

# **SUM SUSTAINABLE URBAN MOBILITY**

Linee guida per la  
mobilità sostenibile nelle  
aree urbane

PRIN 2009



## **REPORT SCENARIO**

**PRG\_C**



## Sommario

<b>1</b>	<b>Descrizione dello scenario .....</b>	<b>1</b>
1.1	Interventi sul sistema dell'offerta di trasporto .....	1
1.1.1	Interventi sulla rete stradale.....	1
1.1.2	Interventi sulla rete di trasporto su ferro.....	2
1.1.3	Rete ferroviaria regionale .....	3
1.1.4	Rete ferroviaria sub-urbana .....	4
1.1.5	Rete metropolitana .....	5
1.1.6	Rete metropolitana leggera .....	6
1.1.7	Rete tranviaria .....	7
1.2	Interventi sullo stock immobiliare .....	8
<b>1</b>	<b>Risultati della simulazione dello scenario (13_Localizzazione vs</b>	
<b>01</b>	<b>_zone_rif).....</b>	<b>10</b>
2.1	Analisi Sintetica dello Scenario .....	10
2.1.1	Popolazione e Addetti nell'area di Studio e nelle 5 PGTU.....	10
2.1.2	Struttura della domanda come varia la matrice OD .....	11
2.2	Analisi di dettaglio della distribuzione spaziale della Popolazione .....	12
2.2.1	Variazione Occupati di fascia alta.....	12
2.2.2	Variazione Occupati di fascia bassa.....	12
2.2.3	Variazione Popolazione totale .....	13
2.3	Analisi di dettaglio della distribuzione spaziale degli Addetti (AddCom, AddServPri, AddTot) .....	14
2.3.1	Variazione degli Addetti al Commercio .....	14
2.3.2	Variazione degli Addetti ai Servizi Privati.....	14
2.3.3	Variazione Addetti Totali.....	15
2.4	Analisi di dettaglio delle variazioni delle Matrici Origine-Destinazione .....	16
2.4.1	Motivo .....	16
2.4.1.1	Spostamenti Casa-Lavoro.....	16
2.4.1.2	Spostamenti Casa-Altri Motivi.....	16
2.4.2	Analisi per singolo modo di trasporto.....	16
2.4.2.1	Auto .....	17
2.4.2.2	Moto.....	17
2.4.2.3	Trasporto pubblico .....	18
2.4.2.4	Piedi.....	18
2.4.3	Ripartizione modale totale e (in Entrata e in Uscita) per PGTU.....	19

2.4.3.1	In Uscita .....	19
2.4.3.2	In Entrata .....	21

**3. Analisi dell’elasticità del modello di simulazione (13\_Loc. vs. 14\_zone etc) ..... 22**

<b>3.1</b>	<b>Variazione di Popolazione.....</b>	<b>22</b>
3.1.1	Variazione Occupati di fascia Alta.....	23
3.1.2	Occupati di fascia Bassa.....	24
<b>3.2</b>	<b>Variazione di Addetti.....</b>	<b>25</b>
3.2.1	Addetti al Commercio.....	27
3.2.2	Addetti ai Servizi Privati .....	27

**4. Analisi di sostenibilità urbana ..... 28**

<b>4.1</b>	<b>Sostenibilità economica .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Sostenibilità ambientale .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Sostenibilità sociale .....</b>	<b>37</b>

**Bibliografia..... 40**

# 1 Descrizione dello scenario

Lo scenario PRG\_C tiene in conto delle previsioni contenute nel Nuovo Piano Regolatore, approvato dal Consiglio Comunale nel 2008.

Lo scenario considera una significativa espansione della rete di trasporto pubblico su ferro, così come previsto nel nuovo Piano Regolatore.

		Sistema di Trasporto	
		Rete Parziale	Rete Completa
Uso del suolo	LU_PRG	PRG_P	PRG_C
	LU_Compatto_01	COMPATTO_01_P	COMPATTO_01_C
	LU_Compatto_02	COMPATTO_02_P	COMPATTO_02_C
	LU_Sprawl_01	SPRAWL_P	
	LU_Sprawl_02		SPRAWL_C
	LU_TOD_01	TOD_01_P	
	LU_TOD_02		TOD_02_C

## 1.1 Interventi sul sistema dell'offerta di trasporto

### 1.1.1 Interventi sulla rete stradale

I nuovi interventi infrastrutturali sulla rete stradale previsti, come si può notare anche dai dati numerici riportati nella tabella 1 sono per oltre l'80% concentrati nelle corone PGTU quattro e cinque.

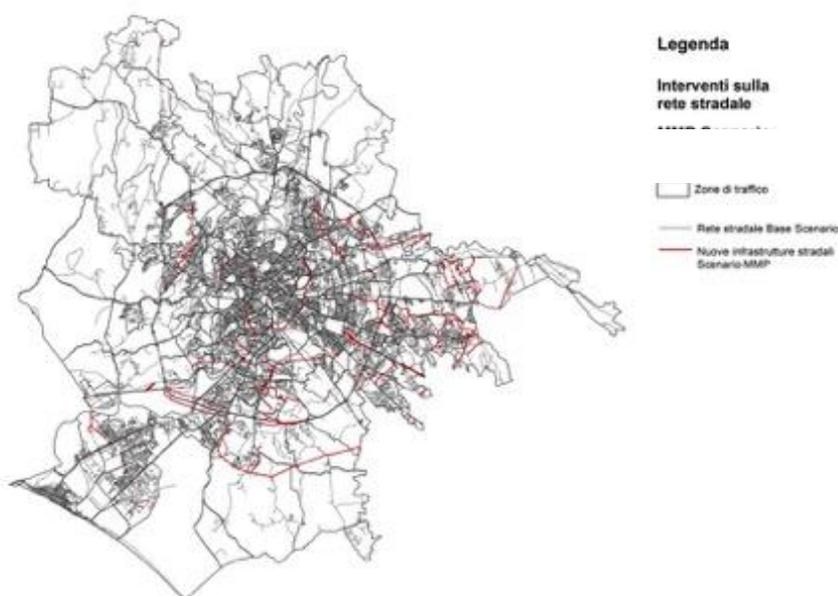


Figura 1: Nuovi interventi infrastrutturali sulla rete stradale.

Corone PGTU	Lunghezza nuovi interventi	Distribuzione percentuale nuovi interventi per corone PGTU
	[m]	[%]
1	959	0,5%
2	9.642	4,5%
3	23.084	10,8%
4	72.179	33,9%
5	106.941	50,3%
<b>Totale</b>	212.805	100%

Tabella 1: Nuovi interventi infrastrutturali sulla rete stradale suddivisi per corone PGTU

### 1.1.2 Interventi sulla rete di trasporto su ferro

Nelle previsioni di trasformazione futura sono previsti una serie d'interventi che interessano tutte le infrastrutture di trasporto su ferro dell'area metropolitana di Roma. Questi interventi prevedono sia un miglioramento della rete esistente, tramite una velocizzazione della rete e la rilocalizzazione di alcune stazioni, sia la realizzazione di nuove linee e l'apertura di nuove stazioni. Le infrastrutture su ferro sono articolate in cinque differenti tipologie di reti, di seguito elencate:

- Rete ferroviaria regionale;
- Rete ferroviaria sub-urbana;
- Rete metropolitana;
- Rete metropolitana leggera;
- Rete tranviaria.

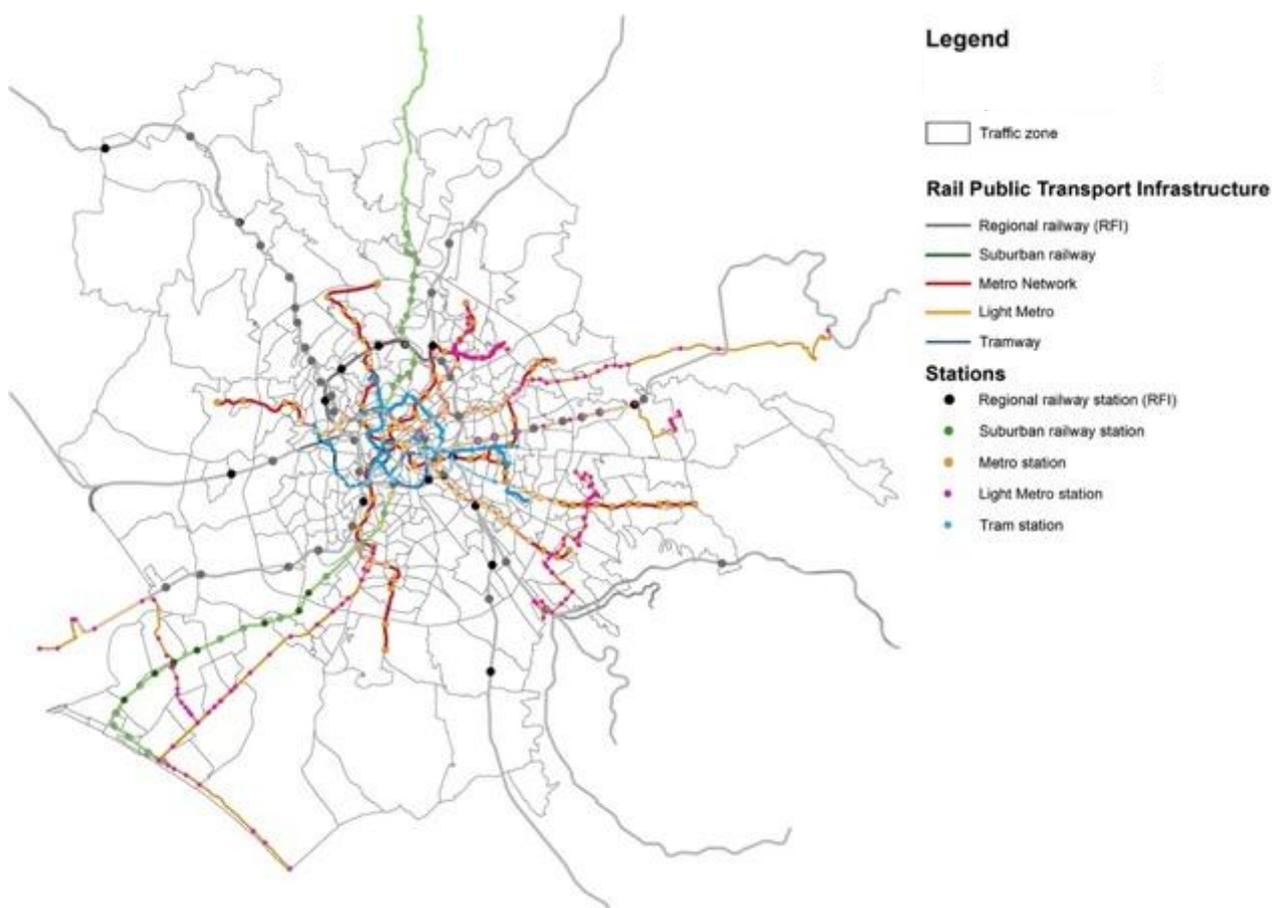


Figura 2: Mappa dei nuovi interventi sulla rete di trasporto pubblico su ferro

Per ognuna di queste tipologie di reti di trasporto pubblico su ferro è riportata a seguire una breve descrizione, con il supporto di figure e tabelle sintetiche.

### 1.1.3 Rete ferroviaria regionale

Gli interventi infrastrutturali previsti sulla rete ferroviaria regionale, sono di piccola rilevanza ed hanno l'obiettivo di migliorare i livelli di servizio della rete. L'unico intervento infrastrutturale di rilevante importanza riguarda il completamento dell'anello ferroviario che circonda il centro della città in modo chiudere la circonvallazione. Questo nuovo tratto denominato "Cintura Nord" o "FR0" dovrebbe collegare le stazioni di Roma Nomentana e Roma San Pietro con un tracciato di lungo circa 12,8 Km. Per quanto riguarda le nuove stazioni è prevista l'apertura di 11 nuove stazioni ferroviarie dedicate al servizio regionale.

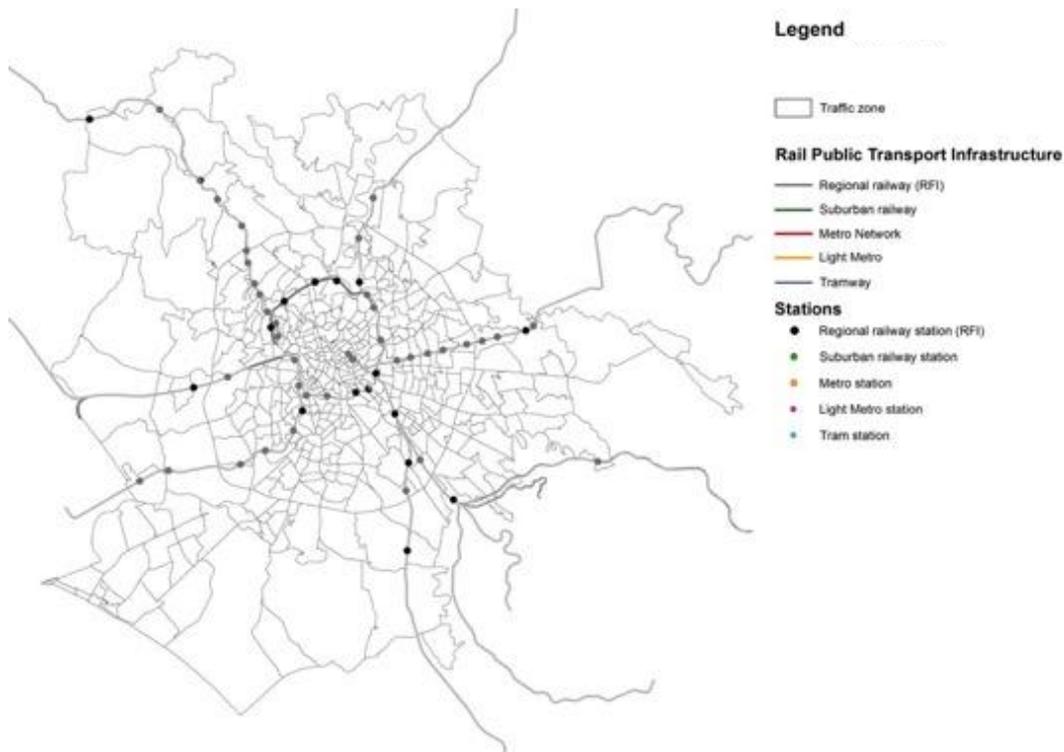


Figura 3: Mappa dei nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete ferroviaria regionale

Nuove stazioni	Linea	Stato
Zama	FR 0	Nuova
Roma Balduina	FR 0	Nuova
Farneto	FR 0	Nuova
Vigna Clara	FR 0	Nuova
Pigneto	FR 1	Nuova
Salario	FR 1	Rilocalizzata
Portuense	FR 1	Nuova
Ponte di Nona	FR 2	Nuova
?	FR 3	Nuova
?	FR 4	Nuova
Maccarese Fregene	FR 5	Nuova
?	FR 8	Nuova
?	FR 8	Nuova

Tabella 2: Nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete di trasporto su ferro regionale

**1.1.4 Rete ferroviaria sub-urbana**

Per quanto riguarda la rete ferroviaria suburbana è prevista la dismissione di una delle tre linee presenti nello Scenario di Base, la linea Roma-Giardinetti. Infatti l'attuale tracciato verrà riconvertito a partire dalla stazioni di Togliatti e fino a Giardinetti nella nuova linea della metro C. Per quanto riguarda invece il tratto della Roma-Giardinetti precedente alla stazione di Togliatti è prevista la sua riconversione in una linea tranviaria. Infine, per le altre due linee non sono in programma rilevanti interventi infrastrutturali, ad eccezione dell'apertura di sette nuove stazioni lungo la linea Roma-Lido.

