

8. LA COSTRUZIONE DEL MODELLO DI RAPPRESENTAZIONE DELLA MOBILITÀ COMUNALE

8.1. La matrice della mobilità comunale

Disponendo di alcune fonti (quali la struttura della mobilità ISTAT casa-studio e casa-lavoro) e di dati provenienti dalle indagini integrative appositamente programmate (rilievo dei flussi alle diverse intersezioni cittadine, indagine cordonale con intervista) è stato possibile sviluppare una ricostruzione della matrice della mobilità comunale, con la finalità di fornire un quadro complessivo delle esigenze di spostamento di residenti e non, focalizzando l'interesse all'interno del periodo di maggior criticità per la circolazione, identificato nella punta della mattina.

Per sviluppare la matrice degli spostamenti tra origini e destinazioni nelle diverse parti del territorio, con un livello di dettaglio sufficiente a realizzare le principali attività di analisi, senza tuttavia generare una eccessiva frammentazione, il territorio comunale è stato suddiviso in 49 zone, 34 delle quali ad identificare l'agglomerato più centrale (tavv. 8.1 e 8.2).

L'identificazione della zonizzazione centrale è stata costruita in analogia alle delimitazioni già indicate nel piano del 1997, operando piccole modifiche per mantenere anche la coerenza con la zonizzazione censuaria ISTAT.

Il territorio esterno al comune è stato aggregato in sette zone, descritte nella successiva tabella 8.1.

Numero Zona	Descrizione
60	Ponte nelle Alpi
61	Longarone – Zoldo - Cadore
62	Alpago – Autostrada (prov. VE, TV, PD, ...)
63	Sinistra Piave (Lentiai, Mel, ...)
64	Valbelluna destra piave (Sedico, S.Giustina, ..)
65	Feltre, sud provincia, Trentino, Vicentino
66	Agordino

Tab. 8.1 – Zonizzazione esterna al comune di Belluno.

Le fonti utilizzate per la ricostruzione degli spostamenti di utenti tra le coppie di zone, oltre all'indagine al cordone di cui si è già parlato, comprendono anche alcuni dati acquisiti da indagini sulla mobilità generata dai residenti nel comune con motivazione di studio e lavoro. Nella generazione della matrice della mobilità del comune sono state pertanto sviluppate una sequenza di operazioni atte ad uniformare i dati provenienti dalle due fonti:

- Elaborazione dei dati dell'indagine al cordone per l'estrazione delle relazioni di attraversamento del comune (componente esterno-esterno della matrice);
- Analisi dei dati rilevati al cordone per la definizione della componente in ingresso alla città (esterno-interno) e l'identificazione dell'area dichiarata di parcheggio come effettiva destinazione dello spostamento;
- Quantificazione del peso della componente sistematica, rispetto al totale delle rilevazioni, per ciascuna zona di destinazione;
- Ricostruzione della componente di mobilità generata all'interno (interno-interno ed interno-esterno) per motivi di studio e lavoro;

- Espansione della mobilità motivata da studio e lavoro, tramite l'utilizzo dei parametri calibrati dalle interviste al cordone, per la definizione della mobilità totale;
- Espansione delle relazioni con coefficienti dipendenti dal loro ambito per la definizione della matrice in entità veicolari equivalenti, così da considerare anche l'incidenza dei veicoli medi o pesanti.

8.2. Il modello della rete

8.2.1 Criteri di costruzione

Per la costruzione di una modellizzazione della mobilità comunale gli elementi necessari riguardano, oltre alla definizione della matrice di domanda, anche la rappresentazione del sistema di offerta della viabilità.

A tal proposito la rete considerata per la costruzione del grafo è relativa a tutte le strade rappresentate nella classificazione funzionale, ad esclusione di quelle di livello locale e rappresentative pertanto del solo traffico terminale.

Il grafo ricostruito per descrivere il sistema della viabilità comunale si compone di oltre 680 archi di rete che congiungono i circa 320 nodi che rappresentano intersezioni viarie o discontinuità nelle caratteristiche delle vie.

