

Maria Nadia Postorino

**INTRODUZIONE ALLA
PIANIFICAZIONE
DEL SISTEMA
DI TRASPORTO AEREO**

FrancoAngeli

Collana Trasporti

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e.mail le segnalazioni delle novità.

Maria Nadia Postorino

**INTRODUZIONE ALLA
PIANIFICAZIONE
DEL SISTEMA
DI TRASPORTO AEREO**

Collana Trasporti

FrancoAngeli

Copyright © 2009 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.
L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it

*A Giuseppe, Francesco e Roberto
per il loro supporto
e la loro comprensione*

Indice

Premessa	pag.	11
Principali acronimi	”	14
1. Introduzione all’analisi quantitativa del sistema di trasporto	”	15
1.1 Introduzione	”	15
1.2 Il concetto di accessibilità	”	16
1.3 Simulazione quantitativa del sistema di trasporto	”	22
1.4 Il modello di offerta	”	27
1.5 Il modello di domanda	”	34
1.6 Il modello di assegnazione	”	39
1.7 Accessibilità e sistema di trasporto: misura del costo di viaggio	”	44
Bibliografia	”	45
2. Il processo di pianificazione del sistema di trasporto aereo	”	47
2.1 Introduzione	”	47
2.2 Ruolo del trasporto aereo	”	48
2.3 Processo di liberalizzazione nel trasporto aereo	”	51
2.4 Metodologia di analisi di un sistema di trasporto aereo	”	57
2.5 Il coordinamento per lo sviluppo del trasporto aereo	”	67
Bibliografia	”	77
3. Il sistema di offerta di trasporto aereo: caratteristiche generali	”	79
3.1 Introduzione	”	79

3.2 Reti di trasporto aereo	pag.	80
3.3 Il nodo aeroportuale	”	93
3.3.1 Servizi e attività aeroportuali	”	103
3.3.2 Planimetria aeroportuale (layout)	”	106
3.3.3 Il nodo aeroportuale come nodo intermodale	”	114
3.3.4 Relazioni tra aeroporto, utenti e compagnie aeree	”	117
3.3.5 Sistemi multi-aeroporto	”	126
3.3.6 Tasse aeroportuali: principio del price cap	”	128
3.4 Costo di trasporto aereo	”	133
3.4.1 Costo di trasporto aereo per i passeggeri	”	134
3.4.2 Costo di trasporto aereo per le compagnie	”	141
3.4.3 Riepilogo	”	144
3.5 Surface ground control system	”	144
Bibliografia	”	150
4. Controllo e gestione dello spazio aereo	”	152
4.1 Introduzione	”	152
4.2 Definizioni	”	153
4.3 La gestione del traffico aereo (ATM)	”	154
4.4 Sistema di controllo del traffico aereo (ATC)	”	158
4.5 Caratteristiche delle aerovie	”	170
4.6 Capacità en-route	”	188
4.7 Cielo unico europeo: progetto SESAR	”	197
Bibliografia	”	200
5. Analisi della capacità del nodo aeroportuale	”	201
5.1 Introduzione	”	201
5.2 Il sistema di piste e le vie di rullaggio	”	203
5.3 Capacità dell’air side	”	210
5.3.1 Fattori chiave per la capacità aeroportuale	”	219
5.3.2 Aspetti generali della capacità della runway	”	223
5.3.3 Modelli per il calcolo della capacità della runway	”	233
5.3.4 Procedure per determinare la capacità: il metodo FAA	”	251
5.3 La gestione degli slot	”	263
5.4 La capacità dell’aerostazione	”	266
Bibliografia	”	269
6. La stima della domanda di trasporto aereo	”	270
6.1 Introduzione	”	270

