

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

---

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA CIVILE**

*DICAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali*

**TESI DI LAUREA**

in

Teoria e Tecnica della Circolazione LS

**ANALISI DI MODELLI**

**TEORICO - EMPIRICI DI CAPACITÀ  
PER LE INTERSEZIONI A ROTATORIA**

**CANDIDATO:**  
Emanuele Valsecchi

**RELATORE:**  
Prof. Ing. Luca Mantecchini

Anno Accademico 2011/12

Sessione II



**INDICE**

<i>INTRODUZIONE</i>	pag. 1
1. <i>CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DI UN'INTERSEZIONE A ROTATORIA</i>	pag. 3
1.1 Cenni storici	pag. 4
1.2 Vantaggi e svantaggi delle rotatorie	pag. 7
1.3 Geometria delle rotatorie e aspetti progettuali	pag. 12
2. <i>MODELLI DI CAPACITÀ PER LE ROTATORIE</i>	pag. 25
2.1 Modello francese	pag. 26
2.2 Modello svizzero	pag. 28
2.3 Modello britannico	pag. 30
2.4 Modello israeliano	pag. 36
2.5 Modello statunitense	pag. 40
2.6 Modello australiano	pag. 42
2.7 Modello tedesco	pag. 44
2.8 Quadro riassuntivo	pag. 47
3. <i>CONFRONTO DI ALCUNI MODELLI DI CAPACITÀ</i>	pag. 48
3.1 Modalità di lavoro e caratteristiche del campione	pag. 48
3.2 Analisi dei risultati	pag. 53
4. <i>ELABORAZIONE DI MODELLI GLOBALI</i>	pag. 66
4.1 Modello globale per la rotatoria C1	pag. 67
4.2 Modelli globali per la rotatoria C2	pag. 72
<i>CONCLUSIONI</i>	pag. 90
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	pag. 92
<i>APPENDICE</i>	pag. 94

## INTRODUZIONE

Le intersezioni a rotatoria, cioè di tipo non semaforizzato, costituite da un'isola centrale invalicabile e da un anello percorribile a senso unico antiorario, sono una soluzione molto innovativa per la sistemazione delle intersezioni stradali, perché presentano molti vantaggi: per esempio un aumento della sicurezza, una diminuzione dei ritardi e anche un possibile aumento della capacità dell'intersezione. Le rotatorie esistono dall'inizio del Novecento, e hanno conosciuto un'evoluzione negli anni '60, arrivando ad assumere la configurazione attuale, che è quella che tutti oggi conoscono. In Italia le rotatorie sono state introdotte più tardi rispetto al resto dell'Europa, ma negli ultimi anni si è registrato un notevole aumento di interesse e una grande diffusione. Una delle problematiche più interessanti che riguardano le intersezioni a rotatoria è costituita dal calcolo della capacità, perché quando si progetta una rotatoria è necessario innanzitutto effettuare un corretto dimensionamento. In quasi cinquanta anni sono stati sviluppati moltissimi modelli per il calcolo della capacità, alcuni molto semplici, altri decisamente più raffinati.

In questa tesi di laurea si affronta il problema della capacità per le intersezioni a rotatoria, e ci si sofferma proprio sull'analisi di alcuni modelli per il calcolo di tale valore. Sono stati scelti ed approfonditi alcuni modelli, e si è provato ad applicarli a un insieme di alcune rotatorie, opportunamente individuate. I risultati ottenuti sono stati esaminati, cercando soprattutto di confrontare tra loro i diversi modelli e di interpretare il significato dei parametri che compaiono nelle diverse formule. Uno degli obiettivi principali di questo studio era infatti quello di provare a capire se la capacità di una rotatoria è influenzata maggiormente da aspetti geometrici, legati quindi alla forma e alle dimensioni della rotatoria, oppure se un ruolo predominante è svolto da fattori comportamentali, legati quindi all'interazione tra i veicoli e ai processi di scelta degli utenti, che devono decidere se immettersi o meno nella rotatoria. Per cercare di raggiungere questo scopo si è ampliata l'analisi, utilizzando i dati raccolti come punto di partenza per una serie di altre elaborazioni ed interpolazioni. Alla base di questa seconda parte dello studio c'era l'idea di provare a vedere se fosse possibile ricavare un nuovo modello, derivante da quelli studiati, che potesse riassumerli in maniera semplice e potesse aiutare a chiarire quali sono i parametri più importanti dai quali dipende il valore di capacità di una rotatoria. Questo modello eventualmente ottenuto sarebbe dovuto servire più che altro per interpretare i modelli studiati e capire se uno di questi si comportasse meglio degli altri in

situazioni particolari oppure se fosse più adatto in determinate condizioni di traffico piuttosto che in altre.

In questo elaborato il primo capitolo è dedicato alla descrizione delle intersezioni a rotatoria, alla presentazione dei vantaggi e degli svantaggi, e alla discussione riguardante gli aspetti geometrici delle intersezioni a rotatoria. Nel secondo capitolo vengono descritti alcuni modelli di capacità per le rotatorie, si presentano le formule per il calcolo della capacità e si approfondiscono gli aspetti legati ai parametri che ne influenzano il valore. Nel terzo capitolo si espongono i risultati del calcolo della capacità di alcune rotatorie, effettuato utilizzando i modelli riportati nel secondo capitolo, si esaminano i valori ottenuti e si confrontano i diversi andamenti. In questo modo si sono potute capire le caratteristiche dei vari modelli, le loro differenze e i tratti in comune, e si è introdotto il problema del ruolo ricoperto dai vari parametri nel calcolo della capacità. Il quarto ed ultimo capitolo è dedicato invece all'approfondimento delle problematiche emerse nel corso dell'analisi e all'interpretazione dei dati ottenuti: sono presentate e discusse le analisi che sono state svolte per cercare di capire quali sono gli aspetti che maggiormente influenzano il calcolo della capacità di una rotatoria. In particolare si è cercato di determinare se hanno un'importanza maggiore i fattori geometrici oppure quelli di tipo comportamentale e, sulla base delle analisi svolte e dei risultati ottenuti, sono state tratte le opportune conclusioni. Infine in appendice sono riportati tutti i dati sperimentali raccolti nel corso di questo studio, per integrare l'esposizione di tutti i risultati presentati nel terzo e nel quarto capitolo.

## **CAPITOLO 1: CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DI UN'INTERSEZIONE A ROTATORIA**

Nell'ultimo decennio, come accaduto in altri Stati, anche in Italia si è assistito ad un notevole aumento di interesse per le intersezioni a rotatoria. Si tratta di un tipo di intersezione non semaforizzata, costituita da un'isola centrale invalicabile, circondata da un anello percorribile a senso unico antiorario (orario nei Paesi anglosassoni con circolazione a sinistra). I veicoli che si immettono nella rotatoria dalle diverse entrate devono dare la precedenza a quelli già presenti nell'anello di circolazione. Nelle intersezioni a rotatoria sono sempre presenti alcuni elementi caratteristici, che saranno descritti in seguito, ma la configurazione di una rotatoria varia da Stato a Stato, a seconda del contesto, delle consuetudini e delle condizioni di circolazione. Negli Stati Uniti e in Australia sono numerose le rotatorie di grandi dimensioni, a più corsie e con molte entrate, e sono spesso utilizzate in ambito extraurbano. In Europa invece l'uso di questo tipo di intersezione è molto diffuso anche in ambito urbano e in generale si trovano più frequentemente rotatorie medio-piccole, con anello a singola corsia e tre/quattro entrate.

Parallelamente all'incremento del numero di rotatorie si è assistito anche ad uno sviluppo delle normative e delle linee guida per il progetto e la costruzione. Oggi in letteratura sono presenti moltissime indicazioni che possono essere utili al progettista, e ci sono alcune normative ben sviluppate alle quali si può fare riferimento. Si segnalano in particolare:

- in Europa, la normativa svizzera (*Guide suisse des giratoires*);
- la normativa australiana (*Austroad*);
- negli USA, la normativa dello Stato dell'Oregon (*Modern roundabouts for Oregon*), che riassume ed integra le normative statali di Maryland, Florida e California.

In Italia alcune indicazioni, poche per la verità, sono contenute nel D.M. 19 aprile 2006, *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 170 del 24 luglio 2006.

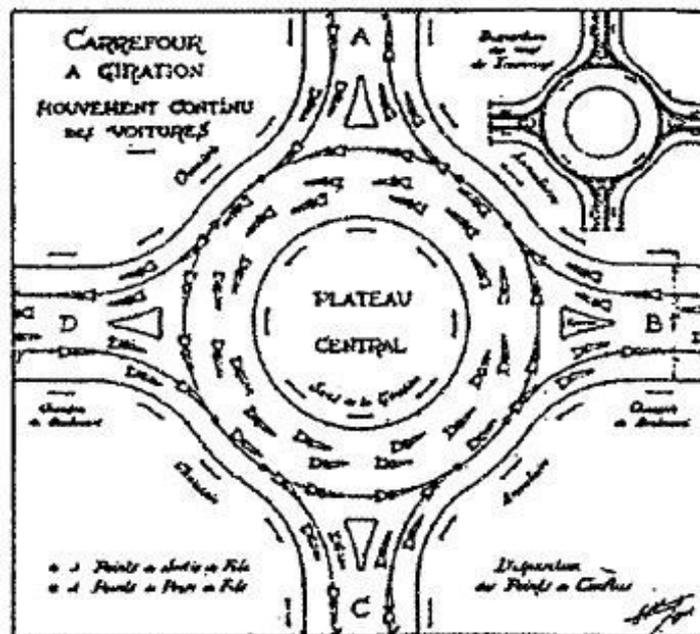
Nel capitolo che segue si affronta l'aspetto riguardante la geometria di una rotatoria, cercando di elaborare una sintesi delle indicazioni più importanti, contenute nelle diverse fonti. Dopo una breve rassegna storica sulla nascita e la diffusione delle rotatorie, se ne analizzano vantaggi e svantaggi. Si descrivono poi gli elementi fondamentali che le costituiscono, con

particolare attenzione agli accorgimenti che si dovrebbero adottare per conseguire un risultato ottimale. Infine si riportano ulteriori indicazioni per una corretta progettazione.

### 1.1 Cenni storici

A partire dal Medioevo e soprattutto nel periodo dal Rinascimento fino al XIX secolo, le piazze hanno svolto un ruolo fondamentale nello sviluppo delle città: erano infatti il luogo centrale della vita sociale e politica dei centri urbani e costituivano il punto di convergenza delle reti stradali. A Parigi, Vienna e in molte altre città europee vennero realizzate grandi piazze all'incrocio di *boulevards* e di ampi viali, disposti radialmente intorno ad esse. In questi incroci però non si può riconoscere lo schema classico di una rotatoria, perché la strada, benché di forma circolare, era a doppio senso di circolazione.

Il primo progetto di un'intersezione a rotatoria si deve all'urbanista Eugène Hénard, che lo elaborò nel 1903 per la sistemazione di Place de l'Etoile a Parigi (Figura 1.1): per risolvere i problemi di congestione del traffico, già presenti all'epoca, egli propose la circolazione a senso unico intorno all'Arco di Trionfo. Il progetto fu realizzato però solo qualche anno più tardi, nel 1907. Il primo esempio di rotatoria effettivamente costruita fu *Columbus Circle* a New York (Figura 1.2), realizzata nel 1905 su progetto di William Phelps Eno [8].



**Figura 1.1:** il progetto di Hénard per la sistemazione di Place de l'Etoile a Parigi.

La soluzione di prevedere la circolazione a senso unico intorno al centro di una piazza prese il nome di *rotatoria alla francese*, dal momento che il primo a proporla fu Hénard. In Gran Bretagna la prima rotatoria fu *Sollershott Circus*, realizzata da Parker e Worker intorno al 1910 per la sistemazione dell'Ebenezer Howard's First Garden City, un incrocio di sei strade presso Leckworth. Negli anni successivi alla Prima Guerra Mondiale in Gran Bretagna continuò lo sviluppo e la diffusione delle rotatorie: nel 1925 vennero realizzate le prime rotatorie anche a Londra, tra le quali quelle in Parliament Square, Hyde Park Corner e Trafalgar Square [1].

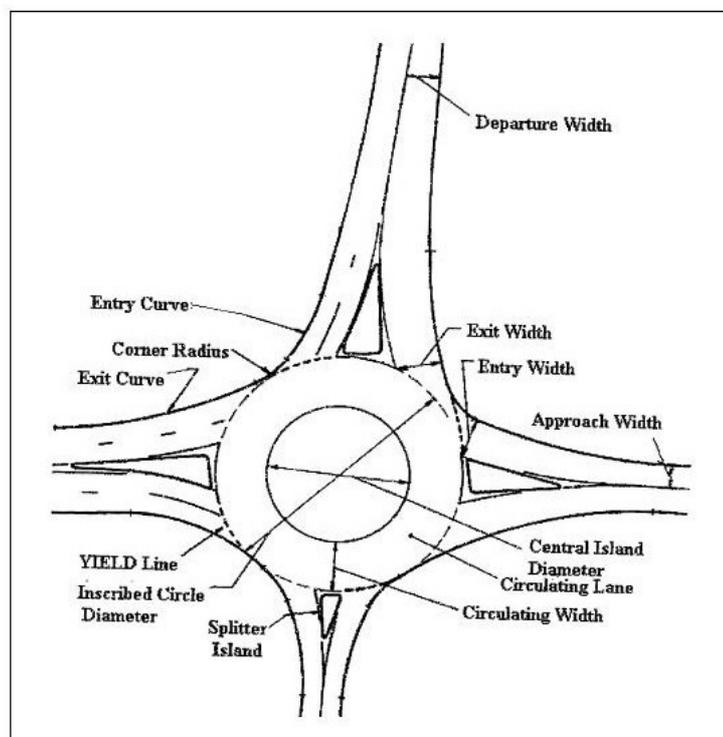


**Figura 1.2:** Columbus Circle a New York in una foto d'epoca.

In Gran Bretagna dunque l'utilizzo delle intersezioni a rotatoria conobbe molta fortuna, mentre negli altri Paesi europei la loro diffusione fu limitata. In Germania per esempio si assistette ad una prima fase di sviluppo negli anni '20 e '30, durante la quale vennero costruite numerose rotatorie, ma successivamente questa soluzione fu completamente abbandonata. Anche negli Stati Uniti l'utilizzo dello schema a rotatoria conobbe un declino, già a partire dalla fine degli anni '30. Era opinione diffusa infatti che le rotatorie creassero molti disagi alla circolazione e avessero più svantaggi che vantaggi: il problema era che finora era stata

adottata la regola della precedenza a destra (precedenza a sinistra in Gran Bretagna e nelle sue colonie), e i veicoli nell'anello dovevano dare la precedenza a quelli entranti. Le rotatorie erano concepite quindi come una zona di scambio fra due entrate successive e la loro realizzazione si basava sull'esperienza del progettista e sul senso comune. È evidente che una sistemazione di questo tipo non era efficiente, soprattutto in caso di flussi di traffico elevati. I veicoli in entrata, avendo la precedenza, bloccavano la circolazione sull'anello, e quando si formava una lunga coda di veicoli, anche tutte le altre entrate venivano bloccate: la circolazione risultava completamente paralizzata, ed era necessario l'intervento della polizia nelle ore di punta per regolare il traffico ed evitare situazioni caotiche [1].

La vera svolta fu l'assegnazione della precedenza ai veicoli circolanti nell'anello, regola introdotta in Gran Bretagna nel 1966, dopo alcuni anni di sperimentazioni: l'applicazione di questa nuova precedenza obbligatoria aveva molti benefici, perché eliminava il problema di blocco della circolazione, migliorava la capacità dell'intersezione, diminuiva i ritardi e gli incidenti [8]. Erano nate le intersezioni a rotatoria così come le conosciamo adesso: la vecchia rotatoria con precedenza ai veicoli in entrata era definita *traffic circle*, mentre la nuova tipologia, con precedenza all'anello, prese il nome di *modern roundabout* (Figura 1.3).



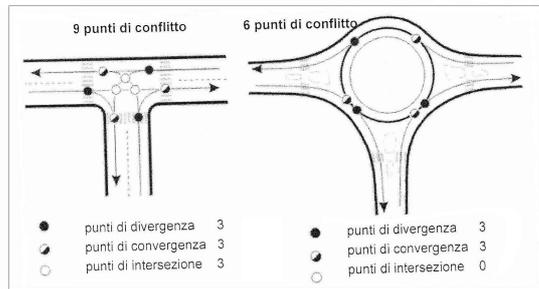
**Figura 1.3:** elementi caratteristici di una *modern roundabout*.

Da questo momento in avanti le rotatorie, intese come *modern roundabouts*, conobbero un rinnovato sviluppo, che continua ancora oggi. Non solo in Gran Bretagna, ma anche in molti altri Paesi: in Francia furono reintrodotte a partire dal 1972 e nel 1983 la regola della precedenza all'anello venne ufficializzata dal Codice della strada, mentre nella vicina Svizzera, a partire dalla fine degli anni '70, si assistette alla trasformazione in rotatorie di molte intersezioni pericolose, soprattutto in ambito urbano. Nei Paesi scandinavi un analogo processo di diffusione si ebbe negli anni '80, perché fino ad allora i tecnici non pensavano di poter conseguire gli stessi positivi risultati britannici, attribuendoli alla bravura degli automobilisti d'Oltremania (tolleranza, disciplina e particolare attenzione alla guida) più che alle caratteristiche intrinseche delle intersezioni a rotatoria. La diffusione delle rotatorie non si limitò all'ambito europeo: anche negli Stati Uniti e in Australia questo tipo di intersezione è molto utilizzato, e proprio in questi due Paesi sono stati condotti numerosi studi sul funzionamento e sulle prestazioni operative delle rotatorie, ai quali hanno fatto seguito linee guida molto approfondite.

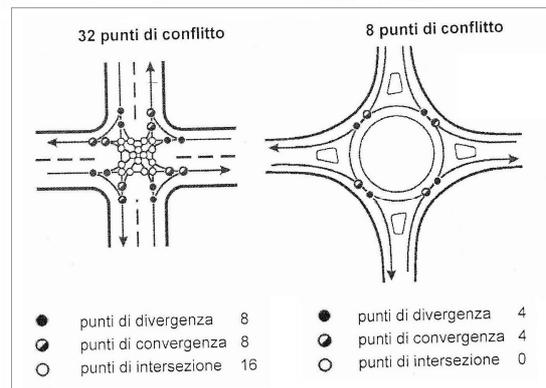
Oggi le intersezioni a rotatoria sono numerosissime, costituiscono uno strumento molto valido e il progettista è in grado di disegnarle al meglio. Tuttavia l'utilizzo delle rotatorie non dovrebbe diventare una moda, nel senso che, quando si studia un intervento viabilistico, la scelta di realizzarne una non dovrebbe essere decisa a priori, ma dovrebbe essere una delle diverse alternative da considerare, e bisognerebbe comunque valutarne attentamente la fattibilità all'interno del contesto in cui si opera.

### ***1.2 Vantaggi e svantaggi delle rotatorie***

Un'intersezione a rotatoria presenta numerosi vantaggi, il più importante dei quali è sicuramente il miglioramento delle condizioni di sicurezza. In una rotatoria infatti il numero di punti di conflitto è minore rispetto a una normale intersezione a raso: nel caso di un'intersezione a tre rami i punti di conflitto diminuiscono da 9 a 6 (Figura 1.4), mentre in una a quattro rami i punti di conflitto passano da 32 a 8 (Figura 1.5). Inoltre anche la riduzione della velocità contribuisce a ridurre il numero e la gravità degli incidenti [7].



**Figura 1.4:** riduzione dei punti di conflitto in una rotatoria a tre rami.



**Figura 1.5:** riduzione dei punti di conflitto in una rotatoria a quattro rami.

Un altro notevole vantaggio riguarda il miglioramento complessivo delle condizioni di circolazione. Poiché in una rotatoria le operazioni di svolta sono facilitate, i tempi di attesa ai rami sono inferiori rispetto ad altri tipi di intersezioni, semaforizzate e non. Il progettista non deve decidere se prevedere una corsia riservata alla svolta a sinistra oppure se realizzare corsie condivise, perché tutti i veicoli si immettono nell'anello e successivamente ciascuno compie la manovra che lo interessa. L'intersezione a rotatoria quindi risolve anche il problema della svolta a sinistra, e questo si traduce in una diminuzione complessiva del ritardo in corrispondenza dell'accesso. La semplificazione delle manovre e la riduzione dei tempi di attesa permettono un aumento della capacità rispetto ad altri tipi di incroci: infatti una rotatoria ha una capacità maggiore rispetto alle intersezioni non semaforizzate regolate dal diritto di precedenza, ed ha una capacità paragonabile, e in alcuni casi superiore, a quella di un'intersezione semaforizzata [8]. Inoltre un'intersezione a rotatoria ha una maggiore versatilità e un migliore comportamento rispetto alle fluttuazioni del traffico nel corso della giornata: nel caso classico di un'intersezione semaforizzata a ciclo fisso, dimensionata considerando il traffico delle ore di punta, negli altri periodi si ha un funzionamento non ottimale dell'intersezione, mentre nel caso di una rotatoria il funzionamento continuo permette una autoregolazione dei flussi sia durante i periodi di picco, sia durante quelli di morbida [1].

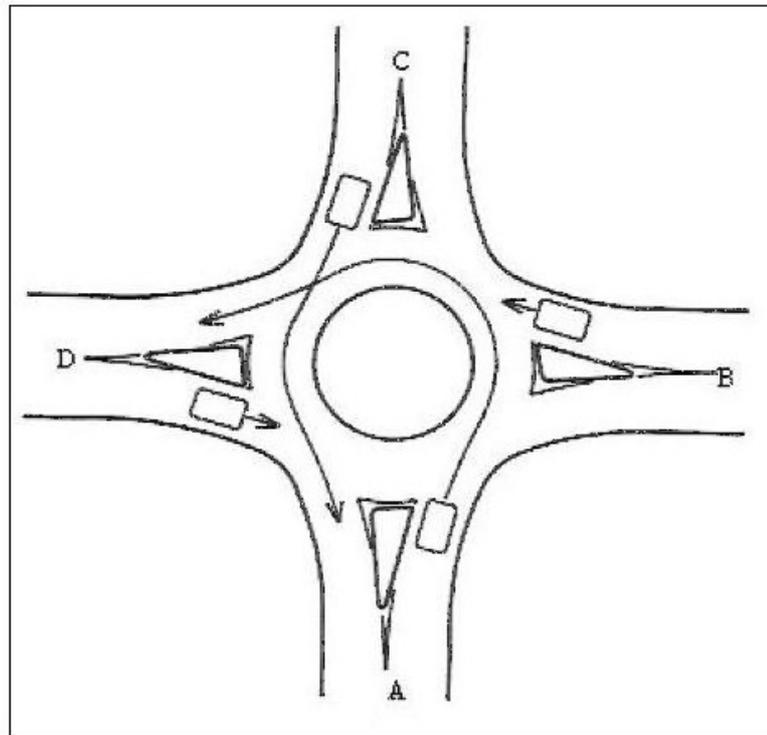
La realizzazione di un'intersezione a rotatoria comporta anche una serie di vantaggi secondari, ma non per questo meno interessanti, quali [7]:

- diminuzione delle emissioni inquinanti e riduzione dell'inquinamento acustico, grazie alle basse velocità di percorrenza, alla maggiore fluidità di movimento dei veicoli e all'eliminazione della necessità di arrestarsi e ripartire;
- miglioramento della qualità urbana, dal momento che le rotatorie caratterizzano nodi importanti, delimitando strade di forma e funzioni diverse, e consentono interventi urbanistici e di arredo urbano, valorizzando i luoghi in cui sorgono;
- maggiore protezione delle utenze deboli, quali pedoni e ciclisti, come conseguenza ancora una volta della riduzione della velocità e del fatto che le isole divisionali possono costituire un rifugio per i pedoni durante l'attraversamento, rendendolo più sicuro;
- semplificazione della segnaletica verticale, poco ingombrante e facilmente comprensibile da parte dell'utente;
- economicità nella gestione e nella manutenzione dell'intersezione, a differenza delle intersezioni semaforizzate che richiedono apparecchiature e software complessi;
- possibilità di invertire la direzione di marcia senza dover compiere manovre pericolose o impegnare scorrettamente l'incrocio;
- aumento della disciplina, in quanto le rotatorie portano gli utenti a prestare maggiore attenzione e a dare la precedenza, abituandoli a una guida più attenta.

Considerando i vantaggi appena esposti, si ritiene che la realizzazione di una rotatoria sia appropriata in siti con le seguenti caratteristiche [8]:

- intersezioni non semaforizzate, regolate solamente dal segnale di stop o precedenza, nelle quali il volume di traffico è tale che si verificano ritardi inaccettabili per la strada con minor traffico;
- intersezioni semaforizzate nelle quali la sostituzione dell'impianto semaforico con una rotatoria porterebbe ad una riduzione del ritardo: si ricorda che in molte situazioni una rotatoria ha la stessa capacità dell'intersezione semaforizzata, ma è in grado di operare con ritardi inferiori e migliore sicurezza, soprattutto nei periodi di morbida;

- intersezioni a tre o quattro rami in cui si registrano alte percentuali di svolte a sinistra: come si è visto in precedenza, una rotatoria può operare efficacemente anche in presenza di grandi volumi di svolte a sinistra (Figura 1.6);
- intersezioni con più di quattro rami: spesso in situazioni di questo tipo la suddivisione dell'incrocio complesso in più incroci semplici e l'utilizzo del segnale di stop o di precedenza non permettono di definire adeguatamente le precedenze, mentre un impianto semaforico risulta meno efficiente della rotatoria, a causa dell'alto numero di fasi richieste, che provocano un incremento del tempo perso;
- intersezioni nelle quali si verifica un elevato numero di incidenti, che coinvolgono sia le manovre di attraversamento che quelle di svolta, o comunque in tutti quei casi nei quali si voglia aumentare la sicurezza dell'incrocio;
- intersezioni tra strade di categorie diverse, come per esempio le connessioni tra la viabilità urbana e quella extraurbana oppure gli incroci che costituiscono il punto terminale di strade a carreggiate separate: in queste situazioni, nelle quali è necessario prestare particolare attenzione, una rotatoria può esercitare un'azione positiva di condizionamento degli utenti, inducendoli a moderare la velocità;
- intersezioni fra strade locali, nelle quali è preferibile non dare la precedenza a nessuna delle due strade.



**Figura 1.6:** i movimenti di svolta all'interno di una rotatoria.

Tuttavia questo tipo di intersezione presenta anche alcuni svantaggi. Infatti una rotatoria necessita di ampi spazi per essere realizzata nella maniera più corretta e, soprattutto nelle aree urbane, non sempre è possibile ricavare lo spazio necessario. In alcuni casi invece la realizzazione potrebbe avere costi di costruzione troppo elevati, per esempio nel caso in cui ci siano delle proprietà da espropriare o ci sia la necessità di spostare i sottoservizi [8]. Inoltre in presenza di una rotatoria i veicoli pesanti potrebbero incontrare difficoltà di manovra e di conseguenza creare ostacoli alla viabilità, bloccandola temporaneamente oppure causando incidenti, soprattutto nei casi di presenza contemporanea di mezzi pesanti e veicoli a due ruote [7]. Infine si sottolinea che all'interno dell'anello non possono essere previste corsie preferenziali per i mezzi pubblici, ed anche eventuali piste ciclabili o attraversamenti pedonali devono essere progettati con particolare attenzione [1].

Per questo la costruzione di una rotatoria è sconsigliata nei seguenti casi [8]:

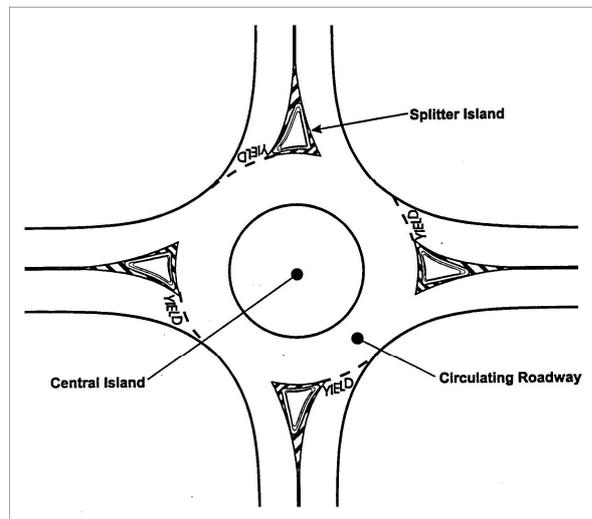
- mancanza di spazio sufficiente o presenza di condizioni sfavorevoli: se il progetto geometrico non è ottimale, le visuali libere potrebbero non essere adeguate e la manovra dei veicoli pesanti potrebbe essere difficoltosa;
- irregolarità plano-altimetriche che comportino la realizzazione dei rami di approccio con una pendenza eccessiva: la pendenza massima consentita è del 3%;
- intersezioni nelle quali i flussi di traffico sono sbilanciati e non si vuole penalizzare troppo la corrente principale: per esempio, quando una strada più importante incrocia una strada più piccola e con un volume di traffico decisamente inferiore, se la circolazione fosse regolata tramite una rotatoria, i veicoli della strada con maggiore traffico potrebbero subire ritardi inaccettabili;
- intersezioni nelle quali sono presenti flussi considerevoli di veicoli pesanti;
- aree in cui si realizza una regolazione centralizzata del traffico, che permette di dare la precedenza a una corrente a sfavore di un'altra: in particolare la realizzazione di una rotatoria è incompatibile con il coordinamento semaforico di una serie di incroci successivi, perché andrebbe ad interrompere la cosiddetta *onda verde*;
- intersezioni nelle quali si vuole mantenere una corsia preferenziale per i mezzi pubblici;
- intersezioni nelle quali i movimenti ciclo-pedonali sono numerosi e il traffico veicolare è elevato: in una situazione di questo tipo i pedoni potrebbero avere difficoltà ad attraversare la strada e potrebbe essere preferibile la realizzazione di un'intersezione semaforizzata.

Comunque la scelta di realizzare o meno una rotatoria deve essere affrontata con attenzione, a partire dalla sua localizzazione. In ogni situazione vanno valutati tutti i diversi aspetti, come le condizioni topografiche e i flussi di traffico, e vanno esaminate le possibili criticità: per esempio bisogna evitare che il traffico in uscita da un ramo sia interrotto da un ostacolo posizionato subito a valle (come potrebbe essere un semaforo per l'attraversamento pedonale), perché in tal caso i veicoli si accoderebbero fino all'interno dell'anello della rotatoria, impedendone il corretto funzionamento e bloccando completamente la circolazione anche sugli altri rami [8].

### ***1.3 Geometria delle rotatorie e aspetti progettuali***

In una rotatoria si distinguono facilmente alcuni elementi caratteristici (Figura 1.7):

- isola centrale;
- anello di circolazione;
- isola separatrice, detta anche isola divisionale;
- entrate e uscite.



**Figura 1.7:** elementi caratteristici di una rotatoria.

L'isola centrale occupa la zona centrale dell'intersezione, attorno alla quale si sviluppa la circolazione in senso antiorario del traffico proveniente da diverse entrate. Deve essere invalicabile, ed è per questo che è costruita in rilievo, spesso sistemata a verde: l'isola centrale

di una rotatoria costituisce a tutti gli effetti un elemento di arredo urbano. Per facilitare le manovre ai veicoli pesanti, che hanno un raggio di sterzata maggiore, può essere prevista una fascia sormontabile, collocata nella parte esterna dell'isola centrale. Solitamente questa striscia è rialzata, ha una pendenza verso l'esterno superiore a quella dell'anello ed è pavimentata in maniera differente dal resto della carreggiata, in modo tale da essere facilmente distinguibile: per esempio può essere verniciata oppure realizzata utilizzando dei blocchetti di porfido. In questo modo la fascia sormontabile può essere eccezionalmente percorsa dai veicoli pesanti, ma ne è escluso l'utilizzo da parte degli altri veicoli. In caso di mini-rotatorie in ambito urbano non è raro vedere isole centrali completamente sormontabili, anche se questo può favorirne l'uso scorretto da parte degli utenti, che potrebbero decidere di attraversare l'isola centrale invece di girarci intorno [1].

L'isola centrale ha una forma circolare e la sua dimensione è funzione del diametro della rotatoria e della necessità di ottenere una sufficiente deflessione della traiettoria, per moderare la velocità dei veicoli che attraversano l'intersezione. In fase di progettazione, dopo aver stabilito il diametro della rotatoria e la larghezza dell'anello, si ricava il valore del raggio dell'isola centrale. Variando in modo continuo la curvatura della strada, la forma circolare permette anche di ottenere una certa attenzione alla guida da parte dell'utente. Inoltre isole centrali larghe forniscono una separazione maggiore fra le aree di conflitto adiacenti e consentono ai veicoli in entrata una migliore comprensione delle manovre di quelli già presenti nell'anello [1].

Per quanto riguarda invece il diametro di una rotatoria, esso rappresenta il principale parametro usato per definire il tipo di rotatoria: infatti all'interno di ogni normativa nazionale è presente una classificazione basata proprio sul valore del diametro. Si ricorda che il generico termine *diametro* si riferisce al diametro esterno di una rotatoria, cioè il diametro del cerchio inscritto all'interno delle linee di margine esterno della carreggiata dell'anello. Nella normativa italiana vengono definite le seguenti tre tipologie [6]:

- *mini-rotatorie*: diametro compreso tra 14 e 25 metri;
- *rotatorie compatte*: diametro compreso tra 25 e 40 metri;
- *rotatorie convenzionali*: diametro compreso tra 40 e 50 metri.

Naturalmente la scelta del diametro da utilizzare è fatta in funzione dello spazio disponibile e dei flussi di traffico che interessano l'intersezione a rotatoria. Per questo motivo le mini-rotatorie si utilizzano esclusivamente in ambito urbano, le rotatorie compatte sono adatte in

ambito urbano e sub-urbano, mentre quelle con diametro maggiore sono preferibili in ambito extraurbano e in intersezioni di strade a carreggiate separate.

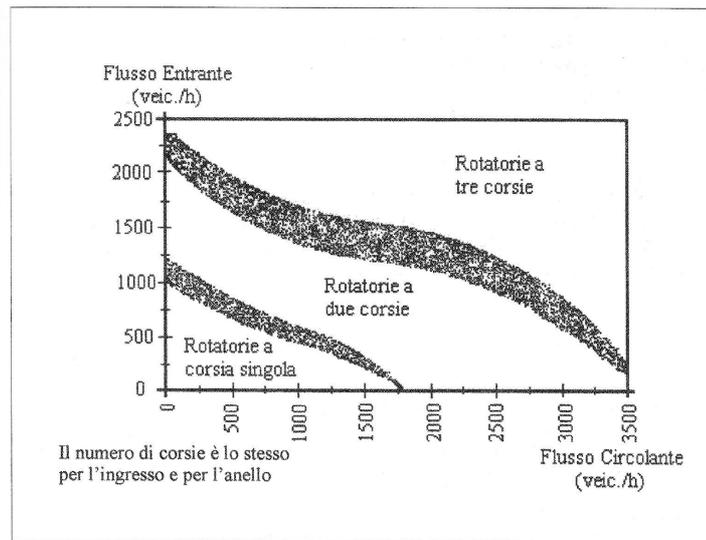
Si è detto che nel progetto di una rotatoria è fondamentale definire, oltre al diametro, anche un altro parametro, la larghezza dell'anello. La normativa italiana riporta delle misure specifiche per questo elemento, stabilite in funzione del diametro e del numero di corsie di ingresso, e prevede di organizzare l'anello sempre su un'unica corsia. Nella tabella seguente sono riportati questi valori [6].

Numero corsie di entrata	Diametro	Larghezza anello
1	14 - 25 m	7.00 - 8.00 m
1	25 - 40 m	7.00 m
1	$\geq 40$ m	6.00 m
2	$< 40$ m	8.50 - 9.00 m
2	$\geq 40$ m	9.00 m

**Tabella 1.1:** larghezza dell'anello in funzione del diametro e del numero delle corsie di entrata.

In realtà queste indicazioni spesso non vengono seguite e si riscontrano larghezze molto variabili, con valori superiori a quelli appena visti. Inoltre in molti casi la sistemazione data alla rotatoria prevede due corsie nell'anello. Tutto ciò si può spiegare con il fatto che in Italia la normativa è piuttosto recente (risale infatti al 2006), e molte rotatorie sono state costruite in precedenza, quando di fatto c'era un vuoto normativo e per la progettazione si faceva riferimento alle indicazioni presenti in letteratura. Tuttavia bisogna anche sottolineare che i valori riportati nella normativa italiana in molte situazioni sono inadatti a garantire un progetto geometrico ottimale, soprattutto perché tali valori dipendono solamente dal diametro della rotatoria e non si fa alcun riferimento al flusso circolante nell'anello, che invece è un parametro molto importante. Anche la scelta di stabilire che si deve sempre organizzare l'anello con una sola corsia è discutibile: sarebbe meglio lasciare al progettista la possibilità di decidere se prevedere una piuttosto che due corsie per l'anello, e ovviamente questa scelta andrebbe fatta in base al contesto nel quale si inserisce la rotatoria e ai flussi di traffico che la interessano. Il fatto di realizzare nell'anello una sola corsia molto ampia comporta anche una controindicazione: infatti in presenza di flussi di traffico elevati, avendo più spazio a

disposizione gli utenti potrebbero tendere a disporsi su due file, rallentando così la circolazione e aumentando il rischio di incidenti. La normativa australiana da questo punto di vista è particolarmente interessante, perché riporta un grafico (Figura 1.8) che fornisce un'indicazione sul numero di corsie dell'anello da prevedere, in funzione del flusso entrante e di quello circolante nella rotatoria [7]. Riporta poi una tabella con le combinazioni fra numero di corsie di ingresso e dell'anello, e le rispettive larghezze (Tabella 1.2).



**Figura 1.8:** grafico per la scelta del numero di corsie dell'anello.

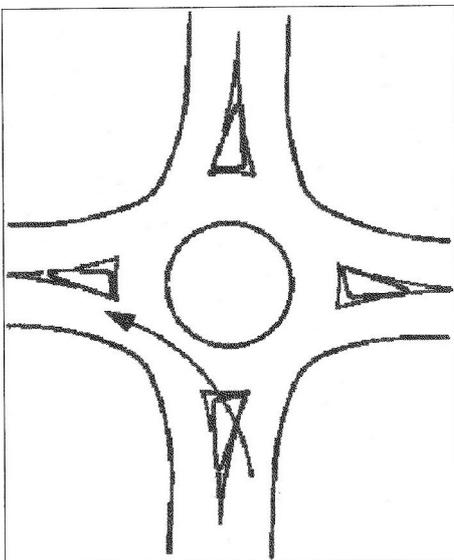
Corsie entrata	Larghezza entrata	Corsie anello	Larghezza anello
1	<6 m	1	<10 m
2	6 - 10 m	2	10 - 15 m
3	>10 m	3	>15 m

**Tabella 1.2:** numero di corsie dell'entrata e dell'anello (Austroads).

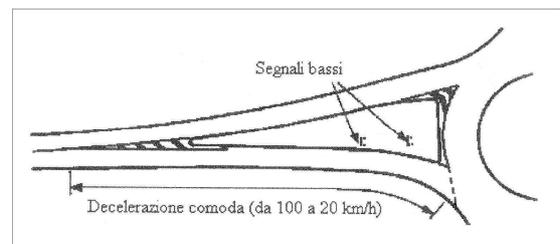
Sulla base delle indicazioni riportate in letteratura, in linea di massima è conveniente prevedere due corsie nell'anello quando il flusso circolante è maggiore di 1300 - 1500 veicoli/ora [7]. Inoltre è consigliabile che il numero di corsie dell'anello non sia superiore al numero di corsie di ingresso: se in ciascun ramo è presente una sola corsia di ingresso, anche l'anello dovrà essere organizzato su una sola corsia. Invece, se sono presenti entrate con due corsie, anche nell'anello è possibile adottare una sistemazione con due corsie di circolazione. Nel contesto italiano è preferibile limitarsi a un massimo di due corsie per l'anello, anche

perché non si realizzano mai entrate con tre corsie di ingresso. Per quanto riguarda gli aspetti costruttivi è molto importante mantenere sempre costante la larghezza dell'anello e realizzare correttamente la pendenza trasversale (indicativamente un valore di circa il 2%), in modo tale da convogliare verso l'esterno e smaltire rapidamente le acque piovane [7].

Oltre all'isola centrale e all'anello di circolazione, un altro elemento caratteristico e facilmente distinguibile in una rotatoria è l'isola separatrice: si tratta di un elemento di forma triangolare, posto su ogni ramo in prossimità della rotatoria, per separare l'entrata dall'uscita. Ha la funzione di incanalare correttamente il traffico nella rotatoria, scoraggiando le manovre errate o pericolose (Figura 1.9), e contribuisce a rallentare i veicoli, permettendo una decelerazione graduale fino alla velocità di percorrenza dell'anello (Figura 1.10).

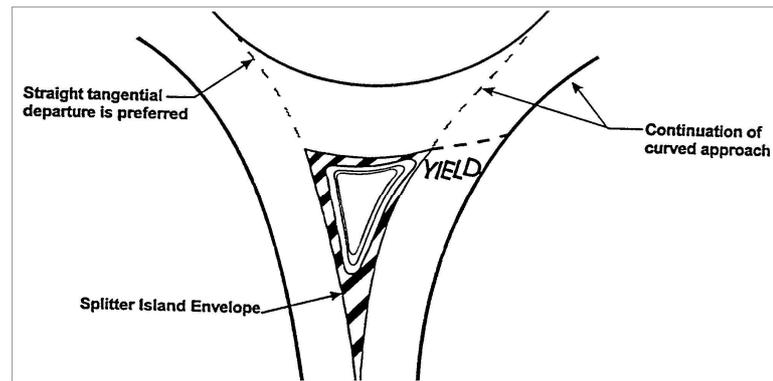


**Figura 1.9:** esempio di manovra scorretta impedita dall'isola separatrice.



**Figura 1.10:** decelerazione prima dell'ingresso in una rotatoria.

Dovrebbe essere sempre in rilievo, in modo tale da essere più efficace e costituire un rifugio per i pedoni, consentendo l'attraversamento con maggiore sicurezza [8]. Tuttavia in alcuni casi, come per esempio nelle rotatorie più piccole in ambito urbano, l'isola separatrice è solamente disegnata come segnaletica orizzontale. L'isola separatrice dovrebbe essere progettata per incanalare i veicoli in rotatoria con una curva morbida, con un angolo che permetta agli utenti una chiara visione dei veicoli presenti nell'anello o in entrata dagli altri rami. La curva del lato di ingresso dell'isola divisionale (Figura 1.11) dovrebbe essere tangente all'isola centrale [1].



**Figura 1.11:** forma dell'isola divisionale in una rotatoria.

In letteratura si trovano anche alcune indicazioni sulle misure da adottare. Innanzitutto bisogna sottolineare che l'isola separatrice dovrebbe essere proporzionale alla grandezza dell'isola centrale e al diametro della rotatoria. Dovrebbe occupare un'area minima di  $10 \text{ m}^2$ , con una larghezza minima di 2.4 m dalla parte verso l'isola centrale e di 1.2 m dalla parte di approccio dei veicoli in entrata. Per quanto riguarda la lunghezza, l'isola divisionale dovrebbe estendersi per un tratto lungo almeno quanto un'automobile (circa 6 m), ma sarebbe preferibile una lunghezza minima di 15 m. Sulle strade extraurbane, data la maggiore velocità dei veicoli in arrivo, questo valore dovrebbe essere aumentato: le indicazioni più comuni consigliano lunghezze fino a 60 m, per segnalare agli utenti con il giusto preavviso che si stanno avvicinando ad una rotatoria e devono cominciare a rallentare. Anche per questo, per favorire la leggibilità, la segnaletica orizzontale dovrebbe estendersi dietro l'isola separatrice per un certo tratto [1].

Infine gli ultimi elementi che rimangono da discutere in questa breve analisi sono le entrate e le uscite di una rotatoria. Per quanto riguarda gli ingressi, le indicazioni sono analoghe a quelle valide per le corsie dell'anello. Infatti si è già detto che il numero di corsie dell'entrata non dovrebbe essere maggiore del numero di corsie presenti nella corona giratoria, e che sono sconsigliati rami di ingresso suddivisi in più di due corsie. Anche in questo caso la scelta del numero di corsie di entrata dovrebbe essere fatta in relazione alle esigenze di circolazione e ai flussi di traffico. Le indicazioni prevalenti in letteratura suggeriscono una singola corsia di ingresso per flussi in entrata inferiori a 1300 - 1500 veicoli/ora, due corsie per flussi superiori a tale valore [7]. In ambito urbano sono preferibili le entrate a corsia singola, perché aumentano la sicurezza per i pedoni. Le rotatorie con ingressi a più corsie invece si adattano bene a un contesto di tipo extraurbano. Le uscite di una rotatoria invece non creano particolari problemi in fase di progettazione: si deve sempre prevedere una sola corsia di uscita. Inoltre

l'uscita non risulta mai separata dall'anello con segnaletica orizzontale, mentre ogni entrata è separata tramite la segnaletica orizzontale di *dare precedenza*.

La normativa italiana fornisce precisi valori per la larghezza delle entrate e delle uscite, riportati nella tabella seguente [6].

Elemento	Tipologia	Larghezza
entrata	1 corsia	3.50 m
	2 corsie	6.00 m
uscita	$D < 25$ m	4.00 m
	$D \geq 25$ m	4.50 m

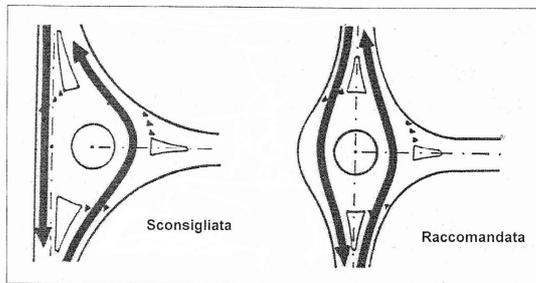
**Tabella 1.3:** larghezza delle corsie di entrata e uscita.

Per quanto riguarda la larghezza di una singola corsia di entrata, in letteratura generalmente vengono indicati valori simili, compresi fra 3.5 e 4.5 metri. In alcuni casi si prevede la possibilità di aumentare tale valore fino a 5 metri. Tuttavia rimane sempre valida l'indicazione di evitare corsie troppo ampie, perché i veicoli potrebbero sfruttare tutta la larghezza disponibile e disporsi comunque su più file, con le stesse problematiche già sottolineate in precedenza.

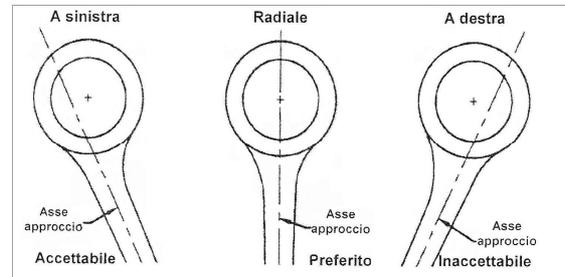
Passando ora ad analizzare altri aspetti del progetto di una rotatoria, durante l'analisi degli elementi caratteristici di una rotatoria si è accennato al fatto che il disegno dell'isola centrale, dell'isola separatrice e delle entrate dovrebbero contribuire ad assicurare un'adeguata deflessione dei veicoli che entrano nell'intersezione, la attraversano e ne escono. La deflessione è una delle caratteristiche più significative di una rotatoria, perché è in grado di aumentare notevolmente la sicurezza: infatti permette di ridurre la velocità dei veicoli e favorire la loro immissione nell'anello. Si può ottenere intervenendo sulla geometria della rotatoria, prestando attenzione ai seguenti fattori [8]:

- la disposizione dei diversi rami e la loro curvatura;
- l'allineamento obliquo, e non parallelo, di ciascuna entrata rispetto alle uscite;
- la posizione e la grandezza dell'isola centrale;
- la forma, la dimensione e la collocazione delle isole separatrici.

Quando si realizza un'intersezione a rotatoria si deve evitare un ramo tangente alla rotatoria (Figura 1.12) e sarebbe preferibile che il centro si trovi in corrispondenza dell'intersezione dei diversi rami (Figura 1.13). L'angolo di incidenza tra due rami successivi dovrebbe essere di almeno 25°, perché angoli minori comportano problemi di visibilità e di sicurezza [7].



**Figura 1.12:** configurazione ottimale di una rotatoria.



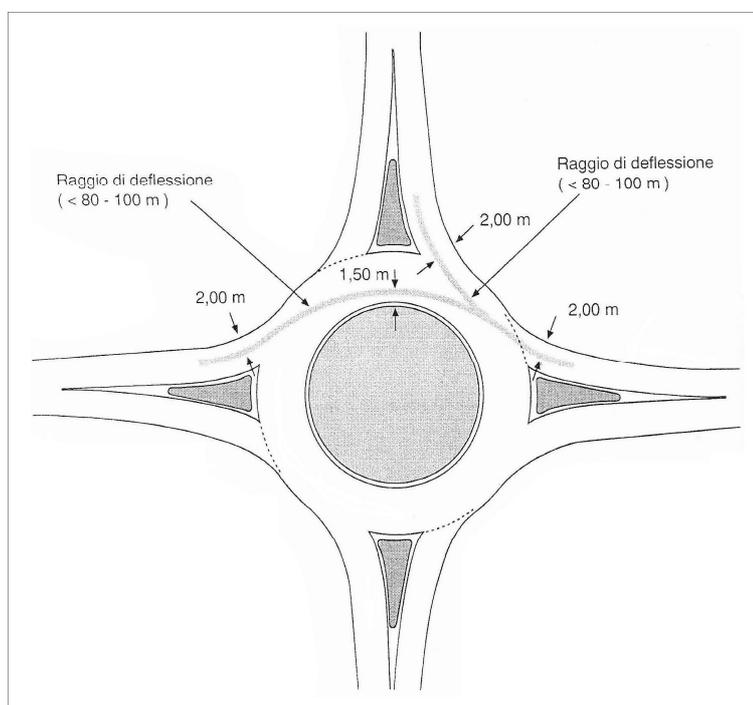
**Figura 1.13:** asse di approccio alla rotatoria.

Il raggio di deflessione (Figura 1.14) è definito come il raggio dell'arco di circonferenza che passa ad una distanza di 1.50 m dal margine interno dell'isola centrale e di 2.00 m dal margine esterno delle carreggiate di entrata e di uscita [7]. In questo modo si ricalca quello che è il percorso di un veicolo che attraversa la rotatoria: ovviamente questa configurazione si adatta bene alle rotatorie con una corsia nell'anello, mentre è meno precisa in quelle con due corsie nell'anello. In quest'ultimo caso infatti si ipotizza che il veicolo compia una manovra scorretta: entra dalla corsia di destra dell'ingresso, taglia le corsie di circolazione passando a 1.50 m dall'isola centrale e lascia la rotatoria accostandosi al margine esterno dell'uscita [1]. Tuttavia questa traiettoria va tenuta in considerazione per definire il raggio di deflessione, perché non si può escludere che qualche utente la percorra. Chiaramente quando il guidatore affronta la rotatoria nel modo corretto, si ottengono una deflessione maggiore e una velocità minore.

Esiste una relazione che lega il raggio di deflessione e la velocità dei veicoli che attraversano l'intersezione a rotatoria, ed è del tutto analoga a quella che lega il raggio di una curva e la sua velocità di percorrenza. Infatti si può scrivere:

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (q + f_i)}$$

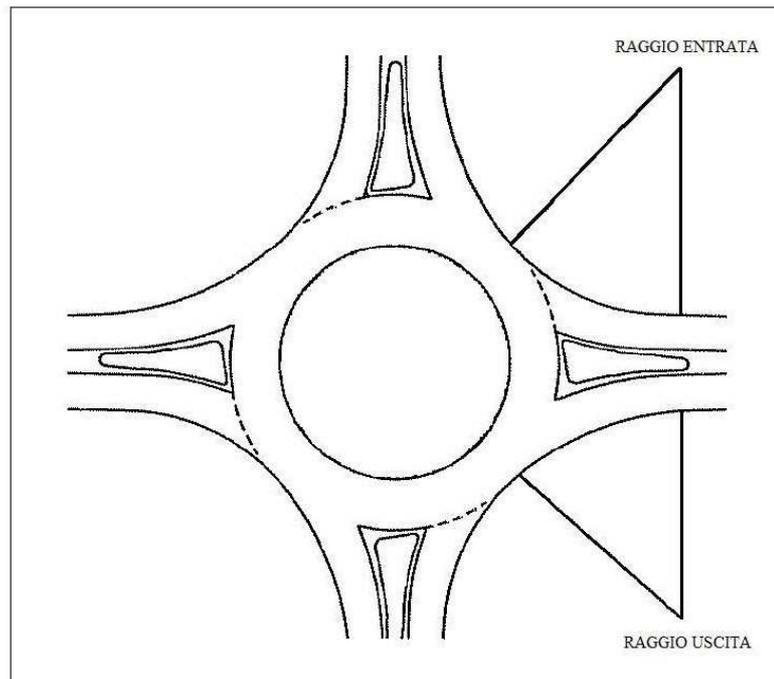
Nella formula precedente  $R$  è il raggio di deflessione,  $V$  la velocità espressa in km/h,  $q$  la pendenza trasversale della carreggiata dell'anello e  $f_t$  la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente. La pendenza trasversale può essere compresa tra  $q = -0.02$  e  $q = +0.02$ , negativa se diretta verso l'isola centrale: come già accennato in precedenza, sarebbe comunque sempre meglio avere una pendenza diretta verso l'esterno, quindi positiva. Per il coefficiente  $f_t$  si assumono invece valori intorno a  $f_t = 0.2$ : si segnala che si possono accettare valori leggermente superiori a quelli consentiti per un normale tracciato stradale. Per ottenere velocità di attraversamento non superiori a circa 50 km/h (un valore già piuttosto elevato, compatibile con rotatorie di grande diametro poste in area extraurbana), il raggio di deflessione deve essere minore di 100 m [1].



**Figura 1.14:** raggio di deflessione in una rotatoria.

Per garantire una buona deflessione si deve intervenire anche sul disegno delle entrate e delle uscite, in particolare per quanto riguarda il raggio di entrata e quello di uscita (Figura 1.15). I riferimenti presenti in letteratura indicano un raggio di entrata minimo di 6 m, ma il valore raccomandato è di 20 m. Raggi di entrata maggiori invece non garantiscono un'adeguata deflessione. L'angolo di entrata dovrebbe essere compreso tra  $20^\circ$  e  $60^\circ$ : il valore ottimale è circa  $30^\circ$  [8]. Nelle rotatorie con due corsie di ingresso è preferibile che il raggio di entrata non sia troppo piccolo, per non ridurre eccessivamente la velocità, fino a valori che gli utenti

giudicano irragionevoli: in tal caso infatti potrebbero ignorare la segnaletica orizzontale e decidere di tagliare la curva. Come indicazione di massima, si suggerisce che nel tratto di approccio alla rotatoria la velocità risulti superiore di 10 - 15 km/h rispetto alla velocità di negoziazione [8]. Per le uscite invece il raggio di curvatura minimo è di 20 m e il valore raccomandato è di 40 m [8]. Come si può notare, i raggi di uscita sono maggiori di quelli di entrata: questo perché, a differenza delle entrate che sono progettate per rallentare i veicoli, le uscite devono favorire il più possibile la manovra dei veicoli che lasciano la rotatoria.



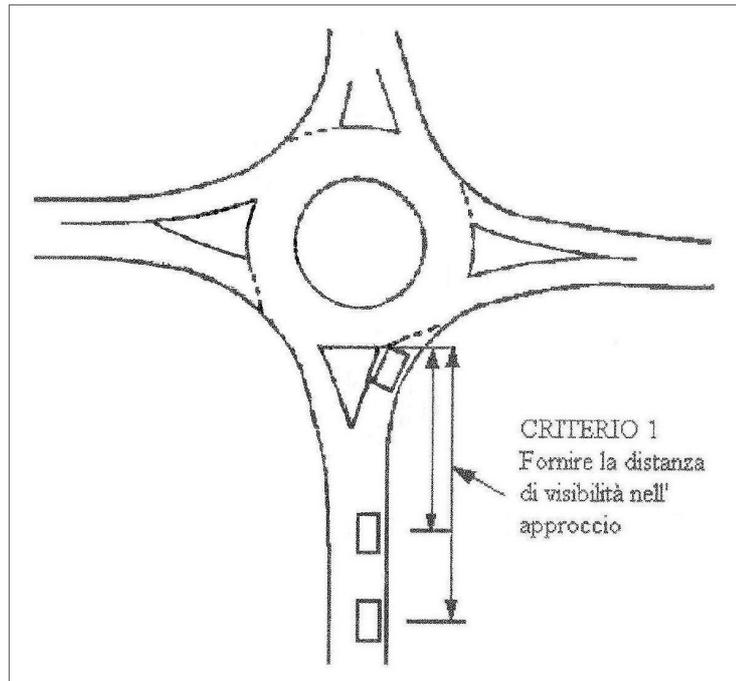
**Figura 1.15:** raggio di curvatura dell'entrata e dell'uscita in una rotatoria.

Comunque è bene evidenziare il fatto che non è possibile progettare un singolo elemento indipendentemente dagli altri. Le entrate, le uscite e le isole separatrici sono strettamente legate fra loro e il loro disegno va pensato come un'unica azione. Questi tre elementi inoltre vanno ben raccordati alla corsia di circolazione e bisogna prendere in considerazione la loro interazione con gli altri elementi della rotatoria (l'anello, l'isola centrale e le altre entrate e uscite).

Oltre alla deflessione, c'è un altro aspetto che deve essere preso in considerazione nella progettazione di una rotatoria, e riguarda le distanze di visibilità che devono essere garantite.

Solitamente i criteri da rispettare sono tre [1]:

**CRITERIO 1:** il guidatore che si avvicina all'entrata della rotatoria deve avere una buona visibilità dell'isola separatrice, dell'isola centrale e della corsia di circolazione (Figura 1.16). La distanza di visibilità deve essere tale da permettere l'arresto alla linea di *dare precedenza*: il suo valore dipende dalla velocità del veicolo (Tabella 1.4).

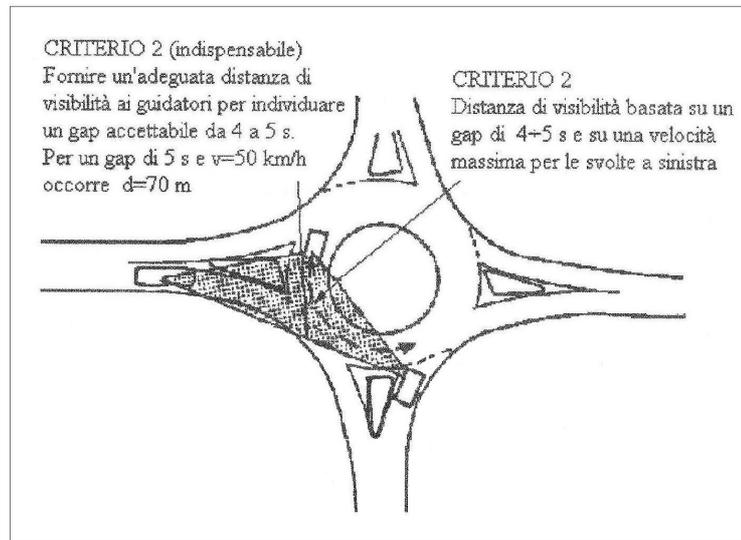


**Figura 1.16:** distanza di visibilità per l'approccio.

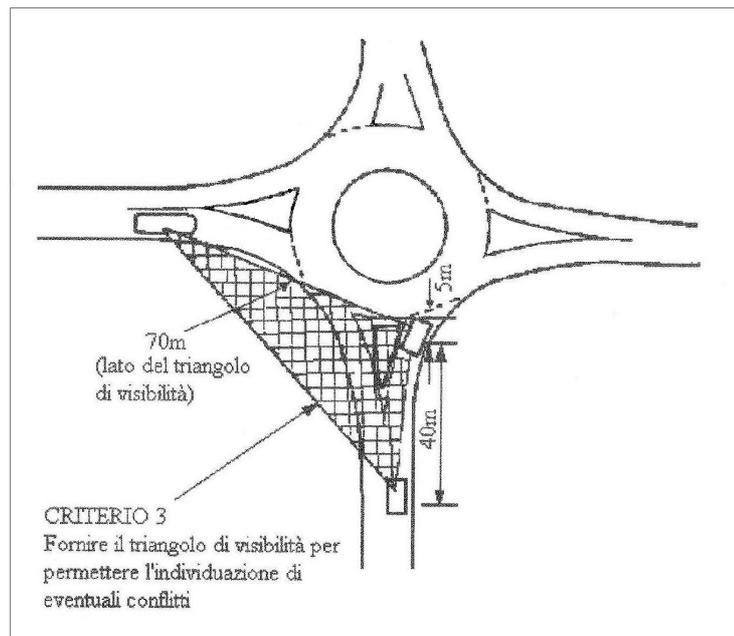
Velocità di approccio	Distanza di visibilità
40 km/h	30 m
50 km/h	40 m
60 km/h	60 m
70 km/h	70 m
80 km/h	110 m
90 km/h	140 m

**Tabella 1.4:** distanze di visibilità per l'approccio in funzione della velocità del veicolo [8].

**CRITERIO 2:** il guidatore, fermo alla linea di dare precedenza, deve avere una buona visibilità dei veicoli in arrivo, sia di quelli che si immettono nella rotatoria dall'entrata immediatamente alla sua sinistra, sia di quelli nell'anello, provenienti da altri ingressi (Figura 1.17). La distanza di visibilità deve essere pari allo spazio percorso dal veicolo in arrivo in un tempo pari al critical gap. Per rotatorie con bassi flussi di traffico si può assumere una velocità massima di 50 km/h e un critical gap di cinque secondi: la distanza di visibilità risulta quindi pari a 70 m. In caso di flussi di traffico più elevati il valore del critical gap si può ridurre a quattro secondi, accettando in questo modo distanze di visibilità minori di 70 m.



