
8	0	0	1	0	1
9	1	1	0	1	1
10	1	1	0	0	0
11	1	1	1	1	0
12	1	1	1	0	1
13	1	0	0	1	0
14	1	0	0	0	1
15	1	0	1	1	1
16	1	0	1	0	0
<i>4⁵ frazione regolare per stimare gli effetti principali</i>					
17	3	0	3	0	3
18	3	1	2	2	0
19	3	2	1	3	2
20	3	3	0	1	1
21	2	0	2	1	2
22	2	1	3	3	1
23	2	2	0	2	3
24	2	3	1	0	0
25	1	0	1	2	1
26	1	1	0	0	2
27	1	2	3	1	0
28	1	3	2	3	3
29	0	0	0	3	0
30	0	1	1	1	3
31	0	2	2	0	1
32	0	3	3	2	2

È necessaria quindi una sintesi di dati. In particolare la tabella 11 rappresenta, in ordine di complessità:

- Solo effetti principali
- Effetti principali e alcuni effetti di interazione a due vie
- Effetti principali e tutti gli effetti di interazione a due vie
- Approssimazioni polinomiali e variabili dummy

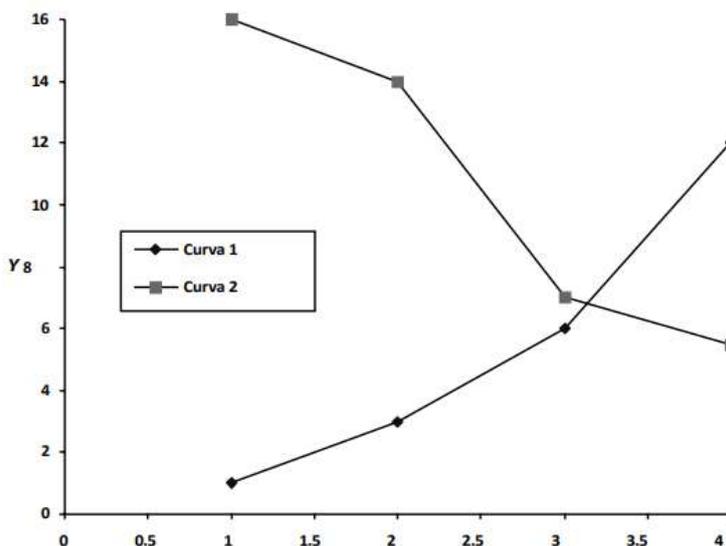
¹⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 98

Alcuni esempi di attributi e di livelli di attributi possono essere:

Tabella 12, attributi e livelli dell'esempio "voli Milano – Roma"

Attributi dei voli Milano - Roma	Livelli delle caratteristiche
Tariffa andata e ritorno	100€, 150€, 200€, 250€
Orario di partenza	8:00, 9:00, 12:00, 14:00
Tempo totale di viaggio	h 1, h 1:30, h 1:45, h 2
Scali	0, 1
Musica o intrattenimento	Si, no
Film	Si, no
Pasto	Si, no
Compagnia	X, Y

Tabella 13, forme funzionali per gli effetti principali¹⁸



Nella tabella 13 invece vengono mostrati due possibili rappresentazioni degli effetti principali di un attributo a 4 livelli. La prima curva può essere approssimata da un polinomio di secondo grado mentre la seconda da un polinomio di terzo grado: $\beta_0 + \beta_1 X + \beta X_2^2$ e $2_0 - 2_1 X - 2X_2^2 + 2X_3^3$.

Come già detto, le variabili dummy o comunque i codici degli effetti, rappresentati dalla tabella 14, possono essere utilizzati per rappresentare gli effetti L-1 dei livelli degli attributi quantitativi; secondo la formula:¹⁹

¹⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 98

¹⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 99

$$Y = \beta_0 + \beta_1 EC_1 + \dots + \beta_{L-1} EC_{L-1}$$

Tabella 14, codici degli effetti per un massimo di 5 livelli di attributi²⁰

No. of levels	Levels	Effects code 1	Effects code 2	Effects code 3	Effects code 4
2	1	+1			
	2	-1			
3	1	+1	0		
	2	0	+1		
	3	-1	-1		
4	1	+1	0	0	
	2	0	+1	0	
	3	0	0	+1	
	4	-1	-1	-1	
5	1	+1	0	0	0
	2	0	+1	0	0
	3	0	0	+1	0
	4	0	0	0	+1
	5	-1	-1	-1	-1

Gli attributi, inoltre, possono essere nidificati. Questo è un processo che permette di accoppiare degli attributi logicamente o necessariamente associati; ad esempio, la durata del volo e le tariffe, le marche e i prezzi associati, modalità di trasporto e tempi....

Questo può comportare ad un'ulteriore sintesi degli attributi inglobando due o più livelli, come viaggio corto (1h, 1:30h) e viaggio lungo (2h, 2:30h). Spesso i ricercatori evitano di utilizzare il sistema della nidificazione perché generalmente complica la progettazione facendo emergere nuovi attributi combinati. Se il loro utilizzo è d'obbligo occorre comunque minimizzarne il numero.

3.4 Risposte binarie

Le risposte binarie prevedono sempre una risposta positiva e una negativa e possono essere di diverse forme: come “mi piace, non mi piace”, “sì, no”, “lo prenderei, non lo prenderei”.... Generalmente quindi le risposte, ottenute dallo stimolo ad un intervistato, possono essere catalogate in un indicatore binario 0, 1 (variabili dummy). Per le risposte di questo tipo gli obiettivi di una progettazione efficace dovrebbero essere:

- Identificazione delle forme delle funzioni di utilità che possono essere stimate in un determinato esperimento. Alcuni esperimenti possono essere frutto di specifiche

²⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 98

strettamente additive che considerano solo gli effetti principali, mentre altri permettono di stimare vari tipi di non interazioni.

- Precisione degli intervalli di confidenza delle stime dei parametri, prendendo in considerazione le specifiche e dimensioni del campione. Le stime più precise sono quelle che possiedono intervalli di confidenza più piccoli e quindi una maggiore efficacia statistica.
- Complessità cognitiva di analisi dell'esperimento; di solito la decisione sulla complessità deriva da test pilota adeguati.
- Realismo del mercato che misura il grado di corrispondenza tra l'esperimento, l'obiettivo dell'analisi e l'ambiente decisionale reale. Come casi estremi, si possono identificare da una parte, esperimenti per manipolare aspetti chiave dei mercati reali, mentre dall'altra esperimenti estranei al comportamento del mercato reale. Ovviamente generalizzando un esperimento sarà più valido se assomiglia ad un caso reale perché dovrebbe simulare il più possibile la realtà.²¹

La maggior parte dei ricercatori, per lo studio di risposte binarie, utilizza il modello logit binario semplice (BLM, simple binary logit model) perché è ampiamente disponibile nei vari software statistici con degli ottimi risultati. Il BLM può essere espresso come:

$$P(sì|sì, no) = \exp(V_{yes}) / [\exp(V_{yes}) + \exp(V_{no})]$$

Dove le V sono le componenti sistematiche dell'utilità. Inoltre, il valore (v_{no}) può essere azzerato senza alcuna perdita di generalità. Per cui:

$$P(sì|sì, no) = \exp(V_{yes}) / [\exp(V_{yes}) + 1]$$

Se si considerano le probabilità si osserva che:

$$\frac{P(sì|sì, no)}{P(no|sì, no)} = \frac{\frac{\exp(V_{yes})}{\exp(V_{yes})+1}}{\frac{\exp(V_{no})}{\exp(V_{yes})+1}} = \frac{\exp(V_{yes})}{\exp(V_{no})}$$

Se si considera $\exp(V_{no}) = 1$, le probabilità sono influenzate solo dalle risposte di "sì", per cui se prendiamo i logaritmi naturali di entrambe le funzioni si ottiene:

$$\log_e \frac{P(sì|sì, no)}{P(no|sì, no)} = V_{yes}$$

²¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 101

Per cui il termine V_{yes} può essere specificato come un'espressione lineare del tipo:

$$V_{yes} = \sum_k \beta_k x_k + \sum_m \alpha_m Z_m$$

Dove β_k è un vettore di pesi di gusto associati a K che sono i vettori di attributi, m è un vettore degli effetti associati alle M caratteristiche individuali che interagiscono con l'intercetta "sì" o con elementi del vettore X , Z_m . L'equazione coinvolge gli attributi delle alternative e le caratteristiche degli individui. Generalmente si possiede il controllo di x_k ma molto meno su Z_m , perché le prime possono essere progettate in modo ortogonale. Il piano di campionamento deve essere basato su colonne ortogonali campionando dall'intero disegno fattoriale della gamma di caratteristiche individuali di interesse (reddito, età, istruzione, sesso...) che cresce esponenzialmente con l'aumentare del numero di caratteristiche, dai livelli di queste o di entrambi. Si possono utilizzare delle strategie di progettazione non solo per progettare le alternative per raggiungere gli obiettivi dell'esperimento, ma anche per progettare il piano di campionamento.²²

L'equazione esplica che la proprietà chiave che i disegni devono possedere è che gli effetti x_k siano stimabili in modo indipendente, e questa può comprendere sia degli effetti principali sia varie interazioni tra gli attributi.

In teoria, l'indipendenza degli effetti dovrebbe essere garantita da un campionamento casuale del fattoriale completo, perché nei modelli probabilistici a scelta discreta, le proprietà sono valide per campioni di grandi dimensioni. I problemi principali del campionamento devono essere affrontati campionando in primis, i profili fattoriali completi dello spazio definito da x_k e successivamente gli individui della popolazione target.

Avendo comunque un campione di grandi dimensioni occorre approssimare le proprietà statistiche del fattoriale stesso. Se lo scopo della ricerca è presentare a tutti gli intervistati le domande e osservare le loro risposte, non c'è modo di comprendere quanti profili, e a quanti quesiti, risponderanno liberamente prima che l'affidabilità, i bias, i tassi risposta siano compromessi.

Basandosi sulle loro ricerche nella pratica, gli studiosi Louviere, Hensher e Swait hanno stilato una serie di regole empiriche che si concentrano sull'esperimento:

- Molti esperimenti hanno avuto successo con almeno 32 profili

²² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 102

- Aumentando gli attributi, aumenta la complessità dell'esperimento anche dal punto di vista degli intervistati
- Con il crescere della complessità dei livelli, aumenta anche la complessità del compito/obiettivo a causa dello sforzo cognitivo necessario per comprendere le informazioni
- Se gli attributi sono più di dieci e/o i livelli sono complessi, si dovrebbe prendere in considerazione la possibilità di ridurre il numero dei quesiti a cui i soggetti devono dare una risposta, riducendo, di conseguenza, lo sforzo cognitivo sia del ricercatore che dell'intervistato.²³

Logicamente, nel caso di disegni fattoriali di grandi dimensioni, è improbabile che un campione scelto totalmente a caso a 32 o meno profili, abbia le stesse proprietà statistiche del fattoriale completo. Di conseguenza è poco probabile che le colonne del disegno siano ortogonali e soprattutto altamente correlate.

Questa strategia, nonostante la sua semplicità, non è consigliabile ad indagini di dimensioni elevate, anche se potrebbe essere fattibile qualora il campione completo venga suddiviso in sottoinsiemi (denominati blocchi) e che gli intervistati vengano assegnati casualmente ai blocchi. Questa strategia richiede l'ipotesi di omogeneità delle preferenze, o comunque, in alternativa, delle tecniche per controllare l'eterogeneità delle preferenze; inoltre, Brunch e Batsell (1989) hanno dimostrato che per soddisfare le proprietà statistiche di un grande campione sono necessari almeno sei intervistati per ogni profilo.²⁴

Resta comunque importante sottolineare come campionamento e progettazione siano strettamente collegati l'uno all'altro, nel senso che uno non può compensare l'inadeguatezza dell'altro, quindi entrambi devono essere all'altezza dell'analisi.

Il campionamento casuale dei profili, anche se è semplice da implementare, lascia troppo spazio al caso e di conseguenza potrebbe non essere la soluzione migliore dell'analisi, oltre a ciò, il disegno che deve essere sviluppato dovrebbe consentire di indentificare tutti gli effetti di interesse nell'ordine di complessità seguente:

- Gli effetti principali indipendenti gli uni dagli altri (ma dipendenti da interazioni binarie)
- Gli effetti principali indipendenti da tutte o alcune interazioni bidirezionali non osservate

²³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 103

²⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 103

- Gli effetti principali più alcune interazioni bidirezionali indipendenti fra loro
- Gli effetti principali più alcune o tutte le interazioni bidirezionali bilineari indipendenti l'una all'altra
- Gli effetti principali e tutte le interazioni bidirezionali indipendenti l'una all'altra
- I disegni che permettono di stimare gli effetti principali, le interazioni a due vie e alcune o tutte le interazioni a tre vie indipendentemente l'una all'altra.²⁵

Riprendendo gli attributi e i livelli della tabella 11, dei voli tra Milano e Roma, i profili sono 2048 e un campione casuale di 32 profili rappresenterebbe solo 1,56% del totale delle combinazioni e, di conseguenza, è improbabile che questo campione possa essere rappresentativo del disegno fattoriale completo. Spesso, quindi, si utilizzano soluzioni progettate piuttosto che affidarsi completamente al caso, ad esempio implementando nel disegno solo gli effetti principali.

Attraverso la traduzione dei profili in codici univoci (attraverso un banale comando di trova e sostituisci), si possono stilare dei profili che considerano solo gli effetti principali ortogonali regolari. Questi profili “tipo”, che nel caso dell'esempio sono 16, possono essere somministrati agli intervistati che possono rispondere sì o no all'intero profilo tipo, questo permette di ottenere informazioni sugli attributi e sui livelli di questo con una risposta generale.

Nel caso dell'esempio dei voli, i profili tipo possono essere rappresentati come in tabella 15, dove nella prima colonna sono rappresentate le risposte degli intervistati al “profilo tipo”.

²⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 104

Tabella 15, rappresentazione dei profili tipo e risposta degli intervistati dell'esempio sui voli Milano-Roma

Profili	Risposte Si	Risposte no	Tariffa	Partenza	Tempo	Fermate	Audio	Video	Pasti	Compagnia
1	80	20	100€	8:00	1:00	0	No	No	No	X
2	60	40	100€	9:00	1:30	1	No	Sì	Sì	X
3	50	50	100€	12:00	1:45	1	Sì	No	Sì	Y
4	30	70	100€	14:00	2:00	0	Sì	Sì	No	Y
5	60	40	150€	8:00	1:30	0	Sì	No	Sì	Y
6	50	50	150€	9:00	1:00	1	Sì	Sì	No	Y
7	20	80	150€	12:00	2:00	1	No	No	No	X
8	35	65	150€	14:00	1:45	0	No	Sì	Sì	X
9	10	90	200€	8:00	1:45	1	No	No	No	Y
10	15	85	200€	9:00	2:00	0	No	Sì	Sì	Y
11	40	60	200€	12:00	1:00	0	Sì	No	Sì	X
12	20	80	200€	14:00	1:30	1	Sì	Sì	No	X
13	30	70	250€	8:00	2:00	1	Sì	No	Sì	X
14	5	95	250€	9:00	1:45	0	Sì	Sì	No	X
15	10	90	250€	12:00	1:30	0	No	No	No	Y
16	15	85	250€	14:00	1:00	1	No	Sì	Sì	Y

Tabella 16, regressione lineare dei voli Milano-Roma

Effetto	Coefficiente	Errore standard	t-value
Tariffa	-0,007	0,001	-12,649
Partenza ore 8	0,604	0,103	5,873
Partenza ore 9	-0,098	0,112	-0,876
Partenza ore 12	-0,215	0,107	-2,011
Tempo totale	-0,361	0,054	-6,642
N. fermate	-0,003	0,123	0,026
Audio	0,340	0,125	2,728
Video	0,058	0,123	0,476
Pasti	0,523	0,122	4,285
Compagnia	-0,181	0,062	-2,912
Intercetta	3,927	0,398	9,860

Queste risposte possono essere analizzate attraverso una regressione logistica binaria o probit come in tabella 16. I risultati comunque devono essere qualificati perché le risposte potrebbero non essere indipendenti: ad esempio, quelle fornite dagli individui intervistati potrebbero dipendere da quelle date in precedenza. Questo comporta una violazione dell'ipotesi IID perché la distribuzione delle utilità marginali non è il risultato di variabili casuali indipendenti. I risultati sarebbero corretti se invece che 100, gli intervistati fossero stati 1600 e ognuno dei quali avesse espresso un parere su uno solo dei 16 profili assegnatogli casualmente. Anche in questo caso, comunque, le differenze tra individui potrebbero creare delle inferenze statistiche come una dipendenza di risposte, creando un modello coerente ma poco accurato.²⁶

Le stime dei parametri della tabella 16 sono di due tipi: gli attributi quantitativi riflettono il tasso di variazione delle probabilità di risposta affermativa rispetto a quella negativa, mentre gli attributi qualitativi sono una stima dell'odds ratio per ogni livello codificato come +1.