6.2 Caratteristiche generali della domanda di trasporto aereo	pag.	272
6.3 Variabilità della domanda di trasporto aereo	”	277
6.4 Modelli di trend per la stima della domanda di trasporto aereo	”	286
6.5 Modelli di scelta discreta per la stima della domanda di trasporto aereo	”	289
6.5.1 Le dimensioni di scelta	”	291
6.5.2 Processo decisionale di scelta	”	298
6.6 Indagini Stated Preferences per la stima dei parametri	”	301
Bibliografia	”	304
7. Trasporto aereo, reti di trasporto terrestri e mobilità sostenibile: le prospettive dell’UE	”	306
7.1 Introduzione	”	306
7.2 Programma Europeo TEN-T	”	308
7.3 Sistemi ferroviari ad Alta Velocità e trasporto aereo	”	314
7.4 Impatti ambientali del trasporto aereo	”	322
Bibliografia	”	327

Appendici

Appendice 1	”	331
1.a I modelli di utilità casuale	”	331
1.b Esempio di modello di utilità casuale: il modello di scelta del percorso	”	337
Appendice 2. Classificazione dei modelli di assegnazione	”	340
Appendice 3. Art. 11 nonies e decies della Legge 248/2005	”	343
Appendice 4. Principali aeroporti Europei per traffico passeggeri	”	345
Appendice 5. Principali caratteristiche dei modelli a serie temporali	”	347

Premessa

Negli ultimi decenni il sistema di trasporto aereo si è sviluppato con notevole rapidità, spesso non sostenuto da un'adeguata politica di pianificazione sia delle infrastrutture (aeroporti e relative modalità di accesso) sia dei servizi (rotte, frequenze, tariffe, servizi aeroportuali).

La deregulation avviata inizialmente negli USA con il Deregulation Act del 1978 e successivamente in Europa con il "Pacchetto di liberalizzazione dell'aviazione" ha condotto ad un'ulteriore riorganizzazione del settore, ancora una volta non sempre accompagnata da azioni lungimiranti e/o da politiche capaci di inserire il sistema di trasporto aereo nel più ampio contesto del sistema dei trasporti.

Per quanto riguarda l'Unione Europea (UE), è di importante attualità la necessità di armonizzare i diversi sistemi e le diverse procedure nazionali in un unico contesto europeo (si veda, ad esempio, la decisione della Commissione Europea di avviare le necessarie disposizioni per la creazione di un cielo unico europeo ai fini del controllo del traffico aereo lungo le aeree) e di individuare opportune politiche di programmazione in particolare per il decongestionamento degli aeroporti e delle rotte più utilizzate.

L'aggravarsi dei problemi di congestione in alcuni dei principali aeroporti e lungo le rotte più utilizzate mette in luce la necessità di operare con politiche di pianificazione che permettano di ridistribuire in modo più omogeneo i flussi di traffico, anche attraverso la rivalutazione degli aeroporti regionali. Da questo punto di vista, l'analisi quantitativa di assetti diversi del sistema di trasporto aereo, in particolare in relazione ai poli regionali, è di innegabile rilevanza in quanto permette di valutare l'opportunità di sviluppare aeroporti già esistenti, all'interno di un sistema di rete più articolato, e/o di procedere alla costruzione di nuovi aeroporti. In entrambi i casi si tratta di destinare risorse economiche per lo sviluppo del sistema di trasporto aereo e da qui la necessità di verificare con metodi quantitativi a quali politiche di programmazione è più opportuno dare priorità.

La liberalizzazione del sistema di trasporto aereo in Europa (sebbene condotta con politiche più caute rispetto all'analoga deregulation degli USA) e le recenti disposizioni in materia di gestione degli scali aeroportuali (dalla certificazione degli aeroporti alle caratteristiche contrattuali dell'affidamento alle Società di Gestione), individuano i tre soggetti principali di cui tenere conto nella pianificazione del sistema di trasporto aereo: i passeggeri, i gestori aeroportuali, le compagnie aeree. A questi tre attori principali sono poi da aggiungere le industrie aeronautiche. A titolo di esempio, l'europea Airbus e la statunitense Boeing, tra le due principali case costruttrici di aeromobili, hanno indirizzato il mercato l'una verso aeromobili sempre più grandi, in grado di trasportare più passeggeri riducendo così il numero di aeromobili in volo e in ultima analisi la congestione, l'altra verso aeromobili tecnologicamente più efficienti in termini di riduzione dei consumi e quindi dell'inquinamento prodotto.