Oltre agli archi di rete sono stati utilizzati anche circa un centinaio di archi "connettori" che svolgono il ruolo di collegare la rete viaria ai "centroidi" rappresentativi delle zone di generazione ed attrazione di mobilità, secondo quanto già specificato al paragrafo precedente.

Per la caratterizzazione degli archi sono stati considerati diversi parametri geometrici ed ambientali.

Come caratterizzazione geometrica sono state considerate le larghezze medie delle corsie ed il numero delle stesse per ciascuna direzione di marcia.

Come caratterizzazione ambientale è stata considerata la presenza di sosta a lato strada o la presenza di attività tali da indurre disturbo alla circolazione o interferenze trasversali (negozi, scuole, uffici, ...). L'intensità dei parametri ambientali è stata valutata con parametri scalari compresi tra 0 (assenza del disturbo) e 100 (intensità della caratterizzazione molto alta).

Sulla base delle caratteristiche dimensionali ed ambientali di cui si è detto sono stati quantificati per ogni arco i parametri di base per la modellizzazione matematica, quelli cioè atti a descrivere le caratteristiche condizionanti la funzionalità offerta. Esse sono la capacità per corsia, il numero di corsie e la velocità a flusso libero. Il condizionamento ambientale è stato in particolare utilizzato per definire i limiti di capacità degli archi, partendo da una capacità di 1.600 veq/h in assenza di disturbo, e la velocità a flusso libero, comunque condizionata dalla presenza di disturbo o interferenza laterale.

INSERIRE TAVOLA 8.1 - ZONIZZAZIONE AMPIA

INSERIRE TAVOLA 8.2 - ZONIZZAZIONE RISTRETTA

8.3. Verifica di calibrazione

L'ultimo passaggio nella costruzione del modello matematico della mobilità ha riguardato l'applicazione dei dati di domanda e di offerta per la simulazione dell'assegnazione dei flussi alla rete, ottenendo la definizione dei volumi in transito su ogni arco, per ciascuna direzione.

A tal proposito è stato utilizzato il software di simulazione "emme2", applicando agli archi delle curve di impedenza di tipo BPR con coefficienti tratti da bibliografia.

I risultati dell'assegnazione sono stati confrontati con i dati reali di carico rilevati alle intersezioni e sulle direttrici principali nelle varie attività di indagine condotte, al fine di quantificare la bontà della descrizione della realtà fatta dal sistema semplificato. I risultati della verifica sugli archi principali sono riportati in tabella 8.2.

Relativamente all'utilizzo dello strumento modellistico e della valutazione dei risultati da questo proposto è bene tenere sempre presente alcune condizioni tipiche dello strumento e dei modi con cui è costruito;

- Il sistema semplifica la generazione e l'attrazione della mobilità in pochi punti (nel nostro caso circa 55), mentre nella realtà la distribuzione spaziale è più elevata;
- Anche la rete stradale è semplificata in quanto non considera la distribuzione delle strade locali che pur presentando un ruolo marginale nel servizio alla mobilità globale, hanno comunque la caratteristica di essere spesso gli elementi terminali degli spostamenti;
- La matrice di domanda è costruita sempre su base campionaria sia per la mobilità di scambio del comune (interviste a campione) sia per la mobilità interna (basata sulle motivazioni studio e lavoro);
- La valutazione di scenari di confronto su specifici archi, nodi o direttrici va condotta osservando non tanto i valori assoluti presentati nei diversi scenari di simulazione, quanto piuttosto le variazioni percentuali di incremento o decremento del carico, ottenuto dal confronto fra coppie di scenari.