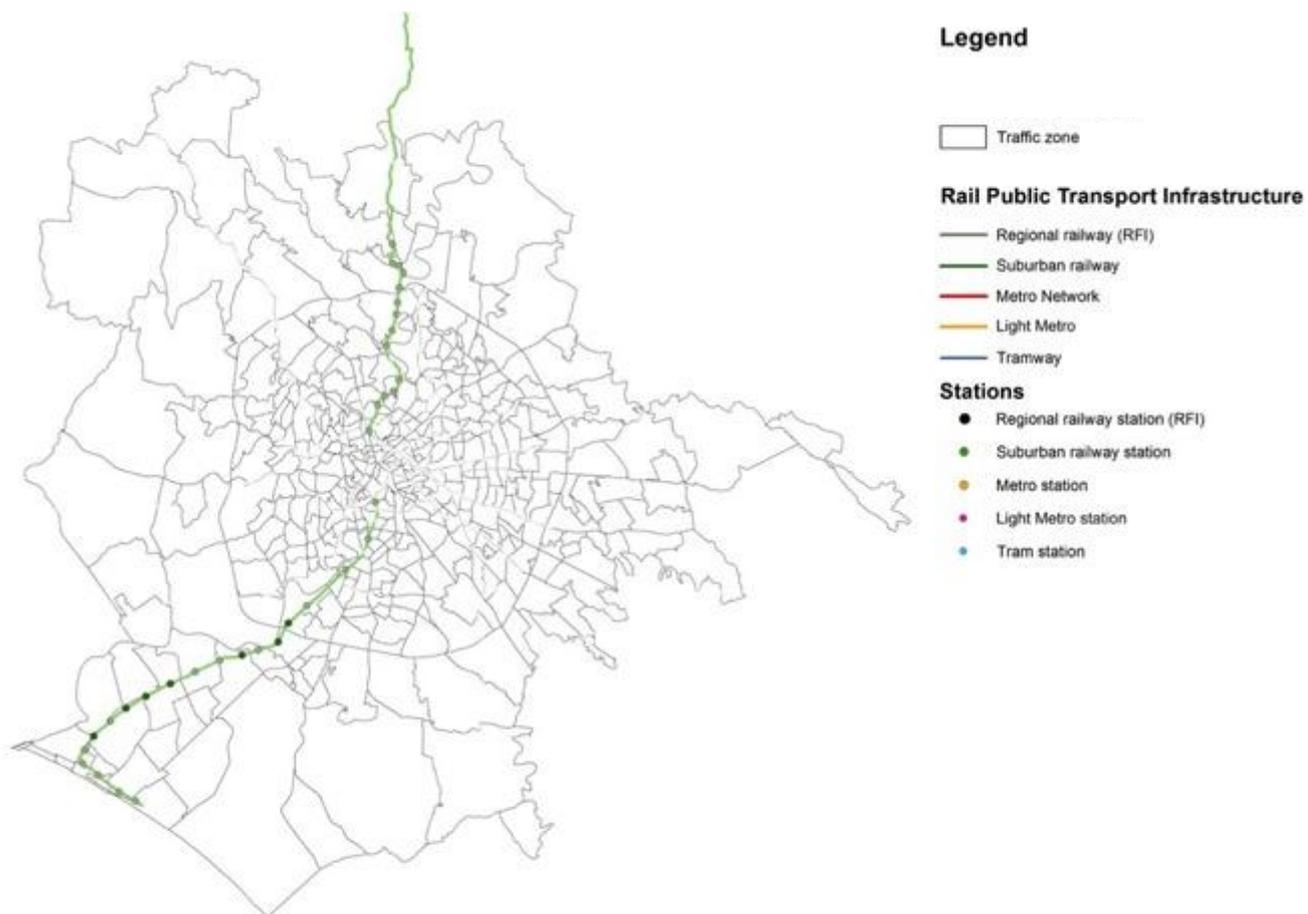


Figura 4: Mappa dei nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete sub-urbana

### 1.1.5 Rete metropolitana

Gli interventi di potenziamento della rete metropolitana previsti dallo scenario sono relativi al prolungamento della linea A, B e B1 e alla realizzazione di altre due linee, la linea C e D. La linea C, attualmente in costruzione, attraverserà la città da Nord-Ovest ovvero dalla stazione di Tor di Quinto alla stazione di Pantano. Per questa linea sono previste due diramazioni. La prima, denominata Linea C1, verso Ovest, si estenderà dalla stazione di Teano a Ponte Mammolo. La seconda diramazione, denominata Linea C2, verso Nord, si estenderà dalla stazione di Giuochi Istmici alla stazione di Tor di Quinto. Per la linea D i lavori di realizzazione sono stati già avviati, e una volta ultimati, la linea collegherà la città da Nord a Sud, dalla stazione di Ogetti fino alla stazione di EUR Agricoltura. Nel complesso è prevista l'apertura di 84 nuove stazioni e la realizzazione di 88,7 nuovi Km di infrastrutture ferroviarie.

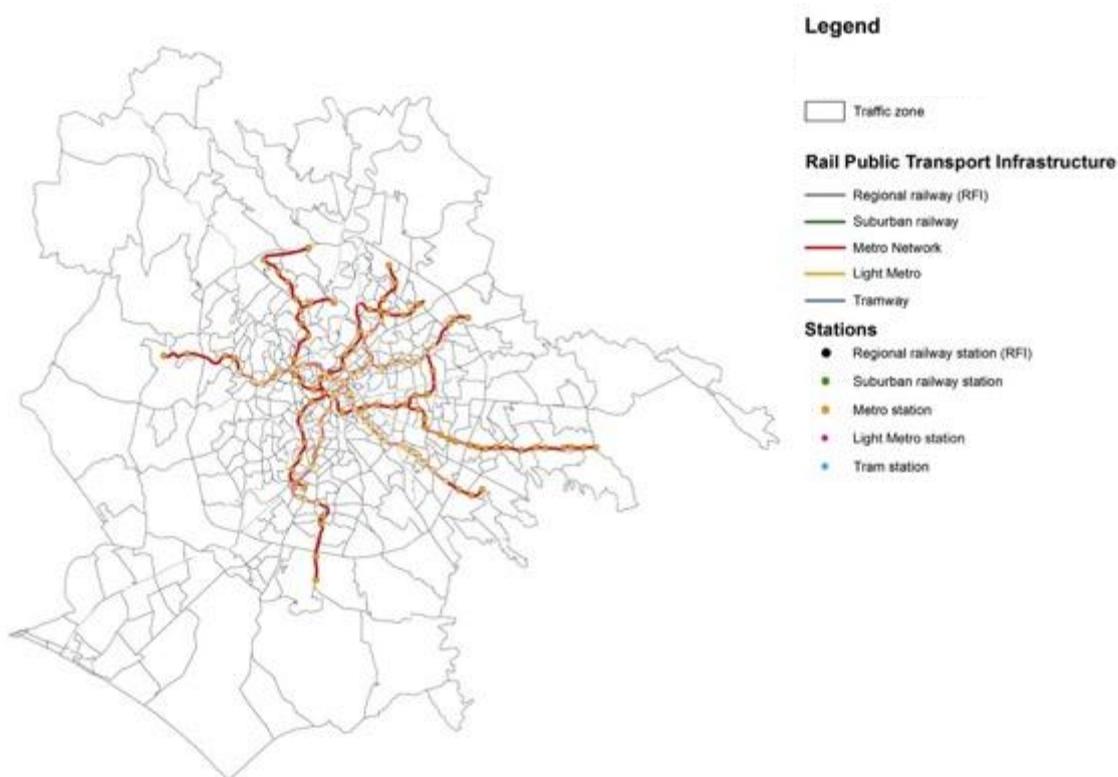


Figura 5: Mappa dei nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete metropolitana

Linea	Lunghezza tot [Km]	Lunghezza nuovi tratti [Km]	Stazioni tot [n°]	Nuove stazioni [n°]
Linea A	27,8	9,4	34	7
Linea B	27,3	9,3	29	7
Linea B1	8,5	4,9	8	4
Linea C	36,6	36,6	39	39
Linea C1	4,9	4,9	5	5
Linea C2	2,6	2,6	2	2
Linea D	21,0	21,0	20	20

Tabella 3: Nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete metropolitana

1.1.6 Rete metropolitana leggera

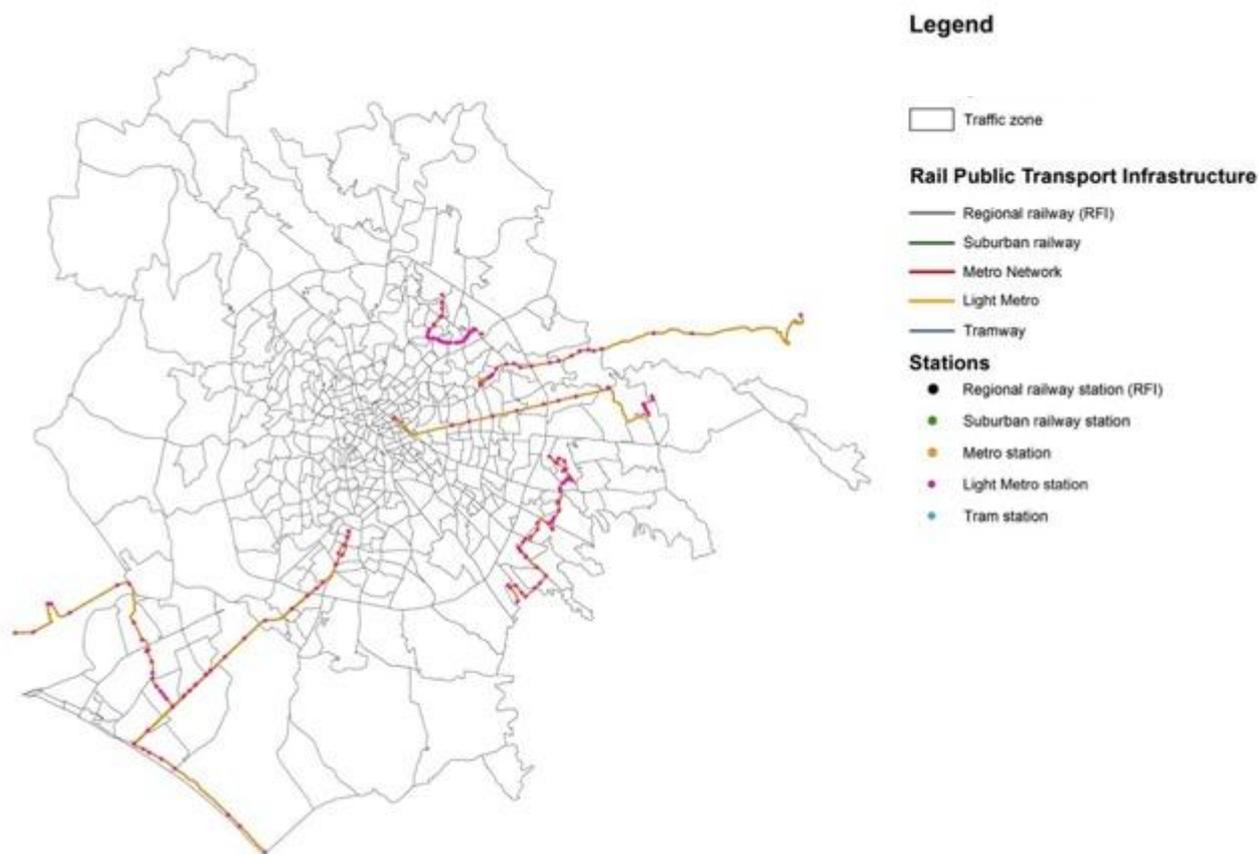


Figura 6: Mappa dei nuovi interventi infrastrutturali sulla rete metropolitana leggera

Linea	Estensione [Km]	Fermate [n°]
Linea V	7,0	42
Tor Vaianica – Aeroporto	32,5	53
Agricoltura – Aeroporto	34,7	69
Tivoli – Rebbibia	24,3	36
Tor Bella Monica - Ciampino	18,1	43
Termini - ?	19,9	30

Tabella 4: Nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete metropolitana leggera

### 1.1.7 Rete tranviaria

Le opere di potenziamento della rete tranviaria prevedono sia alcuni minimi interventi di prolungamento e variazione del percorso per le linee esistenti sia la realizzazione di altre tre nuove linee con una lunghezza complessiva di circa 17,8 Km lungo i quali saranno dislocate altre 107 nuove fermate.