L'attuale evoluzione del sistema di trasporto aereo sembra orientata a rivalutare il ruolo degli aeroporti regionali, sostenuti sia dagli enti locali dei territori in cui ricadono tali scali e sia dalle compagnie cosiddette low-cost. I primi, infatti, riconoscono allo scalo un ruolo di motore economico per la crescita dell'intero territorio (anche se questo ruolo può essere effettivo solo nel caso in cui si affianchino altre politiche di sviluppo del territorio); le compagnie low-cost, d'altro canto, utilizzano preferibilmente aeroporti regionali per ridurre la base di costo e mantenere tariffe di viaggio competitive rispetto alle compagnie tradizionali. Ad esempio, in Europa la compagnia low-cost per eccellenza, Ryanair, ha utilizzato esclusivamente scali regionali adottando una politica di contrattazione delle tariffe aeroportuali con i gestori e gli enti locali che permettono di abbassare significativamente le tariffe di viaggio.

In Italia, lo sviluppo del trasporto aereo (supportato da opportune politiche di pianificazione a lungo termine che tengano conto dei tre attori suddetti nonché degli obiettivi di riduzione dei livelli di inquinamento) è particolarmente auspicabile in relazione anche alla specifica conformazione orografica che di fatto riduce i livelli di accessibilità in particolare delle aree meridionali e insulari.

Secondo le più recenti statistiche, l'attuale sistema aeroportuale italiano conta 128 scali, di cui 40 adibiti a traffico commerciale, e di questi 28 con traffico superiore a 100000 passeggeri/anno. L'estrema frammentarietà della rete aeroportuale e la decisione di costruire nuovi scali senza prima un'adeguata analisi di sistema rischia di rendere improduttivo il sistema aereo italiano. In altri termini, a meno dei principali sistemi aeroportuali (quali Roma Fiumicino e Ciampino e Milano Malpensa-Linate) e degli altri principali con traffico superiore a 5000000 passeggeri/anno, bacini limitati

di domanda per i diversi scali non sono in grado di coprire né i costi di gestione aeroportuale né i costi operativi delle compagnie aeree, a meno di sussidi governativi o di un aumento indiscriminato delle tariffe (da parte delle compagnie) e/o delle tasse aeroportuali (da parte dei gestori aeroportuali). In entrambi i casi, la maggior parte degli oneri graverebbe sui cittadini-passeggeri, o in termini diretti attraverso l'aumento delle tariffe pagate (in parte dovuto ad aumenti delle compagnie aeree, in parte ad aumenti delle tasse aeroportuali che gravano sui passeggeri) o in termini indiretti attraverso tasse governative che compensino in parte i fondi destinati a bilanciare i sussidi.

Fondamentale è quindi lo sviluppo di una metodologia quantitativa di analisi del sistema di trasporto aereo, con particolare riguardo alla rivalutazione del ruolo degli aeroporti regionali già esistenti sia come alimentatori degli scali principali, in particolare per le rotte internazionali e intercontinentali, sia come generatori diretti di traffici point-to-point..

Esperienze di analisi di questo tipo non sono nuove nei paesi anglosassoni: il modello SERAS (South East and East of England Region Air Service) per la Gran Bretagna¹ e il modello RADAM (Regional Allocation Demand Air Model) per la California², per citare qualche esempio, forniscono un supporto quantitativo per la programmazione dello sviluppo del sistema aeroportuale in funzione delle caratteristiche territoriali dell'area geografica considerata.