Intersezione	Via	Direz.	Volumi		Differenza	
			rilevati	Simulaz.	assoluta	%
via Prade - v.le Europa (Belsit)	Via Marisiga	A	1.205	1.206	1	0,08%
via Miari - via M.te Grappa - p.te Vittoria	Via D. Buzzatti	B	594	592	-2	-0,34%
via Lungardo - via Dendrofori (Billa)	Via Sarajevo	A	1.020	1.026	6	0,59%
via Miari - via Sarajevo (p.te Dolomiti)	Via Sarajevo	B	957	951	-6	-0,63%
V.le Europa-Ospedale	V.le Europa - ramo Ovest	A	950	956	6	0,63%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	V.le Medaglie d'Oro	B	1.014	988	-26	-2,56%
via Miari - via Sarajevo (p.te Dolomiti)	Via M. Miari - ramo Est	A	986	1.014	28	2,84%
via Dendrofori - via Prade	Via Prade	A	615	595	-20	-3,25%
Cordone Sez.3 - via M.te Grappa	Via Monte Grappa	B	582	561	-21	-3,61%
via Prade - v.le Europa (Belsit)	Via Prade	B	618	595	-23	-3,72%
via V.Veneto - via Mameli (Nogarè)	Via V.Veneto - ramo Ovest	A	1.031	991	-40	-3,88%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	V.le Fantuzzi	B	766	726	-40	-5,22%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	V.le Medaglie d'Oro	A	909	957	48	5,28%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	Via Col di Lana	A	750	705	-45	-6,00%
via Miari - via M.te Grappa - p.te Vittoria	P.te Vittoria	A	554	588	34	6,14%
via Alzaia - via Buzzati - via U.dei Zater	Via Monte Grappa	B	645	687	42	6,51%
Cordone Sez.2 - Levego	Via Miari - ramo Est	B	861	921	60	6,97%
via Gregorio XVI - via Travazzoi (Zodiaco)	Via Col di Lana	B	778	722	-56	-7,20%
via Prade - v.le Europa (Belsit)	V.le Europa - ramo Ovest	B	730	653	-77	-10,55%
via V.Veneto - via Tonegutti (Aeroporto)	Via V.Veneto - ramo Est	B	849	941	92	10,84%
via Lungardo - via Dendrofori (Billa)	Via Lungardo	A	515	459	-56	-10,87%
via Gregorio XVI - via Travazzoi (Zodiaco)	Via Gregorio XVI	B	477	529	52	10,90%
Cordone Sez.1 - Bortoluzzi	Via Caduti 14 Sett. 1944	B	1.084	963	-121	-11,16%
via V.Veneto - via Tonegutti (Aeroporto)	Via .Veneto - ramo Ovest	A	809	717	-92	-11,37%
Cordone Sez.4 - Agordina	Via Agordo	B	413	365	-48	-11,62%