**Figura 1.17:** distanza di visibilità per l'immissione in rotatoria.



**Figura 1.18:** triangolo di visibilità in una rotatoria.

CRITERIO 3: il guidatore che si avvicina alla rotatoria deve poter vedere i veicoli che stanno per immettersi nella rotatoria dall'ingresso immediatamente alla sua sinistra, prima che questi raggiungano la linea di *dare precedenza* (Figura 1.8). In questi casi dovrebbe essere garantito un triangolo di visibilità con lati di 40 m e 70 m, ma nelle aree urbane questo non sempre è possibile.

## CAPITOLO 2: MODELLI DI CAPACITÀ PER LE ROTATORIE

Nel progetto di una rotatoria, oltre a considerare gli aspetti geometrici, è fondamentale valutarne le prestazioni. La questione principale sulla quale focalizzare l'attenzione riguarda il calcolo della capacità, che è molto importante determinare correttamente. Da un lato, se la capacità fosse sottostimata, si verificherebbero situazioni nelle quali gli utenti sopporterebbero ritardi inaccettabili. D'altra parte, se la rotatoria risultasse più grande del necessario, si potrebbero avere una progettazione più complicata, costi di costruzione più elevati e problemi di inserimento all'interno del contesto circostante, a fronte di limitati benefici per gli utenti, poiché la rotatoria rimarrebbe sottoutilizzata.

Solitamente il termine *capacità* si riferisce alla capacità di una singola entrata, definita come il minimo valore del flusso sul ramo di ingresso considerato che determina la presenza costante di veicoli in attesa di immettersi nell'anello. A partire dal valore di capacità di una singola entrata si possono poi determinare la *capacità semplice* e la *capacità totale*, riferite stavolta a tutta la rotatoria, e non solo a un singolo ingresso: la *capacità semplice* è la somma dei flussi di traffico in entrata da ciascun ramo quando uno di essi risulta in condizioni di saturazione, mentre la *capacità totale* è la somma dei flussi di traffico in entrata da ciascun ramo quando tutte le entrate si trovano contemporaneamente in condizioni di saturazione [7].

Esistono due tipologie di modelli per il calcolo della capacità. La prima è quella dei modelli empirici, che si potrebbero anche definire modelli aggregati: sono i più semplici e i più conosciuti. Sono modelli sviluppati su base statistica, a partire dalla raccolta di una grande quantità di dati di traffico in rotatorie esistenti, sfruttando poi delle comuni tecniche di regressione per ricavare una formula, solitamente di tipo lineare oppure esponenziale. Hanno il grande vantaggio che dipendono solo da poche grandezze geometriche, come per esempio il diametro della rotatoria oppure la larghezza della corsia d'entrata: si tratta quindi di formule semplici e di facile utilizzo, ma che al tempo stesso forniscono ottimi risultati. In letteratura esistono moltissimi modelli di tipo empirico: è un'abitudine consolidata indicarli con la nazionalità degli autori che li hanno proposti oppure con quella degli Stati che per primi li hanno adottati nelle loro normative. In questa sede si è scelto di analizzare quelli ritenuti più validi, che, proprio per questo motivo, sono anche i più diffusi: il modello britannico, il modello svizzero, il modello francese e il modello israeliano. Abbastanza utilizzato è anche il modello tedesco, ma non è stato tenuto in considerazione, perché non ritenuto altrettanto valido.

La seconda tipologia di modelli per il calcolo della capacità è quella dei modelli microscopici: sono basati sul concetto di microsimulazione e sono stati sviluppati a partire da approfonditi studi teorici. Sono modelli abbastanza complessi, che dipendono da grandezze microscopiche, tipicamente il critical gap e il follow-up time: non dipendono invece da parametri geometrici, e questo è forse il limite maggiore di questa tipologia di modelli. Inoltre il fatto di avere un importante fondamento teorico potrebbe non essere un vantaggio, perché paradossalmente si rischia di ottenere dei risultati non del tutto validi oppure di avere delle formule difficilmente applicabili in situazioni reali. Ci sono comunque dei modelli microscopici che hanno fornito risultati molto buoni: in questo capitolo sono stati considerati il modello australiano, il modello statunitense e il modello tedesco.

Per quanto riguarda l'unità di misura, la capacità indica quanti veicoli transitano nell'unità di tempo: si adotta la consueta notazione di indicare con una lettera maiuscola ( $Q_e$ ) la capacità misurata in veicoli/ora, con una lettera minuscola ( $q_e$ ) invece la capacità misurata in veicoli/secondo. Normalmente si preferisce valutarla in veicoli/ora.

In questo capitolo si descrivono brevemente i modelli sopra citati, si presentano le formule per il calcolo della capacità e si riportano alcune considerazioni, con particolare attenzione per le variabili e i parametri che influenzano il calcolo della capacità.

### **2.1 Modello francese**

Si utilizza la formula proposta dal SETRA alla fine degli anni '80 [9]:

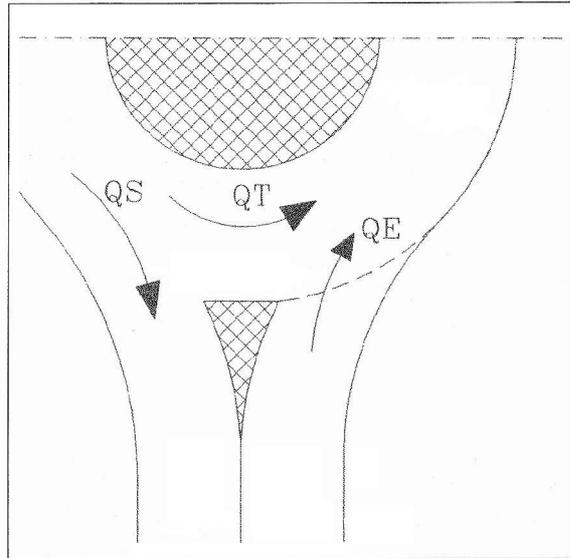
$$Q_e = (1330 - 0.7 \cdot Q_g) \cdot [1 + 0.1 \cdot (l_e - 3.5)]$$

dove:

$Q_g$ : flusso di disturbo

$l_e$ : larghezza dell'entrata (misurata dietro il veicolo fermo alla linea di precedenza)

Il flusso di disturbo  $Q_g$  (Figura 2.1) è il flusso che ostacola l'immissione dei veicoli nella rotatoria: è costituito dal flusso circolante nell'anello in prossimità dell'ingresso e da quello in uscita dalla rotatoria.



**Figura 2.1:** i flussi in una rotatoria.

Poiché si ritiene che il flusso uscente ostacoli solo parzialmente la manovra di immissione, si applica un coefficiente riduttivo pari a  $2/3$ . Inoltre si è stabilito che il disturbo provocato dal flusso uscente sia inversamente proporzionale alla larghezza dell'isola di separazione, fino a isole larghe più di 15 metri, che eliminano l'effetto in questione: quindi per  $l_{is} > 15 m$  si pone  $Q_s = 0$ .

Il flusso di disturbo  $Q_g$  si calcola come:

$$Q_g = \left[ Q_c + \frac{2}{3} \cdot Q_s \cdot \left( 1 - \frac{l_{is}}{15} \right) \right] \cdot [1 - 0.085 \cdot (l_a - 8)]$$

dove:

$Q_c$ : flusso circolante

$Q_s$ : flusso uscente

$l_{is}$ : larghezza dell'isola separatrice

$l_a$ : larghezza dell'anello

Riassumendo, in questo modello, come si può notare, la capacità è funzione di alcune grandezze geometriche caratteristiche di una rotatoria e del flusso di disturbo. Gli studi francesi hanno evidenziato che la larghezza dell'entrata è la variabile geometrica più rilevante, mentre la larghezza dell'anello non ha molta influenza sul disturbo prodotto dal

flusso uscente. Inoltre, con più corsie nell'anello, il flusso circolante non è stato distinto in flusso interno e flusso esterno, perché si è visto che tale distinzione non era significativa [1].

## 2.2 Modello svizzero

Contemporaneamente agli studi condotti in Francia, in Svizzera, anche in seguito al notevole aumento del numero di rotatorie, l'Institut des Transportes et Planification del Politecnico di Losanna ha elaborato la *Guide suisse des giratoires*, nella quale è contenuta una formula per il calcolo della capacità molto simile a quella proposta dal SETRA. Anche in questo caso la relazione è di tipo lineare [9]. La formula per il calcolo della capacità è la seguente:

$$Q_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_g$$

$Q_g$  è il flusso di disturbo, che anche in questo caso dipende dal flusso circolante e da quello uscente:

$$Q_g = \alpha \cdot Q_s + \beta \cdot Q_c$$

dove:

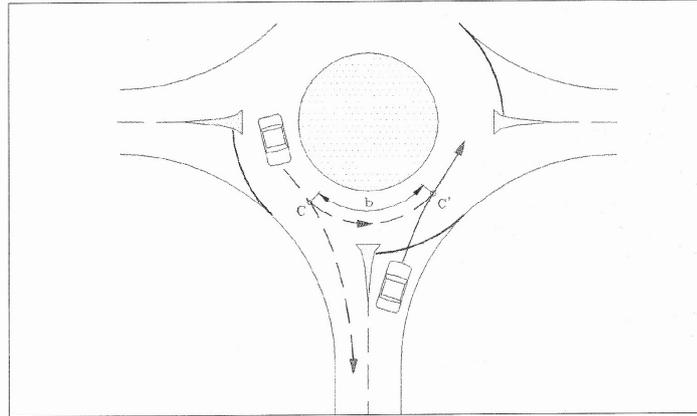
$Q_s$ : flusso uscente

$Q_c$ : flusso circolante

$\alpha$ : fattore di influenza del flusso uscente

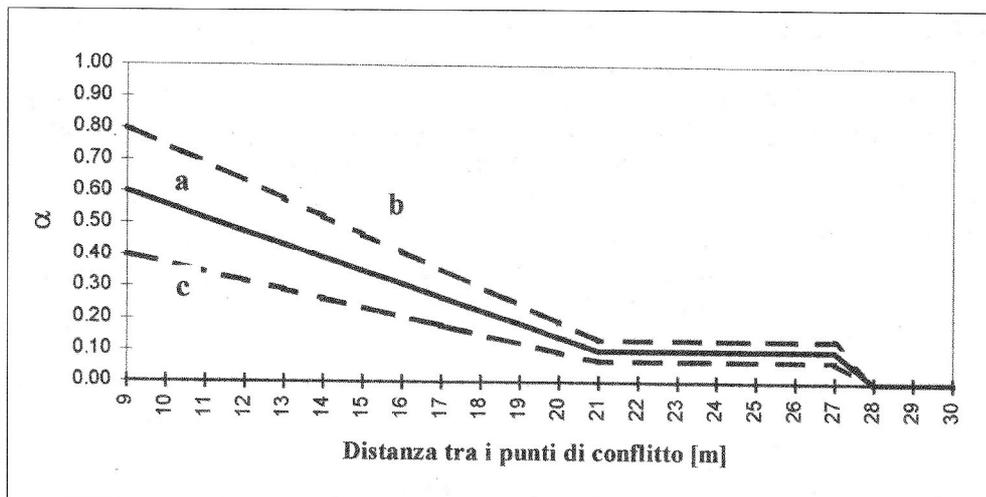
$\beta$ : fattore di riduzione del flusso circolante

Come si può notare, in questa formula la capacità non dipende da nessuna grandezza geometrica. Tuttavia, i due coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  tengono conto della configurazione della rotatoria. Il coefficiente  $\alpha$  dipende dalla distanza fra il punto di conflitto C del traffico uscente e il punto di conflitto C' del traffico entrante (Figura 2.2).



**Figura 2.2:** distanza tra i punti di conflitto C e C'.

Se la distanza C-C' è maggiore di 28 m si pone  $\alpha = 0$ , mentre per distanze minori il valore di  $\alpha$  si determina attraverso un grafico (Figura 2.3). Questo grafico riporta una spezzata corrispondente ad una velocità del flusso sull'anello pari a 20 - 25 km/h. L'area al di sotto della spezzata corrisponde a basse velocità del flusso circolante e alti valori del flusso uscente, mentre l'area al di sopra corrisponde ad alte velocità e bassi valori di flusso. Quindi, nota la distanza C-C' fra i punti di conflitto, è possibile ricavare il valore di  $\alpha$ . Se l'anello è formato da più corsie, la valutazione deve essere fatta nelle condizioni peggiori, scegliendo la distanza minore [1].



**Figura 2.3:** grafico utilizzato per determinare il valore di  $\alpha$ .

Il coefficiente  $\beta$  invece è funzione del numero di corsie dell'anello (Tabella 2.1). Si può notare che il valore di  $\beta$  diminuisce all'aumentare del numero di corsie, perché si ritiene che

con più corsie a disposizione il flusso circolante ostacoli in misura minore la manovra di immissione dei veicoli nella rotatoria [1].

Numero corsie	$\beta$
1	0.9 - 1
2	0.6 - 0.8
3	0.5 - 0.6

**Tabella 2.1:** valori del coefficiente  $\beta$ .

### 2.3 Modello britannico

Questo modello, detto anche modello di Kimber, dal nome dell'autore che l'ha elaborato a partire dal 1980, è sicuramente il modello empirico più importante e più significativo, e fornisce risultati molto validi.

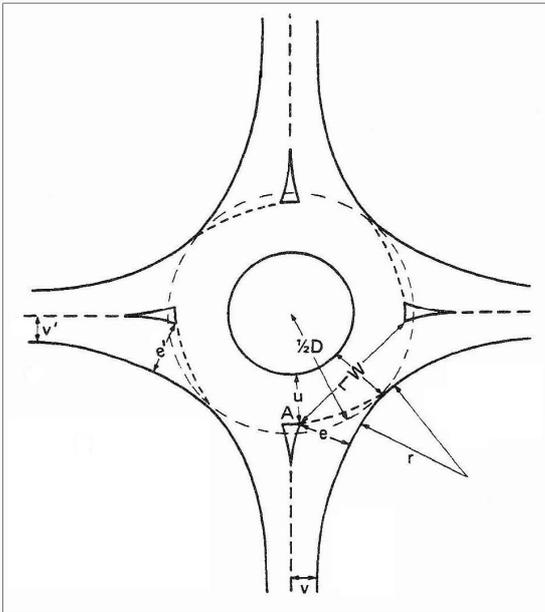
Kimber ha condotto una serie di studi sperimentali: egli aveva a disposizione una notevole quantità di dati, ricavati da rotatorie esistenti, e ha sviluppato la relazione tra flusso entrante e flusso circolante attraverso tecniche di regressione. Innanzitutto ha osservato che questa relazione è di tipo inverso, perché se aumenta il flusso circolante nell'anello, diminuisce la capacità dell'entrata, e viceversa. Successivamente ha deciso di utilizzare una correlazione del primo ordine, quindi un modello di tipo lineare, perché ha osservato che l'utilizzo di termini di ordine superiore non era statisticamente giustificato [8]:

$$Q_e = F - f_c \cdot Q_c$$

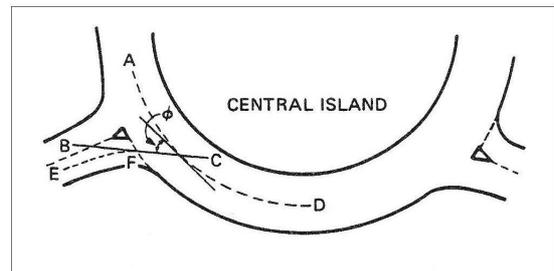
$F$  e  $f_c$  sono due parametri determinati a partire dalle caratteristiche geometriche della rotatoria. Nei suoi studi Kimber ha utilizzato le seguenti caratteristiche geometriche (Figure 2.4 e 2.5):

- la larghezza della corsia di ingresso,  $e$
- la semi-larghezza dell'approccio,  $v$
- la larghezza della corsia di circolazione nel punto di massima curvatura,  $u$
- la lunghezza media effettiva di sviluppo della svasatura,  $l$

- il raggio di entrata,  $r$
- l'angolo di entrata,  $\phi$
- il diametro inscritto nella rotatoria,  $D$
- la larghezza della sezione dedicata alla manovra di scambio,  $w$
- la lunghezza della sezione dedicata alla manovra di scambio,  $L$



**Figura 2.4:** parametri geometrici nel modello di Kimber.



**Figura 2.5:** angolo di entrata.

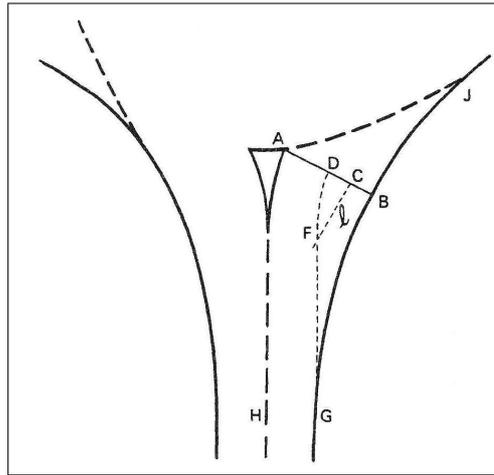
Se i valori di  $e$ ,  $v$ ,  $l$  si riferiscono al progetto di una rotatoria non ancora esistente, si indicano rispettivamente con  $e'$ ,  $v'$ ,  $l'$ .

Inoltre ha definito un parametro, indicato con  $S$ , per valutare quella che ha chiamato *sharpness of flare*, ovvero la svasatura dell'approccio (Figura 2.6):

$$S = \frac{e - v}{l}$$

Se si sceglie invece il valore di progetto  $l'$ , si utilizza la seguente espressione:

$$S = 1.6 \cdot \frac{e - v}{l'}$$



**Figura 2.6:** svasatura dell'approccio.

In questo modello la geometria della rotatoria assume un'importanza fondamentale, perché i parametri geometrici sono gli unici che influenzano il calcolo della capacità. Kimber ha osservato che la larghezza dell'entrata e la svasatura sono quelle che hanno l'effetto più importante, il diametro ha una piccola, ma significativa influenza, mentre l'angolo di entrata e il raggio di entrata contribuiscono a una correzione minore. Per quanto riguarda i restanti parametri (cioè  $u$ ,  $w$  e  $L$ ) non ha invece notato effetti significativi della loro influenza [10].

Nell'elaborazione di una formula per il calcolo della capacità, Kimber ha deciso di analizzare singolarmente ciascuno dei parametri geometrici appena citati. Innanzitutto ha cominciato con la valutazione dell'influenza della larghezza della corsia di ingresso e della svasatura dell'approccio. Effettuando una serie di regressioni con i dati a sua disposizione [10], ha ricavato le espressioni di  $F$  e  $f_c$ , ottenendo la seguente formula:

$$Q_e = 283 \cdot \left( v + \frac{e-v}{1+2 \cdot S} \right) - 0.201 \cdot \left[ 1 + 0.2 \cdot \left( v + \frac{e-v}{1+2 \cdot S} \right) \right] \cdot Q_c$$

Nonostante la complessità, è evidente la struttura lineare della formula. Si ricorda che  $F$  e  $f_c$  sono due costanti positive.

Kimber ha indicato con  $x_2$  il parametro che riassume le due caratteristiche geometriche considerate, cioè la larghezza dell'entrata e la svasatura:

$$x_2 = v + \frac{e-v}{1+2 \cdot S}$$

Quindi si può scrivere:

$$Q_e = 283 \cdot x_2 - 0.201 \cdot (1 + 0.2 \cdot x_2) \cdot Q_c$$

Successivamente ha introdotto nella sua analisi gli effetti attribuibili al diametro della rotatoria. Attraverso altre regressioni [10], le espressioni di  $F$  e  $f_c$  sono state modificate e la formula ha assunto il seguente aspetto:

$$Q_e = 303 \cdot x_2 - 0.210 \cdot (1 + 0.2 \cdot x_2) \cdot \left( 1 + \frac{0.5}{1 + e^{\frac{D-60}{10}}} \right)$$

Il nuovo parametro che rappresenta la dipendenza dal diametro è stato indicato con  $t_D$ :

$$t_D = 1 + \frac{0.5}{1 + e^{\frac{D-60}{10}}}$$

La formula può quindi essere scritta in questo modo:

$$Q_e = 303 \cdot x_2 - [0.210 \cdot (1 + 0.2 \cdot x_2) \cdot t_D] \cdot Q_c$$

Riprendendo l'espressione iniziale:

$$Q_e = F - f_c \cdot Q_c$$

si può dunque concludere che:

$$F = 303 \cdot x_2$$

$$f_c = 0.210 \cdot (1 + 0.2 \cdot x_2) \cdot t_D$$

Infine Kimber ha preso in considerazione il raggio e l'angolo di entrata ed ha valutato che, dal momento che i loro effetti sono relativamente piccoli, è sufficiente correggere con un coefficiente moltiplicativo il valore di capacità [10]:

$$Q_e = k \cdot (F - f_c \cdot Q_c)$$

Kimber ha introdotto così il parametro  $k$ , che si può valutare con la seguente espressione:

$$k = 1.151 - 0.00347 \cdot \phi - 0.978 \cdot \frac{1}{r}$$

Si osserva che nell'espressione compare il reciproco del raggio di entrata: questo significa che la variazione di capacità è maggiore quando il valore di  $r$  è piccolo.

In definitiva, la formula di Kimber per il calcolo della capacità è la seguente:

$$Q_e = k \cdot (F - f_c \cdot Q_c)$$

dove:

$$F = 303 \cdot x_2$$

$$f_c = 0.210 \cdot (1 + 0.2 \cdot x_2) \cdot t_D$$

$$k = 1.151 - 0.00347 \cdot \phi - 0.978 \cdot \frac{1}{r}$$

$x_2$  e  $t_D$  sono i parametri legati alla geometria:

$$x_2 = v + \frac{e - v}{1 + 2 \cdot S}$$

$$t_D = 1 + \frac{0.5}{1 + e^{\frac{D-60}{10}}}$$

Ovviamente, dal momento che la capacità non può assumere valori negativi, si pone  $Q_e = 0$  quando  $f_c \cdot Q_c > F$ .

Si può notare che il diametro della rotatoria influenza solamente la pendenza della retta, mentre gli altri parametri, legati tutti alla forma dell'entrata (larghezza della corsia di ingresso, svasatura, raggio di entrata, angolo di entrata) agiscono non solo sul valore del coefficiente angolare, ma anche su quello dell'intersezione con l'asse delle ordinate [17]. Questo fatto si può facilmente notare se si considerano alcuni esempi (Figure 2.7 - 2.9). Quando viene fatto variare solamente il diametro, la retta cambia pendenza, ma intercetta l'asse delle ordinate sempre nello stesso punto (rette A, B e C e rette D ed E in Figura 2.7). In particolare, il valore di  $t_D$  è maggiore per diametri piccoli, quindi aumentando il diametro, la pendenza della retta diminuisce (si consideri infatti che il valore di  $f_c$  è positivo, ma la retta ha pendenza negativa, perché nell'espressione di  $Q_e$  compare un segno meno).

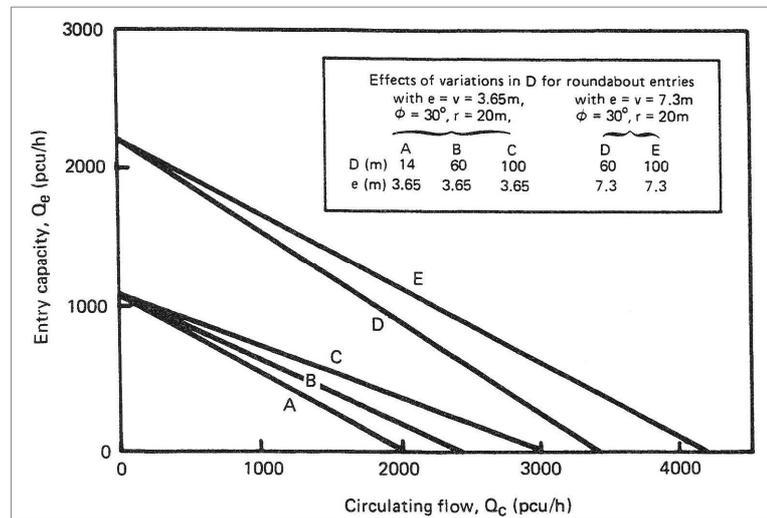


Figura 2.7: influenza del diametro sulla capacità secondo Kimber.

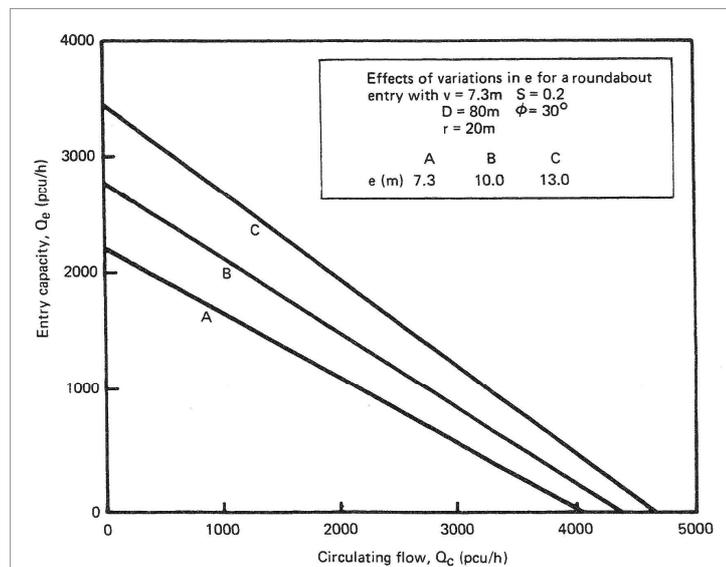
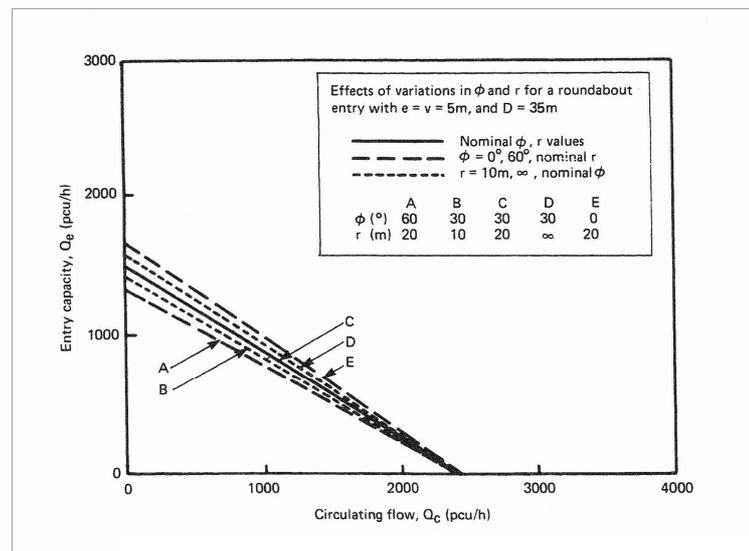


Figura 2.8: influenza della larghezza sulla capacità secondo Kimber.

Se invece, a parità di diametro, si modifica per esempio il valore di  $e$ , allora le rette non solo hanno una pendenza leggermente diversa, ma intersecano l'asse delle ordinate in punti differenti (rette A, B e C in Figura 2.8).

Infine, per quanto riguarda il valore del parametro  $k$ , si osserva che un aumento dell'angolo di entrata provoca una riduzione della capacità, mentre se ad aumentare è il raggio di entrata si ha un incremento di capacità. Si osserva che per  $\phi = 30^\circ$  e  $r = 20\text{ m}$  il coefficiente  $k$  vale circa 1 ( $k = 0.998$ ): la capacità quindi rimane invariata (Figura 2.9).



**Figura 2.9:** influenza dell'angolo e del raggio di entrata sulla capacità nel modello britannico.

#### 2.4 Modello israeliano

A differenza degli altri tre modelli esaminati finora è di tipo esponenziale. La formula per il calcolo della capacità è stata ricavata all'interno di uno studio dell'Israel Institute of Technology di Haifa, che metteva in relazione fra loro il tempo di attesa per l'immissione di un veicolo nella rotatoria, il critical gap e la capacità. In realtà gli autori hanno osservato che un modello di tipo lineare interpolava bene i dati sui quali si basava lo studio, ma poiché l'aspetto teorico indicava una relazione di tipo non lineare, è stato scelto l'andamento esponenziale [11].

La formula che è stata proposta è la seguente:

$$Q_e = A \cdot e^{-B \cdot t_c \cdot Q_c}$$

dove:

$Q_c$ : flusso circolante nell'anello

$t_c$ : critical gap

$A, B$ : parametri del modello

La formula si riferisce ad una corsia di entrata: per ottenere la capacità dell'approccio si deve moltiplicare per il numero di corsie che lo costituiscono. Si osserva che, come negli altri modelli, un aumento del flusso circolante comporta una riduzione di capacità, ma questa riduzione diminuisce all'aumentare del flusso. Inoltre il valore limite per la capacità non è zero, ma un numero ben definibile.

I due parametri  $A$  e  $B$  tengono conto rispettivamente della geometria e del critical gap. In particolare il parametro  $A$  riflette il punto iniziale del modello: rappresenta infatti la capacità per flussi circolanti molto bassi. Il suo valore è funzione del diametro, perché gli altri parametri geometrici sono generalmente proporzionali al diametro oppure possono comunque essere assunti in modo tale da rappresentarne il valore. La sua espressione è la seguente:

$$A = 394 \cdot D^{0.31}$$

È stato osservato che l'influenza del diametro sul parametro  $A$  è maggiore per bassi valori del flusso circolante [11].

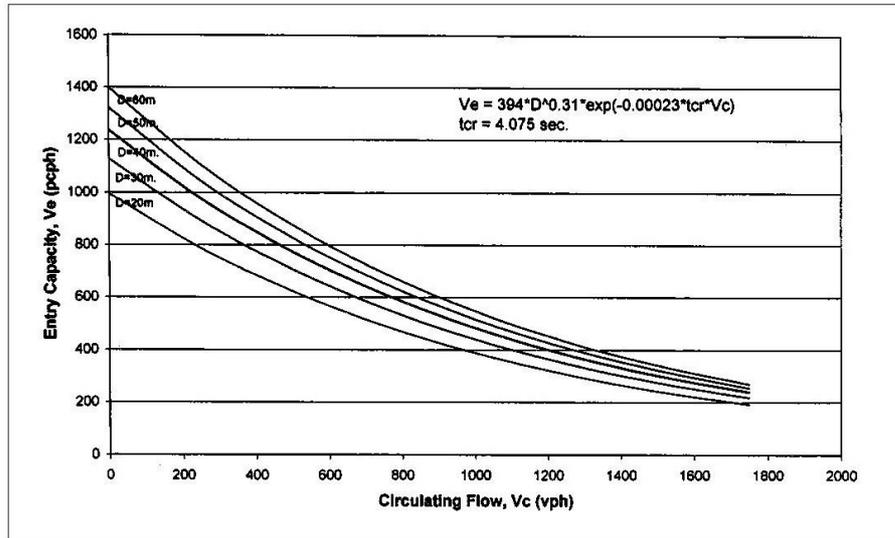
Il prodotto  $B \cdot t_c$  invece è significativo della curvatura del modello, valutando l'impatto che il flusso circolante ha nei confronti della capacità. Gli studi condotti dagli autori hanno portato a concludere che si può assumere:

$$B = 0.00023$$

Andando a sostituire nella formula per il calcolo della capacità si ottiene:

$$Q_e = 394 \cdot D^{0.31} \cdot e^{-0.00023 \cdot t_c \cdot Q_c}$$

In questa ultima espressione è evidente la dipendenza della capacità dal diametro e dal critical gap. Fissato un determinato valore del critical gap (per esempio  $t_c = 4.075 s$ ), si può osservare l'andamento della capacità al variare del flusso circolante, per diversi valori del diametro della rotatoria (Figura 2.10).



**Figura 2.10:** valori di capacità nel modello israeliano per diversi valori del diametro.

Per il calcolo del critical gap gli autori hanno fatto riferimento al metodo di Drew (1968), in base al quale tale parametro è funzione del tempo di attesa di un veicolo che vuole immettersi nella rotatoria.

Quindi in questo modello si utilizza la seguente espressione [11]:

$$t_c = t_c^{\min} + \frac{t_c^{\max} - t_c^{\min}}{1 + e^{b(t_w - t_{w0})}}$$

dove:

$t_w$ : tempo di attesa (*waiting time*)

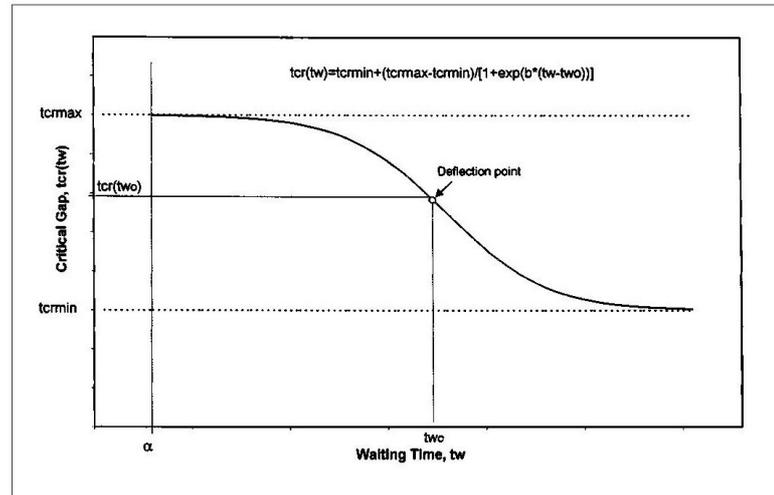
$t_c^{\min}$ : critical gap minimo

$t_c^{\max}$ : critical gap massimo

$t_{w0}, b$ : due ulteriori parametri

Il parametro  $t_{w0}$  rappresenta il punto di flesso della curva che lega il critical gap e il tempo di attesa (Figura 2.11):

$$t_{w0} = -497.3 \cdot b + 45.5$$



**Figura 2.11:** punto di flesso per la determinazione di  $t_{w0}$ .

Invece il parametro  $b$  è legato alla pendenza della stessa curva:

$$b = 0.0001 \cdot D + 0.0162 \cdot P + 0.0028 \cdot V_C$$

Nell'espressione per il calcolo di  $b$  compaiono il diametro della rotatoria ed altre due variabili:  $V_C$ , legata al flusso circolante nell'anello;  $P$ , correlata al flusso di attraversamento pedonale [11]. I loro valori sono riportati nelle tabelle seguenti.

Flusso circolante	$V_C$
0 - 420 veicoli/ora	1
420 - 660 veicoli/ora	2
660 - 900 veicoli/ora	3
900 - 1200 veicoli/ora	4
>1200 veicoli/ora	5

**Tabella 2.2:** valori del coefficiente  $V_C$ .

Flusso pedonale	$P$
0 - 50 pedoni/ora	1
50 - 100 pedoni/ora	2
100 - 150 pedoni/ora	3
150 - 200 pedoni/ora	4
>200 pedoni/ora	5

**Tabella 2.3:** valori del coefficiente  $P$ .

### 2.5 Modello statunitense

Questo modello è stato studiato negli USA ed è riportato nella versione 2010 del manuale HCM. Non può essere definito un vero e proprio modello di tipo microscopico, piuttosto un modello empirico con una consolidata base teorica [16]. La formula suggerita ha un andamento di tipo esponenziale:

$$Q_e = f_{HVe} \cdot f_p \cdot f_A \cdot A \cdot e^{-\left(\frac{B}{f_B}\right)Q_c}$$

dove:

$Q_c$ : flusso circolante nell'anello

$A, B$ : parametri del modello

$f_A, f_B$ : fattori correttivi relativi ai parametri  $A$  e  $B$

$f_{HVe}$ : fattore correttivo legato alla presenza di veicoli pesanti nella corsia di entrata

$f_p$ : fattore correttivo legato all'attraversamento pedonale

Anche in questo caso la formula fornisce la capacità di una corsia di ingresso, e si deve moltiplicare per il numero di corsie se si vuole ottenere la capacità di tutta l'entrata.

Il parametro  $A$  è funzione del follow-up time, e si può calcolare come:

$$A = \frac{3600}{t_f}$$

Il parametro  $B$  invece dipende sia dal follow-up time che dal critical gap, e si determina con la seguente espressione:

$$B = \frac{t_c - 0.5 \cdot t_f}{3600}$$

Si osserva che, a differenza di quanto si è visto negli altri modelli, il flusso circolante è corretto per tenere conto della presenza di veicoli pesanti [3]. Per determinare il flusso circolante da inserire nella formula precedente si può partire dal flusso circolante nell'anello  $Q_c$  e dividerlo per un coefficiente  $f_{HV0}$ :

$$Q'_c = \frac{Q_c}{f_{HV0}}$$

$f_{HV0}$  è il fattore correttivo legato alla presenza di veicoli pesanti nel flusso circolante, e si può determinare con la seguente espressione:

$$f_{HV0} = \frac{1}{1 + (e_{HV} - 1) \cdot p_{HV0}}$$

dove:

$e_{HV}$ : fattore di equivalenza di un veicolo pesante [pcu/veicolo], con  $e_{HV} > 1$

$p_{HV0}$ : percentuale di veicoli pesanti presenti nel flusso circolante

Inoltre in questa formula per il calcolo della capacità compaiono una serie di altri fattori correttivi [3]. Per quanto riguarda quelli legati ai parametri  $A$  e  $B$ , si ipotizza che essi siano uguali fra loro, perché si assume che il rapporto fra follow-up time e critical gap non cambi, e sono definiti come il rapporto fra la capacità misurata e la capacità stimata:

$$f_A = f_B = \frac{Q'_e}{Q_e}$$

Si è visto che per tenere conto della presenza di veicoli pesanti nell'anello si corregge il valore del flusso circolante. Il parametro  $f_{HVe}$  serve invece per tenere conto della presenza di

veicoli pesanti nella corsia di entrata. Per determinarne il valore si utilizza un'espressione analoga alla precedente:

$$f_{HVe} = \frac{1}{1 + (e_{HV} - 1) \cdot p_{HVe}}$$

dove:

$e_{HV}$ : fattore di equivalenza di un veicolo pesante [pcu/veicolo], con  $e_{HV} > 1$

$p_{HVe}$ : percentuale di veicoli pesanti nella corsia di entrata

Si osserva che nel calcolo di  $f_{HV0}$  e  $f_{HVe}$  il fattore di equivalenza per i veicoli pesanti deve essere maggiore di uno, altrimenti non avrebbe significato. Generalmente si assume  $e_{HV} = 2 \text{ pcu/veicolo}$ .

Infine il fattore correttivo  $f_P$  è legato alla presenza di attraversamenti pedonali e il suo valore dipende dal flusso pedonale. Questo parametro però è di scarso interesse e può anche essere trascurato.

## 2.6 Modello australiano

Fra i modelli microscopici, quello australiano è stato il primo ad essere studiato: è stato proposto nel 1962 da Tanner, ed è stato poi sviluppato e modificato nel corso degli anni da altri autori, fra i quali Troutbeck, Akçelik, Avent e Taylor. In realtà, quando si parla di modello australiano, bisogna distinguere fra:

- il modello NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities): riprende la formula originaria di Tanner del 1962 e nel 1986 è stato pubblicato nella *NAASRA Roundabout Guide*;
- il modello SIDRA (dal nome del software nel quale è stato poi implementato), noto anche come modello SR45: studiato da Troutbeck, è un'evoluzione del modello NAASRA; è stato riportato nell'*Australian Road Research Board Special Report No. 45* (1989) ed è stato successivamente inserito nelle linee guida della normativa australiana (*AUSTROADS*, 1993).

La differenza fondamentale fra questi due modelli consiste nel fatto che il modello NAASRA considera costanti i valori di critical gap e follow-up time, mentre il modello SIDRA propone di stimare queste due quantità attraverso delle formule, in funzione del flusso circolante nell'anello [15]. In questo capitolo si concentra l'attenzione solamente sul secondo, perché si ritiene che il modello NAASRA sia superato rispetto al modello SIDRA. Quindi per il modello australiano si utilizza la seguente formula [8]:

$$Q_e = \frac{3600 \cdot \varphi \cdot q_c \cdot e^{-\lambda(t_c - \Delta)}}{1 - e^{-\lambda t_f}}$$

dove:

$q_c$ : flusso circolante

$t_c$ : critical gap

$t_f$ : follow-up time

$\Delta$ : minimum headway (intervallo minimo fra i veicoli circolanti nell'anello)

$\varphi$ : percentuale di veicoli non raggruppati circolanti nell'anello

$\lambda$ : parametro tipico della teoria del gap acceptance

Innanzitutto si osserva che in questa formula il flusso circolante è espresso in veicoli/secondo e non in veicoli/ora. Per ottenere la capacità dell'approccio si deve moltiplicare per il numero di corsie di entrata. Trattandosi poi di un modello microscopico, si può notare che la capacità non dipende dalla geometria della rotatoria, ma solamente da grandezze legate alla teoria del gap acceptance, come il critical gap, il follow-up time e l'headway.

Per valutare il critical gap e il follow-up time si consiglia di utilizzare le formulazioni derivanti dagli studi di Troutbeck [8]:

$$t_f = 3.37 - 0.000394 \cdot Q_c - 0.0208 \cdot D + 0.0000889 \cdot D^2 - 0.395 \cdot n_e + 0.388 \cdot n_c$$

$$t_c = t_f \cdot (3.6135 - 0.0003137 \cdot Q_c - 0.339 \cdot e_e - 0.2775 \cdot n_c)$$

Come si può notare il critical gap è funzione del follow-up time, ma la variabile principale dalla quale dipendono entrambi è il flusso circolante. Inoltre compaiono anche due grandezze geometriche: nella prima espressione il diametro  $D$ , nell'altra la larghezza media della corsia

di entrata, indicata con  $e_e$ . Invece  $n_e$  e  $n_c$  indicano rispettivamente il numero di corsie dell'entrata e dell'anello.

Si ricorda che  $\lambda$  è un parametro della teoria del gap acceptance [14], ed è definito come:

$$\lambda = \frac{\varphi \cdot q_c}{1 - \Delta \cdot q_c}$$

Invece per quanto riguarda la proporzione di veicoli liberi esistono diverse espressioni per calcolarne il valore [14]. Nelle *AUSTROADS* si suggerisce la seguente:

$$\varphi = 0.75 \cdot (1 - \Delta \cdot q_c)$$

In caso di flusso circolante nullo per calcolare la capacità dell'entrata non si può utilizzare la formula precedente, ma si utilizza la seguente espressione:

$$Q_c = n_e \cdot \frac{3600}{t_f}$$

Infatti se nell'anello non è presente nessun veicolo e l'utente non deve attendere per sfruttare un gap accettabile, la capacità dipende solamente dal follow-up time.

## 2.7 Modello tedesco

Il modello tedesco basato sulla teoria del gap acceptance è stato elaborato da Wu riprendendo l'idea originaria dell'australiano Tanner, ed è riportato in una pubblicazione del 1997 [21]. A differenza degli altri modelli microscopici fin qui visti, la formula fornisce direttamente la capacità dell'entrata, non solo di una singola corsia. È un modello esponenziale, nel quale la capacità dipende, come sempre, dal flusso circolante nell'anello.

La formula proposta è la seguente:

$$Q_e = \left(1 - \frac{\Delta \cdot Q_c}{n_c}\right)^{n_c} \cdot \frac{n_e}{t_f} \cdot e^{-Q_c \left(t_0 - \frac{\Delta}{n_c}\right)}$$

dove:

$Q_c$ : flusso circolante

$n_c$ : numero di corsie dell'anello

$n_e$ : numero di corsie dell'entrata

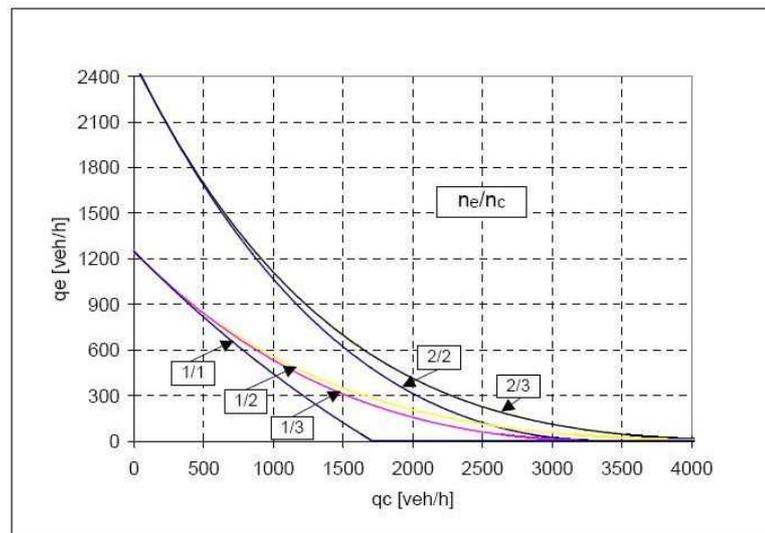
$\Delta$ : minimum headway

$$t_0 = t_c - 0.5 \cdot t_f$$

$t_c$ : critical gap

$t_f$ : follow-up time

Essendo un modello di tipo microscopico, la capacità dipende anche dall'headway, dal critical gap e dal follow-up time, mentre non dipende dalla geometria: l'unico riferimento ad essa è costituito dal numero di corsie dell'anello e dal numero di corsie dell'entrata.



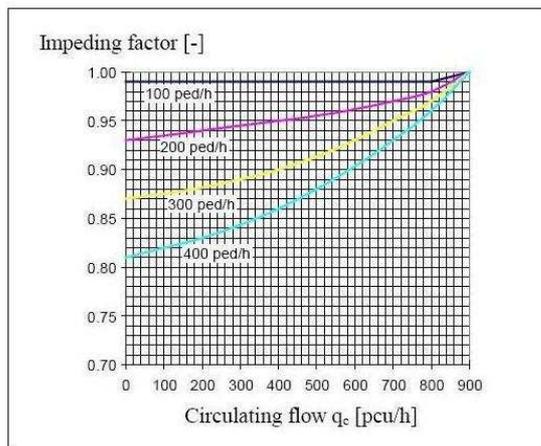
**Figura 2.12:** la capacità in funzione del flusso circolante nel modello tedesco.

A titolo di esempio si riporta un grafico nel quale si può osservare come, fissati i valori di  $t_c$ ,  $t_f$  e  $\Delta$ , la capacità varia in funzione del flusso circolante, in base al diverso numero di corsie dell'anello e dell'entrata (Figura 2.12). In questo esempio si è assunto:

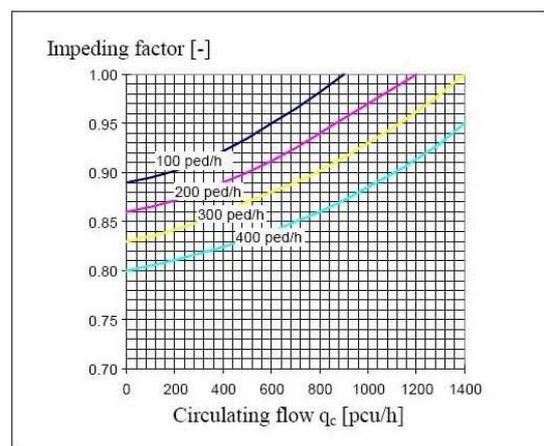
$$t_c = 4.12 \text{ s} \qquad t_f = 2.88 \text{ s} \qquad \Delta = 2.10 \text{ s}$$

Si può notare che si hanno diversi andamenti, in relazione al numero di corsie dell'entrata e al numero di corsie dell'anello.

Il modello tedesco prende in considerazione anche il problema dell'attraversamento pedonale: infatti la capacità di una singola entrata diminuisce all'aumentare del flusso pedonale di attraversamento. Gli autori hanno proposto di stimare questa variazione utilizzando un fattore di riduzione della capacità, ricavato empiricamente. Questo coefficiente dipende anche dal flusso circolante e dal numero di corsie dell'anello, e viene determinato utilizzando dei diagrammi. La riduzione data da un certo flusso pedonale è maggiore per bassi valori del flusso circolante, perché si ritiene che il disturbo causato dall'attraversamento pedonale diminuisca all'aumentare del flusso circolante, fino ad annullarsi [21]. Si riportano i diagrammi per la determinazione del fattore di riduzione nel caso di rotonda con una corsia nell'anello (Figura 2.13) e con due corsie nell'anello (Figura 2.14).



**Figura 2.13:** fattore di riduzione della capacità nel caso di anello ad una corsia.



**Figura 2.14:** fattore di riduzione della capacità nel caso di anello a due corsie.

Si può notare che nel secondo caso, a parità di flusso circolante, la riduzione di capacità è leggermente superiore.

## 2.8 Quadro riassuntivo

Si riporta ora un quadro riassuntivo dei modelli, con le diverse formule per il calcolo della capacità e le osservazioni più importanti.

MODELLO	FORMULA	OSSERVAZIONI
Francese	$Q_e = (1330 - 0.7 \cdot Q_g) \cdot [1 + 0.1 \cdot (l_e - 3.5)]$	Modello empirico. La capacità dipende dal flusso di disturbo $Q_g$ , funzione di $Q_c$ e $Q_s$ . La larghezza dell'entrata è la variabile geometrica più importante.
Svizzero	$Q_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_g$	Modello empirico. Simile al francese. La capacità dipende ancora dal flusso di disturbo $Q_g$ .
Britannico	$Q_e = k \cdot (F - f_c \cdot Q_c)$	Modello empirico. $k$ , $F$ e $f_c$ costanti positive. Le variabili geometriche hanno molta importanza.
Israeliano	$Q_e = 394 \cdot D^{0.31} \cdot e^{-0.00023 \cdot t_c \cdot Q_c}$	Modello empirico. Il valore di capacità è riferito a una singola corsia. La capacità dipende dal diametro e dal critical gap. Il critical gap si calcola in funzione del tempo di attesa.
Statunitense	$Q_e = f_{HVe} \cdot f_p \cdot f_A \cdot A \cdot e^{-\left(\frac{B}{f_B}\right) Q_c}$	Modello empirico con una base teorica. Il valore di capacità è riferito a una singola corsia. Fattori correttivi per veicoli pesanti e flusso pedonale. Flusso circolante corretto per veicoli pesanti. $A$ e $B$ dipendono da critical gap e follow-up time.
Australiano	$Q_e = \frac{3600 \cdot \phi \cdot q_c \cdot e^{-\lambda(t_c - \Delta)}}{1 - e^{-\lambda t_f}}$	Modello microscopico, basato sul gap acceptance. Il valore di capacità è riferito a una singola corsia. Flusso circolante espresso in veicoli/secondo. Il critical gap e il follow-up time si calcolano con apposite formule.
Tedesco	$Q_e = \left(1 - \frac{\Delta \cdot Q_c}{n_c}\right)^{n_c} \cdot \frac{n_e}{t_f} \cdot e^{-Q_c \left(t_0 - \frac{\Delta}{n_c}\right)}$	Modello microscopico, basato sul gap acceptance. Andamento di tipo esponenziale. La capacità dipende anche dal numero di corsie dell'entrata e dell'anello.

**Tabella 2.4:** riepilogo dei modelli di capacità esaminati.

## CAPITOLO 3: CONFRONTO DI ALCUNI MODELLI DI CAPACITÀ

In questo capitolo si discutono i risultati ottenuti nel calcolo della capacità di alcune rotatorie, effettuato con differenti modelli, sia di tipo empirico che microscopico.

### *3.1 Modalità di lavoro e caratteristiche del campione*

L'analisi che è stata svolta consiste in un confronto tra alcuni modelli per il calcolo della capacità di una rotatoria: sono stati presi in considerazione quelli presentati nel capitolo precedente, cioè il modello francese, svizzero, britannico, israeliano, australiano, statunitense e tedesco. Si è costruito un campione di alcune rotatorie e, utilizzando i modelli prescelti, è stata calcolata la capacità delle entrate di ciascuna intersezione. Successivamente sono stati realizzati dei grafici, uno per ogni modello: in particolare si è scelto di tracciare dei diagrammi a dispersione, riportanti in ascissa il flusso circolante e in ordinata la capacità. A questo punto si sono analizzati i risultati ottenuti e, attraverso i grafici, i sette modelli sono stati confrontati fra loro, facendo le opportune considerazioni e soffermandosi in particolare sull'andamento dei valori di capacità al variare del flusso circolante.

Innanzitutto si è dovuto procedere con la creazione dell'insieme di rotatorie sulle quali effettuare i calcoli. Sono state selezionate venti rotatorie di diametro compreso tra 25 e 60 metri: sono quindi rotatorie medio-grandi e possono essere adatte sia a un contesto urbano che ad uno extraurbano. Dal momento che era necessario che il campione fosse abbastanza significativo, si è cercato di variare le configurazioni, in modo tale da avere più combinazioni a disposizione e coprire un numero maggiore di casi che si possono poi ritrovare nella realtà. Per la composizione del campione si è fatto riferimento a diverse fonti: le prime dodici intersezioni a rotatoria sono state estratte da un campione di rotatorie esistenti, mentre altre tre provengono da casi applicativi presenti in letteratura (sono esempi presentati in articoli di R. Akçelik riguardanti i modelli di calcolo basati sulla teoria del gap acceptance). Dopo questa prima scelta si poneva il problema di trovare rotatorie con diametri compresi tra 25 e 40 metri, perché la maggior parte di quelle considerate fino a questo punto aveva diametri superiori a 40 metri, e in letteratura non si riuscivano a reperire altri casi adatti. Per questo motivo si è scelto di effettuare la seguente operazione: sono state prese cinque delle rotatorie già scelte e sono state ridimensionate, cioè sono state ridisegnate riducendone le dimensioni in modo

proporzionale. In due casi le misure sono state ridotte della metà, negli altri tre la riduzione è stata pari a 1/3: solo in alcuni casi la riduzione della larghezza delle entrate è stata minore, dal momento che per questo elemento si è scelto di non assumere valori inferiori a 3.5 metri, come prevede la normativa italiana. Uno dei fattori più importanti nel calcolo della capacità di una rotatoria è il diametro, e in questo modo si è riusciti a coprire in maniera uniforme l'intervallo compreso tra 25 e 60 metri: nella tabella seguente è riassunta la suddivisione del campione in base al valore di questa grandezza.

Diametro	Numero rotatorie
$25 \leq D < 35$ m	5
$35 \leq D < 45$ m	5
$45 \leq D < 55$ m	4
$D \geq 55$ m	6

**Tabella 3.1:** diametri delle rotatorie analizzate.

Tra le venti prese in esame, undici sono intersezioni a quattro rami di accesso, mentre nove sono a tre rami, per un totale di settantuno entrate ad una o due corsie: gli ingressi hanno una larghezza variabile tra 3.6 e 5 metri (una corsia) e tra 7 e 8.5 metri (due corsie). In quattordici casi si tratta di rotatorie con due corsie nell'anello e negli altri sei c'è una sola corsia di circolazione: le larghezze di questo elemento sono comprese tra 4.5 e 10.5 metri. Alcune delle rotatorie con due corsie nell'anello hanno sia entrate a due corsie, sia entrate ad una sola corsia, mentre tutte le rotatorie con anello a singola corsia sono provviste unicamente di ingressi ad una corsia. L'isola separatrice è sempre presente ed ha larghezze variabili tra 4 e 27.8 metri: in un solo caso l'isola separatrice non è presente, ma è un'eccezione perché si tratta di un accesso che non prevede una corsia di uscita. Nella tabella alla pagina seguente sono riassunte alcune caratteristiche del campione.

Nella Tabella A.1, presentata in appendice, sono riportate tutte le misure dei vari elementi delle venti rotatorie esaminate.

Elemento	Quantità	Larghezza minima	Larghezza massima
entrate 1 corsia	39	3.6 m	5.0 m
entrate 2 corsie	32	7.0 m	8.5 m
anello 1 corsia	6	4.5 m	7.0 m
anello 2 corsie	14	8.0 m	10.5 m
isola separatrice	70	4.0 m	27.8 m

**Tabella 3.2:** elementi geometrici delle rotatorie analizzate.

Dopo questa prima fase si è posta l'attenzione sui modelli e sulle ipotesi di lavoro. Per il calcolo della capacità sono state utilizzate le formule descritte nel capitolo precedente (si veda la Tabella 2.4). In tutti i casi presi in esame si è ipotizzato che nelle rotatorie circolassero solamente autovetture, trascurando così la presenza di veicoli pesanti. Inoltre si è deciso di non tenere conto degli attraversamenti pedonali, considerando sempre nulli eventuali flussi pedonali di attraversamento.

Nella descrizione dei diversi modelli si è visto che la variabile più importante dalla quale dipende la capacità è il flusso circolante. Nell'analisi che è stata condotta si è deciso di non utilizzare dati reali di traffico, ma di calcolare la capacità al variare del flusso circolante: per ogni rotatoria sono stati assunti i valori compresi tra 0 e 1800 veicoli/ora, ad intervalli regolari di 50 veicoli/ora. In questo modo si è potuto studiare il funzionamento di una rotatoria in diverse condizioni di traffico e si è potuto valutare l'incidenza di questa variabile nel calcolo della capacità. Si è scelto un valore massimo di 1800 veicoli/ora perché si ritiene che nel contesto italiano difficilmente si superi questo valore.

Nel modello francese e in quello svizzero per il calcolo della capacità di un'entrata è necessario introdurre nella formula anche il flusso uscente dallo stesso ramo. Anche in questo caso sono stati ipotizzati dei valori: per ogni rotatoria è stata costruita una matrice O/D nella quale il flusso uscente è espresso come frazione del flusso circolante. Si è deciso di utilizzare gli stessi valori per entrambi i modelli: la tabella con tutti i valori del flusso uscente è riportata in appendice (Tabella A.2).

Per quanto riguarda i vari parametri relativi al gap acceptance presenti in alcuni modelli (israeliano, australiano, statunitense e tedesco), si è dovuto affrontare il problema della scelta dei valori da utilizzare. Nei calcoli effettuati con il modello israeliano si è seguito l'approccio

proposto dagli autori, e si è calcolato il critical gap con l'espressione già analizzata nel capitolo precedente [11]:

$$t_c = t_c^{\min} + \frac{t_c^{\max} - t_c^{\min}}{1 + e^{b(t_w - t_{w0})}}$$

Per il valore minimo e massimo del critical gap si è assunto:

$$t_c^{\min} = 2.34 \text{ s} \qquad t_c^{\max} = 5.81 \text{ s}$$

Per quanto riguarda il tempo di attesa si è deciso di effettuare una suddivisione dei flussi circolanti in vari intervalli e di assegnare ad ogni intervallo un diverso valore di  $t_w$ . I valori scelti sono riportati di seguito: coerentemente con la teoria, il tempo di attesa aumenta all'aumentare del flusso circolante.

