

24 maggio 2016

Giornate della Sostenibilità

LE EMISSIONI DI CO₂ DEL POLITECNICO DI MILANO

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEL PROGETTO PILOTA 2015

E PRIMI RISULTATI DEGLI STUDI DI APPROFONDIMENTO

IN BICI AL POLITECNICO

Benefici socio-ambientali e riduzione delle emissioni di CO₂ passando alle due ruote

Fabio Carlo Guerreschi

Indice

Indice della presentazione:

- Reperimento dei questionari
- Preparazione dei dati per le successive analisi sulla mobilità
- Risultati delle analisi: come accedono al Politecnico gli studenti e i dipendenti
- Estensione del campione all'universo e stima della CO₂ emessa per accedere all'università
- Tre scenari d'intervento
- Conclusioni

Reperimento dei questionari

Questo lavoro di Laurea rientra nel progetto Città Studi Campus Sostenibile, nato nel 2011 dalla collaborazione tra il Politecnico di Milano e l'Università degli Studi di Milano.

<http://www.campus-sostenibile.polimi.it/>

Per lo sviluppo del lavoro di tesi si è partiti dai questionari che nel 2015 il progetto Campus Sostenibile ha somministrato agli studenti e dipendenti del Politecnico di Milano il cui scopo è quello di indagare sulle modalità di accesso alle sedi universitarie per:

- quantificare la CO₂ che viene emessa ogni anno per raggiungere l'università
- sviluppare politiche per promuovere l'accesso con forme di mobilità più sostenibili.

Intervistati	Studenti	PD-PTA	Totale
Universo indagato	40.829	5.600	46.429
Questionari raccolti	10.117	2.246	12.363
% di risposta	25%	40%	27%

Individuazione degli outlier

Si individuano gli outlier nei dati di distanza percorsa (o minuti a bordo) espressi dagli intervistati.

Gli outlier sono quei valori che, rispetto agli altri del campione, risultano essere particolarmente estremi. Per definirli si sono calcolati dei valori di soglia utilizzando lo scarto interquartile.

Definita il valore della soglia per i valori maggiori a tale limite si è andati a ricostruire il tragitto origine-destinazione dichiarato dagli intervistati. Questo ha permesso di verificare la correttezza dell'informazione di distanza percorsa (o tempo a bordo del veicolo) dichiarata dagli intervistati.

Questionari contenenti dati errati nella distanza percorsa o tempo a bordo del veicolo					
Studenti	% dei questionari raccolti (10.117)	PD-PTA	% dei questionari raccolti (2.246)	Totale	% dei questionari raccolti (12.363)
354	3,5%	56	2,5%	410	3,4%

Si è notato come l'errore più frequente è dovuto al fatto che l'intervistato ha risposto alla domanda *distanza percorsa o tempo a bordo* riferendosi a quella relativa all'intera combinazione di mezzi e non al singolo mezzo a cui la domanda si riferisce.

Si consiglia quindi di intervenire per le prossime indagini rendendo più chiara tale domanda, in modo da ridurre la possibilità di errore.

Modalità di utilizzo dei dati errati di percorrenza

Come utilizzare i questionari contenente valori errati di percorrenza con il mezzo?

Si considerano tre metodi:

- Metodo1: eliminazione dell'intero questionario contenente il dato errato
- Metodo2: eliminazione del solo dato errato
- Metodo3: sostituzione del dato errato con il valore medio di percorrenza con il mezzo.

Scelgo il Metodo2, con il quale risulta che ogni anno gli intervistati percorrono i seguenti km (o minuti a bordo) con ciascun mezzo per accedere ai 7 campus del Politecnico.

km e minuti percorsi ogni anno per accedere al Politecnico	
Automobile (km)	17.616.936
Bicicletta (km)	1.302.268
Motociclo (km)	1.571.221
Tram&Filobus (min.)	8.124.669
Autobus&Pullman (min.)	13.306.642
Skateboard (km)	39.975
A Piedi (min.)	4.817.444
Metropolitana (km)	7.812.839
Treno (km)	72.460.684