La tariffa e il tempo di volo sono entrambi negativi e significativi e forniscono la seguente interpretazione: in caso di risposta affermativa diminuiscono di 0,007 per ogni aumento di tariffa, mentre per ogni aumento di tempo le probabilità diminuiscono dello 0,361. Per le partenze l'orario preferito è quello delle 8 meno il più gettonato è quello alle 14.

²⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 107

Gli effetti della tabella 16 sono le probabilità logiche di risposta ma questi sono linearmente correlati con l'utilità vera e propria e sono le migliori stime di utilità di ciascun attributo; con un'analisi di log odds ratio e utilizzando i metodi dei minimi quadrati ordinari si osservano gli effetti in modo ancora più nitido.

L'equazione vista in precedenza, $V_{yes} = \sum_k \beta_k x_k + \sum_m \alpha_m Z_m$, è la forma lineare del modello logit binario in termini di probabilità e permette di spiegare l'analisi calcolando le medie marginali associate a ciascun livello di ogni attributo; in questo modo l'effetto principale di un attributo k è la differenza delle medie di trattamento per i livelli di quell'attributo.²⁷

Le medie marginali dei log odds ratio sono correlate alle utilità sconosciute per ogni attributo (Louviere) e possono essere utilizzate per stimare i parametri delle medie marginali con OLS. Essendo gli attributi ortogonali, le stime della regressione semplice, dovrebbero essere uguali a quella della regressione multipla e, generalmente, per stimare i parametri OLS, dovrebbe essere utilizzato il metodo della massima verosimiglianza. Ad esempio, nel caso della tariffa dei voli di linea le medie marginali sono:

- Per 100€ → $(1,386 + 0,405 + 0,000 - 0,847)/4 = 0,236$
- Per 150€ → $(0,405 + 0,000 - 1,386 - 0,619)/4 = -0,400$
- Per 200€ → $(-2,197 - 1,734 - 0,405 - 1,386)/4 = -1,431$
- Per 250€ → $(-0,847 - 2,944 - 2,197 - 1,735)/4 = -1,931$

Queste possono essere rappresentate dal grafico (figura 5):

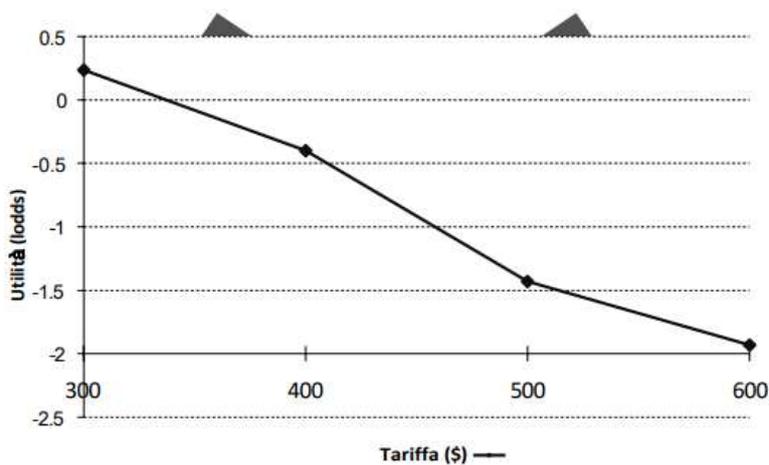


Figura 4, medie marginali vs livelli tariffari

²⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 107

Come si può notare la relazione può essere approssimata ad una retta e per tanto la pendenza può essere stimata utilizzando una semplice regressione. Occorre ricordare che in questo caso il risultato è molto simile alle stime della massima verosimiglianza ma in alcuni casi le stime di regressione possono avere risultati differenti. Generalmente si utilizzano quelle della massima verosimiglianza per garantire il rispetto delle proprietà asintotiche.

Le differenze individuali sono costanti in tutti gli insiemi di scelta e di conseguenza non possono influenzare le risposte di un individuo, mentre le caratteristiche sociodemografiche e quelle psicografiche evidenziano le differenze personali. Le caratteristiche individuali, quindi, potrebbero essere utilizzate per spiegare la propensione a rispondere positivamente o negativamente alle variazioni dei livelli degli attributi. Per respingere l'ipotesi nulla delle caratteristiche individuali occorrerebbe un campione di grandi dimensioni.

3.5 Progettazione degli esperimenti di scelta

Gli esperimenti di scelta consistono in un campione di insiemi di scelta selezionati fra tutti gli insiemi di scelta possibili, che soddisfano determinate proprietà statistiche come l'identificazione e la precisione che però, allo stesso tempo, devono essere considerate congiuntamente con altre non statistiche come il realismo e la complessità.

Vi sono due tipi di alternative di scelta, quelle generiche, che sono una classe di alternative senza nome o etichetta particolare, e quelle specifiche, che viceversa sono alternative dove viene applicato un nome o un'etichetta come ad esempio marche, città, negozi.... Le alternative generiche compongono una classe generale di opzioni mentre quelle specifiche sono parte di una classe generale.

Nella progettazione di esperimenti di scelta esistono quindi due tipologie di alternative: etichettate (specifiche) e non etichettate (generiche). Per progettare al meglio l'esperimento possono essere seguite due strade generali; la prima è quella di ipotizzare prima le alternative in sequenza e poi gli insiemi di scelta, la seconda è creare le alternative e simultaneamente inserirle negli insiemi di scelta. Queste due modalità non sono in antitesi e spesso vengono combinate per stimare, nel miglior modo possibile, le alternative negli esperimenti.²⁸

Può capitare che alcuni parametri rappresentino gli effetti degli attributi in modo costante tra le alternative, che vengono definiti dagli studiosi effetti generici. Al contrario può accadere che gli effetti differiscano per almeno un'alternativa, ottenendo delle alternative specifiche per una o più

²⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 111

alternative considerate. Va specificato che sia gli effetti principali che quelli di interazione possono essere generici o specifici per le alternative.²⁹

Altri due tipi di effetti possono essere stimati: l'effetto proprio che si riferisce agli effetti principali e d'interazione sull'utilità dell'alternativa o sulle proprie scelte, e l'effetto incrociato che invece si concentra sugli effetti principali e d'interazione di altre alternative sull'unità o sulle scelte di una particolare alternativa.

I disegni di scelta possono essere etichettati o non etichettati e possono prevedere la disponibilità di sottoinsiemi di alternative, consentendo di analizzare l'influenza sulla decisione della composizione dell'insieme e degli attributi che definiscono ciascuna alternativa.

3.6 Esperimenti a scelta multipla

L'obiettivo degli esperimenti a scelta multipla è quello di cogliere gli effetti descritti nel paragrafo precedente, con ragionevoli livelli di precisione statistica. La capacità dell'analista è proprio quella di stimare l'utilità tramite la creazione di un disegno che sia in grado di captare tutti gli effetti.

Le caratteristiche distintive di un esperimento a scelta multipla sono:

1. Più di due alternative (cinque marche diverse, due località e la non scelta, e così via...)
2. La possibilità di poter cambiare le dimensioni del set di scelta (alcuni set con quattro marchi, con sei o con otto...).

I problemi riguardano le tipologie di alternative e di effetti: etichettati vs non etichettati, generici vs specifici e propri vs incrociati.

Le probabilità logaritmiche di scegliere una alternativa a da un insieme J può essere descritta come:

$$\frac{P(a | a, b, \dots, j)}{P(r | a, b, \dots, j)} = \frac{\exp(V_a)}{\exp(V_r)} = \exp(V_a - V_r);$$
$$\log_e \left[\frac{P(a | a, b, \dots, j)}{P(r | a, b, \dots, j)} \right] = V_a - V_r.$$

²⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 112

Il logaritmo delle probabilità di scegliere a rispetto a r è una stima della differenza di utilità delle due alternative a e r . Il valore di utilità deve essere impostato su una costante, che tipicamente è 0, perché solo $J-1$ delle utilità sono identificate. Poiché r è il riferimento per tutte le alternative, il log odds scelta da qualsiasi delle $J-1$ alternative, rispetto a r , è una stima dell'utilità di ciascuna.³⁰

I modelli MNL si basano sulla differenza di attributi caratterizzati da un vettore di parametri generici β_k . Ciò implica il fatto che, se il processo di scelta di interesse è ben approssimato da MNL e alcuni attributi di tutte le alternative variano tra gli insiemi di scelta, gli esperimenti comporteranno la manipolazione delle differenze di attributi e non dei valori assoluti di questi. Se l'alternativa, invece, non ha attributi che variano, quello che cambierà saranno i livelli assoluti degli attributi piuttosto che le differenze.³¹

Dal punto di vista statistico le trasformazioni lineari delle variabili influenzano solo le intercette e non le pendenze, questo perché l'utilità dell'alternativa di riferimento è fissa: una costante.

Per testare la natura generica dei β_k per ogni attributo, un disegno ben progettato dovrebbe permettere di stimare gli effetti specifici delle alternative. Il test per i parametri generici è il rifiuto della specificità alternativa di essi: questo si ottiene utilizzando il test del rapporto di verosimiglianza e verificando se il log likelihood della forma generica è significativamente peggiore del log likelihood nella forma meno ristretta.³²

Dopo un'attenta progettazione del modello MNL e aver verificato che le funzioni di utilità sono generiche è possibile realizzare economie di progettazione. Occorre progettare un insieme di P alternative totali per creare insiemi di scelta che contengono una o più alternative (M), in una delle seguenti modalità, come illustrato del libro "Stated Choice Methods":

- "Fare $M-1$ copie dell'insieme iniziale dei profili totali P e collocare gli M insiemi di profili in M separate. Selezionare a caso uno dei profili P da ciascuna delle M senza sostituirlo per costruire un insieme di scelta di M alternative. Continuare questo processo fino a quando tutti i profili P sono stati assegnati a P insiemi di scelta totali di M alternative.
- Migliorare l'efficienza statistica della prima procedura del disegno, creando M disegni diversi statisticamente equivalenti. In questo caso ogni urna contiene un disegno diverso, il che significa che tra le M urne i disegni coprono M volte lo spazio di disegno della prima opzione. Inoltre, quando si estraggono casualmente i profili dalle M urne per creare

³⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 113

³¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 113

³² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 114

gli insiemi di scelta totali P, non è necessario eliminare i profili duplicati dagli insiemi perché tutti i profili sono diversi.

- Migliorare ulteriormente l'efficienza progettuale costruendo prima i profili totali P e poi gli insiemi di scelta totali P con un metodo noto come shifting, nel quale l'aritmetica modulare viene utilizzata per spostare ogni combinazione di livelli di attributi iniziali aggiungendo una costante che dipende dal numero di livelli.
- Creare P profili iniziali e costruire tutte le possibili coppie di ciascuno. Il numero totale di coppi aumenterà geometricamente con P. Quindi, sebbene sia coerente con l'MNL e con le funzioni di utilità generiche, questo approccio diventa meno fattibile e desiderabile all'aumentare di P.”³³

Ognuno dei metodi sopra descritti dipende dalla soddisfazione dell'ipotesi d'errore IID, se questa è violata questi metodi di progettazione produrranno stime distorte e quindi risultati imprecisi e non validi con inferenze che possono essere molto forvianti. Molti software oggi implementano strategie di progettazione semplicistiche mentre sarebbe opportuno e saggio prendere in considerazione tecniche che consentano di testare in modo rigoroso l'ipotesi di errore IID; ciò può essere garantito dall'ortogonalità degli attributi e le diverse alternative.

3.6.1 Problemi di disponibilità

Molti casi reali sono distanti dal modello ipotetico perfetto che inquadrano tutte le alternative disponibili in modo ubiquitario. I soggetti intervistati in realtà, sovente, non possono scegliere liberamente e anzi molte scelte comportano delle risposte diverse personali. Ad esempio, si pensi ad un caso di un fornitore che deve spedire le sue merci ai dettaglianti, esso a seconda del luogo, del tipo di merce, del tempo che ha a disposizione ha una serie di “vincoli” che fanno sì che le scelte che effettivamente può intraprendere siano meno che il totale. Oppure si pensi al caso di un pendolare di un piccolo paese dell'entroterra ligure: egli non può scegliere di muoversi con il treno perché non c'è la stazione, e quindi il numero di alternative per lui disponibili diminuisce.

I disegni definiti di disponibilità, che tengono conto di questi aspetti, hanno il difetto che la loro complessità cresce con l'aumentare del numero di alternative o attributi.

Se l'IID è soddisfatta l'intercette per le varie alternative possono essere stimate progettando esperimenti che considerano la presenza o l'assenza di un'alternativa indipendente dalla presenza

³³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 114-115

o assenza di altre alternative e che la probabilità di scegliere un'alternativa sia indipendente dalla probabilità che essa sia disponibile, ovvero possa essere effettivamente scelta dal soggetto.

Sono presenti diversi metodi per progettare tali esperimenti, uno dei più semplici e comprensibili è quello di trattare ogni variabile a due livelli, presente o assente oppure disponibile o non disponibile. Gli studiosi Louviere e Hensher hanno dimostrato nel 1983 che, se ci sono J alternative e l'MNL è valido, una strategia efficiente è quella di progettare gli insiemi di scelta utilizzando un disegno fattoriale frazionario di tipo 2^J .³⁴

Se l'IID può essere violata, Anderson e Wiley (1992) suggeriscono di progettare un disegno ortogonale a 2^J a effetti principali aggiungendo a questo il suo foldover che è speculare al disegno originale, in altre parole si ottiene sostituendo ogni 0 con 1 e viceversa.

Tabella 17, Esempio di disegno semplice presenza o assenza di variabile

Set	United	Delta	Northwest	US Airways	Southwest
1	P	P	P	P	P
2	P	P	A	P	A
3	P	A	P	A	A
4	P	A	A	A	P
5	A	P	P	A	P
6	A	P	A	A	A
7	A	A	P	P	A
8	A	A	A	P	P

Note: P = present; A = absent.

Nella tabella 17 è illustrato un esempio che prevede solo etichette e nomi di compagnie aeree, ognuna di esse compare con la stessa frequenza, e la loro presenza/assenza è indipendente da quella delle altre imprese. La tabella 18 è di contingenza 2×2 e rappresenta la presenza/assenza di ogni coppia di compagnie. Dal punto di vista statistico queste devono essere indipendenti e ciò significa che le loro probabilità congiunte devono essere uguali al prodotto dei loro margini (colonne*righe) = $(4 \times 4) / 8 = 2$, la frequenza attesa è quindi pari a 4×4 .

³⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 116

Tabella 18, Contingenza dell'esempio compagnie aeree

	Compagnia A	
Compagnia B	Presente	Assente
Presente	2	2
Assente	2	2

La correlazione è esattamente pari a zero e perciò ogni colonna è ortogonale.

Le proprietà di questo disegno sono:

- I margini di ogni compagnia possono essere stimati indipendentemente dai margini di altre società
- Il marginale di ogni compagnia è la migliore stima dell'intercetta o costante specifica dell'alternativa nel modello MNL.

In realtà gli esperimenti di scelta hanno delle tabelle di contingenza incomplete o rade e sono molto distanti dal caso esemplificativo della tabella 17, comportando nella pratica un'aggregazione di dati degli esperimenti di scelta a diversi livelli e con interpretazioni differenti.³⁵

3.6.2 Aggregazione frequenza di scelta

Le intercette specifiche possono essere stimate da diversi livelli di aggregazione dei dati e, ciascuna di queste, avrà gli stessi coefficienti fino alla moltiplicazione per una costante positiva. Ogni serie di stime è proporzionale ad ogni altra e differisce solo per la scala utilizzata.