Flusso circolante	Tempo di attesa
$0 \leq Q_c \leq 300$ veicoli/ora	10 s
$300 < Q_c \leq 600$ veicoli/ora	15 s
$600 < Q_c \leq 900$ veicoli/ora	20 s
$900 < Q_c \leq 1200$ veicoli/ora	25 s
$1200 < Q_c \leq 1500$ veicoli/ora	30 s
$1500 < Q_c \leq 1800$ veicoli/ora	35 s

**Tabella 3.3:** valori del tempo di attesa utilizzati nel modello israeliano.

Si ricorda che [11]:

$$t_{w0} = -497.3 \cdot b + 45.5$$

$$b = 0.0001 \cdot D + 0.0162 \cdot P + 0.0028 \cdot V_C$$

Si è sempre posto  $P=1$ , perché come già detto si è ipotizzato che il flusso pedonale sia sempre nullo. Invece per quanto riguarda la variabile  $V_C$  sono stati utilizzati i valori proposti dagli autori (Tabella 3.4), differenziati in base al flusso circolante.

Flusso circolante	$V_C$
$0 \leq Q_c \leq 420$ veicoli/ora	1
$420 < Q_c \leq 660$ veicoli/ora	2
$660 < Q_c \leq 900$ veicoli/ora	3
$900 < Q_c \leq 1200$ veicoli/ora	4
$Q_c > 1200$ veicoli/ora	5

**Tabella 3.4:** valori della variabile  $V_C$  utilizzati nel modello israeliano.

Nel modello australiano per calcolare il critical gap e il follow-up time sono state utilizzate le espressioni dovute a Troutbeck, già presentate nel capitolo precedente. Per quanto riguarda invece l'headway si è fatto riferimento alle indicazioni presenti in letteratura, e i valori sono stati scelti in base alle caratteristiche dell'anello della rotatoria (larghezza e numero di corsie) e al flusso circolante, secondo il prospetto riportato di seguito [8].

Flusso circolante	Caratteristiche anello	Headway
< 1000 veicoli/ora	$l_a < 10$ m	2 s
	$l_a \geq 10$ m	1 s
$\geq 1000$ veicoli/ora	$n_c = 1$	2 s
	$n_c = 2$	1 s

**Tabella 3.5:** valori dell'headway utilizzati nel modello australiano.

Si può notare che quando lo spazio nell'anello della rotatoria è maggiore, l'intervallo tra due veicoli successivi diminuisce.

Infine nei modelli statunitense e tedesco i valori di critical gap e follow-up time sono stati differenziati in base al flusso circolante (Tabella 3.6). Per decidere il valore minimo e quello massimo di entrambi i parametri si è fatto sempre riferimento alle indicazioni presenti in

letteratura [8]. Si osserva che entrambi i parametri diminuiscono all'aumentare del flusso circolante.

Flusso circolante	Critical gap	Follow-up time
$0 \leq Q_c \leq 300$ veicoli/ora	4.6 s	3.1 s
$300 < Q_c \leq 600$ veicoli/ora	4.5 s	3.0 s
$600 < Q_c \leq 900$ veicoli/ora	4.4 s	2.9 s
$900 < Q_c \leq 1200$ veicoli/ora	4.3 s	2.8 s
$1200 < Q_c \leq 1500$ veicoli/ora	4.2 s	2.7 s
$1500 < Q_c \leq 1800$ veicoli/ora	4.1 s	2.6 s

**Tabella 3.6:** valori del critical gap e del follow-up time utilizzati nei modelli statunitense e tedesco.

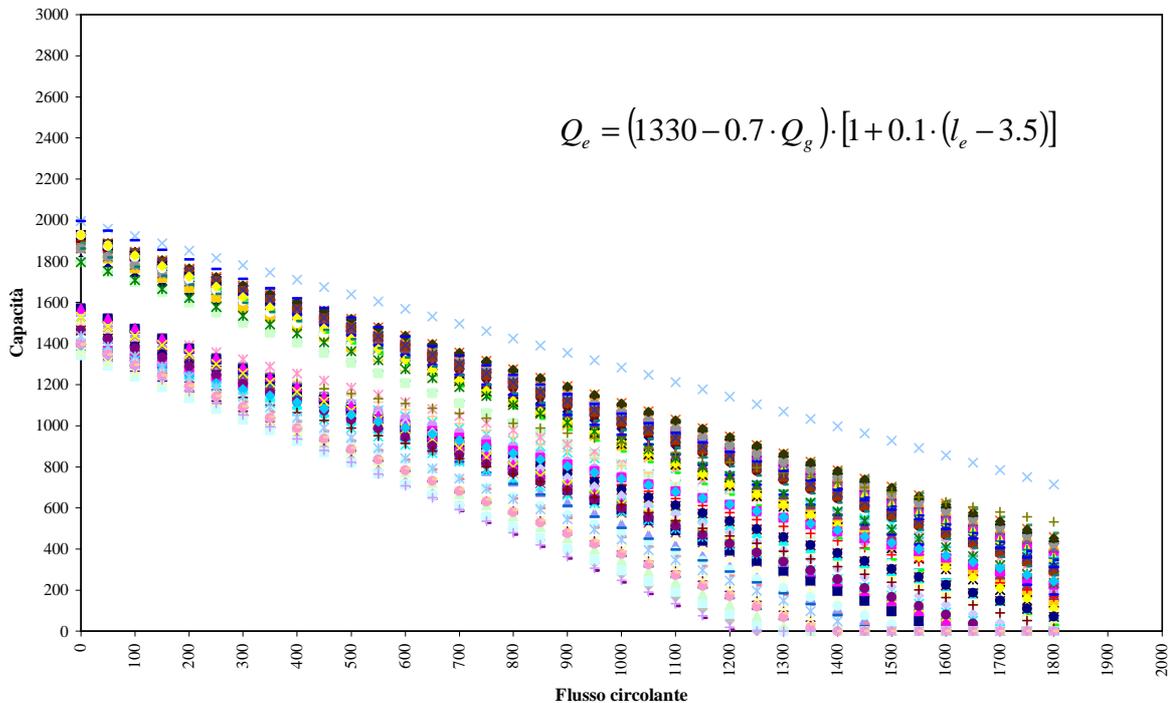
Nel modello tedesco per i valori dell'headway sono stati utilizzati gli stessi scelti per il modello australiano (Tabella 3.5). Si precisa anche che nel modello statunitense si è assunto  $f_A = f_B = 1.1$  (coefficiente correttivo relativo ai parametri  $A$  e  $B$ ).

### 3.2 Analisi dei risultati

Dopo aver effettuato tutti i calcoli ed aver realizzato i grafici, i risultati ottenuti sono stati esaminati, con l'obiettivo di confrontare tra loro i diversi modelli. Tre di questi (francese, svizzero e britannico) hanno un andamento di tipo lineare, mentre gli altri quattro (israeliano, australiano, statunitense e tedesco) presentano un andamento di tipo esponenziale. In tutti e sette si può osservare il comportamento che era stato previsto: la capacità diminuisce all'aumentare del flusso circolante, quindi a bassi valori del flusso circolante corrisponde una capacità elevata, e viceversa. Naturalmente i diversi modelli presentano anche delle differenze fra loro e i valori di capacità differiscono significativamente. Tutti i risultati ottenuti sono riportati in appendice (Tabelle A.6 - A.12).

I primi due modelli che sono stati esaminati sono il modello francese e quello svizzero. Sono tutti e due di tipo lineare e sono molto simili fra loro: infatti in entrambi la capacità dipende dal flusso di disturbo, calcolato tenendo conto del flusso circolante e di quello uscente.

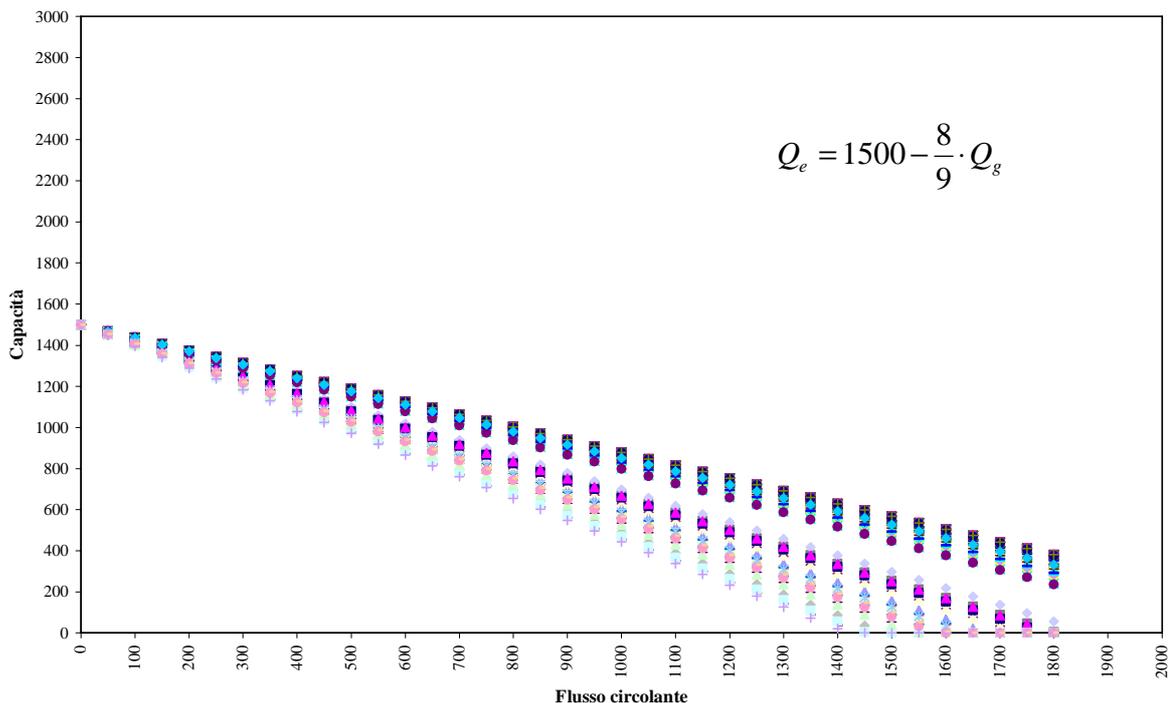
Nel modello francese si può osservare che per le rotatorie più piccole, con valori inferiori della larghezza dell'anello e delle entrate, la capacità risulta essere più bassa. Nella formula del SETRA infatti la variabile geometrica più rilevante è la larghezza dell'entrata. Proprio come conseguenza di questo fatto si può notare che nel grafico (Figura 3.1) tende ad esserci una separazione fra i valori di capacità dei rami ad una corsia di ingresso e quelli dei rami a due corsie: questo naturalmente è dovuto al fatto che gli approcci con due corsie devono essere necessariamente più larghi degli altri. Questa ripartizione in due gruppi si nota soprattutto per bassi valori del flusso circolante, mentre per valori maggiori i risultati tendono a uniformarsi, per quanto molto dispersi: nel caso di flusso circolante nullo, per i rami con una corsia di entrata la capacità è compresa tra 1400 e 1600 veicoli/ora, mentre per due corsie di entrata la stessa è compresa tra 1800 e 2000 veicoli/ora.



**Figura 3.1:** risultati del modello francese.

Nel modello svizzero (Figura 3.2) accade invece il contrario, cioè la distinzione fra entrate con una e due corsie è osservabile per alti valori del flusso circolante, perché tutte le rette hanno la stessa intercetta sull'asse delle ordinate e, di conseguenza, tutte partono da quel punto: forse questo rappresenta anche il limite maggiore del modello svizzero, che fissa una capacità di base pari a 1500 veicoli/ora, e la riduce in base al flusso di disturbo, ma senza tenere conto della larghezza delle entrate. Così si verifica che, in presenza di flusso circolante

nullo, ingressi ad una e due corsie hanno la stessa capacità, pari a 1500 veicoli/ora: evidentemente questa situazione è abbastanza irrealistica. Tuttavia, anche se non è presente la larghezza dell'entrata, la valutazione della distanza tra i punti di conflitto (che determina il valore del coefficiente  $\alpha$ ) permette di tenere conto della grandezza della rotatoria nel calcolo della capacità: anche nel modello svizzero le rotatorie di dimensioni minori hanno generalmente una capacità minore, perché il valore del coefficiente  $\alpha$  è maggiore e dunque la riduzione dovuta al flusso di disturbo è maggiore.

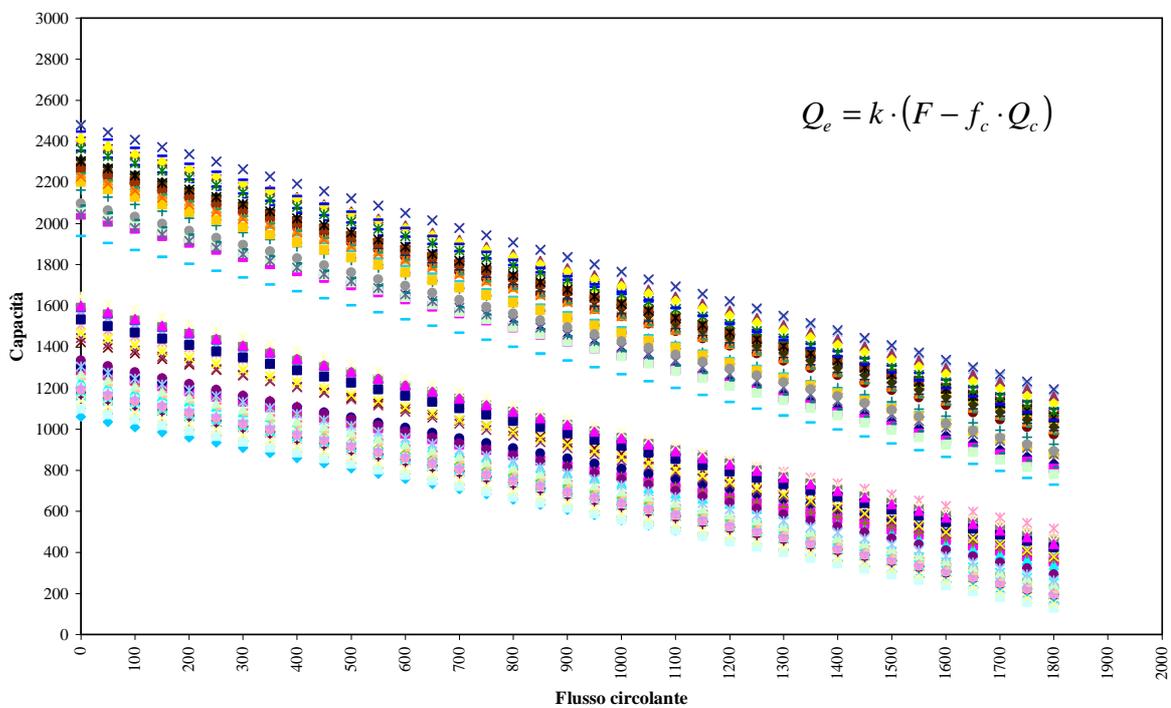


**Figura 3.2:** risultati del modello svizzero.

Confrontando ancora i due grafici si può osservare che nel francese le rette sono leggermente più inclinate. Inoltre si verifica la seguente situazione, che si ricollega alle considerazioni fatte in precedenza: per le entrate a singola corsia i valori di capacità calcolati con il modello svizzero sono maggiori di quelli calcolati con il francese; viceversa, per i rami con due corsie di ingresso la capacità calcolata con il francese è maggiore di quella calcolata con lo svizzero. Infine si osserva che in entrambi i modelli le rotatorie più piccole (come per esempio le intersezioni numero 13, 15, 19 e 20) hanno una capacità nulla per alti valori del flusso circolante (maggiore di 1400 - 1600 veicoli/ora).

Il modello britannico è l'altro modello di tipo lineare. In questo caso nel grafico (Figura 3.3) si può osservare una chiara divisione fra le rette corrispondenti alle entrate con una sola corsia

e quelle delle entrate a due corsie. Per gli ingressi ad una corsia, la capacità è compresa tra 1000 e 1700 veicoli/ora se il flusso circolante è nullo, mentre è compresa tra 100 e 500 veicoli/ora se il flusso circolante è pari al massimo valore considerato, 1800 veicoli/ora. Nel caso delle due corsie di entrata i valori di capacità sono ovviamente maggiori: sono compresi tra 1900 e 2500 veicoli/ora se il flusso circolante è nullo e tra 700 e 1200 veicoli/ora in corrispondenza del massimo flusso circolante. Inoltre nel modello britannico, a parità di flusso circolante, i valori di capacità ottenuti sono maggiori di quelli calcolati con il modello francese e con lo svizzero. Si nota che, rispetto agli altri due modelli lineari, nel modello di Kimber i valori massimi di capacità sono decisamente superiori: nel modello svizzero il valore massimo è 1500 veicoli/ora, nel francese non si supera 2000 veicoli/ora, mentre in questo caso si arriva anche fino a 2500 veicoli/ora. Anche i valori minimi sono più elevati: se nei modelli francese e svizzero in alcuni casi la capacità si annulla, nel britannico anche con alti valori del flusso circolante la capacità non è mai inferiore a 700 veicoli/ora. Infine si è già visto in precedenza che le variabili geometriche che influenzano maggiormente il valore della capacità sono il diametro e la larghezza delle entrate. Si ricorda che il diametro è legato solamente alla pendenza delle rette, mentre la larghezza dell'approccio influisce sia sulla pendenza che sull'intercetta lungo l'asse delle ordinate.



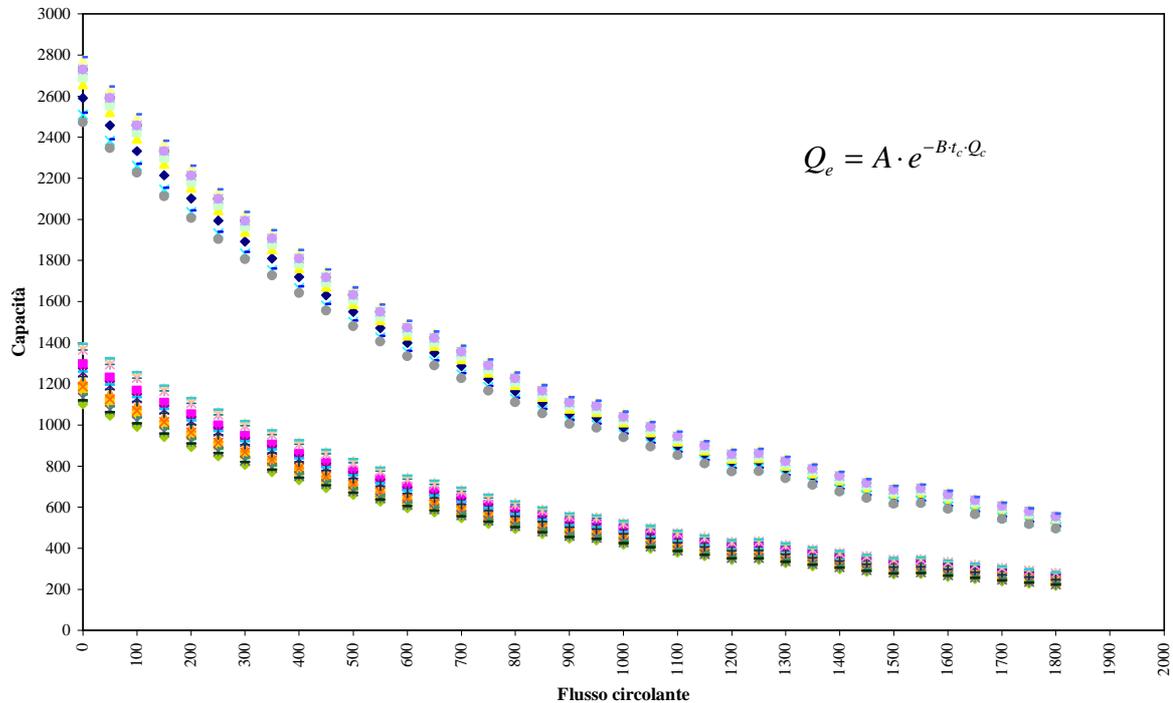
**Figura 3.3:** risultati del modello britannico.

Gli altri quattro modelli presi in considerazione, come è stato detto, presentano tutti un andamento di tipo esponenziale, anche se uno è di tipo empirico (il modello israeliano), mentre gli altri sono quelli basati sulla teoria del gap acceptance. Si può osservare che in tutti e quattro i modelli esponenziali è evidente una netta separazione tra i valori di capacità delle entrate a singola corsia e i valori delle entrate a due corsie (Figure 3.4 - 3.7). Questo perché le formule del modello israeliano, dello statunitense e dell'australiano calcolano la capacità per una singola corsia, e questo valore va poi moltiplicato per il numero di corsie dell'approccio. In maniera simile, anche fra le variabili della formula tedesca è presente il numero di corsie dell'entrata. Da qui deriva la suddivisione in due gruppi dei valori di capacità ottenuti, ben visibile nei quattro grafici.

Il modello israeliano è un modello empirico e ha un andamento di tipo esponenziale: la capacità diminuisce all'aumentare del flusso circolante. Il critical gap assume valori compresi tra 3.8 e 4.6 secondi (si veda la Tabella A.3 riportata in appendice), e a parità di flusso circolante i valori calcolati nelle varie rotatorie non sono molto diversi tra loro: ovviamente il critical gap diminuisce all'aumentare del flusso circolante, come si poteva prevedere. Si può notare che l'intervallo nel quale sono compresi i valori del critical gap è molto simile a quello che durante la fase di calcolo è stato scelto per i modelli statunitense e tedesco. Come si è già visto, nel modello israeliano l'unica grandezza geometrica dalla quale dipende la capacità è il diametro: per questo motivo in ciascuna rotatoria una singola corsia di ingresso ha sempre la stessa capacità, e di conseguenza all'interno di una stessa rotatoria le entrate a due corsie hanno una capacità doppia rispetto a quelle ad una corsia. Nel grafico del modello israeliano (Figura 3.4), per ciascuna rotatoria si è deciso di rappresentare un solo esempio per ogni tipologia di entrata (ad una o due corsie di ingresso): quindi se un approccio aveva gli stessi valori di capacità di un altro ramo della stessa rotatoria, i suoi valori non sono stati riportati, per evitare delle ripetizioni. Si può subito notare che le rotatorie con un diametro maggiore hanno una capacità maggiore (come d'altronde era stato sottolineato nel precedente capitolo, nella descrizione del modello).

Si osserva che per bassi valori del flusso circolante (fino a circa 250 - 300 veicoli/ora), in quasi tutti i casi il modello israeliano prevede valori di capacità più elevati rispetto al modello britannico, mentre per valori superiori del flusso circolante la capacità è minore di quella calcolata con la formula di Kimber. Nel modello israeliano infatti in caso di flusso circolante nullo la capacità è compresa tra 1100 e 1400 veicoli/ora (entrate a corsia singola) e tra 2400 e 2800 veicoli/ora (entrate a due corsie). In presenza di un flusso circolante di 1800 veicoli/ora

la capacità prevista è inferiore a 700 veicoli/ora, mentre in precedenza si è visto che con il modello britannico la capacità non è mai inferiore a tale valore.

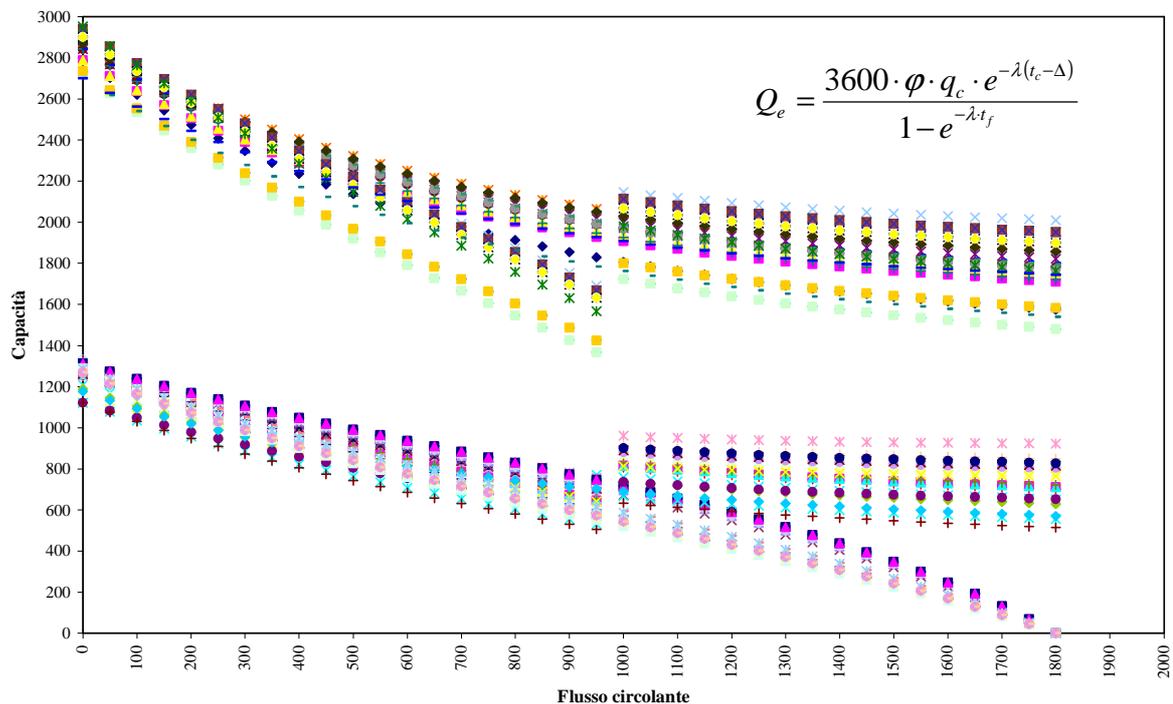


**Figura 3.4:** risultati del modello israeliano.

Invece se si confronta il modello israeliano con il francese e lo svizzero, si può fare una distinzione: nel caso delle entrate a due corsie i valori di capacità previsti dal modello israeliano sono generalmente superiori, mentre nel caso delle entrate a singola corsia i valori di capacità del modello israeliano sono minori, tranne che in alcune delle rotonde più piccole, per alti valori del flusso circolante (superiori a 1400 veicoli/ora). Inoltre nel grafico del modello israeliano si osserva che la parte corrispondente alle entrate a due corsie ha una curvatura maggiore rispetto al gruppo delle entrate a singola corsia: all'aumentare del flusso circolante i valori di capacità degli ingressi a due corsie decrescono più rapidamente di quelli ad una sola corsia.

Passando ora ad analizzare i risultati del modello australiano, si può notare innanzitutto che l'intervallo che racchiude i valori del critical gap è più ampio di quello osservato nel modello israeliano: nell'australiano infatti il critical gap è compreso tra 1.7 e 5.9 secondi (tutti i valori del critical gap calcolati per il modello australiano sono riportati in appendice, Tabella A.4). Inoltre anche la variabilità dei valori registrati è più ampia, forse perché le espressioni di Troutbeck sono più complesse e prendono in considerazione più fattori rispetto a quelle

elaborate dai ricercatori dell'Israel Institute of Technology. Nel modello australiano i valori di follow-up time sono compresi tra 1.7 e 3.2 secondi (Tabella A.5, riportata in appendice), un intervallo più ampio rispetto a quello scelto per i modelli statunitense e tedesco, soprattutto per quanto riguarda i valori più bassi (corrispondenti a elevati valori del flusso circolante): negli altri due modelli infatti si era considerato un valore minimo pari a 2.6 secondi. Nel grafico che rappresenta i dati del modello australiano (Figura 3.5) si osserva un andamento un po' particolare: infatti in alcuni casi, in corrispondenza di un flusso circolante di 1000 veicoli/ora, si ha una discontinuità molto evidente, l'andamento cambia bruscamente e la capacità aumenta. In altri casi invece l'andamento è continuo e non c'è nessuna variazione anomala. Questo comportamento è dovuto sicuramente al fatto che l'headway può assumere diversi valori, a seconda che il flusso circolante sia maggiore o minore di 1000 veicoli/ora: questo è un valore limite, in corrispondenza del quale l'andamento delle esponenziali può cambiare. Quello che ne deriva è un grafico nel quale i valori di capacità sono più dispersi rispetto agli altri modelli, e il comportamento complessivo è di difficile interpretazione.

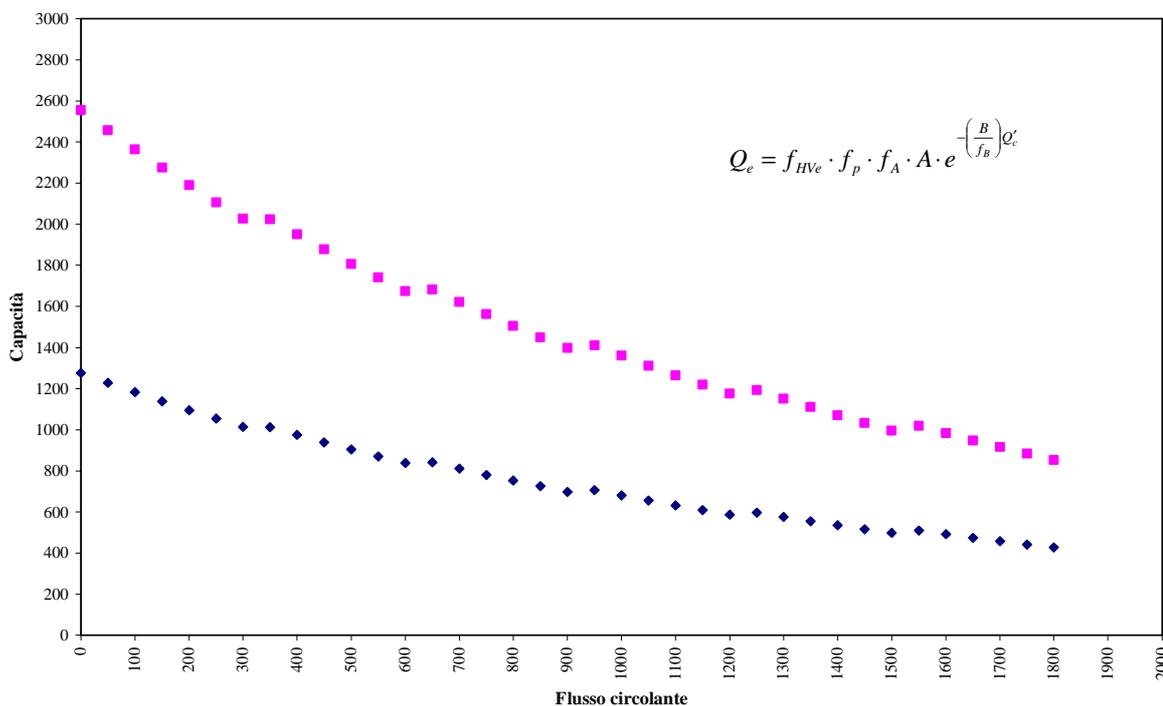


**Figura 3.5:** risultati del modello australiano.

Si può osservare che con il modello australiano si ottengono generalmente valori di capacità superiori rispetto altri modelli: si ha un'eccezione nel caso di alcune entrate a singola corsia in rotonde di piccolo diametro, ma solo per valori del flusso circolante inferiori a 1000

veicoli/ora. Nel modello australiano in caso di flusso circolante nullo la capacità è compresa tra 1100 e 1400 veicoli/ora (entrate a singola corsia) e tra 2700 e 3000 veicoli/ora (entrate a due corsie): si osserva che questi ultimi sono i valori più alti che sono stati ottenuti in tutta l'analisi. Invece in corrispondenza del massimo flusso circolante (1800 veicoli/ora), i valori di capacità sono molto dispersi, e sono compresi tra 0 e 2000 veicoli/ora.

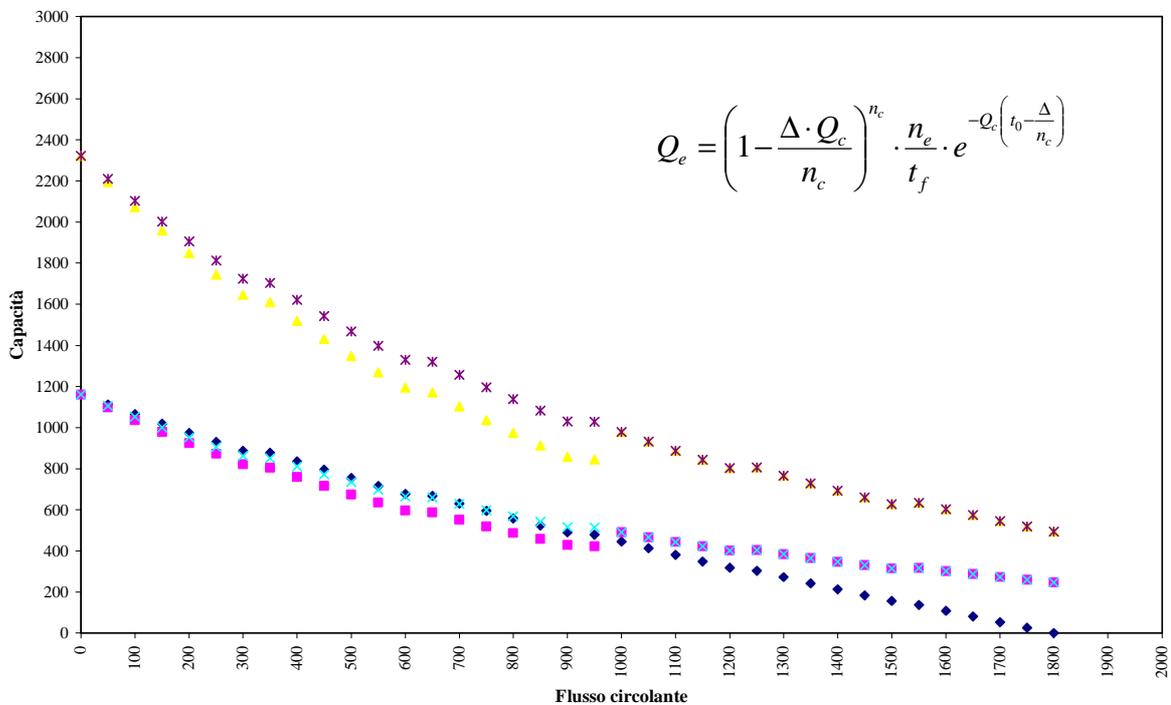
Rimangono infine da analizzare gli ultimi due modelli, quello statunitense e quello tedesco. In entrambi l'andamento è di tipo esponenziale, ma i grafici risultano un po' diversi da quelli visti finora. Nel modello statunitense la capacità dipende solamente dai parametri legati al gap acceptance, cioè critical gap e follow-up time: per questo, a parità di flusso circolante, tutte le entrate a singola corsia hanno uguale capacità, e lo stesso accade per le entrate a due corsie, dal momento che in questo studio sono stati assunti gli stessi valori di critical gap e follow-up time per tutte le rotatorie. Per questo motivo nel grafico (Figura 3.6) sono riportate solamente due serie di valori. Inoltre si ricorda che gli ingressi a due corsie hanno una capacità doppia rispetto agli altri.



**Figura 3.6:** risultati del modello statunitense.

I valori di capacità ottenuti con il modello statunitense sono leggermente superiori a quelli ottenuti con il modello israeliano, tranne che per bassi valori del flusso circolante: fino a valori del flusso circolante pari a 300 veicoli/ora i risultati dei due modelli sono simili fra

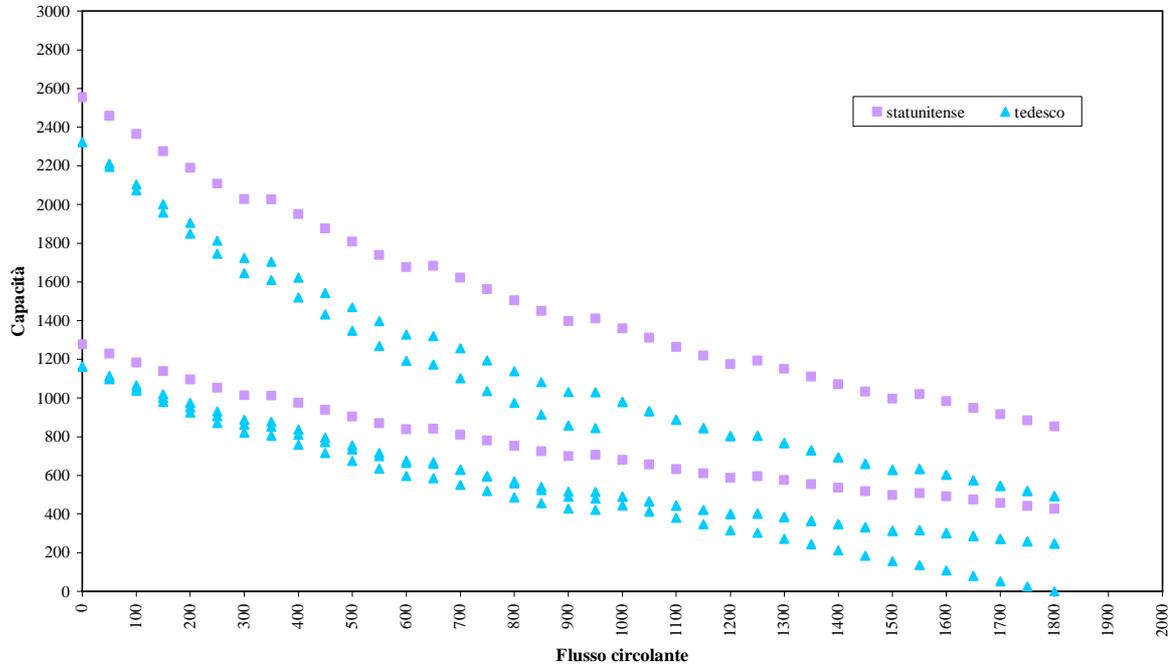
loro. In un confronto con il modello australiano si nota invece che per le entrate a due corsie i valori di capacità del modello statunitense sono inferiori a quelli del modello australiano, mentre per le entrate ad una corsia i risultati dei due modelli ricadono nello stesso intervallo. Anche nel grafico del modello tedesco si hanno solamente poche serie di valori (Figura 3.7), perché alla distinzione fra entrate ad una e due corsie si sovrappone quella relativa alla larghezza dell'anello (maggiore o minore di 10 metri), e le possibili combinazioni sono solamente cinque. I valori di capacità del modello tedesco sono inferiori a quelli ottenuti con il modello statunitense, ma le curve hanno un andamento molto simile fra loro: questo fatto è evidente se si riportano in uno stesso grafico i risultati di entrambi i modelli (Figura 3.8).



**Figura 3.7:** risultati del modello tedesco.

Si ritiene che il modello statunitense e quello tedesco siano i due modelli meno significativi fra tutti quelli analizzati: in particolare il loro limite principale è costituito dal fatto che i valori di capacità dipendono solamente dai parametri del gap acceptance, e non dalla geometria della rotatoria. Il fatto che non esistano espressioni per calcolare critical gap e follow-up time e che la loro scelta sia lasciata al progettista, rende molto arbitrario il calcolo della capacità. Inoltre non è possibile nessuna distinzione fra rotatorie di diametri diversi: anche qui un'eventuale differenziazione dovrebbe essere effettuata dal progettista attraverso

la scelta dei valori di critical gap e follow-up time, ma non è ben chiaro come si possa fare e in base a quali criteri si dovrebbe procedere.



**Figura 3.8:** confronto tra i risultati dei modelli statunitense e tedesco.

A questo punto per ciascun modello sono stati calcolati i valori medi della capacità al variare del flusso circolante, distinguendo fra entrate ad una e due corsie, ed è stato poi realizzato un grafico, per cercare di avere un quadro riassuntivo ed evidenziare meglio l'andamento complessivo (Figura 3.9). Oltre ai valori medi, è stata calcolata anche la deviazione standard: tutti questi valori sono riportati in appendice (Tabella A.13). Nelle tabelle alla pagina seguente invece sono riportati gli intervalli nei quali ricadono i valori di capacità minimi e massimi ottenuti con i diversi modelli (i valori sono espressi in veicoli/ora). Nella prima (Tabella 3.7) sono riportati i valori minimi e massimi di capacità che sono stati ottenuti per gli ingressi con una sola corsia di entrata, mentre la tabella successiva (Tabella 3.8) riporta i valori che sono stati osservati negli ingressi a doppia corsia di entrata. Si ricorda che la capacità massima è quella che si calcola con flusso circolante nullo, mentre la minima è quella che si ottiene in corrispondenza di un flusso circolante pari a 1800 veicoli/ora.

Osservando il grafico che riporta i valori medi, si può notare che tutti i risultati relativi alle entrate a singola corsia sono molto vicini fra loro e sono racchiusi all'interno di una fascia di

valori piuttosto uniforme. Invece i valori medi di capacità per le entrate a due corsie sono molto più dispersi e si notano andamenti molto differenti.

Modello	Capacità minima	Capacità massima
francese	0 - 500	1400 - 1600
svizzero	0 - 100	1500
britannico	100 - 500	1000 - 1700
israeliano	200 - 300	1100 - 1400
australiano	0 - 1000	1100 - 1400
statunitense	427	1277
tedesco	0 - 300	1150 - 1200

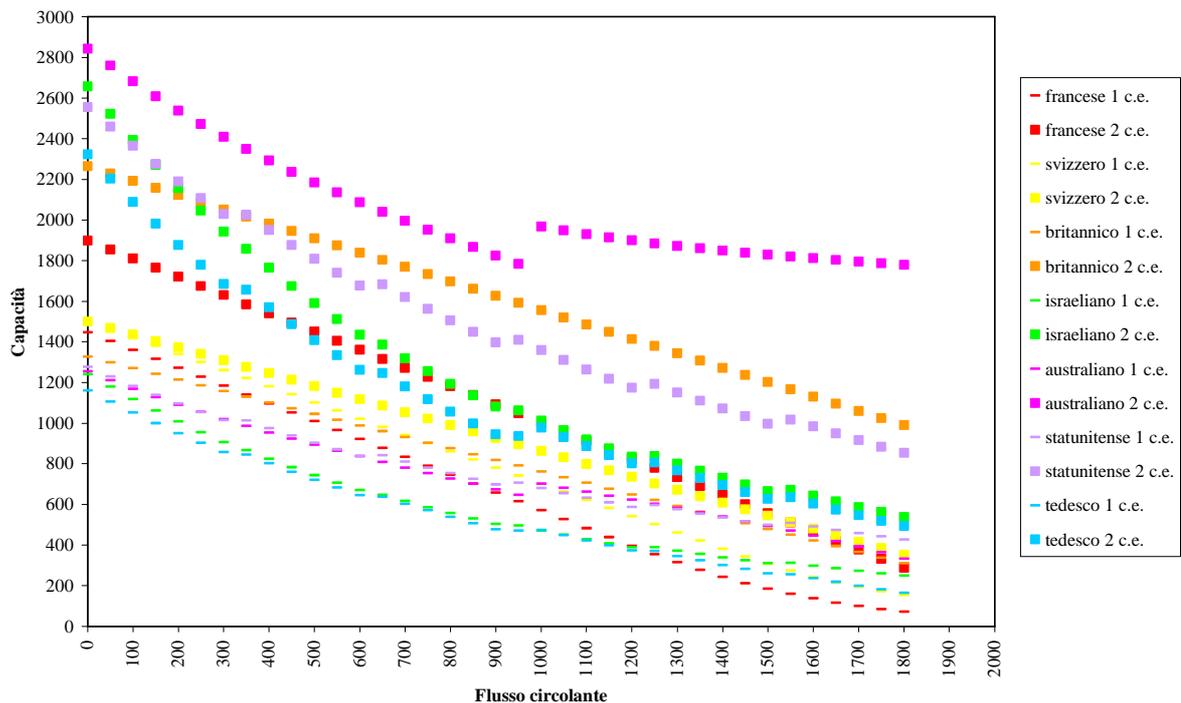
**Tabella 3.7:** valori minimi e massimi di capacità osservati per le entrate ad una corsia.

Modello	Capacità minima	Capacità massima
francese	0 - 700	1800 - 2000
svizzero	200 - 400	1500
britannico	700 - 1200	1900 - 2500
israeliano	500 - 700	2400 - 2800
australiano	1400 - 2000	2700 - 3000
statunitense	853	2555
tedesco	450 - 500	2300 - 2350

**Tabella 3.8:** valori minimi e massimi di capacità osservati per le entrate a due corsie.

Sempre con riferimento al grafico che riporta i valori medi di capacità, per quanto riguarda la prima tipologia (entrata a corsia singola) si osserva che per bassi valori del flusso circolante i modelli svizzero e francese forniscono i valori medi di capacità più alti, mentre il modello tedesco e quello israeliano sono quelli con i valori più bassi. Per alti valori del flusso circolante il modello francese questa volta fornisce i valori medi di capacità più bassi, mentre sono i modelli statunitense, australiano e britannico quelli che forniscono i valori più alti.

Passando agli ingressi a doppia corsia di entrata si nota subito che il modello australiano è quello che presenta i valori medi di capacità più elevati, per qualsiasi valore del flusso circolante. Inoltre nel modello australiano, come osservato in precedenza, in corrispondenza di un flusso circolante pari a 1000 veicoli/ora è evidente una discontinuità, con un aumento della capacità. Invece il modello che fornisce i valori medi di capacità più bassi è il modello svizzero, al quale si aggiungono, soprattutto per alti valori del flusso circolante, i modelli francese, israeliano e tedesco.



**Figura 3.9:** valori medi di capacità ottenuti con i diversi modelli.

Alla fine di questa analisi si può osservare che, come era prevedibile, le entrate ad una corsia e quelle a due corsie hanno valori di capacità differenti e un diverso comportamento al variare del flusso circolante. In generale si può notare che i modelli considerati presentano andamenti molto differenti fra loro, e c'è una grande distinzione fra i modelli empirici e quelli comportamentali, cioè basati sulla teoria del gap acceptance. Sarebbe utile per l'analista avere delle indicazioni per riuscire a sapere in quale situazione è più vantaggioso utilizzare un modello piuttosto che un altro, e capire quali sono i parametri che influenzano maggiormente il calcolo della capacità di una rotatoria e in che modo lo fanno: in particolare sarebbe anche interessante studiare le differenze fra le due tipologie di modelli (empirici e microscopici) e stabilire se nel calcolo della capacità di una rotatoria i fattori geometrici sono più importanti

di quelli comportamentali o viceversa. Tutto questo è quello che si è cercato di sviluppare nell'ultima fase di questo lavoro e che verrà affrontato nel prossimo capitolo.

## CAPITOLO 4: ELABORAZIONE DI MODELLI GLOBALI

Si è detto all'inizio che lo scopo di questo lavoro era studiare alcuni modelli per il calcolo della capacità di una rotatoria, esaminare i risultati che questi modelli hanno fornito applicandoli a un insieme di rotatorie e confrontare fra loro i diversi comportamenti riscontrati. Nel capitolo precedente sono stati esposti e commentati i valori di capacità ottenuti. In questa ultima fase del lavoro si è cercato di approfondire l'analisi, attraverso l'elaborazione di quello che è stato definito un *modello globale*, cioè un modello di calcolo della capacità dipendente solamente dal flusso circolante e ricavato attraverso l'interpolazione dei dati a disposizione.

Per provare ad elaborare il modello globale innanzitutto si è deciso di non interpolare tutti i dati di cui si disponeva, ma di selezionare, nell'insieme delle venti rotatorie esaminate, una o più rotatorie che potessero essere rappresentative del comportamento medio osservato all'interno del campione: questo significa che non sono state scelte rotatorie con diametri troppo piccoli oppure troppo grandi, e che sono stati scartati tutti i casi che presentavano irregolarità e andamenti anomali. Dal momento che nel capitolo precedente si è osservato che i valori di capacità ottenuti per entrate ad una e due corsie sono molto differenti fra loro, si è deciso di distinguere le due tipologie e di elaborare un diverso modello globale per ciascuna delle due: per questo sono state selezionate due rotatorie, una con solo ingressi a singola corsia e una con solo ingressi a doppia corsia, ciascuna delle quali fosse rappresentativa del comportamento medio delle rotatorie della corrispondente tipologia. Fra le rotatorie con entrate ad una corsia è stata scelta la rotatoria numero 19 (che d'ora in avanti sarà indicata come rotatoria C1), mentre fra quelle con entrate a due corsie è stata scelta la rotatoria numero 2 (rinominata rotatoria C2). Per le misure e i valori di capacità ottenuti applicando i vari modelli si consultino le tabelle riportate in appendice.

Su entrambe le rotatorie individuate è stato condotto lo stesso studio: sono stati riuniti tutti i valori di capacità della rotatoria ottenuti con i sette modelli utilizzati ed è stata effettuata un'interpolazione dei dati. Questo vuol dire che è stato realizzato un grafico con tutti i dati disponibili e all'interno della nuvola di punti così costruita sono state inserite alcune linee di tendenza: si è scelto di provare ad utilizzare andamenti di tipo lineare, esponenziale e polinomiale, di secondo e di terzo ordine. Per ciascuna interpolazione è stato calcolato il coefficiente di correlazione  $R^2$  e, confrontando i diversi risultati, è stata scelta la formulazione da dare al modello globale. In questo modo, come già detto, sono stati ricavati due modelli

globali. Ognuno di questi due modelli è stato poi analizzato e confrontato con i singoli modelli studiati in precedenza, per cercare di capire quanto il modello globale si avvicinasse a ciascuno di essi. L'obiettivo di tutta questa fase del lavoro non era tanto quello di ricavare un nuovo modello per il calcolo della capacità, quanto piuttosto individuare un modello che potesse essere un riferimento per l'analista, per permettergli di capire in quali condizioni di flusso circolante è meglio utilizzare un modello piuttosto che un altro. Nello sviluppo dei due modelli globali si è anche cercato di chiarire il ruolo dei fattori geometrici e di quelli comportamentali nel calcolo della capacità di una rotatoria, per comprendere la distinzione fra modelli empirici e microscopici, e per provare a capire in quali situazioni si ha la predominanza di uno o più parametri rispetto ad altri.

In questo capitolo si riportano le elaborazioni che sono state effettuate per le rotatorie C1 e C2, i due modelli globali che sono stati ricavati e l'analisi che è stata effettuata, compreso il confronto con gli altri sette modelli studiati. Si presentano anche le considerazioni che si è potuto trarre, in particolare per quanto riguarda la distinzione fra i fattori geometrici e quelli comportamentali che influenzano la capacità di una rotatoria.

#### ***4.1 Modello globale per la rotatoria C1***

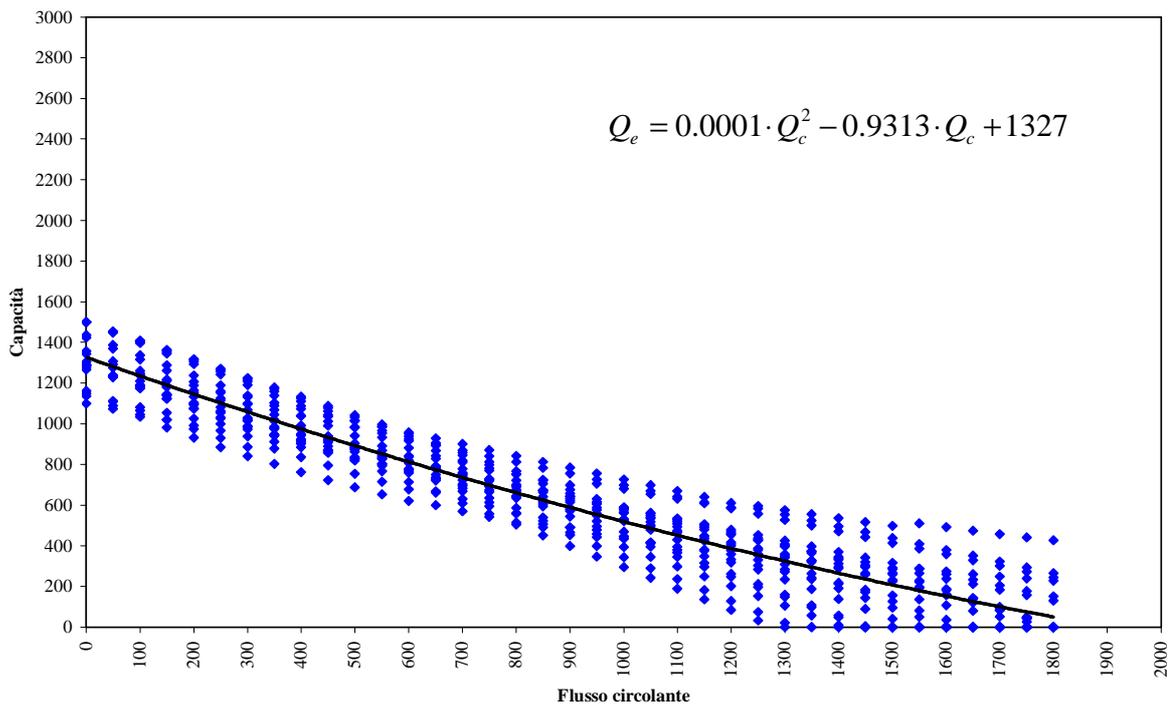
Si consideri innanzitutto la rotatoria C1: osservando il grafico che riporta tutti i valori di capacità della rotatoria, calcolati con i diversi modelli (Figura 4.1), si può notare che la distribuzione dei dati è abbastanza uniforme, in quanto i valori sono contenuti in una fascia abbastanza ristretta. Solo per alti valori del flusso circolante la variabilità sembra aumentare leggermente, e i dati appaiono un po' più dispersi. Per valori del flusso circolante superiori a 1300 veicoli/ora si possono distinguere alcuni casi nei quali la capacità si annulla.

Come descritto all'inizio del capitolo, sono state effettuate diverse interpolazioni: nel caso della rotatoria C1 si è scelto di utilizzare linee di tendenza con andamento lineare, quadratico e cubico. Non si è testato l'andamento esponenziale, perché è stato subito evidente che non era adatto. In tutte le interpolazioni effettuate è stato poi calcolato il coefficiente di correlazione  $R^2$ . Si ricorda che il coefficiente di correlazione è una misura della bontà della stima effettuata: esso è compreso tra 0 e 1, e maggiore è il valore di  $R^2$ , migliore è l'interpolazione effettuata, in quanto vuol dire che i valori stimati si avvicinano di più ai dati reali. I risultati ottenuti per la rotatoria C1 sono riportati nella tabella alla pagina seguente.

Interpolazione	Equazione	$R^2$
lineare	$Q_e = -0.7092 \cdot Q_c + 1262.2$	0.897
quadratica	$Q_e = 0.0001 \cdot Q_c^2 - 0.9313 \cdot Q_c + 1327$	0.9032
cubica	$Q_e = 7 \cdot 10^{-8} \cdot Q_c^3 - 6 \cdot 10^{-5} \cdot Q_c^2 - 0.8008 \cdot Q_c + 1308.8$	0.9036

**Tabella 4.1:** interpolazioni effettuate nel caso della rotatoria C1.

Per il modello globale nel caso della rotatoria C1 si è scelto di utilizzare l'andamento quadratico (Figura 4.1): il coefficiente  $R^2$  è leggermente inferiore a quello ottenuto con un andamento di tipo cubico, ma l'equazione del secondo ordine presenta comunque un ottimo valore di  $R^2$  (maggiore di 0.9 e quindi molto vicino a 1), e ha il vantaggio di essere più comoda da gestire da un punto di vista computazionale.



**Figura 4.1:** interpolazione quadratica dei valori di capacità nel caso della rotatoria C1.

Per il modello globale si ha quindi la seguente equazione:

$$Q_e = 0.0001 \cdot Q_c^2 - 0.9313 \cdot Q_c + 1327$$

I valori di capacità della rotatoria C1 calcolati con il modello globale sono riportati in appendice (Tabella A.14).

Per confrontare il modello globale con i singoli modelli studiati sono stati esaminati i residui, cioè la differenza fra il dato reale (il valore di capacità calcolato con uno dei sette modelli utilizzati in precedenza) e il dato stimato (il valore di capacità calcolato con il modello globale). Tutti i valori dei residui per i vari modelli sono riportati in appendice (Tabella A.15). Per avere delle indicazioni su quanto il modello globale si discosta da uno degli altri modelli, sono stati confrontati i residui medi, cioè la media dei residui, considerati però in valore assoluto. Tuttavia è evidente che non è possibile che un solo modello si avvicini al modello globale più di tutti gli altri, per qualsiasi valore del flusso circolante: per avere un quadro più preciso e aiutare l'analista a capire in quali condizioni è meglio ricorrere a un modello piuttosto che a un altro, si è deciso di suddividere i valori del flusso circolante in diverse fasce (con un passo di 200 veicoli/ora), e per ciascuna fascia si è calcolato il residuo medio di ogni modello. Tutti i residui medi ottenuti sono riportati in appendice (Tabella A.16), mentre nella tabella seguente si riporta un quadro riassuntivo dei comportamenti osservati.

Fascia di flusso circolante	Modello migliore	Residuo medio
$0 \leq Q_c \leq 1800$ veicoli/ora	australiano	56
$0 \leq Q_c \leq 200$ veicoli/ora	australiano/statunitense	52
$200 < Q_c \leq 400$ veicoli/ora	statunitense	24
$400 < Q_c \leq 600$ veicoli/ora	statunitense	22
$600 < Q_c \leq 800$ veicoli/ora	australiano	27
$800 < Q_c \leq 1000$ veicoli/ora	australiano	45
$1000 < Q_c \leq 1200$ veicoli/ora	israeliano	22
$1200 < Q_c \leq 1400$ veicoli/ora	tedesco	11
$1400 < Q_c \leq 1600$ veicoli/ora	tedesco	8
$1600 < Q_c \leq 1800$ veicoli/ora	tedesco	15

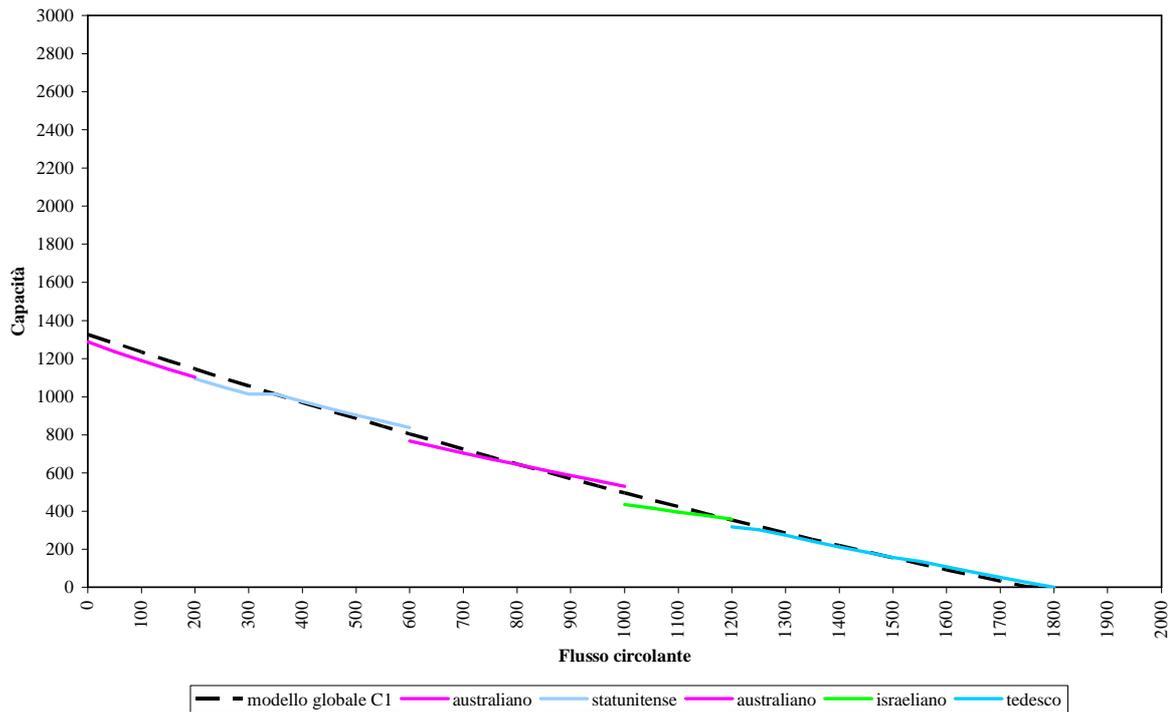
**Tabella 4.2:** quadro riassuntivo dei residui medi per la rotatoria C1.