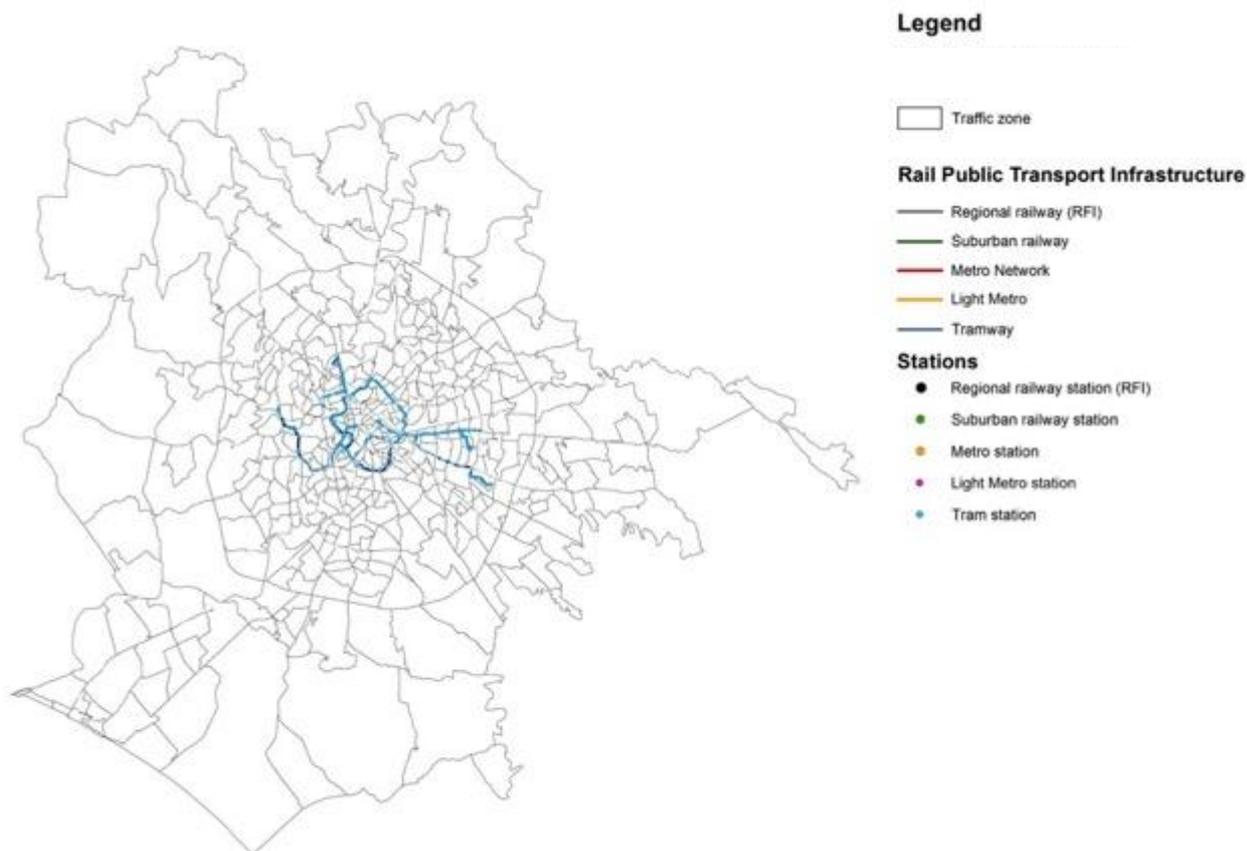


Figura 7: Mappa dei nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete tranviaria

Linee	Percorso	Lunghezza totale [Km]	Lunghezza nuovi tratti [Km]	Fermate tot [n°]
Linea 2	Piazza Mancini - Piazzale Flaminio	2,7	-	15
Linea 3	Piazza Thorvaldsen - Stazione Trastevere	14,5	1,2	82
Linea 5	Stazione Termini - Piazza dei Gerani	7,2	-	45
Linea 8	Piazza Venezia - Via del Casaleto	9,3	3,5	58
Linea 14	Stazione Termini - V.le Palmiro Togliatti	7,5	-	37
Linea 19	Piazza dei Gerani - P.za Risorgimento	14,7	0,4	92
Linea ?	Stazione Termini - T. Spaccata	9,2	9,2	54
Tram distributore		4,8	4,8	33
Linea ?	San Giovanni - Piramide	3,8	3,8	20

Tabella 5: Nuovi interventi di infrastrutturali sulla rete tranviaria

## 1.2 Interventi sullo stock immobiliare

Lo scenario PRG\_C tiene in conto delle previsioni contenute nel Nuovo Piano Regolatore, approvato dal Consiglio Comunale nel 2008. Tale piano prevede nuove possibilità edificatorie per complessivi 11.642.183 m<sup>2</sup> di Superficie Utile Lorda a destinazione residenziale. Lo scenario PRG\_C, il cui anno di proiezione è il 2031, ipotizza che per tale data tutte gli interventi previsti nel Nuovo Piano Regolatore siano stati realizzati. In tale ipotesi, la SUL residenziale aumenta di circa il 12% sull'intero territorio comunale rispetto allo scenario di base, come è possibile osservare in tabella 10.

In tabella sono riportate le variazioni di SUL residenziale, distribuita tra le cinque corone in cui è suddivisa l'area di studio. E' inoltre riportata la variazione dell'Indice di Utilizzazione Territoriale residenziale, dato dal rapporto tra la variazione di SUL residenziale (m<sup>2</sup>) e la Superficie territoriale (ha). Le variazioni di SUL residenziale sono inoltre state convertite in variazioni del numero medio di abitazioni, considerando come dimensione media dei nuovi alloggi una superficie di 84 m<sup>2</sup>. Come è possibile osservare dalla tabella, gli interventi previsti nel PRG si concentrano principalmente nelle zone esterne al Grande Raccordo Anulare. Circa l'80% delle nuove SUL residenziali verranno realizzate nella quinta corona. In tale corona si realizza dunque un incremento di circa il 46,5% di SUL residenziale, corrispondente a circa 113.000 nuovi alloggi. Variazioni significative nel sistema insediativo si verificano anche nella quarta corona dove è previsto un incremento pari a circa il 10% di nuova SUL residenziale. Nelle tre corone interne al GRA, all'opposto le variazioni di SUL risultano essere decisamente più contenute ed inferiori all'1%.

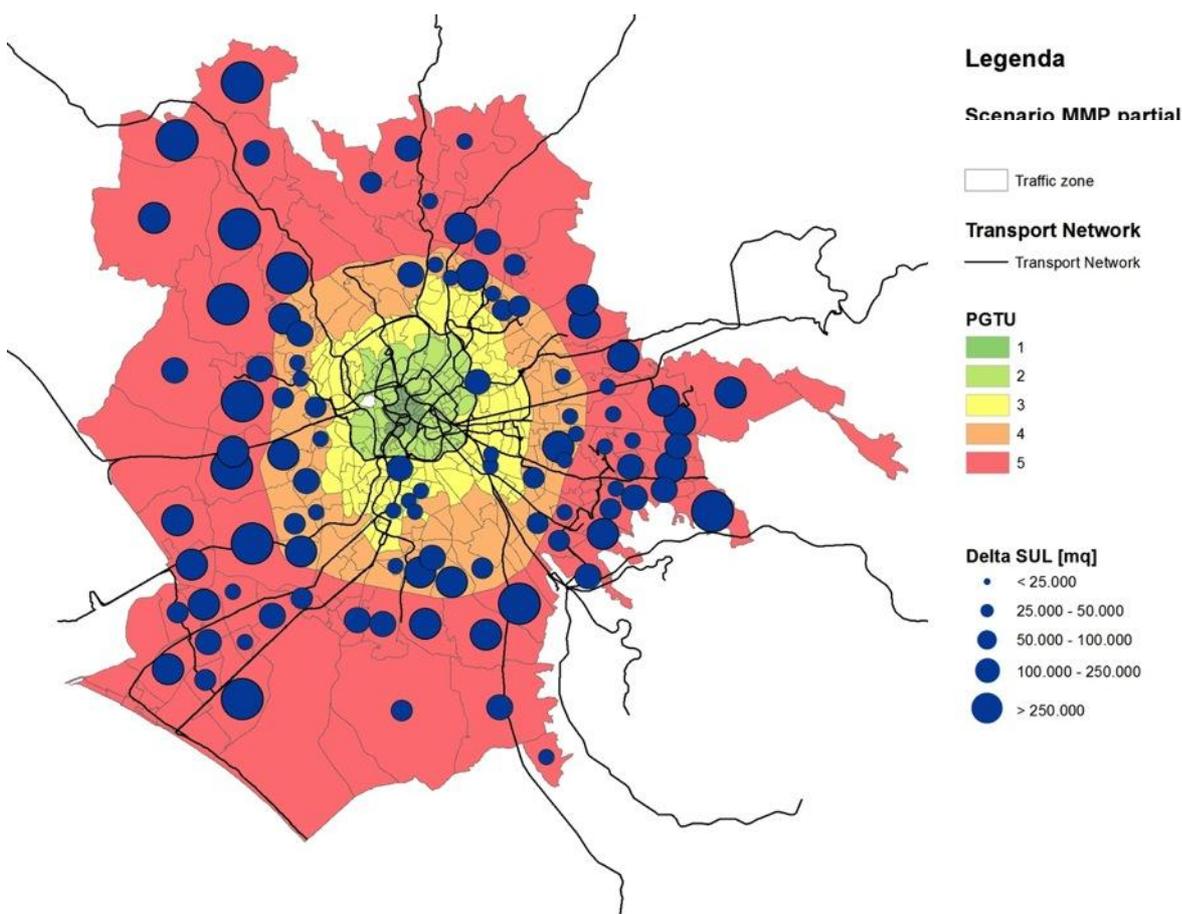


Figura 8: Interventi sullo stock immobiliare

REPORT SCENARIO: PRG C

Corone	Variazione SUL residenziale		Variazione IUT residenziale		Variazione Abitazioni	
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup> /ha <sup>2</sup>	%	n	%
1	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
2	5.434	0,03%	1,28	0,03%	64	0,03%
3	300.325	0,82%	28,64	0,82%	3.577	0,78%
4	1.859.755	9,93%	97,01	9,93%	22.141	9,80%
5	9.476.669	46,50%	100,71	46,50%	112.816	48,61%
<b>Totali</b>	<b>11.642.183</b>	<b>11,99%</b>	<b>90,57</b>	<b>11,99%</b>	<b>138.598</b>	<b>12,03%</b>

Tabella 6: Variazione della SUL residenziale, del numero di abitazioni e dell'Indice di Utilizzazione Territoriale

## 1 Risultati della simulazione dello scenario (13\_Localizzazione vs 01\_zone\_rif)

### 2.1 Analisi Sintetica dello Scenario

#### 2.1.1 Popolazione e Addetti nell'area di Studio e nelle 5 PGTU

Dall'analisi dei dati numerici riportati nelle seguenti tabelle, si nota una tendenza della popolazione e degli addetti a ricollocarsi nella seconda e terza corona PGTU, dove è localizzata la nuova SUL prevista dallo scenario.

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	10.683	18.911	60.488	52.916	10.632	103.968
2	49.153	141.640	394.995	180.873	32.667	343.129
3	80.627	337.605	899.092	130.995	50.081	316.754
4	47.851	214.205	528.610	92.069	38.563	232.372
5	58.594	243.162	620.452	72.307	40.103	206.209
<b>Totale</b>	246.908	955.523	2.503.637	529.160	172.046	1.202.432

Tabella 7: Popolazione e Addetti nell'area di Studio per corone PGTU scenario di Base

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	8.811	15.627	47.517	46.321	9.845	89.640
2	47.432	117.637	345.846	174.071	31.455	306.980
3	80.911	304.918	839.858	141.380	47.366	302.131
4	53.113	202.202	515.070	91.713	34.015	233.555
5	76.272	367.875	866.142	129.978	67.474	342.525
<b>Totale</b>	266.539	1.008.260	2.614.434	583.463	190.154	1.274.831

Tabella 8: Popolazione e Addetti nell'area di Studio per corone PGTU scenario PRG\_C Simulato

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	-1.872	-3.284	-12.971	-6.595	-787	-14.328
2	-1.721	-24.003	-49.149	-6.802	-1.212	-36.149
3	284	-32.687	-59.234	10.385	-2.715	-14.623
4	5.262	-12.003	-13.540	-356	-4.548	1.183
5	17.678	124.713	245.690	57.671	27.371	136.316
<b>Totale</b>	19.631	52.737	110.797	54.303	18.108	72.399

Tabella 9: Variazione di Popolazione e Addetti nell'area di Studio e nelle 5 PGTU tra gli scenari di Base e PRG\_C Simulato

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	-18%	-17%	-21%	-12%	-7%	-14%
2	-4%	-17%	-12%	-4%	-4%	-11%
3	0%	-10%	-7%	8%	-5%	-5%
4	11%	-6%	-3%	0%	-12%	1%
5	30%	51%	40%	80%	68%	66%
<b>Totale</b>	8%	6%	4%	10%	11%	6%

Tabella 10: Variazione percentuale di Popolazione e Addetti nell'area di Studio e nelle 5 PGTU tra gli scenari di Base e PRG\_C Simulato

### 2.1.2 Struttura della domanda come varia la matrice OD

Di seguito sono riportate le matrici OD degli spostamenti per modo e motivo tra le varie corone PGTU, dall'analisi dei dati umerici si nota che solamente la seconda, la terza e la quinta corona PGTU sono interessate da un incremento di domanda di spostamenti.

	1	2	3	4	5	Totale
1	5.331	4.594	2.272	609	286	13.090
2	13.556	52.506	23.400	6.168	2.946	98.576
3	15.743	62.269	102.252	26.130	13.223	219.616
4	5.026	26.224	41.923	40.246	14.574	127.994
5	3.189	20.045	34.446	25.549	63.890	147.118
<b>Totale</b>	42.844	165.637	204.293	98.701	94.920	606.395

Tabella 11: Matrice OD per lo scenario di Base

	1	2	3	4	5	Totale
1	4.338	3.929	2.447	653	513	11.879
2	11.960	40.575	22.199	6.412	5.112	86.259
3	15.254	56.845	88.961	26.136	20.966	208.161
4	5.290	26.825	39.889	35.080	22.686	129.770
5	4.536	30.550	48.209	35.811	101.525	220.630
<b>Totale</b>	41.377	158.723	201.705	104.092	150.802	656.699

Tabella 12: Matrice OD per lo scenario PRG\_C

	1		2		3		4		5		Totale	
1	-993,0	-19%	-664,9	-14%	175,2	8%	44,3	7%	226,8	79%	-1.211,6	-9%
2	-1.595,7	-12%	-11.930,6	-23%	-1.201,1	-5%	244,5	4%	2.166,1	74%	-12.316,9	-12%
3	-489,5	-3%	-5.424,1	-9%	-13.290,9	-13%	6,9	0%	7.742,7	59%	-11.454,9	-5%
4	264,0	5%	600,6	2%	-2.034,2	-5%	-5.166,0	-13%	8.112,1	56%	1.776,5	1%
5	1.347,3	42%	10.504,7	52%	13.763,6	40%	10.261,6	40%	37.634,7	59%	73.511,8	50%
<b>Totale</b>	-1.466,9	-3%	-6.914,3	-4%	-2.587,4	-1%	5.391,2	5%	55.882,3	59%	50.304,9	8%

Tabella 13: Confronto tra le Matrici OD dello scenario di Base e dello scenario PRG\_C

## 2.2 Analisi di dettaglio della distribuzione spaziale della Popolazione

### 2.2.1 Variazione Occupati di fascia alta

Anche per gli *occupati* di fascia bassa è evidente una forte tendenza a ricollocarsi nelle zone di traffico più periferiche, appartenenti prevalentemente alla quinta corona PGTU, a scapito delle zone di traffico più centrali.

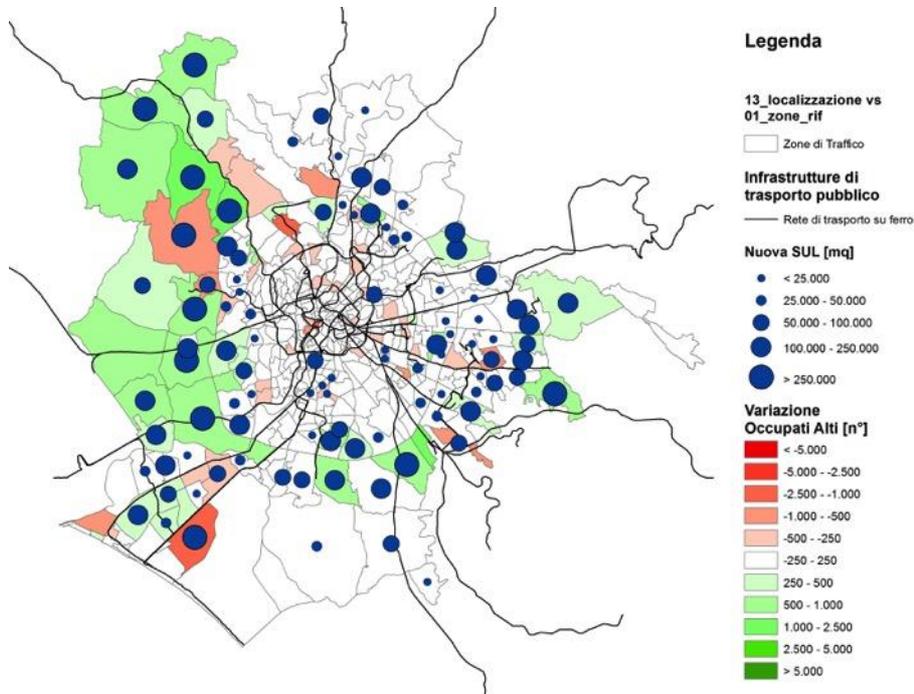


Figura 9: Variazione di Occupati di fascia alta tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

### 2.2.2 Variazione Occupati di fascia bassa

Anche per gli *occupati* di fascia bassa è evidente una forte tendenza a ricollocarsi nelle zone di traffico più periferiche, appartenenti prevalentemente alla quinta corona PGTU, a scapito delle zone di traffico più centrali.

