

EXPERT PANEL EMISSIONI DA TRASPORTO



INCONTRO DEL PANEL – ROMA, 7 DICEMBRE 2012

Arch. Maria Pietrobelli

LA VALUTAZIONE DEI BENEFICI AMBIENTALI DEGLI INTERVENTI DI
MOBILITA' SOSTENIBILE: ALCUNE ESPERIENZE ITALIANE

MATTM – Fondo Nazionale Mobilità Sostenibile

Città	Progetto
Velletri	Servizi integrativi TPL
Fiumicino	Servizi integrativi TPL
San B. Tronto	Ciclabilità – Piste + bike sharing
Imola	Ciclabilità – Piste + Pedibus
Faenza	Ciclabilità – Piste
Frosinone	Ciclabilità – bikesharing
Rieti	Ciclabilità – Piste + Pedibus
Benevento	City Logistic
Monterotondo	Ciclabilità – Mini servizi integr. TPL
Latina	Mobility Manager – PSCL Bicibus
Gubbio	Ciclabilità - piste





IL PROGETTO "VELLETRI: PARK E BUS IN CENTRO"

PARTNER CO-FINANZIATORI DEL PROGETTO:

COMUNE DI VELLETRI COTRAV U-SPACE SRL CRAS SRL



CO.TRA.V.



IMPORTO COMPLESSIVO
CIRCA 770.000,00 €

DURATA 18 MESI DI CUI 12
DI ESERCIZIO SPERIMENTALE

309 GIORNI EFFETTIVI DI
ESERCIZIO DEL SERVIZIO
(giugno 2010-novembre 2011)

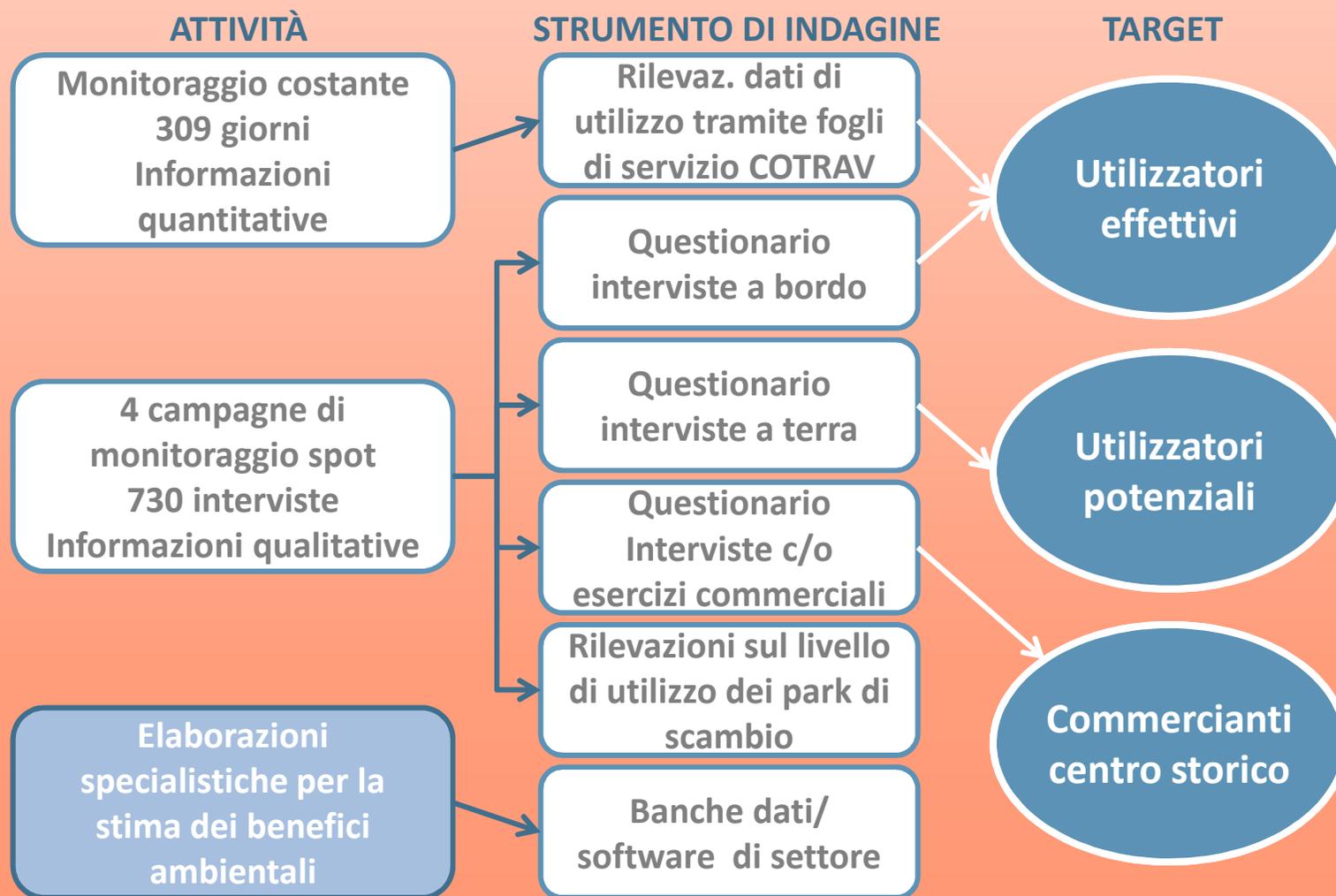
Linee	Orari
BLU	8:45-13:45 / 16:00-20:00
VERDE	8:45-13:45 / 16:00-20:00
ROSSA	7:30-14:00 / 15:00-18:00