Osservando i residui (Tabella A.15), si può notare che il modello francese e ancora di più il modello svizzero, per bassi valori del flusso circolante forniscono valori di capacità superiori

al modello globale, mentre per alti valori del flusso circolante forniscono valori di capacità inferiori. Però per valori del flusso circolante molto alti (da 1650 a 1800 veicoli/ora) i modelli francese e svizzero tornano ad avvicinarsi al modello globale. Negli altri cinque modelli succede invece il contrario, cioè che per bassi valori del flusso circolante la capacità calcolata con il modello globale è superiore, mentre per alti valori del flusso circolante diventa inferiore. In questi cinque modelli però è differente il valore di flusso circolante in corrispondenza del quale il grafico del modello in questione passa al di sopra di quello del modello globale: questo avviene per valori del flusso circolante piuttosto bassi (poche centinaia di veicoli all'ora) per i modelli britannico, australiano e statunitense, mentre accade per valori intermedi del flusso circolante nel caso dei modelli israeliano e tedesco (rispettivamente all'incirca in corrispondenza di 1150 e 1450 veicoli/ora).

Osservando invece i residui medi (Tabella A.16, riassunta dalla Tabella 4.2) si può notare che il modello mediamente più vicino al modello globale è quello australiano, seguito dai modelli francese e svizzero. Invece i modelli complessivamente più lontani sono il britannico, l'israeliano e lo statunitense. Passando ad analizzare i residui medi suddivisi per fasce di flusso circolante, si conferma che il modello australiano è sempre fra i modelli che più si avvicinano al modello globale. Per le fasce di flusso circolante molto basso, i modelli australiano e statunitense sono quelli che presentano i residui medi più bassi. Tuttavia, a differenza di quello che si verifica per il modello australiano, si osserva che per le fasce di flusso circolante più elevato il modello statunitense si distanzia parecchio dal modello globale, perché i residui medi aumentano, arrivando anche ad assumere i valori più elevati di tutti gli altri. Il modello israeliano nella fascia di flusso circolante compresa tra 1000 e 1200 veicoli/ora è quello che presenta il residuo medio più basso, ma è un'eccezione, perché in tutte le altre fasce i residui medi di questo modello sono piuttosto alti. Nelle ultime tre fasce di flusso circolante (complessivamente da 1200 a 1800 veicoli/ora), il modello tedesco è quello che ha i residui medi minori: ma in questo caso si verifica una situazione analoga a quella riscontrata per il modello statunitense, vale a dire che, se in alcune fasce i residui medi sono i più bassi, nelle altre fasce i valori sono invece molto grandi. Il modello britannico presenta sempre dei residui medi elevati, mentre i modelli francese e svizzero hanno un comportamento che si potrebbe definire intermedio. Infatti il modello francese presenta bassi residui per le fasce di flusso circolante minore, mentre nelle altre fasce i valori aumentano. Nel modello svizzero accade invece il contrario: i residui medi sono alti per le fasce di basso flusso circolante, ma questi valori diminuiscono all'aumentare del flusso circolante.

Per far capire meglio quali sono i modelli che si avvicinano di più al modello globale nelle diverse fasce di flusso circolante è stato anche costruito un grafico (Figura 4.2): sono stati rappresentati l'andamento complessivo del modello globale e i diversi tratti dei modelli che, all'interno di ciascuna fascia di flusso circolante, si avvicinano di più al modello globale. Ne risulta una spezzata, che mostra in maniera immediata come si possa costruire un andamento che ricalchi molto bene il modello globale.



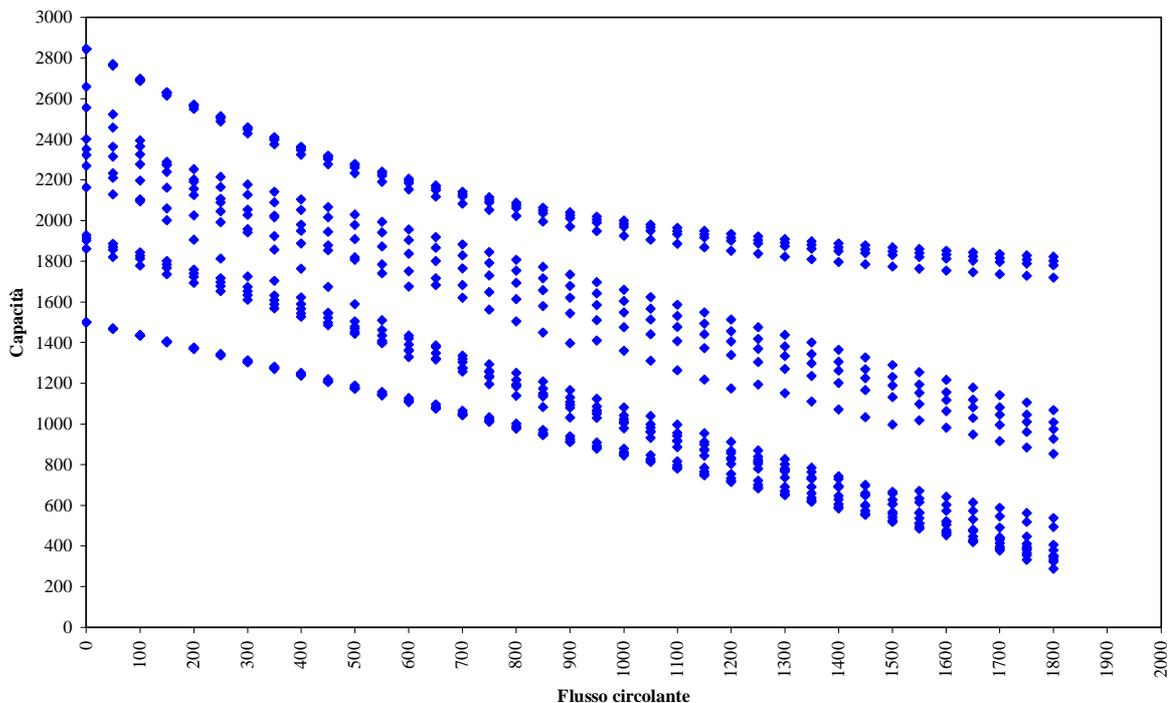
**Figura 4.2:** andamento del modello globale della rotatoria C1 confrontato con il modello più vicino in ciascun tratto.

Alla fine di questa prima parte dell'analisi, la conclusione che si può trarre è che, nel caso di una rotatoria con entrate ad una corsia, i modelli studiati hanno un comportamento uniforme: questo può volere dire che c'è una comunanza di fattori geometrici e comportamentali, che evidentemente finiscono per avere la stessa influenza nel calcolo della capacità. Se i modelli si comportano tutti più o meno nello stesso modo, significa infatti che la variabile più importante è il flusso circolante, e i parametri geometrici e quelli legati alla teoria del gap acceptance ricoprono un ruolo sostanzialmente equivalente nell'interpretare le condizioni che determinano la capacità della rotatoria. Nel caso di entrate ad una corsia il guidatore, fermo alla linea di dare precedenza e in attesa di immettersi nell'anello, presta attenzione solamente ai veicoli del flusso circolante, e non deve preoccuparsi di veicoli al suo fianco, anch'essi in

attesa di immettersi nell'anello: il fatto di avere una sola corsia, magari anche piuttosto stretta, potrebbe significare che la manovra che l'utente deve compiere è abbastanza obbligata, e questo potrebbe riflettersi anche sui valori di critical gap e follow-up time, diminuendo in qualche modo la discrezionalità nella loro valutazione. Potrebbe essere proprio per questo motivo che nel calcolo con i modelli empirici e con quelli microscopici si arriva a ottenere una capacità simile in entrambi i casi: si può quindi affermare che per le rotatorie con una corsia di entrata i modelli basati sulla geometria sono in accordo con quelli di tipo comportamentale. Come si vedrà nel prossimo paragrafo, la situazione per le entrate a due corsie è invece completamente diversa.

#### 4.2 Modelli globali per la rotatoria C2

Passando a considerare la rotatoria C2, se si osserva il grafico che raccoglie i dati sperimentali a disposizione (Figura 4.3), si nota subito che la situazione è molto diversa rispetto a quella della rotatoria C1: infatti in questo caso i valori di capacità calcolati con i diversi modelli sono molto più dispersi, e non c'è una distribuzione uniforme dei risultati.



**Figura 4.3:** nuvola di punti dei valori di capacità per la rotatoria C2.

Si può osservare che i dati a disposizione sono raccolti in tre gruppi distinti, con valori di capacità anche molto diversi fra loro: in corrispondenza di un flusso circolante nullo la capacità varia dai 1500 veicoli/ora del modello svizzero ai 2800 veicoli/ora del modello australiano, mentre in corrispondenza del massimo flusso circolante varia tra circa 300 veicoli/ora e 1800 veicoli/ora. È evidente che una situazione di questo tipo è problematica per l'elaborazione di un modello globale, e non è possibile accettare valori di capacità così differenti tra loro: è facile prevedere che le interpolazioni non potranno essere soddisfacenti e che i valori del coefficiente di correlazione  $R^2$  non saranno ottimali. Si deve quindi cominciare a pensare come migliorare l'analisi, per elaborare un modello globale che vada bene. Nonostante le premesse, sono state comunque effettuate le interpolazioni di tutti i dati della rotatoria C2, scegliendo di utilizzare gli andamenti di tipo lineare, esponenziale, quadratico e cubico. Le equazioni che sono state ricavate e il relativo coefficiente di correlazione  $R^2$  sono riportati nella tabella seguente.

Interpolazione	Equazione	$R^2$
lineare	$Q_e = -0.7372 \cdot Q_c + 2094.3$	0.4365
esponenziale	$Q_e = 2237.9 \cdot e^{-0.0006 Q_c}$	0.4481
quadratica	$Q_e = 0.0002 \cdot Q_c^2 - 1.0083 \cdot Q_c + 2173.4$	0.4407
cubica	$Q_e = -7 \cdot 10^{-8} \cdot Q_c^3 + 0.0003 \cdot Q_c^2 - 1.1348 \cdot Q_c + 2191$	0.4408

**Tabella 4.3:** interpolazioni effettuate nel caso della rotatoria C2.

I valori di  $R^2$  sono bassi (tutti inferiori a 0.5), e sono indicativi del fatto che l'interpolazione non è buona, come d'altronde è stato appena sottolineato.

Dal momento che nessuno di questi quattro modelli globali va bene, si è deciso di procedere spezzando l'analisi in due parti e sono state rifatte le stesse elaborazioni, ma considerando separatamente due tipi di modelli: da una parte sono stati riuniti solamente i modelli geometrici, dall'altra quelli di tipo comportamentale. Nell'elaborazione del modello globale derivato dai modelli geometrici sono stati utilizzati i modelli francese, svizzero e britannico, mentre in quella del modello globale derivato da modelli comportamentali sono stati inclusi solamente il modello israeliano ed australiano. In questa fase del lavoro infatti si è deciso di considerare il modello israeliano come un modello comportamentale, dal momento che si sta

analizzando una singola rotatoria, il diametro è fissato e non può variare, e quindi il parametro che influenza la capacità è solamente il critical gap. Si è preferito anche scartare i modelli statunitense e tedesco: non sono stati ritenuti abbastanza significativi, soprattutto perché il valore del critical gap è scelto dall'analista, ed è quindi un parametro che non si è in grado di tenere sotto controllo, nel senso che non si ha nessuna conferma del fatto che il valore scelto sia corretto oppure no. D'ora in avanti, per distinguere i due modelli globali elaborati per la rotatoria C2, essi sono stati indicati rispettivamente come *modello globale geometrico* e *modello globale comportamentale*.

Per quanto riguarda l'elaborazione del modello globale geometrico sono stati considerati, come detto, i modelli francese, svizzero e britannico: tutti i valori di capacità della rotatoria C2 calcolati con questi modelli sono stati inseriti in un unico grafico (Figura 4.4). Se si osserva la nuvola di punti, si può notare che i valori sono ancora abbastanza dispersi, ma tendono a formare due gruppi abbastanza omogenei (tre per bassi valori del flusso circolante). Inoltre si può facilmente comprendere che i dati sperimentali derivano tutti da modelli di tipo lineare. Come in precedenza sono state effettuate le interpolazioni con andamenti di tipo lineare, esponenziale, quadratico e cubico, ed è stato calcolato il coefficiente di correlazione  $R^2$ . I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella.

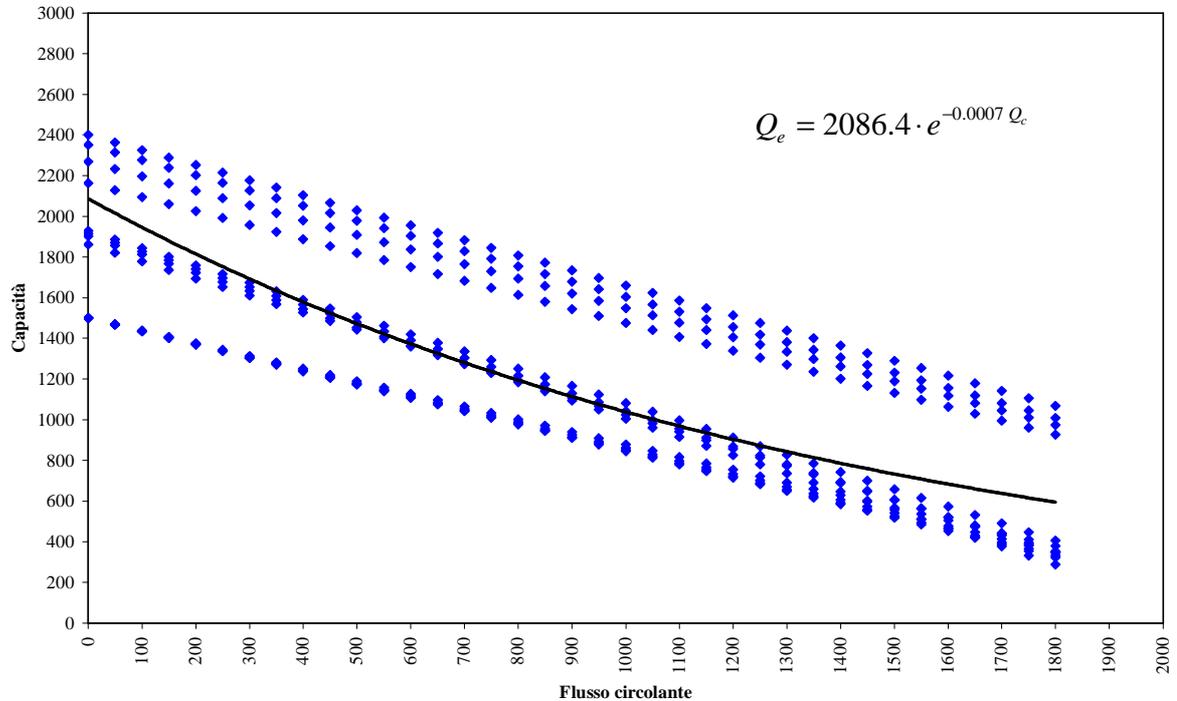
Interpolazione	Equazione	$R^2$
lineare	$Q_e = -0.7426 \cdot Q_c + 1899.3$	0.6185
esponenziale	$Q_e = 2086.4 \cdot e^{-0.0007 Q_c}$	0.6168
quadratica	$Q_e = -7 \cdot 10^{-10} \cdot Q_c^2 - 0.7426 \cdot Q_c + 1899.3$	0.6185
cubica	$Q_e = 2 \cdot 10^{-19} \cdot Q_c^3 - 7 \cdot 10^{-10} \cdot Q_c^2 - 0.7426 \cdot Q_c + 1899.3$	0.6185

**Tabella 4.4:** interpolazioni effettuate nel caso della rotatoria C2 considerando solamente i modelli geometrici.

Anche se è quello che presenta un coefficiente  $R^2$  di poco inferiore rispetto agli altri tre, per questo modello globale si è scelto di utilizzare l'andamento esponenziale (Figura 4.4). Per il calcolo della capacità si utilizza quindi la seguente espressione:

$$Q_e = 2086.4 \cdot e^{-0.0007 Q_c}$$

In appendice (Tabella A.17) sono riportati i valori di capacità della rotatoria C2 calcolati con il modello globale geometrico.

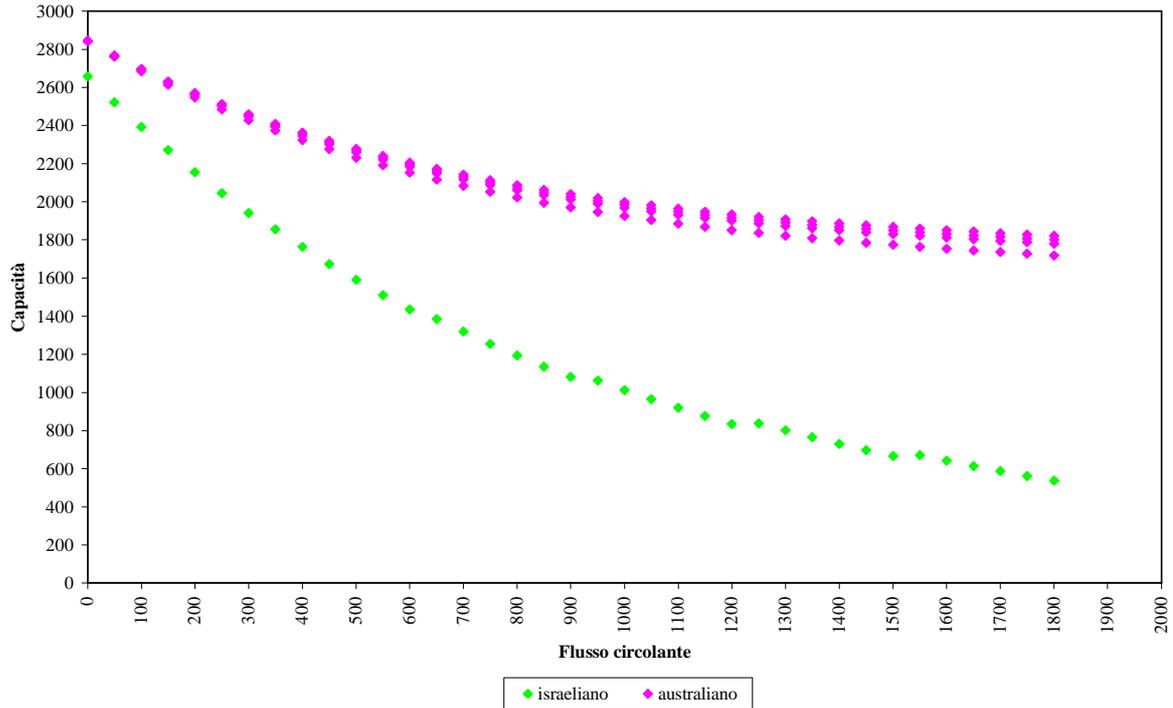


**Figura 4.4:** interpolazione esponenziale dei valori di capacità derivanti dai modelli geometrici nel caso della rotatoria C2.

A questo punto si può fare già una prima importante considerazione. In precedenza si è detto che nel caso della rotatoria C2 le interpolazioni dei dati sperimentali di tutti i sette modelli non erano soddisfacenti, in quanto i valori di capacità erano molto dispersi. Si può notare ora che, eliminando una famiglia di modelli, cioè i modelli di tipo comportamentale, il *fit* migliora: infatti i valori del coefficiente di correlazione  $R^2$  aumentano, passando da valori di poco superiori a 0.4 a valori di circa 0.6, un risultato che può essere considerato abbastanza buono. Per valutare il modello globale geometrico è stata poi effettuata la stessa analisi già condotta in precedenza con il modello globale ricavato per la rotatoria C1: anche in questo caso infatti sono stati calcolati i residui e sono stati poi esaminati i residui medi, sia quelli totali che quelli suddivisi per fasce di flusso circolante (è stato utilizzato lo stesso passo, 200 veicoli/ora). In questa situazione però, osservando il grafico dell'interpolazione (Figura 4.4), la situazione appare già abbastanza chiara. In appendice sono riportati tutti i residui (Tabella A.18) e i residui medi (Tabella A.19).

Confrontando il modello globale geometrico con i tre modelli dal quale è ricavato, si può osservare che quello che più si avvicina al globale è il francese: infatti è quello che presenta il residuo medio totale più piccolo e che ha il minor residuo medio in tutte le fasce di flusso circolante (Tabella A.19). Dal grafico dell'interpolazione (Figura 4.4) si può notare inoltre che i dati del modello francese occupano la parte centrale della nuvola di punti, lo svizzero quella inferiore e il britannico quella superiore. Questa osservazione è confermata dai residui (Tabella A.18): infatti il modello svizzero presenta sempre dei residui negativi (questo vuol dire che i valori di capacità calcolati con lo svizzero sono inferiori a quelli calcolati con il modello globale), mentre i residui del britannico sono tutti positivi (e questo significa il contrario, cioè che i valori di capacità calcolati con il modello di Kimber sono superiori a quelli calcolati con il modello globale). Il punto nel quale il modello francese è più vicino al modello globale si ha in corrispondenza di valori intermedi del flusso circolante (all'incirca fra 500 e 1200 veicoli/ora), mentre per valori del flusso circolante più bassi e più alti, i due modelli sono leggermente più distanti. Si può notare infine che il modello britannico è generalmente più distante dal modello globale rispetto al modello svizzero, tranne che per bassi valori del flusso circolante. Alla fine di questa analisi sui modelli di tipo geometrico, si può concludere che, fra i tre considerati, il francese è quello che sembra offrire una stima migliore del valore di capacità.

Passando invece all'elaborazione del modello globale comportamentale e alla sua analisi, si è già detto in precedenza che sono stati considerati i modelli israeliano ed australiano, mentre sono stati esclusi i modelli statunitense e tedesco, principalmente perché li si ritiene poco significativi, dal momento che in entrambi i modelli i valori di critical gap e follow-up time sono scelti dall'analista in maniera quasi arbitraria. Si ricorda anche che il modello israeliano è stato considerato fra i modelli comportamentali perché, analizzando solamente una rotatoria, il diametro risulta fissato e l'unico parametro dal quale dipende la capacità è il critical gap. Rappresentando in un unico grafico i risultati ottenuti con il modello israeliano e con quello australiano (Figura 4.5), si può notare che i due andamenti sono molto distanti fra loro, e quindi i dati sperimentali, oltre ad essere pochi, risultano estremamente dispersi. Si può intuire subito che le interpolazioni non potranno essere molto significative. Queste interpolazioni sono state comunque effettuate, utilizzando andamenti di tipo lineare, esponenziale, quadratico e cubico: le equazioni che sono state ricavate e i corrispondenti valori del coefficiente di correlazione  $R^2$  sono riportati nella tabella alla pagina seguente.



**Figura 4.5:** dati sperimentali dei modelli israeliano ed australiano per la rotatoria C2.

Interpolazione	Equazione	$R^2$
lineare	$Q_e = -0.651 \cdot Q_c + 2531.2$	0.4609
esponenziale	$Q_e = 2594.5 \cdot e^{-0.0004 Q_c}$	0.335
quadratica	$Q_e = 0.004 \cdot Q_c^2 - 1.403 \cdot Q_c + 2750.5$	0.504
cubica	$Q_e = -2 \cdot 10^{-7} \cdot Q_c^3 + 0.0009 \cdot Q_c^2 - 1.7581 \cdot Q_c + 2800.1$	0.5059

**Tabella 4.5:** interpolazioni effettuate nel caso della rotatoria C2 considerando solamente due modelli comportamentali (israeliano ed australiano).

Osservando i coefficienti di correlazione  $R^2$  che sono stati ottenuti, si può confermare quello che già era stato anticipato, cioè che le interpolazioni effettuate non sono adatte per costituire il modello globale comportamentale. I valori di  $R^2$  infatti sono abbastanza bassi, specialmente nel caso dell'andamento di tipo esponenziale: questi valori, intorno a 0.5, sono più elevati di quelli che sono stati ottenuti nell'interpolazione di tutti i dati sperimentali (Tabella 4.3), ma sono più bassi di quelli derivanti dall'interpolazione dei soli modelli geometrici (Tabella 4.4), e non sono valori accettabili. Questo significa che il *fit* è peggiore di quello che si aveva nel

caso dei tre modelli geometrici, e si spiega quindi perché, escludendo dall'analisi iniziale i modelli comportamentali, i risultati miglioravano.

Il problema è evidente, e si poteva già intuire nel capitolo precedente: il modello australiano, per quanto molto valido, fornisce dei valori di capacità troppo elevati, e sovrastima la capacità delle entrate di una rotatoria. Per ottimizzare l'analisi si dovrebbe intervenire abbassando la capacità calcolata con il modello australiano, in modo tale da avere dei risultati più uniformi a quelli degli altri modelli e, di conseguenza, migliorare l'interpolazione.

Nel modello israeliano la capacità (riferita ad una singola corsia di entrata) è stata calcolata con la seguente formula:

$$Q_e = 394 \cdot D^{0.31} \cdot e^{-0.00023 \cdot t_c \cdot Q_c}$$

In questo caso il diametro è stabilito ( $D = 50.5 \text{ m}$ ), e quindi la formula diventa:

$$Q_e = 1329 \cdot e^{-0.00023 \cdot t_c \cdot Q_c}$$

È chiaro che l'unico parametro che influenza la capacità è proprio il critical gap.

Si ricorda che per il modello israeliano il critical gap è stato calcolato utilizzando la formula proposta dagli autori dell'Israel Institute of Technology di Haifa:

$$t_c = t_c^{\min} + \frac{t_c^{\max} - t_c^{\min}}{1 + e^{b(t_w - t_{w0})}}$$

$t_w$  è il tempo di attesa, e  $t_{w0}$  si calcola come:

$$t_{w0} = -497.3 \cdot b + 45.5$$

Si ricorda anche che  $b$  è un parametro calcolato con la seguente espressione:

$$b = 0.0001 \cdot D + 0.0162 \cdot P + 0.0028 \cdot V_c$$

Nel caso della rotatoria C2 il valore di  $b$  arriva a dipendere solamente dal flusso circolante (espresso attraverso l'uso della variabile  $V_C$ ):

$$b = 0.00505 + 0.0028 \cdot V_C$$

Per i valori minimo e massimo del critical gap si era assunto:

$$t_c^{\min} = 2.34 \text{ s} \qquad t_c^{\max} = 5.81 \text{ s}$$

I valori di capacità calcolati con il modello israeliano sono risultati abbastanza buoni: forse i valori di capacità per bassi valori del flusso circolante sono leggermente sovrastimati, ma in ogni caso nelle elaborazioni precedenti questo non si è rivelato un grosso problema. L'ostacolo maggiore, come detto, è costituito dai valori di capacità del modello australiano, che sono chiaramente sovrastimati.

Nel modello australiano la capacità (riferita ad una singola corsia di entrata) è stata calcolata con la seguente formula:

$$Q_e = \frac{3600 \cdot \varphi \cdot q_c \cdot e^{-\lambda(t_c - \Delta)}}{1 - e^{-\lambda t_f}}$$

Per quanto riguarda il critical gap e il follow-up time, nel modello australiano si è fatto riferimento agli studi di Troutbeck, e sono state utilizzate le seguenti formule:

$$t_f = 3.37 - 0.000394 \cdot Q_c - 0.0208 \cdot D + 0.0000889 \cdot D^2 - 0.395 \cdot n_e + 0.388 \cdot n_c$$

$$t_c = t_f \cdot (3.6135 - 0.0003137 \cdot Q_c - 0.339 \cdot e_e - 0.2775 \cdot n_c)$$

In questa ultima fase dell'analisi si sta considerando solamente la rotatoria C2, e quindi ancora una volta nelle formule precedenti i parametri geometrici sono fissati: gli unici parametri che influenzano il calcolo della capacità sono il critical gap e il follow-up time, che dipendono a loro volta dal flusso circolante. Il critical gap dipende anche dal valore del follow-up time.

A questo punto il problema appare chiaro. La rotatoria C2 è una rotatoria con entrate a due corsie, e questo vuol dire che due veicoli si attestano parallelamente in corrispondenza del segnale di *dare precedenza*, ed entrambi aspettano di sfruttare il gap della corrente principale per immettersi nell'anello: i due utenti però seguono due processi di scelta indipendenti. Questo fatto non viene considerato dai passaggi di calcolo precedenti, che si limitano a calcolare la capacità di una corsia e a moltiplicarla per due, ottenendo così la capacità di tutta l'entrata. Nella realtà non è così: il guidatore di una delle due corsie infatti non si limita a focalizzare la sua attenzione sui veicoli che transitano nell'anello, ma deve necessariamente prendere in considerazione anche quello che fa il veicolo al suo fianco. Può darsi che l'utente in questione esiti, perché aspetta di vedere come si comporta l'altro guidatore oppure perché ha capito che il veicolo in parte al suo sta per immettersi nella rotatoria. La stessa cosa capita agli utenti in coda dietro il primo, che non devono solamente aspettare che il veicolo davanti a loro si muova, ma devono anche fare attenzione a quello che succede nella coda al loro fianco. Se si ripensa alle elaborazioni fatte in precedenza per la rotatoria C1, si può capire che in quel caso non c'erano problemi, perché quanto appena esposto ovviamente non si verifica nelle entrate ad una corsia: questo spiega anche meglio perché nel caso della rotatoria C1 i risultati dei modelli comportamentali fossero in accordo con quelli dei modelli geometrici. Nel caso della rotatoria C2 invece si hanno due processi di scelta indipendenti e una banale sovrapposizione degli effetti porta a una sovrastima della capacità. In particolare, con due corsie di entrata c'è un problema di disturbo dei veicoli fra loro, e questo fatto porta ad avere una sottostima del valore del follow-up time e, conseguentemente, una sovrastima della capacità.

Per cercare di risolvere il problema, o comunque di migliorare la situazione, si è deciso di ritornare sugli studi di Troutbeck. Nell'utilizzare le formule per il calcolo di critical gap e follow-up time esposte in precedenza, si è ipotizzato che entrambe le corsie di entrata fossero *corsie dominanti*. Questa ipotesi è un po' una forzatura, ma può essere accettata considerando che non si conoscevano i rapporti fra i flussi entranti delle due corsie e che, soprattutto, le due corsie avevano la stessa larghezza: nei calcoli non c'era modo quindi di distinguere le due corsie fra loro. In realtà Troutbeck aveva stabilito che, nel caso delle entrate a più corsie, ci fossero una *corsia dominante* e una o più *corsie sub-dominanti*, e che la corsia dominante e quelle sub-dominanti avessero valori differenti fra loro sia per quanto riguarda il follow-up time, sia per il critical gap [8]. La corsia dominante è quella con il maggiore flusso entrante. *Corsia sub-dominante* significa invece che il flusso entrante è minore e gli utenti in coda all'interno di essa sono condizionati dalle manovre dei veicoli della corsia dominante,

esitando maggiormente: tutto ciò si traduce in valori di follow-up time e critical gap leggermente più elevati per questi utenti. Nel caso della rotatoria C2 per esempio, ogni entrata dovrebbe essere costituita da una corsia dominante e da una corsia sub-dominante, e i valori di follow-up time di queste due corsie dovrebbero essere differenti fra loro. Di conseguenza, anche i due valori di critical gap risulterebbero diversi, dal momento tale parametro è funzione del follow-up time.

Per calcolare il valore del follow-up time della corsia dominante si utilizza l'espressione già descritta in precedenza [8]:

$$t_f^{dom} = 3.37 - 0.000394 \cdot Q_c - 0.0208 \cdot D + 0.0000889 \cdot D^2 - 0.395 \cdot n_e + 0.388 \cdot n_c$$

Troutbeck ha pensato di correggere ulteriormente questi valori in base al numero di corsie dell'entrata e dell'anello, aggiungendo oppure sottraendo ai valori iniziali (quelli calcolati con la formula appena vista) i valori riportati nella tabella seguente [8].

Numero di corsie dell'anello	Numero di corsie di entrata		
	1	2	3
1	0.00	-0.39	-
2	+0.39	0.00	-0.39
3	-	+0.39	0.00

**Tabella 4.6:** correzione per i valori di follow-up time della corsia dominante in base al numero di corsie dell'anello e dell'entrata.

Invece per il calcolo del follow-up della corsia sub-dominante, Troutbeck ha sviluppato la seguente formula [8]:

$$t_f^{sub} = 2.149 + 0.5135 \cdot t_f^{dom} \cdot \frac{Q_{dom}}{Q_{sub}} - 0.8735 \cdot \frac{Q_{dom}}{Q_{sub}}$$

Si può osservare che in questa formula compare il rapporto tra il flusso entrante della corsia dominante ( $Q_{dom}$ ) e quello della corsia sub-dominante ( $Q_{sub}$ ).

L'espressione per il calcolo del critical gap a partire dal valore del follow-up time rimane sempre la stessa vista in precedenza [8]:

$$t_c = t_f \cdot (3.6135 - 0.0003137 \cdot Q_c - 0.339 \cdot e_e - 0.2775 \cdot n_c)$$

In questo modo, a partire da  $t_f^{dom}$  si può ricavare  $t_c^{dom}$  e da  $t_f^{sub}$  si ottiene  $t_c^{sub}$ : ovviamente, utilizzando questa volta due valori di follow-up time differenti, anche i due valori di critical gap risulteranno diversi fra loro.

Utilizzando queste nuove espressioni per il calcolo di follow-up time e critical gap, la corsia dominante e quella sub-dominante risultano avere una capacità differente, più elevata per la prima. La capacità dell'entrata si ottiene sommando questi due valori di capacità: essendo la capacità della corsia sub-dominante minore, è evidente che la capacità dell'entrata, calcolata in questo modo, è più bassa di quella che si ricavava considerando entrambe le corsie come dominanti (di fatto, si raddoppiava il valore di capacità della singola corsia).

A questo punto si è deciso di provare ad inserire nell'analisi gli studi completi di Troutbeck e utilizzare le nuove formule, per vedere se la capacità del modello australiano per la rotatoria C2 si abbassa a sufficienza e se si riescono ad ottenere delle buone interpolazioni. Per quanto riguarda i valori dell'headway, si è continuato a fare riferimento ai valori proposti dallo stesso Troutbeck e riportati nel capitolo precedente (Tabella 3.5). Anche le espressioni per il calcolo dei parametri  $\lambda$  e  $\varphi$  sono rimaste invariate:

$$\lambda = \frac{\varphi \cdot q_c}{1 - \Delta \cdot q_c} \qquad \varphi = 0.75 \cdot (1 - \Delta \cdot q_c)$$

Si sottolinea che è possibile procedere al calcolo della capacità anche senza conoscere i valori dei flussi entranti delle corsie dominante e sub-dominante, perché è sufficiente ipotizzare un certo valore per il loro rapporto.

Inizialmente si scelto di assumere che in tutte le entrate i due flussi  $Q_{dom}$  e  $Q_{sub}$  fossero uguali tra loro, ponendo quindi il loro rapporto uguale a uno. Tutti i valori calcolati con la nuova formulazione del modello australiano nel caso della rotatoria C2 sono riportati in appendice (Tabella A.20). Si osserva che si ottiene una riduzione dei valori di capacità che aumenta all'aumentare del flusso circolante: la capacità diminuisce di alcune decine di veicoli/ora per bassi flussi circolanti, mentre si ha una riduzione di poco superiore a 200 veicoli/ora in

corrispondenza di alti valori del flusso circolante. Con questi nuovi valori di capacità si è cercato di ricavare il modello globale comportamentale: è stato realizzato il grafico contenente i dati sperimentali dei modelli israeliano ed australiano, sono state ripetute le interpolazioni, scegliendo ancora gli andamenti di tipo lineare, esponenziale, quadratico e cubico, ed è stato calcolato il coefficiente di correlazione  $R^2$ . I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Interpolazione	Equazione	$R^2$
lineare	$Q_e = -0.7435 \cdot Q_c + 2512.7$	0.6019
esponenziale	$Q_e = 2591.7 \cdot e^{-0.0004 Q_c}$	0.4614
quadratica	$Q_e = 0.0004 \cdot Q_c^2 - 1.4941 \cdot Q_c + 2731.6$	0.645
cubica	$Q_e = -2 \cdot 10^{-7} \cdot Q_c^3 + 0.0009 \cdot Q_c^2 - 1.8461 \cdot Q_c + 2780.8$	0.6468

**Tabella 4.7:** interpolazioni effettuate nel caso della rotatoria C2 considerando solamente i modelli israeliano ed australiano ( $Q_{dom} = Q_{sub}$ ).

Si osserva che le interpolazioni migliorano rispetto a quelle effettuate considerando i valori di capacità sovrastimati dal modello australiano (Tabella 4.5), e il valore di  $R^2$  aumenta in tutti e quattro i casi. Inoltre questi valori di  $R^2$  (Tabella 4.7) sono paragonabili a quelli ricavati durante l’elaborazione del modello globale geometrico (Tabella 4.4): nelle interpolazioni lineare ed esponenziale i valori appena ottenuti sono leggermente inferiori, mentre nei casi di andamento quadratico e cubico sono di poco superiori.

A questo punto si è provato ad effettuare nuovamente le interpolazioni, variando però il rapporto tra il flusso entrante dominante e il flusso sub-dominante. Si ricorda che il flusso entrante dominante deve essere maggiore di quello sub-dominante, quindi il rapporto deve essere maggiore di uno. Le equazioni che si ricavano hanno generalmente la stessa forma e i valori dei diversi coefficienti cambiano di poco. I valori dei coefficienti di correlazione  $R^2$  ottenuti nei diversi casi sono riportati nella tabella alla pagina seguente.

	$\frac{Q_{dom}}{Q_{sub}}$				
	1	1.5	2	2.5	3
lineare	0.6019	0.6016	0.6012	0.6004	0.5994
esponenziale	0.4614	0.4619	0.463	0.4645	0.4664
quadratico	0.645	0.6501	0.6554	0.6606	0.6657
cubico	0.6468	0.6522	0.6577	0.6633	0.6686

**Tabella 4.8:** valori di  $R^2$  ottenuti con i diversi andamenti nel caso del modello globale comportamentale per la rotatoria C2.

Si sottolinea che, aumentando il rapporto  $Q_{dom}/Q_{sub}$ , la riduzione di capacità che si ottiene per bassi valori del flusso circolante aumenta più della riduzione che si ha per alti valori del flusso circolante. Con un rapporto minore di due la riduzione per alti valori del flusso circolante è maggiore di quella per bassi valori, come visto in precedenza per il rapporto unitario. Con un rapporto pari esattamente a due, la riduzione di capacità è omogenea, nel senso che tutti i valori di capacità diminuiscono di circa 250 veicoli/ora, per qualsiasi valore del flusso circolante. Invece con un rapporto maggiore di due, la riduzione per bassi valori del flusso circolante è superiore a quella per alti valori del flusso circolante: questo fatto probabilmente spiega anche perché, aumentando il rapporto  $Q_{dom}/Q_{sub}$ , le interpolazioni con andamento lineare non continuano a migliorare e i corrispondenti valori di  $R^2$  diminuiscono leggermente (Tabella 4.8).

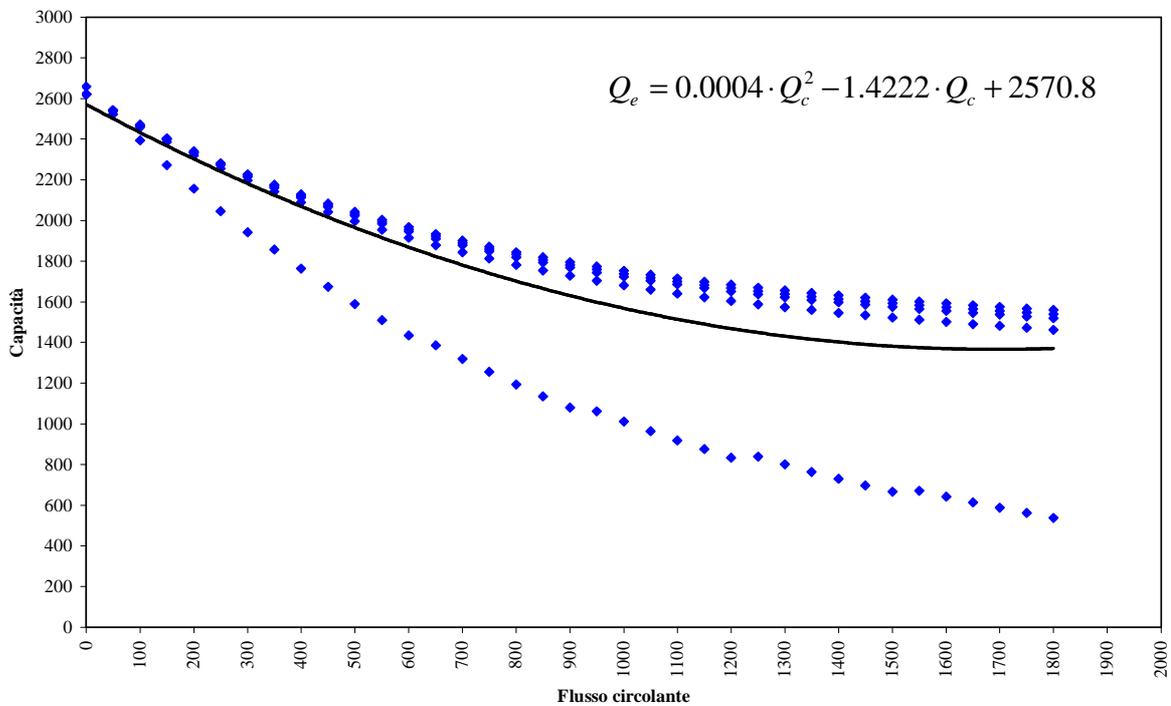
A questo punto si è conseguito l’obiettivo di ridurre i valori di capacità sovrastimati e si è arrivati ad ottenere delle interpolazioni abbastanza soddisfacenti, almeno in linea con quelle effettuate per il modello globale geometrico. Si è deciso di ipotizzare che nella rotatoria C2, a due corsie di entrata, il rapporto tra i flussi entranti dominante e sub-dominante sia  $Q_{dom}/Q_{sub} = 2$ : tale valore permette, come detto, di ottenere una riduzione di capacità omogenea ed è inoltre una scelta che sembra adatta al contesto italiano, nel quale un rapporto pari a tre sarebbe forse eccessivo. I valori di capacità calcolati con il modello australiano nella formulazione completa di Troutbeck, con  $Q_{dom}/Q_{sub} = 2$ , sono riportati in appendice (Tabella A.21). I risultati delle interpolazioni effettuate per ricavare il modello globale comportamentale (derivato nel caso della rotatoria C2 a partire dai dati sperimentali del

modello israeliano e del modello australiano, modificato secondo le indicazioni fornite) sono riportate nella tabella seguente.

Interpolazione	Equazione	$R^2$
lineare	$Q_e = -0.6667 \cdot Q_c + 2350.4$	0.6012
esponenziale	$Q_e = 2418.3 \cdot e^{-0.0004 Q_c}$	0.463
quadratica	$Q_e = 0.0004 \cdot Q_c^2 - 1.4222 \cdot Q_c + 2570.8$	0.6554
cubica	$Q_e = -2 \cdot 10^{-7} \cdot Q_c^3 + 0.0009 \cdot Q_c^2 - 1.7828 \cdot Q_c + 2621.1$	0.6577

**Tabella 4.9:** interpolazioni effettuate nel caso della rotatoria C2 per ricavare il modello globale comportamentale.

Per il modello globale comportamentale si è scelto di utilizzare l'andamento di tipo quadratico (Figura 4.6): il coefficiente di correlazione  $R^2$  è un po' più basso rispetto a quello dell'andamento cubico, ma l'equazione ha una forma più comoda dal punto di vista computazionale.



**Figura 4.6:** interpolazione quadratica dei valori di capacità derivanti dai modelli comportamentali nel caso della rotatoria C2.

Quindi l'equazione che si utilizza in questo caso è la seguente:

$$Q_e = 0.0004 \cdot Q_c^2 - 1.4222 \cdot Q_c + 2570.8$$

I valori di capacità calcolati con il modello globale comportamentale appena ricavato sono riportati in appendice (Tabella A.22). Per analizzare il modello e capire quanto i modelli israeliano ed australiano se ne discostano, sono stati calcolati i residui e i residui medi (ancora una volta totali e suddivisi per fasce di flusso circolante). In appendice si riportano tutti i valori dei residui (Tabella A.23) e dei residui medi (Tabella A.24).

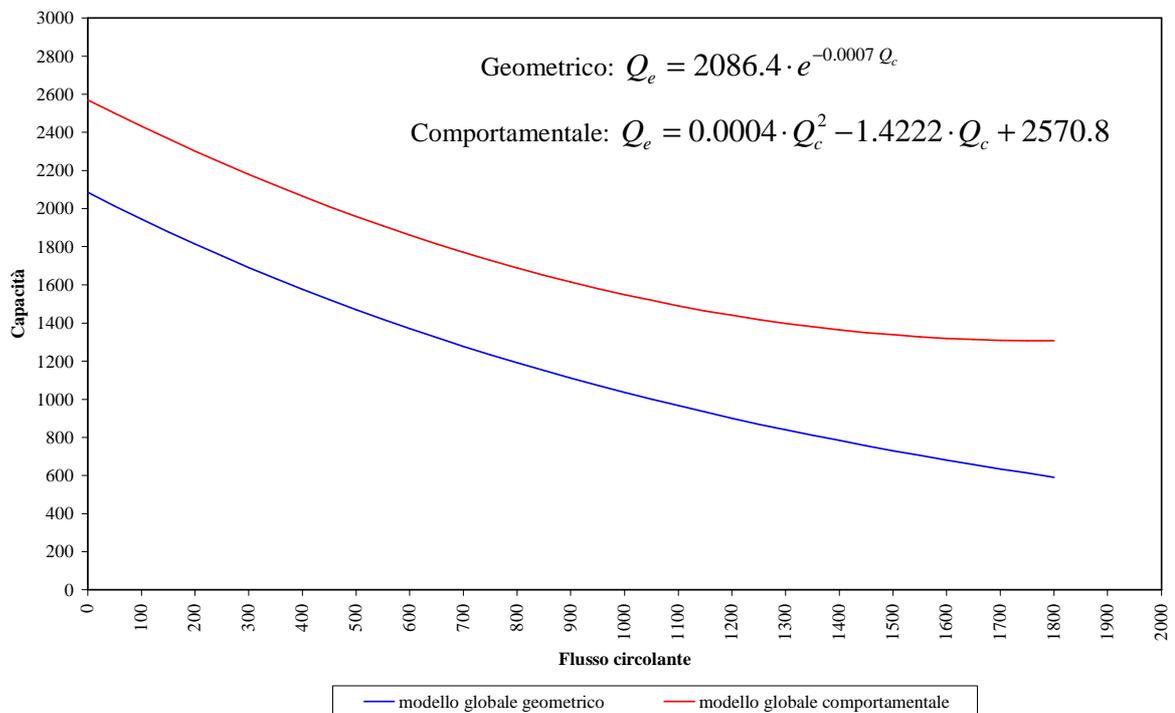
Se si confronta il modello globale comportamentale e i due modelli dai quali è ricavato, si osserva che la curva del modello globale si trova fra il modello israeliano e quello australiano (Figura 4.6), ed è più vicina al secondo, per tutti i valori del flusso circolante. Questo è evidente se si osservano i residui (Tabella A.23): quelli del modello israeliano sono quasi sempre negativi (quindi la curva esponenziale del modello israeliano si trova al di sotto di quella quadratica del modello globale), mentre nel caso del modello australiano i residui sono tutti positivi (la curva corrispondente ai valori di capacità del modello australiano si trova al di sopra di quella del modello globale). Un'ulteriore conferma si ha esaminando i residui medi (Tabella A.24): non solo il residuo medio totale nel caso del modello australiano è più basso di quello relativo all'israeliano, ma anche in tutte le fasce di flusso circolante il residuo medio del modello australiano è il più piccolo dei due. Per valori di capacità molto bassi (compresi tra 0 e 200 veicoli/ora) i modelli israeliano ed australiano sono molto vicini, perché i due valori del residuo medio in questa fascia di flusso circolante sono più simili che in tutte le altre fasce. Tra l'altro questo fatto si può notare anche visivamente, osservando il grafico (Figura 4.6): per bassi valori del flusso circolante le due curve dei modelli israeliano ed australiano sono molto vicine, e sembrano anche sovrapporsi.

Nel caso della rotatoria C2 sono stati quindi ricavati due modelli globali, uno per i modelli geometrici e uno per quelli comportamentali: il primo ha un andamento di tipo esponenziale, il secondo invece di tipo quadratico. Le equazioni ottenute sono le seguenti:

$$\text{Modello globale geometrico: } Q_e = 2086.4 \cdot e^{-0.0007 Q_c}$$

$$\text{Modello globale comportamentale: } Q_e = 0.0004 \cdot Q_c^2 - 1.4222 \cdot Q_c + 2570.8$$

Se si rappresentano in un grafico questi due modelli globali (Figura 4.7), si può osservare che il modello globale comportamentale, come si poteva prevedere sulla base di tutto quello che si è detto finora, fornisce dei valori di capacità superiori a quelli del modello globale geometrico. La distanza tra due valori di capacità in corrispondenza dello stesso flusso circolante è di circa 500 veicoli/ora. In entrambi i casi la capacità diminuisce all'aumentare del flusso circolante, ma nel caso del modello globale comportamentale questa diminuzione è minore per alti valori del flusso circolante: infatti si può osservare che per alti valori del flusso circolante le due curve tendono ad aprirsi, e la differenza di 500 veicoli/ora aumenta leggermente, arrivando fino a circa 700 veicoli/ora. Si potrebbe pensare che per i modelli comportamentali rimane un problema di sovrastima della capacità, soprattutto per alti valori del flusso circolante.



**Figura 4.7:** modello globale geometrico e modello globale comportamentale nel caso della rotatoria C2.

Dopo questa analisi sui valori di capacità della rotatoria C2, si può concludere che, a differenza di quanto osservato per le rotatorie ad una corsia di entrata, nel caso delle rotatorie con due corsie di entrata il comportamento dei modelli geometrici e comportamentali non è uniforme: infatti si è visto come i coefficienti di correlazione fossero bassi, e come sia stato necessario escludere la famiglia dei modelli comportamentali per migliorare il *fit*. Questo

significa che nel caso delle rotatorie con entrate a due corsie c'è una predominanza dei fattori geometrici su quelli comportamentali, e questo è il motivo per cui si è reso necessario spezzare l'analisi. L'interpolazione dei modelli geometrici ha dato dei risultati abbastanza soddisfacenti: il modello complessivo che è stato ricavato è accettabile, e ha permesso di concludere che forse il modello geometrico migliore è quello francese. Anche nelle interpolazioni per la ricerca di un modello globale comportamentale alla fine si sono raggiunti dei risultati sufficientemente buoni, con valori del coefficiente di correlazione  $R^2$  simili a quelli delle interpolazioni dei modelli geometrici. Ma, per raggiungere questo obiettivo, è stato necessario escludere due modelli (lo statunitense e il tedesco, non abbastanza significativi), e rielaborare il modello australiano per ridurre i valori di capacità: il problema all'interno della famiglia di modelli comportamentali infatti è essenzialmente che i valori di capacità forniti dal modello australiano erano sovrastimati. La riduzione dei valori di capacità che è stata ottenuta può essere considerata accettabile: si può pensare che i risultati dell'analisi migliorerebbero ulteriormente se i valori di capacità diminuissero ancora. Per fare questo si dovrebbe aumentare il valore del follow-up time, intervenendo sui coefficienti della formula di Troutbeck:

$$t_f^{dom} = 3.37 - 0.000394 \cdot Q_c - 0.0208 \cdot D + 0.0000889 \cdot D^2 - 0.395 \cdot n_e + 0.388 \cdot n_c$$

Per aumentare il follow-up time si potrebbe provare ad aumentare il coefficiente 3.37 oppure, in seconda battuta, si potrebbe tentare di diminuire il contributo di riduzione dato dal flusso circolante, modificando il valore 0.000394: ovviamente il nuovo coefficiente dovrebbe essere minore. Appare chiaro però che questa seconda strategia sarebbe difficile da mettere in pratica, perché un valore di 0.000394 è già abbastanza basso. Sarebbe invece evidentemente sbagliato cambiare il segno e utilizzare un coefficiente positivo, perché è vero che il valore del follow-up time è sottostimato e dovrebbe crescere, ma il follow-up time deve continuare a diminuire all'aumentare del flusso circolante. Un'operazione di modifica dei coefficienti della formula precedente sarebbe molto complessa, e non si può essere del tutto certi dei risultati che si otterrebbero, perché bisognerebbe anche vedere come il follow-up time interverrebbe sul valore del critical gap, e come entrambi a loro volta influirebbero sul calcolo della capacità. Basti considerare che in precedenza, introducendo la formulazione completa di Troutbeck, si è visto come nella riduzione del valore di capacità si avesse una maggiore sensibilità per bassi valori del flusso circolante. Un'operazione di questo tipo, cioè di

modifica dei coefficienti di una formula, è molto pericolosa e andrebbe fatta con estrema attenzione. L'unica conclusione che si può trarre è che i parametri del gap acceptance, il critical gap e il follow-up time, sono molto difficili da gestire e sono due parametri fuori controllo per l'analista.

Si può anche concludere, e questo forse è l'aspetto più interessante in questa sede, che evidentemente ci sono delle differenze intrinseche tra i modelli geometrici e quelli comportamentali, differenze che si manifestano nel caso delle entrate a due corsie e che le diverse formulazioni dei modelli non riescono a cogliere: questo vuol dire che, nel caso delle rotatorie con entrate a doppia corsia, per il calcolo della capacità non si può applicare indifferentemente un modello dell'uno oppure dell'altro tipo, ma bisogna studiare la situazione e applicare il modello che si ritiene più adatto. I modelli globali che sono stati elaborati potrebbero proprio aiutare a fornire un'indicazione in questo senso.

## CONCLUSIONI

In questa tesi di laurea sono stati confrontati i risultati ottenuti nel calcolo della capacità di alcune rotatorie, effettuato utilizzando sette diversi modelli: alcuni di questi erano di tipo empirico, altri di tipo microscopico. Si è potuto studiare l'andamento dei valori di capacità al variare del flusso circolante nell'anello e si è visto in che modo la capacità diminuisce all'aumentare del flusso circolante, con andamenti di tipo lineare ed esponenziale.

Osservando i dati sperimentali a disposizione, si è potuto notare che generalmente esiste una netta distinzione tra i valori di capacità calcolati per le entrate ad una corsia e per quelle a due corsie. Per quanto riguarda i diversi modelli studiati, si è detto che i modelli francesi e svizzero sono quelli che forniscono i valori di capacità più bassi, ma sono comunque dei modelli molto funzionali. Si è sottolineato invece che, nel caso delle entrate a due corsie, il modello australiano porta a una sovrastima dei valori di capacità. Il modello britannico è quello nel quale i parametri geometrici hanno un'importanza maggiore, e si è potuto capire chiaramente quale è la loro influenza sulla capacità, soprattutto per quanto riguarda la larghezza delle entrate e il diametro. Il modello israeliano è interessante, perché si è osservato che cerca di tenere conto sia degli aspetti geometrici, sia di quelli legati al gap acceptance, inserendo nella formula per il calcolo della capacità sia il diametro, sia il critical gap. I modelli statunitense e tedesco invece si sono rivelati poco significativi.

Le conclusioni più interessanti si sono potute trarre osservando le analisi fatte nella seconda parte dello studio, quando si è provato ad elaborare i cosiddetti *modelli globali*, cioè i modelli che si è cercato di ricavare a partire dai dati sperimentali, effettuando una serie di interpolazioni. Alla fine sono stati ricavati tre modelli globali, due di tipo quadratico e uno esponenziale: al di là dell'aspetto pratico, legato al fatto di avere trovato delle equazioni per il calcolo della capacità in determinati casi, sono molto interessanti le considerazioni che si sono potute fare esaminando il comportamento di questi tre modelli globali.

Si è osservato infatti che, nel caso delle rotatorie con entrate ad una corsia, tutti i sette modelli studiati hanno un comportamento uniforme, perché evidentemente in questo caso c'è una comunanza dei fattori geometrici e comportamentali. Questo fatto è dimostrato dal valore del coefficiente di correlazione  $R^2$ , che assume un valore molto alto, superiore a 0.9: le interpolazioni che sono state effettuate con i dati sperimentali di questa rotatoria sono quindi molto buone. In questo primo caso l'influenza dei parametri legati all'aspetto comportamentale è limitata dal fatto che nelle entrate a singola corsia gli utenti non sono

disturbati da quelli vicini, e la capacità risente poco del fatto che un utente esita un po' più del precedente prima di immettersi nella rotatoria.

Invece nel caso delle rotatorie con entrate a due corsie la situazione è completamente diversa: non è possibile individuare un unico andamento, che comprenda sia i modelli geometrici che quelli comportamentali. Si ricorda infatti che si è dovuta spezzare l'analisi in due parti, ed elaborare due modelli globali, uno per ciascuna tipologia. I risultati ottenuti sono comunque meno soddisfacenti di quelli delle rotatorie con entrata ad una sola corsia. Questa anomalia si è spiegata con il fatto che, nel caso di entrata a doppia corsia, i due utenti che si presentano affiancati all'ingresso della rotatoria non solo devono preoccuparsi di immettersi nella corrente principale sfruttando il gap a disposizione, ma si disturbano anche a vicenda. Si è in presenza di due processi di scelta indipendenti fra loro, e una banale sovrapposizione degli effetti provoca una sovrastima della capacità: si è visto che è proprio quello che accade nel caso del modello australiano. In realtà bisogna invece tenere conto del fatto che la presenza di un altro veicolo a fianco del primo tende ad ostacolare la manovra che il guidatore deve compiere, e tutto questo si riflette sul valore della capacità e ne influenza il calcolo. Le interpolazioni effettuate nel caso del modello globale geometrico e in quello del modello globale comportamentale non sono del tutto soddisfacenti, come dimostra il fatto che i due coefficienti di correlazione  $R^2$  sono più bassi, essendo compresi tra 0.6 e 0.7, anche se possono essere considerati dei valori comunque accettabili. A differenza del caso precedente, nelle rotatorie con due corsie di entrata i fattori comportamentali non sono in accordo con quelli geometrici, e si è stabilito che esiste una predominanza di fattori geometrici su quelli comportamentali. I parametri del gap acceptance, cioè critical gap e follow-up time, sono molto difficili da controllare: si è visto come la formulazione di Troutbeck, per quanto molto raffinata, non sia in grado di risolvere completamente il problema della sovrastima della capacità con il modello australiano.