Ogni livello di aggregazione può essere rappresentato da un indicatore di scelta binario Y_{ijc} del tipo: 1 se il consumatore i sceglie l'alternativa j nell'insieme di scelta c mentre 0 in tutti gli altri casi. Allora, nel caso dell'esempio della tabella 17:

- $\sum_{ic} Y_{ijc} = T_j$, il numero totale di volte in cui la j -esima volta in cui la compagnia è stata scelta dai soggetti del campione;

³⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 117

- $\sum_i Y_{ijc} = T_{jc}$, il numero totale di volte in cui è stata scelta la *jesima* alternativa di ciascun set di scelta;
- $\sum_c Y_{ijc} = T_{ic}$, il numero totale di volte in cui la *jesima* alternativa è stata scelta dall'*iesimo* soggetto, sommando tutti gli insiemi di scelta a cui quel soggetto ha partecipato;
- Y_{ijc} , la scelta osservata per l'alternativa *j* da parte dell'*iesimo* soggetto nell'insieme di scelta *c*.³⁶

Ognuno dei totali di scelta, ma più in generale le frequenze di scelta, forniranno delle stime statistiche identiche alle intercette specifiche delle alternative, nella misura in cui sono esattamente proporzionali tra loro. Ogni costante di scala è inversamente correlata alla proporzione di variazione che non è spiegata nella scelta, in altri termini rappresenta la dimensione dei componenti casuali. Ovviamente più si aggregano dati, e quindi si fa sintesi, più si nascondono le variazioni individuali del set di scelta e la variazione non spiegata sarà minore. Con l'aumentare dei livelli di aggregazione aumentano anche le stime del modello perché si ottiene una media delle fonti di variazione di livello inferiore. Le stime del modello ottenute con diversi livelli di aggregazione, saranno equivalenti una volta prese in considerazione le differenze di scala.³⁷

L'aggregazione dei dati, quindi è un trade off tra convenienza e livello di dettaglio di spiegazione. Nel primo caso si cerca di descrivere le tendenze medie del campione di dati, mentre nel secondo di introdurre nel modello degli attributi che spieghino nello specifico le differenze del comportamento di scelta.

Il grande problema dell'aggregazione di dati, nel caso di scelta sperimentale, è il rischio di violare l'ipotesi di errore IID, questo perché i consumatori hanno spesso preferenze eterogenee. Le violazioni dell'IID devono essere verificate in ogni modello di scelta tramite dei test che permettono di determinare la natura e l'entità delle violazioni.³⁸

L'aggregazione, quindi, è pericolosa per i dati degli esperimenti di scelta perché potrebbe dare l'impressione che uno o pochi modelli a livello di segmento possono essere applicati al

³⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 118; Hannah Recker, 2023, "What is data aggregation?", risorsa web reperibile all'indirizzo: [What Is Data Aggregation? \(Examples + Tools\) - Coefficient](#)

³⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 118; Hannah Recker, 2023, "What is data aggregation?", risorsa web reperibile all'indirizzo: [What Is Data Aggregation? \(Examples + Tools\) - Coefficient](#)

³⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 118; Hannah Recker, 2023, "What is data aggregation?", risorsa web reperibile all'indirizzo: [What Is Data Aggregation? \(Examples + Tools\) - Coefficient](#)

comportamento di scelta, quando invece la mancata inclusione, o l'aggregazione, di attributi portano alla creazione di modelli distorti o drogati e, perciò, a stime e previsioni imprecise o errate.

3.7 Principi generali per la progettazione degli esperimenti di scelta

Molto spesso i disegni adatti solo ai modelli MNL non sono in grado di rilevare le violazioni dell'IID generando grandi errori di previsione e inferenze statistiche importanti. In questo paragrafo si vogliono illustrare i principi generali per realizzare una buona analisi sperimentale.

3.7.1 Alternative generiche

I risultati della scelta sono puramente generici, nel senso che le etichette applicate a ciascuna opzione non danno alcuna informazione, oltre a quelle dei propri attributi.

Tabella 19, Esempio di esperimento di scelta generico

Set	Option A			Option B		
	Fare	Service	Time	Fare	Service	Time
1	\$1.20	5	10	\$2.00	15	15
2	\$1.20	5	20	\$2.00	30	30
3	\$1.20	15	10	\$3.00	30	30
4	\$1.20	15	20	\$3.00	15	15
5	\$2.20	5	10	\$3.00	30	15
6	\$2.20	5	20	\$3.00	15	30
7	\$2.20	15	10	\$2.00	15	30
8	\$2.20	15	20	\$2.00	30	15

Come riportato nella tabella 19 le opzioni sono etichettate semplicemente come A e B, e ciascuna opzione è descritta da tre attributi: tariffa, frequenza servizio e tempo di percorrenza.

L'assegnazione a coppie casuali di profili è generalmente inferiore agli esperimenti progettati statisticamente; se si considera un totale di M scelte, un totale di A attributi e ognuno a L livelli, un modo per progettare esperimenti di scelta potrebbe essere quello di combinare tutti gli attributi di tutte le scelte e selezionare il disegno collettivo più piccolo a effetti principali del fattoriale

L^{MA} . Ad esempio, se ci sono 4 alternative di scelta, ognuna di 9 attributi e vi sono 4 livelli, il fattoriale collettivo sarà di 4^{9*4} o 4^{36} .³⁹

I gradi di libertà totali sono determinati dalla somma di quelli separati per ciascun effetto principale, ognuno dei quali ha esattamente L-1 gradi di libertà; nel caso dell'esempio della tabella 19 sono 3. Nel caso esemplificativo, ci sono 36 effetti principali (4 alternative * 9 attributi) e un totale di $36*3$, quindi 108, di gradi di libertà. Come si può notare dalla tabella 20 sottostante il più piccolo piano ortogonale di effetti principali richiede 128 insiemi di scelta.

Tabella 20, dettagli dei disegni di scelta multipla su fattoriali dell'esempio della tabella 19

N. di opzioni	N. di attributi	N. di livelli	Disegno completo fattoriale	più piccolo
2	4	2	2^8	16 set
2	4	4	4^8	32 set
2	8	2	2^{16}	32 set
2	8	4	4^{16}	64 set
2	16	2	2^{32}	64 set
2	16	4	4^{32}	128 set
4	4	2	2^{16}	32 set
4	4	4	4^{16}	64 set
4	8	2	2^{32}	64 set
4	8	4	4^{32}	128 set
4	16	2	2^{64}	128 set
4	16	4	4^{64}	256 set
8	4	2	2^{32}	64 set
8	4	4	4^{32}	128 set
8	8	2	2^{64}	128 set
8	8	4	4^{64}	256 set
8	16	2	2^{128}	256 set
8	16	4	4^{128}	512 set
16	4	2	2^{64}	128 set
16	4	4	4^{64}	256 set
16	8	2	2^{128}	256 set
16	8	4	4^{128}	512 set
16	16	2	2^{256}	512 set
16	16	4	4^{256}	1024 set

Si può decidere di sacrificare un po' di ortogonalità del disegno, diminuendo il numero totale di insiemi di scelta ma il numero minimo di insiemi per le alternative, deve essere comunque uguale o superiore ai gradi di libertà da stimare. Resta comunque il fatto che, generalmente, non è una buona pratica utilizzare i minimi del disegno perché minore è il rapporto tra gli insiemi e le alternative, minore è la potenza statistica.⁴⁰

³⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 120

⁴⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 120

Anche i disegni non bilanciati dovrebbero essere evitati perché, se all'interno dei livelli degli attributi vengono introdotte correlazioni artificiali come medie o intercette, si perde, anche in questo caso, efficienza statistica. I modelli sbilanciati sono quelli in cui:

- Gli attributi hanno un numero diseguale di livelli;
- I numeri dei livelli non sono multipli l'uno dell'altro.⁴¹

Quindi un attributo a 3 livelli può essere ridotto a 2 o aumentato a 4 migliorando così le proprietà del modello. Nel caso preso in considerazione nella tabella 20, il progetto è bilanciato e si basa su potenze di 2; molto spesso questa metodologia è sufficiente per molte applicazioni.

3.7.2 Alternative etichettate

I principi di progettazione delle alternative generiche si applicano ovviamente anche a quelle etichettate, l'unica grande differenza è che l'etichetta/nome/marca dell'alternativa trasmette informazioni ai soggetti intervistati.

Quest'azione deve essere controllata perché gli intervistati possono utilizzare le informazioni delle etichette per dedurre notizie mancanti o omesse e queste inferenze possono essere correlate con la componente casuale. Anche se questi problemi molto spesso sono ignorati da accademici e professionisti, in realtà possono avere un impatto molto significativo sulle stime del modello e sull'interpretazione dei risultati.⁴²

Queste manifestazioni di distorsioni sono dovute o a effetti di attributo specifici all'alternativa significativamente diversi per alcune alternative, o a violazioni della proprietà IIA dei modelli MNL semplici. Questi due effetti sono dovuti a differenze nelle:

1. Varianze delle componenti casuali tra le alternative di scelta,
2. Nelle covarianze delle componenti casuali tra le alternative di scelta,
3. Nelle preferenze dei consumatori.

Il primo può comunque essere una conseguenza del secondo.

Queste inferenze statistiche non possono essere interpretate, come suggeriscono alcuni studiosi, come una sensibilità dei consumatori ai vari attributi, poiché è stato dimostrato, che le inferenze buone portano i soggetti a scegliere più favorevolmente un'alternativa, mentre inferenze cattive,

⁴¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 120

⁴² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 120

viceversa, portano i consumatori ad essere più severi sul giudizio delle alternative. I modelli stimati senza tenere conto di questo effetto, hanno un valore limitato soprattutto in quei mercati più rapidi e frenetici, come quelli dei Paesi emergenti. Il fenomeno in economia è noto come effetto Lucas. In altre parole, i modelli derivanti dalle osservazioni delle scelte possono essere influenzati da altri aspetti e, di conseguenza, i risultati potrebbero essere dipendenti da aspetti casuali non previsti nel modello; questo lo rende molto meno potente nell'effettuare stime e previsioni.⁴³

Nei modelli di scelta questi effetti possono essere minimizzati dedicando molto tempo alla progettazione degli esperimenti e del lavoro sul campo per cercare di rendere quanto più profonda e completa l'analisi sul consumatore. Questo concetto, ancora una volta, dimostra come l'analista non debba stare chiuso in ufficio per creare il migliore modello matematico possibile, ma debba scendere sul campo e comprendere il comportamento reale del consumatore per costruire un modello che sia veramente in grado di analizzare il comportamento del soggetto.

3.7.3 Proprietà statistiche

Le due proprietà statistiche, che sono di primario interesse negli esperimenti di scelta, sia etichettati che no, sono l'identificazione e la precisione. L'identificazione si riferisce al tipo di specifiche unità e di processo di scelta che possono essere stimate, mentre la precisione è l'efficienza statistica dei parametri stimati dall'esperimento. Queste due proprietà non sono indipendenti l'una dall'altra e anzi, molto spesso, dipendono anche da altri fattori oltre il modello, come la dimensione del campione analizzato.⁴⁴

Si può sostenere che l'identificazione sia sotto il controllo del ricercatore perché, in linea di principio teorica, qualsiasi sia la forma del processo di scelta e della funzione di utilità associata, esiste sempre un modo per progettare e realizzare un esperimento coerente con gli obiettivi dell'analisi. Ciò non si può dire per la precisione, ovvero la capacità del modello di rifiutare l'ipotesi nulla, perché questa sarà il risultato del numero di differenze non nulle tra gli attributi o di contrasti a parità di dimensione campionaria; meno sono le differenze non nulle, maggiori saranno precisi gli intervalli di confidenza.⁴⁵

Nel modello MNL i parametri sono associati alle differenze tra i livelli degli attributi, questi contrasti non forniscono nessuna informazione statistica sulla scelta, perché i consumatori non

⁴³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 122

⁴⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 122

⁴⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 123

devono confrontare o scambiare informazioni su un particolare attributo per effettuare una scelta. In questi esperimenti si cerca di costruire dei disegni che riducano al minimo il numero delle differenze nulle degli attributi.

Questo nella pratica è molto complicato da raggiungere quando ci sono più di due alternative; perciò, vengono implementate delle strategie di design come i cosiddetti disegni di differenza, i quali prevedono iniziare la progettazione con un insieme iniziale di profili. Questo insieme viene descritto da A attributi totali, M alternative di scelta possono essere progettate utilizzando un disegno ortogonale basato sul fattoriale L^{MA} , dove L è il numero di livelli costante per gli attributi. Se l'insieme originale di profili viene creato da una frazione ortogonale di un fattoriale 4^A , sono necessarie altre $M \cdot A$ colonne di differenza per generare le altre alternative.⁴⁶

Tutti gli effetti saranno definiti come una differenza a livello di attributo rispetto al profilo originale, un buon disegno, se ha come obiettivo quello di stimare gli effetti principali e quelli di interazioni non lineari per differenza, deve tenere in considerazione ciò. Uno dei vantaggi è che per questo genere di disegni, rispetto a quelli già proposti nei precedenti paragrafi, la matrice di design richiede un numero inferiore di colonne perché tutte le differenze sono relative al solo profilo originale; un secondo vantaggio è che le colonne degli attributi originali non devono essere ortogonali ma solo le differenze tra gli attributi.⁴⁷

Un'altra strategia, oltre a quella per differenze, è quella di trattare come un fattoriale collettivo tutte le colonne di attributi di tutte le alternative e, ad ogni set di scelta, aggiungere un'alternativa di riferimento costante. Prendendo sempre come riferimento il fattoriale L^{MA} , si seleziona il disegno ortogonale che soddisfa le proprietà di identificazione, dopo di che viene aggiunta una costante che può essere un attributo fisso o un'opzione; la sottrazione di una costante da ogni colonna di attributi lascerà inalterata l'ortogonalità del disegno.

Sebbene questa strategia sia molto valida per i modelli lineari, e resta comunque interessante anche per i disegni sperimentali, possiede dei limiti:

- a. Un numero significativo di differenze di attributi tra le alternative sarà pari a 0,
- b. Alcuni set di scelta conterranno alternative dominanti,
- c. È necessario un numero relativamente elevato di set di scelta.

Per ovviare alle prime due limitazioni Huber e Zwerina (1996) suggeriscono di scambiare le colonne o i livelli degli attributi per ridurre questo effetto indesiderato: ruotando l'ordine delle

⁴⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 123

⁴⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 123

colonne di un disegno si possono eliminare o quantomeno ridurre le differenze di dominanza e di livello degli attributi pari a 0. Nello specifico il limite b può essere meno grave se si utilizza come costante “nessuna scelta”. Per quanto riguarda l’ultimo problema, il numero di set di scelta può essere ridotto con metodi di progettazione ottimale computerizzati.⁴⁸

Ecco illustrato, nelle tabelle sottostanti, come varia il disegno a seconda della strategia utilizzata:

Tabella 21, esempio di disegno etichettato e a differenze di attributi

Set	Commuter train			City bus			Attribute differences		
	1-way	Freq.	Time	1-way	Freq.	Time	1-way	Freq.	Time
1	\$1.20	5	10	\$2.00	15	15	-0.80	-10	-5
2	\$1.20	5	20	\$2.00	30	30	-0.80	-25	-10
3	\$1.20	15	10	\$3.00	30	30	-1.80	-15	-20
4	\$1.20	15	20	\$3.00	15	15	-1.80	0	+5
5	\$2.20	5	10	\$3.00	30	15	-0.80	-25	-5
6	\$2.20	5	20	\$3.00	15	30	-0.80	-10	+5
7	\$2.20	15	10	\$2.00	15	30	+0.20	0	-5
8	\$2.20	15	20	\$2.00	30	15	+0.20	-15	-10

Tabella 22, esempio di disegno con una terza opzione costante

Commuter train			City bus			Option	Opzione
1-way	Freq.	Time	1-way	Freq.	Time		
\$1.20	5	10	\$2.00	15	15	Choose of tra	Scegliere un'altra modalità di viaggio
\$1.20	5	20	\$2.00	30	30		
\$1.20	15	10	\$3.00	30	30		
\$1.20	15	20	\$3.00	15	15		
\$2.20	5	10	\$3.00	30	15		
\$2.20	5	20	\$3.00	15	30		
\$2.20	15	10	\$2.00	15	30		
\$2.20	15	20	\$2.00	30	15		

⁴⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 124

Tabella 23, differenze a livello di attributi risultati dal disegno casuale

Set	Commuter train			City bus			Attribute differences		
	1-way	Freq.	Time	1-way	Freq.	Time	1-way	Freq.	Time
1	\$1.20	5	10	\$3.00	15	30	-1.80	-10	-20
2	\$1.20	5	20	\$2.00	15	30	-0.80	-10	-10
3	\$1.20	15	10	\$3.00	30	15	-1.80	-15	-5
4	\$1.20	15	20	\$2.00	30	15	-0.80	-15	-55
5	\$2.20	5	10	\$2.00	15	15	+0.20	-10	-5
6	\$2.20	5	20	\$3.00	15	15	-0.80	-10	+5
7	\$2.20	15	10	\$2.00	30	30	+0.20	-15	-20
8	\$2.20	15	20	\$3.00	30	30	-0.80	-15	-10

Un disegno generato casualmente può essere più efficiente di uno ortogonale, ma questo può non essere necessariamente valido e spesso non è comune. Si è visto in questo paragrafo come diversi design possono portare a risultati differenti.