SERVIZIO SPERIMENTALE DI TPL INTEGRATIVO:

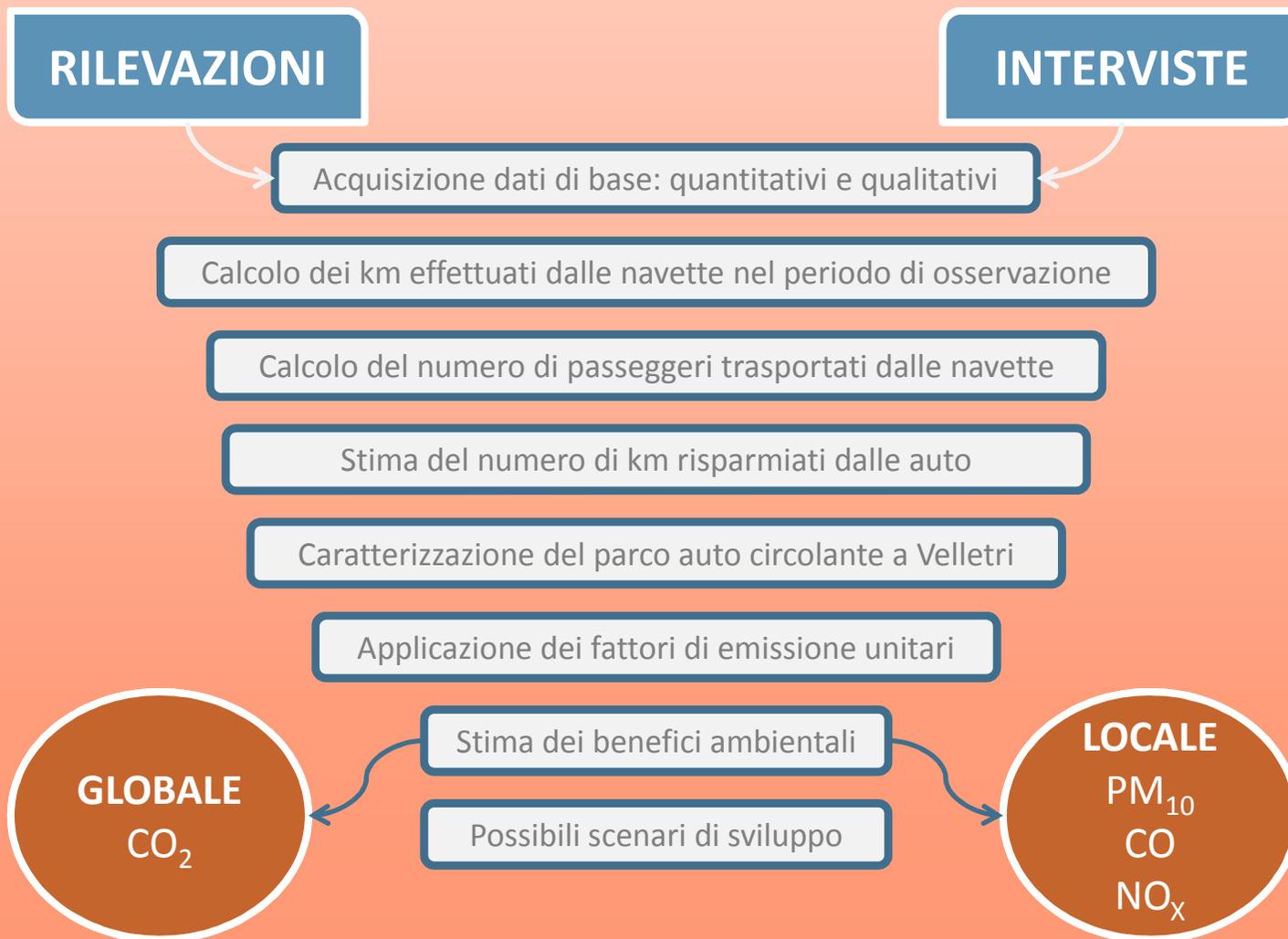
- 3 LINEE DI BUS NAVETTA PER L'ACCESSO AL CENTRO STORICO
- 5 PARK DI SCAMBIO



ARTICOLAZIONE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO



STIMA DEI BENEFICI AMBIENTALI: METODOLOGIA



BENEFICI AMBIENTALI - CALCOLO KM EFFETTUATI E PAX TRASPORTATI

Periodo di osservazione (309 giorni)