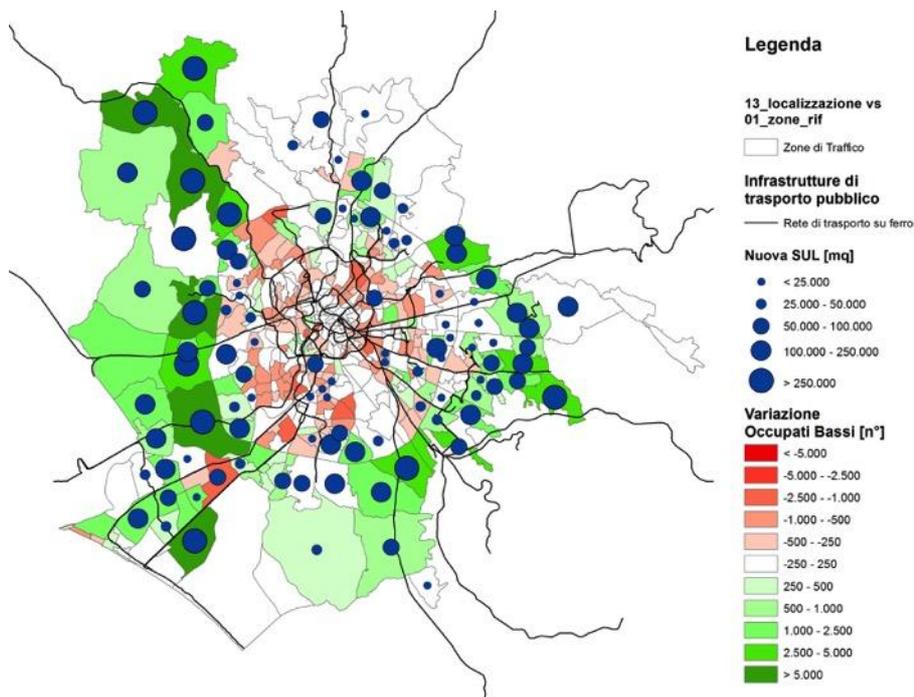


Figura 10: Variazione di Occupati di fascia bassa tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

### 2.2.3 Variazione Popolazione totale

La gran parte della popolazione residente a seguito della simulazione va a rilocalizzare nelle aree periferiche, in particolare nella quinta corona PGTU, in quanto gli interventi di trasformazione urbana previsti dallo scenario PRG\_C sono concentrati in questa corona.

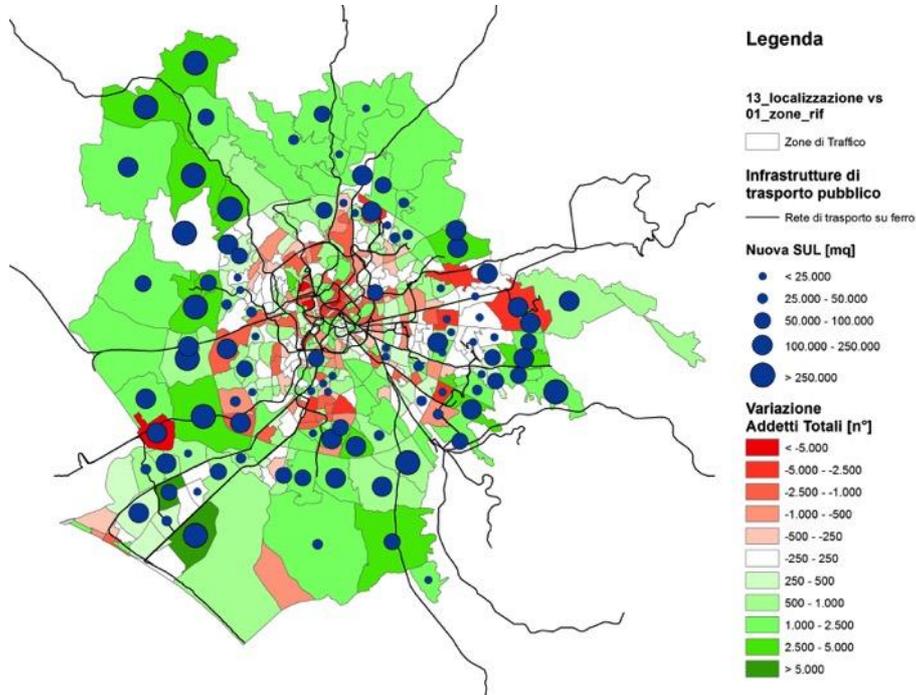


Figura 11: Variazione di Popolazione tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

## 2.3 Analisi di dettaglio della distribuzione spaziale degli Addetti (AddCom, AddServPri, AddTot)

### 2.3.1 Variazione degli Addetti al Commercio

Si può notare che anche per gli *addetti al commercio* è confermata la tendenza alla delocalizzazione verso le zone di traffico più periferiche appartenenti alla quinta corona.

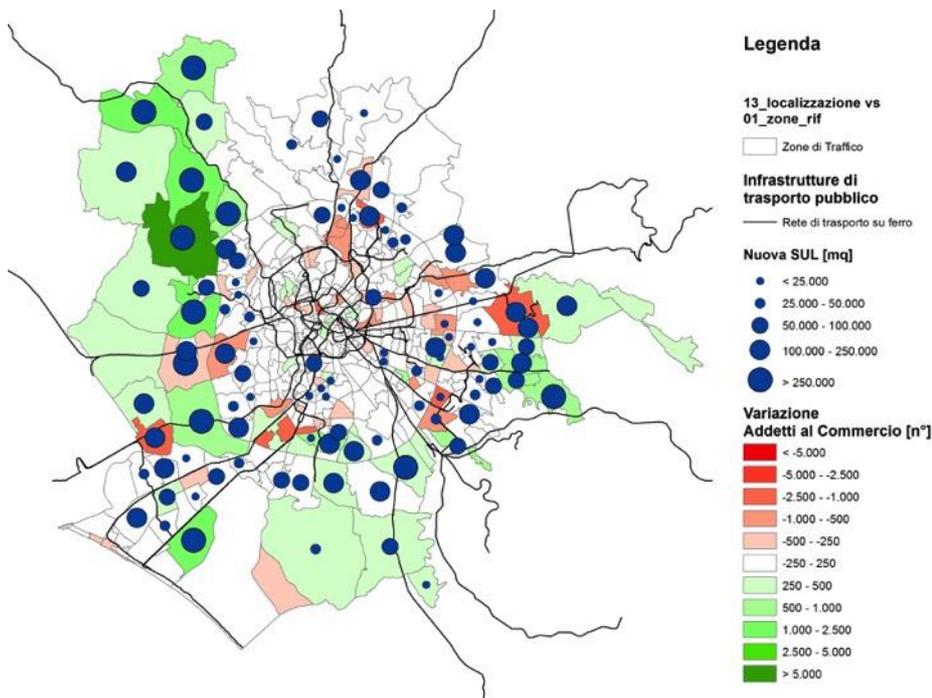


Figura 12: Variazione degli Addetti al Commercio tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C

### 2.3.2 Variazione degli Addetti ai Servizi Privati

Per gli *addetti ai servizi privati* si osserva dalla figura di seguito riportata una forte tendenza a delocalizzarsi dalle zone di traffico comprese nell'anello del grande raccordo anulare.

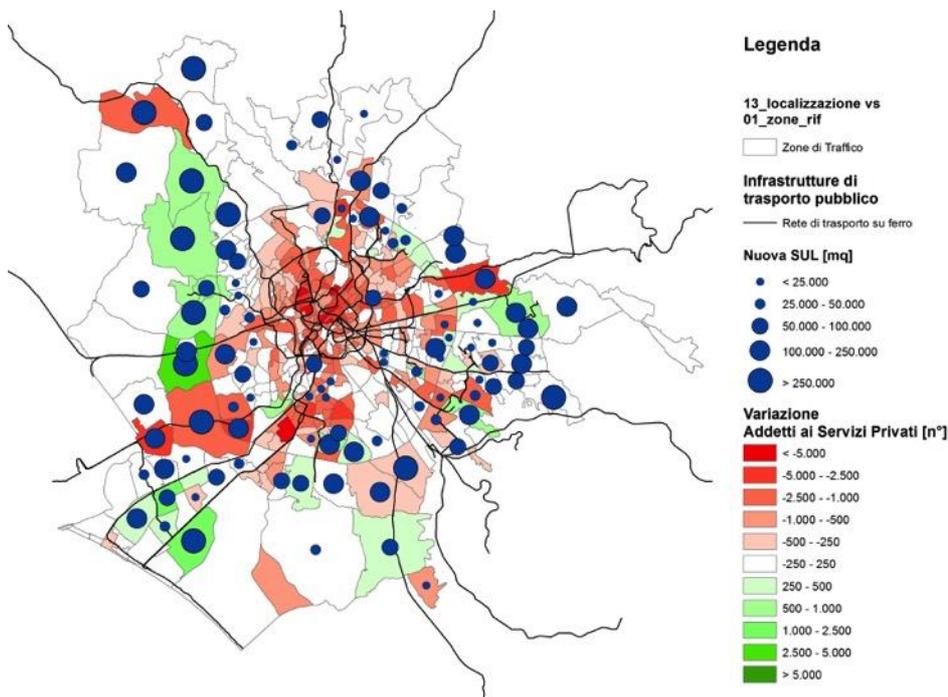


Figura 13: Variazione degli Addetti ai Servizi Privati tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

### 2.3.3 Variazione Addetti Totali

Valutando i risultati ottenuti dalla simulazione relativamente agli *addetti totali* è evidente la tendenza a rilocalizzare le attività nelle zone di traffico più periferiche comprese nella quinta corona PGTU, a scapito delle zone di traffico più centrali.

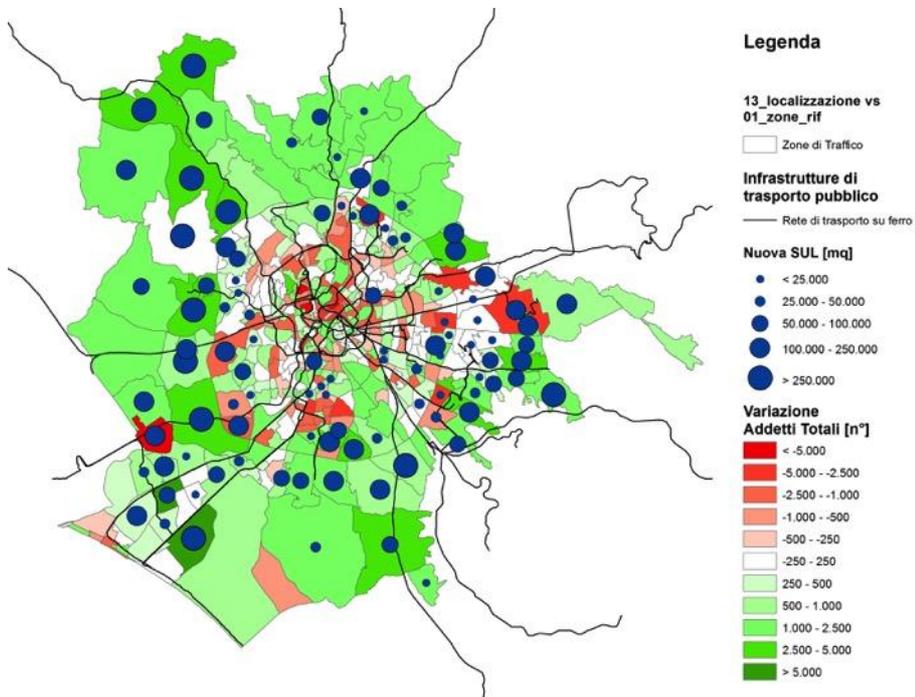


Figura 14: Variazione degli Addetti Totali tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

## 2.4 Analisi di dettaglio delle variazioni delle Matrici Origine-Destinazione

Nel seguente paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dal confronto tra le Matrici OD per lo scenario di Base e lo scenario PRG\_C Simulato. Le matrici di seguito riportate sono state suddivise in base al *motivo* dello spostamento e in base al *modo* di spostamento.

### 2.4.1 Motivo

I valori numerici riportati nelle seguenti matrici OD indicano gli spostamenti da e per le singole corone e sono suddivisi in due motivi principali di spostamento:

- Lavoro (LPF)
- Altri motivi (ScSup, ScUni e Altro).

#### 2.4.1.1 Spostamenti Casa-Lavoro

I risultati numerici ottenuti indicano un forte incremento degli spostamenti casa-lavoro da e verso la quinta corona, questo sta ad indicare che sono numerose le residenze e le attività che la rilocalizzazione del modello a seguito della simulazione va ad insediare in questa corona. Questo fenomeno è sottolineato ancor di più dall'incremento del numero di spostamenti interni alla quinta corona PGTU.

	1		2		3		4		5		Totale	
1	-670	-17%	-370	-13%	175	24%	25	8%	121	98%	-719	-9%
2	-1.282	-12%	-7.759	-24%	218	3%	268	8%	1.287	93%	-7.269	-13%
3	-873	-8%	-4.278	-11%	-6.309	-13%	-272	-2%	4.909	62%	-6.823	-6%
4	-56	-2%	678	5%	-109	-1%	-2.654	-10%	5.952	69%	3.812	5%
5	262	26%	5.513	62%	5.107	35%	6.753	40%	31.166	77%	48.801	60%
Totale	-2.618	-9%	-6.217	-6%	-918	-1%	4.120	6%	43.435	74%	37.802	11%

Tabella 14: Confronto Matrice OD per PGTU per il motivo lavoro tra lo scenario di Base e lo scenario PRG\_C Simulato

#### 2.4.1.2 Spostamenti Casa-Altri Motivi

Anche per questo motivo si registrano incrementi positivi da, verso e all'interno della quinta corona PGTU.

	1		2		3		4		5		Totale	
1	-323	-22%	-295	-16%	0	0%	19	6%	105	65%	-493	-9%
2	-313	-10%	-4.171	-21%	-1.419	-10%	-23	-1%	880	56%	-5.048	-12%
3	383	8%	-1.146	-5%	-6.982	-13%	279	3%	2.834	54%	-4.632	-5%
4	320	15%	-77	-1%	-1.925	-8%	-2.512	-19%	2.160	36%	-2.035	-4%
5	1.085	49%	4.992	45%	8.657	44%	3.509	40%	6.469	27%	24.711	38%
Totale	1.151	8%	-697	-1%	-1.669	-1%	1.271	4%	12.447	34%	12.503	5%

Tabella 15: Matrice OD per PGTU per motivo non lavoro (ScSup, ScUni e Altro) tra lo scenario di Base e lo scenario PRG\_C Simulato

### 2.4.2 Analisi per singolo modo di trasporto

I valori numerici riportati nelle seguenti matrici OD indicano gli spostamenti da e per le singole corone e sono suddivisi in base alla modalità di spostamento :Auto, Moto, Trasporto pubblico e a Piedi.