Come detto, tutti questi tre modelli globali possono essere utili per confrontare fra loro i diversi modelli studiati, per stabilire se in certe condizioni un particolare modello è migliore di un altro, e quindi per avere delle indicazioni su quale sarebbe meglio utilizzare in una determinata situazione, in presenza di un determinato flusso circolante. In particolare nel caso della rotatoria con entrate ad una corsia, si è osservato che generalmente non esiste un modello che in assoluto si avvicina di più al modello globale e che è sempre migliore di tutti gli altri, ma si è potuto notare che, suddividendo i diversi valori del flusso circolante in più fasce, in ogni tratto il modello ritenuto il migliore cambia: ne risulta una spezzata che ricalca molto bene l'andamento del modello globale.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] M. Villa, *Intersezioni a rotatoria - Conoscere il funzionamento e proporre il dimensionamento*, Libreria Editrice Universitaria, Levrotto & Bella, Torino, 2000.
- [2] V. Curti, L. Marescotti, L. Mussone, *Rotonde - Progetto e valutazione per la sistemazione a rotonda delle intersezioni*, Libreria CLUP, Milano, 2001.
- [3] TRB, *Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., USA, 2010.
- [4] Austroads, *Guide to traffic engineering practice - Part 6: roundabouts*, Association of Australian State Road and Transport Authorities, Sydney, Australia, 1993.
- [5] Institut des Transports et Planification, *Guide suisse des giratoires*, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Losanna, 1997.
- [6] D.M. 19 aprile 2006, *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*, G.U. n. 170 del 24 luglio 2006.
- [7] M. Fabbiani, *La regolazione delle intersezioni a raso non semaforizzate*, 8° seminario AIIT, Verona, 7-8 febbraio 2002.
- [8] T. Taekratok, *Modern roundabouts for Oregon*, Oregon Department of Transportation, Oregon, USA, 1998.
- [9] TRB, *Modern roundabout practice in the United States - A synthesis of highway practice*, NCHRP Synthesis 264, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., USA, 1998.
- [10] R. M. Kimber, *The traffic capacity of roundabouts*, TRRL Laboratory Report 942, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, United Kingdom, 1980.
- [11] A. Polus, S. Shmueli Lazar, M. Livneh, *Critical gap as a function of waiting time in determining roundabout capacity*, Journal of Transportation Engineering, ASCE, settembre/ottobre 2003.
- [12] S. Tanyel, T. Baran, M. Özuysal, *Applicability of various capacity models for single-lane roundabouts in Izmir, Turkey*, Journal of transportation engineering, ASCE, dicembre 2007.
- [13] S. Tanyel, T. Baran, M. Özuysal, *Determining the capacity of single-lane roundabouts in Izmir, Turkey*, Journal of transportation engineering, ASCE, dicembre 2005.
- [14] R. Akçelik, *A review of gap-acceptance capacity models*, 29<sup>th</sup> Conference of Australian Institutes of Transport Research, Adelaide, Australia, 5-7 dicembre 2007.

- 
- [15] E. Chung, W. Young, R. Akçelik, *Comparison of roundabout capacity and delay estimates from analytical and simulation models*, 16<sup>th</sup> ARRB Conference, part 5, 1992.
- [16] R. Akçelik, *An assessment of the Highway Capacity Manual 2010 roundabout capacity model*, International Roundabout Conference, Transportation Research Board, Carmel, Indiana, USA, 18-20 maggio 2011.
- [17] R. Akçelik, *Some common and differing aspects of alternative models for roundabout capacity and performance estimation*, International Roundabout Conference, Transportation Research Board, Carmel, Indiana, USA, 18-20 maggio 2011.
- [18] R. Akçelik, *Roundabout model comparison table*, Akçelik and Associates Pty Ltd, Melbourne, Australia, 2012.
- [19] R. Akçelik, *Roundabout model calibration issues and a case study*, TRB National Roundabout Conference, Vail, Colorado, USA, 22-25 maggio 2005.
- [20] R. Akçelik, *A roundabout case study comparing capacity estimates from alternative analytical models*, 2<sup>nd</sup> Urban Street Symposium, Anaheim, California, USA, 28-30 luglio 2003.
- [21] W. Brilon, N. Wu, L. Bondzio, *Unsignalized intersections in Germany - A state of the art 1997*, International Symposium on Intersections without traffic signals, Portland, Oregon, USA, luglio 1997.
- [22] R. Carter Hill, W.E. Griffiths, G.G. Judge, *Undergraduate econometrics - Second edition*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken (New Jersey, USA), 2001.

## APPENDICE

In questa appendice sono riportate le seguenti tabelle:

- TABELLA A.1: misure delle venti rotatorie del campione utilizzato;
- TABELLA A.2: flussi uscenti nelle venti rotatorie (necessari per il calcolo della capacità nei modelli francese e svizzero);
- TABELLA A.3: valori del critical gap ottenuti nel modello israeliano;
- TABELLA A.4: valori del critical gap ottenuti nel modello australiano;
- TABELLA A.5: valori del follow-up time ottenuti nel modello australiano;
- TABELLA A.6: valori di capacità calcolati con il modello francese;
- TABELLA A.7: valori di capacità calcolati con il modello svizzero;
- TABELLA A.8: valori di capacità calcolati con il modello britannico;
- TABELLA A.9: valori di capacità calcolati con il modello israeliano;
- TABELLA A.10: valori di capacità calcolati con il modello australiano;
- TABELLA A.11: valori di capacità calcolati con il modello statunitense;
- TABELLA A.12: valori di capacità calcolati con il modello tedesco;
- TABELLA A.13: valori medi di capacità e deviazione standard;
- TABELLA A.14: valori di capacità calcolati con il modello globale nel caso della rotatoria C1;
- TABELLA A.15: residui nel caso della rotatoria C1;
- TABELLA A.16: residui medi totali e residui medi per fasce di flusso circolante nel caso della rotatoria C1;
- TABELLA A.17: valori di capacità calcolati con il modello globale geometrico nel caso della rotatoria C2;
- TABELLA A.18: residui nel caso del modello globale geometrico (rotatoria C2);
- TABELLA A.19: residui medi totali e residui medi per fasce di flusso circolante nel caso del modello globale geometrico (rotatoria C2);
- TABELLA A.20: valori di capacità calcolati con il modello australiano (formulazione completa di Troutbeck, rapporto fra  $Q_{dom}$  e  $Q_{sub}$  uguale a uno) per la rotatoria C2;
- TABELLA A.21: valori di capacità calcolati con il modello australiano (formulazione completa di Troutbeck, rapporto fra  $Q_{dom}$  e  $Q_{sub}$  uguale a due) per la rotatoria C2;

- TABELLA A.22: valori di capacità calcolati con il modello globale comportamentale nel caso della rotatoria C2;
- TABELLA A.23: residui nel caso del modello globale comportamentale (rotatoria C2);
- TABELLA A.24: residui medi totali e residui medi per fasce di flusso circolante nel caso del modello globale comportamentale (rotatoria C2).

*NOTA PER LA CONSULTAZIONE:*

Le rotatorie esaminate sono state numerate da 1 a 20. Le entrate invece sono state numerate in ordine progressivo da 1 a 71: questo vuol dire che le entrate 1, 2, 3 e 4 appartengono alla prima rotatoria (che ha quattro rami), le entrate 5, 6, 7 e 8 appartengono alla seconda rotatoria (che ha ancora quattro rami), e così via. Si ricorda che alcune rotatorie hanno quattro rami, altre ne hanno tre: la corrispondenza fra numero dell'entrata e numero della rotatoria alla quale l'entrata appartiene si può vedere nella Tabella A.1. Se non diversamente specificato (come per esempio nella tabella A.3), nelle tabelle successive alla prima per comodità è riportato solamente il numero d'ordine che è stato assegnato alle entrate.

Tutte le lunghezze sono in metri, la misura dell'angolo di entrata è in gradi. Il critical gap e il follow-up time sono misurati in secondi, mentre i flussi uscenti e la capacità sono sempre espressi in veicoli/ora.

**TABELLA A.1:** misure delle venti rotatorie del campione utilizzato.

	ROTATORIA 1				ROTATORIA 2			
	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
larghezza entrata	7.1	7.8	8	4	8	7.8	7.5	7.9
larghezza anello	10.5	10.5	10.5	10.5	10.3	10.3	10.3	10.3
larghezza isola	8.5	10	8	5	9.5	7.9	7.6	9.3
$\alpha$	0.1	0	0.1	0.25	0	0.1	0.1	0.1
$\beta$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
$e$	7.1	7.8	8	4	8	7.8	7.5	7.9
$v$	5.3	3.5	5.2	4	5.7	3.1	4.5	3.2
$l$	84.5	28.7	56.3	57.1	86.1	85.8	87	65.9
$S$	0.0213	0.1498	0.0497	0	0.0267	0.0548	0.0345	0.0713
$D$	46.5	46.5	46.5	46.5	50.5	50.5	50.5	50.5
$R$	27.5	24.8	39.4	12.8	30.8	20.8	21.5	35.8
$\phi$	42°	35°	27°	33°	33°	24°	37°	18°
corsie anello	2	2	2	2	2	2	2	2
corsie entrata	2	2	2	1	2	2	2	2
$x_2$	7.026	6.809	7.747	4	7.883	7.336	7.306	7.313
$t_D$	1.397	1.397	1.397	1.397	1.361	1.361	1.361	1.361
$k$	0.970	0.990	1.032	0.960	1.005	1.021	0.977	1.061
	ROTATORIA 3				ROTATORIA 4			
	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
larghezza entrata	7	4.75	7	4.75	8.5	5	4.5	4.7
larghezza anello	8.5	8.5	8.5	8.5	9.5	9.5	9.5	9.5
larghezza isola	9	7	9	7	25.9	18.2	12	0
$\alpha$	0.1	0.22	0.1	0.22	0	0	0.15	0.55
$\beta$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
$e$	7	4.75	7	4.75	8.5	5	4.5	4.7
$v$	4	3.75	4	3.75	6.5	4.5	3	3.5
$l$	48.3	12.9	49	16.1	51.1	8.9	17.6	40.9
$S$	0.0621	0.0775	0.0612	0.0621	0.0391	0.0562	0.0852	0.0293
$D$	42	42	42	42	55	55	55	55
$R$	27.6	31	27.6	31	28	20	20	35
$\phi$	45°	22°	26°	19°	39°	28°	25°	13°
corsie anello	2	2	2	2	2	2	2	2
corsie entrata	2	1	2	1	2	1	1	1
$x_2$	6.669	4.616	6.673	4.640	8.355	4.949	4.282	4.633
$t_D$	1.429	1.429	1.429	1.429	1.311	1.311	1.311	1.311
$k$	0.959	1.043	1.025	1.054	0.981	1.005	1.015	1.078

(segue dalla pagina precedente)

	ROTATORIA 5				ROTATORIA 6			
	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
larghezza entrata	7.5	7.5	4	7.5	8	8	7.5	7.5
larghezza anello	9.5	9.5	9.5	9.5	10.5	10.5	10.5	10.5
larghezza isola	8.3	7.7	9.1	7.7	11.7	13.5	10.3	6.7
$\alpha$	0.1	0.1	0.17	0.1	0	0	0	0.1
$\beta$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
$e$	7.5	7.5	4	7.5	8	8	7.5	7.5
$v$	5.1	6.1	4	6	3.8	4.6	4.2	4.8
$l$	33.9	15.3	24.5	15.5	55.5	54	31.1	15.8
$S$	0.0708	0.0915	0	0.0968	0.0757	0.0630	0.1061	0.1709
$D$	42.5	42.5	42.5	42.5	53.5	53.5	53.5	53.5
$R$	28.6	31	10.9	21.7	28.1	26.8	26.3	32.6
$\phi$	31°	30°	20°	30°	35°	43°	40°	30°
corsie anello	2	2	2	2	2	2	2	2
corsie entrata	2	2	1	2	2	2	2	2
$x_2$	7.202	7.283	4	7.257	7.448	7.620	6.922	6.812
$t_D$	1.426	1.426	1.426	1.426	1.329	1.329	1.329	1.329
$k$	1.009	1.015	0.992	1.002	0.995	0.965	0.975	1.017
	ROTATORIA 7				ROTATORIA 8			
	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	
larghezza entrata	8	7.7	8	8	8	8	8	
larghezza anello	10.5	10.5	10.5	10.5	9.5	9.5	9.5	
larghezza isola	9.5	10.6	12.4	11.7	12.7	10.9	13.7	
$\alpha$	0	0	0	0	0	0	0	
$\beta$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
$e$	8	7.7	8	8	8	8	8	
$v$	3.7	3.8	4.7	3	3.75	7.5	6.5	
$l$	44.3	57.5	61.5	64.4	67.9	49.8	100	
$S$	0.0971	0.0678	0.0537	0.0776	0.0626	0.0100	0.0150	
$D$	52.5	52.5	52.5	52.5	58	58	58	
$R$	37.2	30.5	25.2	40.6	30	30	45	
$\phi$	28°	27°	34°	25°	35°	36°	29°	
corsie anello	2	2	2	2	2	2	2	
corsie entrata	2	2	2	2	2	2	2	
$x_2$	7.301	7.234	7.680	7.328	7.527	7.990	7.956	
$t_D$	1.340	1.340	1.340	1.340	1.275	1.275	1.275	
$k$	1.028	1.025	0.994	1.040	0.997	0.993	1.029	

(segue dalla pagina precedente)

	ROTATORIA 9			ROTATORIA 10		
	entr. 32	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37
larghezza entrata	8	8	4	8	8	8
larghezza anello	9	9	9	9	9	9
larghezza isola	9.8	7.4	12.4	8.1	8.7	9.9
$\alpha$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
$\beta$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
$e$	8	8	4	8	8	8
$v$	3.8	7.4	3	7	6.5	7.5
$l$	92.7	36.1	43.7	39.7	98.8	96.4
$S$	0.0453	0.0166	0.0229	0.0252	0.0152	0.0052
$D$	55	55	55	55	55	55
$R$	30	25	35	25	25	30
$\phi$	36°	39°	4°	39°	39°	36°
corsie anello	2	2	2	2	2	2
corsie entrata	2	2	1	2	2	2
$x_2$	7.651	7.981	3.956	7.952	7.956	7.995
$t_D$	1.311	1.311	1.311	1.311	1.311	1.311
$k$	0.993	0.977	1.109	0.977	0.977	0.993
	ROTATORIA 11			ROTATORIA 12		
	entr. 38	entr. 39	entr. 40	entr. 41	entr. 42	entr. 43
larghezza entrata	4	4	4.5	7	4.5	4
larghezza anello	8	8	8	8	8	8
larghezza isola	22	15	14.2	20	10.5	27.8
$\alpha$	0	0.1	0.1	0	0.15	0
$\beta$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
$e$	4	4	4.5	7	4.5	4
$v$	3.3	3.4	3.4	6.5	3	3.75
$l$	68.5	25	24	55.7	16.2	31.3
$S$	0.0102	0.0240	0.0458	0.0090	0.0926	0.0080
$D$	57	57	57	59	59	59
$R$	32.6	22.6	42.1	70	25.3	54.2
$\phi$	16°	24°	18°	6°	30°	24°
corsie anello	2	2	2	2	2	2
corsie entrata	1	1	1	2	1	1
$x_2$	3.986	3.973	4.408	6.991	4.266	3.996
$t_D$	1.287	1.287	1.287	1.262	1.262	1.262
$k$	1.065	1.024	1.065	1.116	1.008	1.050

(segue dalla pagina precedente)

	ROTATORIA 13			ROTATORIA 14			
	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48	entr. 49	entr. 50
larghezza entrata	4	4	4	5.3	5.2	5	5.3
larghezza anello	4.5	4.5	4.5	6.9	6.9	6.9	6.9
larghezza isola	4	4.4	5	6.3	5.3	5.1	6.2
$\alpha$	0.4	0.35	0.35	0.23	0.3	0.3	0.25
$\beta$	1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.9
$e$	4	4	4	5.3	5.2	5	5.3
$v$	3.5	3.3	3.75	3.8	3.1	3	3.2
$l$	19.9	49.4	48.2	57.4	57.2	58	43.9
$S$	0.0251	0.0142	0.0052	0.0261	0.0367	0.0345	0.0478
$D$	27.5	27.5	27.5	33.5	33.5	33.5	33.5
$R$	25	25	30	30.8	20.8	21.5	35.8
$\phi$	39°	39°	36°	33°	24°	37°	18°
corsie anello	1	1	1	1	1	1	1
corsie entrata	1	1	1	1	1	1	1
$x_2$	3.976	3.981	3.997	5.225	5.056	4.871	5.117
$t_D$	1.481	1.481	1.481	1.467	1.467	1.467	1.467
$k$	0.977	0.977	0.993	1.005	1.021	0.977	1.061
	ROTATORIA 15			ROTATORIA 16			
	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56	entr. 57
larghezza entrata	3.75	3.75	4	5.3	5.1	5.3	5.3
larghezza anello	5.3	5.3	5.3	7	7	7	7
larghezza isola	14.7	10	9.5	6.3	7.1	8.3	7.8
$\alpha$	0.1	0.18	0.17	0.25	0.2	0.15	0.2
$\beta$	1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.9
$e$	3.75	3.75	4	5.3	5.1	5.3	5.3
$v$	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.1	3
$l$	45.7	16.7	16	29.5	38.3	41	42.9
$S$	0.0142	0.0329	0.0500	0.0678	0.0444	0.0537	0.0536
$D$	38	38	38	35	35	35	35
$R$	32.6	22.6	42.1	37.2	30.5	25.2	40.6
$\phi$	16°	24°	18°	28°	27°	34°	25°
corsie anello	1	1	1	1	1	1	1
corsie entrata	1	1	1	1	1	1	1
$x_2$	3.732	3.716	3.927	5.061	4.961	5.087	5.077
$t_D$	1.450	1.450	1.450	1.462	1.462	1.462	1.462
$k$	1.065	1.024	1.065	1.028	1.025	0.994	1.040

(segue dalla pagina precedente)

	ROTATORIA 17				ROTATORIA 18		
	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
larghezza entrata	5	4	4.5	3.75	7.5	8.5	3.75
larghezza anello	8	8	8	8	10	10	10
larghezza isola	6.5	5.2	5.8	5	9.5	12	5
$\alpha$	0.23	0.35	0.3	0.43	0.1	0.1	0.3
$\beta$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
$e$	5	4	4.5	3.75	7.5	8.5	3.75
$v$	4	3.8	4	3.2	6	7.5	3
$l$	25.1	17.9	20.6	14.2	10	15	8
$S$	0.0398	0.0112	0.0243	0.0387	0.1500	0.0667	0.0938
$D$	30	30	30	30	40	40	40
$R$	35	30	35	30	20	20	20
$\phi$	40°	40°	40°	40°	40°	40°	40°
corsie anello	2	2	2	2	2	2	2
corsie entrata	1	1	1	1	2	2	1
$x_2$	4.926	3.996	4.477	3.710	7.154	8.382	3.632
$t_D$	1.476	1.476	1.476	1.476	1.440	1.440	1.440
$k$	0.984	0.980	0.984	0.980	0.963	0.963	0.963
	ROTATORIA 19				ROTATORIA 20		
	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
larghezza entrata	3.6	4.2	3.7	4.3	4	4	4
larghezza anello	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8
larghezza isola	5.2	6	5	6.5	6.3	5.5	6.9
$\alpha$	0.4	0.27	0.35	0.3	0.27	0.35	0.23
$\beta$	1	1	1	1	1	1	1
$e$	3.6	4.2	3.7	4.3	4	4	4
$v$	3.1	3.7	3.2	3.8	3	3.75	3.3
$l$	20	20	20	20	34	25	50
$S$	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0294	0.0100	0.0140
$D$	31.5	31.5	31.5	31.5	29	29	29
$R$	30.5	21.3	36.6	24.4	30	30	45
$\phi$	30°	30°	30°	30°	35°	36°	29°
corsie anello	1	1	1	1	1	1	1
corsie entrata	1	1	1	1	1	1	1
$x_2$	3.576	4.176	3.676	4.276	3.944	3.995	3.981
$t_D$	1.473	1.473	1.473	1.473	1.478	1.478	1.478
$k$	1.015	1.001	1.020	1.007	0.997	0.993	1.029

**TABELLA A.2:** flussi uscenti nelle venti rotatorie (per francese e svizzero).

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	17	18	14	1	8	18	9	15
100	34	35	29	2	15	36	19	30
150	51	53	43	3	23	54	28	45
200	68	70	58	4	30	72	38	60
250	85	88	72	5	38	90	47	75
300	102	105	87	6	45	108	57	90
350	119	123	101	7	53	126	66	105
400	136	140	116	8	60	144	76	120
450	153	158	130	9	68	162	85	135
500	170	175	145	10	75	180	95	150
550	187	193	159	11	83	198	104	165
600	204	210	174	12	90	216	114	180
650	221	228	188	13	98	234	123	195
700	238	245	203	14	105	252	133	210
750	255	263	217	15	113	270	142	225
800	272	280	232	16	120	288	152	240
850	289	298	246	17	128	306	161	255
900	306	315	261	18	135	324	171	270
950	323	333	275	19	143	342	180	285
1000	340	350	290	20	150	360	190	300
1050	357	368	304	21	158	378	199	315
1100	374	385	319	22	165	396	209	330
1150	391	403	333	23	173	414	218	345
1200	408	420	348	24	180	432	228	360
1250	425	438	362	25	188	450	237	375
1300	442	455	377	26	195	468	247	390
1350	459	473	391	27	203	486	256	405
1400	476	490	406	28	210	504	266	420
1450	493	508	420	29	218	522	275	435
1500	510	525	435	30	225	540	285	450
1550	527	543	449	31	233	558	294	465
1600	544	560	464	32	240	576	304	480
1650	561	578	478	33	248	594	313	495
1700	578	595	493	34	255	612	323	510
1750	595	613	507	35	263	630	332	525
1800	612	630	522	36	270	648	342	540

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	12	11	16	11	23	7	20	0
100	25	22	31	22	46	13	41	0
150	37	33	47	33	69	20	61	0
200	50	44	62	44	92	26	82	0
250	62	55	78	55	115	33	102	0
300	75	66	93	66	138	39	123	0
350	87	77	109	77	161	46	143	0
400	100	88	124	88	184	52	164	0
450	112	99	140	99	207	59	184	0
500	125	110	155	110	230	65	205	0
550	137	121	171	121	253	72	225	0
600	150	132	186	132	276	78	246	0
650	162	143	202	143	299	85	266	0
700	175	154	217	154	322	91	287	0
750	187	165	233	165	345	98	307	0
800	200	176	248	176	368	104	328	0
850	212	187	264	187	391	111	348	0
900	225	198	279	198	414	117	369	0
950	237	209	295	209	437	124	389	0
1000	250	220	310	220	460	130	410	0
1050	262	231	326	231	483	137	430	0
1100	275	242	341	242	506	143	451	0
1150	287	253	357	253	529	150	471	0
1200	300	264	372	264	552	156	492	0
1250	312	275	388	275	575	163	512	0
1300	325	286	403	286	598	169	533	0
1350	337	297	419	297	621	176	553	0
1400	350	308	434	308	644	182	574	0
1450	362	319	450	319	667	189	594	0
1500	375	330	465	330	690	195	615	0
1550	387	341	481	341	713	202	635	0
1600	400	352	496	352	736	208	656	0
1650	412	363	512	363	759	215	676	0
1700	425	374	527	374	782	221	697	0
1750	437	385	543	385	805	228	717	0
1800	450	396	558	396	828	234	738	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	19	9	3	19	17	17	11	5
100	38	19	5	38	34	34	23	9
150	57	28	8	57	51	51	34	14
200	76	38	10	76	68	68	46	18
250	95	47	13	95	85	85	57	23
300	114	57	15	114	102	102	69	27
350	133	66	18	133	119	119	80	32
400	152	76	20	152	136	136	92	36
450	171	85	23	171	153	153	103	41
500	190	95	25	190	170	170	115	45
550	209	104	28	209	187	187	126	50
600	228	114	30	228	204	204	138	54
650	247	123	33	247	221	221	149	59
700	266	133	35	266	238	238	161	63
750	285	142	38	285	255	255	172	68
800	304	152	40	304	272	272	184	72
850	323	161	43	323	289	289	195	77
900	342	171	45	342	306	306	207	81
950	361	180	48	361	323	323	218	86
1000	380	190	50	380	340	340	230	90
1050	399	199	53	399	357	357	241	95
1100	418	209	55	418	374	374	253	99
1150	437	218	58	437	391	391	264	104
1200	456	228	60	456	408	408	276	108
1250	475	237	63	475	425	425	287	113
1300	494	247	65	494	442	442	299	117
1350	513	256	68	513	459	459	310	122
1400	532	266	70	532	476	476	322	126
1450	551	275	73	551	493	493	333	131
1500	570	285	75	570	510	510	345	135
1550	589	294	78	589	527	527	356	140
1600	608	304	80	608	544	544	368	144
1650	627	313	83	627	561	561	379	149
1700	646	323	85	646	578	578	391	153
1750	665	332	88	665	595	595	402	158
1800	684	342	90	684	612	612	414	162

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	24	1	16	9	12	27	11	20
100	49	1	32	18	24	54	22	41
150	73	2	48	27	36	81	33	61
200	98	2	64	36	48	108	44	82
250	122	3	80	45	60	135	55	102
300	147	3	96	54	72	162	66	123
350	171	4	112	63	84	189	77	143
400	196	4	128	72	96	216	88	164
450	220	5	144	81	108	243	99	184
500	245	5	160	90	120	270	110	205
550	269	6	176	99	132	297	121	225
600	294	6	192	108	144	324	132	246
650	318	7	208	117	156	351	143	266
700	343	7	224	126	168	378	154	287
750	367	8	240	135	180	405	165	307
800	392	8	256	144	192	432	176	328
850	416	9	272	153	204	459	187	348
900	441	9	288	162	216	486	198	369
950	465	10	304	171	228	513	209	389
1000	490	10	320	180	240	540	220	410
1050	514	11	336	189	252	567	231	430
1100	539	11	352	198	264	594	242	451
1150	563	12	368	207	276	621	253	471
1200	588	12	384	216	288	648	264	492
1250	612	13	400	225	300	675	275	512
1300	637	13	416	234	312	702	286	533
1350	661	14	432	243	324	729	297	553
1400	686	14	448	252	336	756	308	574
1450	710	15	464	261	348	783	319	594
1500	735	15	480	270	360	810	330	615
1550	759	16	496	279	372	837	341	635
1600	784	16	512	288	384	864	352	656
1650	808	17	528	297	396	891	363	676
1700	833	17	544	306	408	918	374	697
1750	857	18	560	315	420	945	385	717
1800	882	18	576	324	432	972	396	738

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	23	7	22	9	19	19	23	8
100	46	13	44	17	39	37	47	16
150	69	20	66	26	58	56	70	24
200	92	26	88	34	78	74	94	32
250	115	33	110	43	97	93	117	40
300	138	39	132	51	117	111	141	48
350	161	46	154	60	136	130	164	56
400	184	52	176	68	156	148	188	64
450	207	59	198	77	175	167	211	72
500	230	65	220	85	195	185	235	80
550	253	72	242	94	214	204	258	88
600	276	78	264	102	234	222	282	96
650	299	85	286	111	253	241	305	104
700	322	91	308	119	273	259	329	112
750	345	98	330	128	292	278	352	120
800	368	104	352	136	312	296	376	128
850	391	111	374	145	331	315	399	136
900	414	117	396	153	351	333	423	144
950	437	124	418	162	370	352	446	152
1000	460	130	440	170	390	370	470	160
1050	483	137	462	179	409	389	493	168
1100	506	143	484	187	429	407	517	176
1150	529	150	506	196	448	426	540	184
1200	552	156	528	204	468	444	564	192
1250	575	163	550	213	487	463	587	200
1300	598	169	572	221	507	481	611	208
1350	621	176	594	230	526	500	634	216
1400	644	182	616	238	546	518	658	224
1450	667	189	638	247	565	537	681	232
1500	690	195	660	255	585	555	705	240
1550	713	202	682	264	604	574	728	248
1600	736	208	704	272	624	592	752	256
1650	759	215	726	281	643	611	775	264
1700	782	221	748	289	663	629	799	272
1750	805	228	770	298	682	648	822	280
1800	828	234	792	306	702	666	846	288

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	19	1	30	22	9	19	8	18
100	37	2	61	44	17	39	15	36
150	56	3	91	66	26	58	23	54
200	74	4	122	88	34	78	30	72
250	93	5	152	110	43	97	38	90
300	111	6	183	132	51	117	45	108
350	130	7	213	154	60	136	53	126
400	148	8	244	176	68	156	60	144
450	167	9	274	198	77	175	68	162
500	185	10	305	220	85	195	75	180
550	204	11	335	242	94	214	83	198
600	222	12	366	264	102	234	90	216
650	241	13	396	286	111	253	98	234
700	259	14	427	308	119	273	105	252
750	278	15	457	330	128	292	113	270
800	296	16	488	352	136	312	120	288
850	315	17	518	374	145	331	128	306
900	333	18	549	396	153	351	135	324
950	352	19	579	418	162	370	143	342
1000	370	20	610	440	170	390	150	360
1050	389	21	640	462	179	409	158	378
1100	407	22	671	484	187	429	165	396
1150	426	23	701	506	196	448	173	414
1200	444	24	732	528	204	468	180	432
1250	463	25	762	550	213	487	188	450
1300	481	26	793	572	221	507	195	468
1350	500	27	823	594	230	526	203	486
1400	518	28	854	616	238	546	210	504
1450	537	29	884	638	247	565	218	522
1500	555	30	915	660	255	585	225	540
1550	574	31	945	682	264	604	233	558
1600	592	32	976	704	272	624	240	576
1650	611	33	1006	726	281	643	248	594
1700	629	34	1037	748	289	663	255	612
1750	648	35	1067	770	298	682	263	630
1800	666	36	1098	792	306	702	270	648

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	9	15	19	23	8	24	1	16
100	19	30	37	47	16	49	1	32
150	28	45	56	70	24	73	2	48
200	38	60	74	94	32	98	2	64
250	47	75	93	117	40	122	3	80
300	57	90	111	141	48	147	3	96
350	66	105	130	164	56	171	4	112
400	76	120	148	188	64	196	4	128
450	85	135	167	211	72	220	5	144
500	95	150	185	235	80	245	5	160
550	104	165	204	258	88	269	6	176
600	114	180	222	282	96	294	6	192
650	123	195	241	305	104	318	7	208
700	133	210	259	329	112	343	7	224
750	142	225	278	352	120	367	8	240
800	152	240	296	376	128	392	8	256
850	161	255	315	399	136	416	9	272
900	171	270	333	423	144	441	9	288
950	180	285	352	446	152	465	10	304
1000	190	300	370	470	160	490	10	320
1050	199	315	389	493	168	514	11	336
1100	209	330	407	517	176	539	11	352
1150	218	345	426	540	184	563	12	368
1200	228	360	444	564	192	588	12	384
1250	237	375	463	587	200	612	13	400
1300	247	390	481	611	208	637	13	416
1350	256	405	500	634	216	661	14	432
1400	266	420	518	658	224	686	14	448
1450	275	435	537	681	232	710	15	464
1500	285	450	555	705	240	735	15	480
1550	294	465	574	728	248	759	16	496
1600	304	480	592	752	256	784	16	512
1650	313	495	611	775	264	808	17	528
1700	323	510	629	799	272	833	17	544
1750	332	525	648	822	280	857	18	560
1800	342	540	666	846	288	882	18	576

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	9	18	12	15	5	18	27	5
100	18	35	25	30	10	35	55	10
150	27	53	37	45	15	53	82	15
200	36	70	50	60	20	70	110	20
250	45	88	62	75	25	88	137	25
300	54	105	75	90	30	105	165	30
350	63	123	87	105	35	123	192	35
400	72	140	100	120	40	140	220	40
450	81	158	112	135	45	158	247	45
500	90	175	125	150	50	175	275	50
550	99	193	137	165	55	193	302	55
600	108	210	150	180	60	210	330	60
650	117	228	162	195	65	228	357	65
700	126	245	175	210	70	245	385	70
750	135	263	187	225	75	263	412	75
800	144	280	200	240	80	280	440	80
850	153	298	212	255	85	298	467	85
900	162	315	225	270	90	315	495	90
950	171	333	237	285	95	333	522	95
1000	180	350	250	300	100	350	550	100
1050	189	368	262	315	105	368	577	105
1100	198	385	275	330	110	385	605	110
1150	207	403	287	345	115	403	632	115
1200	216	420	300	360	120	420	660	120
1250	225	438	312	375	125	438	687	125
1300	234	455	325	390	130	455	715	130
1350	243	473	337	405	135	473	742	135
1400	252	490	350	420	140	490	770	140
1450	261	508	362	435	145	508	797	145
1500	270	525	375	450	150	525	825	150
1550	279	543	387	465	155	543	852	155
1600	288	560	400	480	160	560	880	160
1650	297	578	412	495	165	578	907	165
1700	306	595	425	510	170	595	935	170
1750	315	613	437	525	175	613	962	175
1800	324	630	450	540	180	630	990	180

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	0	0	0	0	0	0	0
50	20	17	8	5	12	27	11
100	40	35	15	10	24	54	22
150	60	52	23	15	36	81	33
200	80	70	30	20	48	108	44
250	100	87	38	25	60	135	55
300	120	105	45	30	72	162	66
350	140	122	53	35	84	189	77
400	160	140	60	40	96	216	88
450	180	157	68	45	108	243	99
500	200	175	75	50	120	270	110
550	220	192	83	55	132	297	121
600	240	210	90	60	144	324	132
650	260	227	98	65	156	351	143
700	280	245	105	70	168	378	154
750	300	262	113	75	180	405	165
800	320	280	120	80	192	432	176
850	340	297	128	85	204	459	187
900	360	315	135	90	216	486	198
950	380	332	143	95	228	513	209
1000	400	350	150	100	240	540	220
1050	420	367	158	105	252	567	231
1100	440	385	165	110	264	594	242
1150	460	402	173	115	276	621	253
1200	480	420	180	120	288	648	264
1250	500	437	188	125	300	675	275
1300	520	455	195	130	312	702	286
1350	540	472	203	135	324	729	297
1400	560	490	210	140	336	756	308
1450	580	507	218	145	348	783	319
1500	600	525	225	150	360	810	330
1550	620	542	233	155	372	837	341
1600	640	560	240	160	384	864	352
1650	660	577	248	165	396	891	363
1700	680	595	255	170	408	918	374
1750	700	612	263	175	420	945	385
1800	720	630	270	180	432	972	396

**TABELLA A.3:** valori del critical gap ottenuti nel modello israeliano.

$Q_c$	ROTATORIA 1	ROTATORIA 2	ROTATORIA 3	ROTATORIA 4
0	4.55	4.55	4.55	4.56
50	4.55	4.55	4.55	4.56
100	4.55	4.55	4.55	4.56
150	4.55	4.55	4.55	4.56
200	4.55	4.55	4.55	4.56
250	4.55	4.55	4.55	4.56
300	4.55	4.55	4.55	4.56
350	4.45	4.46	4.45	4.46
400	4.45	4.46	4.45	4.46
450	4.47	4.47	4.46	4.47
500	4.47	4.47	4.46	4.47
550	4.47	4.47	4.46	4.47
600	4.47	4.47	4.46	4.47
650	4.36	4.36	4.36	4.35
700	4.35	4.35	4.35	4.35
750	4.35	4.35	4.35	4.35
800	4.35	4.35	4.35	4.35
850	4.35	4.35	4.35	4.35
900	4.35	4.35	4.35	4.35
950	4.20	4.20	4.21	4.19
1000	4.20	4.20	4.21	4.19
1050	4.20	4.20	4.21	4.19
1100	4.20	4.20	4.21	4.19
1150	4.20	4.20	4.21	4.19
1200	4.20	4.20	4.21	4.19
1250	4.02	4.01	4.03	4.01
1300	4.02	4.01	4.03	4.01
1350	4.02	4.01	4.03	4.01
1400	4.02	4.01	4.03	4.01
1450	4.02	4.01	4.03	4.01
1500	4.02	4.01	4.03	4.01
1550	3.87	3.86	3.88	3.85
1600	3.87	3.86	3.88	3.85
1650	3.87	3.86	3.88	3.85
1700	3.87	3.86	3.88	3.85
1750	3.87	3.86	3.88	3.85
1800	3.87	3.86	3.88	3.85

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	ROTATORIA 5	ROTATORIA 6	ROTATORIA 7	ROTATORIA 8
0	4.55	4.56	4.56	4.56
50	4.55	4.56	4.56	4.56
100	4.55	4.56	4.56	4.56
150	4.55	4.56	4.56	4.56
200	4.55	4.56	4.56	4.56
250	4.55	4.56	4.56	4.56
300	4.55	4.56	4.56	4.56
350	4.45	4.46	4.46	4.46
400	4.45	4.46	4.46	4.46
450	4.46	4.47	4.47	4.47
500	4.46	4.47	4.47	4.47
550	4.46	4.47	4.47	4.47
600	4.46	4.47	4.47	4.47
650	4.36	4.36	4.36	4.35
700	4.35	4.35	4.35	4.35
750	4.35	4.35	4.35	4.35
800	4.35	4.35	4.35	4.35
850	4.35	4.35	4.35	4.35
900	4.35	4.35	4.35	4.35
950	4.21	4.19	4.20	4.19
1000	4.21	4.19	4.20	4.19
1050	4.21	4.19	4.20	4.19
1100	4.21	4.19	4.20	4.19
1150	4.21	4.19	4.20	4.19
1200	4.21	4.19	4.20	4.19
1250	4.03	4.01	4.01	4.00
1300	4.03	4.01	4.01	4.00
1350	4.03	4.01	4.01	4.00
1400	4.03	4.01	4.01	4.00
1450	4.03	4.01	4.01	4.00
1500	4.03	4.01	4.01	4.00
1550	3.88	3.85	3.86	3.85
1600	3.88	3.85	3.86	3.85
1650	3.88	3.85	3.86	3.85
1700	3.88	3.85	3.86	3.85
1750	3.88	3.85	3.86	3.85
1800	3.88	3.85	3.86	3.85

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	ROTATORIA 9	ROTATORIA 10	ROTATORIA 11	ROTATORIA 12
0	4.56	4.56	4.56	4.56
50	4.56	4.56	4.56	4.56
100	4.56	4.56	4.56	4.56
150	4.56	4.56	4.56	4.56
200	4.56	4.56	4.56	4.56
250	4.56	4.56	4.56	4.56
300	4.56	4.56	4.56	4.56
350	4.46	4.46	4.46	4.46
400	4.46	4.46	4.46	4.46
450	4.47	4.47	4.47	4.47
500	4.47	4.47	4.47	4.47
550	4.47	4.47	4.47	4.47
600	4.47	4.47	4.47	4.47
650	4.35	4.35	4.35	4.35
700	4.35	4.35	4.35	4.35
750	4.35	4.35	4.35	4.35
800	4.35	4.35	4.35	4.35
850	4.35	4.35	4.35	4.35
900	4.35	4.35	4.35	4.35
950	4.19	4.19	4.19	4.19
1000	4.19	4.19	4.19	4.19
1050	4.19	4.19	4.19	4.19
1100	4.19	4.19	4.19	4.19
1150	4.19	4.19	4.19	4.19
1200	4.19	4.19	4.19	4.19
1250	4.01	4.01	4.00	4.00
1300	4.01	4.01	4.00	4.00
1350	4.01	4.01	4.00	4.00
1400	4.01	4.01	4.00	4.00
1450	4.01	4.01	4.00	4.00
1500	4.01	4.01	4.00	4.00
1550	3.85	3.85	3.85	3.84
1600	3.85	3.85	3.85	3.84
1650	3.85	3.85	3.85	3.84
1700	3.85	3.85	3.85	3.84
1750	3.85	3.85	3.85	3.84
1800	3.85	3.85	3.85	3.84

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	ROTATORIA 13	ROTATORIA 14	ROTATORIA 15	ROTATORIA 16
0	4.53	4.54	4.54	4.54
50	4.53	4.54	4.54	4.54
100	4.53	4.54	4.54	4.54
150	4.53	4.54	4.54	4.54
200	4.53	4.54	4.54	4.54
250	4.53	4.54	4.54	4.54
300	4.53	4.54	4.54	4.54
350	4.44	4.45	4.45	4.45
400	4.44	4.45	4.45	4.45
450	4.46	4.46	4.46	4.46
500	4.46	4.46	4.46	4.46
550	4.46	4.46	4.46	4.46
600	4.46	4.46	4.46	4.46
650	4.36	4.36	4.36	4.36
700	4.35	4.35	4.35	4.35
750	4.35	4.35	4.35	4.35
800	4.35	4.35	4.35	4.35
850	4.35	4.35	4.35	4.35
900	4.35	4.35	4.35	4.35
950	4.22	4.21	4.21	4.21
1000	4.22	4.21	4.21	4.21
1050	4.22	4.21	4.21	4.21
1100	4.22	4.21	4.21	4.21
1150	4.22	4.21	4.21	4.21
1200	4.22	4.21	4.21	4.21
1250	4.05	4.04	4.03	4.04
1300	4.05	4.04	4.03	4.04
1350	4.05	4.04	4.03	4.04
1400	4.05	4.04	4.03	4.04
1450	4.05	4.04	4.03	4.04
1500	4.05	4.04	4.03	4.04
1550	3.91	3.90	3.89	3.89
1600	3.91	3.90	3.89	3.89
1650	3.91	3.90	3.89	3.89
1700	3.91	3.90	3.89	3.89
1750	3.91	3.90	3.89	3.89
1800	3.91	3.90	3.89	3.89

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	ROTATORIA 17	ROTATORIA 18	ROTATORIA 19	ROTATORIA 20
0	4.53	4.54	4.53	4.53
50	4.53	4.54	4.53	4.53
100	4.53	4.54	4.53	4.53
150	4.53	4.54	4.53	4.53
200	4.53	4.54	4.53	4.53
250	4.53	4.54	4.53	4.53
300	4.53	4.54	4.53	4.53
350	4.44	4.45	4.44	4.44
400	4.44	4.45	4.44	4.44
450	4.46	4.46	4.46	4.46
500	4.46	4.46	4.46	4.46
550	4.46	4.46	4.46	4.46
600	4.46	4.46	4.46	4.46
650	4.36	4.36	4.36	4.36
700	4.35	4.35	4.35	4.35
750	4.35	4.35	4.35	4.35
800	4.35	4.35	4.35	4.35
850	4.35	4.35	4.35	4.35
900	4.35	4.35	4.35	4.35
950	4.22	4.21	4.22	4.22
1000	4.22	4.21	4.22	4.22
1050	4.22	4.21	4.22	4.22
1100	4.22	4.21	4.22	4.22
1150	4.22	4.21	4.22	4.22
1200	4.22	4.21	4.22	4.22
1250	4.05	4.03	4.04	4.05
1300	4.05	4.03	4.04	4.05
1350	4.05	4.03	4.04	4.05
1400	4.05	4.03	4.04	4.05
1450	4.05	4.03	4.04	4.05
1500	4.05	4.03	4.04	4.05
1550	3.90	3.88	3.90	3.90
1600	3.90	3.88	3.90	3.90
1650	3.90	3.88	3.90	3.90
1700	3.90	3.88	3.90	3.90
1750	3.90	3.88	3.90	3.90
1800	3.90	3.88	3.90	3.90

**TABELLA A.4:** valori del critical gap ottenuti nel modello australiano.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	4.79	4.48	4.39	5.07	4.31	4.40	4.53	4.35
50	4.71	4.41	4.32	4.99	4.24	4.32	4.45	4.28
100	4.64	4.33	4.25	4.91	4.17	4.25	4.38	4.21
150	4.56	4.26	4.17	4.83	4.09	4.18	4.30	4.14
200	4.48	4.19	4.10	4.75	4.02	4.11	4.23	4.06
250	4.41	4.12	4.03	4.67	3.95	4.04	4.16	3.99
300	4.34	4.04	3.96	4.60	3.88	3.96	4.09	3.92
350	4.26	3.97	3.89	4.52	3.81	3.89	4.02	3.85
400	4.19	3.90	3.82	4.44	3.74	3.83	3.95	3.79
450	4.12	3.83	3.75	4.37	3.68	3.76	3.88	3.72
500	4.05	3.77	3.68	4.30	3.61	3.69	3.81	3.65
550	3.98	3.70	3.62	4.22	3.54	3.62	3.74	3.58
600	3.91	3.63	3.55	4.15	3.48	3.55	3.67	3.52
650	3.84	3.56	3.48	4.08	3.41	3.49	3.60	3.45
700	3.77	3.50	3.42	4.00	3.35	3.42	3.54	3.38
750	3.70	3.43	3.35	3.93	3.28	3.36	3.47	3.32
800	3.63	3.37	3.29	3.86	3.22	3.29	3.41	3.26
850	3.57	3.30	3.23	3.79	3.16	3.23	3.34	3.19
900	3.50	3.24	3.16	3.72	3.09	3.17	3.28	3.13
950	3.44	3.17	3.10	3.65	3.03	3.10	3.21	3.07
1000	3.37	3.11	3.04	3.59	2.97	3.04	3.15	3.01
1050	3.31	3.05	2.98	3.52	2.91	2.98	3.09	2.95
1100	3.24	2.99	2.92	3.45	2.85	2.92	3.03	2.88
1150	3.18	2.93	2.86	3.39	2.79	2.86	2.97	2.83
1200	3.12	2.87	2.80	3.32	2.73	2.80	2.91	2.77
1250	3.06	2.81	2.74	3.25	2.67	2.74	2.85	2.71
1300	2.99	2.75	2.68	3.19	2.62	2.68	2.79	2.65
1350	2.93	2.69	2.62	3.13	2.56	2.63	2.73	2.59
1400	2.87	2.63	2.56	3.06	2.50	2.57	2.67	2.54
1450	2.81	2.58	2.51	3.00	2.45	2.51	2.61	2.48
1500	2.76	2.52	2.45	2.94	2.39	2.46	2.56	2.42
1550	2.70	2.46	2.40	2.88	2.34	2.40	2.50	2.37
1600	2.64	2.41	2.34	2.82	2.28	2.35	2.44	2.32
1650	2.58	2.35	2.29	2.76	2.23	2.29	2.39	2.26
1700	2.53	2.30	2.23	2.70	2.18	2.24	2.34	2.21
1750	2.47	2.25	2.18	2.64	2.13	2.19	2.28	2.16
1800	2.42	2.19	2.13	2.58	2.07	2.14	2.23	2.11

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	4.94	4.39	4.94	4.39	4.01	3.92	4.41	4.21
50	4.86	4.32	4.86	4.32	3.94	3.85	4.33	4.14
100	4.79	4.24	4.79	4.24	3.87	3.78	4.26	4.07
150	4.71	4.17	4.71	4.17	3.80	3.71	4.19	3.99
200	4.63	4.09	4.63	4.09	3.74	3.64	4.11	3.92
250	4.56	4.02	4.56	4.02	3.67	3.57	4.04	3.85
300	4.48	3.95	4.48	3.95	3.60	3.50	3.97	3.78
350	4.41	3.88	4.41	3.88	3.53	3.43	3.90	3.71
400	4.33	3.81	4.33	3.81	3.47	3.37	3.83	3.64
450	4.26	3.73	4.26	3.73	3.40	3.30	3.76	3.57
500	4.19	3.66	4.19	3.66	3.34	3.23	3.69	3.50
550	4.12	3.59	4.12	3.59	3.27	3.17	3.62	3.44
600	4.05	3.53	4.05	3.53	3.21	3.10	3.55	3.37
650	3.98	3.46	3.98	3.46	3.15	3.04	3.48	3.30
700	3.91	3.39	3.91	3.39	3.08	2.97	3.42	3.24
750	3.84	3.32	3.84	3.32	3.02	2.91	3.35	3.17
800	3.77	3.26	3.77	3.26	2.96	2.85	3.28	3.11
850	3.70	3.19	3.70	3.19	2.90	2.79	3.22	3.05
900	3.63	3.12	3.63	3.12	2.84	2.73	3.15	2.98
950	3.56	3.06	3.56	3.06	2.78	2.67	3.09	2.92
1000	3.50	3.00	3.50	3.00	2.72	2.61	3.03	2.86
1050	3.43	2.93	3.43	2.93	2.66	2.55	2.96	2.80
1100	3.37	2.87	3.37	2.87	2.61	2.49	2.90	2.74
1150	3.30	2.81	3.30	2.81	2.55	2.43	2.84	2.68
1200	3.24	2.75	3.24	2.75	2.49	2.37	2.78	2.62
1250	3.18	2.68	3.18	2.68	2.44	2.32	2.72	2.56
1300	3.11	2.62	3.11	2.62	2.38	2.26	2.66	2.50
1350	3.05	2.56	3.05	2.56	2.33	2.20	2.60	2.44
1400	2.99	2.51	2.99	2.51	2.27	2.15	2.54	2.38
1450	2.93	2.45	2.93	2.45	2.22	2.09	2.48	2.33
1500	2.87	2.39	2.87	2.39	2.17	2.04	2.43	2.27
1550	2.81	2.33	2.81	2.33	2.12	1.99	2.37	2.22
1600	2.75	2.27	2.75	2.27	2.06	1.93	2.32	2.16
1650	2.69	2.22	2.69	2.22	2.01	1.88	2.26	2.11
1700	2.64	2.16	2.64	2.16	1.96	1.83	2.21	2.06
1750	2.58	2.11	2.58	2.11	1.91	1.78	2.15	2.00
1800	2.52	2.05	2.52	2.05	1.87	1.73	2.10	1.95

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	4.71	4.71	5.15	4.71	4.25	4.25	4.46	4.46
50	4.63	4.63	5.07	4.63	4.18	4.18	4.39	4.39
100	4.55	4.55	4.99	4.55	4.11	4.11	4.32	4.32
150	4.48	4.48	4.91	4.48	4.04	4.04	4.24	4.24
200	4.40	4.40	4.84	4.40	3.97	3.97	4.17	4.17
250	4.33	4.33	4.76	4.33	3.90	3.90	4.10	4.10
300	4.26	4.26	4.68	4.26	3.83	3.83	4.03	4.03
350	4.18	4.18	4.60	4.18	3.76	3.76	3.96	3.96
400	4.11	4.11	4.53	4.11	3.69	3.69	3.89	3.89
450	4.04	4.04	4.45	4.04	3.62	3.62	3.82	3.82
500	3.97	3.97	4.38	3.97	3.56	3.56	3.75	3.75
550	3.90	3.90	4.30	3.90	3.49	3.49	3.68	3.68
600	3.83	3.83	4.23	3.83	3.42	3.42	3.62	3.62
650	3.76	3.76	4.15	3.76	3.36	3.36	3.55	3.55
700	3.69	3.69	4.08	3.69	3.29	3.29	3.48	3.48
750	3.63	3.63	4.01	3.63	3.23	3.23	3.42	3.42
800	3.56	3.56	3.94	3.56	3.17	3.17	3.35	3.35
850	3.49	3.49	3.87	3.49	3.11	3.11	3.29	3.29
900	3.43	3.43	3.80	3.43	3.04	3.04	3.23	3.23
950	3.36	3.36	3.73	3.36	2.98	2.98	3.16	3.16
1000	3.30	3.30	3.66	3.30	2.92	2.92	3.10	3.10
1050	3.23	3.23	3.59	3.23	2.86	2.86	3.04	3.04
1100	3.17	3.17	3.52	3.17	2.80	2.80	2.98	2.98
1150	3.11	3.11	3.45	3.11	2.74	2.74	2.92	2.92
1200	3.05	3.05	3.39	3.05	2.69	2.69	2.86	2.86
1250	2.99	2.99	3.32	2.99	2.63	2.63	2.80	2.80
1300	2.92	2.92	3.26	2.92	2.57	2.57	2.74	2.74
1350	2.86	2.86	3.19	2.86	2.51	2.51	2.68	2.68
1400	2.81	2.81	3.13	2.81	2.46	2.46	2.62	2.62
1450	2.75	2.75	3.06	2.75	2.40	2.40	2.57	2.57
1500	2.69	2.69	3.00	2.69	2.35	2.35	2.51	2.51
1550	2.63	2.63	2.94	2.63	2.30	2.30	2.45	2.45
1600	2.57	2.57	2.88	2.57	2.24	2.24	2.40	2.40
1650	2.52	2.52	2.82	2.52	2.19	2.19	2.35	2.35
1700	2.46	2.46	2.76	2.46	2.14	2.14	2.29	2.29
1750	2.41	2.41	2.70	2.41	2.09	2.09	2.24	2.24
1800	2.35	2.35	2.64	2.35	2.03	2.03	2.19	2.19

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	4.27	4.40	4.27	4.27	4.17	4.17	4.17	4.22
50	4.20	4.33	4.20	4.20	4.10	4.10	4.10	4.15
100	4.13	4.25	4.13	4.13	4.03	4.03	4.03	4.08
150	4.06	4.18	4.06	4.06	3.96	3.96	3.96	4.01
200	3.98	4.11	3.98	3.98	3.89	3.89	3.89	3.94
250	3.91	4.04	3.91	3.91	3.82	3.82	3.82	3.87
300	3.85	3.97	3.85	3.85	3.75	3.75	3.75	3.80
350	3.78	3.90	3.78	3.78	3.68	3.68	3.68	3.73
400	3.71	3.83	3.71	3.71	3.61	3.61	3.61	3.66
450	3.64	3.76	3.64	3.64	3.55	3.55	3.55	3.60
500	3.57	3.69	3.57	3.57	3.48	3.48	3.48	3.53
550	3.51	3.62	3.51	3.51	3.41	3.41	3.41	3.46
600	3.44	3.56	3.44	3.44	3.35	3.35	3.35	3.40
650	3.38	3.49	3.38	3.38	3.29	3.29	3.29	3.33
700	3.31	3.43	3.31	3.31	3.22	3.22	3.22	3.27
750	3.25	3.36	3.25	3.25	3.16	3.16	3.16	3.21
800	3.18	3.30	3.18	3.18	3.10	3.10	3.10	3.14
850	3.12	3.23	3.12	3.12	3.04	3.04	3.04	3.08
900	3.06	3.17	3.06	3.06	2.97	2.97	2.97	3.02
950	3.00	3.11	3.00	3.00	2.91	2.91	2.91	2.96
1000	2.94	3.04	2.94	2.94	2.85	2.85	2.85	2.90
1050	2.88	2.98	2.88	2.88	2.79	2.79	2.79	2.84
1100	2.82	2.92	2.82	2.82	2.74	2.74	2.74	2.78
1150	2.76	2.86	2.76	2.76	2.68	2.68	2.68	2.72
1200	2.70	2.80	2.70	2.70	2.62	2.62	2.62	2.66
1250	2.64	2.74	2.64	2.64	2.56	2.56	2.56	2.61
1300	2.59	2.69	2.59	2.59	2.51	2.51	2.51	2.55
1350	2.53	2.63	2.53	2.53	2.45	2.45	2.45	2.49
1400	2.47	2.57	2.47	2.47	2.40	2.40	2.40	2.44
1450	2.42	2.52	2.42	2.42	2.34	2.34	2.34	2.38
1500	2.36	2.46	2.36	2.36	2.29	2.29	2.29	2.33
1550	2.31	2.41	2.31	2.31	2.24	2.24	2.24	2.27
1600	2.26	2.35	2.26	2.26	2.18	2.18	2.18	2.22
1650	2.20	2.30	2.20	2.20	2.13	2.13	2.13	2.17
1700	2.15	2.24	2.15	2.15	2.08	2.08	2.08	2.12
1750	2.10	2.19	2.10	2.10	2.03	2.03	2.03	2.07
1800	2.05	2.14	2.05	2.05	1.98	1.98	1.98	2.02

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	4.22	4.90	4.22	4.22	4.22	4.86	4.86	4.38
50	4.15	4.82	4.15	4.15	4.15	4.78	4.78	4.30
100	4.08	4.74	4.08	4.08	4.08	4.70	4.70	4.23
150	4.01	4.66	4.01	4.01	4.01	4.63	4.63	4.15
200	3.94	4.59	3.94	3.94	3.94	4.55	4.55	4.08
250	3.87	4.51	3.87	3.87	3.87	4.48	4.48	4.01
300	3.80	4.44	3.80	3.80	3.80	4.40	4.40	3.94
350	3.73	4.36	3.73	3.73	3.73	4.33	4.33	3.87
400	3.66	4.29	3.66	3.66	3.66	4.25	4.25	3.80
450	3.60	4.21	3.60	3.60	3.60	4.18	4.18	3.73
500	3.53	4.14	3.53	3.53	3.53	4.11	4.11	3.66
550	3.46	4.07	3.46	3.46	3.46	4.04	4.04	3.59
600	3.40	4.00	3.40	3.40	3.40	3.96	3.96	3.52
650	3.33	3.93	3.33	3.33	3.33	3.89	3.89	3.45
700	3.27	3.86	3.27	3.27	3.27	3.82	3.82	3.39
750	3.21	3.79	3.21	3.21	3.21	3.75	3.75	3.32
800	3.14	3.72	3.14	3.14	3.14	3.69	3.69	3.26
850	3.08	3.65	3.08	3.08	3.08	3.62	3.62	3.19
900	3.02	3.58	3.02	3.02	3.02	3.55	3.55	3.13
950	2.96	3.51	2.96	2.96	2.96	3.48	3.48	3.06
1000	2.90	3.45	2.90	2.90	2.90	3.42	3.42	3.00
1050	2.84	3.38	2.84	2.84	2.84	3.35	3.35	2.94
1100	2.78	3.32	2.78	2.78	2.78	3.29	3.29	2.88
1150	2.72	3.25	2.72	2.72	2.72	3.22	3.22	2.81
1200	2.66	3.19	2.66	2.66	2.66	3.16	3.16	2.75
1250	2.61	3.12	2.61	2.61	2.61	3.09	3.09	2.69
1300	2.55	3.06	2.55	2.55	2.55	3.03	3.03	2.64
1350	2.49	3.00	2.49	2.49	2.49	2.97	2.97	2.58
1400	2.44	2.94	2.44	2.44	2.44	2.91	2.91	2.52
1450	2.38	2.88	2.38	2.38	2.38	2.85	2.85	2.46
1500	2.33	2.81	2.33	2.33	2.33	2.79	2.79	2.40
1550	2.27	2.76	2.27	2.27	2.27	2.73	2.73	2.35
1600	2.22	2.70	2.22	2.22	2.22	2.67	2.67	2.29
1650	2.17	2.64	2.17	2.17	2.17	2.61	2.61	2.24
1700	2.12	2.58	2.12	2.12	2.12	2.55	2.55	2.18
1750	2.07	2.52	2.07	2.07	2.07	2.50	2.50	2.13
1800	2.02	2.47	2.02	2.02	2.02	2.44	2.44	2.08

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	4.56	4.34	4.82	5.66	5.66	5.66	4.26	4.35
50	4.49	4.27	4.75	5.58	5.58	5.58	4.18	4.28
100	4.42	4.20	4.67	5.49	5.49	5.49	4.11	4.20
150	4.34	4.12	4.59	5.41	5.41	5.41	4.04	4.13
200	4.27	4.05	4.52	5.33	5.33	5.33	3.97	4.06
250	4.20	3.98	4.44	5.25	5.25	5.25	3.90	3.99
300	4.12	3.91	4.37	5.17	5.17	5.17	3.83	3.92
350	4.05	3.84	4.29	5.09	5.09	5.09	3.76	3.85
400	3.98	3.77	4.22	5.01	5.01	5.01	3.69	3.78
450	3.91	3.70	4.15	4.93	4.93	4.93	3.62	3.71
500	3.84	3.63	4.07	4.85	4.85	4.85	3.55	3.64
550	3.78	3.56	4.00	4.77	4.77	4.77	3.48	3.57
600	3.71	3.49	3.93	4.70	4.70	4.70	3.42	3.50
650	3.64	3.43	3.86	4.62	4.62	4.62	3.35	3.44
700	3.57	3.36	3.79	4.55	4.55	4.55	3.29	3.37
750	3.51	3.29	3.72	4.47	4.47	4.47	3.22	3.31
800	3.44	3.23	3.66	4.40	4.40	4.40	3.16	3.24
850	3.38	3.16	3.59	4.32	4.32	4.32	3.09	3.18
900	3.31	3.10	3.52	4.25	4.25	4.25	3.03	3.11
950	3.25	3.04	3.45	4.18	4.18	4.18	2.97	3.05
1000	3.19	2.97	3.39	4.11	4.11	4.11	2.91	2.99
1050	3.12	2.91	3.32	4.03	4.03	4.03	2.85	2.93
1100	3.06	2.85	3.26	3.96	3.96	3.96	2.79	2.86
1150	3.00	2.79	3.19	3.89	3.89	3.89	2.73	2.80
1200	2.94	2.73	3.13	3.83	3.83	3.83	2.67	2.74
1250	2.88	2.67	3.07	3.76	3.76	3.76	2.61	2.69
1300	2.82	2.61	3.01	3.69	3.69	3.69	2.55	2.63
1350	2.76	2.55	2.94	3.62	3.62	3.62	2.49	2.57
1400	2.70	2.50	2.88	3.55	3.55	3.55	2.44	2.51
1450	2.65	2.44	2.82	3.49	3.49	3.49	2.38	2.45
1500	2.59	2.38	2.76	3.42	3.42	3.42	2.32	2.40
1550	2.53	2.33	2.70	3.36	3.36	3.36	2.27	2.34
1600	2.48	2.27	2.64	3.29	3.29	3.29	2.22	2.29
1650	2.42	2.22	2.59	3.23	3.23	3.23	2.16	2.23
1700	2.37	2.16	2.53	3.17	3.17	3.17	2.11	2.18
1750	2.31	2.11	2.47	3.10	3.10	3.10	2.06	2.13
1800	2.26	2.06	2.42	3.04	3.04	3.04	2.00	2.07