	KM/ CORSA	CORSE/ GIORNO	GIORNI TOTALE PERIODO	CORSE TOTALE PERIODO	KM TOTALE PERIODO	PAX TOTALE PERIODO	PAX/ GIORNO	PAX/ CORSA
BLU	5,90	20,47	309	6.325	37.318,86	55.950	181,07	8,85
VERDE	5,04	18,54	309	5.729	28.873,45	48.930	158,35	8,54
ROSSA	4,94	19,28	309	5.958	29.430,15	32.767	106,04	5,50
TOTALE	15,88	58,29		18.012	95.622,46	137.647	445,46	
MEDIA	5,29	19,43		6.004	31.874,15	45.882	148,49	7,63

STIMA DEL NUMERO DEI KM RISPARMIATI DALLE AUTO

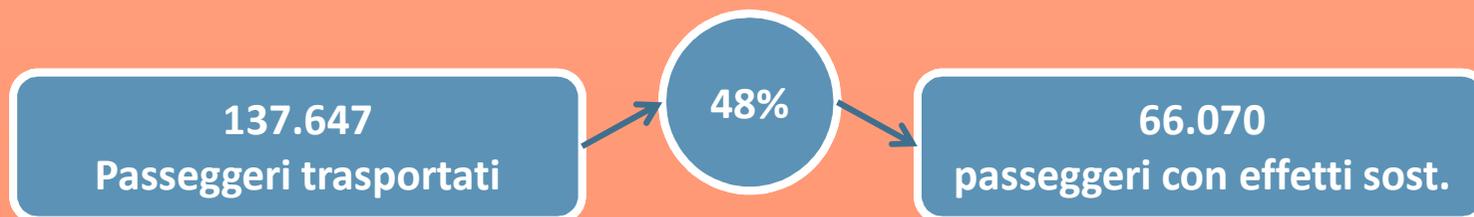
APPROCCIO CAUTELATIVO: APPLICAZIONE
DI UN COEFFICIENTE CORRETTIVO

RISULTATI DELLE INDAGINI QUALITATIVE SUI COMPORAMENTI
DI MOBILITA' ABITUALE DEGLI ABITANTI DI VELLETRI

DOMANDA N.9 DEI QUESTIONARI RIVOLTI ESCLUSIVAMENTE AGLI UTENTI EFFETTIVI DELLE
NAVETTE

“Il viaggio cha sta effettuando con questa navetta ha sostituito lo spostamento con il mezzo
privato?”

- il 38% il mezzo pubblico ha sostituito totalmente il viaggio con il proprio mezzo privato
- il 38% il mezzo pubblico ha sostituito parzialmente il viaggio con il proprio mezzo privato
- il 24% il mezzo pubblico non ha sostituito l'utilizzo del proprio mezzo privato



STIMA DEL NUMERO DEI KM RISPARMIATI DALLE AUTO

DOMANDA N.10 DEI QUESTIONARI RIVOLTI ESCLUSIVAMENTE AGLI UTENTI EFFETTIVI DELLE NAVETTE

“Se si, quanti chilometri ritiene di aver risparmiato/evitato?”

Intervalli km sottratti alle auto	Ripartizione percentuale
0-2 Km risparmiati	10,34482759
2-5 Km risparmiati	41,37931034
5-10 Km risparmiati	36,20689655
> 10 Km risparmiati	12,06896552
Totale	100

66.000
PASSEGGERI CHE HANNO
DICHIARATO EFFETTI SOSTITUTIVI

549.069
CHILOMETRI SOTTRATTI ALLE
AUTO PRIVATE

CARATTERIZZAZIONE DEL PARCO CIRCOLANTE A VELLETRI (ACI – 2010)

DATI PROVINCIALI

DATI COMUNALI

Val. assoluti	CITTA' (TOTALE GENERALE)							33.997
		Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	
	Fino a 1400	2.201	1.282	3.187	2.644	5.276	546	15.136
Benzina	1401 – 2000	645	530	912	508	738	52	3.385
	Oltre 2000							
Val. %	CITTA' (TOTALE GENERALE)							100 %
		Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	
	Fino a 1400	6,6%	3,9%	9,6%	7,9%	15,8%	1,6%	45,5%
Benzina	1401 – 2000	1,9%	1,6%	2,7%	1,5%	2,2%	0,2%	10,2%
	Oltre 2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
GPL		0,7%	0,3%	0,5%	0,2%	2,4%	0,1%	4,2%
	Fino a 1400	0,2%	0,0%	0,0%	1,6%	6,2%	0,3%	8,4%
Gasolio	1401 – 2000	0,8%	0,5%	2,4%	7,2%	12,5%	2,2%	25,6%
	Oltre 2000	0,6%	0,2%	0,7%	1,8%	2,5%	0,4%	6,2%
								100 %
		10,8%	6,5%	16,0%	20,4%	41,7%	4,7%	