### 2.4.2.1 Auto

Dall'analisi dei risultati si nota un incremento degli spostamenti in auto da, per e all'interno della quinta corona, dovuto essenzialmente alla ridotta offerta di trasporto pubblico su ferro nelle zone dove il PRG\_C prevede l'insediamento di nuove residenze.

	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>Totale</b>	
<b>1</b>	0	0%	-224	-19%	-244	-20%	-22	-5%	167	73%	-323	-10%
<b>2</b>	0	0%	-1.516	-13%	-1.700	-13%	104	2%	1.856	77%	-1.256	-4%
<b>3</b>	0	0%	-1.700	-13%	-5.005	-12%	-13	0%	6.963	61%	244	0%
<b>4</b>	0	0%	104	2%	-1.964	-7%	-313	-1%	7.707	61%	5.535	8%
<b>5</b>	0	0%	8.818	81%	11.501	45%	10.396	48%	36.085	84%	66.800	66%
<b>Totale</b>	0	0%	5.483	13%	2.587	2%	10.152	15%	52.778	76%	71.001	25%

Tabella 16: Matrice OD per PGTU per modo auto tra lo scenario di Base e lo scenario PRG\_C Simulato

### 2.4.2.2 Moto

	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>Totale</b>	
<b>1</b>	-349	-30%	-167	-26%	-34	-17%	-15	-26%	-1	-4%	-567	-27%
<b>2</b>	-1.368	-30%	-1.202	-24%	-241	-13%	-108	-21%	7	4%	-2.912	-24%
<b>3</b>	-2.171	-38%	-2.432	-32%	-1.042	-19%	-648	-26%	-26	-3%	-6.319	-29%
<b>4</b>	-1.009	-38%	-1.531	-35%	-821	-24%	-472	-17%	24	2%	-3.809	-27%
<b>5</b>	-407	-33%	-1.081	-39%	-820	-30%	-466	-26%	826	32%	-1.948	-18%
<b>Totale</b>	-5.304	-35%	-6.414	-31%	-2.958	-22%	-1.709	-22%	831	18%	-15.554	-25%

Tabella 17: Matrice OD per PGTU per modo moto tra lo scenario di Base e lo scenario PRG\_C Simulato

### 2.4.2.3 Trasporto pubblico

Anche per questa modalità di spostamento gli incrementi maggiori si registrano da e per la quinta corona, in questo caso si può notare rispetto al modo auto che è quasi nullo in termini unitari e percentuali l'incremento di spostamenti con il trasporto pubblico all'interno della quinta corona. Questo scarso utilizzo dei mezzi di trasporto pubblico su ferro per gli spostamenti all'interno della quinta corona è dovuto essenzialmente alla struttura della rete, in quanto la maggior parte delle linee tendono a collegare le zone periferiche con il centro.

	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>Totale</b>	
<b>1</b>	-234	-9%	-223	-9%	454	55%	81	97%	61	181%	139	2%
<b>2</b>	-174	-2%	-7.044	-26%	816	9%	248	28%	303	91%	-5.851	-13%
<b>3</b>	1.682	17%	-2.052	-7%	-2.273	-7%	575	13%	806	86%	-1.262	-2%
<b>4</b>	1.273	53%	1.032	14%	809	8%	-2.060	-28%	382	43%	1.437	5%
<b>5</b>	1.754	89%	2.767	43%	3.082	49%	333	17%	-203	-2%	7.733	31%
<b>Totale</b>	4.301	17%	-5.519	-8%	2.889	5%	-823	-6%	1.349	13%	2.196	1%

Tabella 18: Matrice OD per PGTU per modo trasporto pubblico tra lo scenario di Base e lo scenario PRG\_C Simulato

### 2.4.2.4 Piedi

	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>Totale</b>	
<b>1</b>	-410	-28%	-50	-25%	0	0%	0	0%	0	0%	-461	-28%
<b>2</b>	-54	-21%	-2.169	-24%	-76	-20%	0	0%	0	0%	-2.299	-24%
<b>3</b>	0	0%	-62	-17%	-4.971	-22%	-19	-18%	0	0%	-5.052	-22%
<b>4</b>	0	0%	0	0%	-58	-21%	-2.146	-25%	-2	-46%	-2.206	-25%
<b>5</b>	0	0%	0	0%	0	0%	-1	-25%	927	9%	927	9%
<b>Totale</b>	-464	-27%	-2.281	-24%	-5.105	-22%	-2.165	-25%	925	9%	-9.090	-17%

Tabella 19: Matrice OD per PGTU per modo piedi tra lo scenario di Base e lo scenario PRG\_C Simulato

### 2.4.3 Ripartizione modale totale e (in Entrata e in Uscita) per PGTU

Nel seguente paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dal confronto tra le Matrici modali dello scenario di Riferimento e dello scenario *PRG\_C Simulato*, in particolare i valori numerici sono relativi al numero di spostamenti in Uscita e in Entrata dalle corone PGTU per diverso modo di trasporto.

#### 2.4.3.1 In Uscita

Osservando i valori ottenuti si nota che gli unici incrementi di spostamenti in auto e per il trasporto pubblico in uscita sono concentrati nella quinta corona PGTU.

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	3.088	2.113	6.252	1.638	13.090
<b>2</b>	31.265	12.067	45.485	9.758	98.576
<b>3</b>	97.048	21.580	78.167	22.821	219.616
<b>4</b>	76.304	14.034	28.670	8.985	127.994
<b>5</b>	100.963	11.126	24.950	10.079	147.118
<b>Totale</b>	308.669	60.920	183.525	53.281	606.395

Tabella 20: Ripartizione modale Scenario di Base per corone PGTU

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	2.765	1.546	6.391	1.177	11.879
<b>2</b>	30.010	9.155	39.634	7.460	86.259
<b>3</b>	98.114	15.373	76.905	17.769	208.161
<b>4</b>	82.834	10.050	30.107	6.779	129.770
<b>5</b>	167.763	9.178	32.683	11.006	220.630
<b>Totale</b>	381.486	45.302	185.720	44.191	656.699

Tabella 21: Ripartizione modale Scenario PRG\_C Simulato per corone PGTU

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	-323	-567	139	-461	-1.211
<b>2</b>	-1.255	-2.912	-5.851	-2.298	-12.317
<b>3</b>	1.066	-6.207	-1.262	-5.052	-11.455
<b>4</b>	6.530	-3.984	1.437	-2.206	1.776
<b>5</b>	66.800	-1.948	7.733	927	73.512
<b>Totale</b>	72.817	-15.618	2.195	-9.090	50.304

Tabella 22: Variazione degli spostamenti in uscita per corone PGTU tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	-10%	-27%	2%	-28%	-9%
<b>2</b>	-4%	-24%	-13%	-24%	-12%
<b>3</b>	1%	-29%	-2%	-22%	-5%
<b>4</b>	9%	-28%	5%	-25%	1%
<b>5</b>	66%	-18%	31%	9%	50%
<b>Totale</b>	24%	-26%	1%	-17%	8%

Tabella 23: Variazione percentuale degli spostamenti in uscita per corone PGTU tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

### 2.4.3.2 In Entrata

Per la domanda di spostamenti in entrata si registrano incrementi per gli spostamenti in auto nella quinta corona e per il trasporto pubblico nella terza corona PGTU.

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	0	15.306	25.839	1.699	42.844
<b>2</b>	62.474	20.398	73.096	9.669	165.637
<b>3</b>	108.204	13.656	59.419	23.014	204.293
<b>4</b>	68.374	6.894	14.614	8.819	98.701
<b>5</b>	69.617	4.666	10.556	10.081	94.920
<b>Totale</b>	308.669	60.920	183.525	53.281	606.395

Tabella 24: Ripartizione modale Scenario di Base per corone PGTU

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	0	10.002	30.140	1.235	41.377
<b>2</b>	69.774	13.984	67.577	7.388	158.723
<b>3</b>	110.791	10.698	62.308	17.909	201.705
<b>4</b>	78.527	5.121	13.791	6.653	104.092
<b>5</b>	122.395	5.497	11.904	11.006	150.802
<b>Totale</b>	381.486	45.302	185.720	44.191	656.699

Tabella 25: Ripartizione modale Scenario PRG\_C per corone PGTU

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	0	-5.304	4.301	-464	-1.467
<b>2</b>	7.300	-6.414	-5.519	-2.281	-6.914
<b>3</b>	2.587	-2.958	2.889	-5.105	-2.588
<b>4</b>	10.153	-1.773	-823	-2.166	5.391
<b>5</b>	52.778	831	1.348	925	55.882
<b>Totale</b>	72.817	-15.618	2.195	-9.090	50.304

Tabella 26: Variazione degli spostamenti in uscita per corone PGTU tra lo scenario di Base e lo Scenario PRG\_C Simulato

	<b>Auto</b>	<b>Moto</b>	<b>TP</b>	<b>Piedi</b>	<b>Totale</b>
<b>1</b>	0%	-35%	17%	-27%	-3%
<b>2</b>	12%	-31%	-8%	-24%	-4%
<b>3</b>	2%	-22%	5%	-22%	-1%
<b>4</b>	15%	-26%	-6%	-25%	5%
<b>5</b>	76%	18%	13%	9%	59%
<b>Totale</b>	24%	-26%	1%	-17%	8%

Tabella 27: Variazione percentuale degli spostamenti in uscita per corone PGTU tra lo scenario di Base e lo Scenario Compatto PRG\_C

### 3. Analisi dell'elasticità del modello di simulazione (13\_Loc. vs. 14\_zone etc)

#### 3.1 Variazione di Popolazione

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione
1	10.683	18.911	60.488
2	49.167	141.668	395.044
3	81.134	338.973	901.888
4	50.985	222.628	545.916
5	74.572	286.084	708.639
<b>Totale</b>	<b>266.541</b>	<b>1.008.264</b>	<b>2.611.975</b>

Tabella 28: Popolazione nell'area di Studio per corone PGTU scenario PRG\_C non simulato

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione
1	8.811	15.627	47.517
2	47.432	117.637	345.846
3	80.911	304.918	839.858
4	53.113	202.202	515.070
5	76.272	367.875	866.142
<b>Totale</b>	<b>266.541</b>	<b>1.008.264</b>	<b>2.611.975</b>

Tabella 29: Popolazione nell'area di Studio per corone PGTU scenario PRG\_C simulato

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione
1	-1.872	-3.283	-12.971
2	-1.735	-24.031	-49.198
3	-223	-34.055	-62.030
4	2.128	-20.426	-30.846
5	1.700	81.791	157.503
<b>Totale</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabella 30: Variazione della Popolazione nell'area di Studio e nelle 5 PGTU tra lo scenario PRG\_C simulato e lo scenario Compatto 01 C non simulato

PGTU	Occupati di fascia Alta	Occupati di fascia Bassa	Popolazione
1	-18%	-17%	-21%
2	-4%	-17%	-12%
3	0%	-10%	-7%
4	4%	-9%	-6%
5	2%	29%	22%
<b>Totale</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>

Tabella 31: Variazione percentuale della Popolazione nell'area di Studio e nelle 5 PGTU tra lo scenario PRG\_C simulato e lo scenario PRG\_C non simulato

Analizzando i risultati ottenuti dalla simulazione dello Scenario PRG\_C relativamente alla popolazione residente nell'area di studio, che è accentuata ulteriormente la tendenza per i residenti ad insediarsi nelle zone più periferiche appartenenti alla quinta corona PGTU, dove l'offerta di nuova SUL è maggiore rispetto alle altre corone.

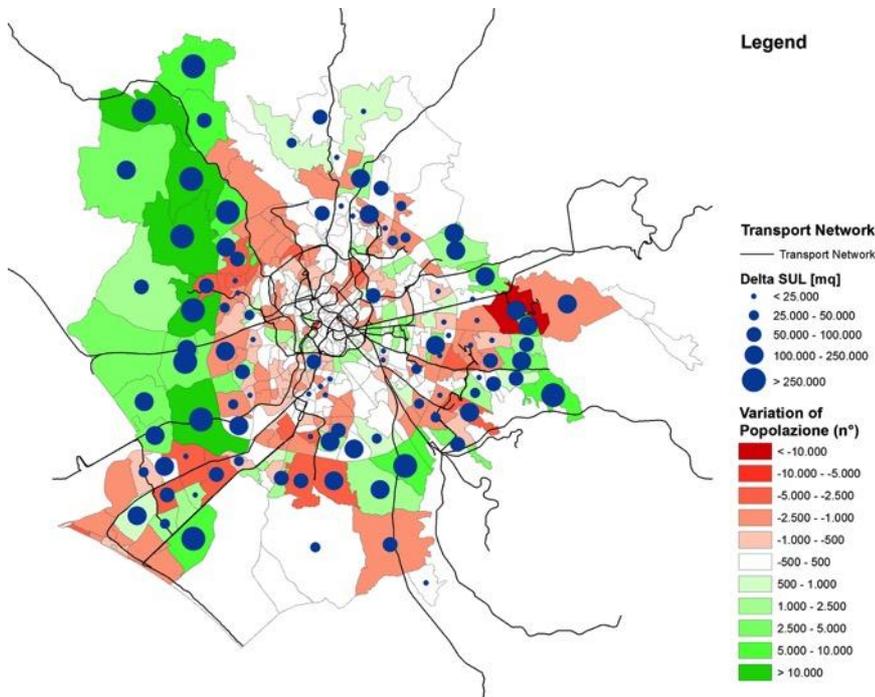


Figura 15: Variazione della popolazione residente per zona di traffico a seguito della simulazione

### 3.1.1 Variazione Occupati di fascia Alta

All'interno dell'area di studio si registra una diminuzione complessiva del numero di Occupati, in particolare tali valori negativi si registrano nella PGTU 5, 4 e 3 come si può osservare dai risultati numerici.