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	4.54	4.26	5.58	5.58	5.35	4.22	4.41	4.22
50	4.46	4.18	5.49	5.49	5.27	4.15	4.34	4.15
100	4.39	4.11	5.41	5.41	5.19	4.08	4.26	4.08
150	4.31	4.04	5.33	5.33	5.11	4.01	4.19	4.01
200	4.24	3.97	5.25	5.25	5.03	3.94	4.12	3.94
250	4.17	3.90	5.17	5.17	4.95	3.86	4.04	3.86
300	4.10	3.83	5.09	5.09	4.87	3.79	3.97	3.79
350	4.02	3.76	5.01	5.01	4.79	3.73	3.90	3.73
400	3.95	3.69	4.93	4.93	4.72	3.66	3.83	3.66
450	3.88	3.62	4.85	4.85	4.64	3.59	3.76	3.59
500	3.81	3.55	4.78	4.78	4.57	3.52	3.69	3.52
550	3.74	3.48	4.70	4.70	4.49	3.45	3.63	3.45
600	3.67	3.42	4.62	4.62	4.42	3.39	3.56	3.39
650	3.61	3.35	4.55	4.55	4.34	3.32	3.49	3.32
700	3.54	3.29	4.47	4.47	4.27	3.26	3.42	3.26
750	3.47	3.22	4.40	4.40	4.20	3.19	3.36	3.19
800	3.41	3.16	4.33	4.33	4.13	3.13	3.29	3.13
850	3.34	3.09	4.25	4.25	4.05	3.07	3.23	3.07
900	3.28	3.03	4.18	4.18	3.98	3.00	3.17	3.00
950	3.21	2.97	4.11	4.11	3.91	2.94	3.10	2.94
1000	3.15	2.91	4.04	4.04	3.84	2.88	3.04	2.88
1050	3.09	2.85	3.97	3.97	3.78	2.82	2.98	2.82
1100	3.02	2.79	3.90	3.90	3.71	2.76	2.92	2.76
1150	2.96	2.73	3.83	3.83	3.64	2.70	2.86	2.70
1200	2.90	2.67	3.76	3.76	3.57	2.64	2.79	2.64
1250	2.84	2.61	3.69	3.69	3.51	2.58	2.74	2.58
1300	2.78	2.55	3.63	3.63	3.44	2.53	2.68	2.53
1350	2.72	2.49	3.56	3.56	3.38	2.47	2.62	2.47
1400	2.66	2.44	3.49	3.49	3.31	2.41	2.56	2.41
1450	2.60	2.38	3.43	3.43	3.25	2.36	2.50	2.36
1500	2.55	2.32	3.36	3.36	3.18	2.30	2.45	2.30
1550	2.49	2.27	3.30	3.30	3.12	2.25	2.39	2.25
1600	2.43	2.22	3.24	3.24	3.06	2.19	2.34	2.19
1650	2.38	2.16	3.17	3.17	3.00	2.14	2.28	2.14
1700	2.32	2.11	3.11	3.11	2.94	2.09	2.23	2.09
1750	2.27	2.06	3.05	3.05	2.88	2.03	2.17	2.03
1800	2.21	2.00	2.99	2.99	2.82	1.98	2.12	1.98

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	4.22	4.37	5.46	4.92	5.73	4.77	4.31	5.47
50	4.15	4.30	5.38	4.84	5.65	4.69	4.24	5.39
100	4.08	4.22	5.29	4.76	5.56	4.61	4.17	5.31
150	4.01	4.14	5.21	4.68	5.48	4.54	4.10	5.22
200	3.94	4.07	5.13	4.60	5.39	4.46	4.02	5.14
250	3.86	3.99	5.05	4.52	5.31	4.39	3.95	5.06
300	3.79	3.92	4.97	4.44	5.23	4.31	3.88	4.98
350	3.73	3.85	4.89	4.37	5.15	4.24	3.81	4.90
400	3.66	3.78	4.81	4.29	5.07	4.17	3.74	4.83
450	3.59	3.70	4.73	4.22	4.99	4.10	3.68	4.75
500	3.52	3.63	4.65	4.14	4.91	4.03	3.61	4.67
550	3.45	3.56	4.58	4.07	4.83	3.96	3.54	4.59
600	3.39	3.49	4.50	3.99	4.75	3.89	3.47	4.52
650	3.32	3.42	4.42	3.92	4.67	3.82	3.41	4.44
700	3.26	3.35	4.35	3.85	4.60	3.75	3.34	4.37
750	3.19	3.28	4.27	3.78	4.52	3.68	3.28	4.29
800	3.13	3.22	4.20	3.71	4.44	3.61	3.21	4.22
850	3.07	3.15	4.12	3.64	4.37	3.55	3.15	4.15
900	3.00	3.08	4.05	3.57	4.29	3.48	3.09	4.07
950	2.94	3.02	3.98	3.50	4.22	3.41	3.02	4.00
1000	2.88	2.95	3.91	3.43	4.15	3.35	2.96	3.93
1050	2.82	2.89	3.84	3.36	4.07	3.28	2.90	3.86
1100	2.76	2.82	3.76	3.29	4.00	3.22	2.84	3.79
1150	2.70	2.76	3.70	3.23	3.93	3.16	2.78	3.72
1200	2.64	2.70	3.63	3.16	3.86	3.09	2.72	3.65
1250	2.58	2.64	3.56	3.10	3.79	3.03	2.66	3.58
1300	2.53	2.58	3.49	3.03	3.72	2.97	2.61	3.52
1350	2.47	2.51	3.42	2.97	3.65	2.91	2.55	3.45
1400	2.41	2.45	3.35	2.90	3.58	2.85	2.49	3.38
1450	2.36	2.39	3.29	2.84	3.51	2.79	2.44	3.32
1500	2.30	2.34	3.22	2.78	3.44	2.73	2.38	3.25
1550	2.25	2.28	3.16	2.72	3.38	2.67	2.33	3.19
1600	2.19	2.22	3.09	2.66	3.31	2.62	2.27	3.12
1650	2.14	2.16	3.03	2.60	3.25	2.56	2.22	3.06
1700	2.09	2.11	2.97	2.54	3.18	2.50	2.17	3.00
1750	2.03	2.05	2.90	2.48	3.12	2.45	2.11	2.94
1800	1.98	2.00	2.84	2.42	3.05	2.39	2.06	2.88

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	5.92	5.35	5.82	5.25	5.61	5.61	5.61
50	5.83	5.27	5.74	5.17	5.53	5.53	5.53
100	5.75	5.18	5.65	5.09	5.45	5.45	5.45
150	5.66	5.10	5.57	5.01	5.36	5.36	5.36
200	5.58	5.03	5.49	4.93	5.28	5.28	5.28
250	5.50	4.95	5.40	4.86	5.20	5.20	5.20
300	5.41	4.87	5.32	4.78	5.12	5.12	5.12
350	5.33	4.79	5.24	4.70	5.04	5.04	5.04
400	5.25	4.71	5.16	4.62	4.96	4.96	4.96
450	5.17	4.64	5.08	4.55	4.89	4.89	4.89
500	5.09	4.56	5.00	4.47	4.81	4.81	4.81
550	5.01	4.49	4.92	4.40	4.73	4.73	4.73
600	4.93	4.41	4.85	4.33	4.66	4.66	4.66
650	4.86	4.34	4.77	4.25	4.58	4.58	4.58
700	4.78	4.27	4.69	4.18	4.50	4.50	4.50
750	4.70	4.19	4.62	4.11	4.43	4.43	4.43
800	4.63	4.12	4.54	4.04	4.36	4.36	4.36
850	4.55	4.05	4.47	3.97	4.28	4.28	4.28
900	4.48	3.98	4.39	3.90	4.21	4.21	4.21
950	4.40	3.91	4.32	3.83	4.14	4.14	4.14
1000	4.33	3.84	4.25	3.76	4.07	4.07	4.07
1050	4.26	3.77	4.17	3.69	4.00	4.00	4.00
1100	4.18	3.70	4.10	3.62	3.93	3.93	3.93
1150	4.11	3.63	4.03	3.56	3.86	3.86	3.86
1200	4.04	3.57	3.96	3.49	3.79	3.79	3.79
1250	3.97	3.50	3.89	3.42	3.72	3.72	3.72
1300	3.90	3.44	3.82	3.36	3.65	3.65	3.65
1350	3.83	3.37	3.75	3.29	3.58	3.58	3.58
1400	3.76	3.31	3.69	3.23	3.52	3.52	3.52
1450	3.69	3.24	3.62	3.17	3.45	3.45	3.45
1500	3.63	3.18	3.55	3.10	3.39	3.39	3.39
1550	3.56	3.12	3.49	3.04	3.32	3.32	3.32
1600	3.49	3.05	3.42	2.98	3.26	3.26	3.26
1650	3.43	2.99	3.36	2.92	3.19	3.19	3.19
1700	3.36	2.93	3.29	2.86	3.13	3.13	3.13
1750	3.30	2.87	3.23	2.80	3.07	3.07	3.07
1800	3.24	2.81	3.17	2.74	3.01	3.01	3.01

**TABELLA A.5:** valori del follow-up time ottenuti nel modello australiano.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2.58	2.58	2.58	2.98	2.53	2.53	2.53	2.53
50	2.56	2.56	2.56	2.96	2.51	2.51	2.51	2.51
100	2.54	2.54	2.54	2.94	2.49	2.49	2.49	2.49
150	2.52	2.52	2.52	2.92	2.47	2.47	2.47	2.47
200	2.50	2.50	2.50	2.90	2.45	2.45	2.45	2.45
250	2.48	2.48	2.48	2.88	2.43	2.43	2.43	2.43
300	2.46	2.46	2.46	2.86	2.41	2.41	2.41	2.41
350	2.44	2.44	2.44	2.84	2.39	2.39	2.39	2.39
400	2.42	2.42	2.42	2.82	2.37	2.37	2.37	2.37
450	2.40	2.40	2.40	2.80	2.36	2.36	2.36	2.36
500	2.38	2.38	2.38	2.78	2.34	2.34	2.34	2.34
550	2.36	2.36	2.36	2.76	2.32	2.32	2.32	2.32
600	2.34	2.34	2.34	2.74	2.30	2.30	2.30	2.30
650	2.32	2.32	2.32	2.72	2.28	2.28	2.28	2.28
700	2.31	2.31	2.31	2.70	2.26	2.26	2.26	2.26
750	2.29	2.29	2.29	2.68	2.24	2.24	2.24	2.24
800	2.27	2.27	2.27	2.66	2.22	2.22	2.22	2.22
850	2.25	2.25	2.25	2.64	2.20	2.20	2.20	2.20
900	2.23	2.23	2.23	2.62	2.18	2.18	2.18	2.18
950	2.21	2.21	2.21	2.60	2.16	2.16	2.16	2.16
1000	2.19	2.19	2.19	2.58	2.14	2.14	2.14	2.14
1050	2.17	2.17	2.17	2.56	2.12	2.12	2.12	2.12
1100	2.15	2.15	2.15	2.54	2.10	2.10	2.10	2.10
1150	2.13	2.13	2.13	2.52	2.08	2.08	2.08	2.08
1200	2.11	2.11	2.11	2.50	2.06	2.06	2.06	2.06
1250	2.09	2.09	2.09	2.48	2.04	2.04	2.04	2.04
1300	2.07	2.07	2.07	2.46	2.02	2.02	2.02	2.02
1350	2.05	2.05	2.05	2.44	2.00	2.00	2.00	2.00
1400	2.03	2.03	2.03	2.42	1.98	1.98	1.98	1.98
1450	2.01	2.01	2.01	2.40	1.96	1.96	1.96	1.96
1500	1.99	1.99	1.99	2.39	1.94	1.94	1.94	1.94
1550	1.97	1.97	1.97	2.37	1.92	1.92	1.92	1.92
1600	1.95	1.95	1.95	2.35	1.90	1.90	1.90	1.90
1650	1.93	1.93	1.93	2.33	1.88	1.88	1.88	1.88
1700	1.91	1.91	1.91	2.31	1.86	1.86	1.86	1.86
1750	1.89	1.89	1.89	2.29	1.84	1.84	1.84	1.84
1800	1.87	1.87	1.87	2.27	1.82	1.82	1.82	1.82

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	2.64	3.03	2.64	3.03	2.48	2.88	2.88	2.88
50	2.62	3.01	2.62	3.01	2.46	2.86	2.86	2.86
100	2.60	2.99	2.60	2.99	2.44	2.84	2.84	2.84
150	2.58	2.98	2.58	2.98	2.42	2.82	2.82	2.82
200	2.56	2.96	2.56	2.96	2.40	2.80	2.80	2.80
250	2.54	2.94	2.54	2.94	2.38	2.78	2.78	2.78
300	2.52	2.92	2.52	2.92	2.36	2.76	2.76	2.76
350	2.50	2.90	2.50	2.90	2.34	2.74	2.74	2.74
400	2.48	2.88	2.48	2.88	2.32	2.72	2.72	2.72
450	2.46	2.86	2.46	2.86	2.30	2.70	2.70	2.70
500	2.44	2.84	2.44	2.84	2.28	2.68	2.68	2.68
550	2.42	2.82	2.42	2.82	2.26	2.66	2.66	2.66
600	2.40	2.80	2.40	2.80	2.24	2.64	2.64	2.64
650	2.38	2.78	2.38	2.78	2.22	2.62	2.62	2.62
700	2.36	2.76	2.36	2.76	2.21	2.60	2.60	2.60
750	2.34	2.74	2.34	2.74	2.19	2.58	2.58	2.58
800	2.32	2.72	2.32	2.72	2.17	2.56	2.56	2.56
850	2.30	2.70	2.30	2.70	2.15	2.54	2.54	2.54
900	2.28	2.68	2.28	2.68	2.13	2.52	2.52	2.52
950	2.26	2.66	2.26	2.66	2.11	2.50	2.50	2.50
1000	2.25	2.64	2.25	2.64	2.09	2.48	2.48	2.48
1050	2.23	2.62	2.23	2.62	2.07	2.46	2.46	2.46
1100	2.21	2.60	2.21	2.60	2.05	2.44	2.44	2.44
1150	2.19	2.58	2.19	2.58	2.03	2.42	2.42	2.42
1200	2.17	2.56	2.17	2.56	2.01	2.40	2.40	2.40
1250	2.15	2.54	2.15	2.54	1.99	2.38	2.38	2.38
1300	2.13	2.52	2.13	2.52	1.97	2.36	2.36	2.36
1350	2.11	2.50	2.11	2.50	1.95	2.34	2.34	2.34
1400	2.09	2.48	2.09	2.48	1.93	2.32	2.32	2.32
1450	2.07	2.46	2.07	2.46	1.91	2.30	2.30	2.30
1500	2.05	2.44	2.05	2.44	1.89	2.28	2.28	2.28
1550	2.03	2.42	2.03	2.42	1.87	2.27	2.27	2.27
1600	2.01	2.40	2.01	2.40	1.85	2.25	2.25	2.25
1650	1.99	2.38	1.99	2.38	1.83	2.23	2.23	2.23
1700	1.97	2.36	1.97	2.36	1.81	2.21	2.21	2.21
1750	1.95	2.34	1.95	2.34	1.79	2.19	2.19	2.19
1800	1.93	2.33	1.93	2.33	1.77	2.17	2.17	2.17

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	2.63	2.63	3.03	2.63	2.50	2.50	2.50	2.50
50	2.61	2.61	3.01	2.61	2.48	2.48	2.48	2.48
100	2.59	2.59	2.99	2.59	2.46	2.46	2.46	2.46
150	2.57	2.57	2.97	2.57	2.44	2.44	2.44	2.44
200	2.55	2.55	2.95	2.55	2.42	2.42	2.42	2.42
250	2.53	2.53	2.93	2.53	2.40	2.40	2.40	2.40
300	2.51	2.51	2.91	2.51	2.38	2.38	2.38	2.38
350	2.49	2.49	2.89	2.49	2.36	2.36	2.36	2.36
400	2.47	2.47	2.87	2.47	2.34	2.34	2.34	2.34
450	2.46	2.46	2.85	2.46	2.32	2.32	2.32	2.32
500	2.44	2.44	2.83	2.44	2.30	2.30	2.30	2.30
550	2.42	2.42	2.81	2.42	2.28	2.28	2.28	2.28
600	2.40	2.40	2.79	2.40	2.26	2.26	2.26	2.26
650	2.38	2.38	2.77	2.38	2.24	2.24	2.24	2.24
700	2.36	2.36	2.75	2.36	2.22	2.22	2.22	2.22
750	2.34	2.34	2.73	2.34	2.20	2.20	2.20	2.20
800	2.32	2.32	2.71	2.32	2.18	2.18	2.18	2.18
850	2.30	2.30	2.69	2.30	2.16	2.16	2.16	2.16
900	2.28	2.28	2.67	2.28	2.14	2.14	2.14	2.14
950	2.26	2.26	2.65	2.26	2.12	2.12	2.12	2.12
1000	2.24	2.24	2.63	2.24	2.10	2.10	2.10	2.10
1050	2.22	2.22	2.61	2.22	2.08	2.08	2.08	2.08
1100	2.20	2.20	2.59	2.20	2.06	2.06	2.06	2.06
1150	2.18	2.18	2.57	2.18	2.04	2.04	2.04	2.04
1200	2.16	2.16	2.55	2.16	2.02	2.02	2.02	2.02
1250	2.14	2.14	2.54	2.14	2.01	2.01	2.01	2.01
1300	2.12	2.12	2.52	2.12	1.99	1.99	1.99	1.99
1350	2.10	2.10	2.50	2.10	1.97	1.97	1.97	1.97
1400	2.08	2.08	2.48	2.08	1.95	1.95	1.95	1.95
1450	2.06	2.06	2.46	2.06	1.93	1.93	1.93	1.93
1500	2.04	2.04	2.44	2.04	1.91	1.91	1.91	1.91
1550	2.02	2.02	2.42	2.02	1.89	1.89	1.89	1.89
1600	2.00	2.00	2.40	2.00	1.87	1.87	1.87	1.87
1650	1.98	1.98	2.38	1.98	1.85	1.85	1.85	1.85
1700	1.96	1.96	2.36	1.96	1.83	1.83	1.83	1.83
1750	1.94	1.94	2.34	1.94	1.81	1.81	1.81	1.81
1800	1.92	1.92	2.32	1.92	1.79	1.79	1.79	1.79

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	2.51	2.51	2.51	2.51	2.45	2.45	2.45	2.48
50	2.49	2.49	2.49	2.49	2.43	2.43	2.43	2.46
100	2.47	2.47	2.47	2.47	2.41	2.41	2.41	2.44
150	2.45	2.45	2.45	2.45	2.39	2.39	2.39	2.42
200	2.43	2.43	2.43	2.43	2.37	2.37	2.37	2.40
250	2.41	2.41	2.41	2.41	2.35	2.35	2.35	2.38
300	2.39	2.39	2.39	2.39	2.33	2.33	2.33	2.36
350	2.37	2.37	2.37	2.37	2.31	2.31	2.31	2.34
400	2.35	2.35	2.35	2.35	2.29	2.29	2.29	2.32
450	2.33	2.33	2.33	2.33	2.27	2.27	2.27	2.30
500	2.31	2.31	2.31	2.31	2.25	2.25	2.25	2.28
550	2.29	2.29	2.29	2.29	2.23	2.23	2.23	2.26
600	2.27	2.27	2.27	2.27	2.21	2.21	2.21	2.24
650	2.25	2.25	2.25	2.25	2.19	2.19	2.19	2.22
700	2.23	2.23	2.23	2.23	2.17	2.17	2.17	2.21
750	2.21	2.21	2.21	2.21	2.15	2.15	2.15	2.19
800	2.19	2.19	2.19	2.19	2.13	2.13	2.13	2.17
850	2.17	2.17	2.17	2.17	2.11	2.11	2.11	2.15
900	2.15	2.15	2.15	2.15	2.09	2.09	2.09	2.13
950	2.13	2.13	2.13	2.13	2.07	2.07	2.07	2.11
1000	2.12	2.12	2.12	2.12	2.05	2.05	2.05	2.09
1050	2.10	2.10	2.10	2.10	2.03	2.03	2.03	2.07
1100	2.08	2.08	2.08	2.08	2.02	2.02	2.02	2.05
1150	2.06	2.06	2.06	2.06	2.00	2.00	2.00	2.03
1200	2.04	2.04	2.04	2.04	1.98	1.98	1.98	2.01
1250	2.02	2.02	2.02	2.02	1.96	1.96	1.96	1.99
1300	2.00	2.00	2.00	2.00	1.94	1.94	1.94	1.97
1350	1.98	1.98	1.98	1.98	1.92	1.92	1.92	1.95
1400	1.96	1.96	1.96	1.96	1.90	1.90	1.90	1.93
1450	1.94	1.94	1.94	1.94	1.88	1.88	1.88	1.91
1500	1.92	1.92	1.92	1.92	1.86	1.86	1.86	1.89
1550	1.90	1.90	1.90	1.90	1.84	1.84	1.84	1.87
1600	1.88	1.88	1.88	1.88	1.82	1.82	1.82	1.85
1650	1.86	1.86	1.86	1.86	1.80	1.80	1.80	1.83
1700	1.84	1.84	1.84	1.84	1.78	1.78	1.78	1.81
1750	1.82	1.82	1.82	1.82	1.76	1.76	1.76	1.79
1800	1.80	1.80	1.80	1.80	1.74	1.74	1.74	1.77

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	2.48	2.88	2.48	2.48	2.48	2.85	2.85	2.85
50	2.46	2.86	2.46	2.46	2.46	2.83	2.83	2.83
100	2.44	2.84	2.44	2.44	2.44	2.81	2.81	2.81
150	2.42	2.82	2.42	2.42	2.42	2.80	2.80	2.80
200	2.40	2.80	2.40	2.40	2.40	2.78	2.78	2.78
250	2.38	2.78	2.38	2.38	2.38	2.76	2.76	2.76
300	2.36	2.76	2.36	2.36	2.36	2.74	2.74	2.74
350	2.34	2.74	2.34	2.34	2.34	2.72	2.72	2.72
400	2.32	2.72	2.32	2.32	2.32	2.70	2.70	2.70
450	2.30	2.70	2.30	2.30	2.30	2.68	2.68	2.68
500	2.28	2.68	2.28	2.28	2.28	2.66	2.66	2.66
550	2.26	2.66	2.26	2.26	2.26	2.64	2.64	2.64
600	2.24	2.64	2.24	2.24	2.24	2.62	2.62	2.62
650	2.22	2.62	2.22	2.22	2.22	2.60	2.60	2.60
700	2.21	2.60	2.21	2.21	2.21	2.58	2.58	2.58
750	2.19	2.58	2.19	2.19	2.19	2.56	2.56	2.56
800	2.17	2.56	2.17	2.17	2.17	2.54	2.54	2.54
850	2.15	2.54	2.15	2.15	2.15	2.52	2.52	2.52
900	2.13	2.52	2.13	2.13	2.13	2.50	2.50	2.50
950	2.11	2.50	2.11	2.11	2.11	2.48	2.48	2.48
1000	2.09	2.48	2.09	2.09	2.09	2.46	2.46	2.46
1050	2.07	2.46	2.07	2.07	2.07	2.44	2.44	2.44
1100	2.05	2.44	2.05	2.05	2.05	2.42	2.42	2.42
1150	2.03	2.42	2.03	2.03	2.03	2.40	2.40	2.40
1200	2.01	2.40	2.01	2.01	2.01	2.38	2.38	2.38
1250	1.99	2.38	1.99	1.99	1.99	2.36	2.36	2.36
1300	1.97	2.36	1.97	1.97	1.97	2.34	2.34	2.34
1350	1.95	2.34	1.95	1.95	1.95	2.32	2.32	2.32
1400	1.93	2.32	1.93	1.93	1.93	2.30	2.30	2.30
1450	1.91	2.30	1.91	1.91	1.91	2.28	2.28	2.28
1500	1.89	2.28	1.89	1.89	1.89	2.26	2.26	2.26
1550	1.87	2.27	1.87	1.87	1.87	2.24	2.24	2.24
1600	1.85	2.25	1.85	1.85	1.85	2.22	2.22	2.22
1650	1.83	2.23	1.83	1.83	1.83	2.20	2.20	2.20
1700	1.81	2.21	1.81	1.81	1.81	2.18	2.18	2.18
1750	1.79	2.19	1.79	1.79	1.79	2.16	2.16	2.16
1800	1.77	2.17	1.77	1.77	1.77	2.15	2.15	2.15

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	2.44	2.83	2.83	2.86	2.86	2.86	2.77	2.77
50	2.42	2.81	2.81	2.84	2.84	2.84	2.75	2.75
100	2.40	2.79	2.79	2.82	2.82	2.82	2.73	2.73
150	2.38	2.77	2.77	2.80	2.80	2.80	2.71	2.71
200	2.36	2.75	2.75	2.78	2.78	2.78	2.69	2.69
250	2.34	2.73	2.73	2.76	2.76	2.76	2.67	2.67
300	2.32	2.72	2.72	2.74	2.74	2.74	2.65	2.65
350	2.30	2.70	2.70	2.72	2.72	2.72	2.63	2.63
400	2.28	2.68	2.68	2.70	2.70	2.70	2.61	2.61
450	2.26	2.66	2.66	2.68	2.68	2.68	2.59	2.59
500	2.24	2.64	2.64	2.66	2.66	2.66	2.57	2.57
550	2.22	2.62	2.62	2.64	2.64	2.64	2.55	2.55
600	2.20	2.60	2.60	2.62	2.62	2.62	2.53	2.53
650	2.18	2.58	2.58	2.60	2.60	2.60	2.51	2.51
700	2.16	2.56	2.56	2.58	2.58	2.58	2.49	2.49
750	2.14	2.54	2.54	2.56	2.56	2.56	2.47	2.47
800	2.12	2.52	2.52	2.54	2.54	2.54	2.45	2.45
850	2.10	2.50	2.50	2.52	2.52	2.52	2.43	2.43
900	2.08	2.48	2.48	2.50	2.50	2.50	2.41	2.41
950	2.06	2.46	2.46	2.48	2.48	2.48	2.39	2.39
1000	2.04	2.44	2.44	2.46	2.46	2.46	2.37	2.37
1050	2.02	2.42	2.42	2.44	2.44	2.44	2.35	2.35
1100	2.00	2.40	2.40	2.42	2.42	2.42	2.33	2.33
1150	1.99	2.38	2.38	2.41	2.41	2.41	2.31	2.31
1200	1.97	2.36	2.36	2.39	2.39	2.39	2.29	2.29
1250	1.95	2.34	2.34	2.37	2.37	2.37	2.27	2.27
1300	1.93	2.32	2.32	2.35	2.35	2.35	2.25	2.25
1350	1.91	2.30	2.30	2.33	2.33	2.33	2.23	2.23
1400	1.89	2.28	2.28	2.31	2.31	2.31	2.21	2.21
1450	1.87	2.26	2.26	2.29	2.29	2.29	2.19	2.19
1500	1.85	2.24	2.24	2.27	2.27	2.27	2.17	2.17
1550	1.83	2.22	2.22	2.25	2.25	2.25	2.16	2.16
1600	1.81	2.20	2.20	2.23	2.23	2.23	2.14	2.14
1650	1.79	2.18	2.18	2.21	2.21	2.21	2.12	2.12
1700	1.77	2.16	2.16	2.19	2.19	2.19	2.10	2.10
1750	1.75	2.14	2.14	2.17	2.17	2.17	2.08	2.08
1800	1.73	2.12	2.12	2.15	2.15	2.15	2.06	2.06

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	2.77	2.77	2.70	2.70	2.70	2.74	2.74	2.74
50	2.75	2.75	2.68	2.68	2.68	2.72	2.72	2.72
100	2.73	2.73	2.66	2.66	2.66	2.70	2.70	2.70
150	2.71	2.71	2.64	2.64	2.64	2.68	2.68	2.68
200	2.69	2.69	2.62	2.62	2.62	2.67	2.67	2.67
250	2.67	2.67	2.60	2.60	2.60	2.65	2.65	2.65
300	2.65	2.65	2.58	2.58	2.58	2.63	2.63	2.63
350	2.63	2.63	2.56	2.56	2.56	2.61	2.61	2.61
400	2.61	2.61	2.54	2.54	2.54	2.59	2.59	2.59
450	2.59	2.59	2.52	2.52	2.52	2.57	2.57	2.57
500	2.57	2.57	2.50	2.50	2.50	2.55	2.55	2.55
550	2.55	2.55	2.48	2.48	2.48	2.53	2.53	2.53
600	2.53	2.53	2.46	2.46	2.46	2.51	2.51	2.51
650	2.51	2.51	2.44	2.44	2.44	2.49	2.49	2.49
700	2.49	2.49	2.43	2.43	2.43	2.47	2.47	2.47
750	2.47	2.47	2.41	2.41	2.41	2.45	2.45	2.45
800	2.45	2.45	2.39	2.39	2.39	2.43	2.43	2.43
850	2.43	2.43	2.37	2.37	2.37	2.41	2.41	2.41
900	2.41	2.41	2.35	2.35	2.35	2.39	2.39	2.39
950	2.39	2.39	2.33	2.33	2.33	2.37	2.37	2.37
1000	2.37	2.37	2.31	2.31	2.31	2.35	2.35	2.35
1050	2.35	2.35	2.29	2.29	2.29	2.33	2.33	2.33
1100	2.33	2.33	2.27	2.27	2.27	2.31	2.31	2.31
1150	2.31	2.31	2.25	2.25	2.25	2.29	2.29	2.29
1200	2.29	2.29	2.23	2.23	2.23	2.27	2.27	2.27
1250	2.27	2.27	2.21	2.21	2.21	2.25	2.25	2.25
1300	2.25	2.25	2.19	2.19	2.19	2.23	2.23	2.23
1350	2.23	2.23	2.17	2.17	2.17	2.21	2.21	2.21
1400	2.21	2.21	2.15	2.15	2.15	2.19	2.19	2.19
1450	2.19	2.19	2.13	2.13	2.13	2.17	2.17	2.17
1500	2.17	2.17	2.11	2.11	2.11	2.15	2.15	2.15
1550	2.16	2.16	2.09	2.09	2.09	2.13	2.13	2.13
1600	2.14	2.14	2.07	2.07	2.07	2.11	2.11	2.11
1650	2.12	2.12	2.05	2.05	2.05	2.09	2.09	2.09
1700	2.10	2.10	2.03	2.03	2.03	2.07	2.07	2.07
1750	2.08	2.08	2.01	2.01	2.01	2.05	2.05	2.05
1800	2.06	2.06	1.99	1.99	1.99	2.03	2.03	2.03

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	2.74	3.21	3.21	3.21	3.21	2.67	2.67	3.06
50	2.72	3.19	3.19	3.19	3.19	2.65	2.65	3.04
100	2.70	3.17	3.17	3.17	3.17	2.63	2.63	3.02
150	2.68	3.15	3.15	3.15	3.15	2.61	2.61	3.00
200	2.67	3.13	3.13	3.13	3.13	2.59	2.59	2.98
250	2.65	3.11	3.11	3.11	3.11	2.57	2.57	2.96
300	2.63	3.09	3.09	3.09	3.09	2.55	2.55	2.94
350	2.61	3.07	3.07	3.07	3.07	2.53	2.53	2.92
400	2.59	3.05	3.05	3.05	3.05	2.51	2.51	2.90
450	2.57	3.03	3.03	3.03	3.03	2.49	2.49	2.88
500	2.55	3.01	3.01	3.01	3.01	2.47	2.47	2.86
550	2.53	2.99	2.99	2.99	2.99	2.45	2.45	2.84
600	2.51	2.97	2.97	2.97	2.97	2.43	2.43	2.82
650	2.49	2.95	2.95	2.95	2.95	2.41	2.41	2.81
700	2.47	2.93	2.93	2.93	2.93	2.39	2.39	2.79
750	2.45	2.91	2.91	2.91	2.91	2.37	2.37	2.77
800	2.43	2.89	2.89	2.89	2.89	2.35	2.35	2.75
850	2.41	2.87	2.87	2.87	2.87	2.33	2.33	2.73
900	2.39	2.85	2.85	2.85	2.85	2.31	2.31	2.71
950	2.37	2.83	2.83	2.83	2.83	2.29	2.29	2.69
1000	2.35	2.81	2.81	2.81	2.81	2.27	2.27	2.67
1050	2.33	2.79	2.79	2.79	2.79	2.25	2.25	2.65
1100	2.31	2.77	2.77	2.77	2.77	2.23	2.23	2.63
1150	2.29	2.75	2.75	2.75	2.75	2.21	2.21	2.61
1200	2.27	2.73	2.73	2.73	2.73	2.19	2.19	2.59
1250	2.25	2.71	2.71	2.71	2.71	2.17	2.17	2.57
1300	2.23	2.69	2.69	2.69	2.69	2.15	2.15	2.55
1350	2.21	2.68	2.68	2.68	2.68	2.13	2.13	2.53
1400	2.19	2.66	2.66	2.66	2.66	2.11	2.11	2.51
1450	2.17	2.64	2.64	2.64	2.64	2.09	2.09	2.49
1500	2.15	2.62	2.62	2.62	2.62	2.08	2.08	2.47
1550	2.13	2.60	2.60	2.60	2.60	2.06	2.06	2.45
1600	2.11	2.58	2.58	2.58	2.58	2.04	2.04	2.43
1650	2.09	2.56	2.56	2.56	2.56	2.02	2.02	2.41
1700	2.07	2.54	2.54	2.54	2.54	2.00	2.00	2.39
1750	2.05	2.52	2.52	2.52	2.52	1.98	1.98	2.37
1800	2.03	2.50	2.50	2.50	2.50	1.96	1.96	2.35

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	2.80	2.80	2.80	2.80	2.83	2.83	2.83
50	2.78	2.78	2.78	2.78	2.81	2.81	2.81
100	2.76	2.76	2.76	2.76	2.80	2.80	2.80
150	2.74	2.74	2.74	2.74	2.78	2.78	2.78
200	2.72	2.72	2.72	2.72	2.76	2.76	2.76
250	2.70	2.70	2.70	2.70	2.74	2.74	2.74
300	2.68	2.68	2.68	2.68	2.72	2.72	2.72
350	2.66	2.66	2.66	2.66	2.70	2.70	2.70
400	2.64	2.64	2.64	2.64	2.68	2.68	2.68
450	2.62	2.62	2.62	2.62	2.66	2.66	2.66
500	2.60	2.60	2.60	2.60	2.64	2.64	2.64
550	2.58	2.58	2.58	2.58	2.62	2.62	2.62
600	2.56	2.56	2.56	2.56	2.60	2.60	2.60
650	2.54	2.54	2.54	2.54	2.58	2.58	2.58
700	2.52	2.52	2.52	2.52	2.56	2.56	2.56
750	2.50	2.50	2.50	2.50	2.54	2.54	2.54
800	2.48	2.48	2.48	2.48	2.52	2.52	2.52
850	2.46	2.46	2.46	2.46	2.50	2.50	2.50
900	2.44	2.44	2.44	2.44	2.48	2.48	2.48
950	2.42	2.42	2.42	2.42	2.46	2.46	2.46
1000	2.40	2.40	2.40	2.40	2.44	2.44	2.44
1050	2.38	2.38	2.38	2.38	2.42	2.42	2.42
1100	2.36	2.36	2.36	2.36	2.40	2.40	2.40
1150	2.34	2.34	2.34	2.34	2.38	2.38	2.38
1200	2.32	2.32	2.32	2.32	2.36	2.36	2.36
1250	2.30	2.30	2.30	2.30	2.34	2.34	2.34
1300	2.28	2.28	2.28	2.28	2.32	2.32	2.32
1350	2.26	2.26	2.26	2.26	2.30	2.30	2.30
1400	2.24	2.24	2.24	2.24	2.28	2.28	2.28
1450	2.22	2.22	2.22	2.22	2.26	2.26	2.26
1500	2.21	2.21	2.21	2.21	2.24	2.24	2.24
1550	2.19	2.19	2.19	2.19	2.22	2.22	2.22
1600	2.17	2.17	2.17	2.17	2.20	2.20	2.20
1650	2.15	2.15	2.15	2.15	2.18	2.18	2.18
1700	2.13	2.13	2.13	2.13	2.16	2.16	2.16
1750	2.11	2.11	2.11	2.11	2.15	2.15	2.15
1800	2.09	2.09	2.09	2.09	2.13	2.13	2.13

**TABELLA A.6:** valori di capacità calcolati con il modello francese.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	1809	1902	1929	1397	1929	1902	1862	1915
50	1768	1859	1885	1367	1886	1857	1820	1872
100	1726	1817	1841	1338	1844	1812	1778	1828
150	1685	1774	1798	1309	1801	1767	1736	1784
200	1644	1732	1754	1280	1759	1723	1694	1741
250	1603	1689	1711	1251	1717	1678	1653	1697
300	1562	1647	1667	1221	1675	1633	1611	1653
350	1521	1604	1624	1192	1632	1588	1569	1610
400	1479	1562	1580	1163	1590	1543	1527	1566
450	1438	1519	1536	1134	1547	1498	1485	1523
500	1397	1477	1493	1105	1505	1454	1443	1479
550	1356	1435	1449	1075	1463	1409	1401	1435
600	1315	1392	1406	1046	1421	1364	1359	1392
650	1274	1350	1362	1017	1378	1319	1318	1348
700	1232	1307	1319	988	1336	1274	1276	1304
750	1191	1265	1275	959	1294	1229	1234	1261
800	1150	1222	1231	929	1251	1184	1192	1217
850	1109	1180	1188	900	1209	1140	1150	1174
900	1068	1137	1144	871	1167	1095	1108	1130
950	1027	1095	1101	842	1124	1050	1066	1086
1000	985	1052	1057	813	1082	1005	1024	1043
1050	944	1010	1014	783	1040	960	983	999
1100	903	967	970	754	997	915	941	955
1150	862	925	926	725	955	871	899	912
1200	821	882	883	696	913	826	857	868
1250	780	840	839	667	870	781	815	824
1300	738	797	796	637	828	736	773	781
1350	697	755	752	608	786	691	731	737
1400	656	712	709	579	743	646	689	694
1450	615	670	665	550	701	602	647	650
1500	574	628	621	521	659	557	605	606
1550	533	585	578	491	616	512	564	563
1600	491	543	534	462	574	467	522	519
1650	450	500	491	433	532	422	480	475
1700	409	458	447	404	489	377	438	432
1750	368	415	404	375	447	333	396	388
1800	327	373	360	345	405	288	354	345

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	1796	1496	1796	1496	1995	1530	1463	1490
50	1747	1456	1746	1456	1959	1495	1428	1455
100	1699	1415	1698	1415	1924	1461	1392	1421
150	1651	1374	1648	1374	1888	1426	1357	1387
200	1602	1334	1600	1334	1853	1392	1321	1353
250	1554	1293	1550	1293	1817	1357	1286	1319
300	1506	1252	1502	1252	1781	1323	1250	1284
350	1458	1212	1453	1212	1746	1288	1215	1250
400	1409	1171	1404	1171	1710	1254	1180	1216
450	1361	1130	1355	1130	1675	1219	1144	1182
500	1313	1090	1306	1090	1639	1185	1109	1148
550	1265	1049	1257	1049	1603	1150	1073	1113
600	1216	1008	1208	1008	1568	1116	1038	1079
650	1168	968	1159	968	1532	1081	1002	1045
700	1120	927	1110	927	1497	1047	967	1011
750	1072	886	1061	886	1461	1013	932	977
800	1023	846	1012	846	1425	978	896	942
850	975	805	963	805	1390	944	861	908
900	927	765	914	765	1354	909	825	874
950	879	724	865	724	1319	875	790	840
1000	830	683	816	683	1283	840	754	806
1050	782	643	767	643	1247	806	719	771
1100	734	602	718	602	1212	771	684	737
1150	686	561	669	561	1176	737	648	703
1200	637	521	620	521	1141	702	613	669
1250	589	480	571	480	1105	668	577	635
1300	541	439	522	439	1069	633	542	600
1350	493	399	473	399	1034	599	507	566
1400	444	358	424	358	998	564	471	532
1450	396	317	375	317	963	530	436	498
1500	348	277	326	277	927	495	400	464
1550	300	236	277	236	891	461	365	429
1600	251	195	228	195	856	426	329	395
1650	203	155	179	155	820	392	294	361
1700	155	114	130	114	785	358	258	327
1750	107	73	81	73	749	323	223	293
1800	58	33	32	33	713	289	188	258

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	1862	1862	1397	1862	1929	1929	1862	1862
50	1814	1817	1364	1814	1887	1888	1822	1822
100	1767	1771	1332	1766	1845	1847	1781	1782
150	1719	1726	1299	1718	1803	1806	1741	1742
200	1672	1680	1267	1670	1761	1765	1700	1703
250	1624	1635	1234	1622	1719	1724	1660	1663
300	1576	1590	1202	1574	1677	1683	1619	1623
350	1529	1544	1169	1526	1635	1642	1579	1583
400	1481	1499	1137	1478	1593	1602	1538	1543
450	1434	1454	1104	1430	1551	1561	1498	1503
500	1386	1408	1072	1382	1509	1520	1458	1463
550	1339	1363	1039	1334	1467	1479	1417	1423
600	1291	1317	1007	1286	1425	1438	1377	1384
650	1243	1272	974	1238	1383	1397	1336	1344
700	1196	1227	942	1190	1341	1356	1296	1304
750	1148	1181	909	1142	1299	1315	1255	1264
800	1101	1136	877	1094	1257	1275	1215	1224
850	1053	1091	844	1046	1215	1234	1175	1184
900	1005	1045	812	998	1173	1193	1134	1144
950	958	1000	779	950	1131	1152	1094	1104
1000	910	954	747	902	1089	1111	1053	1065
1050	863	909	714	854	1047	1070	1013	1025
1100	815	863	682	805	1005	1029	972	985
1150	767	818	649	757	963	988	932	945
1200	720	773	617	709	921	948	891	905
1250	672	727	584	661	880	907	851	865
1300	625	682	552	613	838	866	811	825
1350	577	637	519	565	796	825	770	785
1400	529	591	487	517	754	784	730	746
1450	482	546	454	469	712	743	689	706
1500	434	500	422	421	670	702	649	666
1550	387	455	389	373	628	661	608	626
1600	339	410	357	325	586	621	568	586
1650	292	364	324	277	544	580	528	546
1700	244	319	292	229	502	539	487	506
1750	196	274	259	181	460	498	447	466
1800	149	228	227	133	418	457	406	427

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	1929	1889	1929	1929	1929	1929	1929	1929
50	1884	1849	1887	1887	1883	1880	1884	1878
100	1839	1810	1846	1846	1838	1831	1839	1827
150	1794	1771	1804	1805	1792	1783	1794	1776
200	1749	1732	1763	1764	1747	1734	1749	1725
250	1705	1692	1721	1723	1702	1685	1704	1674
300	1660	1653	1680	1682	1656	1637	1659	1623
350	1615	1614	1638	1641	1611	1588	1615	1573
400	1570	1575	1597	1600	1566	1539	1570	1522
450	1526	1536	1556	1559	1520	1491	1525	1471
500	1481	1496	1514	1518	1475	1442	1480	1420
550	1436	1457	1473	1477	1429	1393	1435	1369
600	1391	1418	1431	1436	1384	1345	1390	1318
650	1347	1379	1390	1395	1339	1296	1346	1268
700	1302	1340	1348	1354	1293	1248	1301	1217
750	1257	1300	1307	1313	1248	1199	1256	1166
800	1212	1261	1265	1272	1203	1150	1211	1115
850	1168	1222	1224	1231	1157	1102	1166	1064
900	1123	1183	1183	1190	1112	1053	1121	1013
950	1078	1143	1141	1149	1067	1004	1076	963
1000	1033	1104	1100	1108	1021	956	1032	912
1050	989	1065	1058	1067	976	907	987	861
1100	944	1026	1017	1026	930	858	942	810
1150	899	987	975	985	885	810	897	759
1200	854	947	934	944	840	761	852	708
1250	810	908	892	903	794	713	807	658
1300	765	869	851	862	749	664	763	607
1350	720	830	810	821	704	615	718	556
1400	675	791	768	780	658	567	673	505
1450	631	751	727	739	613	518	628	454
1500	586	712	685	698	568	469	583	403
1550	541	673	644	657	522	421	538	353
1600	496	634	602	616	477	372	494	302
1650	452	594	561	575	431	323	449	251
1700	407	555	519	534	386	275	404	200
1750	362	516	478	493	341	226	359	149
1800	317	477	437	452	295	178	314	98

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	1929	1397	1929	1929	1929	1397	1397	1463
50	1875	1362	1876	1880	1878	1364	1360	1424
100	1821	1328	1823	1831	1827	1331	1323	1386
150	1768	1294	1770	1782	1777	1299	1286	1347
200	1714	1260	1718	1734	1726	1266	1250	1308
250	1660	1226	1665	1685	1676	1234	1213	1269
300	1607	1192	1612	1637	1625	1201	1176	1231
350	1553	1158	1560	1588	1575	1169	1139	1192
400	1499	1123	1507	1539	1524	1136	1103	1153
450	1446	1089	1454	1491	1474	1104	1066	1115
500	1392	1055	1401	1442	1423	1071	1029	1076
550	1338	1021	1349	1393	1373	1039	992	1037
600	1285	987	1296	1345	1322	1006	956	998
650	1231	953	1243	1296	1272	974	919	960
700	1177	919	1191	1247	1221	941	882	921
750	1124	884	1138	1199	1170	909	845	882
800	1070	850	1085	1150	1120	876	809	843
850	1016	816	1033	1101	1069	844	772	805
900	963	782	980	1053	1019	811	735	766
950	909	748	927	1004	968	779	698	727
1000	855	714	874	956	918	746	662	689
1050	802	680	822	907	867	714	625	650
1100	748	646	769	858	817	681	588	611
1150	695	611	716	809	766	649	551	572
1200	641	577	664	761	716	616	515	534
1250	587	543	611	712	665	584	478	495
1300	534	509	558	664	614	551	441	456
1350	480	475	506	615	564	519	404	418
1400	426	441	453	566	513	486	368	379
1450	373	407	400	518	463	454	331	340
1500	319	373	347	469	412	421	294	301
1550	265	338	295	420	362	389	257	263
1600	212	304	242	372	311	356	221	224
1650	158	270	189	323	261	323	184	185
1700	104	236	137	275	210	291	147	147
1750	51	202	84	226	160	258	110	108
1800	0	168	31	177	109	226	74	69

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	1796	1463	1397	1397	1397	1397	1569	1556
50	1752	1424	1372	1339	1345	1341	1521	1504
100	1709	1386	1349	1281	1293	1285	1474	1453
150	1666	1347	1324	1223	1242	1229	1426	1401
200	1622	1308	1301	1165	1190	1173	1378	1349
250	1579	1270	1276	1107	1139	1117	1330	1297
300	1535	1231	1253	1049	1087	1061	1283	1246
350	1492	1192	1228	991	1036	1005	1235	1194
400	1449	1154	1205	933	984	949	1187	1142
450	1405	1115	1180	875	933	893	1139	1091
500	1362	1076	1157	817	881	837	1092	1039
550	1319	1038	1132	759	830	781	1044	987
600	1275	999	1109	701	778	725	996	935
650	1232	960	1084	643	727	669	948	884
700	1188	922	1061	585	675	613	900	832
750	1145	883	1036	527	624	557	853	780
800	1102	845	1013	469	572	501	805	728
850	1058	806	988	412	521	446	757	677
900	1015	767	965	354	469	389	709	625
950	972	729	940	296	418	334	661	573
1000	928	690	917	238	366	278	614	522
1050	885	651	892	180	315	222	566	470
1100	841	613	869	122	263	166	518	418
1150	798	574	844	64	212	110	470	366
1200	755	535	821	6	160	54	423	315
1250	711	497	796	0	109	0	375	263
1300	668	458	773	0	57	0	327	211
1350	625	419	748	0	6	0	279	159
1400	581	381	725	0	0	0	232	108
1450	538	342	700	0	0	0	184	56
1500	495	303	677	0	0	0	136	4
1550	451	265	652	0	0	0	88	0
1600	408	226	629	0	0	0	40	0
1650	365	187	604	0	0	0	0	0
1700	321	149	581	0	0	0	0	0
1750	278	110	556	0	0	0	0	0
1800	234	71	533	0	0	0	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	1530	1569	1363	1363	1397	1569	1543	1569
50	1482	1519	1319	1315	1350	1516	1498	1520
100	1434	1468	1275	1266	1303	1463	1454	1471
150	1387	1418	1230	1217	1256	1410	1410	1422
200	1339	1368	1186	1168	1209	1356	1366	1373
250	1291	1317	1142	1120	1162	1303	1322	1324
300	1243	1267	1097	1071	1115	1250	1278	1275
350	1196	1216	1053	1022	1068	1196	1233	1226
400	1148	1166	1009	974	1021	1143	1189	1177
450	1100	1115	964	925	974	1090	1145	1128
500	1053	1065	920	876	927	1036	1101	1079
550	1005	1014	876	827	880	983	1056	1030
600	957	964	831	779	833	930	1012	980
650	910	913	787	730	786	877	968	931
700	862	863	743	681	739	823	924	882
750	814	812	698	633	692	770	880	833
800	766	762	654	584	645	717	836	784
850	719	712	610	535	598	663	791	735
900	671	661	565	486	551	610	747	686
950	624	611	521	438	504	557	703	637
1000	576	560	477	389	457	503	659	588
1050	528	510	432	340	411	450	614	539
1100	480	459	388	292	364	397	570	490
1150	433	409	344	243	317	344	526	441
1200	385	358	299	194	270	290	482	391
1250	337	308	255	145	223	237	438	342
1300	289	257	211	97	176	184	393	293
1350	242	207	166	48	129	130	349	244
1400	194	157	122	0	82	77	305	195
1450	147	106	78	0	35	24	261	146
1500	99	56	33	0	0	0	217	97
1550	51	5	0	0	0	0	172	48
1600	3	0	0	0	0	0	128	0
1650	0	0	0	0	0	0	84	0
1700	0	0	0	0	0	0	40	0
1750	0	0	0	0	0	0	0	0
1800	0	0	0	0	0	0	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	1569	1530	1397	1463	1363	1862	1995	1363
50	1522	1484	1356	1420	1326	1818	1948	1332
100	1475	1438	1315	1377	1288	1774	1901	1301
150	1427	1393	1274	1333	1251	1729	1855	1270
200	1380	1347	1233	1290	1213	1685	1808	1239
250	1332	1301	1193	1247	1176	1641	1761	1208
300	1285	1256	1152	1204	1138	1597	1714	1177
350	1238	1210	1111	1160	1101	1553	1668	1146
400	1190	1165	1070	1117	1063	1509	1621	1114
450	1143	1119	1030	1074	1026	1465	1574	1083
500	1095	1074	989	1031	989	1421	1527	1052
550	1048	1028	948	988	951	1376	1481	1021
600	1001	983	907	944	914	1332	1434	990
650	953	937	867	901	876	1288	1387	959
700	906	891	826	858	839	1244	1340	928
750	859	846	785	815	801	1200	1294	897
800	811	800	744	771	764	1156	1247	866
850	764	755	704	728	726	1111	1200	835
900	716	709	663	685	689	1067	1153	803
950	669	663	622	642	651	1023	1106	772
1000	622	618	581	599	614	979	1060	741
1050	574	572	541	555	576	935	1013	710
1100	527	527	500	512	539	891	966	679
1150	479	481	459	469	501	846	919	648
1200	432	436	418	426	464	802	873	617
1250	385	390	378	382	427	758	826	586
1300	337	345	337	339	389	714	779	555
1350	290	299	296	296	352	670	732	524
1400	242	253	255	253	314	626	685	492
1450	195	208	215	210	277	582	639	461
1500	148	162	174	166	239	538	592	430
1550	100	117	133	123	202	493	545	399
1600	53	71	92	80	164	449	498	368
1650	5	25	52	37	127	405	452	337
1700	0	0	11	0	89	361	405	306
1750	0	0	0	0	52	317	358	275
1800	0	0	0	0	14	273	311	244

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	1343	1423	1357	1436	1397	1397	1397
50	1291	1369	1308	1387	1345	1339	1346
100	1238	1315	1260	1337	1294	1282	1296
150	1186	1261	1212	1288	1243	1224	1245
200	1134	1207	1164	1238	1192	1167	1195
250	1081	1154	1116	1189	1141	1109	1144
300	1029	1099	1068	1139	1090	1052	1094
350	976	1046	1020	1089	1039	995	1043
400	924	992	972	1040	988	937	993
450	871	938	923	990	937	880	942
500	819	884	875	941	886	822	892
550	766	830	827	891	835	765	842
600	714	776	779	842	783	708	791
650	661	722	731	792	732	650	741
700	609	668	683	742	681	593	690
750	557	614	635	693	630	535	640
800	504	560	587	643	579	478	589
850	452	506	538	594	528	421	539
900	399	452	491	544	477	363	488
950	347	398	442	495	426	306	438
1000	294	344	394	445	375	248	388
1050	242	290	346	396	324	191	337
1100	189	236	298	346	273	134	287
1150	137	183	250	296	222	76	236
1200	85	128	202	247	170	19	186
1250	32	75	154	197	119	0	135
1300	0	21	106	148	68	0	85
1350	0	0	57	98	17	0	34
1400	0	0	9	49	0	0	0
1450	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0	0	0
1550	0	0	0	0	0	0	0
1600	0	0	0	0	0	0	0
1650	0	0	0	0	0	0	0
1700	0	0	0	0	0	0	0
1750	0	0	0	0	0	0	0
1800	0	0	0	0	0	0	0

**TABELLA A.7:** valori di capacità calcolati con il modello svizzero.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1467	1469	1468	1469	1469	1467	1468	1468
100	1435	1438	1435	1437	1438	1435	1436	1435
150	1402	1407	1403	1406	1407	1402	1404	1403
200	1370	1376	1370	1375	1376	1369	1372	1370
250	1337	1344	1338	1343	1344	1336	1340	1338
300	1304	1313	1306	1312	1313	1304	1308	1305
350	1272	1282	1273	1281	1282	1271	1276	1273
400	1239	1251	1241	1249	1251	1238	1244	1240
450	1206	1220	1208	1218	1220	1206	1212	1208
500	1174	1189	1176	1187	1189	1173	1180	1176
550	1141	1158	1144	1155	1158	1140	1149	1143
600	1109	1127	1111	1124	1127	1107	1117	1111
650	1076	1096	1079	1093	1096	1075	1085	1078
700	1043	1064	1046	1061	1064	1042	1053	1046
750	1011	1033	1014	1030	1033	1009	1021	1013
800	978	1002	982	999	1002	977	989	981
850	945	971	949	967	971	944	957	948
900	913	940	917	936	940	911	925	916
950	880	909	884	905	909	878	893	884
1000	848	878	852	873	878	846	861	851
1050	815	847	820	842	847	813	829	819
1100	782	816	787	811	816	780	797	786
1150	750	784	755	779	784	748	765	754
1200	717	753	722	748	753	715	733	721
1250	684	722	690	717	722	682	701	689
1300	652	691	658	685	691	650	669	656
1350	619	660	625	654	660	617	637	624
1400	587	629	593	623	629	584	605	592
1450	554	598	560	591	598	551	573	559
1500	521	567	528	560	567	519	541	527
1550	489	536	496	529	536	486	509	494
1600	456	504	463	497	504	453	477	462
1650	423	473	431	466	473	421	446	429
1700	391	442	398	435	442	388	414	397
1750	358	411	366	403	411	355	382	364
1800	326	380	334	372	380	322	350	332

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1468	1467	1467	1467	1469	1469	1466	1469
100	1436	1433	1435	1433	1438	1438	1432	1438
150	1403	1400	1402	1400	1407	1407	1399	1407
200	1371	1367	1370	1367	1376	1376	1365	1376
250	1339	1334	1338	1334	1344	1344	1331	1344
300	1307	1300	1305	1300	1313	1313	1297	1313
350	1274	1267	1273	1267	1282	1282	1263	1282
400	1242	1234	1240	1234	1251	1251	1229	1251
450	1210	1201	1208	1201	1220	1220	1195	1220
500	1178	1167	1175	1167	1189	1189	1162	1189
550	1146	1134	1143	1134	1158	1158	1128	1158
600	1113	1101	1110	1101	1127	1127	1094	1127
650	1081	1068	1078	1068	1096	1096	1060	1096
700	1049	1034	1045	1034	1064	1064	1026	1064
750	1017	1001	1013	1001	1033	1033	992	1033
800	984	968	980	968	1002	1002	958	1002
850	952	935	948	935	971	971	925	971
900	920	901	915	901	940	940	891	940
950	888	868	883	868	909	909	857	909
1000	856	835	850	835	878	878	823	878
1050	823	801	818	801	847	847	789	847
1100	791	768	785	768	816	816	755	816
1150	759	735	753	735	784	784	722	784
1200	727	702	720	702	753	753	688	753
1250	694	668	688	668	722	722	654	722
1300	662	635	655	635	691	691	620	691
1350	630	602	623	602	660	660	586	660
1400	598	569	590	569	629	629	552	629
1450	566	535	558	535	598	598	519	598
1500	533	502	525	502	567	567	485	567
1550	501	469	493	469	536	536	451	536
1600	469	436	460	436	504	504	417	504
1650	437	402	428	402	473	473	383	473
1700	404	369	395	369	442	442	349	442
1750	372	336	363	336	411	411	316	411
1800	340	303	330	303	380	380	282	380

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1467	1468	1468	1467	1469	1469	1469	1468
100	1434	1436	1437	1434	1438	1438	1438	1437
150	1402	1404	1405	1402	1407	1407	1407	1405
200	1369	1372	1374	1369	1376	1376	1376	1374
250	1336	1340	1342	1336	1344	1344	1344	1342
300	1303	1308	1311	1303	1313	1313	1313	1311
350	1270	1276	1280	1270	1282	1282	1282	1279
400	1238	1244	1248	1238	1251	1251	1251	1248
450	1205	1212	1217	1205	1220	1220	1220	1216
500	1172	1180	1185	1172	1189	1189	1189	1185
550	1139	1149	1154	1139	1158	1158	1158	1153
600	1106	1117	1122	1106	1127	1127	1127	1122
650	1074	1085	1091	1074	1096	1096	1096	1090
700	1041	1053	1059	1041	1064	1064	1064	1059
750	1008	1021	1028	1008	1033	1033	1033	1027
800	975	989	996	975	1002	1002	1002	996
850	942	957	965	942	971	971	971	964
900	910	925	933	910	940	940	940	933
950	877	893	902	877	909	909	909	901
1000	844	861	870	844	878	878	878	870
1050	811	829	839	811	847	847	847	838
1100	778	797	807	778	816	816	816	807
1150	746	765	776	746	784	784	784	775
1200	713	733	744	713	753	753	753	744
1250	680	701	713	680	722	722	722	712
1300	647	669	681	647	691	691	691	681
1350	614	637	650	614	660	660	660	649
1400	582	605	618	582	629	629	629	618
1450	549	573	587	549	598	598	598	586
1500	516	541	555	516	567	567	567	555
1550	483	509	524	483	536	536	536	523
1600	450	477	492	450	504	504	504	492
1650	418	446	461	418	473	473	473	460
1700	385	414	429	385	442	442	442	429
1750	352	382	398	352	411	411	411	397
1800	319	350	366	319	380	380	380	366