DISAGGREGAZIONE KM RISPARMIATI SU % PARCO CIRCOLANTE

KM RISPARMIATI LINEA BLU – TOTALE 223.183								
Alimentazione	Cilindrata	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	
Benzina	Fino a 1400	14.753,85	8.596,58	21.365,11	17.728,36	35.369,99	3.662,39	
	1401 – 2000	4.326,08	3.553,16	6.117,15	3.403,65	4.946,24	348,15	
KM RISPARMIATI LINEA VERDE – TOTALE 195.180								
Alimentazione	Cilindrata	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	
Gasolio	Fino a 1400	12.902,70	7.517,97	18.684,44	15.504,00	30.932,15	3.202,87	
	1401 – 2000	3.783,29	3.107,35	5.349,63	2.976,59	4.325,64	304,47	
KM RISPARMIATI LINEA ROSSA – TOTALE 130.706								
Alimentazione	Cilindrata	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	
Gasolio	Fino a 1400	8.640,56	5.034,57	12.512,43	10.382,58	20.714,36	2.144,87	
	1401 – 2000	2.533,56	2.080,90	3.582,49	1.993,34	2.896,76	203,89	
	Oltre 2000	0,05						
GPL	---	977,43	389,49	626,70	270,99	3.124,53	116,37	
Gasolio	Fino a 1400	251,32	19,81	56,24	2.150,51	8.166,54	336,19	
	1401 – 2000	993,83	597,41	3.173,43	9.471,20	16.289,95	2.889,03	
	Oltre 2000	738,10	320,17	961,46	2.355,68	3.247,87	461,80	

APPLICAZIONE DEI FATTORI DI EMISSIONE UNITARI (COPERT IV)

		CO (g/Km)							
Alimentazione	Cilindrata	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5		
	Fino a 1400	9,087	1,765	0,659	0,519	0,195	0,195		
Benzina		NO _x (g/Km)							
		Alimentazione	Cilindrata	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
GPL		Fino a 1400		1,691	0,274	0,153	0,076	0,054	0,041
	Benzina	PM ₁₀ (g/Km)							
		Alimentazione	Cilindrata	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Gasolio	GPL		Fino a 1400	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001
	Benzina	PM ₁₀ (g/Km)							
		Alimentazione	Cilindrata	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
	GPL		Fino a 1400	163,52	150,72	147,86	154,89	159,05	159,05
	Benzina		1401 – 2000	196,21	183,01	179,13	185,19	192,36	192,36
			Oltre 2000	225,95	237,11	244,40	225,29	273,83	273,83
	Gasolio		GPL	---	178,00	148,27	148,27	148,27	148,27
			Fino a 1400	180,64	150,16	158,43	153,59	153,59	153,59
	Gasolio		1401 – 2000	180,64	150,16	158,43	153,59	153,59	153,59
			Oltre 2000	180,64	204,99	204,99	204,99	204,99	204,99

STIMA DEI BENEFICI AMBIENTALI

Emissioni risparmiate per tipologia di inquinante e per navetta (grammi)				
	BLU	VERDE	ROSSA	TOT. NAVETTE
CO	241.783,33	212.407,38	139.669,75	593.860,46
NO _x	42.121,43	42.956,74	12.368,36	97.446,54
PM ₁₀	3.130,98	2.768,27	1.773,10	7.672,36
CO ₂	10.203.618,63	11.529.661,46	737.835,07	22.471.115,16