3.7.4 Disegni di disponibilità per le alternative etichettate

I disegni presentati nei paragrafi e sottoparagrafi precedenti generano insiemi di scelta fissi, in cui il numero di alternative è in competizione costante. L'applicazione pratica però prevede che spesso debbano essere utilizzati dei disegni variabili; la grande differenza è che i disegni di disponibilità aumentano di complessità a causa del mutamento degli attributi delle alternative.

Questi problemi di progettazione sono caratterizzati da una disponibilità differenziale d'opzioni, ad esempio i più comuni sono:

- Esaurito: in che modo interruzioni o difficoltà influenzano le scelte.
- Chiusure o interruzioni di servizio: come cambiano le scelte dei soggetti a seguito della chiusura o interruzione di servizio (ad esempio se viene chiusa una strada a causa di un evento calamitoso).
- Introduzione di nuovi prodotti: come cambiano le scelte dopo l'introduzione di nuovi prodotti.
- Ritenzione/scambio: come cambiano le risposte a seguito di cambiamenti sistematici di disponibilità.⁴⁹

⁴⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 127

Esistono diversi modi per creare disegni di disponibilità adeguati alla complessità dell'applicazione pratica dei fenomeni. I due tipi di problemi generali sono: tutte le alternative variano in termini di disponibilità, alcune alternative sono fisse mentre altre variabili. Inoltre, esistono anche due livelli di complessità progettuale che sono:

1. La disponibilità è l'unico aspetto delle alternative che varia;
2. La varietà degli attributi quando alcune alternative sono disponibili.⁵⁰

Il caso più semplice è quello in cui cambia la presenza o l'assenza delle opzioni ma non variano gli attributi, i disegni possono essere costruiti trattando le alternative come fattori a due livelli, e quindi, selezionando frazioni ortogonali del 2^J fattoriale. Se l'ipotesi di errore IID non è valida, può essere utilizzato il foldover o disegni in cui gli effetti principali e di interazione sono ortogonali. Lo svantaggio dei disegni di disponibilità 2^J è che la dimensione dell'insieme di scelte aumenta rapidamente con J .⁵¹

Nella tabella 24 è rappresentato un disegno ortogonale a effetti principali più il foldover; le opzioni di scelta sono numerate da 1 a 6 e la presenza e assenza sono indicate rispettivamente da P/A.

Tabella 24, esempio di disegno di disponibilità più foldover

Set	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6
<i>Original 2^{6-3} orthogonal main effects design</i>						
1	P	A	P	A	P	A
2	P	A	A	A	A	P
3	P	P	P	P	A	P
4	P	P	A	P	P	A
5	A	A	P	P	P	P
6	A	A	A	P	A	A
7	A	P	P	A	A	A
8	A	P	A	A	P	P
<i>Foldover of original 2^{6-3} orthogonal main effects design</i>						
9	A	P	A	P	A	P
10	A	P	P	P	P	A
11	A	A	A	A	P	A
12	A	A	P	A	A	P
13	P	P	A	A	A	A
14	P	P	P	A	P	P
15	P	A	A	P	P	P
16	P	A	P	P	A	A

⁵⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 124

⁵¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 124

La tabella comprende le alternative da 2 a 6 ortogonale e bilanciato che permette di stimare gli effetti incrociati delle opzioni sulla scelta 1 (ovvero presente) in modo indipendente; questo consente di cogliere le violazioni dell'ipotesi IID legate alle variazioni degli attributi. I disegni di disponibilità sono molto utili per la modellizzazione del comportamento di commutazione rispetto allo scanner o altre fonti di dati di scelta del panel.⁵²

Nella tabella 24 la presenza o l'assenza dell'opzione è ortogonale e bilanciata, ciò significa che tutte le alternative si presentano con la stessa frequenza. La commutazione è indipendente così come le probabilità.

In conclusione, le proprietà chiave di questi disegni di interesse per la modellizzazione della scelta sono:

- ❖ Le opzioni delle alternative sono ortogonali e bilanciati;
- ❖ Gli attributi sono annidati all'interno dei livelli di scelta;
- ❖ I modelli di errore non IID richiedono un sotto progetto di disponibilità ortogonale e di attributi nidificati;
- ❖ Alcuni modelli non richiedono l'ortogonalità degli attributi all'interno delle alternative e tra le condizioni di disponibilità.⁵³

⁵² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 128

⁵³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 129

Capitolo 4

Costruzione di un esperimento di scelta sperimentale

Nei capitoli precedenti si è cercato di approfondire alcune criticità dei progetti di scelta sperimentale, di seguito si utilizzeranno gli argomenti prima descritti per illustrare un esperimento statistico nel suo complesso.

Prima di affrontare tutte le fasi di un esperimento, occorre ricordare che il processo di scelta viene descritto dall'utilità casuale, che si prevede sia scomposta in una componente deterministica, che racchiude la conoscenza delle preferenze del decisore ed è influenzata direttamente dagli attributi, e in una stocastica, che comprende tutti quei fattori idiosincratici che influenzano la scelta dell'individuo.¹

Questa premessa è necessaria perché i soggetti non sono dei robot che eseguono sempre la scelta perfetta, è dimostrato che le persone sono influenzate dalla pubblicità anche se questa non aumenta l'utilità del prodotto (perché è sempre la stessa) ma genera dei benefici importati al consumatore in termini di sicurezza sull'acquisto e sulle valutazioni; questo aumento indiretto di utilità può essere riconnesso all'utilità stocastica. La regola decisionale per il consumatore rimane comunque la massimizzazione dell'utilità complessiva.

Il processo di scelta si articola in:

- a) Attributi del prodotto e caratteristiche rilevanti del decisore, utilità deterministica
- b) Variazione individuali delle preferenze
- c) Caratteristiche dell'utilità stocastica
- d) Insieme delle scelte
- e) Regola decisionale.²

¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 252

² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 254

4.1 Fasi del progetto

Le fasi di uno studio di scelta sperimentale sono:

1. Definire gli obiettivi dello studio
2. Condurre uno studio qualitativo di supporto
3. Sviluppare e sfruttare lo strumento di raccolta dati
4. Definire le caratteristiche del campione
5. Effettuare la raccolta dei dati
6. Condurre la stima del modello
7. Effettuare un'analisi delle policy.³

4.2 Gli obiettivi dello studio

Sembra una banalità ma la definizione degli obiettivi e la finalità dello studio sono fasi tanto difficili quanto cruciali. Lo studio deve dare risposta ad alcune domande sostanziali anche se il committente e l'analista hanno scopi diversi: il primo pretende delle risposte o, meglio, delle informazioni per prendere delle decisioni corrette in risposta ad alcuni dilemmi e difficoltà organizzative (quel prezzo per quel particolare prodotto, è troppo elevato?), mentre il secondo è meno orientato agli obiettivi della ricerca ed è più influenzato dalle limitazioni dei metodi statistici (come faccio a far funzionare correttamente il modello?) quindi è indispensabile che il cliente e i ricercatori collaborino per definire le domande a cui lo studio deve dare risposta. Bisogna però fare una precisazione : obiettivi e domande devono essere chiare e specifiche, non ci si può limitare ad una banale definizione dello scopo come “aumentare i profitti”.

Uno studio può essere orientato alla:

- Progettazione di nuovi prodotti
- Quota di mercato, redditività, ottimizzazione dei margini
- Sviluppo della strategia di mercato
- Questioni di branding

³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 255

- La fidelizzazione e la redditività dei clienti
- Combinazioni di quanto sopra.⁴

Vista la varietà di possibili obiettivi, spesso i committenti richiedono degli studi che possano soddisfare molteplici esigenze, mentre gli analisti prediligono uno specifico scopo per essere più precisi e facilitare la raccolta dati; ogni studio è il compromesso di queste esigenze contrapposte.

Importante è anche la questione sui segmenti di mercato che possono essere specificati dal cliente ma spesso meglio definiti dall'analista. I segmenti spesso mostrano preferenze diverse e quindi è critico andare a studiare nello specifico il diverso comportamento dei consumatori perché a causa di queste differenze, alcuni gruppi sono più redditizi, e quindi più interessanti da studiare, rispetto ad altri. Inoltre, i segmenti di mercato aiutano a definire il campione: i confini, le dimensioni e i metodi da implementare.⁵

Per meglio comprendere tutte le fasi si ipotizza un caso esemplificativo di una società di noleggio auto che ha come obiettivo quello di aumentare la propria quota mercato. La variabile di risposta di interesse è la scelta di una coppia (a, s) , dove a è l'agenzia e s è la dimensione del veicolo. In questa fase vengono segmentati i clienti che sono stati estremamente soddisfatti e quelli estremamente delusi dall'ultima esperienza di noleggio.

4.3 Studio qualitativo

Dopo aver definito gli obiettivi dello studio, occorre concentrarsi sui consumatori; il team di studio deve capire come i soggetti si comportano durante il processo decisionale quindi come raccolgono informazioni, quando prendono decisioni... Questa è una delle fasi più cruciali dell'intero processo perché dallo studio qualitativo ed esplorativo partiranno tutte gli step successivi dell'esperimento statistico.

Per ottenere informazioni qualitative i metodi sono diversi, come brainstorming o interviste in profondità personali, ma quello più utilizzato e più efficace sono i focus group. Essi sono composti da un numero di consumatori target che varia tra cinque e dieci e un moderatore che ha il compito di guidare il gruppo sulle questioni chiave ma anche di sollevare altre questioni nella sessione

⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 256

⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 256

(che generalmente dura tra i 30 e 90 minuti). Il pregio dei focus group è che l'interazione tra i partecipanti può dare spunti interessanti al ricercatore.⁶

L'utilità del focus group è la qualità del testo che dovrebbe trattare i seguenti argomenti:

- ❖ *Attributi e livelli del prodotto.* I consumatori e i membri del team non sempre pensano ai prodotti nello stesso modo, i primi vogliono soddisfare i propri bisogni, mentre i secondi spesso sono interessati alle azioni da intraprendere sul mercato. Il ricercatore deve capire quali sono le dimensioni e i livelli specifici secondo i quali il prodotto viene valutato che rappresenteranno le variabili e gli attributi del modello statistico. Se l'obiettivo primario è riuscire ad esprimere le caratteristiche del prodotto allora il ricercatore deve, in questa fase, vestire i panni del consumatore perché sarà colui che acquisterà il prodotto!
- ❖ *Segmenti di mercato.* È importante dividere la popolazione in sottogruppi sia per comprendere le preferenze in maniera migliore, sia perché i segmenti spesso hanno diversi insiemi di scelta o regole decisionali; in questo ambito i focus group sono molto utili.
- ❖ *Insiemi di scelta.* I focus group, oltre a trovare possibili differenze tra segmenti, dovrebbero cercare di chiarire il numero di alternative che i consumatori effettivamente considerano, come la ricerca, l'abitudine, l'esperienza precedente, il passaparola...⁷

In questa fase i risultati saranno molteplici perché verranno evidenziati gli attributi e i livelli di interesse, le caratteristiche personali che influenzano la scelta, le fonti di differenze di utilità, le caratteristiche dell'insieme di scelta e le varie regole di decisione se presenti.⁸

Essendo un'analisi qualitativa è bene non confonderla con l'analisi statistica (che seguirà): nel focus group si cercano intuizioni, indicazioni e segnali di comportamento dei consumatori, non misurazioni precise. Trattandosi di un'intervista a pochi individui non si possono generalizzare le conclusioni e i risultati, per farlo occorre creare un campione dove il risultato può essere esteso all'intera popolazione.⁹

Nel caso preso ad esempio, dopo due focus group con i consumatori, si sono scoperte sette classi di attributi che influenzano il comportamento di scelta e i livelli, riportati nella tabella 25 sottostante. Inoltre, dai risultati si evince che i soggetti generalmente non hanno considerato più

⁶ M. Palumbo, E. Garbarino, 2019, "Ricerca sociale: metodo e tecniche", p. 221-227

⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 256

⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 256

⁹ M. Palumbo, E. Garbarino, 2019, "Ricerca sociale: metodo e tecniche", p. 221-227

J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 258

di tre agenzie e che non era chiaro se considerassero prima l'agenzia e poi le dimensioni del veicolo o viceversa.

Tabella 25, attributi e livelli dell'esempio delle auto a noleggio

Attribute	Type	Levels
Brand	Qualitative	A, B, C, D
Price/day	Continuous	Compact: \$30, \$34, \$38, \$42 Mid-size: Compact + \$2, Compact + \$4 Full-size: Compact + \$4, Compact + \$8 Luxury: Compact + \$20, Compact + \$30
Price for kilometrage not included in daily rate	Continuous and qualitative	Unlimited kilometrage \$0.10/km over 200 km \$0.12/km over 200 km \$0.15/km over 200 km
Type of vehicle	Qualitative	Compact: Geo Metro/Sunfire, Tercel/Cavalier Mid-size: Grand AM/Dodge Cirrus, Corsica/Corolla Full-size: Grand Prix/Cutlass Supreme, Taurus Regal, Camry/Intrepid, Taurus/Crown Victoria Luxury: BMW/Lexus, Lincoln Town Car/Cadillac
Optional insurance (\$/day)	Continuous	\$12, \$16
Airline reward	Continuous	None (0), 500
Fuel return policy and fuel price premium	Qualitative and continuous	Prepay full tank at discounted price Return at level rented Bring car back at lower level and pay \$0.25 premium per litre Bring car back at lower level and pay \$0.50 premium per litre

4.4 Raccolta dati

Non bisogna dimenticare che, pur trattandosi di un progetto di ricerca sperimentale, generalmente si utilizza ancora un sondaggio per raccogliere dati o informazioni, compilato tradizionalmente con carta e penna o modernamente con software specifici. Un esempio è il modulo rappresentato in figura 6.

Non esiste un modello standard adattabile ad ogni esigenza, i set di scelta devono essere adattati, adeguati e modificati secondo le necessità che riflettono gli obiettivi e le caratteristiche dello studio. Il layout del modulo deve comunque essere pianificato per far comprendere chiaramente

le informazioni ai decisori; questo è il principale obiettivo del set. Per raggiungere lo scopo sono molto utili i test pilota del sondaggio che possono essere seguiti da un debriefing degli intervistati dopo la compilazione al fine di notare difficoltà di comprensione o aree di miglioramento.¹⁰

CARATTERISTICHE	Marchi o A	Marchi o B	Marchio C/D
Marca dell'auto			
Subcompatto/Compatto	Tercel/Cavalier	Geo Metro/Sunfire	Geo Metro/Sunfire
Media	Corsica/Corolla	Corsica/Corolla	Corsica/Corolla
Dimensione intera	Toro/Corona Vittoria	Toro/Regal	Grand Prix/Cutlass Supreme
Lusso	Lincoln Town Car/Cadillac	BMW/Lexus	Lincoln Town Car/Cadillac
Prezzo al giorno			
Subcompatto/Compatto	\$38	\$42	\$30
Media	\$42	\$46	\$34
Dimensione intera	\$46	\$50	\$38
Lusso	\$76	\$80	\$58
Chilometri inclusi (al giorno) e prezzo del chilometro extra	Illimitato	Include 200 km al giorno; km extra 15 centesimi/km	Include 200 km al giorno; km extra 15 centesimi/km
Costo dell'assicurazione/giorno	\$12	\$12	\$16
Punti della compagnia aerea	Nessun punto	Nessun punto	Nessun punto
Politica di restituzione del gas	Pagamento anticipato del pieno a prezzo scontato	Riportare l'auto al livello in cui è stata noleggiata	Pagamento anticipato del pieno a prezzo scontato
1) D a quale azienda noleggereste? (solo una)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
2) Quale dimensione di auto noleggerebbe? (solo una)	 Subcompatto/compatto <input type="checkbox"/> 1 Media <input type="checkbox"/> 2 Dimensione intera <input type="checkbox"/> 3 Lusso <input type="checkbox"/> 4 		

Figura 5, esempio di modulo da compilare per i consumatori

Ovviamente il set di scelta dipende in larga misura dal disegno sperimentale (vedi capitolo 3). In questo caso ognuna delle tre alternative ha dodici attributi, con un numero diverso di livelli. Si è

¹⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 256

È anche vero che nessun sondaggio di rilievo dovrebbe mai essere pubblicato senza prima aver effettuato un test pilota

utilizzato un fattoriale frazionario per creare i $4^{12} * 2^{25}$ ortogonali ottenendo così ben 64 trattamenti. Molti ricercatori ritengono che sia sconsigliabile far valutare agli intervistati tutte le 64 scelte per evitare perdite di qualità dei dati, perché aumentando il numero dei campionati è probabile che la qualità dei dati diminuisca. Tuttavia, gli studi sono pochi e alquanto contraddittori.