Obiettivo di questo volume è di fornire una sintesi delle principali problematiche relative al sistema di trasporto aereo, in particolare delle tematiche inerenti la pianificazione, e di presentare le più recenti tecniche quantitative di analisi e simulazione relative ai diversi problemi trattati, per promuovere un approccio sistemico al problema di pianificazione del sistema aeroportuale.

In quest'ottica, nel seguito del volume saranno prima brevemente introdotte le tecniche modellistiche per la simulazione quantitativa del sistema di trasporto (capitolo 1), quindi si descriverà il processo di pianificazione del sistema di trasporto aereo (capitolo 2) alla luce delle considerazioni svolte nel capitolo 1. I successivi capitoli (3, 4, 5) sono dedicati alla descrizione delle principali caratteristiche del nodo aeroportuale, in termini di offerta a compagnie aeree e passeggeri, e del controllo della circolazione nello spazio aereo. Infine, il capitolo 6 descrive le problematiche relative alla stima della domanda passeggeri, mentre il capitolo 7 fornisce una sintesi delle principali azioni avviate nell'UE per una mobilità sostenibile.

¹ Kirkpatrick S. W. & Co Ltd (2004), *SPASM. Rules and Modelling: A user guide to SPASM*, Edition 2: DLL25.

² Southern California Association of Government, 2002.

Principali acronimi

ACC	=	Area Control Center
ALS	=	Alerting Service
A-SMGCS	=	Advanced Surface Movement Ground Control System
ANSP	=	Air Navigation Service Provider
APP	=	Approach Control Service
ASM	=	Air Space Management
ASME	=	Airport Surface Monitoring Equipment
ASMI	=	Aerodrome Surface Movement Indicator
ASR	=	Approach Surveillance Radar
ATC	=	Air Traffic Control
ATFM	=	Air Traffic Flow Management
ATM	=	Air Transport Management
ATS	=	Air Traffic Services
ATZ	=	Aerodrome Traffic Zone
AWY	=	Airways
BHR	=	Busy Hour Rate
CTR	=	Control Zones
ENAC	=	Ente Nazionale Aviazione Civile
ENAV	=	Ente Nazionale Assistenza al Volo
FAA	=	Federal Aviation Administration
FIR	=	Flight Information Region
FIS	=	Flight Information Service
FL	=	Flight Level
GPS	=	Global Positioning System
ICAO	=	International Civil Aviation Organization
IFR	=	Instrumental Flying Rules
ILS	=	Instrument Landing System
IMC	=	Instrument Meteorological Conditions
NDB	=	Non Directional Beacon, radiofari non direzionali
PAR	=	Precision Approach Radar
SBR	=	Standard Busy Rate
SESAR	=	Single European Sky ATM Research
SID	=	Standard Instrument Departure
SMGCS	=	Surface Movement Ground Control System
SSR	=	Secondary Surveillance Radar
STAR	=	Standard Terminal Arrival Route
TCAS	=	Traffic Alert & Collision Avoidance System
TMA	=	Terminal Area
TEN-T	=	Trans European Network-Transport
TWR	=	Aerodrome Control Tower
UIR	=	Upper flight Information Region
VFR	=	Visual Flying Rules
VMC	=	Visual Meteorological Conditions
VOR	=	Very high frequency Omnidirectional Range, radiofari omnidirezionali ad alta frequenza
VOR/DME	=	Very high frequency Omnidirectional Range with Distance Measuring Equipment, radiofari di tipo VOR equipaggiati con misuratori di distanza

1. Introduzione all'analisi quantitativa del sistema di trasporto

1.1 Introduzione

Il sistema di trasporto ha sempre avuto un ruolo fondamentale per lo sviluppo e il controllo di un sistema territoriale. Già gli antichi Romani ad ogni nuova conquista facevano subito seguire la costruzione di strade e ponti per garantire: a) il rifornimento e lo spostamento delle truppe prima e b) una capillare rete di collegamenti utile per gli scambi economici e lo sviluppo del territorio dopo. La rete viaria costituiva il tessuto connettivo che legava Roma alle lontane province e vantava un'estensione di quasi 100000 Km nel periodo di massima espansione dell'Impero.