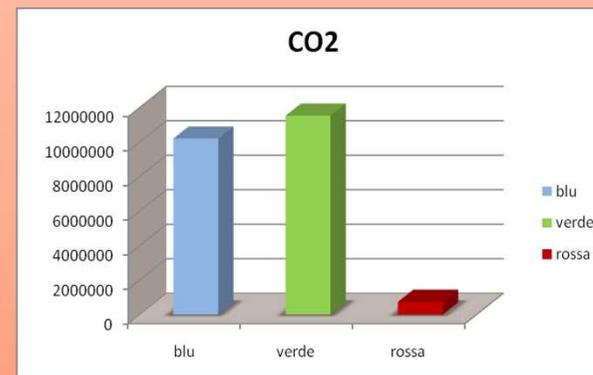
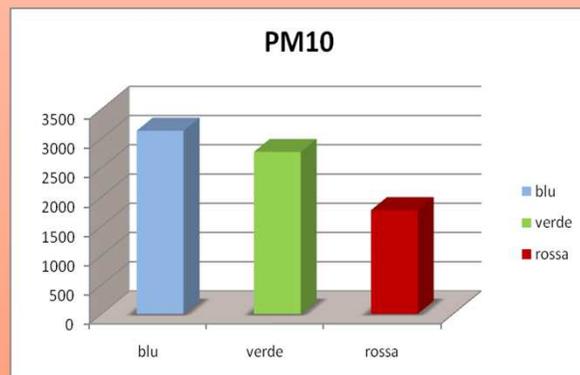
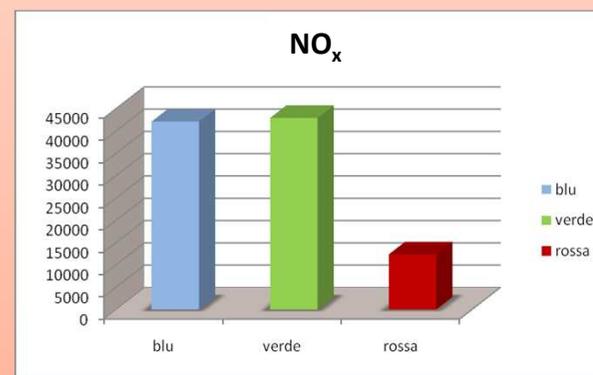
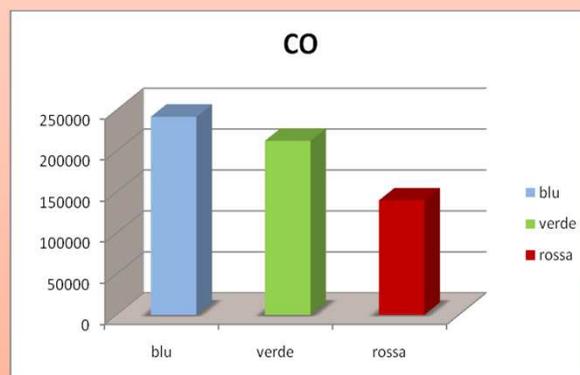
➤ **MIGLIORAMENTO DEI LIVELLI EMISSIVI PER TUTTI GLI INQUINANTI CONSIDERATI**

➤ **GENERALE RISPONDENZA DEL SERVIZIO RISPETTO AGLI OBIETTIVI CHE LO HANNO GENERATO**

➤ **ALCUNE SIGNIFICATIVE DIFFERENZE PER INQUINANTE E PER NAVETTA - RIDUZIONE DELLE EMISSIONI FUNZIONE DEL MIX:**

- **TECNOLOGIA DEL MEZZO DI TRASPORTO UTILIZZATO –
CONSEQUENTI FATTORI DI EMISSIONE (analoghi per le tre navette)**
- **LIVELLI DI UTILIZZO/RIEMPIMENTO DELLE NAVETTE –
EFFICIENZA NEL RAPPORTO PASSEGGERI/KM (diversa per le tre navette)**