11

Gli intervistati dovranno valutare da uno a sedici set di scelta con una media di otto scenari circa che molto spesso sono gli adattamenti effettuati in funzione della complessità del compito di scelta, dagli incentivi, dalle sollecitazioni degli utenti, ecc...¹²

4.5 Il campionamento

Il quadro di campionamento definisce il confine degli intervistati da cui viene estratto un campione che sarà sottoposto alla somministrazione dello strumento di raccolta dati, già testato in precedenza. Non esiste un quadro standard per ogni ricerca ma sono gli obiettivi dell'analisi che lo definiscono, in modo tale che quest'ultimo possa consentire di rispondere ai quesiti del modello sviluppato.¹³

Occorre sviluppare ottimamente il campione perché un errore può compromettere l'intero campionamento rendendo vano lo sforzo di raccolta dati, e di conseguenza la ricerca stessa. Si ricorda infatti che il campione deve essere rappresentativo per allargare i risultati all'intera popolazione.

Le due strategie di campionamento utilizzate per i modelli di scelta sono comunemente i campioni casuali semplici e i campioni casuali stratificati esogenamente. Entrambi i metodi sono campionamenti probabilistici il che significa che il campione viene scelto in modo casuale.

Nel campionamento casuale semplice, i candidati sono estratti a sorte e quindi è impossibile l'autoselezione del soggetto perché ogni unità ha la stessa probabilità di essere estratta. Per ogni individuo selezionato si osservano sia le caratteristiche personali S_n e Z_{in} , sia le scelte dell'alternative in una serie di scenari.¹⁴

¹¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 261

¹² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 261

¹³ Trent Buskirk, "Popolazione target e quadro di campionamento", risorsa web reperibile all'indirizzo [Popolazione target e quadro di campionamento nel campionamento dei sondaggi | IWOFR](#)

¹⁴ Paola Pozzolo, "Campionamento statistico: quale scegliere?", risorsa web reperibile all'indirizzo [Campionamento statistico: quale scegliere? - Paola Pozzolo](#);

Dan Fleetwood, "Campionamento casuale semplice: definizione ed esempi", risorsa web reperibile all'indirizzo [Campionamento casuale semplice: Definizione ed esempi \(questionpro.com\)](#);

J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 262

Il campionamento stratificato invece può essere utilizzato solo quando è possibile dividere la popolazione in gruppi, chiamati appunto strati, in base alle informazioni che si possiedono prima del campionamento; ad esempio, suddividere per classi di età. Da ogni strato vengono poi estratte le unità statistiche attraverso un campionamento casuale semplice in modo da ottenere un campione per ogni strato della popolazione. Tutti questi campioni ottenuti sono raggruppati insieme per formarne uno unico e vasto sul quale verrà svolta l'analisi statistica. Ovviamente la creazione dei gruppi è costituita da qualsiasi caratteristica personale ma non può essere mai la variabile dipendente che si vuole misurare, in questo caso la scelta.¹⁵

In generale, a pari di numerosità campionaria, il campionamento casuale stratificato può produrre risultati più precisi rispetto a quello casuale semplice perché riesce a tenere maggiormente conto della struttura della popolazione; occorre anche tenere in considerazione che questa stratificazione comporta maggiori tempi e costi.¹⁶

La teoria statistica dimostra che la distribuzione asintotica di campionamento di una proporzione p_n ottenuto da un campionamento casuale semplice di dimensione n , è normale con media p e varianza pq/n , dove $q=1-p$. Se si desidera stimare la proporzione entro 1% del vero valore p con probabilità pari o superiore a 2, la dimensione minima del campione è $Prob(|p_n - p| \geq ap) > = \alpha$.¹⁷

La figura 7 rappresenta il comportamento del requisito minimo della dimensione campionaria in funzione della proporzione vera p , dell'accuratezza relativa a (10% o 20%) e della probabilità α (0,90, 0,95, 0,99). I requisiti di dimensione del campione sono abbastanza modesti per proporzioni elevate ma diventano molto ampi per proporzioni basse e livelli di accuratezza e confidenza relativi elevati.¹⁸

¹⁵ Paola Pozzolo, "Campionamento statistico: quale scegliere?", risorsa web reperibile all'indirizzo [Campionamento statistico: quale scegliere? - Paola Pozzolo](#)

Investors Wiki, "Campione casuale semplice", risorsa web reperibile all'indirizzo [Campione casuale semplice | Investor's wiki \(investors.wiki\)](#);

J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 262

¹⁶ Paola Pozzolo, "Campionamento statistico: quale scegliere?", risorsa web reperibile all'indirizzo [Campionamento statistico: quale scegliere? - Paola Pozzolo](#)

Investors Wiki, "Campione casuale semplice", risorsa web reperibile all'indirizzo [Campione casuale semplice | Investor's wiki \(investors.wiki\)](#);

J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 262

¹⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 262

¹⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 263

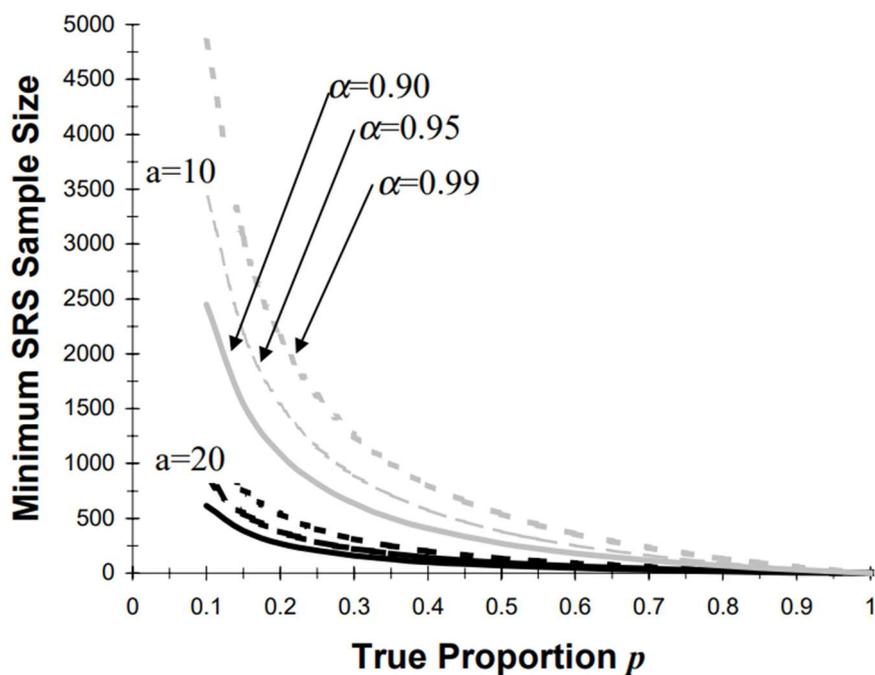


Figura 6, requisito minimo di campione per il campionamento casuale semplice

Nella maggior parte degli studi sperimentali, agli intervistati vengono forniti diversi scenari a scelta multipla in modo che ciascun individuo faccia diverse repliche; in molti progetti si cerca di ottenere n richieste dagli intervistati, ma è bene ricordare che la formula del campione minimo ha come assunzione l'indipendenza. Anche se è improbabile che un individuo replichi alle scelte in modo indipendente, la pratica ha dimostrato che un compito ben disegnato incoraggia gli intervistati a considerare ogni scenario di scelta come non correlato con i precedenti. La formula del campione minimo da utilizzare è quindi:

$$n \geq \frac{q}{rpa^2} \Phi^{-1} \left(\frac{1 + \alpha}{2} \right)_{19}$$

Questa espressione può essere utilizzata per stimare l'impatto degli inevitabili compromessi che possono capitare durante l'analisi. Questa può essere applicata ai campioni casuali ma se si utilizza la stratificazione esogena allora è possibile calcolare la dimensione del campione in due maniere: assegnare l'espressione per avere il numero totale del campione e poi ripartirla tra gli strati della popolazione secondo quote o proporzionalmente, oppure utilizzare l'espressione all'interno di ogni strato e sommare le dimensioni dei sotto-campione per avere il numero

¹⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 263

completo. Il secondo metodo produrrà sicuramente delle dimensioni campionarie maggiori perché richiede che le proporzioni siano stimate accuratamente per ogni strato.²⁰

Si conclude il paragrafo con l'esempio dell'autonoleggio. L'azienda committente ha una quota di mercato di circa il 30%; per osservare le quote mercato di questo intervallo con un'accuratezza del 10%, con una confidenza del 95% ogni intervistato risponderà a 4 scenari di scelta, il campione minimo (casuale semplice) sarà di $896 / 4 = 224$ intervistati.

4.6 Raccolta dati

Dopo aver progettato e testato il questionario, deciso la modalità di campionamento e calcolata la dimensione minima, l'analisi può essere condotta sul campo. In questa fase occorre decidere su:

- a. Metodo di reclutamento dei soggetti,
- b. Come avvicinare lo strumento e il soggetto,
- c. Meccanismo di raccolta delle risposte.

Le decisioni si baseranno sul tipo di intervistato, sulla complessità e lunghezza del questionario, sul tipo di strumento, ecc....²¹

Le forme più efficaci dal punto di vista dei costi sono senza dubbio i sondaggi per posta e per telefono, soprattutto quando i rispondenti possono essere reclutati a priori. Il funzionamento è che il questionario viene spedito per posta, compilato dal soggetto e rispedito al mittente, nel caso della somministrazione postale, oppure direttamente compilato dall'operatore, in caso di intervista telefonica. Entrambi hanno però il difetto di avere un basso tasso di risposta e si rischia quindi di perdere un po' di rappresentatività del campione dovuta al rischio che possono rispondere soggetti con caratteristiche simili.²²

Per le criticità sopra descritte sovente vengono utilizzate opzioni più complesse e quindi più costose, come:

- Interviste personali, dove il personale qualificato aiuta la compilazione del questionario fornendo al rispondente tutte le informazioni di cui ha bisogno, ovviamente questa opzione è molto precisa a livello di compilazione ma molto lenta e costosa.

²⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 263

²¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 265

²² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 265

- Sondaggi auto-compilati computerizzati che possono essere inviati agli intervistati su chiavette, CD o via internet. Questa modalità è spesso utilizzata nelle analisi tra organizzazioni.
- Interviste personali condotte al computer, dove gli intervistatori e/o intervistati rispondono alle domande telematicamente. Questa modalità è spesso utilizzata per intervistare i consumatori perché possiede dei vantaggi di flessibilità, in quanto il questionario può essere modificato in tempo reale, e di migliore qualità dei dati perché il controllo degli errori avviene al momento della risposta.²³

Sempre nel caso esemplificativo supponiamo che sia stato utilizzato un semplice sondaggio postale che ha ottenuto le 264 risposte (minimo del campione) con un tasso di risposta del 34%.

4.7 Stima del modello

A questo punto dovrà essere determinata la formulazione del modello di scelta da valutare che guiderà anche il disegno dell'esperimento. Storicamente, molti modelli di scelta dichiarata trattano le variabili qualitative utilizzando contrasti codificati dagli effetti anziché codici dummy; questa scelta dipende in larga parte dall'analista.

Le tradizioni RP e SP riguardano la codifica delle variabili continue perché nei modelli RP le variabili sono spesso espresse in dati di osservazione grezzi mentre nei modelli SP i livelli sono spesso scelti in base all'intervallo di mercato e dagli obiettivi dello studio; in linea teorica questi livelli potrebbero anche non essere presenti realmente. Nei modelli RP e anche in quelli SP si osserva spesso un'elevata collinearità se non si utilizza una codifica esatta dei polinomi ortogonali.²⁴

La codifica OP è sempre meglio utilizzarla ogni volta che è possibile perché facilita il confronto dei coefficienti di attributi diversi e perché alcuni algoritmi di stima sono sensibili agli intervalli delle variabili e possono essere influenzati negativamente da ordini di grandezza molto diversi. Nei modelli di scelta si può comunque utilizzare qualsiasi codifica matematicamente valida, come ad esempio la trasformazione di alcune variabili continue utilizzando funzioni matematiche, come il logaritmo naturale; oppure la ricodifica della variabile trasformata in una forma più ortogonale, utilizzando il metodo di Robson.²⁵

²³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 267

²⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 268

²⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 269

Nel caso dell'autonoleggio si è preferito utilizzare un modello NL con una struttura ad albero basata sulle dimensioni del veicolo, con tutti i tre coefficienti significativamente diversi dall'utilità e inferiori a uno; questo è coerente con la massimizzazione dell'utilità. I risultati del modello suggeriscono che i consumatori:

1. Preferiscono il chilometraggio giornaliero illimitato;
2. Reagiscono negativamente agli aumenti di prezzo delle tariffe chilometriche e giornaliere e dell'assicurazione;
3. Preferiscono restituire i veicoli con il carburante al livello di quando sono stati noleggiati, sono neutrali al pagamento anticipato di un pieno a prezzo scontato e non gradiscono premi di prezzo per riportare il livello del carburante al livello originale;
4. Sono attratti dalle ricompense delle aziende di autonoleggio come le raccolte punti;
5. Non sono molto interessati alle marche dei veicoli noleggiati, ad eccezione di quelli di medie dimensioni.

Tutti i risultati sono in linea con le aspettative e nell'uso dell'analisi sperimentale è frequente; infatti, è raro che si presentino coefficienti con segno opposto e non corretti e spesso, quando avviene, si tratta di un problema di codifica o di gestione dei dati.²⁶

La segmentazione degli individui è stata effettuata dividendo i clienti in quelli estremamente soddisfatti (+1, gruppo SEAt) da quelli estremamente insoddisfatti (-1, gruppo SEDis). Appare solo una differenza di gusto nel prezzo giornaliero per i veicoli compatti che comunque è molto inferiore delle aspettative. Per entrambi i gruppi, si può supporre che i consumatori abbiano le stesse preferenze in termini di attributi (vedi figura 8).²⁷

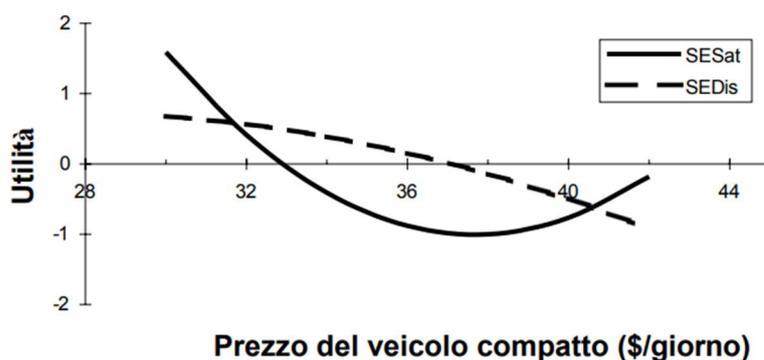


Figura 7, utilità dei veicoli compatti in funzione del prezzo giornaliero

²⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 269

²⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 273

Per ottenere il modello nuovo basato su quello NL sulle dimensioni del veicolo occorre: eliminare gli effetti del segmento, con un occhio di riguardo al prezzo delle auto compatte (figura 8).