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1467
100	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1434
150	1407	1407	1407	1407	1407	1407	1407	1401
200	1376	1376	1376	1376	1376	1376	1376	1368
250	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344	1335
300	1313	1313	1313	1313	1313	1313	1313	1302
350	1282	1282	1282	1282	1282	1282	1282	1270
400	1251	1251	1251	1251	1251	1251	1251	1237
450	1220	1220	1220	1220	1220	1220	1220	1204
500	1189	1189	1189	1189	1189	1189	1189	1171
550	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1138
600	1127	1127	1127	1127	1127	1127	1127	1105
650	1096	1096	1096	1096	1096	1096	1096	1072
700	1064	1064	1064	1064	1064	1064	1064	1039
750	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1006
800	1002	1002	1002	1002	1002	1002	1002	973
850	971	971	971	971	971	971	971	940
900	940	940	940	940	940	940	940	907
950	909	909	909	909	909	909	909	874
1000	878	878	878	878	878	878	878	841
1050	847	847	847	847	847	847	847	808
1100	816	816	816	816	816	816	816	775
1150	784	784	784	784	784	784	784	743
1200	753	753	753	753	753	753	753	710
1250	722	722	722	722	722	722	722	677
1300	691	691	691	691	691	691	691	644
1350	660	660	660	660	660	660	660	611
1400	629	629	629	629	629	629	629	578
1450	598	598	598	598	598	598	598	545
1500	567	567	567	567	567	567	567	512
1550	536	536	536	536	536	536	536	479
1600	504	504	504	504	504	504	504	446
1650	473	473	473	473	473	473	473	413
1700	442	442	442	442	442	442	442	380
1750	411	411	411	411	411	411	411	347
1800	380	380	380	380	380	380	380	314

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1467	1468	1467	1468	1469	1469	1467	1468
100	1434	1437	1434	1436	1438	1438	1434	1436
150	1401	1405	1401	1404	1407	1407	1400	1405
200	1367	1373	1368	1373	1376	1376	1367	1373
250	1334	1342	1335	1341	1344	1344	1334	1341
300	1301	1310	1302	1309	1313	1313	1301	1309
350	1268	1278	1269	1277	1282	1282	1268	1277
400	1235	1246	1235	1245	1251	1251	1234	1245
450	1202	1215	1202	1213	1220	1220	1201	1214
500	1168	1183	1169	1181	1189	1189	1168	1182
550	1135	1151	1136	1149	1158	1158	1135	1150
600	1102	1120	1103	1118	1127	1127	1102	1118
650	1069	1088	1070	1086	1096	1096	1068	1086
700	1036	1056	1037	1054	1064	1064	1035	1054
750	1003	1025	1004	1022	1033	1033	1002	1023
800	970	993	971	990	1002	1002	969	991
850	936	961	938	958	971	971	936	959
900	903	930	905	926	940	940	902	927
950	870	898	872	894	909	909	869	895
1000	837	866	839	863	878	878	836	864
1050	804	834	806	831	847	847	803	832
1100	771	803	773	799	816	816	770	800
1150	737	771	739	767	784	784	736	768
1200	704	739	706	735	753	753	703	736
1250	671	708	673	703	722	722	670	704
1300	638	676	640	671	691	691	637	673
1350	605	644	607	640	660	660	604	641
1400	572	613	574	608	629	629	570	609
1450	538	581	541	576	598	598	537	577
1500	505	549	508	544	567	567	504	545
1550	472	518	475	512	536	536	471	514
1600	439	486	442	480	504	504	438	482
1650	406	454	409	448	473	473	404	450
1700	373	423	376	417	442	442	371	418
1750	340	391	343	385	411	411	338	386
1800	306	359	310	353	380	380	305	354

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1469	1469	1469	1448	1453	1450	1458	1455
100	1438	1438	1438	1395	1406	1399	1417	1410
150	1407	1406	1407	1343	1359	1349	1375	1366
200	1376	1375	1376	1291	1312	1298	1334	1321
250	1344	1344	1344	1239	1264	1248	1292	1276
300	1313	1313	1313	1186	1217	1197	1251	1231
350	1282	1281	1282	1134	1170	1147	1209	1186
400	1251	1250	1251	1082	1123	1096	1168	1142
450	1220	1219	1220	1030	1076	1046	1126	1097
500	1189	1188	1189	977	1029	995	1085	1052
550	1158	1156	1158	925	982	945	1043	1007
600	1127	1125	1127	873	935	894	1002	962
650	1096	1094	1096	821	888	844	960	918
700	1064	1063	1064	768	841	793	919	873
750	1033	1031	1033	716	794	742	877	828
800	1002	1000	1002	664	747	692	835	783
850	971	969	971	611	699	641	794	738
900	940	938	940	559	652	591	752	694
950	909	906	909	507	605	540	711	649
1000	878	875	878	455	558	490	669	604
1050	847	844	847	402	511	439	628	559
1100	816	813	816	350	464	389	586	514
1150	784	781	784	298	417	338	545	470
1200	753	750	753	246	370	288	503	425
1250	722	719	722	193	323	237	462	380
1300	691	688	691	141	276	187	420	335
1350	660	656	660	89	228	136	378	290
1400	629	625	629	37	182	86	337	246
1450	598	594	598	0	134	35	295	201
1500	567	563	567	0	87	0	254	156
1550	536	531	536	0	40	0	212	111
1600	504	500	504	0	0	0	171	66
1650	473	469	473	0	0	0	129	22
1700	442	438	442	0	0	0	88	0
1750	411	406	411	0	0	0	46	0
1800	380	375	380	0	0	0	5	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1458	1457	1454	1452	1454	1455	1460	1458
100	1415	1413	1408	1404	1409	1409	1420	1416
150	1373	1370	1362	1355	1363	1364	1380	1374
200	1330	1327	1316	1307	1317	1318	1340	1331
250	1287	1283	1270	1259	1272	1273	1299	1289
300	1245	1240	1223	1211	1226	1227	1259	1247
350	1202	1197	1177	1163	1180	1182	1219	1205
400	1160	1153	1131	1114	1135	1136	1179	1163
450	1117	1110	1085	1066	1089	1091	1139	1121
500	1075	1067	1039	1018	1043	1046	1099	1079
550	1032	1023	993	970	998	1000	1059	1037
600	990	980	947	922	952	955	1019	994
650	947	937	901	873	907	909	979	952
700	905	893	855	825	861	864	939	910
750	862	850	809	777	815	818	899	868
800	819	807	763	729	770	773	859	826
850	777	763	716	681	724	728	818	784
900	734	720	670	632	678	682	778	742
950	692	677	624	584	633	637	738	699
1000	649	633	578	536	587	591	698	657
1050	607	590	532	488	541	546	658	615
1100	564	547	486	440	496	500	618	573
1150	522	503	440	391	450	455	578	531
1200	479	460	394	343	404	409	538	489
1250	437	417	348	295	359	364	498	447
1300	394	373	302	247	313	318	458	405
1350	352	330	256	199	267	273	418	362
1400	309	287	210	150	222	228	378	320
1450	267	243	163	102	176	182	337	278
1500	224	200	117	54	130	137	297	236
1550	182	157	71	6	85	91	257	194
1600	139	113	25	0	39	46	217	152
1650	97	70	0	0	0	0	177	110
1700	54	27	0	0	0	0	137	67
1750	11	0	0	0	0	0	97	25
1800	0	0	0	0	0	0	57	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1458	1465	1465	1465	1467	1467	1466	1468
100	1417	1431	1430	1430	1434	1435	1433	1435
150	1375	1396	1395	1395	1401	1402	1399	1403
200	1334	1361	1360	1360	1368	1369	1366	1370
250	1292	1326	1325	1324	1335	1337	1332	1338
300	1250	1292	1290	1289	1302	1304	1299	1305
350	1209	1257	1255	1254	1269	1271	1265	1273
400	1167	1222	1220	1219	1236	1239	1232	1240
450	1126	1188	1185	1184	1203	1206	1198	1208
500	1084	1153	1150	1149	1170	1173	1164	1176
550	1042	1118	1115	1114	1137	1141	1131	1143
600	1001	1084	1080	1079	1104	1108	1097	1111
650	959	1049	1045	1044	1071	1075	1064	1078
700	918	1014	1010	1008	1038	1043	1030	1046
750	876	980	975	973	1005	1010	997	1013
800	834	945	940	938	972	977	963	981
850	793	910	905	903	939	945	930	948
900	751	876	870	868	906	912	896	916
950	710	841	835	833	873	879	862	884
1000	668	806	800	798	840	847	829	851
1050	626	771	765	763	807	814	795	819
1100	585	737	730	728	774	781	762	786
1150	543	702	695	692	740	749	728	754
1200	502	667	660	657	707	716	695	721
1250	460	633	625	622	674	683	661	689
1300	418	598	590	587	641	651	628	656
1350	377	563	555	552	608	618	594	624
1400	335	529	520	517	575	585	560	592
1450	294	494	485	482	542	553	527	559
1500	252	459	450	447	509	520	493	527
1550	210	425	415	412	476	487	460	494
1600	169	390	380	376	443	455	426	462
1650	127	355	345	341	410	422	393	429
1700	86	321	310	306	377	389	359	397
1750	44	286	275	271	344	357	326	364
1800	2	251	240	236	311	324	292	332

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50	1448	1451	1453	1454	1453	1447	1453
100	1397	1403	1406	1408	1405	1394	1407
150	1345	1354	1360	1363	1358	1341	1360
200	1294	1305	1313	1317	1311	1289	1313
250	1242	1257	1266	1271	1263	1236	1267
300	1191	1208	1219	1225	1216	1183	1220
350	1139	1160	1172	1180	1169	1130	1173
400	1088	1111	1126	1134	1121	1077	1126
450	1036	1062	1079	1088	1074	1024	1080
500	984	1014	1032	1042	1027	972	1033
550	933	965	985	996	979	919	986
600	881	916	939	951	932	866	940
650	830	868	892	905	885	813	893
700	778	819	845	859	837	760	846
750	727	770	798	813	790	707	800
800	675	722	752	768	743	654	753
850	624	673	705	722	695	602	706
900	572	624	658	676	648	549	660
950	520	576	611	630	601	496	613
1000	469	527	564	584	554	443	566
1050	417	479	518	539	506	390	519
1100	366	430	471	493	459	337	473
1150	314	381	424	447	412	285	426
1200	263	333	377	401	364	232	379
1250	211	284	330	356	317	179	333
1300	160	235	284	310	270	126	286
1350	108	187	237	264	222	73	239
1400	56	138	190	218	175	20	193
1450	5	89	143	172	128	0	146
1500	0	41	97	127	80	0	99
1550	0	0	50	81	33	0	53
1600	0	0	3	35	0	0	6
1650	0	0	0	0	0	0	0
1700	0	0	0	0	0	0	0
1750	0	0	0	0	0	0	0
1800	0	0	0	0	0	0	0

**TABELLA A.8:** valori di capacità calcolati con il modello britannico.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2064	2043	2424	1164	2400	2269	2163	2352
50	2030	2008	2385	1138	2363	2233	2129	2314
100	1996	1974	2346	1113	2326	2197	2094	2277
150	1962	1940	2308	1088	2289	2161	2060	2240
200	1928	1905	2269	1062	2252	2125	2026	2202
250	1893	1871	2230	1037	2215	2089	1991	2165
300	1859	1837	2192	1012	2178	2053	1957	2128
350	1825	1802	2153	986	2141	2017	1923	2090
400	1791	1768	2115	961	2104	1981	1888	2053
450	1757	1734	2076	935	2067	1945	1854	2016
500	1722	1700	2037	910	2030	1909	1820	1978
550	1688	1665	1999	885	1993	1873	1785	1941
600	1654	1631	1960	859	1956	1837	1751	1904
650	1620	1597	1922	834	1919	1801	1717	1866
700	1585	1562	1883	809	1882	1765	1682	1829
750	1551	1528	1844	783	1845	1729	1648	1792
800	1517	1494	1806	758	1808	1693	1613	1754
850	1483	1459	1767	733	1771	1657	1579	1717
900	1449	1425	1728	707	1734	1621	1545	1680
950	1414	1391	1690	682	1697	1585	1510	1642
1000	1380	1357	1651	657	1660	1549	1476	1605
1050	1346	1322	1613	631	1623	1513	1442	1568
1100	1312	1288	1574	606	1586	1477	1407	1530
1150	1278	1254	1535	581	1549	1441	1373	1493
1200	1243	1219	1497	555	1512	1405	1339	1456
1250	1209	1185	1458	530	1475	1369	1304	1418
1300	1175	1151	1420	505	1438	1333	1270	1381
1350	1141	1116	1381	479	1401	1297	1236	1344
1400	1106	1082	1342	454	1364	1261	1201	1306
1450	1072	1048	1304	428	1327	1226	1167	1269
1500	1038	1014	1265	403	1290	1190	1132	1232
1550	1004	979	1227	378	1253	1154	1098	1194
1600	970	945	1188	352	1216	1118	1064	1157
1650	935	911	1149	327	1179	1082	1029	1120
1700	901	876	1111	302	1143	1046	995	1082
1750	867	842	1072	276	1106	1010	961	1045
1800	833	808	1033	251	1069	974	926	1008

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	1939	1459	2073	1481	2483	1507	1317	1513
50	1905	1429	2037	1451	2447	1480	1291	1485
100	1871	1399	2001	1420	2411	1452	1265	1456
150	1838	1369	1965	1390	2375	1425	1239	1428
200	1804	1338	1929	1359	2338	1397	1213	1399
250	1771	1308	1893	1329	2302	1369	1187	1370
300	1737	1278	1858	1298	2266	1342	1162	1342
350	1703	1248	1822	1268	2230	1314	1136	1313
400	1670	1218	1786	1237	2194	1287	1110	1285
450	1636	1188	1750	1207	2158	1259	1084	1256
500	1603	1158	1714	1176	2122	1232	1058	1227
550	1569	1128	1678	1146	2086	1204	1032	1199
600	1535	1098	1642	1115	2050	1177	1006	1170
650	1502	1068	1606	1085	2014	1149	980	1142
700	1468	1037	1570	1054	1978	1122	954	1113
750	1435	1007	1534	1024	1942	1094	928	1084
800	1401	977	1498	993	1906	1067	902	1056
850	1367	947	1462	963	1870	1039	876	1027
900	1334	917	1427	932	1834	1012	850	999
950	1300	887	1391	902	1798	984	824	970
1000	1267	857	1355	871	1761	956	798	941
1050	1233	827	1319	841	1725	929	772	913
1100	1199	797	1283	811	1689	901	746	884
1150	1166	767	1247	780	1653	874	720	856
1200	1132	736	1211	750	1617	846	694	827
1250	1099	706	1175	719	1581	819	668	799
1300	1065	676	1139	689	1545	791	643	770
1350	1031	646	1103	658	1509	764	617	741
1400	998	616	1067	628	1473	736	591	713
1450	964	586	1031	597	1437	709	565	684
1500	931	556	996	567	1401	681	539	656
1550	897	526	960	536	1365	654	513	627
1600	863	496	924	506	1329	626	487	598
1650	830	466	888	475	1293	599	461	570
1700	796	435	852	445	1257	571	435	541
1750	763	405	816	414	1220	543	409	513
1800	729	375	780	384	1184	516	383	484

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	2202	2241	1202	2203	2245	2229	2045	2099
50	2166	2203	1175	2166	2210	2195	2013	2065
100	2129	2166	1149	2129	2176	2161	1980	2032
150	2092	2129	1122	2093	2141	2127	1948	1998
200	2055	2091	1095	2056	2107	2093	1915	1965
250	2018	2054	1068	2019	2072	2059	1883	1931
300	1981	2017	1042	1982	2038	2025	1850	1898
350	1944	1979	1015	1945	2003	1991	1818	1864
400	1907	1942	988	1909	1968	1957	1786	1831
450	1871	1905	962	1872	1934	1923	1753	1797
500	1834	1867	935	1835	1899	1889	1721	1764
550	1797	1830	908	1798	1865	1855	1688	1730
600	1760	1793	881	1762	1830	1821	1656	1697
650	1723	1755	855	1725	1796	1787	1623	1663
700	1686	1718	828	1688	1761	1753	1591	1630
750	1649	1681	801	1651	1727	1719	1559	1596
800	1612	1643	774	1614	1692	1685	1526	1563
850	1576	1606	748	1578	1658	1651	1494	1529
900	1539	1568	721	1541	1623	1617	1461	1496
950	1502	1531	694	1504	1588	1583	1429	1462
1000	1465	1494	668	1467	1554	1549	1396	1429
1050	1428	1456	641	1431	1519	1515	1364	1395
1100	1391	1419	614	1394	1485	1481	1332	1362
1150	1354	1382	587	1357	1450	1447	1299	1328
1200	1317	1344	561	1320	1416	1413	1267	1295
1250	1281	1307	534	1284	1381	1379	1234	1261
1300	1244	1270	507	1247	1347	1345	1202	1228
1350	1207	1232	480	1210	1312	1311	1169	1194
1400	1170	1195	454	1173	1278	1277	1137	1161
1450	1133	1158	427	1136	1243	1243	1105	1127
1500	1096	1120	400	1100	1208	1209	1072	1094
1550	1059	1083	373	1063	1174	1175	1040	1060
1600	1022	1046	347	1026	1139	1141	1007	1027
1650	985	1008	320	989	1105	1107	975	993
1700	949	971	293	953	1070	1073	942	960
1750	912	934	267	916	1036	1039	910	926
1800	875	896	240	879	1001	1005	878	893

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	2273	2247	2314	2310	2274	2405	2480	2303
50	2238	2212	2278	2273	2240	2371	2444	2269
100	2202	2177	2243	2237	2207	2336	2408	2234
150	2166	2141	2207	2201	2173	2302	2373	2199
200	2131	2106	2172	2165	2140	2267	2337	2165
250	2095	2071	2136	2129	2107	2232	2301	2130
300	2060	2036	2101	2093	2073	2198	2266	2095
350	2024	2000	2065	2057	2040	2163	2230	2061
400	1989	1965	2030	2021	2006	2129	2194	2026
450	1953	1930	1994	1985	1973	2094	2159	1992
500	1918	1894	1959	1949	1939	2060	2123	1957
550	1882	1859	1924	1913	1906	2025	2087	1922
600	1846	1824	1888	1877	1873	1991	2052	1888
650	1811	1789	1853	1841	1839	1956	2016	1853
700	1775	1753	1817	1805	1806	1922	1980	1819
750	1740	1718	1782	1768	1772	1887	1945	1784
800	1704	1683	1746	1732	1739	1852	1909	1749
850	1669	1647	1711	1696	1705	1818	1873	1715
900	1633	1612	1675	1660	1672	1783	1838	1680
950	1598	1577	1640	1624	1638	1749	1802	1646
1000	1562	1542	1604	1588	1605	1714	1766	1611
1050	1526	1506	1569	1552	1572	1680	1730	1576
1100	1491	1471	1533	1516	1538	1645	1695	1542
1150	1455	1436	1498	1480	1505	1611	1659	1507
1200	1420	1400	1462	1444	1471	1576	1623	1473
1250	1384	1365	1427	1408	1438	1541	1588	1438
1300	1349	1330	1392	1372	1404	1507	1552	1403
1350	1313	1295	1356	1336	1371	1472	1516	1369
1400	1278	1259	1321	1299	1338	1438	1481	1334
1450	1242	1224	1285	1263	1304	1403	1445	1300
1500	1206	1189	1250	1227	1271	1369	1409	1265
1550	1171	1153	1214	1191	1237	1334	1374	1230
1600	1135	1118	1179	1155	1204	1300	1338	1196
1650	1100	1083	1143	1119	1170	1265	1302	1161
1700	1064	1048	1108	1083	1137	1230	1267	1126
1750	1029	1012	1072	1047	1103	1196	1231	1092
1800	993	977	1037	1011	1070	1161	1195	1057

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	2361	1330	2353	2354	2407	1287	1233	1423
50	2327	1302	2318	2319	2371	1261	1208	1396
100	2292	1275	2283	2284	2336	1235	1183	1369
150	2257	1248	2248	2250	2300	1209	1159	1341
200	2222	1220	2214	2215	2264	1183	1134	1314
250	2187	1193	2179	2180	2229	1157	1109	1287
300	2152	1165	2144	2145	2193	1132	1084	1260
350	2117	1138	2109	2110	2158	1106	1059	1233
400	2082	1111	2074	2075	2122	1080	1034	1206
450	2047	1083	2040	2041	2087	1054	1009	1179
500	2012	1056	2005	2006	2051	1028	985	1152
550	1977	1029	1970	1971	2016	1002	960	1125
600	1943	1001	1935	1936	1980	976	935	1098
650	1908	974	1900	1901	1945	950	910	1071
700	1873	947	1865	1866	1909	924	885	1043
750	1838	919	1831	1832	1873	899	860	1016
800	1803	892	1796	1797	1838	873	836	989
850	1768	865	1761	1762	1802	847	811	962
900	1733	837	1726	1727	1767	821	786	935
950	1698	810	1691	1692	1731	795	761	908
1000	1663	783	1656	1657	1696	769	736	881
1050	1628	755	1622	1622	1660	743	711	854
1100	1594	728	1587	1588	1625	717	686	827
1150	1559	700	1552	1553	1589	692	662	800
1200	1524	673	1517	1518	1553	666	637	773
1250	1489	646	1482	1483	1518	640	612	745
1300	1454	618	1447	1448	1482	614	587	718
1350	1419	591	1413	1413	1447	588	562	691
1400	1384	564	1378	1379	1411	562	537	664
1450	1349	536	1343	1344	1376	536	513	637
1500	1314	509	1308	1309	1340	510	488	610
1550	1279	482	1273	1274	1305	485	463	583
1600	1244	454	1238	1239	1269	459	438	556
1650	1210	427	1204	1204	1234	433	413	529
1700	1175	400	1169	1170	1198	407	388	502
1750	1140	372	1134	1135	1162	381	363	475
1800	1105	345	1099	1100	1127	355	339	447

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	2364	1303	1271	1176	1178	1203	1591	1564
50	2329	1278	1246	1149	1151	1176	1559	1532
100	2294	1254	1221	1122	1123	1148	1528	1501
150	2258	1229	1196	1095	1096	1120	1496	1469
200	2223	1204	1171	1067	1069	1092	1464	1437
250	2187	1179	1146	1040	1041	1064	1433	1406
300	2152	1155	1121	1013	1014	1036	1401	1374
350	2116	1130	1096	986	987	1009	1369	1342
400	2081	1105	1071	958	960	981	1338	1311
450	2045	1080	1046	931	932	953	1306	1279
500	2010	1055	1021	904	905	925	1274	1248
550	1974	1031	996	877	878	897	1243	1216
600	1939	1006	971	849	850	870	1211	1184
650	1903	981	945	822	823	842	1179	1153
700	1868	956	920	795	796	814	1148	1121
750	1832	932	895	767	769	786	1116	1089
800	1797	907	870	740	741	758	1084	1058
850	1761	882	845	713	714	731	1053	1026
900	1726	857	820	686	687	703	1021	995
950	1690	833	795	658	660	675	989	963
1000	1655	808	770	631	632	647	958	931
1050	1619	783	745	604	605	619	926	900
1100	1584	758	720	577	578	592	895	868
1150	1548	733	695	549	550	564	863	836
1200	1513	709	670	522	523	536	831	805
1250	1477	684	645	495	496	508	800	773
1300	1442	659	620	468	469	480	768	742
1350	1406	634	595	440	441	453	736	710
1400	1371	610	570	413	414	425	705	678
1450	1335	585	545	386	387	397	673	647
1500	1300	560	520	358	359	369	641	615
1550	1264	535	495	331	332	341	610	584
1600	1229	511	470	304	305	314	578	552
1650	1193	486	445	277	278	286	546	520
1700	1158	461	420	249	250	258	515	489
1750	1122	436	395	222	223	230	483	457
1800	1087	411	370	195	196	202	451	425

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	1442	1645	1205	1153	1268	1576	1541	1532
50	1412	1612	1177	1126	1239	1544	1510	1502
100	1383	1579	1148	1099	1210	1512	1479	1471
150	1353	1546	1120	1072	1181	1481	1447	1440
200	1323	1513	1092	1045	1152	1449	1416	1409
250	1294	1480	1063	1018	1123	1417	1384	1378
300	1264	1447	1035	990	1094	1385	1353	1348
350	1234	1414	1007	963	1065	1354	1322	1317
400	1204	1381	978	936	1036	1322	1290	1286
450	1175	1348	950	909	1007	1290	1259	1255
500	1145	1315	922	882	978	1258	1228	1224
550	1115	1281	893	854	949	1227	1196	1194
600	1086	1248	865	827	920	1195	1165	1163
650	1056	1215	837	800	891	1163	1134	1132
700	1026	1182	808	773	862	1131	1102	1101
750	996	1149	780	746	833	1100	1071	1071
800	967	1116	752	718	804	1068	1040	1040
850	937	1083	723	691	775	1036	1008	1009
900	907	1050	695	664	746	1004	977	978
950	878	1017	667	637	717	973	945	947
1000	848	984	638	610	688	941	914	917
1050	818	951	610	582	659	909	883	886
1100	788	918	582	555	631	877	851	855
1150	759	885	553	528	602	846	820	824
1200	729	851	525	501	573	814	789	793
1250	699	818	497	474	544	782	757	763
1300	670	785	468	446	515	750	726	732
1350	640	752	440	419	486	719	695	701
1400	610	719	412	392	457	687	663	670
1450	580	686	383	365	428	655	632	639
1500	551	653	355	338	399	624	601	609
1550	521	620	327	311	370	592	569	578
1600	491	587	298	283	341	560	538	547
1650	462	554	270	256	312	528	506	516
1700	432	521	242	229	283	497	475	485
1750	402	488	213	202	254	465	444	455
1800	372	455	185	175	225	433	412	424

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	1600	1469	1186	1335	1101	2088	2447	1060
50	1568	1439	1159	1306	1075	2053	2408	1035
100	1536	1409	1131	1277	1048	2017	2369	1010
150	1504	1378	1104	1248	1022	1982	2330	985
200	1471	1348	1077	1219	996	1946	2291	959
250	1439	1318	1049	1191	969	1911	2252	934
300	1407	1287	1022	1162	943	1876	2213	909
350	1375	1257	995	1133	916	1840	2174	884
400	1343	1227	967	1104	890	1805	2135	859
450	1311	1197	940	1075	863	1769	2096	834
500	1278	1166	913	1046	837	1734	2057	808
550	1246	1136	885	1017	810	1699	2018	783
600	1214	1106	858	988	784	1663	1979	758
650	1182	1075	831	959	757	1628	1940	733
700	1150	1045	804	930	731	1592	1901	708
750	1117	1015	776	901	705	1557	1862	683
800	1085	985	749	872	678	1521	1823	658
850	1053	954	722	844	652	1486	1784	632
900	1021	924	694	815	625	1451	1745	607
950	989	894	667	786	599	1415	1706	582
1000	957	863	640	757	572	1380	1667	557
1050	924	833	612	728	546	1344	1628	532
1100	892	803	585	699	519	1309	1589	507
1150	860	772	558	670	493	1274	1550	482
1200	828	742	530	641	466	1238	1511	456
1250	796	712	503	612	440	1203	1472	431
1300	763	682	476	583	414	1167	1433	406
1350	731	651	448	554	387	1132	1394	381
1400	699	621	421	525	361	1096	1355	356
1450	667	591	394	497	334	1061	1316	331
1500	635	560	366	468	308	1026	1277	305
1550	603	530	339	439	281	990	1238	280
1600	570	500	312	410	255	955	1199	255
1650	538	470	284	381	228	919	1160	230
1700	506	439	257	352	202	884	1121	205
1750	474	409	230	323	175	849	1082	180
1800	442	379	202	294	149	813	1043	155

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	1100	1267	1136	1305	1192	1203	1241
50	1073	1238	1109	1276	1164	1175	1212
100	1046	1210	1082	1247	1136	1147	1183
150	1019	1181	1054	1218	1108	1119	1155
200	992	1153	1027	1189	1081	1092	1126
250	965	1125	999	1160	1053	1064	1097
300	938	1096	972	1131	1025	1036	1069
350	911	1068	945	1102	998	1008	1040
400	884	1039	917	1073	970	981	1011
450	857	1011	890	1045	942	953	983
500	830	983	863	1016	915	925	954
550	804	954	835	987	887	897	925
600	777	926	808	958	859	870	897
650	750	897	781	929	832	842	868
700	723	869	753	900	804	814	839
750	696	841	726	871	776	786	811
800	669	812	698	842	749	759	782
850	642	784	671	814	721	731	753
900	615	755	644	785	693	703	724
950	588	727	616	756	665	675	696
1000	561	699	589	727	638	648	667
1050	534	670	562	698	610	620	638
1100	508	642	534	669	582	592	610
1150	481	613	507	640	555	564	581
1200	454	585	479	611	527	537	552
1250	427	556	452	582	499	509	524
1300	400	528	425	554	472	481	495
1350	373	500	397	525	444	453	466
1400	346	471	370	496	416	426	438
1450	319	443	343	467	389	398	409
1500	292	414	315	438	361	370	380
1550	265	386	288	409	333	343	352
1600	238	358	260	380	306	315	323
1650	211	329	233	351	278	287	294
1700	185	301	206	322	250	259	266
1750	158	272	178	294	223	232	237
1800	131	244	151	265	195	204	208

**TABELLA A.9:** valori di capacità calcolati con il modello israeliano.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2591	2591	2591	1295	2658	2658	2658	2658
50	2459	2459	2459	1229	2522	2522	2522	2522
100	2333	2333	2333	1167	2394	2394	2394	2394
150	2214	2214	2214	1107	2272	2272	2272	2272
200	2102	2102	2102	1051	2156	2156	2156	2156
250	1994	1994	1994	997	2046	2046	2046	2046
300	1893	1893	1893	946	1941	1941	1941	1941
350	1810	1810	1810	905	1857	1857	1857	1857
400	1720	1720	1720	860	1764	1764	1764	1764
450	1632	1632	1632	816	1674	1674	1674	1674
500	1550	1550	1550	775	1590	1590	1590	1590
550	1473	1473	1473	736	1510	1510	1510	1510
600	1399	1399	1399	699	1435	1435	1435	1435
650	1351	1351	1351	675	1386	1386	1386	1386
700	1286	1286	1286	643	1320	1320	1320	1320
750	1223	1223	1223	612	1255	1255	1255	1255
800	1164	1164	1164	582	1194	1194	1194	1194
850	1107	1107	1107	553	1136	1136	1136	1136
900	1053	1053	1053	526	1080	1080	1080	1080
950	1035	1035	1035	517	1062	1062	1062	1062
1000	986	986	986	493	1012	1012	1012	1012
1050	939	939	939	470	964	964	964	964
1100	895	895	895	447	919	919	919	919
1150	853	853	853	426	876	876	876	876
1200	812	812	812	406	834	834	834	834
1250	816	816	816	408	838	838	838	838
1300	779	779	779	389	801	801	801	801
1350	744	744	744	372	765	765	765	765
1400	710	710	710	355	730	730	730	730
1450	678	678	678	339	697	697	697	697
1500	647	647	647	324	666	666	666	666
1550	652	652	652	326	671	671	671	671
1600	624	624	624	312	642	642	642	642
1650	597	597	597	298	614	614	614	614
1700	571	571	571	285	587	587	587	587
1750	546	546	546	273	562	562	562	562
1800	522	522	522	261	537	537	537	537

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	2510	1255	2510	1255	2729	1365	1365	1365
50	2382	1191	2382	1191	2590	1295	1295	1295
100	2261	1131	2261	1131	2458	1229	1229	1229
150	2146	1073	2146	1073	2332	1166	1166	1166
200	2037	1018	2037	1018	2213	1107	1107	1107
250	1933	966	1933	966	2100	1050	1050	1050
300	1835	917	1835	917	1993	996	996	996
350	1754	877	1754	877	1906	953	953	953
400	1667	833	1667	833	1811	906	906	906
450	1581	791	1581	791	1719	859	859	859
500	1502	751	1502	751	1632	816	816	816
550	1427	714	1427	714	1551	775	775	775
600	1356	678	1356	678	1473	737	737	737
650	1309	654	1309	654	1423	712	712	712
700	1246	623	1246	623	1355	678	678	678
750	1185	592	1185	592	1289	645	645	645
800	1127	564	1127	564	1226	613	613	613
850	1072	536	1072	536	1167	583	583	583
900	1020	510	1020	510	1110	555	555	555
950	1001	501	1001	501	1092	546	546	546
1000	954	477	954	477	1040	520	520	520
1050	909	455	909	455	991	496	496	496
1100	866	433	866	433	945	472	472	472
1150	825	413	825	413	900	450	450	450
1200	786	393	786	393	858	429	429	429
1250	789	394	789	394	863	431	431	431
1300	753	377	753	377	824	412	412	412
1350	719	359	719	359	787	393	393	393
1400	686	343	686	343	752	376	376	376
1450	655	328	655	328	718	359	359	359
1500	626	313	626	313	685	343	343	343
1550	630	315	630	315	691	346	346	346
1600	602	301	602	301	661	331	331	331
1650	576	288	576	288	633	316	316	316
1700	551	275	551	275	605	303	303	303
1750	527	263	527	263	579	290	290	290
1800	504	252	504	252	554	277	277	277

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	2520	2520	1260	2520	2706	2706	2706	2706
50	2391	2391	1196	2391	2568	2568	2568	2568
100	2269	2269	1135	2269	2437	2437	2437	2437
150	2154	2154	1077	2154	2312	2312	2312	2312
200	2044	2044	1022	2044	2194	2194	2194	2194
250	1940	1940	970	1940	2082	2082	2082	2082
300	1841	1841	921	1841	1976	1976	1976	1976
350	1761	1761	880	1761	1890	1890	1890	1890
400	1673	1673	836	1673	1796	1796	1796	1796
450	1587	1587	794	1587	1704	1704	1704	1704
500	1508	1508	754	1508	1619	1619	1619	1619
550	1432	1432	716	1432	1538	1538	1538	1538
600	1361	1361	680	1361	1461	1461	1461	1461
650	1314	1314	657	1314	1411	1411	1411	1411
700	1250	1250	625	1250	1344	1344	1344	1344
750	1189	1189	595	1189	1278	1278	1278	1278
800	1131	1131	566	1131	1216	1216	1216	1216
850	1076	1076	538	1076	1156	1156	1156	1156
900	1024	1024	512	1024	1100	1100	1100	1100
950	1005	1005	503	1005	1082	1082	1082	1082
1000	958	958	479	958	1031	1031	1031	1031
1050	913	913	456	913	983	983	983	983
1100	869	869	435	869	936	936	936	936
1150	828	828	414	828	892	892	892	892
1200	789	789	395	789	850	850	850	850
1250	792	792	396	792	855	855	855	855
1300	756	756	378	756	816	816	816	816
1350	722	722	361	722	780	780	780	780
1400	689	689	345	689	744	744	744	744
1450	658	658	329	658	711	711	711	711
1500	628	628	314	628	679	679	679	679
1550	632	632	316	632	685	685	685	685
1600	605	605	302	605	655	655	655	655
1650	578	578	289	578	627	627	627	627
1700	553	553	277	553	599	599	599	599
1750	529	529	265	529	573	573	573	573
1800	506	506	253	506	549	549	549	549

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	2690	2690	2690	2690	2775	2775	2775	2729
50	2553	2553	2553	2553	2633	2633	2633	2590
100	2423	2423	2423	2423	2498	2498	2498	2458
150	2299	2299	2299	2299	2371	2371	2371	2332
200	2182	2182	2182	2182	2250	2250	2250	2213
250	2070	2070	2070	2070	2135	2135	2135	2100
300	1965	1965	1965	1965	2026	2026	2026	1993
350	1879	1879	1879	1879	1938	1938	1938	1906
400	1785	1785	1785	1785	1841	1841	1841	1811
450	1694	1694	1694	1694	1747	1747	1747	1719
500	1609	1609	1609	1609	1659	1659	1659	1632
550	1529	1529	1529	1529	1576	1576	1576	1551
600	1452	1452	1452	1452	1497	1497	1497	1473
650	1403	1403	1403	1403	1447	1447	1447	1423
700	1336	1336	1336	1336	1378	1378	1378	1355
750	1271	1271	1271	1271	1311	1311	1311	1289
800	1209	1209	1209	1209	1247	1247	1247	1226
850	1150	1150	1150	1150	1186	1186	1186	1167
900	1094	1094	1094	1094	1128	1128	1128	1110
950	1076	1076	1076	1076	1111	1111	1111	1092
1000	1025	1025	1025	1025	1058	1058	1058	1040
1050	977	977	977	977	1009	1009	1009	991
1100	931	931	931	931	961	961	961	945
1150	887	887	887	887	916	916	916	900
1200	845	845	845	845	873	873	873	858
1250	849	849	849	849	879	879	879	863
1300	811	811	811	811	839	839	839	824
1350	775	775	775	775	801	801	801	787
1400	740	740	740	740	765	765	765	752
1450	706	706	706	706	731	731	731	718
1500	675	675	675	675	698	698	698	685
1550	680	680	680	680	704	704	704	691
1600	651	651	651	651	674	674	674	661
1650	622	622	622	622	645	645	645	633
1700	595	595	595	595	617	617	617	605
1750	570	570	570	570	590	590	590	579
1800	545	545	545	545	565	565	565	554

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	2729	1365	2729	2729	2729	1380	1380	1380
50	2590	1295	2590	2590	2590	1309	1309	1309
100	2458	1229	2458	2458	2458	1242	1242	1242
150	2332	1166	2332	2332	2332	1179	1179	1179
200	2213	1107	2213	2213	2213	1119	1119	1119
250	2100	1050	2100	2100	2100	1062	1062	1062
300	1993	996	1993	1993	1993	1007	1007	1007
350	1906	953	1906	1906	1906	964	964	964
400	1811	906	1811	1811	1811	916	916	916
450	1719	859	1719	1719	1719	869	869	869
500	1632	816	1632	1632	1632	825	825	825
550	1551	775	1551	1551	1551	784	784	784
600	1473	737	1473	1473	1473	745	745	745
650	1423	712	1423	1423	1423	720	720	720
700	1355	678	1355	1355	1355	685	685	685
750	1289	645	1289	1289	1289	652	652	652
800	1226	613	1226	1226	1226	620	620	620
850	1167	583	1167	1167	1167	590	590	590
900	1110	555	1110	1110	1110	561	561	561
950	1092	546	1092	1092	1092	552	552	552
1000	1040	520	1040	1040	1040	526	526	526
1050	991	496	991	991	991	502	502	502
1100	945	472	945	945	945	478	478	478
1150	900	450	900	900	900	455	455	455
1200	858	429	858	858	858	434	434	434
1250	863	431	863	863	863	437	437	437
1300	824	412	824	824	824	417	417	417
1350	787	393	787	787	787	398	398	398
1400	752	376	752	752	752	380	380	380
1450	718	359	718	718	718	363	363	363
1500	685	343	685	685	685	347	347	347
1550	691	346	691	691	691	350	350	350
1600	661	331	661	661	661	335	335	335
1650	633	316	633	633	633	320	320	320
1700	605	303	605	605	605	307	307	307
1750	579	290	579	579	579	293	293	293
1800	554	277	554	554	554	281	281	281

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	2789	1395	1395	1101	1101	1101	1170	1170
50	2647	1323	1323	1045	1045	1045	1111	1111
100	2511	1256	1256	992	992	992	1054	1054
150	2383	1192	1192	941	941	941	1001	1001
200	2261	1131	1131	894	894	894	950	950
250	2146	1073	1073	848	848	848	902	902
300	2036	1018	1018	805	805	805	856	856
350	1948	974	974	770	770	770	818	818
400	1851	925	925	732	732	732	777	777
450	1756	878	878	694	694	694	737	737
500	1668	834	834	659	659	659	701	701
550	1585	792	792	626	626	626	666	666
600	1505	753	753	595	595	595	632	632
650	1455	727	727	574	574	574	610	610
700	1385	693	693	546	546	546	581	581
750	1318	659	659	519	519	519	552	552
800	1254	627	627	494	494	494	525	525
850	1193	596	596	470	470	470	500	500
900	1134	567	567	447	447	447	475	475
950	1117	558	558	438	438	438	466	466
1000	1064	532	532	417	417	417	444	444
1050	1014	507	507	397	397	397	423	423
1100	967	483	483	379	379	379	403	403
1150	921	461	461	361	361	361	384	384
1200	878	439	439	344	344	344	366	366
1250	884	442	442	344	344	344	366	366
1300	844	422	422	328	328	328	350	350
1350	806	403	403	313	313	313	334	334
1400	770	385	385	299	299	299	319	319
1450	735	368	368	285	285	285	304	304
1500	702	351	351	272	272	272	290	290
1550	709	354	354	273	273	273	292	292
1600	678	339	339	261	261	261	279	279
1650	649	324	324	250	250	250	267	267
1700	621	310	310	239	239	239	255	255
1750	594	297	297	228	228	228	244	244
1800	568	284	284	218	218	218	233	233

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	1170	1170	1217	1217	1217	1186	1186	1186
50	1111	1111	1155	1155	1155	1126	1126	1126
100	1054	1054	1096	1096	1096	1069	1069	1069
150	1001	1001	1040	1040	1040	1014	1014	1014
200	950	950	987	987	987	963	963	963
250	902	902	937	937	937	914	914	914
300	856	856	890	890	890	867	867	867
350	818	818	851	851	851	829	829	829
400	777	777	808	808	808	788	788	788
450	737	737	767	767	767	747	747	747
500	701	701	728	728	728	710	710	710
550	666	666	692	692	692	675	675	675
600	632	632	657	657	657	641	641	641
650	610	610	634	634	634	618	618	618
700	581	581	604	604	604	589	589	589
750	552	552	574	574	574	560	560	560
800	525	525	546	546	546	532	532	532
850	500	500	520	520	520	506	506	506
900	475	475	494	494	494	482	482	482
950	466	466	485	485	485	473	473	473
1000	444	444	462	462	462	450	450	450
1050	423	423	440	440	440	429	429	429
1100	403	403	419	419	419	409	409	409
1150	384	384	400	400	400	389	389	389
1200	366	366	381	381	381	371	371	371
1250	366	366	382	382	382	371	371	371
1300	350	350	364	364	364	355	355	355
1350	334	334	348	348	348	339	339	339
1400	319	319	332	332	332	323	323	323
1450	304	304	317	317	317	309	309	309
1500	290	290	303	303	303	295	295	295
1550	292	292	304	304	304	296	296	296
1600	279	279	291	291	291	283	283	283
1650	267	267	278	278	278	271	271	271
1700	255	255	266	266	266	259	259	259
1750	244	244	255	255	255	248	248	248
1800	233	233	243	243	243	237	237	237

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	1186	1131	1131	1131	1131	2473	2473	1236
50	1126	1073	1073	1073	1073	2347	2347	1173
100	1069	1019	1019	1019	1019	2227	2227	1114
150	1014	967	967	967	967	2114	2114	1057
200	963	918	918	918	918	2006	2006	1003
250	914	871	871	871	871	1904	1904	952
300	867	827	827	827	827	1807	1807	904
350	829	791	791	791	791	1728	1728	864
400	788	751	751	751	751	1642	1642	821
450	747	713	713	713	713	1558	1558	779
500	710	677	677	677	677	1480	1480	740
550	675	643	643	643	643	1406	1406	703
600	641	611	611	611	611	1335	1335	668
650	618	590	590	590	590	1289	1289	645
700	589	561	561	561	561	1227	1227	613
750	560	534	534	534	534	1167	1167	584
800	532	508	508	508	508	1110	1110	555
850	506	483	483	483	483	1056	1056	528
900	482	459	459	459	459	1004	1004	502
950	473	450	450	450	450	986	986	493
1000	450	429	429	429	429	939	939	470
1050	429	408	408	408	408	895	895	448
1100	409	389	389	389	389	853	853	426
1150	389	371	371	371	371	812	812	406
1200	371	353	353	353	353	774	774	387
1250	371	353	353	353	353	776	776	388
1300	355	337	337	337	337	741	741	370
1350	339	322	322	322	322	707	707	354
1400	323	307	307	307	307	675	675	338
1450	309	293	293	293	293	645	645	322
1500	295	280	280	280	280	616	616	308
1550	296	281	281	281	281	619	619	310
1600	283	269	269	269	269	592	592	296
1650	271	257	257	257	257	567	567	283
1700	259	246	246	246	246	542	542	271
1750	248	235	235	235	235	518	518	259
1800	237	225	225	225	225	496	496	248

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	1148	1148	1148	1148	1119	1119	1119
50	1090	1090	1090	1090	1062	1062	1062
100	1034	1034	1034	1034	1008	1008	1008
150	982	982	982	982	957	957	957
200	932	932	932	932	908	908	908
250	885	885	885	885	862	862	862
300	840	840	840	840	819	819	819
350	803	803	803	803	783	783	783
400	763	763	763	763	744	744	744
450	724	724	724	724	705	705	705
500	687	687	687	687	670	670	670
550	653	653	653	653	637	637	637
600	620	620	620	620	605	605	605
650	599	599	599	599	583	583	583
700	570	570	570	570	555	555	555
750	542	542	542	542	528	528	528
800	515	515	515	515	502	502	502
850	490	490	490	490	478	478	478
900	466	466	466	466	454	454	454
950	457	457	457	457	445	445	445
1000	435	435	435	435	424	424	424
1050	415	415	415	415	404	404	404
1100	395	395	395	395	385	385	385
1150	376	376	376	376	367	367	367
1200	359	359	359	359	349	349	349
1250	359	359	359	359	350	350	350
1300	343	343	343	343	334	334	334
1350	327	327	327	327	318	318	318
1400	312	312	312	312	304	304	304
1450	298	298	298	298	290	290	290
1500	285	285	285	285	277	277	277
1550	286	286	286	286	278	278	278
1600	273	273	273	273	266	266	266
1650	261	261	261	261	254	254	254
1700	250	250	250	250	243	243	243
1750	239	239	239	239	232	232	232
1800	228	228	228	228	222	222	222

**TABELLA A.10:** valori di capacità calcolati con il modello australiano.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2790	2790	2790	1210	2843	2843	2843	2843
50	2703	2711	2714	1170	2768	2765	2762	2767
100	2621	2638	2643	1133	2698	2693	2686	2695
150	2546	2570	2576	1098	2632	2625	2615	2628
200	2475	2506	2515	1066	2571	2562	2548	2566
250	2409	2446	2457	1035	2513	2502	2486	2508
300	2347	2390	2403	1007	2460	2447	2428	2453
350	2289	2338	2352	981	2410	2396	2374	2403
400	2235	2290	2305	956	2363	2347	2324	2355
450	2185	2244	2261	933	2320	2302	2277	2311
500	2138	2202	2220	911	2279	2260	2232	2270
550	2094	2162	2182	891	2241	2221	2191	2231
600	2053	2125	2146	872	2206	2184	2153	2195
650	2014	2091	2113	855	2173	2150	2117	2162
700	1978	2059	2082	838	2142	2119	2083	2130
750	1944	2029	2053	823	2114	2089	2052	2101
800	1913	2001	2026	809	2087	2061	2023	2074
850	1883	1975	2001	795	2063	2036	1996	2049
900	1856	1950	1978	782	2040	2012	1971	2026
950	1830	1928	1956	771	2019	1990	1947	2004
1000	1806	1907	1936	760	1999	1969	1925	1984
1050	1784	1887	1918	749	1981	1950	1905	1966
1100	1763	1869	1901	740	1964	1933	1886	1948
1150	1744	1852	1885	731	1949	1916	1868	1932
1200	1725	1837	1870	722	1934	1901	1852	1918
1250	1708	1822	1856	714	1921	1887	1837	1904
1300	1692	1809	1843	707	1909	1874	1822	1891
1350	1677	1796	1832	700	1897	1862	1809	1879
1400	1663	1784	1821	694	1887	1850	1797	1869
1450	1650	1773	1810	687	1877	1840	1785	1858
1500	1638	1763	1801	682	1868	1830	1774	1849
1550	1626	1753	1792	676	1859	1821	1764	1840
1600	1615	1744	1783	671	1851	1812	1755	1832
1650	1604	1736	1775	666	1844	1804	1745	1824
1700	1594	1727	1767	661	1836	1796	1736	1816
1750	1584	1719	1760	656	1829	1788	1728	1808
1800	1574	1711	1752	652	1822	1780	1719	1801

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	2728	1186	2728	1186	2902	1252	1252	1252
50	2629	1151	2629	1151	2823	1220	1214	1216
100	2536	1118	2536	1118	2747	1190	1178	1182
150	2446	1085	2446	1085	2675	1160	1143	1150
200	2362	1055	2362	1055	2605	1132	1110	1119
250	2280	1025	2280	1025	2537	1105	1078	1089
300	2203	996	2203	996	2472	1078	1047	1060
350	2128	969	2128	969	2408	1053	1017	1031
400	2056	942	2056	942	2346	1027	989	1004
450	1987	916	1987	916	2285	1003	961	977
500	1920	890	1920	890	2226	978	933	951
550	1855	865	1855	865	2167	954	906	925
600	1791	840	1791	840	2109	930	880	899
650	1728	816	1728	816	2051	906	853	874
700	1667	791	1667	791	1992	882	827	849
750	1606	767	1606	767	1934	858	801	823
800	1546	742	1546	742	1875	833	775	798
850	1486	717	1486	717	1815	808	748	772
900	1427	692	1427	692	1754	782	722	745
950	1367	667	1367	667	1691	755	694	718
1000	1723	845	1723	845	2147	960	880	911
1050	1700	838	1700	838	2131	955	872	904
1100	1678	831	1678	831	2118	950	864	898
1150	1658	826	1658	826	2105	946	858	892
1200	1639	820	1639	820	2093	943	852	887
1250	1621	815	1621	815	2083	940	846	882
1300	1605	811	1605	811	2073	937	841	878
1350	1589	807	1589	807	2065	934	836	874
1400	1574	803	1574	803	2057	932	831	870
1450	1561	799	1561	799	2049	931	827	867
1500	1547	796	1547	796	2043	929	823	864
1550	1535	793	1535	793	2037	928	820	861
1600	1523	791	1523	791	2031	927	816	859
1650	1512	788	1512	788	2025	925	813	856
1700	1501	786	1501	786	2020	924	810	854
1750	1491	784	1491	784	2015	924	807	852
1800	1480	781	1480	781	2010	923	804	849

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	2735	2735	1189	2735	2883	2883	2883	2883
50	2642	2642	1145	2642	2808	2808	2802	2802
100	2554	2554	1103	2554	2738	2738	2726	2726
150	2470	2470	1063	2470	2673	2673	2655	2655
200	2390	2390	1025	2390	2612	2612	2589	2589
250	2313	2313	988	2313	2555	2555	2528	2528
300	2239	2239	954	2239	2502	2502	2470	2470
350	2168	2168	921	2168	2452	2452	2417	2417
400	2100	2100	889	2100	2406	2406	2366	2366
450	2033	2033	858	2033	2363	2363	2319	2319
500	1969	1969	828	1969	2322	2322	2276	2276
550	1906	1906	799	1906	2285	2285	2235	2235
600	1844	1844	771	1844	2250	2250	2196	2196
650	1783	1783	744	1783	2217	2217	2161	2161
700	1723	1723	717	1723	2187	2187	2128	2128
750	1664	1664	690	1664	2159	2159	2097	2097
800	1604	1604	664	1604	2133	2133	2068	2068
850	1545	1545	637	1545	2108	2108	2041	2041
900	1486	1486	611	1486	2086	2086	2016	2016
950	1426	1426	585	1426	2065	2065	1993	1993
1000	1801	1801	737	1801	2046	2046	1971	1971
1050	1779	1779	727	1779	2028	2028	1951	1951
1100	1760	1760	717	1760	2012	2012	1933	1933
1150	1741	1741	708	1741	1996	1996	1915	1915
1200	1724	1724	700	1724	1982	1982	1899	1899
1250	1708	1708	692	1708	1969	1969	1884	1884
1300	1693	1693	684	1693	1958	1958	1870	1870
1350	1679	1679	677	1679	1947	1947	1857	1857
1400	1666	1666	671	1666	1936	1936	1845	1845
1450	1654	1654	665	1654	1927	1927	1834	1834
1500	1642	1642	659	1642	1918	1918	1824	1824
1550	1631	1631	653	1631	1910	1910	1814	1814
1600	1621	1621	648	1621	1902	1902	1804	1804
1650	1611	1611	643	1611	1895	1895	1796	1796
1700	1601	1601	638	1601	1888	1888	1787	1787
1750	1592	1592	633	1592	1881	1881	1779	1779
1800	1583	1583	629	1583	1874	1874	1771	1771

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	2870	2870	2870	2870	2940	2940	2940	2902
50	2795	2791	2795	2795	2855	2855	2855	2817
100	2725	2717	2725	2725	2774	2774	2774	2735
150	2659	2649	2659	2659	2696	2696	2696	2657
200	2598	2585	2598	2598	2622	2622	2622	2583
250	2541	2525	2541	2541	2550	2550	2550	2510
300	2488	2469	2488	2488	2480	2480	2480	2441
350	2438	2417	2438	2438	2413	2413	2413	2373
400	2392	2368	2392	2392	2347	2347	2347	2308
450	2348	2322	2348	2348	2283	2283	2283	2244
500	2308	2280	2308	2308	2221	2221	2221	2181
550	2270	2240	2270	2270	2159	2159	2159	2120
600	2235	2203	2235	2235	2098	2098	2098	2059
650	2203	2169	2203	2203	2037	2037	2037	1999
700	2172	2136	2172	2172	1977	1977	1977	1939
750	2144	2107	2144	2144	1917	1917	1917	1879
800	2118	2079	2118	2118	1856	1856	1856	1818
850	2093	2053	2093	2093	1794	1794	1794	1758
900	2071	2029	2071	2071	1732	1732	1732	1696
950	2050	2006	2050	2050	1668	1668	1668	1633
1000	2030	1985	2030	2030	2114	2114	2114	2069
1050	2012	1966	2012	2012	2097	2097	2097	2051
1100	1996	1948	1996	1996	2081	2081	2081	2035
1150	1981	1932	1981	1981	2067	2067	2067	2020
1200	1966	1916	1966	1966	2053	2053	2053	2006
1250	1953	1902	1953	1953	2041	2041	2041	1993
1300	1941	1889	1941	1941	2030	2030	2030	1982
1350	1930	1876	1930	1930	2019	2019	2019	1971
1400	1920	1865	1920	1920	2010	2010	2010	1961
1450	1910	1854	1910	1910	2001	2001	2001	1952
1500	1901	1844	1901	1901	1992	1992	1992	1943
1550	1893	1835	1893	1893	1985	1985	1985	1935
1600	1885	1826	1885	1885	1978	1978	1978	1927
1650	1878	1818	1878	1878	1971	1971	1971	1920
1700	1871	1810	1871	1871	1964	1964	1964	1913
1750	1864	1802	1864	1864	1958	1958	1958	1907
1800	1857	1794	1857	1857	1952	1952	1952	1900

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	2902	1252	2902	2902	2902	1261	1261	1261
50	2817	1208	2817	2817	2817	1217	1217	1223
100	2735	1166	2735	2735	2735	1176	1176	1187
150	2657	1126	2657	2657	2657	1136	1136	1153
200	2583	1088	2583	2583	2583	1098	1098	1120
250	2510	1052	2510	2510	2510	1062	1062	1088
300	2441	1017	2441	2441	2441	1027	1027	1057
350	2373	984	2373	2373	2373	993	993	1027
400	2308	951	2308	2308	2308	961	961	998
450	2244	920	2244	2244	2244	930	930	970
500	2181	890	2181	2181	2181	899	899	943
550	2120	860	2120	2120	2120	870	870	916
600	2059	832	2059	2059	2059	841	841	889
650	1999	803	1999	1999	1999	813	813	863
700	1939	776	1939	1939	1939	785	785	836
750	1879	748	1879	1879	1879	757	757	810
800	1818	721	1818	1818	1818	729	729	784
850	1758	693	1758	1758	1758	702	702	757
900	1696	666	1696	1696	1696	675	675	730
950	1633	639	1633	1633	1633	647	647	703
1000	2069	806	2069	2069	2069	816	816	890
1050	2051	796	2051	2051	2051	806	806	883
1100	2035	786	2035	2035	2035	797	797	875
1150	2020	777	2020	2020	2020	788	788	869
1200	2006	769	2006	2006	2006	780	780	863
1250	1993	761	1993	1993	1993	772	772	857
1300	1982	754	1982	1982	1982	765	765	852
1350	1971	747	1971	1971	1971	758	758	847
1400	1961	741	1961	1961	1961	752	752	842
1450	1952	735	1952	1952	1952	746	746	838
1500	1943	729	1943	1943	1943	740	740	835
1550	1935	724	1935	1935	1935	735	735	831
1600	1927	719	1927	1927	1927	730	730	828
1650	1920	714	1920	1920	1920	725	725	824
1700	1913	709	1913	1913	1913	720	720	821
1750	1907	705	1907	1907	1907	716	716	818
1800	1900	700	1900	1900	1900	712	712	816

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	2953	1271	1271	1260	1260	1260	1302	1302
50	2856	1233	1227	1206	1206	1206	1264	1262
100	2763	1197	1185	1155	1155	1155	1228	1225
150	2675	1162	1145	1107	1107	1107	1193	1189
200	2591	1129	1107	1061	1061	1061	1160	1155
250	2510	1097	1071	1018	1018	1018	1128	1122
300	2433	1066	1036	977	977	977	1097	1091
350	2358	1037	1003	938	938	938	1067	1060
400	2285	1008	970	901	901	901	1038	1030
450	2215	980	939	865	865	865	1009	1001
500	2147	952	909	831	831	831	981	973
550	2080	925	879	798	798	798	954	945
600	2014	898	850	766	766	766	927	917
650	1950	872	822	735	735	735	900	890
700	1886	845	794	705	705	705	873	863
750	1823	819	766	676	676	676	847	836
800	1759	793	738	647	647	647	820	808
850	1696	766	710	619	619	619	792	781
900	1632	739	683	591	591	591	765	753
950	1567	711	655	563	563	563	737	725
1000	1981	901	827	535	535	535	708	696
1050	1960	893	817	508	508	508	678	666
1100	1939	886	807	480	480	480	647	636
1150	1921	880	799	452	452	452	615	604
1200	1903	873	790	423	423	423	582	571
1250	1887	868	783	394	394	394	547	536
1300	1872	863	775	365	365	365	511	500
1350	1858	858	769	334	334	334	472	462
1400	1845	854	763	303	303	303	432	422
1450	1833	850	757	270	270	270	389	380
1500	1821	846	751	237	237	237	343	336
1550	1811	842	746	202	202	202	295	288
1600	1801	839	741	165	165	165	244	238
1650	1791	836	736	127	127	127	189	184
1700	1782	833	731	87	87	87	130	127
1750	1773	830	727	45	45	45	67	66
1800	1764	827	723	0	0	0	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	1302	1302	1333	1333	1333	1312	1312	1312
50	1260	1264	1276	1276	1279	1274	1272	1274
100	1220	1228	1223	1223	1229	1238	1233	1238
150	1183	1193	1173	1173	1181	1204	1197	1204
200	1147	1160	1125	1125	1136	1170	1162	1170
250	1112	1128	1080	1080	1092	1138	1128	1138
300	1078	1097	1037	1037	1051	1107	1095	1107
350	1046	1067	996	996	1012	1077	1064	1077
400	1015	1038	957	957	974	1048	1033	1048
450	985	1009	919	919	938	1020	1003	1020
500	955	981	883	883	903	992	974	992
550	926	954	849	849	869	965	946	965
600	898	927	815	815	837	937	918	937
650	870	900	782	782	805	910	890	910
700	842	873	751	751	774	884	862	884
750	814	847	720	720	743	857	835	857
800	786	820	689	689	713	830	807	830
850	758	792	659	659	683	802	779	802
900	730	765	630	630	654	774	751	774
950	702	737	600	600	624	746	723	746
1000	673	708	571	571	595	717	693	717
1050	643	678	542	542	565	687	664	687
1100	613	647	512	512	535	656	633	656
1150	582	615	482	482	505	624	601	624
1200	549	582	452	452	474	590	568	590
1250	515	547	421	421	442	555	533	555
1300	480	511	390	390	410	518	497	518
1350	443	472	357	357	376	479	459	479
1400	404	432	324	324	342	438	419	438
1450	364	389	289	289	306	395	377	395
1500	321	343	254	254	268	349	333	349
1550	275	295	216	216	229	300	286	300
1600	227	244	177	177	188	247	236	247
1650	175	189	136	136	145	192	182	192
1700	121	130	93	93	99	132	126	132
1750	62	67	48	48	51	68	65	68
1800	0	0	0	0	0	0	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	1312	1123	1123	1123	1123	2700	2700	1176
50	1274	1090	1078	1084	1075	2617	2630	1133
100	1238	1059	1036	1047	1030	2540	2564	1093
150	1204	1029	996	1012	987	2467	2502	1055
200	1170	1001	958	979	947	2400	2444	1020
250	1138	974	922	947	909	2337	2390	987
300	1107	947	887	917	873	2278	2340	957
350	1077	922	854	887	838	2223	2293	929
400	1048	897	823	859	805	2171	2249	902
450	1020	873	793	832	774	2123	2208	877
500	992	849	763	805	743	2078	2170	854
550	965	826	735	779	714	2036	2135	832
600	937	803	708	754	686	1996	2102	812
650	910	780	681	729	658	1959	2071	793
700	884	757	655	704	632	1925	2042	775
750	857	734	629	680	606	1893	2016	759
800	830	712	604	656	580	1863	1991	743
850	802	688	579	632	555	1835	1968	729
900	774	665	555	607	530	1809	1946	715
950	746	641	530	583	505	1784	1927	702
1000	717	613	507	559	480	1761	1908	690
1050	687	587	483	535	455	1740	1892	679
1100	656	562	459	511	431	1720	1876	668
1150	624	537	435	487	407	1701	1861	658
1200	590	512	411	463	383	1684	1848	649
1250	555	487	387	439	359	1668	1836	640
1300	518	462	363	415	335	1653	1824	632
1350	479	437	339	391	311	1638	1814	624
1400	438	412	315	367	287	1625	1804	617
1450	395	387	291	343	263	1612	1795	610
1500	349	362	267	319	239	1601	1787	603
1550	300	337	243	295	215	1589	1779	597
1600	247	312	219	271	191	1579	1771	591
1650	192	287	195	247	167	1569	1764	586
1700	132	262	171	223	143	1559	1757	580
1750	68	237	147	199	119	1549	1751	575
1800	0	212	123	175	95	1540	1744	570