BENEFICI PER NAVETTA E PER INQUINANTE



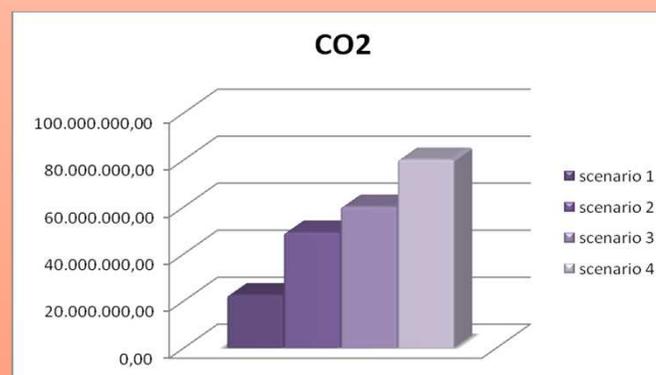
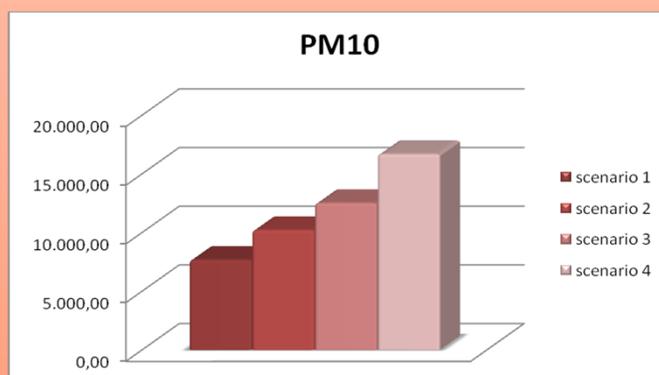
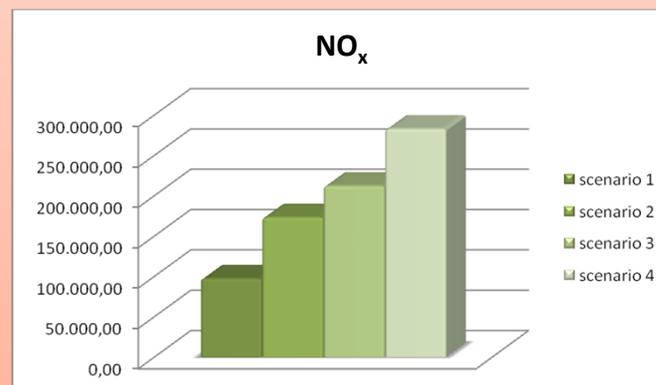
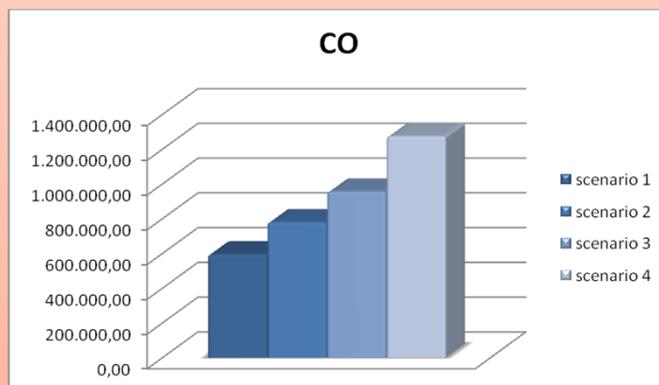
- OTTIME PRESTAZIONI DELLE NAVETTE BLU E VERDE SIA PER GLI INQUINANTI LOCALI CHE GLOBALI
- PRIMATO DELLA NAVETTA BLU PER CO E PM₁₀ (PESO ELEVATO DEI FATTORI DI EMISSIONE SENSIBILI AL METANO)
- PRIMATO DELLA NAVETTA VERDE PER NO_x e CO₂ (PESO ELEVATO DELL'EFFICIENZA DELLE NAVETTE)
- A PARITA' DI ALIMENTAZIONE, PRESTAZIONI PIU' RIDOTTE PER LA NAVETTA ROSSA, ENFATIZZATE PER NO_x E CO₂
- LA ROSSA EFFETTUA UN CHILOMETRAGGIO PIU' ELEVATO DELLA VERDE, VIAGGIANDO SPESSO CON BASSI LIVELLI DI UTILIZZO, MANTENENDO COMUNQUE UN DELTA SEMPRE POSITIVO

Scenario 1:
attuale

Scenario "naturale":
crescita livelli di utilizzo (7,5 – 10 pax/corsa)

Scenario "auspicato":
Prolungamento orari

Scenario "potenziato":
quarta navetta (già prevista)



- SI RILEVANO GRANDI POTENZIALITÀ DI CRESCITA DEI BENEFICI AMBIENTALI
- LA CRESCITA DEI BENEFICI AMBIENTALI E' SEMPRE PROGRESSIVA MA NON SEMPRE LINEARE
- LO SCARTO TRA I PRIMI DUE SCENARI È MAGGIORE PER GLI NO_x E LA CO₂: FORTE PESO DELL'AUMENTO DEI PASSEGGERI/KM
- GLI ABBATTIMENTI DI CO₂ SI QUADRPLICANO – NO_x TRIPLICA – PM₁₀ E CO₂ MOLTIPLICANO DI 2,5

PROVE TECNICHE DI SIMULAZIONE... VARIAZIONE DEI PAX TRASPORTATI

Fino a quanto si può ridurre il numero di pax trasportati per non superare il valore soglia?

Equilibrio tra emissioni prodotte dalle navette ed emissioni risparmiate alle auto			
NAVETTA	TOTALE PASSEGGERI TRASPORTATI SCENARIO ATTUALE	CO ₂	PM ₁₀
VERDE	55.950	37% (20.000)	93%
BLU	48.930	30% (14.600)	91%
ROSSA	32.767	4%(1.310)	88%

- la navetta verde è la più competitiva per entrambi gli inquinanti
- è possibile ridurre fino al 37% il numero di passeggeri trasportati ottenendo comunque una riduzione di CO₂: efficienza delle navette in termini di passeggeri/km
- al contrario se il numero di utenti delle navette si riducesse di più del 37% il servizio genererebbe un aumento di emissioni di CO₂
- è possibile ridurre fino al 93% il numero di passeggeri trasportati ottenendo comunque una riduzione di PM₁₀: sensibilità dell'inquinante al tipo di alimentazione
- la navetta rossa mostra i suoi limiti per l'abbattimento di CO₂, (scarsa efficienza) ma presenta ampi margini per la riduzione di PM₁₀