La presenza di assi di collegamento stabili, a partire dalla lontana e famosa "via della seta", costituì il presupposto per lo sviluppo degli scambi economici tra aree anche molto distanti, per l'incontro di civiltà e culture diverse, per l'esplorazione di nuovi territori.

Ma nell'antichità erano anche, e forse soprattutto, i porti ad avere una funzione strategica per l'approvvigionamento di beni deperibili e di materie prime, per l'esportazione dei prodotti finiti e come punti di ingresso e uscita a/da un territorio. Alla fine del XIII secolo la spinta all'esplorazione di nuovi territori aprì la strada alla rivalutazione e all'espansione dei sistemi portuali, e successivamente alla navigazione verso territori sempre più lontani, grazie anche allo sviluppo della cartografia.

Dopo la scoperta del Nuovo Mondo, l'invenzione e l'evoluzione di mezzi di trasporto sempre più rapidi proseguì con alterne vicende fino ad arrivare allo sviluppo tecnologico del novecento e alla costruzione di mezzi di trasporto di massa, grazie ai quali nuovi territori e nuove culture diventavano potenzialmente accessibili ad una larga maggioranza di persone e non più privilegio di pochi, con gli aeroporti che assumevano il ruolo che era stato nell'antichità dei porti.

Un elemento comune a quanto detto finora è il concetto di accessibilità. Infatti, facilitare l'accesso a nuovi territori è la premessa a tutte le considerazioni svolte in precedenza circa la possibilità di far muovere merci e persone in tempi rapidi e di favorire lo sviluppo di un territorio.

I sistemi di trasporto hanno il ruolo fondamentale di garantire alle persone la partecipazione ad attività che sono variamente distribuite nel tempo e nello spazio. In sintesi, l'accessibilità è una misura delle prestazioni congiunte del sistema di trasporto e del sistema delle attività e individua quanto bene la complessa struttura delle relazioni tra questi due elementi è in grado di soddisfare le esigenze degli utenti.

Il modo in cui queste relazioni sono realizzate e gestite permette di modificare il livello di accessibilità di un sistema territoriale, costituito da sistema di trasporto e sistema delle attività. In particolare, il ruolo dei decisori e dei pianificatori del sistema di trasporto è di comprendere, simulare e verificare l'insieme di complesse relazioni che regolano il territorio in modo da identificarne il grado di accessibilità e ottenerne un eventuale miglioramento attraverso azioni di intervento nel sistema di trasporto.

Partendo da queste premesse, nel seguito del capitolo dopo un richiamo al concetto e alla definizione di accessibilità (1.2), sarà descritto formalmente il sistema di trasporto con le sue componenti principali (1.3), formulate matematicamente nelle restanti parti del capitolo (1.4, 1.5 e 1.6).

1.2 Il concetto di accessibilità

Il termine "accessibilità" deriva dal latino *accedere*, ossia *arrivare*. In inglese il corrispondente termine "accessibility" rende ancora più evidente la funzione di rendere disponibile un territorio all'uso dei potenziali utenti; infatti, la parola è formata dai termini "access" e "ability", ossia "capacità di accedere", dove accedere è da intendersi come l'azione di avvicinarsi a qualcosa. Una delle prime definizioni di accessibilità nel campo della pianificazione fu suggerita da Hansen (1959), che la descrisse come «*a measure of potential opportunities for interaction*».

L'utente si sposta nel territorio per interagire con esso usufruendo di attività¹ di vario tipo ed è disposto a "pagare" per tale spostamento in termini di costo monetario e tempo necessario a raggiungere le destinazioni dove tali attività sono collocate. L'accessibilità (attiva) è una misura della facilità con cui si può raggiungere una destinazione o un'attività piuttosto che la

¹ Con il termine generico di "attività", in questo contesto, si intendono sia le attività economiche sia le residenze.

semplice facilità di viaggiare lungo la rete di trasporto, legata invece al concetto di “mobilità”, che misura la capacità di muoversi da un punto all’altro del territorio.