Non bisogna considerare un modello come perfetto, anzi occorre provarne di diversi per trovare quello che meglio si adatta alla ricerca statistica del caso. Vi sono dei modelli che sono statisticamente superiori e sono in grado di meglio comprendere il comportamento reale dei soggetti. Nel nostro caso il modello che meglio si adatta è un modello NL ad albero con le stime dei parametri basate sulle dimensioni, come rappresentato dalla tabella 26 sottostante.²⁸

Tabella 26, Modello finale di NL per la scelta dell'agenzia di noleggio auto e delle dimensioni del veicolo²⁹

Descrizioni delle variabili ¹	NL Modello ad albero: stime dei parametri basate sulle dimensioni (t-stats)
X_1	0,1249 (3,2)
X_2	0,0271 (0,7)
X_3	-0,142 (-2,3)
X_4	-0,4173 (-10,4)
X_5	-0,1978 (-4,5)
X_6 0 (-)	
X_7	-0,0931 (-2,4)
X_8	0,1331 (4,2)
X_9	-0,0046 (-0,1)
X_{10}	0,1723 (3,8)
X_{11}	-0,0885 (-2,1)
X_{12}	-0,0109 (-0,3)
X_{13} := (w - 36)/4 w = x se $x \leq 36$, = 36 se $x > 36$ x = tariffa giornaliera per veicolo compatto	-0,4437 (-6,8)
X_{14} := w/4 w = 0 se $x \leq 36$, = x - 36 se $x > 36$ x = tariffa giornaliera per veicolo compatto	-0,2436 (-3,0)
X_{15}	0,1664 (3,0)
X_{16}	-0,1465 (-10,7)
X_{17}	-0,0443 (-0,7)
X_{18}	0,0295 (0,5)
X_{19}	0,0315 (0,5)
X_{20}	-0,2337 (-10,8)
X_{21}	0,0667 (0,8)
X_{22}	-0,1232 (-1,9)
Valori inclusivi ²	
Compatto0	.5270 (2,3)
Dimensione media1	.0 (-)
Grandezza/lusso0	,5270 (-)
Probabilità logica a zero	. 2512,4
Probabilità logica alla convergenza	. 2155,9
Numero di parametri	22

²⁸ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 275

²⁹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 276

4.8 Analisi delle policy

Dopo aver sviluppato un modello soddisfacente, si può iniziare l'analisi delle politiche che generalmente segue tre fasi:

1. La definizione di un caso base e la calibrazione del modello SP;
2. Il calcolo di alcune cifre di merito per i singoli attributi per riassumere le informazioni comportamentali recepite dal modello;
3. L'analisi della reazione aggregata del mercato a politiche specifiche, soprattutto se riguardano gli obiettivi della ricerca.³⁰

4.8.1 Caso base e calibrazione del modello

In quasi tutti gli studi, una situazione di mercato costituisce il punto di partenza dell'analisi. Le specifiche del caso reale riguardano le marche, o alternative, che rappresentano l'insieme di scelta universale rispetto ai prezzi e agli attributi del modello. I dati RP riflettono automaticamente lo stato aggregato del mercato ma i dati SP, invece, non rispecchiano le quote di mercato aggregate RP perché rappresentano tanti mercati quanti sono i set di scelta.³¹

Ben-Akiva e Lerman (1985) dimostrano che la quota di mercato aggregata osservata sarà esattamente uguale alla quota prevista. Questa proprietà dei modelli MNL è verificabile attraverso la funzione di verosimiglianza massimizzata per stimare i parametri.³²

È necessario quindi calibrare i modelli SP per riprodurre le quote di mercato del caso base; la calibrazione aggiusterà i parametri del modello per prevedere le quote aggregate nel mercato con il set di scelte e gli attributi del caso base. La combinazione dei dati creerà un modello "RP + SP" utile a calibrare il modello SP che permette l'analisi delle politiche.³³

4.8.2 Analisi dei singoli attributi

Prima di simulare scenari politici complessi, l'analista dovrebbe comprendere come il singolo attributo influisca sulle scelte, indipendentemente dagli altri. Una delle misure di valutazione più comunemente utilizzate è l'elasticità ossia la variazione percentuale di una risposta causata dalla

³⁰ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 277

³¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 277

³² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 278

³³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 279

modifica di una variabile. Esistono diverse tipologie di elasticità, come ad esempio quella puntuale che è valida solo nel punto in cui viene valutata, oppure quella ad arco che invece rappresenta l'elasticità media in un certo intervallo.³⁴

Le elasticità puntuali sono utili per valutare l'impatto di piccole variazioni delle variabili, mentre quelle ad arco sono più robuste e valide su intervalli di variazioni molto più ampi. Pur avendo utilizzi diversi, entrambe sono molto utili nella valutazione dei modelli e nell'analisi delle politiche.³⁵

Nell'esempio di questo capitolo lo studio di elasticità può essere espresso dalla figura 9 sottostante.

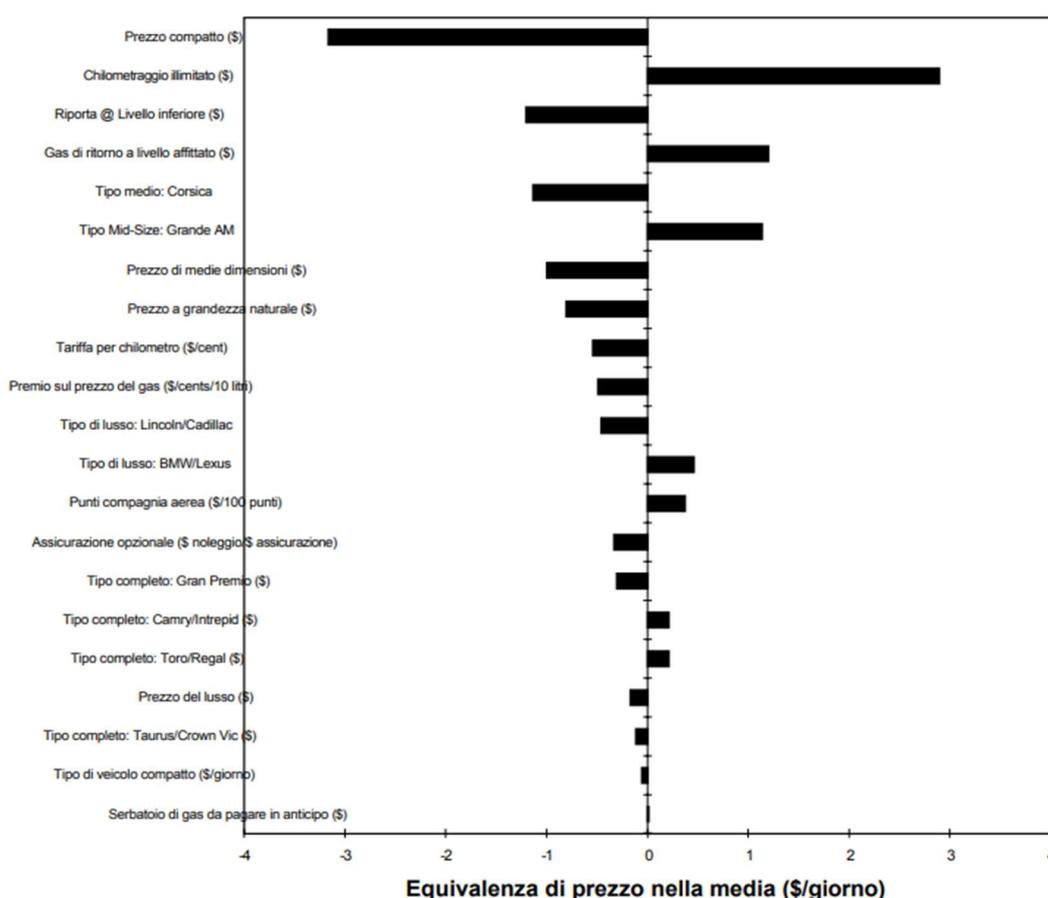


Figura 8, Equivalenti di prezzo per il noleggio auto e la scelta delle dimensioni dell'auto

³⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 279; Diritto economia, risorsa web reperibile all'indirizzo: [Elasticità puntuale ed elasticità d'arco \(dirittoeconomia.net\)](http://dirittoeconomia.net)

³⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 279; Diritto economia, risorsa web reperibile all'indirizzo: [Elasticità puntuale ed elasticità d'arco \(dirittoeconomia.net\)](http://dirittoeconomia.net)

4.8.3 Analisi delle politiche

Questa forse, è la fase più interessante e impegnativa di ogni progetto, è il momento in cui si utilizza il modello per rispondere alle domande dell'analisi. Per fare ciò è necessario definire una serie di scenari da confrontare con quello base.³⁶

In alcuni settori si utilizzano delle procedure molto formali come, ad esempio, nella pianificazione dei trasporti o nell'economia ambientale (che si occupano entrambe di valutazioni delle politiche), e nell'analisi del benessere ambito in cui lo studio è il più utilizzato.³⁷

³⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 281

³⁷ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 281

Capitolo 5

La valutazione ambientale del territorio ligure

In un contesto globale dove si sente parlare sempre più di ambiente e di sostenibilità, la valutazione ambientale, negli ultimi trent'anni, è diventato un tema di cruciale importanza. Oggi ci si chiede costantemente come le azioni dell'uomo possano impattare sull'ambiente naturale, inteso non solamente come specie animali e vegetali ma come territorio nel suo complesso.

La statistica gioca un ruolo di primo piano nella valutazione di beni e servizi ambientali; nello specifico quella sperimentale e i modelli di scelta si stanno affermando per i loro vantaggi nel misurare economicamente i benefici e i costi dei cambiamenti dei flussi sui servizi ambientali.

5.1 Introduzione

I diversi aspetti dell'ambiente naturale hanno un valore molto ampio per le persone ma questo non si traduce in un "prezzo" sul mercato, in quanto non esiste, non può essere quantificabile! Le persone certamente apprezzano attività come il trekking o il campeggio però il prezzo che eventualmente si paga per eseguirli non è consono perché o è imposto amministrativamente oppure perché non corrispondente al loro effettivo valore. Prendiamo un altro caso più evidente: ogni individuo apprezza l'aria pulita e non inquinata ma ovviamente questa non può essere acquistata.¹

Esiste un valore economico di questi beni e servizi ambientali? La risposta è complicata poiché queste tipologie di prodotti non sono stati inseriti in sistemi di mercato e quindi il loro valore economico è sconosciuto o sottorappresentato nell'economia. La ragione è che spesso si tratta di prodotti pubblici e non esclusivi il che significa che l'utilizzo di un bene ambientale non pregiudica a un altro individuo di beneficiarne. Ad esempio, prendere una boccata di aria fresca pulita non preclude ad un altro soggetto di prenderla anche lui.²

¹ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 329; "Modelli di valutazione ambientale (MVA) e analisi di vitalità di una popolazione (PVA)", risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft Word - cap2-modelli.doc \(unifi.it\)](#)

² J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 329; "Modelli di valutazione ambientale (MVA) e analisi di vitalità di una popolazione (PVA)", risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft Word - cap2-modelli.doc \(unifi.it\)](#)

Negli ultimi trent'anni economisti e statistici hanno ipotizzato e ideato metodi per determinare il valore dei beni e dei servizi ambientali, attribuendogli un importo monetario quantificabile in modo da equiparare i beni ambientali a quelli di mercato.

I valori ambientali comprendono il paesaggio, l'estetica, la salute, la qualità dell'acqua, l'ambiente naturale e così via... Per alcuni di questi esiste già un legame tra valore ambientale e quello monetario, ad esempio alcune tariffe amministrative riflettono in parte il valore di questi beni e servizi, come le tasse imposte sulle licenze di caccia; per altre tipologie di prodotti, come il paesaggio, questo non avviene. Come per la valutazione delle tipologie tradizionali di prodotti, il valore dei beni ambientali sono calcolati come l'importo che l'individuo sarebbe disposto a pagare per un aumento qualitativo o quantitativo di un prodotto, o viceversa come la somma che sarebbe disposto ad accettare come compensazione per una diminuzione della qualità o quantità.³

Esistono due tipologie di valori ambientali: quelli d'uso e quelli d'uso passivo. I primi sono legati appunto ad un uso effettivo del prodotto naturale o comunque riconducibili ad attività o comportamenti tracciabili come il consumo di attività all'aperto che, pur non avendo un prezzo specifico, comportano comunque delle spese da sostenere per l'acquisto degli strumenti utili a compiere l'attività ricreativa, o per un viaggio e così via. I secondi invece non hanno una traccia comportamentale chiara e definita e sono spesso non espressi né direttamente, né indirettamente sul mercato; questi sono i valori di esistenza, di lascito, di bellezza e via dicendo...⁴

Nel corso degli anni i valori d'uso sono stati misurati con sistemi diversi a seconda del problema in questione e dei dati disponibili. Le tecniche di misurazione dei valori possono essere caratterizzate come dirette, basate su domande ipotetiche, o indirette, che utilizzano i dati d'uso per sviluppare modelli di comportamento di fronte ai cambiamenti ambientali.

I metodi diretti includono la valutazione contingente, ovvero l'interrogazione diretta di individui per calcolare la loro disponibilità a pagare, e i metodi SP. Mentre le tecniche indirette includono i modelli dei costi di viaggio nella domanda creativa, i modelli di prezzo edonici usati nell'analisi del valore degli immobili e i metodi di funzione di produzione che esaminano l'impatto dei cambiamenti ambientali sui prodotti o sulle spese.⁵

³ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 330; "Modelli di valutazione ambientale (MVA) e analisi di vitalità di una popolazione (PVA)", risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft Word - cap2-modelli.doc \(unifi.it\)](#)

⁴ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 330; "Modelli di valutazione ambientale (MVA) e analisi di vitalità di una popolazione (PVA)", risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft Word - cap2-modelli.doc \(unifi.it\)](#)

⁵ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 331; "Modelli di valutazione ambientale (MVA) e analisi di vitalità di una popolazione (PVA)", risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft Word - cap2-modelli.doc \(unifi.it\)](#)

Il valore d'uso passivo è definito come la disponibilità di un individuo di pagare per un bene ambientale anche se non intende farne un uso attivo; il soggetto trae quindi benefici solo dalla presenza o esistenza del prodotto ambientale. In questi casi non esistono tracce comportamentali ma solo metodi diretti come la valutazione contingente per ricavare il valore d'uso passivo. Spesso questi prodotti sono associati a beni pubblici o quasi pubblici, come le aree naturali, gli habitat della fauna selvatica, le aree e specie protette e tutti quegli altri prodotti che possono avere un valore d'uso passivo associato.⁶

Le tecniche di SP possono essere utilizzate per misurare i valori d'uso passivi ma non con discreto successo, soprattutto se combinati con i metodi RP per misurare modelli di scelta migliori.

5.2 Obiettivi della ricerca

Il primo passo per costruire un progetto serio e preciso è sicuramente quello di definire prima gli obiettivi dello studio, specificando quelli che sono i quesiti ai quali l'analisi deve dare una risposta.

L'obiettivo, in questo caso, è capire l'importanza e la conoscenza della geodiversità del cittadino ligure, e successivamente comprendere se le politiche di progettazione territoriali messe in atto dagli enti locali, sono sufficienti a garantire la geodiversità del territorio ligure.

La geodiversità si adatta benissimo ad uno studio sperimentale, in quanto effettivamente questa non ha un mercato o un prezzo, ma possiede comunque un valore per il cittadino che però non è in grado di identificarne precisamente il costo, ebbene questo scopo ambizioso di potrebbe raggiungere con un metodo sperimentale semplice ed efficace. Direttamente questo non è in grado di identificare chiaramente un valore ma con un metodo sperimentale potrebbe essere più semplice ed efficace.

⁶ J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, "Stated Choice Methods", p. 331; "Modelli di valutazione ambientale (MVA) e analisi di vitalità di una popolazione (PVA)", risorsa web reperibile all'indirizzo: [Microsoft Word - cap2-modelli.doc \(unifi.it\)](#)

5.3 Analisi del contesto

5.3.1 Geodiversità

Prima di ipotizzare e ideare un progetto sperimentale sulla geodiversità, occorre comprendere cosa essa sia, e come può essere studiata e analizzata in ambito sperimentale.

Nel corso degli anni il concetto di geodiversità è stato assimilato, erroneamente, a quello di biodiversità, perdendo valore e importanza non solo in ambito scientifico ma anche in quello quotidiano. Si tratta di due concetti strettamente legati e complementari l'uno all'altro ma che, allo stesso tempo, trattano tematiche completamente differenti.

La biodiversità (o diversità biologica) è riferita alla varietà di esseri viventi, flora e fauna, che popolano un territorio comprese anche le varietà all'interno delle stesse specie; si tratta quindi della ricchezza di vita all'interno di un territorio, o generalizzando della Terra. Il termine biodiversità è nato ed ha assunto nel tempo una connotazione “protezionistica” volto alla salvaguardia di tutte le specie diverse che vivono sul nostro pianeta, uomo incluso.⁷

Con il termine geodiversità, invece, spesso si fa riferimento a quella che è la definizione più diffusa e accettata a livello accademico data dallo studioso Murray Gray nel 2013, che la definisce come: *“La gamma naturale (diversità) di caratteristiche geologiche (rocce, minerali e fossili), geomorfologiche del suolo (forme del terreno, topografia, processi fisici) e idrologiche. Include i loro assemblaggi, strutture, sistemi e contributi ai paesaggi”*.⁸

Risulta evidente come la somma teorica di queste due definizioni rappresenti la Terra nella sua complessità. Anche se nell'immaginario collettivo l'aspetto biotico dell'ambiente risulta più importante, la natura biotica è solo una parte, sebbene imprescindibile, della natura stessa: la diversità non è presente solo nella natura più evidente che si può verificare ad occhio nudo ma è anche nel sottosuolo o in luoghi più difficili da analizzare.