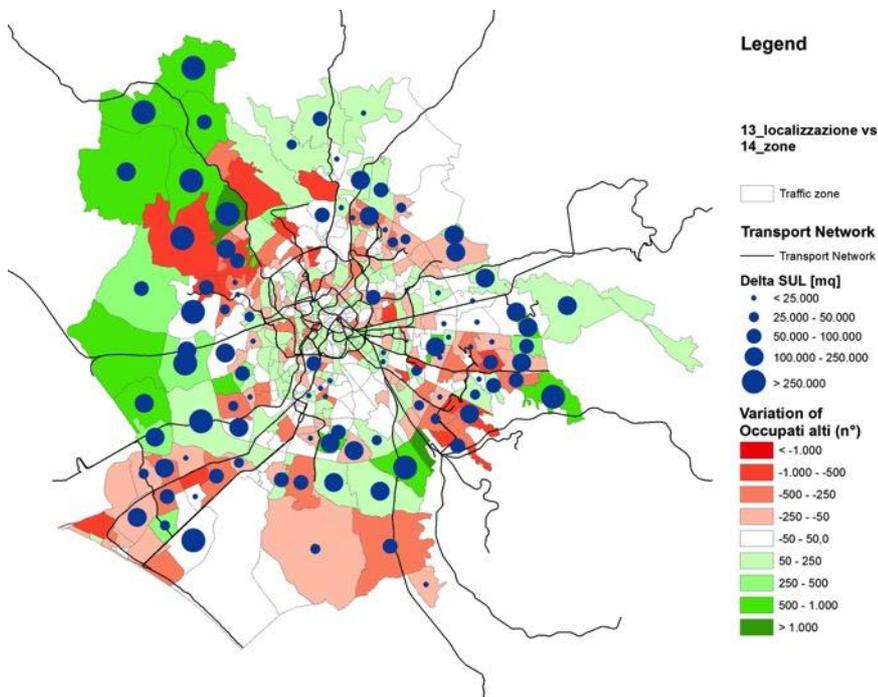


Figura 16: Variazione degli Occupati Alti per zona di traffico a seguito della simulazione

### 3.1.2 Occupati di fascia Bassa

Osservando la figura di seguito riportata si può notare che la maggior parte delle zone di traffico interessate da redistribuzione positiva di *Occupati di fascia bassa* effettuata dal modello sono localizzate nella quinta corona PGTU 5), dove si registra nel complesso un incremento di *Occupati di fascia bassa*.

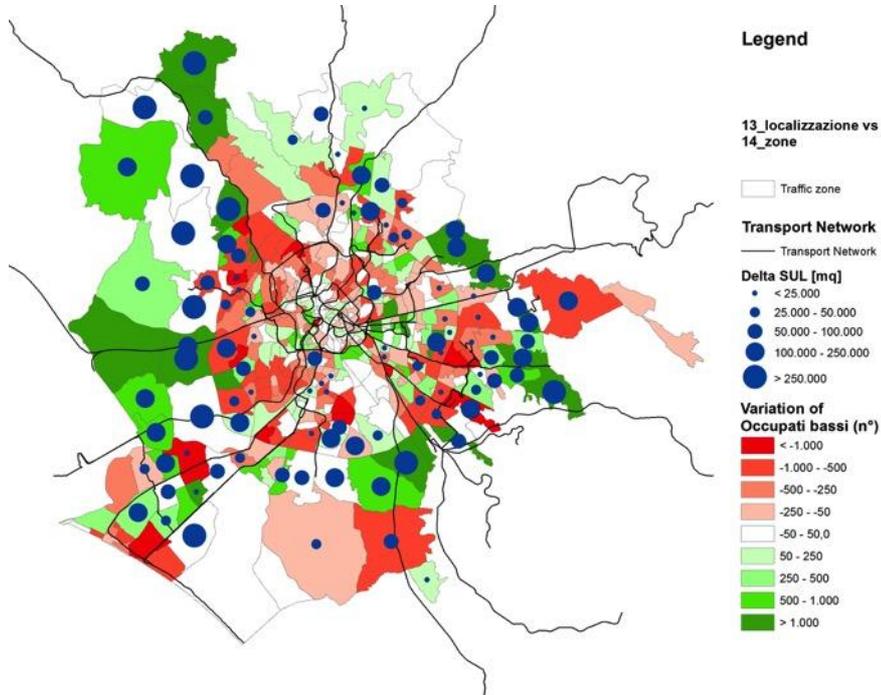


Figura 17: Variazione degli Occupati Bassi per zona di traffico a seguito della simulazione

### 3.2 Variazione di Addetti

PGTU	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	52.916	10.632	103.968
2	180.898	32.673	343.160
3	132.393	50.551	318.622
4	100.744	41.456	243.938
5	116.509	54.842	265.144
<b>Totale</b>	583.467	190.148	1.274.839

Tabella 32: Addetti nell'area di Studio per corone PGTU scenario di Base

PGTU	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	46.321	9.845	89.640
2	174.071	31.455	306.980
3	141.380	47.366	302.131
4	91.713	34.015	233.555
5	129.978	67.474	342.525
<b>Totale</b>	583.467	190.148	1.274.839

Tabella 33: Addetti nell'area di Studio per corone PGTU scenario PRG\_C

PGTU	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	-6.595	-788	-14.328
2	-6.827	-1.218	-36.180
3	8.987	-3.185	-16.491
4	-9.031	-7.441	-10.383
5	13.469	12.632	77.381
<b>Totale</b>	0	0	0

Tabella 34: Variazione Addetti nell'area di Studio per corone PGTU scenario PRG\_C

PGTU	Addetti ai Servizi Privati	Addetti al Commercio	Addetti Totali
1	-12%	-7%	-14%
2	-4%	-4%	-11%
3	7%	-6%	-5%
4	-9%	-18%	-4%
5	12%	23%	29%
<b>Totale</b>	0%	0%	0%

Tabella 35: Variazione percentuale Addetti nell'area di Studio per corone PGTU scenario PRG\_C

REPORT SCENARIO: PRG C

Analizzando i risultati ottenuti dalla simulazione dello *Scenario PRG\_C* relativamente agli *Addetti Totali* localizzati all'interno dell'area di studio, si può osservare dai dati numerici riportati nelle precedenti tabelle, che le corone PGTU interessate da un loro incremento, a seguito della redistribuzione effettuata dal modello, sono la seconda e la quinta, mentre la quarta corona PGTU è interessata da una loro diminuzione.

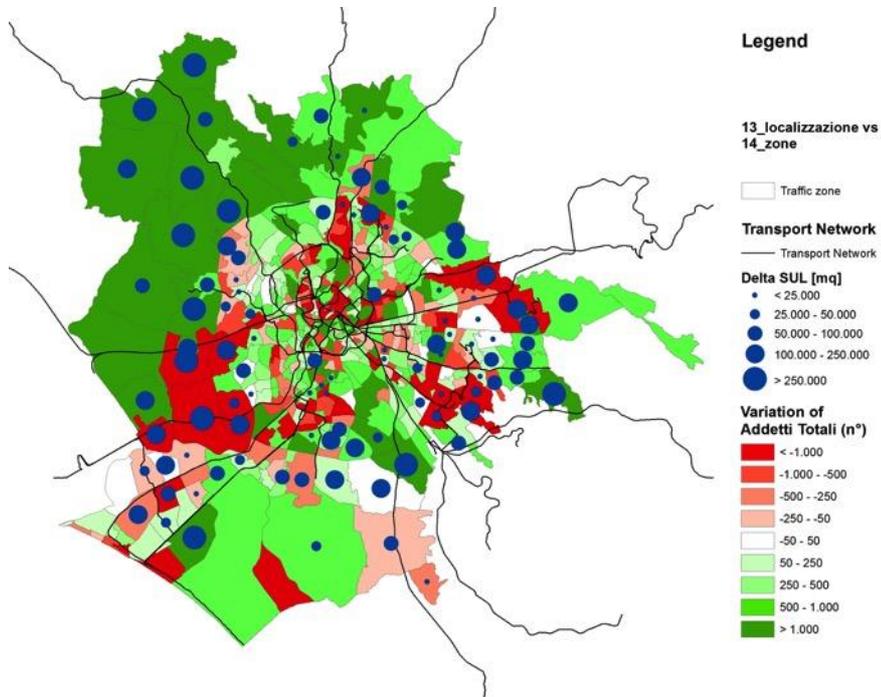


Figura 18: Variazione degli Addetti Totali per zona di traffico a seguito della simulazione

### 3.2.1 Addetti al Commercio

Con la simulazione gli Addetti al Commercio diminuiscono all'interno della quarta corona, mentre si registrano incrementi in particolare nella quinta e seconda corona.

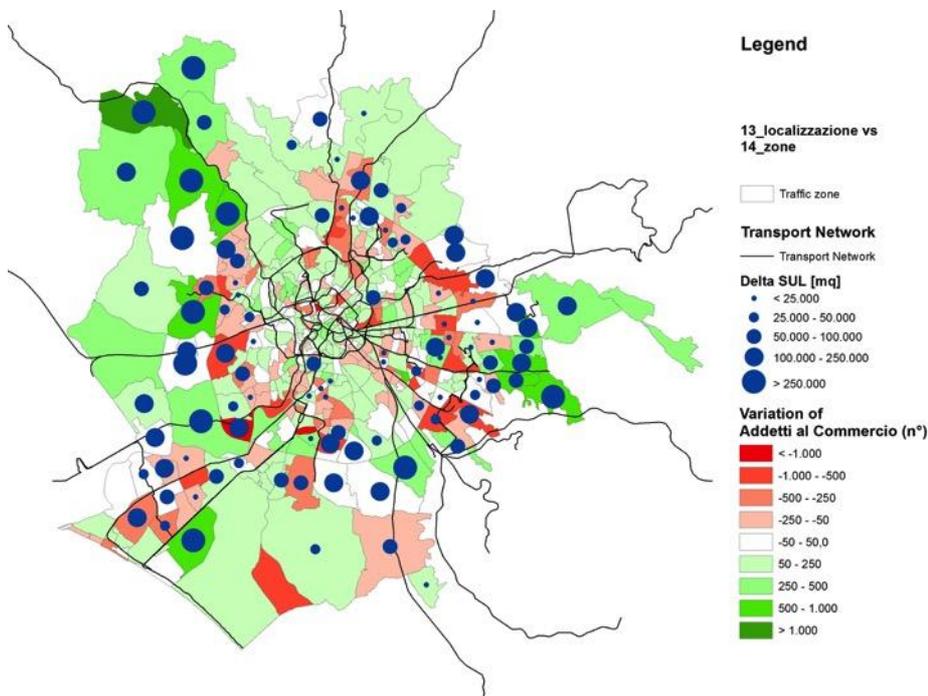


Figura 19: Variazione degli Addetti al Commercio per zona di traffico a seguito della simulazione

### 3.2.2 Addetti ai Servizi Privati

A seguito della simulazione, il modello ridistribuisce un maggiore numero di Addetti ai Servizi Privati nella quinta e seconda corona, mentre si registra diminuzione nelle restanti corone, in particolare nella quarta corona vi è una diminuzione di Addetti ai Servizi rispetto a quelli precedentemente localizzati.

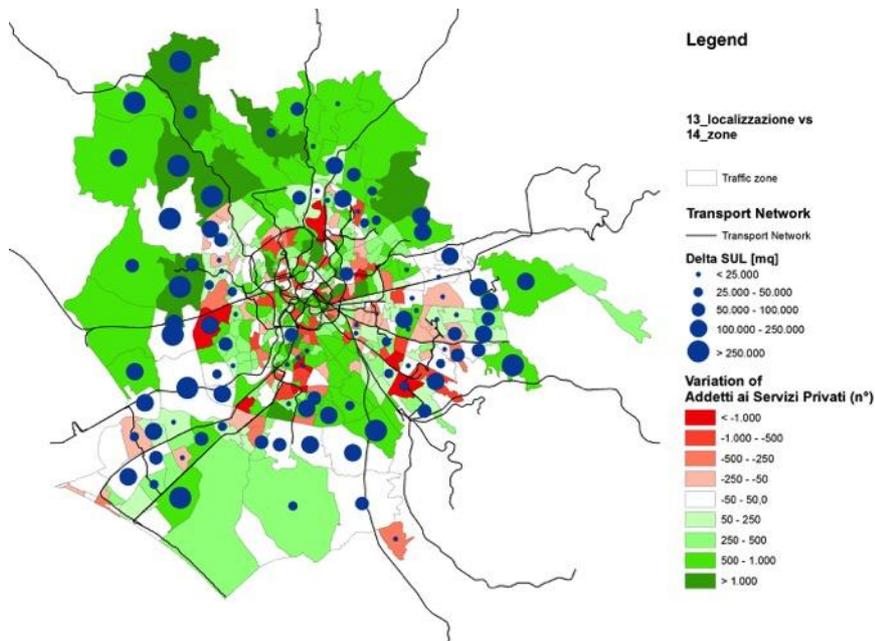


Figura 20: Variazione degli Addetti ai Servizi Privati per zona di traffico a seguito della simulazione

## 4. Analisi di sostenibilità urbana

Gli scenari di sviluppo urbano della città di Roma sono stati valutati mediante la definizione e la stima di un set di indicatori volti a testare sistematicamente la sostenibilità ambientale, economica e sociale delle diverse alternative di sviluppo urbano. Tali indicatori sono stati calcolati e successivamente comparati con lo scenario di base (2011). Nella seguente tabella si riportano gli indicatori utilizzati in questo studio suddivisi per categorie.

Sostenibilità	Indicatori	Unità di misura
Economica	Tempi medi in auto in uscita (pesati sulla domanda di mobilità)	Minuti
	Tempi medi con il tp in uscita (pesati sulla domanda di mobilità)	Minuti
	Costi totali di costruzione	Euro
Ambientale	Consumo di suolo	Metri quadri
	Residenti e posti di lavoro nel centro città	Attività/ettaro
	Spostamenti in auto, moto, tp, piedi	Utenti/ora di punta
	Share modale auto, moto, tp, piedi	%
	Veicoli.km	Km/ora di punta
	Emissioni di CO2 derivanti dall'uso dell'auto	Tonnellate/ora di punta
	Consumo di energia derivante dall'uso dell'auto	MJ/ora di punta
Sociale	Distanze medie percorse in auto in uscita (pesate sulla domanda di mobilità)	km
	Accessibilità ai posti di lavoro con l'auto	Adimensionale
	Accessibilità ai posti di lavoro con il trasporto pubblico	Adimensionale
	Diseguaglianza nella distribuzione dell'accessibilità del tp (Coefficiente di Gini)	Adimensionale

Tabella 36: Indicatori di sostenibilità ambientale, economica e sociale

Il sistema di indicatori appena descritto utilizza come input i risultati di un sistema di modelli di interazione trasporti-territorio denominato STIT (Coppola & Nuzzolo, 2011) in cui viene simulato esplicitamente non solo l'impatto che la distribuzione delle attività urbane sul territorio (prevalentemente residenze, servizi e attività commerciali) ha sulla domanda di spostamento e quindi sulle prestazioni dell'offerta di trasporto ma, anche il feedback inverso, vale a dire come le variazioni di offerta di trasporto, ovvero di accessibilità delle zone, modificano la convenienza localizzativa delle zone e quindi inducono, nel lungo periodo, variazioni della distribuzione delle residenze e di alcune attività che a loro volta inducono variazioni di domanda di spostamento. Il sistema di modelli in questione è stato applicato in diversi contesti territoriali per la previsione degli impatti di lungo periodo che alcune modifiche significative dell'offerta di trasporto (ad esempio la realizzazione di nuove strade e/o di linee metropolitane) hanno sulla domanda di mobilità in un ambito urbano (Nuzzolo & Coppola, 2007; Coppola et al., 2013; Coppola et al., 2014)

### 4.1 Sostenibilità economica

Per quanto concerne la dimensione economica della sostenibilità si è provveduto in primo luogo alla definizione di indicatori rappresentativi delle performance delle reti di trasporto, quali i tempi medi di spostamento in uscita per auto  $T_{medio}^{auto}$  e trasporto pubblico  $T_{medio}^{tp}$ , pesati rispetto alla domanda di mobilità  $d_{od}$ :

$$T_{medio}^{auto} = \sum_o \frac{\sum_d t_{od}^{auto} \cdot d_{od}^{auto}}{\sum_d d_{od}^{auto}}$$

$$T_{medio}^{tp} = \sum_o \frac{\sum_d t_{od}^{tp} \cdot d_{od}^{tp}}{\sum_d d_{od}^{tp}}$$

$$t_{od}^{tp} = t_{od}^{attesa} + t_{od}^{bordo} + t_{od}^{trasbordo}$$

Una riduzione dei tempi di spostamento nelle aree urbane è infatti generalmente associata ad un incremento della produttività delle imprese presenti sul territorio, vista l'incidenza dei costi di trasporto sul costo di produzione di beni e servizi (Small, 2013). Una riduzione dei tempi di spostamento può avere anche impatti positivi sulla produttività degli individui. In particolar modo una riduzione dei costi del pendolarismo permette agli individui di disporre di più tempo da dedicare ad un secondo lavoro o ai propri bisogni, organizzare la giornata in maniera più flessibile con meno stress, e dunque essere più produttivi (Shires e De Jong, 2009).