Intersezione	Via	Direz.	Volumi		Differenza	
			rilevati	Volumi da Simulaz.	assoluta	%
V.le Europa-Ospedale	V.le Europa - ramo Est	B	690	782	92	13,33%
V.le Europa-Ospedale	V.le Europa - ramo Ovest	B	680	586	-94	-13,82%
via S.Biagio - via Simon da Cusighe	Via Vittorio Veneto	B	700	592	-108	-15,43%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	Via Col di Lana	B	485	409	-76	-15,67%
via V.Veneto - via Tonegutti (Aeroporto)	Via V.Veneto - ramo Est	A	943	795	-148	-15,69%
via Prade - v.le Europa (Belsit)	V.le Europa - ramo Ovest	A	595	501	-94	-15,80%
via Alzaia - via Buzzati - via U.dei Zater	Via Monte Grappa	A	1.273	1.475	202	15,87%
via V.Veneto - via Tonegutti (Aeroporto)	Via V.Veneto - ramo Ovest	B	912	757	-155	-17,00%
via S.Biagio - via Simon da Cusighe	Via San Biagio	B	575	477	-98	-17,04%
via V.Veneto - via Mameli (Nogarè)	Via V. Veneto - ramo Ovest	B	818	678	-140	-17,11%
via Miari - via Sarajevo (p.te Dolomiti)	Via M. Miari - ramo Est	A	600	717	117	19,50%
Sezione 5 - Boscon	Via D. Boscon	A	1.164	923	-241	-20,70%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	Viale Fantuzzi	A	460	364	-96	-20,87%
via Lungardo - via Dendrofori (Billa)	Via Sarajevo	B	755	914	159	21,06%
via Alzaia - via Buzzati - via U.dei Zater	Via M. Miari	A	665	815	150	22,56%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	Via Internati e Deportati	A	740	909	169	22,84%
via Cusighe - via Mameli - via Di Foro	Via Cusighe	A	300	370	70	23,33%
Sezione 2 - Levego	Via M. Miari - ramo Est	A	768	584	-184	-23,96%
via Dendrofori - via Prade	Via dei Dendrofori	B	415	516	101	24,34%
Sezione 4 - Agordina	Via Agordo	A	600	453	-147	-24,50%
Sezione 1 - Bortoluzzi	Via Caduti 14 Sett. 1944	A	1.053	795	-258	-24,50%
via S.Biagio - via Simon da Cusighe	Via San Biagio	A	755	570	-185	-24,50%
via Miari - via Sarajevo (p.te Dolomiti)	Via Miari - ramo Ovest	B	736	918	182	24,73%
via Alzaia - via Buzzati - via U.dei Zater	Via Miari	B	807	1.014	207	25,65%
via Lungardo - via Dendrofori (Billa)	Via dei Dendrofori	B	435	315	-120	-27,59%
Sezione 3 - via M.teGrappa	Via Monte Grappa	A	987	711	-276	-27,96%
via Lungardo - via Dendrofori (Billa)	Via Lungardo	B	705	506	-199	-28,23%
via S.Biagio - via Simon da Cusighe	Via Vittorio Veneto	A	845	1.098	253	29,94%
via Cusighe - via Mameli - via Di Foro	Via Di Foro	A	710	491	-219	-30,85%
via Prade - v.le Europa (Belsit)	Via Marisiga	B	720	966	246	34,17%
via Miari - via Sarajevo (p.te Dolomiti)	Via Sarajevo	A	710	953	243	34,23%
via Miari - via Sarajevo (p.te Dolomiti)	Via Miari - ramo Ovest	B	603	815	212	35,16%
via Cusighe - via Mameli - via Di Foro	Via Di Foro	B	420	271	-149	-35,48%
via Medaglie d'oro - via Fantuzzi (la Cerva)	Via Internati e Deportati	B	594	812	218	36,70%
via Gregorio XVI - via Travazzoi (Zodiaco)	Via Col di Lana	A	464	290	-174	-37,50%
V.le Europa-Ospedale	V.le Europa - ramo Est	A	905	1.270	365	40,33%
via Dendrofori - via Prade	Via Prade	B	360	507	147	40,83%
via Dendrofori - via Prade	Via Feltre	B	540	314	-226	-41,85%
via Gregorio XVI - via Travazzoi (Zodiaco)	Via Gregorio XVI	A	721	410	-311	-43,13%
Sezione 5 - Boscon	Via D. Boscon	B	628	916	288	45,86%
via Lungardo - via Dendrofori (Billa)	Via dei Dendrofori	A	285	426	141	49,47%
via Dendrofori - via Prade	Via dei Dendrofori	A	430	210	-220	-51,16%
via Cusighe - via Mameli - via Di Foro	Via Cusighe	B	520	252	-268	-51,54%
via Miari - via M.te Grappa - p.te Vittoria	Via Dino Buzzatti	A	99	29	-70	-70,71%
via Prade - v.le Europa (Belsit)	Via Prade	A	268	507	239	89,18%
via Dendrofori - via Prade	Via Feltre	A	270	532	262	97,04%
TOTALE			49.420	48.923	-497	-1,01%

Nota : la direzione A è riferita al flusso in ingresso al nodo ove la quantità è stata rilevata o alla direzione in ingresso alla città per le sezioni di indagine al cordone.

Tab. 8.2 – Comparazione tra i flussi rilevati e quelli risultati dalla simulazione dello scenario attuale su alcuni archi della rete.