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati indicano che il progetto ha raggiunto i suoi obiettivi ma è sempre bene usare alcune cautele interpretative

perché un servizio di TPL sia effettivamente competitivo dal punto di vista ambientale esistono **valori di soglia** limite funzioni di diversi parametri tra cui:

- caratteristiche tecnologiche dei mezzi utilizzati: i benefici prodotti – a parità di km e pax - non sono lineari per tutti gli inquinanti: è necessario lavorare per finalità specifiche
- livelli di utilizzo dei mezzi da parte dell'utenza: quantità di passeggeri/km; efficacia dei percorsi, condizioni al contorno per l'accessibilità al servizio, integrazione nel sistema di intermodalità, etc.
- caratteristiche tecniche del parco circolante sottratto alla circolazione privata



Importanza delle azioni sperimentali per corrette interpretazioni dei fenomeni locali e puntuali

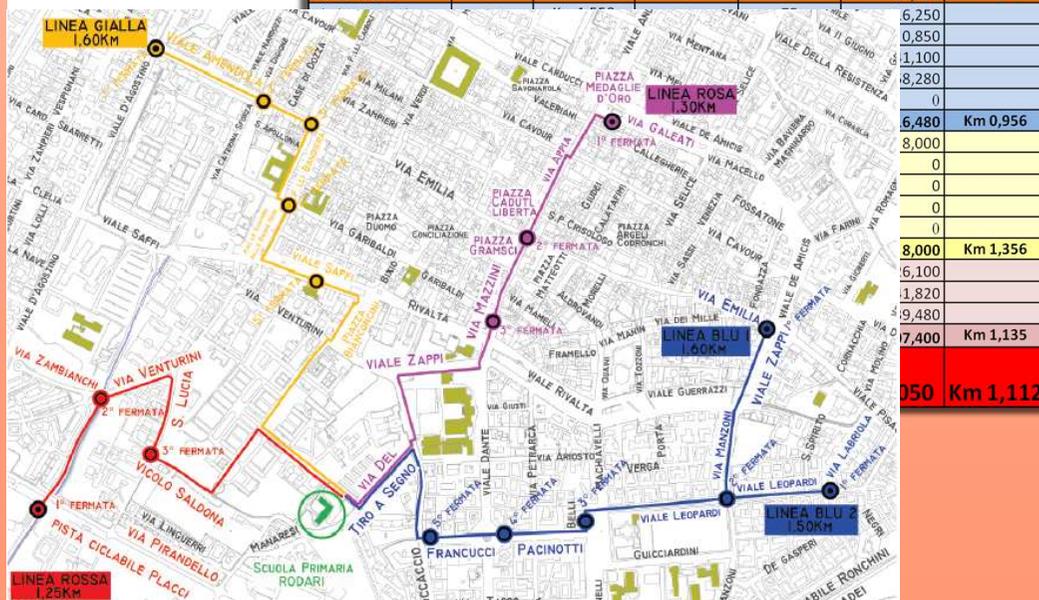
SEAP
Sustainable Energy
Action Plan

Gli esiti dell'attività di monitoraggio – contribuiscono alle esigenze di monitoraggio delle politiche nazionali del ministero co-finanziatore, ma sono anche importante strumento di supporto tecnico alle decisioni in materia di politiche di mobilità locale

PROGETTO INTEGRATO CICLABILITÀ URBANA DELLA CITTÀ DI IMOLA



LINEA PEDIBUS	Fermata	Distanza percorsa dalla fermata	N. bambini utilizzatori Pedibus	N. viaggi effettuati	Totale Km percorsi	Distanza media giornaliera/bambino
Rossa (Km 1,250)	F1	Km 1,250	4	34	42,500	
	F2	Km 0,980	0	0	0	
	F3	Km 0,510	2	13	8,670	
Rossa Totale			6	47	51,170	Km 1,003



580 km effettuati



464 effettivo (-20%)