Mobilità e accessibilità sono legate tra di loro, benché alti livelli di mobilità possono essere associati (ma non necessariamente) ad alti livelli di accessibilità e alti livelli di accessibilità possono coesistere con bassi livelli di mobilità. La distinzione dipende dal fatto che le misure di accessibilità implicano anche il modo in cui le attività sono distribuite sul territorio. A titolo esemplificativo, si considerino due centri A e B. Il primo sia un centro urbano di medie dimensioni, densamente popolato e con attività abbastanza distribuite sul territorio. Il secondo sia un centro di piccole dimensioni, scarsamente popolato e con pochi centri, localizzati, sedi di attività. Lo spostamento nel primo centro avviene mediamente a basse velocità; in un dato Δt si coprono corte distanze, ma si possono raggiungere molte destinazioni/attività. Nel secondo centro, lo spostamento avviene a velocità mediamente elevate, ma l’accessibilità è bassa perché ci sono poche destinazioni/attività da raggiungere. Pertanto il primo centro ha un’accessibilità migliore, mentre il secondo ha una mobilità più elevata.

Poiché le attività sono distribuite nello spazio, l’accessibilità implica comunque la mobilità. Bassi livelli di mobilità associati ad alti livelli di accessibilità sottintendono la presenza di destinazioni/attività desiderate raggiungibili in un breve periodo di tempo e a distanza ravvicinata, e di conseguenza di un’elevata densità di attività sul territorio considerato.

In genere il generico utente che si sposta su una rete di trasporto può subire un ritardo legato alla presenza di altri utenti che a loro volta utilizzano il sistema per spostarsi. Questo fenomeno si verifica in quanto la capacità del sistema è limitata e al crescere del numero di utenti diminuiscono le prestazioni del sistema, in particolare aumentano i tempi legati allo spostamento. Si parla in questo caso di effetti di “congestione”. La congestione subita dagli utenti che si spostano su una rete di trasporto può essere considerata, entro certi limiti, l’inverso della mobilità. Essa fornisce una misura di quanto vincolato sia lo spostamento in relazione alla capacità limitata del sistema. Le aree in cui maggiormente si riscontrano fenomeni di congestione spesso sono anche aree molto attrattive per gli utenti in termini di opportunità di lavoro, presenza di servizi, residenze e così via. In definitiva, utilizzare il solo concetto di mobilità per definire una misura di come il sistema delle attività e il sistema di trasporto interagiscono non è sufficiente. Seguendo il Department of Transportation (USA), l’obiettivo del decisore e del pianificatore del sistema di trasporto è di “garantire uno spostamento che non sia solo rapido e sicuro, ma anche accessibile e comodo e che contribuisca a migliorare la qualità della vita dei cittadini nel presente e nel futuro”.

La maggior parte delle misure di accessibilità si basano su una combinazione di misure di attrattività di destinazioni/attività potenziali e di tempi/costi di viaggio per raggiungerle.

I decisori pubblici possono utilizzare le misure di accessibilità come indicatori delle prestazioni del sistema territoriale e per stabilire ipotesi e politiche di sviluppo. Benché spesso si consideri il sistema delle attività come incontrollabile e si cerchi di migliorare l'accessibilità agendo sul solo aspetto della mobilità, è evidente che soltanto assumendo il sistema territoriale nella sua interezza si possono adottare azioni di sviluppo efficaci che affianchino politiche sull'uso del territorio a politiche sullo sviluppo del sistema di trasporto e viceversa.

Il concetto di accessibilità può variare a secondo del soggetto di riferimento. Per i decisori pubblici l'accessibilità si riferisce ad un territorio nel suo complesso, mentre l'individuo percepisce l'accessibilità sulla base delle proprie priorità (familiari, lavorative, e di svago). Si possono allora considerare diversi tipi di accessibilità facendo ricorso a opportune matrici che includono sia elementi relativi al sistema di trasporto sia elementi relativi al sistema delle attività (un esempio è riportato in tab. 1.1).