In tabella 37 sono riportati i tempi medi di spostamento per auto e trasporto pubblico per le cinque corone concentriche in cui è stata suddivisa l'area di studio. Sono state valutate inoltre le variazioni percentuali rispetto allo scenario di Base. Sia i tempi di spostamento in auto che con il trasporto pubblico aumentano a mano a mano che ci si muove dalla prima alla quinta corona. Essi risultano inoltre complessivamente minori dei corrispettivi tempi medi calcolati per lo scenario di base.

I tempi di spostamento in uscita in auto e con il trasporto pubblico per i due scenari sono rappresentati in figura 21 (tempi auto) e in figura 22 (tempi trasporto pubblico).

Corona	Scenario		vs Base	
	Tempi medi	Tempi medi	Tempi medi	Tempi medi

REPORT SCENARIO: PRG C

	<i>auto</i>	<i>tp</i>	<i>auto</i>	<i>tp</i>
	minuti	minuti	%	%
1	22,7	14,9	-16,2%	-6,8%
2	22,9	19,9	-14,9%	-1,2%
3	24,9	24,7	-19,7%	-8,6%
4	25,6	32,4	-23,8%	-9,7%
5	33,0	45,3	-28,5%	-9,8%
scenario	28,4	28,2	-21,3%	-4,3%

Tabella 37: Tempi medi in uscita per auto e tp e comparazione rispetto allo scenario di base

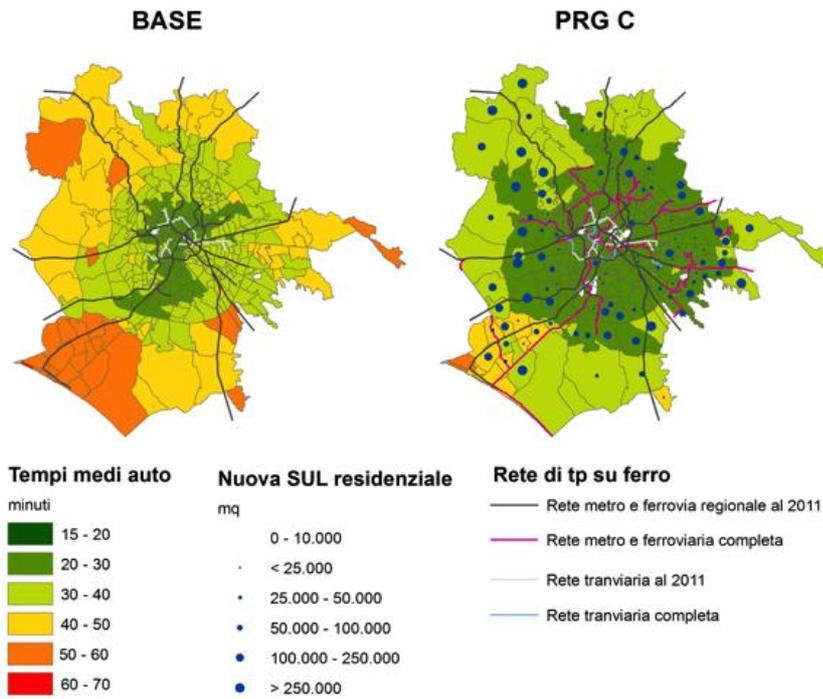


Figura 21: Tempi medi auto in uscita scenari PRG\_C e Base

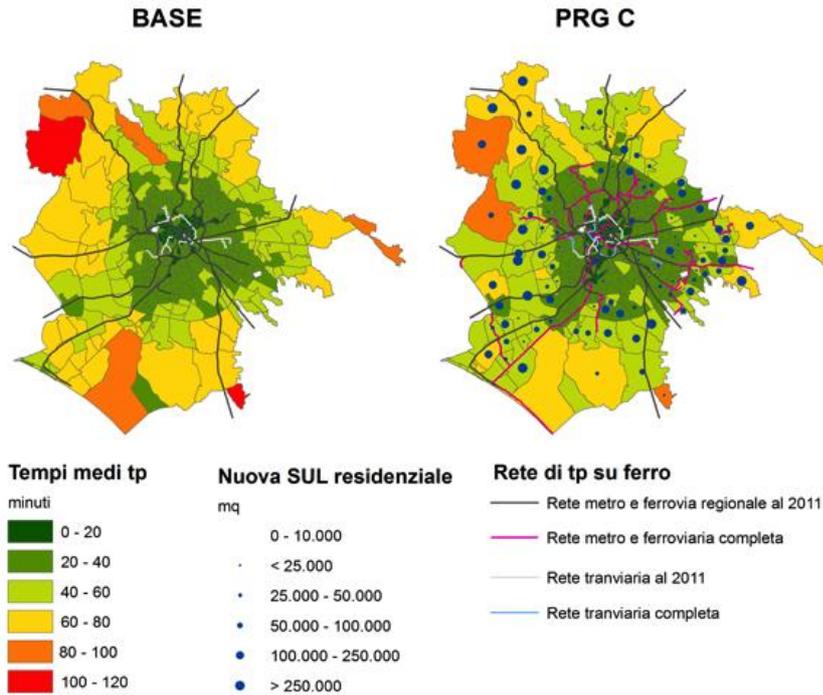


Figura 22: Tempi medi trasporto pubblico (tp) in uscita scenari PRG\_C e Base

Un ulteriore indicatore economico preso in considerazione è il costo di costruzione  $C_{costr}^{tot}$  per nuove infrastrutture  $C_{costr}^{infra}$  e nuovi insediamenti  $C_{costr}^{ins}$  :

$$C_{costr}^{tot} = C_{costr}^{infra} + C_{costr}^{ins}$$

Il costo di costruzione delle infrastrutture è stato stimato attraverso un'analisi parametrica. Per ciascuna tipologia di infrastruttura considerata, il costo è ottenuto moltiplicando la lunghezza dell'infrastruttura viaria  $l_{infra}$  per il corrispettivo costo unitario  $c_{costr}^{infra}$ :

$$C_{costr}^{infra} = l_{infra} \cdot c_{costr}^{infra}$$

$$c_{costr}^{infra} = f(\text{tipologia infrastruttura})$$

Per i costi unitari della rete metropolitana e della rete di tram si è fatto riferimento ai documenti redatti dal CIPE, dalla Camera dei Deputati e dalla società Roma Metropolitane (CIPE; 2004; Camera dei Deputati, 2009; Roma Metropolitane, 2012). Per i costi di realizzazione delle strade si è fatto riferimento ad uno studio prodotto dall' Autorità per la Vigilanza sui Contratti Pubblici (AVCP, 2006).

Il costo degli insediamenti si compone di tre voci: i) costi di costruzione propri<sup>1</sup>; ii) costi di acquisizione dei suoli e iii) costi di urbanizzazione:

$$C_{costr}^{ins} = C_{propri} + C_{acq.suoli} + C_{urb}$$

I costi di costruzione propri sono stati stimati in maniera parametrica, moltiplicando la Superficie Utile Lorda  $SUL$  per il corrispettivo costo unitario  $c_{costr}^{ins}$ , quest'ultimo funzione della tipologia edilizia considerata:

$$SUL \cdot c_{costr}^{ins}$$

$$c_{costr}^{ins} = f(\text{tipologia edilizia})$$

<sup>1</sup> Costi di realizzazione del manufatto edilizio comprensivi di spese generali ed utili delle imprese.

REPORT SCENARIO: PRG C

I costi di costruzione unitari per le diverse tipologie edilizie sono stati ricavati dal Bollettino Prezzi Tipologie Edilizie (Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano,2012).

I costi di acquisizione dei suoli sono stati stimati tenendo conto delle Superfici Territoriali *ST* da acquisire per la realizzazione della trasformazione immobiliare. I costi dei suoli al mq  $c_{acq.suoili}^{mq}$  variano in funzione della localizzazione e sono stati definiti a partire da un'indagine di mercato sui valori dei suoli edificabili condotta dal gruppo di ricerca nel 2014.

$$C_{aq-suoli} = ST \cdot c_{acq.suoili}^{mq}$$

$$c_{acq-suoi}^{mq} = f(localizzazione)$$

I costi di urbanizzazione sono stati stimati come una aliquota dei costi di costruzione. Tale aliquota è minima per le aree già urbanizzate o parzialmente urbanizzate, mentre è massima per le aree periferiche in cui i costi di realizzazione delle infrastrutture civili sono generalmente più elevati (Hortas-Rico & Solé-Ollé, 2010).

$$C_{urb} = k \cdot C_{propri}$$

$$0.05 < k < 0.2$$

$$k = f(localizzazione)$$

In tabella 38 vengono riportati i costi di costruzione per lo scenario in oggetto.

Scenario		
Costi edilizia	Costi infrastrutture	Costi totali
euro	euro	euro
10.223.449.008	13.437.154.120	23.660.603.128

Tabella 38: Costi per la realizzazione di nuovi insediamenti e nuove infrastrutture

## 4.2 Sostenibilità ambientale

La componente ambientale della sostenibilità è stata misurata in primo luogo in termini di consumo di suolo, ovvero valutando la perdita di aree libere necessarie alla realizzazione delle nuove infrastrutture  $C_{suolo}^{infra}$  e dei nuovi insediamenti  $C_{suolo}^{ins}$ :

$$C_{suolo}^{tot} = C_{suolo}^{infra} + C_{suolo}^{ins}$$

Il consumo di suolo per la realizzazione di infrastrutture di trasporto è stato calcolato come il prodotto della lunghezza dell'infrastruttura di trasporto considerata  $l_{infra}$  per la larghezza della sezione  $s_{infra}$ . Quest'ultima differenziata in funzione della tipologia di infrastruttura di trasporto presa in considerazione. Il consumo di suolo per la realizzazione dei nuovi insediamenti è funzione delle tipologie edilizie considerate:

$$C_{suolo}^{ins} = f(\text{tipologia edilizia})$$

In tabella 39 è riportato il consumo di suolo per lo scenario in analisi.

Scenario		
<i>C. suolo edilizia</i>	<i>C. suolo infrastrutture</i>	<i>C. suolo totale</i>
Mq	Mq	mq
2.194.468,33	5.575.567,48	7.770.035,82

Tabella 39: Consumo di suolo per la realizzazione di nuovi insediamenti e nuove infrastrutture

In secondo luogo, al fine di monitorare il livello di congestione nelle aree centrali, si è tenuto in conto delle densità medie residenziali e di addetti nelle prime tre corone dell'area di studio:

$$Densità_{centro}^{attività} = \frac{\sum_i^n Pop_i + \sum_i^n Add_i}{\sum_i^n ST_i}$$

Con  $Pop_i$  ed  $Add_i$ , rispettivamente la popolazione residente e gli addetti insediati nella generica zona  $i$ .

I risultati in tabella 40 mostrano una riduzione della densità di attività nelle aree centrali rispetto allo scenario di base. Ciò è dovuto ad una maggiore disponibilità di superfici residenziali nelle aree extra-GRA che determina inoltre una ri-localizzazione delle attività in prossimità delle nuove abitazioni.

Scenario	vs Base
<i>Densità di attività</i>	<i>Densità di attività</i>
attività/ettaro	%
164,7	-12,5%

Tabella 40: Densità di attività nelle prime tre corone e confronto con lo scenario di base

Un ulteriore indicatore ambientale è rappresentato dalle distanze percorse in auto, calcolate in termini di veicoli.km:

$$Veicoli.km = \frac{\sum_d dist_{od}^{auto} \cdot d_{od}^{auto}}{g_{occ}}$$

Per il calcolo dei veicoli.km si è considerato un grado di occupazione del veicolo  $g_{occ}$  pari a 1,67 passeggeri/veicolo (EEA, 2010).

Scenario	vs Base
----------	---------

<i>Distanze totali</i>	<i>Distanze totali</i>
veicoli.km	veicoli.km
7.303.302	-3,8%

Tabella 41: Veicoli.km e confronto con lo scenario di base

Come è possibile osservare dalla tabella, lo scenario di analisi presenta una lieve riduzione dei veicoli.km rispetto allo scenario di base.

A partire dai Veicoli.km, sono state stimate le esternalità ambientali associate all'uso dell'auto, calcolate in termini di emissioni di CO2 e consumi energetici:

$$Emissioni_{CO_2}^{auto} = Veicoli.km \cdot k_{emissioni}$$

$$Consumi_{energia}^{auto} = Veicoli.km \cdot k_{consumi}$$

Con  $k_{emissioni}$  e  $k_{consumi}$  due coefficienti rappresentativi rispettivamente delle emissioni e dei consumi di CO2 per km.

<b>Scenario</b>	<b>vs Base</b>
<i>Consumo energetico</i>	<i>Consumo energetico</i>
GJ	GJ
33.741	-3,8%

Tabella 42: Consumi energetici derivanti dall'uso dell'auto e confronto con con lo scenario di base

<b>Scenario</b>	<b>vs Base</b>
<i>Emissioni CO2</i>	<i>Emissioni CO2</i>
T	t
640	-3,8%

Tabella 43: Emissioni di CO2 derivanti dall'uso dell'auto e confronto con con lo scenario di base

Oltre ai veicoli.km, sono state calcolate le distanze medie in uscita percorse in auto per le cinque corone e per l'intera area di studio:

$$Dist_{media}^{auto} = \sum_o \frac{\sum_d dist_{od}^{auto} \cdot d_{od}^{auto}}{\sum_d d_{od}^{auto}}$$

	<b>Scenario</b>	<b>vs Base</b>
<i>Corona</i>	<i>Distanze medie auto</i>	<i>Distanze medie auto</i>

	Km	%
1	9,5	14,6%
2	10,1	17,9%
3	12,2	20,7%
4	14,8	17,3%
5	20,4	7,4%
scenario	16,2	20,2%

Tabella 44: Distanze medie in uscita percorse in auto e comparazione rispetto allo scenario di base

I dati riportati nelle tabelle mostrano chiaramente un incremento delle distanze medie percorse rispetto allo scenario di base in virtù dell'espansione nelle aree esterne al GRA.