Finora sulla Terra sono stati scoperti fino a 5000 minerali che possono essere combinati per creare centinaia di tipi di roccia e se si pensa che solo negli Stati Uniti sono presenti circa 19000 suoli differenti si comprende come la Terra sia il pianeta più geodiverso di tutto il sistema solare e della

⁷ ISPRA, Governo Italiano, risorsa web reperibile all'indirizzo: [Cos'è la biodiversità — Italiano \(isprambiente.gov.it\)](http://isprambiente.gov.it)

⁸ Murray Gray, 2013, “Valuing and Conserving Abiotic Nature”, p. 12;

maggior parte dei corpi stellari scoperti fino a questo momento, questo potrebbe essere uno dei motivi che ha permesso lo sviluppo della vita sul nostro Pianeta rispetto ad altri.⁹

Come già espresso il concetto di biodiversità è legato indissolubilmente a quello della geodiversità in quanto quest'ultimo è una risorsa naturale per creare e conservare energia, acqua, materiali, fornire habitat agli ecosistemi ed essere di supporto alla vita in superficie.

Il tema cruciale che riguarda il sottosuolo è che essendo meno visibile spesso viene trascurato per fare spazio alla pianificazione immediatamente riscontrabile. La pianificazione invece dovrebbe tenere conto anche del sottosuolo per evitare di arrecare danni, a volte irreparabili, e anche se involontariamente, provocare problematiche o dettino dei vincoli per le generazioni future. I governi dovrebbero prestare particolare attenzione anche ai loro territori sommersi proprio per evitare di perdere diversità (minerali rari) o causare danni fatali alla geodiversità presente.¹⁰

5.3.2 Servizi geosistemici

Sicuramente l'approccio di salvaguardia della natura è ormai un tema che ricorre quotidianamente e questo studio ha la volontà di elaborare ed estendere questa visione di protezione e conservazione non declassando tuttavia gli studi, le ricerche e i progetti che si sono focalizzati solo sugli aspetti biologici della natura.

I servizi ecosistemici sono i beni e le funzioni degli ecosistemi che generano un beneficio per l'intera società che, come evidenziato all'inizio di questo capitolo, sono prodotti ai quali gli individui difficilmente danno un valore monetario perché gratuiti e usufruibili da chiunque anche nello stesso momento, è ovvio quindi che essi vengano esclusi dalle questioni e dalle decisioni economiche.¹¹

La definizione più diffusa di servizi ecosistemici è quella di Daily nel 1997 che definisce i servizi ecosistemici come: “le condizioni e i processi attraverso i quali gli ecosistemi naturali, e le specie che li compongono, sostengono e realizzano la vita umana. Essi mantengono la biodiversità

⁹ Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, “The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?”, p. 1-15

¹⁰ Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, “The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?”, p. 1-15

¹¹ Murray Gray, 2011, “Environmental Conservation Vol. 38”, p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, “The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?”, p. 1-15

e la produzione di beni ecosistemici, come frutti di mare, foraggio, legname, combustibili da biomassa, fibre naturali e molti prodotti farmaceutici e industriali e i loro precursori. Oltre alla produzione di beni, i servizi ecosistemici sono le vere e proprie funzioni di supporto alla vita, come la pulizia, il riciclo e il rinnovamento, e conferiscono anche molti benefici estetici e culturali intangibili”.¹²

È chiaro come questa definizione includa principalmente gli aspetti biologici che come già detto non sono gli unici; i servizi geosistemici possono essere riconosciuti come i beni e le funzioni associate alla geodiversità. La presa di coscienza della natura non avviene solo tramite elementi biotici come la flora e la fauna, ma anche attraverso l’interpretazione degli aspetti geologici, paleontologici, geomorfologici, geochimici, geofisici e di altro tipo.¹³

Da qui si comprende l’importanza di preservare sia ciò che è visibile sia quello che non lo è, tramite la conservazione di siti naturali internazionali, nazionali e locali. Rimane comunque innegabile che la società fa un uso molto ampio del sottosuolo senza però prestare attenzione al suo mantenimento e all’utilizzo rinnovabile dei materiali che lo compongono costruendo e producendo oggetti (elettronica, telecomunicazioni) ed energia e sviluppando i trasporti. Da questo punto di vista è chiaro come a chiunque sembrerebbe corretto controllare la sostenibilità dei materiali che massicciamente vengono prodotti giornalmente nel nostro pianeta, minerali, plastica e petrolio in particolare.¹⁴

Non è solo la produzione dei materiali che è importante preservare ma anche la difesa di quegli ecosistemi che vivono e proliferano in determinate condizioni geofisiche e che influiscono, direttamente e indirettamente, anche sulla vita degli esseri viventi. È comprensibile quindi, come debba essere molto più completo e globale l’approccio che evita la distinzione tra ciò che è biotico e ciò che è abiotico; ciò nonostante, pochi sono ancora i progetti e gli studi che utilizzano questa visione olistica.¹⁵

¹² Murray Gray, 2011, “Environmental Conservation Vol. 38”, p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, “The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?”, p. 1-15

¹³ Murray Gray, 2011, “Environmental Conservation Vol. 38”, p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, “The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?”, p. 1-15

¹⁴ Murray Gray, 2011, “Environmental Conservation Vol. 38”, p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, “The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?”, p. 1-15

¹⁵ Murray Gray, 2011, “Environmental Conservation Vol. 38”, p. 271 - 274

In materia il pensiero accademico si divide in due per la definizione di servizio geosistemico: da una parte c'è chi ipotizza che questi siano strettamente connessi con i servizi biotici e che quindi vi sia una correlazione tra ciò che è sopra e sottoterra, dall'altra chi sostiene che i servizi geosistemici sono solo quelli che generano benessere solo e direttamente dal suolo (come l'estrazione di minerali).¹⁶

Questa discordanza d'assunti in realtà risulta molto più profonda perché gli studiosi si sono interrogati anche su cosa sia e cosa non sia un servizio ecosistemico. Non è una domanda con una risposta semplice e immediata poiché il confine tra superficie e sottosuolo, utile a questo lavoro, non è così cristallino: ad esempio, tutti i ricercatori concordano che gli esseri viventi sono una parte biotica, ma la vita non è presente solo nel soprasuolo.¹⁷

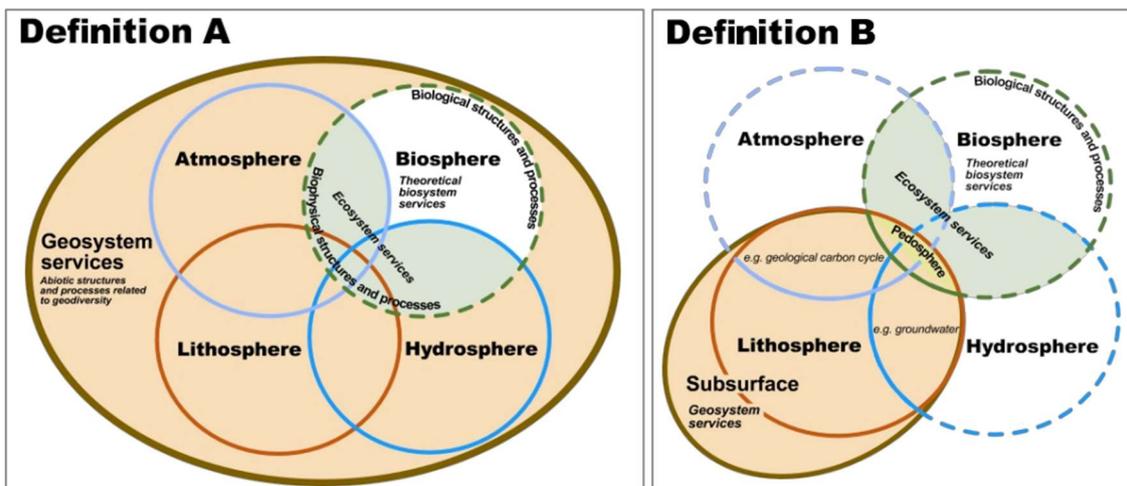


Figura 9, distinzione tra le due definizioni di servizi geosistemici¹⁸

Fatto il dovuto inquadramento teorico occorre specificare nella pratica quali siano i servizi geosistemici più rilevanti.

Prendendo come riferimento lo studio CICES, i servizi ecosistemici possono essere suddivisi in:

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-15

¹⁶ Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-15

¹⁷ Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-15

¹⁸ Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-15

➤ Regolazione degli agenti atmosferici e del ciclo dell'acqua:

1. Processi atmosferici e oceanici (ad es., circolazioni dinamiche, chimica atmosferica, ciclo idrologico).
2. Processi terrestri, compresa la protezione passiva all'erosione (ad es., ciclo della roccia, ciclo del carbonio, processi geomorfologici).
3. Controllo delle inondazioni (ad es. infiltrazione, isole barriera, argini fluviali, dune di sabbia).
4. Quantità e qualità dell'acqua intesa sia come sostentamento sia come fonte d'energia (ad es., stoccaggio d'acqua dolce in falde acquifere, laghi, serbatoi, ghiacciai, suolo e roccia come filtri naturali).¹⁹

➤ Supporto del territorio alla vita:

5. Processi del suolo (ad es. la formazione degli agenti atmosferici o lo sviluppo del profilo del suolo) inteso come terreno di coltura e bonifica.
6. Fornitura di habitat alle specie selvatiche (ad es. grotte, scogliere, pavimentazioni calcaree, paludi salmastre).
7. Terreno come piattaforma per l'attività umana (ad es., terreno edificabile).
8. Sepoltura e stoccaggio (ad es., sepoltura di persone e animali, discariche comunali, stoccaggio di rifiuti radioattivi, serbatoi di petrolio e gas, cattura e stoccaggio del carbonio).²⁰

¹⁹ Murray Gray, 2011, "Environmental Conservation Vol. 38", p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-30

²⁰ Murray Gray, 2011, "Environmental Conservation Vol. 38", p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-30

➤ Aspetti culturali:

9. Qualità ambientale e della vita (ad es., carattere del paesaggio locale, paesaggi terapeutici).
10. Geoturismo e tempo libero (ad es., vista spettacolare sulle montagne, arrampicata su roccia, raccolta di fossili, speleologia).
11. Significati culturali, spirituali e storici (ad es., folklore, siti sacri, senso del luogo).
12. Ispirazione artistica (ad es., geologia nella scultura, letteratura, musica, poesia, pittura).
13. Sviluppo sociale (ad es., società geologiche locali, escursioni sul campo).²¹

➤ Approvvigionamento e sostentamento:

14. Cibo e bevande (ad es. acqua minerale naturale, sale, geofagia).
15. Nutrienti e minerali per una crescita sana.
16. Combustibili (ad es. carbone, petrolio, gas, uranio, energia geotermica e idroelettrica, energia del moto ondoso ed eolica).
17. Materiali da costruzione (ad es. pietra, mattoni, sabbia, ghiaia, acciaio, cemento, bitume, ardesia, vetro).
18. Minerali industriali (ad es., fertilizzanti, prodotti farmaceutici, metalli, leghe).
19. Prodotti ornamentali (ad es. pietre preziose, metalli preziosi e semipreziosi).
20. Fossili.²²

²¹ Murray Gray, 2011, "Environmental Conservation Vol. 38", p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-30

²² Murray Gray, 2011, "Environmental Conservation Vol. 38", p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-30

➤ Studio e conoscenza della Terra

21. Storia della Terra (ad es., evoluzione della vita, estinzione, origine delle forme del suolo, paleoambienti).
22. Comprendere meglio i processi fisici e la biologia.
23. Geoforensics o scienze forensi, dove lo studio dei materiali trovati nel suolo possono essere utilizzate per ricostruire gli avvenimenti passati.
24. Storia della ricerca (ad es., la prima identificazione di divergenza, fossile, rocce ignee).
25. Monitoraggio e previsione ambientale (ad es., studi di base per la ricerca sull'inquinamento, carote di ghiaccio, cambiamento del livello del mare).
26. Istruzione e occupazione (ad es., siti per escursioni sul campo e formazione professionale, occupazione nei geoparchi).²³

5.3.3 Un esempio ligure

Sebbene queste argomentazioni teoriche sembrano abbastanza distanti dalla realtà di tutti i giorni, invece sono molto più vicini alla quotidianità di quanto si pensa.

Un progetto molto interessante, che fa emergere l'aspetto della geodiversità e della sua correlazione con gli aspetti biologici, riguarda lo studio delle vigne dalle quali si ricavano i vini più pregiati del territorio ligure.

I vini DOC, DOP e IGT presenti in Liguria sono: Colli di Luni, Cinque Terre, Colline di Levante, Golfo del Tigullio-Portofino, Val Polcevera, Riviera Ligure di Ponente, Ormeasco di Pornassio e Rossese di Dolceacqua.²⁴

Questi sono diffusi sul territorio come ben rappresentato dall'immagine sottostante (Fig. 11):

²³ Murray Gray, 2011, "Environmental Conservation Vol. 38", p. 271 - 274

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-30

²⁴ G. Brancucci, M. Brancucci, P. Marescotti, M. Solimano, I. Vagge, R. Regnuti, 2017, "La geodiversità dei vigneti liguri DOC e le sue relazioni con il territorio", Rivista internazionale di scienze ambientali e dello sviluppo, Vol. 8, No. 9, Settembre 2017

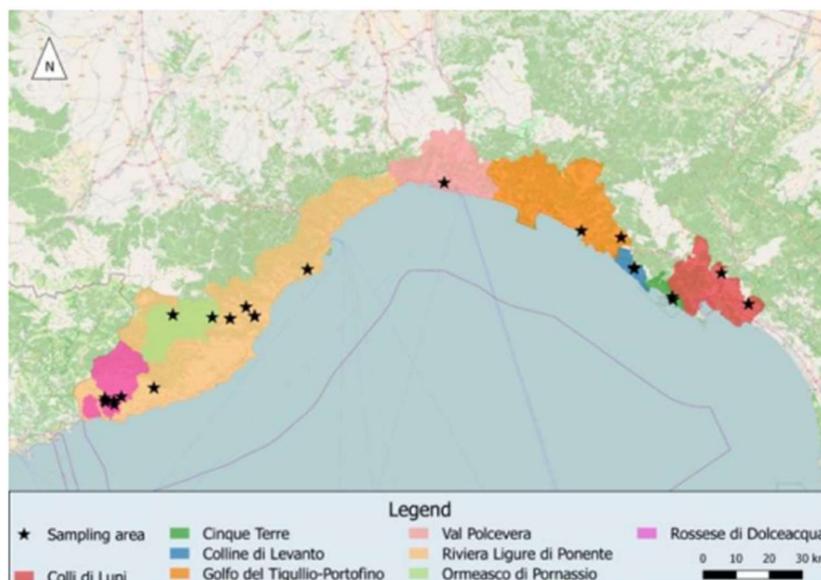


Figura 10, Mappatura dei principali vini liguri ²⁵

Per verificare la correlazione tra sottosuolo e soprasuolo è stato fatto uno studio nelle vigne di questi pregiati vitigni, al fine di dimostrare che il suolo e la sua struttura incide su ciò che accade in superficie. Le stelline della figura 11 sono i punti di estrazione dei campioni analizzati.