Emiss.	gr	Kg
CO	463,60	0,46
NOX	186,72	0,19
PM10	5,76	0,01
CO2	75.830,02	75,83

PROGETTO INTEGRATO CICLABILITÀ URBANA DELLA CITTÀ DI IMOLA

SCENARIO 1

Km 12.700

Livello di utilizzo costante del Pedibus esteso agli 8 istituti per 6 mesi/anno

Emissioni	g
CO	12.688,99
NOX	5.110,77
PM10	156,87
CO2	2.075.520,08

SCENARIO 2

Km 16.510

Incremento livello di utilizzo del Pedibus del 30% rispetto al precedente

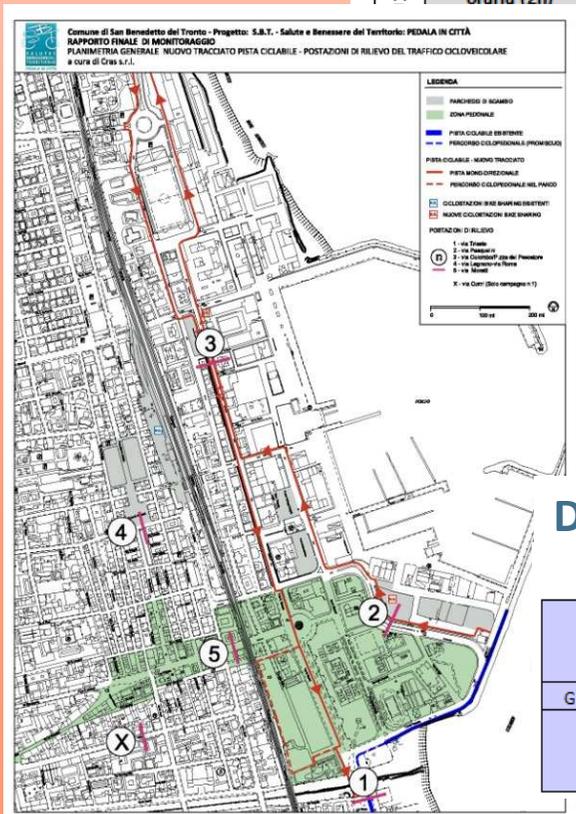
Emissioni	g
CO	16.495,68
NOX	6.644,00
PM10	203,93
CO2	2.298.176,10

PROGETTO SBT: Salute e Benessere del Territorio: PEDALA IN CITTÀ



10) Intera fascia oraria (2h)	via Trieste	via Pasqualini	via Curzi (- soppressa)	via Legnano-via Roma	Via Moretti
	568	128	440	416	440
	488	88	480	536	680
	736	104	336	408	440
	528	48	304	264	400
	848	96	368	360	664
	984	104	400	624	624
	4152	568	2328	2608	3248

Campagna 2 (ottobre 2010) Intera fascia oraria (2h)	via Trieste	via Pasqualini	P.zza Pescara	via Legnano-via Roma	Via Moretti
8-10	320	64	104	256	160
10-12	360	96	192	344	592
12-14	296	88	152	232	360
14-16	96	104	104	144	64
16-18	120	32	32	160	248
18-20	152	40	80	240	176
Tot 8-20	1344	424	664	1376	1600



Ipotesi su km complessivi risparmiati

Persone	Auto	Percorso (km)	Frequenza (volte/anno)	Km/anno
1218	1015	2,86	40	116.116

Distribuzione km risparmiati sul parco circolante

		KM EURO 0	KM EURO 1	KM EURO 2	KM EURO 3	KM EURO 4	KM EURO 5	KM CC/ALIM.	KM ALIM.	KM TOT.
benzina	Fino a 1400	8.633	3.164	12.296	8.807	12.514	813	46.227		116.116
	1401 - 2000	1.654	1.144	2.316	1.126	1.845	126	8.210	55.541	
	Oltre 2000	336	80	154	161	352	22	1.104		
gasolio	Fino a 1400	161	25	27	2.126	8.924	218	11.481		116.116
	1401 - 2000	702	664	4.899	10.960	11.346	1.465	30.036	48.399	
	Oltre 2000	614	353	1.214	2.206	2.225	271	6.882		

Prog. SBT: Salute e Benessere del Territorio: PEDALA IN CITTÀ

Lunghezza tragitto che si ipotizza percorso in bici anziché in auto	Numero di persone influenzate dalla realizzazione della pista	Numero di auto la cui circolazione viene limitata	Frequenza annuale di percorrenza	Km/anno risparmiati	Emissioni risparmiate/anno:	
= nuovo tratto di pista ciclabile =2.86 km	4% della popolazione 20-70 =1218	1015	40	116.116	CO (kg)	137,76
					NOx (g)	58.079
					PM10 (g)	4.350
					CO2 (Kg)	18.671

SCENARIO 1

Lunghezza tragitto che si ipotizza percorso in bici anziché in auto	Numero di persone influenzate dalla realizzazione della pista	Numero di auto la cui circolazione viene limitata	Frequenza annuale di percorrenza	Km/anno risparmiati	Emissioni risparmiate/anno:	
= 3.46 km	4% della popolazione 20-70 =1218	1015	40	140.476	CO (g)	166.658
					NOx (g)	70.263
					PM10 (g)	5.262
					CO2 (kg)	22.588

SCENARIO 2

Lunghezza tragitto che si ipotizza percorso in bici anziché in auto	Numero di persone influenzate dalla realizzazione della pista	Numero di auto la cui circolazione viene limitata	Frequenza annuale di percorrenza	Km/anno risparmiati	Emissioni risparmiate/anno:	
= nuovo tratto di pista ciclabile =2.86 km	9% della popolazione 20-70 =2843	2369	40	271.022	CO (g)	321.535
					NOx (g)	135.560
					PM10 (g)	10.153
					CO2 (Kg)	43.579

Grazie per l'attenzione