Tab. 1.1 - Matrice di accessibilità.

	Lavoro	Scuola	Parchi	Acquisti
Automobile				
Trasporto collettivo				
Bicicletta				
Piedi				

Le righe della matrice di accessibilità si riferiscono ai modi di trasporto disponibili, mentre le colonne alle attività che devono essere svolte. L'utente o il decisore pubblico individuano una classifica degli elementi della propria matrice, sulla base delle priorità e dei modi preferiti di trasporto. Ad esempio, il decisore pubblico può avere come obiettivo il miglioramento dell'accessibilità per ogni cella della matrice, mentre il singolo individuo in genere manifesterà le proprie preferenze limitatamente a poche celle. La matrice può essere espansa con più colonne e righe per tenere conto di ulteriori servizi/attività e di altri modi di trasporto.

La matrice di accessibilità fornisce un'indicazione qualitativa e rappresenta il primo stadio per la successiva analisi quantitativa che permetta ai pianificatori e decisori pubblici di comprendere quanto agevole sia lo spostamento rispetto al sistema delle attività e quindi come intervenire sull'uno o sull'altro sistema (dei trasporti e delle attività) per migliorare l'accessibilità.

La relazione tra uso del territorio, trasporti, accessibilità e attività potenziali è sinteticamente rappresentata nella fig. 1.1. Assumendo un miglioramento nelle infrastrutture di trasporto o nei servizi, ne deriva un aumento di accessibilità verso determinati territori del sistema in esame. Questo miglioramento induce a sua volta una variazione nell'uso del territorio e nella distribuzione delle attività (in termini di residenza, attività economiche, e così via) che, ancora, può generare una variazione nel sistema di trasporto (ad esempio, una diversa distribuzione degli spostamento degli utenti che hanno a disposizione nuove destinazioni appetibili). Quest'evoluzione complessiva del territorio, sia in termini di sistema di trasporto che di sistema delle attività, continua nel tempo con fasi positive o negative a secondo della tipologia di interventi e della loro capacità di fornire un'adequata risposta alle esigenze degli utenti.

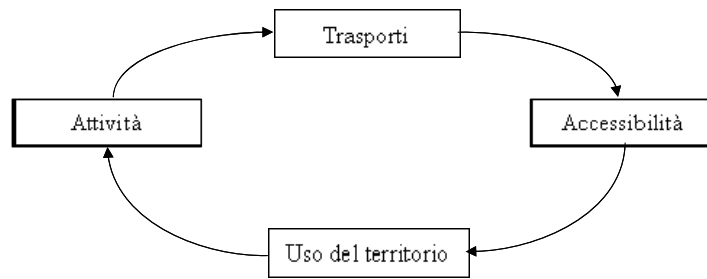


Fig. 1.1 – Rappresentazione delle relazioni tra uso del territorio, trasporti, accessibilità e attività potenziali.

Le diverse misure quantitative dell'accessibilità sono in genere formate da due componenti principali: una funzione di impedenza e una componente attrattiva. Le funzioni di impedenza, tipicamente sviluppate nel campo della pianificazione dei trasporti, misurano la separazione tra una data origine dello spostamento e una data destinazione dove svolgere le attività desiderate. La componente attrattiva è in genere misurata come numero di attività ad una data destinazione.

Si possono distinguere tre approcci principali per misurare l'accessibilità: 1) misura isocronica; 2) misura di gravità; 3) misura basata sull'utilità.

La misura isocronica, una delle prime ad essere utilizzata, permette di determinare il numero di attività potenziali che possono essere raggiunte in un prefissato intervallo di tempo (o distanza) di viaggio ed è definita come:

$$A_i = \sum_{j=1, \dots, J} B_j a_j$$