I risultati sono stati sorprendenti e altrettanto interessanti: ogni tipologia di vigneto ha una particolare composizione del terreno e basta spostarsi di pochi chilometri per trovare una tipologia completamente diversa. Ciò sta a significare che le componenti abiotiche e biotiche sono strettamente connesse e se esiste la biodiversità, in questo caso la diversità dei vari vigneti, esiste in egual modo la geodiversità, nell'esempio, del terreno. ²⁶

In particolare, i vigneti liguri possono essere raggruppati in quattro geodiversità differenti a seconda della composizione particolare del suolo:

- A. Areniti e flysch arenacei, tipiche delle vigne di cinque Terre Doc, Riviera Ligure di Ponente IGT e Colli di Luni DOC;
- B. Calcari e rocce carbonatiche, presenti nei vigneti Riviera Ligure di Ponente DOC;

²⁵ G. Brancucci, M. Brancucci, P. Maescotti, M. Solimano, I. Vagge, R. Regnuti, 2017, “La geodiversità dei vigneti liguri DOC e le sue relazioni con il territorio”, Rivista internazionale di scienze ambientali e dello sviluppo, Vol. 8, No. 9, Settembre 2017

²⁶ G. Brancucci, M. Brancucci, P. Maescotti, M. Solimano, I. Vagge, R. Regnuti, 2017, “La geodiversità dei vigneti liguri DOC e le sue relazioni con il territorio”, Rivista internazionale di scienze ambientali e dello sviluppo, Vol. 8, No. 9, Settembre 2017

- C. Argilliti, peliti e scisti pelitici, diffuse nelle zone del Rossese di Dolceacqua DOC, dell'Ormeasco di Pornassio DOC, del Golfo del Tigullio-Portofino, della Riviera Ligure di Ponente DOC, della Val Polcevera DOC e dei Colli di Luni.
- D. Ofioliti basaltiche, presenti nelle Colline di Levante DOC.²⁷

5.4 Definizione degli attributi e livelli per questionario

Supponendo l'esecuzione di un'indagine qualitativa per la redazione di attributi e livelli e ipotizzato un campione rappresentativo in base alle risorse della ricerca, si può procedere alla progettazione in base ai servizi geosistemici elencati nel sotto paragrafo 5.3.2.

I primi due attributi potrebbero riguardare gli agenti atmosferici e le acque: il primo attributo prende in considerazione il cambiamento del clima nei prossimi dieci anni (frane, alluvioni, bombe d'acqua, terremoti, ondate di caldo...), il secondo l'utilizzo dell'acqua come risorsa (energia, approvvigionamento, agricoltura, ecc...). I livelli sono: per il primo attributo nessuna variazione, miglioramento in metà dei mesi, miglioramento del clima annuale; per il secondo: non controllato, controllato in parte, controllo rigido.

L'obiettivo di questi due attributi è comprendere se l'utente ha intenzione di preservare la geodiversità attribuendo un valore al clima e all'acqua.

Il terzo attributo potrebbe riguardare lo sfruttamento dei terreni da parte dell'uomo inserendo come livelli la completa antropizzazione e la prevalenza naturale espresse entrambe da una percentuale che indica lo sfruttamento. Un attributo potrebbe essere: indicare la percentuale di sfruttamento del territorio ligure da parte dell'uomo che potrebbero essere: over 80%, 60%, 40% e under 20%. Si parte quindi da un territorio estremamente sfruttato dall'uomo a uno quasi completamente naturale e selvatico dove prevalgono ancora i boschi, i parchi e i campi.

Il quarto attributo potrebbe riguardare gli aspetti culturali come la descrizione del territorio: uno il decadimento del paesaggio naturale, il mantenimento del paesaggio e il miglioramento del paesaggio, l'altro le azioni di preservazione del folklore e dei siti culturali e religiosi. In questo caso i livelli sarebbero: nessuna azione, azioni sporadiche, azioni di valorizzazione.

²⁷ G. Brancucci, M. Brancucci, P. Marescotti, M. Solimano, I. Vagge, R. Regnuti, 2017, "La geodiversità dei vigneti liguri DOC e le sue relazioni con il territorio", Rivista internazionale di scienze ambientali e dello sviluppo, Vol. 8, No. 9, Settembre 2017

Il quinto attributo potrebbe interessare l'approvvigionamento e il sostentamento ovvero la possibilità di sacrificare alcune abitudini alimentari costose per il sistema, come l'uso massiccio del petrolio o dei minerali. I livelli sono: mantenimento delle abitudini, ridurre alcune abitudini, sacrificare tutte le abitudini.

Un altro attributo potrebbe riguardare le azioni di progettazione territoriale se sono sufficienti o andrebbero aumentate. Livelli : riduzione della progettazione, mantenimento o aumento.

Infine, gli ultimi attributi dovrebbero riguardare il costo che si attribuirebbe alle proprie scelte in termini di tassazione annuale es: 300€, 150€, 100€, 50€; e la distanza dei cambiamenti che si auspicerebbero dalla propria abitazione: 10 km, 50 k, e 100 km.

Riassumendo si può ottenere una tabella di questo tipo:

Tabella 27, attributi e livelli per lo studio della geodiversità ligure

Attributo	Livelli
Cambiamento climatico (frane, alluvioni, bombe d'acqua, terremoti, ondate di caldo...)	<ul style="list-style-type: none"> • Nessuna variazione • Miglioramento in metà dei mesi • Miglioramento del clima annuale
Utilizzo dell'acqua come risorsa (energia, approvvigionamento, agricoltura, ecc...)	<ul style="list-style-type: none"> • Non controllato • Controllato in parte • Controllo rigido
Sfruttamento dei terreni da parte dell'uomo, in termini di percentuale di territorio usato (100% completamente antropizzato e 0% completamente naturale)	<ul style="list-style-type: none"> • Over 80% • 60% - 41% • 40% - 21% • Under 20%.
Paesaggio naturale: il mantenimento o l'abbandono di alcuni siti naturali	<ul style="list-style-type: none"> • Decadimento del paesaggio naturale • Mantenimento del paesaggio • Miglioramento del paesaggio
Siti culturali e religiosi: azioni volte ad abbandonare alcune pratiche tradizionali vs azioni volte a mantenerle e valorizzarle	<ul style="list-style-type: none"> • Nessuna azione • Azioni sporadiche

	<ul style="list-style-type: none"> • Azioni di valorizzazione
Utilizzare in modo responsabile le risorse: la possibilità di sacrificare alcune abitudini alimentari costose per il sistema, come l'uso massiccio delle risorse come il petrolio o minerali	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimento delle abitudini • Ridurre alcune abitudini • Sacrificare tutte le abitudini.
Progettazione territoriale: se è sufficiente o meno	<ul style="list-style-type: none"> • Riduzione della progettazione • Mantenimento • Aumento
Costo: contributo annuale in termini di tassazione per l'utilizzo del suolo	<ul style="list-style-type: none"> • 300€ • 150€ • 100€ • 50€ • 0 €
Distanza dei cambiamenti	<ul style="list-style-type: none"> • - 10 km • 50 km • + 100 km

Avendo un numero di 30 livelli sarebbe impensabile consegnare al soggetto ogni singola combinazione possibile, per cui in questo caso si è optato di costruire delle schede che contengano 6 attributi e 3 livelli per ciascuno, in modo che l'utente scelga l'opzione che ritiene più valida.

Nel nostro caso possono essere consegnate 7 schede contenenti 3 alternative: 2 di politiche attive per la geodiversità e una di mantenimento dello status quo. Un primo test pilota potrebbe quindi essere rappresentato come nella figura che segue, dove il mantenimento dello status quo è rappresentato dalla prima colonna e l'utente è tenuto a scegliere quale situazione sceglierebbe all'interno della scheda.

Tabella 28, esempio di scheda per questionario sperimentale

	STATUS QUO	OPZIONE B	OPZIONE A
UTILIZZO ACQUA	Nessuna variazione	Controllo parziale	Controllo rigido (multe)
SFRUTTAMENTO O TERRENI			
CAMBIAMENTO CLIMATICO			
DISTANZA DEI CAMBIAMENTI (KM)	0 km	20 km	50 km
PAESAGGIO CULTURALE			
COSTO (€)	50€	150€	300€
SCELTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha avuto l'intento di presentare i metodi di scelta sperimentale che mirano alla redazione di progetti statistici che, utilizzando i metodi tradizionali, potrebbero essere di complessa attuazione o con poca rilevanza statistica.

L'argomento ha suscitato grande interesse ma l'assenza di materiale in lingua italiana ha dimostrato quanto sia poco trattato ed utilizzato in Italia dove, infatti, mancano una bibliografia in lingua italiana e ambiti di applicazione. La presunzione di questa tesi, quindi, vuol essere quella di far emergere aspetti ancora poco esplorati, ma decisamente interessanti.

Durante le diverse fasi di redazione di questo progetto i quesiti sono stati molti e spesso le risposte non così immediate. La difficoltà è stata dare una spiegazione il più possibile completa, partendo da quelle che sono le basi teoriche di riferimento, fondata sulle quali poggia l'intera statistica sperimentale: le risposte spesso si sono rivelate tanto complicate quanto le domande.

Si è optato di rispondere a quest'ultime in modo logico e sequenziale in modo da comprendere step by step l'argomento. In primis sono stati spiegati i modelli matematici che possono essere utilizzati per la ricerca, indicandone gli aspetti positivi e negativi delle varie tipologie; in seguito, sono stati presentati gli outputs del modello, che richiedono particolare attenzione nell'analisi posteriore per misurare la rappresentatività del modello, la bontà di adattamento, l'elasticità e la valutazione degli attributi.

In seguito, l'attenzione è stata spostata sul disegno sperimentale che deve essere costruito seguendo una logica estremamente precisa, per poter ottenere i dati nella forma adeguata da inserire nel modello e trovare un equilibrio tra livelli e attributi, in modo da ottenere una combinazione efficiente e soprattutto accettabile di alternative.

Per comprendere al meglio, sono state descritte le fasi di un esperimento di scelta, affiancandovi un semplice ma esemplificativo esempio di progetto sperimentale, al fine di capire le problematiche e soprattutto gli errori che possono essere commessi durante i vari step.

Infine, l'ultimo elemento trattato è stata la scelta sperimentale applicata alla valutazione ambientale. Questo genere di ricerca trova il suo massimo potenziale dove non vi è un mercato di riferimento ossia dove non è misurabile a livello di prezzo il valore dell'ambiente e di tutti i suoi componenti; diventa quindi complicato trovare dei parametri che lo rendano misurabile. Ecco perché, negli ultimi paragrafi, l'accento viene posto sulla geodiversità, in particolare del territorio ligure: è stata ipotizzata un'introduzione ad un lavoro di ricerca sul valore che i cittadini attribuiscono a quest'ultima. Sono stati individuati gli obiettivi e i problemi dell'analisi emersi a

seguito di una ricerca preliminare, poi sono stati stilati gli attributi e i livelli dei servizi geosistemici ed infine è stata creata una scheda che potrebbe essere utilizzata per un questionario pilota.

Ovviamente il lavoro di ricerca richiede tempi e risorse, anche umane, assai rilevanti, però darebbe sicuramente un'immagine ben definita di come i cittadini liguri vivono il territorio e quali aspettative hanno verso la sua difesa e la sua valorizzazione.

Questa tesi ha la volontà di portare all'attenzione degli enti governativi questa innovativa tecnica di analisi che potrebbe essere utilizzata per confrontare le varie attività di progettazione territoriale e attribuendo un valore quantificabile a ciò che non possiede un prezzo, di conseguenza nulla sarebbe scontato nel nostro vivere la Terra, il nostro Pianeta, ovvero la nostra Casa.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Coefficiente di determinazione R quadro, risorsa web reperibile all'indirizzo: Il coefficiente di determinazione R quadro e la regressione (yimp.it)

Dan Fleetwood, "Campionamento casuale semplice: definizione ed esempi", risorsa web reperibile all'indirizzo Campionamento casuale semplice: Definizione ed esempi (questionpro.com);

Deep Marketing, 2021, "I cinque passi del processo decisionale del consumatore"; risorsa web reperibile all'indirizzo: I cinque passi del processo decisionale del consumatore (deepmarketing.it) (consultato al 04/04/2023);

Diritto economia, risorsa web reperibile all'indirizzo: Elasticità puntuale ed elasticità d'arco (dirittoeconomia.net)

Elisabetta Pintus, 2010, "Analisi e dimensione economica del turismo"; risorsa web reperibile all'indirizzo: La teoria di scelta direzionale (tesionline.it)

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-15

Emrik Lundin Frisk, Yevheniya Volchko, Olof Taromi Sandstrom, Tore Soderqvist, Lars O. Ericsson, Fredrik Mossmark, Andreas Lindhe, Goran Blom, Lars-Ove Lång, Christel Carlsson, Jenny Norrman, 2022, "The geosystem services concept – What is it and can it support subsurface planning?", p. 1-30

F. Lupo, "Disegno fattoriale", risorsa web reperibile all'indirizzo: DISEGNO FATTORIALE | Federica Lupo - Academia.edu (consultato al 20/04/2023)

G. Brancucci, M. Brancucci, P. Marescotti, M. Solimano, I. Vagge, R. Regnuti, 2017, "La geodiversità dei vigneti liguri DOC e le sue relazioni con il territorio", Rivista internazionale di scienze ambientali e dello sviluppo, Vol. 8, No. 9, Settembre 2017

Gaetano D'Avino, metodi per l'analisi dei dati sperimentali, risorsa web reperibile all'indirizzo: Microsoft PowerPoint - Esercitazione6.ppt (unina.it)

Hannah Recker, 2023, "What is data aggregation?", risorsa web reperibile all'indirizzo: What Is Data Aggregation? (Examples + Tools) - Coefficient

Investors Wiki, “Campione casuale semplice”, risorsa web reperibile all’indirizzo Campione casuale semplice | Investor's wiki (investors.wiki);

ISPRA, Governo Italiano, risorsa web reperibile all’indirizzo: Cos'è la biodiversità — Italiano (isprambiente.gov.it)

J.J. Louviere, D.A. Hensher, J.D. Swait, 2007, “Stated Choice Methods”, p. 3 – 371

Lancaster, K., (1966), «A new approach to consumer theory», in Journal of Political Economics, vol. 74, pp. 132-157

M. Palumbo, E. Garbarino, 2019, “Ricerca sociale: metodo e tecniche”, p. 221-227

Med4care, Likelihood ratio (rapporto di verosimiglianza) e nomogramma di fagan, Risorsa web reperibile all’indirizzo: Likelihood Ratio (Rapporto di verosimiglianza) e Nomogramma di Fagan - Med4Care

Michael R. Thomsen, 2022, Modello delle caratteristiche di Lancaster (1966); risorsa web reperibile all’indirizzo: [https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_\(Thomsen\)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-](https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Economics/Book%3A_An_Interactive_Text_for_Food_and_Agricultural_Marketing_(Thomsen)/05%3A_Consumer_Theory_and_Models/5.03%3A_Section_3-) (consultato al 31/03/2023)

Mirko Cuneo, 2021, “Le fasi del processo di acquisto del cliente” risorsa web reperibile all’indirizzo: Le fasi del processo di acquisto del cliente - Mirko Cuneo (consultato al 04/04/2023);

Modelli di valutazione ambientale (MVA) e analisi di vitalità di una popolazione (PVA)”, risorsa web reperibile all’indirizzo: Microsoft Word - cap2-modelli.doc (unifi.it)

Murray Gray, 2011, “Environmental Conservation Vol. 38”, p. 271 – 274

Murray Gray, 2013, “Valuing and Conserving Abiotic Nature”, p. 12;

Paola Pozzolo, “Campionamento statistico: quale scegliere?”, risorsa web reperibile all’indirizzo Campionamento statistico: quale scegliere? - Paola Pozzolo

S. Rosen, 1974, Journal of Political Economy, Volume 82, Number 1 pp. 34-55

Trent Buskirk, “Popolazione target e quadro di campionamento”, risorsa web reperibile all’indirizzo [Popolazione target e quadro di campionamento nel campionamento dei sondaggi](#) | IWOFR

Ringraziamenti

Conclusi i miei cinque anni d'università, vorrei dedicare questo piccolo ma importante spazio alle persone che mi hanno accompagnato in questo bellissimo percorso.

Ci tengo a ringraziare tutta la mia famiglia che mi è stata sempre vicino, sia nei momenti felici ma soprattutto in quelli più complicati, non facendomi mai mancare tutto il loro supporto: al mio papà per avermi sempre spronato a dare il meglio di me, a Edoardo per avermi concesso un po' nella sua forza quando ne avevo più bisogno, alla mia nonna per essersi sempre preoccupata per me e alla mia instancabile mamma per avermi donato sempre l'energia giusta per non mollare mai aiutandomi incessantemente in quest'anni (nei modi più disparati!).

La mia famiglia però non finisce qui! Grazie a tutti i miei amici che, anche senza volerlo, mi hanno sempre fatto sentire bene. Grazie per aver non avermi mai lasciato solo e grazie per tutti i momenti di spensieratezza che mi avete regalato.

Grazie a tutti quelli che mi vogliono bene e grazie per essere stati miei complici, ognuno a modo suo, in questo splendido percorso.

Grazie a tutti per aver reso questo traguardo davvero speciale!

Rinaldo