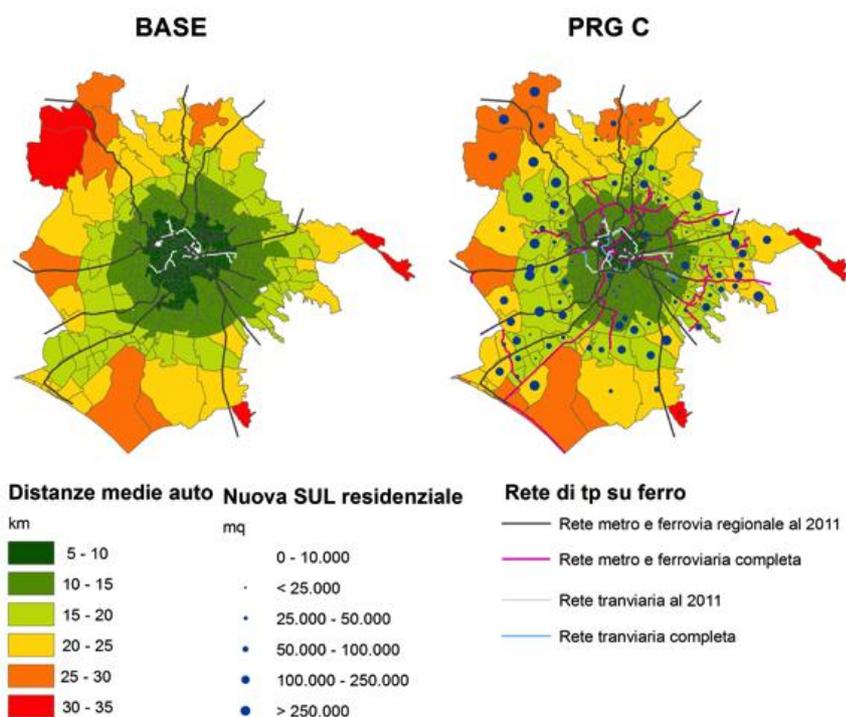


Figura 23: Distanze medie in uscita percorse in auto, scenari PRG\_C e Base

Sono stati infine calcolati gli spostamenti totali in auto, moto, con il trasporto pubblico e a piedi:

$$d_{auto} = \sum_d d_{od}^{auto}; \quad d_{moto} = \sum_d d_{od}^{moto}; \quad d_{tp} = \sum_d d_{od}^{tp} \quad ; \quad d_{piedi} = \sum_d d_{od}^{piedi}$$

<i>Spostamenti auto</i>	<i>Spostamenti tp</i>	<i>Spostamenti piedi</i>	<i>Spostamenti moto</i>
utenti/ora di punta	utenti/ora di punta	utenti/ora di punta	utenti/ora di punta
381.486	185.720	45.302	44.191

<b>vs Base</b>			
<i>Spostamenti auto</i>	<i>Spostamenti tp</i>	<i>Spostamenti piedi</i>	<i>Spostamenti moto</i>
utenti/ora di punta	utenti/ora di punta	utenti/ora di punta	utenti/ora di punta
23,6%	1,2%	-25,6%	-17,1%

Tabella 45: Spostamenti in auto, moto, trasporto pubblico e a piedi e comparazione rispetto allo scenario di base

e lo share modale ad essi associato (tabella 46):

$$Share_{auto} = \frac{d_{auto}}{d_{auto} + d_{moto} + d_{tp} + d_{piedi}}; Share_{moto} = \frac{d_{moto}}{d_{auto} + d_{moto} + d_{tp} + d_{piedi}}$$

$$Share_{tp} = \frac{d_{tp}}{d_{auto} + d_{moto} + d_{tp} + d_{piedi}}; Share_{piedi} = \frac{d_{piedi}}{d_{a+m} + d_{tp} + d_{piedi}}$$

<b>Scenario</b>			
<i>Share auto</i>	<i>Share tp</i>	<i>Share piedi</i>	<i>Share moto</i>
%	%	%	%
58,1%	28,3%	6,9%	6,7%

<b>vs Base</b>			
<i>Share auto</i>	<i>Share tp</i>	<i>Share piedi</i>	<i>Share moto</i>
utenti/ora di punta	utenti/ora di punta	utenti/ora di punta	utenti/ora di punta
14,1%	-6,6%	-31,3%	-23,4%

Tabella 46: Share modale e comparazione rispetto allo scenario di base

### 4.3 Sostenibilità sociale

La component sociale della sostenibilità è stata misurata in termini di accessibilità ai posti di lavoro con l’auto e con il trasporto pubblico. In particolare due misure di accessibilità di tipo “gravity-based” (Hansen, 1959) sono state impiegate. Tali misure rappresentano una proxy della facilità con cui i cittadini possono raggiungere i luoghi di lavoro, rispettivamente con l’auto e con il trasporto pubblico. Per la generica zona  $o$  dell’area di studio, l’accessibilità al lavoro con auto  $Acc_{job,o}^{auto}$  e trasporto pubblico  $Acc_{job,o}^{tp}$  è stata calcolata come (Coppola e Nuzzolo, 2011):

$$Acc_{job,o}^{auto} = \sum_d Add_d^{\alpha 1} \cdot \exp(\alpha 2 \cdot t_{od}^{auto})$$

$$Acc_{job,o}^{tp} = \sum_d Add_d^{\alpha 1} \cdot \exp(\alpha 2 \cdot t_{od}^{tp})$$

con  $\alpha 1, \alpha 2$  due parametri da stimare. Tali valori sono stati aggregati per l’intera area urbano, calcolando un valore medio di accessibilità, pesato sul numero di occupati  $Occ_o$ :

$$Acc_{job,medio}^{auto} = \frac{\sum_o^n Acc_{job,o}^{auto} \cdot Occ_o}{\sum_o^n Occ_o}$$

$$Acc_{job,medio}^{tp} = \frac{\sum_o^n Acc_{job,o}^{tp} \cdot Occ_o}{\sum_o^n Occ_o}$$

L’accessibilità dell’auto va via via decrescendo dal centro alle zone periferiche. Ciò è dovuto principalmente alla concentrazione di addetti nelle aree centrali. Il fenomeno si registra anche per quanto concerne il trasporto pubblico. In questo caso all’effetto dovuto alla concentrazione di addetti si somma anche la migliore dotazione di infrastrutture di trasporto pubblico delle aree centrali e la struttura radiale della rete di trasporto su ferro. Dal confronto con lo scenario di base si nota che l’accessibilità con l’auto è maggiore in tutte le corone. Ciò vale anche per il trasporto pubblico. In quest’ultimo caso, un contributo significativo è dato dalla maggiore offerta di trasporto pubblico.

	Scenario		vs Base	
	Accessibilità auto	Accessibilità tp	Accessibilità auto	Accessibilità tp
Corona				
	adimensionale	adimensionale	%	%
1	61	66	26,9%	16,2%
2	51	53	26,0%	13,7%
3	39	43	39,5%	20,8%
4	35	32	49,2%	25,2%
5	21	21	60,7%	26,5%
scenario	34	35	35,3%	14,9%

Tabella 47: Accessibilità al lavoro con auto e trasporto pubblico e comparazione rispetto allo scenario di base

Oltre agli incrementi di accessibilità al lavoro si è ritenuto opportuno analizzare la distribuzione spaziale dell’accessibilità per verificare se tali incrementi siano distribuiti più o meno equamente tra la popolazione residente. In particolare è stata fatta una stima dell’“equità orizzontale” (fairness or egalitarianism), che può essere interpretata come “fornire eguali risorse ad individui o gruppi di individui con le stesse abilità” (Delbosc e Currie, 2011). La disuguaglianza nella distribuzione dell’accessibilità è stata valutata utilizzando l’indice di Gini, calcolato con la seguente formula:

$$G = 1 - \sum_{k=1}^n (X_k - X_{k-1})(Y_k + Y_{k-1})$$

dove  $X_k$  è la percentuale cumulate della popolazione residente e  $Y_k$  la percentuali cumulate della variabile di accessibilità al lavoro con il trasporto pubblico precedentemente descritta.

Scenario	vs Base
Coeff. Gini	Coeff. Gini
Adimensionale	%
0,32122	4,8%

Tabella 48: Inequità (Coefficiente di Gini) e comparazione rispetto allo scenario di base

Dall'analisi del coefficiente di Gini risulta che lo scenario in oggetto è leggermente più iniquo rispetto allo scenario di base.

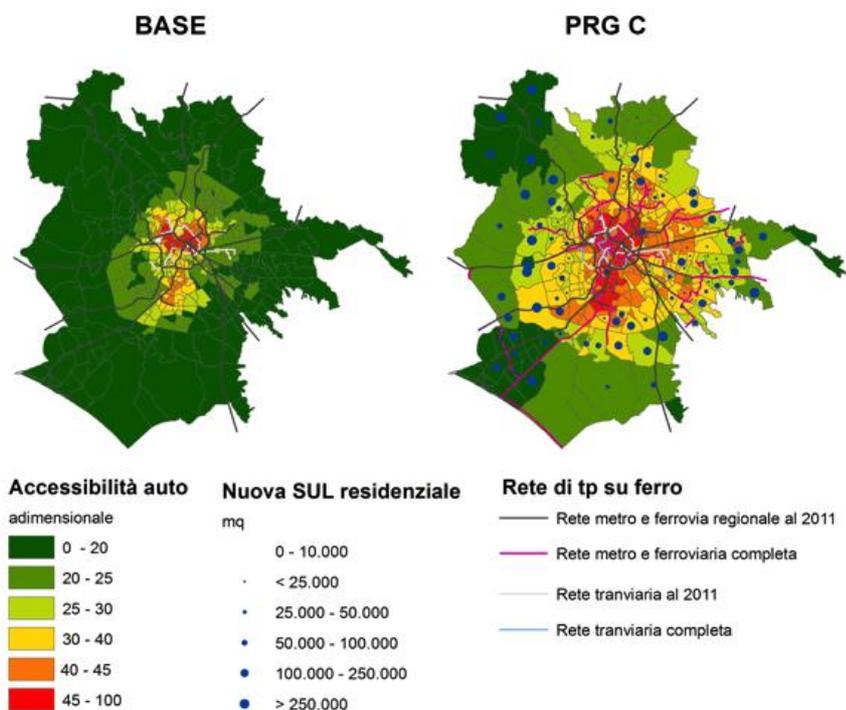


Figura 24: Accessibilità al lavoro con l'auto, scenari PRG\_C e Base

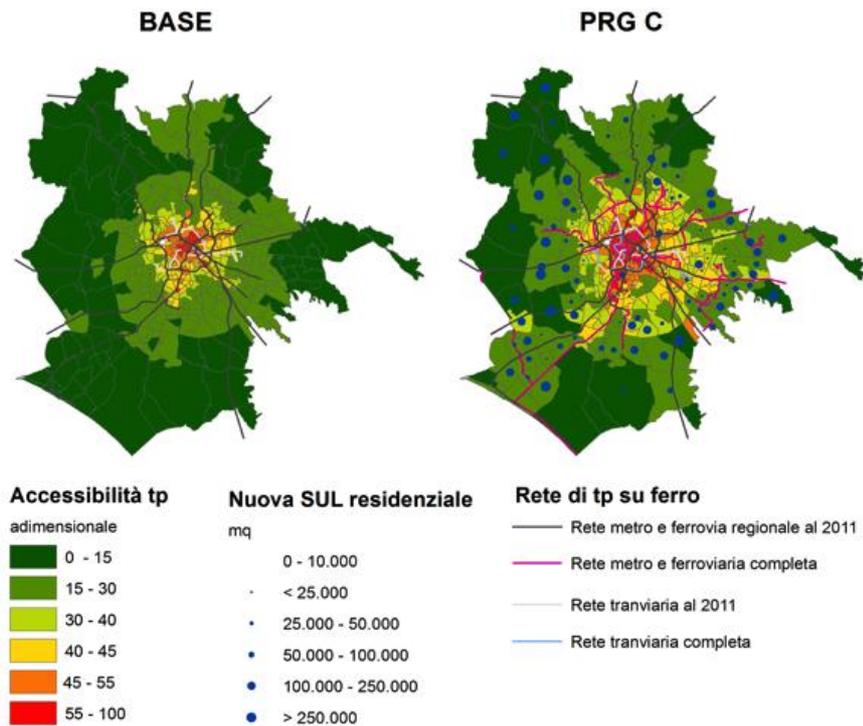


Figura 25: Accessibilità al lavoro con il trasporto pubblico, scenari PRG\_C e Base

## Bibliografia

- Autorità di Vigilanza sui Contratti Pubblici (2006). La definizione dei “costi standardizzati per tipo di lavoro”. Available at:  
[http://www.anticorruzione.it/portal/public/classic/AttivitaAutorita/Pubblicazioni/RapportiStudi/\\_definizioneCosti/](http://www.anticorruzione.it/portal/public/classic/AttivitaAutorita/Pubblicazioni/RapportiStudi/_definizioneCosti/)
- Coppola, P., Ibeas, Á., dell’Olio, L., & Cordera, R. (2013). LUTI Model for the Metropolitan Area of Santander. *ASCE-Journal of Urban Planning and Development*, 139(3), 153-165. doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000146.
- Coppola, P., Papa, E., Angiello, G., & Carpentieri, G. (2014). Urban form and sustainability: the case study of Rome. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 160, 557-566. doi:10.1016/j.sbspro.2014.12.169
- Coppola P., Nuzzolo A. (2011) “Changing accessibility, dwelling price and the spatial distribution of socio-economic activities” *Research in Transportation Economics*, vol. 31, p. 63-71. doi: 10.1016/j.retrec.2010.11.009.
- Camera dei Deputati (2009). Scheda n. 104 - Sistemi Urbani - Valutazione economico-finanziaria della linea C - aggiornata a dicembre 2009.
- CIPE (2004). Delibera CIPE n. 105 del 20/12/2004 - 1° programma Opere Strategiche: la linea C della metropolitana di Roma.
- COM (2011). Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0112>.
- Delbosc, A., & Currie, G. (2011). The spatial context of transport disadvantage, social exclusion and well-being. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1130-1137. doi:10.1016/j.jtrangeo.2011.04.005
- EEA (European Environment Agency) (2010). Occupancy rates of passenger vehicles. Available at: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/occupancy-rates-of-passenger-vehicles/occupancy-rates-of-passenger-vehicles-1>
- Hortas-Rico, M., & Solé-Ollé, A. (2010). Does urban sprawl increase the costs of providing local public services? Evidence from Spanish municipalities. *Urban Studies*, 47(7), 1513-1540. doi: 10.1177/0042098009353620
- Nuzzolo, A., Coppola P. (2007) “Accessibility and socioeconomic activities location” *Proceedings of European Transportation Conference 2007*, Noordwijkerhout, The Netherlands. ISBN 978-1-905701-02-5; ISSN 1474-9122.
- Roma Metropolitane (2012). Gare aggiudicate. Available at:  
<http://www.romametropolitane.it/articolo.asp?CodMenu=199&CodArt=202>
- Shires, J. D., & De Jong, G. C. (2009). An international meta-analysis of values of travel time savings. *Evaluation and program planning*, 32(4), 315-325. doi:10.1016/j.evalprogplan.2009.06.010
- Small, K. (2013). *Urban transportation economics* (Vol. 4). Taylor & Francis.