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	1288	1288	1288	1288	1270	1270	1270
50	1229	1236	1230	1237	1216	1216	1216
100	1174	1188	1176	1190	1165	1165	1165
150	1122	1142	1125	1145	1117	1117	1117
200	1073	1098	1077	1102	1072	1072	1072
250	1027	1057	1032	1062	1029	1029	1029
300	983	1017	989	1023	988	988	988
350	941	979	948	986	949	949	949
400	902	943	908	950	912	912	912
450	864	908	871	916	876	876	876
500	828	874	835	882	841	841	841
550	793	842	801	850	808	808	808
600	759	810	768	819	776	776	776
650	727	780	736	789	745	745	745
700	696	750	704	759	715	715	715
750	665	720	674	730	685	685	685
800	635	691	644	701	656	656	656
850	606	662	615	672	628	628	628
900	578	634	587	644	600	600	600
950	549	606	558	615	572	572	572
1000	521	577	530	587	544	544	544
1050	493	548	502	558	516	516	516
1100	465	519	474	529	488	488	488
1150	437	490	446	500	459	459	459
1200	409	460	417	469	430	430	430
1250	380	429	388	438	401	401	401
1300	351	398	358	406	371	371	371
1350	321	366	328	373	340	340	340
1400	290	332	297	339	308	308	308
1450	259	297	265	304	275	275	275
1500	226	261	232	267	241	241	241
1550	193	222	197	228	206	206	206
1600	158	182	161	187	168	168	168
1650	121	141	124	144	130	130	130
1700	83	96	85	99	89	89	89
1750	42	49	43	51	45	45	45
1800	0	0	0	0	0	0	0

**TABELLA A.11:** valori di capacità calcolati con il modello statunitense.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2555	2555	2555	1277	2555	2555	2555	2555
50	2458	2458	2458	1229	2458	2458	2458	2458
100	2365	2365	2365	1183	2365	2365	2365	2365
150	2276	2276	2276	1138	2276	2276	2276	2276
200	2190	2190	2190	1095	2190	2190	2190	2190
250	2107	2107	2107	1054	2107	2107	2107	2107
300	2028	2028	2028	1014	2028	2028	2028	2028
350	2025	2025	2025	1013	2025	2025	2025	2025
400	1950	1950	1950	975	1950	1950	1950	1950
450	1877	1877	1877	939	1877	1877	1877	1877
500	1808	1808	1808	904	1808	1808	1808	1808
550	1740	1740	1740	870	1740	1740	1740	1740
600	1676	1676	1676	838	1676	1676	1676	1676
650	1683	1683	1683	841	1683	1683	1683	1683
700	1621	1621	1621	811	1621	1621	1621	1621
750	1562	1562	1562	781	1562	1562	1562	1562
800	1505	1505	1505	752	1505	1505	1505	1505
850	1450	1450	1450	725	1450	1450	1450	1450
900	1397	1397	1397	698	1397	1397	1397	1397
950	1411	1411	1411	705	1411	1411	1411	1411
1000	1360	1360	1360	680	1360	1360	1360	1360
1050	1311	1311	1311	656	1311	1311	1311	1311
1100	1264	1264	1264	632	1264	1264	1264	1264
1150	1218	1218	1218	609	1218	1218	1218	1218
1200	1175	1175	1175	587	1175	1175	1175	1175
1250	1193	1193	1193	597	1193	1193	1193	1193
1300	1151	1151	1151	575	1151	1151	1151	1151
1350	1110	1110	1110	555	1110	1110	1110	1110
1400	1071	1071	1071	535	1071	1071	1071	1071
1450	1033	1033	1033	517	1033	1033	1033	1033
1500	997	997	997	498	997	997	997	997
1550	1018	1018	1018	509	1018	1018	1018	1018
1600	983	983	983	491	983	983	983	983
1650	949	949	949	474	949	949	949	949
1700	916	916	916	458	916	916	916	916
1750	884	884	884	442	884	884	884	884
1800	853	853	853	427	853	853	853	853

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	2555	1277	2555	1277	2555	1277	1277	1277
50	2458	1229	2458	1229	2458	1229	1229	1229
100	2365	1183	2365	1183	2365	1183	1183	1183
150	2276	1138	2276	1138	2276	1138	1138	1138
200	2190	1095	2190	1095	2190	1095	1095	1095
250	2107	1054	2107	1054	2107	1054	1054	1054
300	2028	1014	2028	1014	2028	1014	1014	1014
350	2025	1013	2025	1013	2025	1013	1013	1013
400	1950	975	1950	975	1950	975	975	975
450	1877	939	1877	939	1877	939	939	939
500	1808	904	1808	904	1808	904	904	904
550	1740	870	1740	870	1740	870	870	870
600	1676	838	1676	838	1676	838	838	838
650	1683	841	1683	841	1683	841	841	841
700	1621	811	1621	811	1621	811	811	811
750	1562	781	1562	781	1562	781	781	781
800	1505	752	1505	752	1505	752	752	752
850	1450	725	1450	725	1450	725	725	725
900	1397	698	1397	698	1397	698	698	698
950	1411	705	1411	705	1411	705	705	705
1000	1360	680	1360	680	1360	680	680	680
1050	1311	656	1311	656	1311	656	656	656
1100	1264	632	1264	632	1264	632	632	632
1150	1218	609	1218	609	1218	609	609	609
1200	1175	587	1175	587	1175	587	587	587
1250	1193	597	1193	597	1193	597	597	597
1300	1151	575	1151	575	1151	575	575	575
1350	1110	555	1110	555	1110	555	555	555
1400	1071	535	1071	535	1071	535	535	535
1450	1033	517	1033	517	1033	517	517	517
1500	997	498	997	498	997	498	498	498
1550	1018	509	1018	509	1018	509	509	509
1600	983	491	983	491	983	491	491	491
1650	949	474	949	474	949	474	474	474
1700	916	458	916	458	916	458	458	458
1750	884	442	884	442	884	442	442	442
1800	853	427	853	427	853	427	427	427

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	2555	2555	1277	2555	2555	2555	2555	2555
50	2458	2458	1229	2458	2458	2458	2458	2458
100	2365	2365	1183	2365	2365	2365	2365	2365
150	2276	2276	1138	2276	2276	2276	2276	2276
200	2190	2190	1095	2190	2190	2190	2190	2190
250	2107	2107	1054	2107	2107	2107	2107	2107
300	2028	2028	1014	2028	2028	2028	2028	2028
350	2025	2025	1013	2025	2025	2025	2025	2025
400	1950	1950	975	1950	1950	1950	1950	1950
450	1877	1877	939	1877	1877	1877	1877	1877
500	1808	1808	904	1808	1808	1808	1808	1808
550	1740	1740	870	1740	1740	1740	1740	1740
600	1676	1676	838	1676	1676	1676	1676	1676
650	1683	1683	841	1683	1683	1683	1683	1683
700	1621	1621	811	1621	1621	1621	1621	1621
750	1562	1562	781	1562	1562	1562	1562	1562
800	1505	1505	752	1505	1505	1505	1505	1505
850	1450	1450	725	1450	1450	1450	1450	1450
900	1397	1397	698	1397	1397	1397	1397	1397
950	1411	1411	705	1411	1411	1411	1411	1411
1000	1360	1360	680	1360	1360	1360	1360	1360
1050	1311	1311	656	1311	1311	1311	1311	1311
1100	1264	1264	632	1264	1264	1264	1264	1264
1150	1218	1218	609	1218	1218	1218	1218	1218
1200	1175	1175	587	1175	1175	1175	1175	1175
1250	1193	1193	597	1193	1193	1193	1193	1193
1300	1151	1151	575	1151	1151	1151	1151	1151
1350	1110	1110	555	1110	1110	1110	1110	1110
1400	1071	1071	535	1071	1071	1071	1071	1071
1450	1033	1033	517	1033	1033	1033	1033	1033
1500	997	997	498	997	997	997	997	997
1550	1018	1018	509	1018	1018	1018	1018	1018
1600	983	983	491	983	983	983	983	983
1650	949	949	474	949	949	949	949	949
1700	916	916	458	916	916	916	916	916
1750	884	884	442	884	884	884	884	884
1800	853	853	427	853	853	853	853	853

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	2555	2555	2555	2555	2555	2555	2555	2555
50	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458	2458
100	2365	2365	2365	2365	2365	2365	2365	2365
150	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276
200	2190	2190	2190	2190	2190	2190	2190	2190
250	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107
300	2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028
350	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025
400	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1950
450	1877	1877	1877	1877	1877	1877	1877	1877
500	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
550	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740
600	1676	1676	1676	1676	1676	1676	1676	1676
650	1683	1683	1683	1683	1683	1683	1683	1683
700	1621	1621	1621	1621	1621	1621	1621	1621
750	1562	1562	1562	1562	1562	1562	1562	1562
800	1505	1505	1505	1505	1505	1505	1505	1505
850	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450
900	1397	1397	1397	1397	1397	1397	1397	1397
950	1411	1411	1411	1411	1411	1411	1411	1411
1000	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360
1050	1311	1311	1311	1311	1311	1311	1311	1311
1100	1264	1264	1264	1264	1264	1264	1264	1264
1150	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218	1218
1200	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175
1250	1193	1193	1193	1193	1193	1193	1193	1193
1300	1151	1151	1151	1151	1151	1151	1151	1151
1350	1110	1110	1110	1110	1110	1110	1110	1110
1400	1071	1071	1071	1071	1071	1071	1071	1071
1450	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033
1500	997	997	997	997	997	997	997	997
1550	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
1600	983	983	983	983	983	983	983	983
1650	949	949	949	949	949	949	949	949
1700	916	916	916	916	916	916	916	916
1750	884	884	884	884	884	884	884	884
1800	853	853	853	853	853	853	853	853

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	2555	1277	2555	2555	2555	1277	1277	1277
50	2458	1229	2458	2458	2458	1229	1229	1229
100	2365	1183	2365	2365	2365	1183	1183	1183
150	2276	1138	2276	2276	2276	1138	1138	1138
200	2190	1095	2190	2190	2190	1095	1095	1095
250	2107	1054	2107	2107	2107	1054	1054	1054
300	2028	1014	2028	2028	2028	1014	1014	1014
350	2025	1013	2025	2025	2025	1013	1013	1013
400	1950	975	1950	1950	1950	975	975	975
450	1877	939	1877	1877	1877	939	939	939
500	1808	904	1808	1808	1808	904	904	904
550	1740	870	1740	1740	1740	870	870	870
600	1676	838	1676	1676	1676	838	838	838
650	1683	841	1683	1683	1683	841	841	841
700	1621	811	1621	1621	1621	811	811	811
750	1562	781	1562	1562	1562	781	781	781
800	1505	752	1505	1505	1505	752	752	752
850	1450	725	1450	1450	1450	725	725	725
900	1397	698	1397	1397	1397	698	698	698
950	1411	705	1411	1411	1411	705	705	705
1000	1360	680	1360	1360	1360	680	680	680
1050	1311	656	1311	1311	1311	656	656	656
1100	1264	632	1264	1264	1264	632	632	632
1150	1218	609	1218	1218	1218	609	609	609
1200	1175	587	1175	1175	1175	587	587	587
1250	1193	597	1193	1193	1193	597	597	597
1300	1151	575	1151	1151	1151	575	575	575
1350	1110	555	1110	1110	1110	555	555	555
1400	1071	535	1071	1071	1071	535	535	535
1450	1033	517	1033	1033	1033	517	517	517
1500	997	498	997	997	997	498	498	498
1550	1018	509	1018	1018	1018	509	509	509
1600	983	491	983	983	983	491	491	491
1650	949	474	949	949	949	474	474	474
1700	916	458	916	916	916	458	458	458
1750	884	442	884	884	884	442	442	442
1800	853	427	853	853	853	427	427	427

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	2555	1277	1277	1277	1277	1277	1277	1277
50	2458	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229
100	2365	1183	1183	1183	1183	1183	1183	1183
150	2276	1138	1138	1138	1138	1138	1138	1138
200	2190	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095
250	2107	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054
300	2028	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014
350	2025	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013
400	1950	975	975	975	975	975	975	975
450	1877	939	939	939	939	939	939	939
500	1808	904	904	904	904	904	904	904
550	1740	870	870	870	870	870	870	870
600	1676	838	838	838	838	838	838	838
650	1683	841	841	841	841	841	841	841
700	1621	811	811	811	811	811	811	811
750	1562	781	781	781	781	781	781	781
800	1505	752	752	752	752	752	752	752
850	1450	725	725	725	725	725	725	725
900	1397	698	698	698	698	698	698	698
950	1411	705	705	705	705	705	705	705
1000	1360	680	680	680	680	680	680	680
1050	1311	656	656	656	656	656	656	656
1100	1264	632	632	632	632	632	632	632
1150	1218	609	609	609	609	609	609	609
1200	1175	587	587	587	587	587	587	587
1250	1193	597	597	597	597	597	597	597
1300	1151	575	575	575	575	575	575	575
1350	1110	555	555	555	555	555	555	555
1400	1071	535	535	535	535	535	535	535
1450	1033	517	517	517	517	517	517	517
1500	997	498	498	498	498	498	498	498
1550	1018	509	509	509	509	509	509	509
1600	983	491	491	491	491	491	491	491
1650	949	474	474	474	474	474	474	474
1700	916	458	458	458	458	458	458	458
1750	884	442	442	442	442	442	442	442
1800	853	427	427	427	427	427	427	427

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	1277	1277	1277	1277	1277	1277	1277	1277
50	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229
100	1183	1183	1183	1183	1183	1183	1183	1183
150	1138	1138	1138	1138	1138	1138	1138	1138
200	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095
250	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054
300	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014
350	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013
400	975	975	975	975	975	975	975	975
450	939	939	939	939	939	939	939	939
500	904	904	904	904	904	904	904	904
550	870	870	870	870	870	870	870	870
600	838	838	838	838	838	838	838	838
650	841	841	841	841	841	841	841	841
700	811	811	811	811	811	811	811	811
750	781	781	781	781	781	781	781	781
800	752	752	752	752	752	752	752	752
850	725	725	725	725	725	725	725	725
900	698	698	698	698	698	698	698	698
950	705	705	705	705	705	705	705	705
1000	680	680	680	680	680	680	680	680
1050	656	656	656	656	656	656	656	656
1100	632	632	632	632	632	632	632	632
1150	609	609	609	609	609	609	609	609
1200	587	587	587	587	587	587	587	587
1250	597	597	597	597	597	597	597	597
1300	575	575	575	575	575	575	575	575
1350	555	555	555	555	555	555	555	555
1400	535	535	535	535	535	535	535	535
1450	517	517	517	517	517	517	517	517
1500	498	498	498	498	498	498	498	498
1550	509	509	509	509	509	509	509	509
1600	491	491	491	491	491	491	491	491
1650	474	474	474	474	474	474	474	474
1700	458	458	458	458	458	458	458	458
1750	442	442	442	442	442	442	442	442
1800	427	427	427	427	427	427	427	427

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	1277	1277	1277	1277	1277	2555	2555	1277
50	1229	1229	1229	1229	1229	2458	2458	1229
100	1183	1183	1183	1183	1183	2365	2365	1183
150	1138	1138	1138	1138	1138	2276	2276	1138
200	1095	1095	1095	1095	1095	2190	2190	1095
250	1054	1054	1054	1054	1054	2107	2107	1054
300	1014	1014	1014	1014	1014	2028	2028	1014
350	1013	1013	1013	1013	1013	2025	2025	1013
400	975	975	975	975	975	1950	1950	975
450	939	939	939	939	939	1877	1877	939
500	904	904	904	904	904	1808	1808	904
550	870	870	870	870	870	1740	1740	870
600	838	838	838	838	838	1676	1676	838
650	841	841	841	841	841	1683	1683	841
700	811	811	811	811	811	1621	1621	811
750	781	781	781	781	781	1562	1562	781
800	752	752	752	752	752	1505	1505	752
850	725	725	725	725	725	1450	1450	725
900	698	698	698	698	698	1397	1397	698
950	705	705	705	705	705	1411	1411	705
1000	680	680	680	680	680	1360	1360	680
1050	656	656	656	656	656	1311	1311	656
1100	632	632	632	632	632	1264	1264	632
1150	609	609	609	609	609	1218	1218	609
1200	587	587	587	587	587	1175	1175	587
1250	597	597	597	597	597	1193	1193	597
1300	575	575	575	575	575	1151	1151	575
1350	555	555	555	555	555	1110	1110	555
1400	535	535	535	535	535	1071	1071	535
1450	517	517	517	517	517	1033	1033	517
1500	498	498	498	498	498	997	997	498
1550	509	509	509	509	509	1018	1018	509
1600	491	491	491	491	491	983	983	491
1650	474	474	474	474	474	949	949	474
1700	458	458	458	458	458	916	916	458
1750	442	442	442	442	442	884	884	442
1800	427	427	427	427	427	853	853	427

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	1277	1277	1277	1277	1277	1277	1277
50	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229
100	1183	1183	1183	1183	1183	1183	1183
150	1138	1138	1138	1138	1138	1138	1138
200	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095
250	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054
300	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014
350	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013
400	975	975	975	975	975	975	975
450	939	939	939	939	939	939	939
500	904	904	904	904	904	904	904
550	870	870	870	870	870	870	870
600	838	838	838	838	838	838	838
650	841	841	841	841	841	841	841
700	811	811	811	811	811	811	811
750	781	781	781	781	781	781	781
800	752	752	752	752	752	752	752
850	725	725	725	725	725	725	725
900	698	698	698	698	698	698	698
950	705	705	705	705	705	705	705
1000	680	680	680	680	680	680	680
1050	656	656	656	656	656	656	656
1100	632	632	632	632	632	632	632
1150	609	609	609	609	609	609	609
1200	587	587	587	587	587	587	587
1250	597	597	597	597	597	597	597
1300	575	575	575	575	575	575	575
1350	555	555	555	555	555	555	555
1400	535	535	535	535	535	535	535
1450	517	517	517	517	517	517	517
1500	498	498	498	498	498	498	498
1550	509	509	509	509	509	509	509
1600	491	491	491	491	491	491	491
1650	474	474	474	474	474	474	474
1700	458	458	458	458	458	458	458
1750	442	442	442	442	442	442	442
1800	427	427	427	427	427	427	427

**TABELLA A.12:** valori di capacità calcolati con il modello tedesco.

$Q_c$	entr. 1	entr. 2	entr. 3	entr. 4	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2323	2323	2323	1161	2323	2323	2323	2323
50	2211	2211	2211	1105	2211	2211	2211	2211
100	2104	2104	2104	1052	2104	2104	2104	2104
150	2002	2002	2002	1001	2002	2002	2002	2002
200	1905	1905	1905	953	1905	1905	1905	1905
250	1813	1813	1813	906	1813	1813	1813	1813
300	1725	1725	1725	862	1725	1725	1725	1725
350	1704	1704	1704	852	1704	1704	1704	1704
400	1622	1622	1622	811	1622	1622	1622	1622
450	1543	1543	1543	772	1543	1543	1543	1543
500	1469	1469	1469	734	1469	1469	1469	1469
550	1397	1397	1397	699	1397	1397	1397	1397
600	1329	1329	1329	665	1329	1329	1329	1329
650	1320	1320	1320	660	1320	1320	1320	1320
700	1257	1257	1257	628	1257	1257	1257	1257
750	1196	1196	1196	598	1196	1196	1196	1196
800	1138	1138	1138	569	1138	1138	1138	1138
850	1083	1083	1083	541	1083	1083	1083	1083
900	1030	1030	1030	515	1030	1030	1030	1030
950	1029	1029	1029	514	1029	1029	1029	1029
1000	979	979	979	489	979	979	979	979
1050	932	932	932	466	932	932	932	932
1100	887	887	887	443	887	887	887	887
1150	843	843	843	422	843	843	843	843
1200	802	802	802	401	802	802	802	802
1250	805	805	805	403	805	805	805	805
1300	766	766	766	383	766	766	766	766
1350	729	729	729	365	729	729	729	729
1400	694	694	694	347	694	694	694	694
1450	660	660	660	330	660	660	660	660
1500	628	628	628	314	628	628	628	628
1550	633	633	633	317	633	633	633	633
1600	603	603	603	301	603	603	603	603
1650	573	573	573	287	573	573	573	573
1700	545	545	545	273	545	545	545	545
1750	519	519	519	259	519	519	519	519
1800	493	493	493	247	493	493	493	493

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 9	entr. 10	entr. 11	entr. 12	entr. 13	entr. 14	entr. 15	entr. 16
0	2323	1161	2323	1161	2323	1161	1161	1161
50	2195	1098	2195	1098	2195	1098	1098	1098
100	2074	1037	2074	1037	2074	1037	1037	1037
150	1958	979	1958	979	1958	979	979	979
200	1849	924	1849	924	1849	924	924	924
250	1744	872	1744	872	1744	872	872	872
300	1645	823	1645	823	1645	823	823	823
350	1610	805	1610	805	1610	805	805	805
400	1518	759	1518	759	1518	759	759	759
450	1431	716	1431	716	1431	716	716	716
500	1348	674	1348	674	1348	674	674	674
550	1269	635	1269	635	1269	635	635	635
600	1194	597	1194	597	1194	597	597	597
650	1172	586	1172	586	1172	586	586	586
700	1103	551	1103	551	1103	551	551	551
750	1037	518	1037	518	1037	518	518	518
800	974	487	974	487	974	487	487	487
850	914	457	914	457	914	457	457	457
900	858	429	858	429	858	429	429	429
950	844	422	844	422	844	422	422	422
1000	979	489	979	489	979	489	489	489
1050	932	466	932	466	932	466	466	466
1100	887	443	887	443	887	443	443	443
1150	843	422	843	422	843	422	422	422
1200	802	401	802	401	802	401	401	401
1250	805	403	805	403	805	403	403	403
1300	766	383	766	383	766	383	383	383
1350	729	365	729	365	729	365	365	365
1400	694	347	694	347	694	347	347	347
1450	660	330	660	330	660	330	330	330
1500	628	314	628	314	628	314	314	314
1550	633	317	633	317	633	317	317	317
1600	603	301	603	301	603	301	301	301
1650	573	287	573	287	573	287	287	287
1700	545	273	545	273	545	273	273	273
1750	519	259	519	259	519	259	259	259
1800	493	247	493	247	493	247	247	247

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 17	entr. 18	entr. 19	entr. 20	entr. 21	entr. 22	entr. 23	entr. 24
0	2323	2323	1161	2323	2323	2323	2323	2323
50	2195	2195	1098	2195	2211	2211	2211	2211
100	2074	2074	1037	2074	2104	2104	2104	2104
150	1958	1958	979	1958	2002	2002	2002	2002
200	1849	1849	924	1849	1905	1905	1905	1905
250	1744	1744	872	1744	1813	1813	1813	1813
300	1645	1645	823	1645	1725	1725	1725	1725
350	1610	1610	805	1610	1704	1704	1704	1704
400	1518	1518	759	1518	1622	1622	1622	1622
450	1431	1431	716	1431	1543	1543	1543	1543
500	1348	1348	674	1348	1469	1469	1469	1469
550	1269	1269	635	1269	1397	1397	1397	1397
600	1194	1194	597	1194	1329	1329	1329	1329
650	1172	1172	586	1172	1320	1320	1320	1320
700	1103	1103	551	1103	1257	1257	1257	1257
750	1037	1037	518	1037	1196	1196	1196	1196
800	974	974	487	974	1138	1138	1138	1138
850	914	914	457	914	1083	1083	1083	1083
900	858	858	429	858	1030	1030	1030	1030
950	844	844	422	844	1029	1029	1029	1029
1000	979	979	489	979	979	979	979	979
1050	932	932	466	932	932	932	932	932
1100	887	887	443	887	887	887	887	887
1150	843	843	422	843	843	843	843	843
1200	802	802	401	802	802	802	802	802
1250	805	805	403	805	805	805	805	805
1300	766	766	383	766	766	766	766	766
1350	729	729	365	729	729	729	729	729
1400	694	694	347	694	694	694	694	694
1450	660	660	330	660	660	660	660	660
1500	628	628	314	628	628	628	628	628
1550	633	633	317	633	633	633	633	633
1600	603	603	301	603	603	603	603	603
1650	573	573	287	573	573	573	573	573
1700	545	545	273	545	545	545	545	545
1750	519	519	259	519	519	519	519	519
1800	493	493	247	493	493	493	493	493

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 25	entr. 26	entr. 27	entr. 28	entr. 29	entr. 30	entr. 31	entr. 32
0	2323	2323	2323	2323	2323	2323	2323	2323
50	2211	2211	2211	2211	2195	2195	2195	2195
100	2104	2104	2104	2104	2074	2074	2074	2074
150	2002	2002	2002	2002	1958	1958	1958	1958
200	1905	1905	1905	1905	1849	1849	1849	1849
250	1813	1813	1813	1813	1744	1744	1744	1744
300	1725	1725	1725	1725	1645	1645	1645	1645
350	1704	1704	1704	1704	1610	1610	1610	1610
400	1622	1622	1622	1622	1518	1518	1518	1518
450	1543	1543	1543	1543	1431	1431	1431	1431
500	1469	1469	1469	1469	1348	1348	1348	1348
550	1397	1397	1397	1397	1269	1269	1269	1269
600	1329	1329	1329	1329	1194	1194	1194	1194
650	1320	1320	1320	1320	1172	1172	1172	1172
700	1257	1257	1257	1257	1103	1103	1103	1103
750	1196	1196	1196	1196	1037	1037	1037	1037
800	1138	1138	1138	1138	974	974	974	974
850	1083	1083	1083	1083	914	914	914	914
900	1030	1030	1030	1030	858	858	858	858
950	1029	1029	1029	1029	844	844	844	844
1000	979	979	979	979	979	979	979	979
1050	932	932	932	932	932	932	932	932
1100	887	887	887	887	887	887	887	887
1150	843	843	843	843	843	843	843	843
1200	802	802	802	802	802	802	802	802
1250	805	805	805	805	805	805	805	805
1300	766	766	766	766	766	766	766	766
1350	729	729	729	729	729	729	729	729
1400	694	694	694	694	694	694	694	694
1450	660	660	660	660	660	660	660	660
1500	628	628	628	628	628	628	628	628
1550	633	633	633	633	633	633	633	633
1600	603	603	603	603	603	603	603	603
1650	573	573	573	573	573	573	573	573
1700	545	545	545	545	545	545	545	545
1750	519	519	519	519	519	519	519	519
1800	493	493	493	493	493	493	493	493

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 33	entr. 34	entr. 35	entr. 36	entr. 37	entr. 38	entr. 39	entr. 40
0	2323	1161	2323	2323	2323	1161	1161	1161
50	2195	1098	2195	2195	2195	1098	1098	1098
100	2074	1037	2074	2074	2074	1037	1037	1037
150	1958	979	1958	1958	1958	979	979	979
200	1849	924	1849	1849	1849	924	924	924
250	1744	872	1744	1744	1744	872	872	872
300	1645	823	1645	1645	1645	823	823	823
350	1610	805	1610	1610	1610	805	805	805
400	1518	759	1518	1518	1518	759	759	759
450	1431	716	1431	1431	1431	716	716	716
500	1348	674	1348	1348	1348	674	674	674
550	1269	635	1269	1269	1269	635	635	635
600	1194	597	1194	1194	1194	597	597	597
650	1172	586	1172	1172	1172	586	586	586
700	1103	551	1103	1103	1103	551	551	551
750	1037	518	1037	1037	1037	518	518	518
800	974	487	974	974	974	487	487	487
850	914	457	914	914	914	457	457	457
900	858	429	858	858	858	429	429	429
950	844	422	844	844	844	422	422	422
1000	979	489	979	979	979	489	489	489
1050	932	466	932	932	932	466	466	466
1100	887	443	887	887	887	443	443	443
1150	843	422	843	843	843	422	422	422
1200	802	401	802	802	802	401	401	401
1250	805	403	805	805	805	403	403	403
1300	766	383	766	766	766	383	383	383
1350	729	365	729	729	729	365	365	365
1400	694	347	694	694	694	347	347	347
1450	660	330	660	660	660	330	330	330
1500	628	314	628	628	628	314	314	314
1550	633	317	633	633	633	317	317	317
1600	603	301	603	603	603	301	301	301
1650	573	287	573	573	573	287	287	287
1700	545	273	545	545	545	273	273	273
1750	519	259	519	519	519	259	259	259
1800	493	247	493	493	493	247	247	247

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 41	entr. 42	entr. 43	entr. 44	entr. 45	entr. 46	entr. 47	entr. 48
0	2323	1161	1161	1161	1161	1161	1161	1161
50	2195	1098	1098	1113	1113	1113	1113	1113
100	2074	1037	1037	1065	1065	1065	1065	1065
150	1958	979	979	1019	1019	1019	1019	1019
200	1849	924	924	974	974	974	974	974
250	1744	872	872	930	930	930	930	930
300	1645	823	823	887	887	887	887	887
350	1610	805	805	877	877	877	877	877
400	1518	759	759	835	835	835	835	835
450	1431	716	716	794	794	794	794	794
500	1348	674	674	754	754	754	754	754
550	1269	635	635	715	715	715	715	715
600	1194	597	597	677	677	677	677	677
650	1172	586	586	668	668	668	668	668
700	1103	551	551	631	631	631	631	631
750	1037	518	518	594	594	594	594	594
800	974	487	487	558	558	558	558	558
850	914	457	457	524	524	524	524	524
900	858	429	429	489	489	489	489	489
950	844	422	422	479	479	479	479	479
1000	979	489	489	445	445	445	445	445
1050	932	466	466	412	412	412	412	412
1100	887	443	443	380	380	380	380	380
1150	843	422	422	348	348	348	348	348
1200	802	401	401	317	317	317	317	317
1250	805	403	403	303	303	303	303	303
1300	766	383	383	272	272	272	272	272
1350	729	365	365	242	242	242	242	242
1400	694	347	347	213	213	213	213	213
1450	660	330	330	184	184	184	184	184
1500	628	314	314	156	156	156	156	156
1550	633	317	317	136	136	136	136	136
1600	603	301	301	108	108	108	108	108
1650	573	287	287	80	80	80	80	80
1700	545	273	273	53	53	53	53	53
1750	519	259	259	26	26	26	26	26
1800	493	247	247	0	0	0	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 49	entr. 50	entr. 51	entr. 52	entr. 53	entr. 54	entr. 55	entr. 56
0	1161	1161	1161	1161	1161	1161	1161	1161
50	1113	1113	1113	1113	1113	1113	1113	1113
100	1065	1065	1065	1065	1065	1065	1065	1065
150	1019	1019	1019	1019	1019	1019	1019	1019
200	974	974	974	974	974	974	974	974
250	930	930	930	930	930	930	930	930
300	887	887	887	887	887	887	887	887
350	877	877	877	877	877	877	877	877
400	835	835	835	835	835	835	835	835
450	794	794	794	794	794	794	794	794
500	754	754	754	754	754	754	754	754
550	715	715	715	715	715	715	715	715
600	677	677	677	677	677	677	677	677
650	668	668	668	668	668	668	668	668
700	631	631	631	631	631	631	631	631
750	594	594	594	594	594	594	594	594
800	558	558	558	558	558	558	558	558
850	524	524	524	524	524	524	524	524
900	489	489	489	489	489	489	489	489
950	479	479	479	479	479	479	479	479
1000	445	445	445	445	445	445	445	445
1050	412	412	412	412	412	412	412	412
1100	380	380	380	380	380	380	380	380
1150	348	348	348	348	348	348	348	348
1200	317	317	317	317	317	317	317	317
1250	303	303	303	303	303	303	303	303
1300	272	272	272	272	272	272	272	272
1350	242	242	242	242	242	242	242	242
1400	213	213	213	213	213	213	213	213
1450	184	184	184	184	184	184	184	184
1500	156	156	156	156	156	156	156	156
1550	136	136	136	136	136	136	136	136
1600	108	108	108	108	108	108	108	108
1650	80	80	80	80	80	80	80	80
1700	53	53	53	53	53	53	53	53
1750	26	26	26	26	26	26	26	26
1800	0	0	0	0	0	0	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 57	entr. 58	entr. 59	entr. 60	entr. 61	entr. 62	entr. 63	entr. 64
0	1161	1161	1161	1161	1161	2323	2323	1161
50	1113	1098	1098	1098	1098	2211	2211	1105
100	1065	1037	1037	1037	1037	2104	2104	1052
150	1019	979	979	979	979	2002	2002	1001
200	974	924	924	924	924	1905	1905	953
250	930	872	872	872	872	1813	1813	906
300	887	823	823	823	823	1725	1725	862
350	877	805	805	805	805	1704	1704	852
400	835	759	759	759	759	1622	1622	811
450	794	716	716	716	716	1543	1543	772
500	754	674	674	674	674	1469	1469	734
550	715	635	635	635	635	1397	1397	699
600	677	597	597	597	597	1329	1329	665
650	668	586	586	586	586	1320	1320	660
700	631	551	551	551	551	1257	1257	628
750	594	518	518	518	518	1196	1196	598
800	558	487	487	487	487	1138	1138	569
850	524	457	457	457	457	1083	1083	541
900	489	429	429	429	429	1030	1030	515
950	479	422	422	422	422	1029	1029	514
1000	445	489	489	489	489	979	979	489
1050	412	466	466	466	466	932	932	466
1100	380	443	443	443	443	887	887	443
1150	348	422	422	422	422	843	843	422
1200	317	401	401	401	401	802	802	401
1250	303	403	403	403	403	805	805	403
1300	272	383	383	383	383	766	766	383
1350	242	365	365	365	365	729	729	365
1400	213	347	347	347	347	694	694	347
1450	184	330	330	330	330	660	660	330
1500	156	314	314	314	314	628	628	314
1550	136	317	317	317	317	633	633	317
1600	108	301	301	301	301	603	603	301
1650	80	287	287	287	287	573	573	287
1700	53	273	273	273	273	545	545	273
1750	26	259	259	259	259	519	519	259
1800	0	247	247	247	247	493	493	247

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 69	entr. 70	entr. 71
0	1161	1161	1161	1161	1161	1161	1161
50	1113	1113	1113	1113	1113	1113	1113
100	1065	1065	1065	1065	1065	1065	1065
150	1019	1019	1019	1019	1019	1019	1019
200	974	974	974	974	974	974	974
250	930	930	930	930	930	930	930
300	887	887	887	887	887	887	887
350	877	877	877	877	877	877	877
400	835	835	835	835	835	835	835
450	794	794	794	794	794	794	794
500	754	754	754	754	754	754	754
550	715	715	715	715	715	715	715
600	677	677	677	677	677	677	677
650	668	668	668	668	668	668	668
700	631	631	631	631	631	631	631
750	594	594	594	594	594	594	594
800	558	558	558	558	558	558	558
850	524	524	524	524	524	524	524
900	489	489	489	489	489	489	489
950	479	479	479	479	479	479	479
1000	445	445	445	445	445	445	445
1050	412	412	412	412	412	412	412
1100	380	380	380	380	380	380	380
1150	348	348	348	348	348	348	348
1200	317	317	317	317	317	317	317
1250	303	303	303	303	303	303	303
1300	272	272	272	272	272	272	272
1350	242	242	242	242	242	242	242
1400	213	213	213	213	213	213	213
1450	184	184	184	184	184	184	184
1500	156	156	156	156	156	156	156
1550	136	136	136	136	136	136	136
1600	108	108	108	108	108	108	108
1650	80	80	80	80	80	80	80
1700	53	53	53	53	53	53	53
1750	26	26	26	26	26	26	26
1800	0	0	0	0	0	0	0

**TABELLA A.13:** valori medi di capacità e deviazione standard.

$Q_c$	francese 1 c.e.		francese 2 c.e.		svizzero 1 c.e.		svizzero 2 c.e.	
	media	dev. st.						
0	1447	74	1899	51	1500	0	1500	0
50	1403	73	1854	52	1460	7	1468	1
100	1359	74	1809	52	1420	15	1436	2
150	1315	75	1764	53	1380	22	1404	2
200	1272	77	1719	54	1340	30	1373	3
250	1228	80	1675	56	1300	37	1341	4
300	1184	84	1630	58	1260	45	1309	5
350	1140	88	1585	60	1221	52	1277	6
400	1096	93	1540	62	1181	60	1245	7
450	1052	99	1496	64	1141	67	1213	7
500	1009	105	1451	67	1101	75	1181	8
550	965	111	1406	70	1061	82	1149	9
600	921	118	1361	73	1021	89	1118	10
650	877	124	1317	76	981	97	1086	11
700	833	131	1272	79	941	104	1054	11
750	789	139	1227	82	901	112	1022	12
800	745	146	1182	85	861	119	990	13
850	702	153	1137	89	821	127	958	14
900	658	161	1093	92	781	134	926	15
950	614	169	1048	96	742	142	894	15
1000	570	176	1003	99	702	149	863	16
1050	526	184	958	103	662	157	831	17
1100	482	192	914	106	622	164	799	18
1150	439	200	869	110	582	171	767	19
1200	395	208	824	114	542	179	735	20
1250	353	211	779	117	502	186	703	20
1300	314	212	734	121	462	194	671	21
1350	277	210	690	125	422	201	640	22
1400	243	206	645	129	382	209	608	23
1450	212	199	600	133	344	214	576	24
1500	184	191	555	136	308	215	544	24
1550	159	181	511	140	274	215	512	25
1600	136	171	466	144	242	212	480	26
1650	116	160	421	148	215	204	448	27
1700	99	149	376	152	193	193	416	28
1750	84	137	331	156	172	181	385	29
1800	71	126	287	160	153	168	353	29

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	britannico 1 c.e.		britannico 2 c.e.		israeliano 1 c.e.		israeliano 2 c.e.	
	media	dev. st.						
0	1327	166	2264	141	1241	100	2658	108
50	1299	164	2229	141	1178	95	2523	103
100	1271	162	2193	140	1118	90	2394	97
150	1242	161	2158	139	1061	85	2272	92
200	1214	159	2122	138	1007	81	2156	87
250	1186	157	2087	138	956	77	2046	83
300	1158	155	2052	137	907	73	1941	78
350	1129	154	2016	136	868	70	1857	75
400	1101	152	1981	135	824	66	1764	71
450	1073	150	1945	135	782	63	1674	68
500	1044	149	1910	134	743	60	1590	64
550	1016	147	1874	134	706	57	1511	61
600	988	146	1839	133	670	54	1435	58
650	960	144	1804	132	647	52	1386	57
700	931	143	1768	132	616	50	1320	54
750	903	141	1733	131	586	48	1255	52
800	875	139	1697	130	557	45	1194	49
850	847	138	1662	130	530	43	1136	47
900	818	136	1627	129	504	41	1081	45
950	790	135	1591	129	495	41	1063	45
1000	762	134	1556	128	472	39	1012	43
1050	733	132	1520	128	450	37	965	41
1100	705	131	1485	127	428	36	919	39
1150	677	129	1449	127	408	34	876	37
1200	649	128	1414	126	389	33	835	35
1250	620	127	1379	126	390	34	839	37
1300	592	125	1343	125	373	32	801	35
1350	564	124	1308	125	356	31	765	34
1400	536	123	1272	125	340	29	730	32
1450	507	122	1237	124	324	28	697	31
1500	479	120	1201	124	310	27	666	30
1550	451	119	1166	124	312	28	671	31
1600	423	118	1131	123	298	27	642	29
1650	394	117	1095	123	285	25	614	28
1700	366	116	1060	123	273	24	588	27
1750	338	115	1024	122	261	23	562	26
1800	309	114	989	122	249	22	538	25

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	australiano 1 c.e.		australiano 2 c.e.		statunitense 1 c.e.		statunitense 2 c.e.	
	media	dev. st.	media	dev. st.	media	dev. st.	media	dev. st.
0	1255	60	2844	76	1277	-	2555	-
50	1211	58	2761	78	1229	-	2458	-
100	1169	57	2683	81	1183	-	2365	-
150	1129	57	2609	83	1138	-	2276	-
200	1091	58	2539	86	1095	-	2190	-
250	1054	59	2472	90	1054	-	2107	-
300	1020	60	2409	94	1014	-	2028	-
350	986	61	2349	99	1013	-	2025	-
400	954	63	2292	105	975	-	1950	-
450	923	64	2238	111	939	-	1877	-
500	893	66	2185	119	904	-	1808	-
550	864	67	2135	127	870	-	1740	-
600	836	68	2087	136	838	-	1676	-
650	808	69	2040	146	841	-	1683	-
700	781	71	1995	158	811	-	1621	-
750	754	72	1951	170	781	-	1562	-
800	727	72	1908	184	752	-	1505	-
850	700	73	1866	199	725	-	1450	-
900	674	74	1825	216	698	-	1397	-
950	647	74	1784	234	705	-	1411	-
1000	701	129	1968	121	680	-	1360	-
1050	682	137	1949	123	656	-	1311	-
1100	662	146	1931	125	632	-	1264	-
1150	642	155	1915	126	609	-	1218	-
1200	623	166	1900	128	587	-	1175	-
1250	603	176	1885	130	597	-	1193	-
1300	582	188	1872	131	575	-	1151	-
1350	561	201	1860	133	555	-	1110	-
1400	540	215	1849	135	535	-	1071	-
1450	518	229	1839	136	517	-	1033	-
1500	495	245	1829	138	498	-	997	-
1550	471	263	1820	139	509	-	1018	-
1600	446	281	1811	140	491	-	983	-
1650	420	301	1803	142	474	-	949	-
1700	392	323	1795	143	458	-	916	-
1750	363	346	1787	144	442	-	884	-
1800	332	371	1779	146	427	-	853	-

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	tedesco 1 c.e.		tedesco 2 c.e.	
	media	dev. st.	media	dev. st.
0	1161	0	2323	0
50	1105	8	2203	11
100	1051	14	2089	21
150	1000	20	1980	31
200	950	25	1877	40
250	903	29	1779	48
300	857	32	1685	56
350	845	36	1657	66
400	802	39	1570	73
450	760	41	1487	79
500	721	42	1408	85
550	683	43	1333	91
600	646	43	1262	96
650	638	45	1246	105
700	603	45	1180	109
750	570	45	1116	113
800	538	45	1056	116
850	507	44	999	119
900	478	44	944	122
950	472	47	936	131
1000	475	26	979	0
1050	448	31	932	0
1100	422	37	887	0
1150	397	42	843	0
1200	373	48	802	0
1250	370	57	805	0
1300	346	64	766	0
1350	324	71	729	0
1400	302	77	694	0
1450	281	84	660	0
1500	261	91	628	0
1550	257	104	633	0
1600	237	112	603	0
1650	218	119	573	0
1700	199	127	545	0
1750	182	135	519	0
1800	164	142	493	0

**TABELLA A.14:** valori di capacità calcolati con il modello globale della rotatoria C1.

$Q_c$	ROTATORIA C1
0	1327
50	1281
100	1235
150	1190
200	1145
250	1100
300	1057
350	1013
400	970
450	928
500	886
550	845
600	804
650	764
700	724
750	685
800	646
850	608
900	570
950	533
1000	496
1050	459
1100	424
1150	388
1200	353
1250	319
1300	285
1350	252
1400	219
1450	187
1500	155
1550	124
1600	93
1650	63
1700	33
1750	3
1800	0

**TABELLA A.15:** residui nel caso della rotatoria C1.

$Q_c$	francese				svizzero			
	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68
0	16	96	30	109	173	173	173	173
50	10	89	28	106	168	171	172	174
100	4	80	26	102	162	168	172	174
150	-4	72	23	98	156	165	170	173
200	-11	63	19	93	149	161	168	172
250	-19	53	15	88	142	156	166	171
300	-28	43	11	82	134	152	163	169
350	-37	32	6	76	126	146	159	166
400	-47	21	1	69	117	140	155	163
450	-57	10	-5	62	108	134	151	160
500	-68	-3	-11	54	98	127	146	156
550	-79	-15	-18	46	88	120	140	151
600	-90	-28	-25	37	77	112	134	146
650	-102	-42	-33	28	66	104	128	141
700	-115	-56	-41	18	54	95	121	135
750	-128	-71	-50	8	42	86	113	129
800	-142	-86	-59	-3	29	76	106	122
850	-156	-101	-69	-14	16	66	97	114
900	-171	-118	-79	-26	2	55	88	106
950	-186	-134	-90	-38	-12	43	79	98
1000	-201	-151	-101	-51	-27	31	69	89
1050	-217	-169	-113	-64	-42	19	58	79
1100	-234	-187	-125	-78	-58	6	47	69
1150	-251	-206	-138	-92	-74	-7	36	59
1200	-269	-225	-152	-107	-91	-21	24	48
1250	-287	-244	-166	-122	-108	-35	11	36
1300	-285	-265	-180	-138	-126	-50	-2	24
1350	-252	-252	-195	-154	-144	-65	-15	12
1400	-219	-219	-210	-171	-163	-81	-29	-1
1450	-187	-187	-187	-187	-182	-97	-44	-14
1500	-155	-155	-155	-155	-155	-114	-58	-28
1550	-124	-124	-124	-124	-124	-124	-74	-43
1600	-93	-93	-93	-93	-93	-93	-90	-58
1650	-63	-63	-63	-63	-63	-63	-63	-63
1700	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33
1750	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
1800	0	0	0	0	0	0	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	britannico				israeliano	australiano	
	entr. 65	entr. 66	entr. 67	entr. 68	(tutte le entrate)	entr. 65	entr. 66
0	-227	-60	-191	-22	-179	-39	-39
50	-208	-42	-172	-5	-191	-52	-44
100	-189	-25	-153	12	-200	-61	-47
150	-171	-8	-135	28	-208	-68	-48
200	-153	8	-118	44	-213	-72	-47
250	-135	24	-101	60	-216	-74	-44
300	-118	40	-84	75	-217	-74	-40
350	-102	54	-69	89	-210	-72	-34
400	-86	69	-53	103	-208	-69	-28
450	-71	83	-38	116	-205	-64	-20
500	-56	96	-24	129	-199	-59	-12
550	-41	109	-10	142	-192	-52	-3
600	-28	122	4	154	-184	-45	6
650	-14	133	17	165	-165	-37	16
700	-1	145	29	176	-155	-28	26
750	11	156	41	186	-143	-20	35
800	23	166	52	196	-131	-11	45
850	34	176	63	206	-118	-1	55
900	45	185	74	215	-104	8	64
950	56	194	84	223	-75	17	73
1000	66	203	93	231	-60	26	81
1050	75	211	102	239	-45	34	89
1100	84	218	111	246	-28	42	96
1150	92	225	119	252	-12	49	102
1200	100	231	126	258	5	55	107
1250	108	237	133	263	40	61	110
1300	115	243	139	268	57	66	113
1350	121	248	145	273	75	69	114
1400	127	252	151	277	93	71	113
1450	132	256	156	280	111	72	110
1500	137	259	160	283	129	71	105
1550	142	262	164	285	162	69	99
1600	145	265	167	287	180	65	90
1650	149	267	170	289	199	58	78
1700	152	268	173	290	217	50	63
1750	154	269	175	290	235	39	46
1800	131	244	151	265	228	0	0

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	australiano		statunitense	tedesco
	entr. 67	entr. 68	(tutte le entrate)	(tutte le entrate)
0	-39	-39	-50	-166
50	-51	-43	-52	-168
100	-59	-45	-52	-170
150	-64	-45	-52	-171
200	-68	-42	-50	-171
250	-69	-39	-47	-171
300	-68	-34	-43	-170
350	-66	-28	-1	-136
400	-62	-21	4	-135
450	-57	-13	11	-134
500	-51	-4	17	-132
550	-44	5	25	-130
600	-37	15	34	-127
650	-28	25	77	-96
700	-20	35	87	-93
750	-11	45	96	-91
800	-2	55	106	-88
850	8	65	117	-84
900	17	74	129	-80
950	26	83	173	-54
1000	34	91	184	-51
1050	43	99	196	-47
1100	50	106	208	-44
1150	57	111	221	-40
1200	64	116	234	-36
1250	69	119	277	-16
1300	73	121	290	-13
1350	76	121	303	-10
1400	78	120	316	-6
1450	78	117	330	-3
1500	77	112	343	1
1550	74	104	385	13
1600	69	94	398	15
1650	61	81	412	17
1700	52	66	425	20
1750	40	47	438	23
1800	0	0	427	0

**TABELLA A.16:** residui medi totali e residui medi per fasce di flusso circolante nel caso della rotatoria C1.

$Q_c$	francese	svizzero	britannico	israeliano	australiano	statunitense	tedesco
TOTALI	92	93	140	146	56	179	79
0 - 200	54	168	99	198	51	51	169
250 - 400	39	152	79	213	51	24	153
450 - 600	38	128	76	195	30	22	131
650 - 800	61	97	95	148	27	92	92
850 - 1000	105	62	134	89	45	151	67
1050 - 1200	164	46	168	22	76	215	42
1250 - 1400	210	56	194	66	93	297	11
1450 - 1600	140	87	211	146	88	364	8
1650 - 1800	25	25	215	220	43	425	15

**TABELLA A.17:** capacità calcolata con il modello globale geometrico (rotatoria C2).

$Q_c$	ROTATORIA C2
0	2086
50	2015
100	1945
150	1878
200	1814
250	1751
300	1691
350	1633
400	1577
450	1523
500	1470
550	1420
600	1371
650	1324
700	1278
750	1234
800	1192
850	1151
900	1111
950	1073
1000	1036
1050	1000
1100	966
1150	933
1200	901
1250	870
1300	840
1350	811
1400	783
1450	756
1500	730
1550	705
1600	681
1650	657
1700	635
1750	613
1800	592

**TABELLA A.18:** residui nel caso della rotatoria C2 (modello globale geometrico).

$Q_c$	francese				svizzero			
	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	-158	-185	-224	-171	-586	-586	-586	-586
50	-129	-158	-194	-143	-546	-547	-547	-547
100	-101	-133	-167	-117	-508	-511	-509	-510
150	-77	-111	-142	-94	-472	-477	-474	-476
200	-55	-91	-119	-73	-438	-445	-442	-444
250	-35	-74	-99	-54	-407	-415	-411	-414
300	-17	-58	-81	-38	-378	-387	-383	-386
350	-1	-45	-64	-23	-351	-362	-357	-360
400	13	-34	-50	-11	-326	-339	-333	-336
450	25	-24	-37	0	-303	-317	-310	-315
500	35	-17	-27	9	-281	-297	-290	-295
550	43	-11	-18	16	-262	-280	-271	-277
600	50	-7	-11	21	-244	-263	-254	-260
650	54	-5	-6	24	-228	-249	-239	-245
700	58	-4	-3	26	-214	-236	-226	-232
750	59	-5	0	27	-201	-225	-214	-221
800	60	-7	0	25	-190	-215	-203	-211
850	58	-11	-1	23	-180	-207	-194	-202
900	55	-16	-3	19	-171	-200	-186	-195
950	51	-23	-7	13	-164	-194	-180	-189
1000	46	-31	-12	7	-158	-190	-175	-185
1050	39	-40	-18	-1	-154	-187	-171	-182
1100	31	-51	-25	-11	-150	-186	-169	-180
1150	22	-62	-34	-21	-148	-185	-168	-179
1200	12	-75	-44	-33	-147	-186	-168	-179
1250	1	-89	-55	-45	-148	-188	-169	-181
1300	-12	-104	-67	-59	-149	-190	-171	-183
1350	-25	-120	-80	-74	-151	-194	-174	-187
1400	-40	-137	-94	-89	-154	-199	-178	-191
1450	-55	-155	-109	-106	-158	-205	-183	-197
1500	-71	-173	-125	-124	-163	-211	-189	-203
1550	-89	-193	-141	-142	-169	-219	-196	-211
1600	-107	-214	-159	-162	-176	-228	-203	-219
1650	-126	-235	-177	-182	-184	-237	-212	-228
1700	-145	-257	-197	-203	-193	-247	-221	-238
1750	-166	-280	-217	-225	-202	-258	-231	-248
1800	-187	-304	-238	-247	-212	-269	-242	-260

(segue dalla pagina precedente)

$Q_c$	britannico			
	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	314	182	77	265
50	348	218	114	300
100	381	252	149	332
150	411	282	182	361
200	438	311	212	388
250	464	337	240	413
300	487	362	266	436
350	508	384	290	457
400	527	404	311	476
450	544	422	331	493
500	560	439	349	508
550	573	453	366	521
600	585	466	380	533
650	595	477	393	543
700	604	487	404	551
750	611	495	414	557
800	616	501	422	562
850	620	506	428	566
900	623	510	434	568
950	624	512	437	569
1000	624	513	440	569
1050	623	513	441	567
1100	620	511	441	564
1150	617	509	440	560
1200	612	505	438	555
1250	606	500	435	548
1300	599	494	430	541
1350	590	487	425	533
1400	581	478	418	523
1450	571	469	411	513
1500	560	459	402	501
1550	548	449	393	489
1600	536	437	383	476
1650	522	424	372	462
1700	508	411	360	447
1750	493	397	348	432
1800	477	382	335	416

**TABELLA A.19:** residui medi totali e residui medi per fasce di flusso circolante nel caso della rotatoria C2 (modello globale geometrico).

$Q_c$	francese	svizzero	britannico
TOTALI	78	267	455
0 - 200	132	512	276
250 - 400	43	371	398
450 - 600	22	282	470
650 - 800	23	222	515
850 - 1000	23	186	534
1050 - 1200	32	171	532
1250 - 1400	68	175	512
1450 - 1600	133	196	475
1650 - 1800	212	230	424

**TABELLA A.20:** capacità calcolata con il modello australiano (rotatoria C2,  $Q_{dom} = Q_{sub}$ ).

$Q_c$	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2819	2819	2819	2819
50	2738	2736	2732	2737
100	2662	2658	2651	2660
150	2591	2584	2574	2588
200	2524	2515	2502	2520
250	2461	2450	2434	2456
300	2402	2389	2371	2396
350	2346	2332	2311	2339
400	2294	2278	2255	2286
450	2245	2227	2202	2236
500	2198	2180	2152	2189
550	2155	2135	2105	2145
600	2114	2092	2061	2103
650	2075	2053	2020	2064
700	2038	2015	1980	2027
750	2004	1980	1943	1992
800	1972	1946	1909	1959
850	1941	1915	1876	1928
900	1913	1885	1845	1899
950	1886	1857	1815	1871
1000	1860	1831	1788	1845
1050	1836	1806	1762	1821
1100	1813	1782	1737	1798
1150	1792	1760	1714	1776
1200	1772	1739	1692	1755
1250	1752	1719	1671	1736
1300	1734	1700	1651	1717
1350	1717	1682	1632	1699
1400	1700	1665	1614	1683
1450	1685	1649	1596	1667
1500	1670	1633	1580	1651
1550	1655	1618	1564	1637
1600	1641	1604	1549	1622
1650	1628	1590	1534	1609
1700	1615	1576	1520	1595
1750	1602	1563	1506	1582
1800	1589	1549	1492	1569

**TABELLA A.21:** capacità calcolata con il modello australiano (rotatoria C2,  $Q_{dom} = 2 \cdot Q_{sub}$ ).

$Q_c$	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	2621	2621	2621	2621
50	2543	2541	2537	2542
100	2471	2466	2459	2469
150	2404	2397	2386	2400
200	2341	2332	2319	2336
250	2282	2271	2255	2277
300	2227	2215	2196	2221
350	2176	2162	2141	2169
400	2128	2113	2090	2120
450	2084	2067	2042	2075
500	2042	2024	1997	2033
550	2003	1983	1955	1993
600	1967	1946	1915	1956
650	1933	1911	1879	1922
700	1901	1878	1844	1890
750	1872	1848	1812	1860
800	1844	1819	1782	1832
850	1819	1793	1755	1806
900	1795	1768	1729	1782
950	1773	1745	1704	1759
1000	1752	1724	1681	1738
1050	1733	1704	1660	1718
1100	1715	1685	1641	1700
1150	1699	1668	1622	1683
1200	1683	1651	1605	1667
1250	1669	1636	1589	1653
1300	1656	1622	1574	1639
1350	1643	1609	1560	1626
1400	1632	1597	1546	1614
1450	1621	1586	1534	1603
1500	1611	1575	1522	1593
1550	1601	1565	1511	1583
1600	1592	1555	1501	1573
1650	1584	1546	1491	1565
1700	1575	1537	1481	1556
1750	1567	1528	1472	1548
1800	1560	1520	1463	1540

**TABELLA A.22:** capacità calcolata con il modello globale comportamentale (rotatoria C2).

$Q_c$	ROTATORIA C2
0	2571
50	2501
100	2433
150	2366
200	2302
250	2240
300	2180
350	2122
400	2066
450	2012
500	1960
550	1910
600	1861
650	1815
700	1771
750	1729
800	1689
850	1651
900	1615
950	1581
1000	1549
1050	1518
1100	1490
1150	1464
1200	1440
1250	1418
1300	1398
1350	1380
1400	1364
1450	1350
1500	1338
1550	1327
1600	1319
1650	1313
1700	1309
1750	1307
1800	1307

**TABELLA A.23:** residui nel caso della rotatoria C2 (modello globale comportamentale).

$Q_c$	israeliano	australiano			
	(tutte le entrate)	entr. 5	entr. 6	entr. 7	entr. 8
0	87	50	50	50	50
50	22	42	40	36	41
100	-39	38	34	27	36
150	-95	37	30	20	34
200	-147	38	29	16	34
250	-195	42	31	15	36
300	-239	47	35	16	41
350	-265	54	40	19	47
400	-302	62	47	24	54
450	-338	72	55	30	63
500	-370	82	64	37	73
550	-399	93	74	45	84
600	-427	105	84	54	95
650	-429	117	96	63	106
700	-452	130	107	73	118
750	-474	143	119	83	131
800	-495	155	130	93	143
850	-515	168	142	104	155
900	-535	180	153	114	167
950	-518	192	164	123	178
1000	-536	204	175	133	189
1050	-554	215	185	142	200
1100	-571	225	195	150	210
1150	-589	234	203	158	219
1200	-606	243	211	165	227
1250	-580	251	218	171	235
1300	-597	258	224	176	241
1350	-615	263	229	180	246
1400	-634	268	233	183	251
1450	-652	271	236	184	254
1500	-672	273	237	185	255
1550	-656	274	237	184	255
1600	-677	273	236	182	254
1650	-699	270	233	178	251
1700	-722	266	228	172	247
1750	-745	260	222	165	241
1800	-769	253	213	156	233

**TABELLA A.24:** residui medi totali e residui medi per fasce di flusso circolante nel caso della rotonda C2 (modello globale comportamentale).

$Q_c$	israeliano	australiano
TOTALI	465	142
0 - 200	78	37
250 - 400	250	38
450 - 600	383	69
650 - 800	463	113
850 - 1000	526	159
1050 - 1200	580	199
1250 - 1400	606	227
1450 - 1600	665	237
1650 - 1800	734	224