Risultati delle analisi: come accedono al Politecnico studenti e PD-PTA

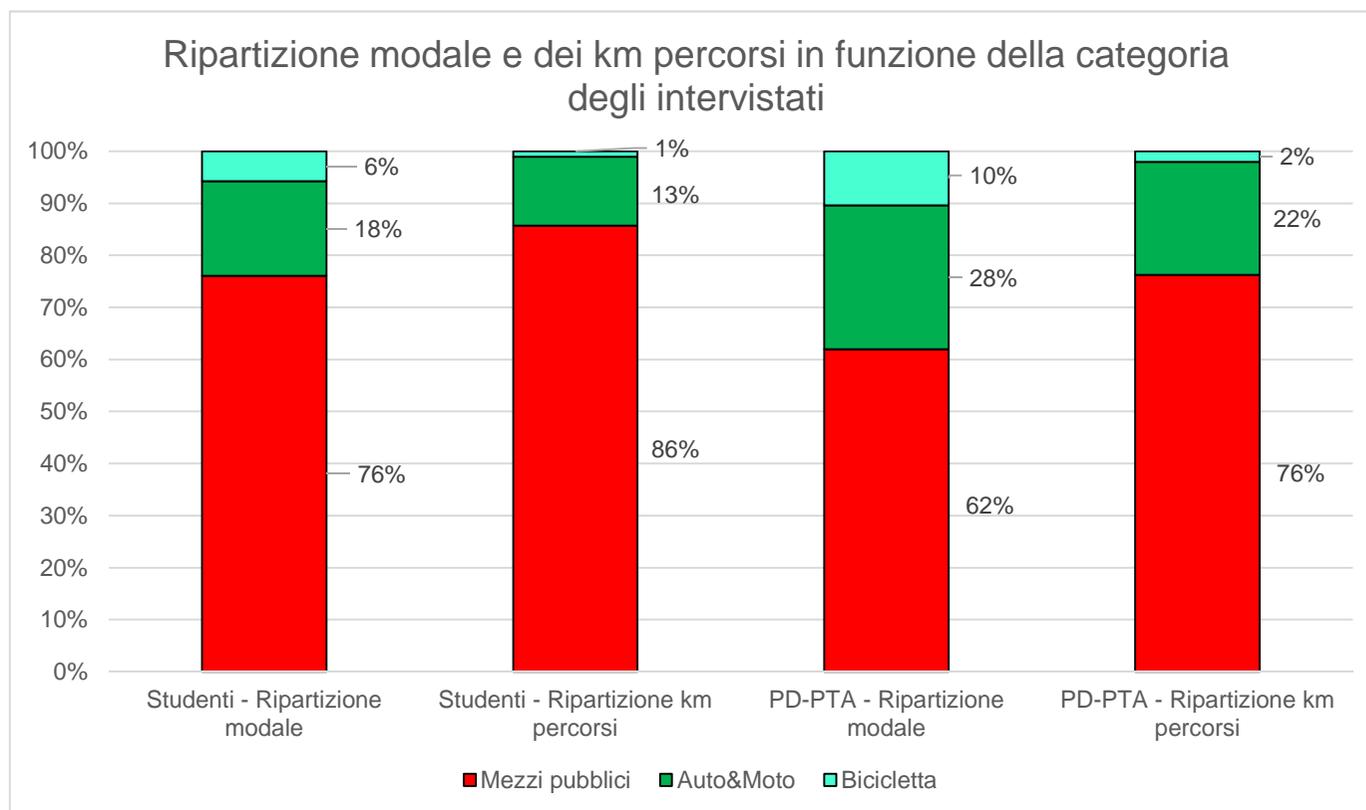
Successivamente si effettuano le analisi per indagare su come gli intervistati accedono all'università. Per farlo si:

- considera solo coloro diretti ai campus del polo di Milano
- considera solo lo spostamento principale (quello più frequente)
- si passa, per tram&filobus e autobus&pullman, da minuti a bordo a km percorsi.

Spostamento principale		
Mezzi	n. mezzi utilizzati	km percorsi
Automobile	3.208	12.411.318
Bicicletta	1.226	1.128.336
Motociclo	511	1.358.601
Tram&Filobus	1.350	1.562.222
Autobus&Pullman	1.661	3.729.060
Skateboard	66	38.893
Metropolitana	4.659	7.584.651
Treno	6.238	65.711.990
Totale	18.919	93.525.071

Risultati delle analisi: come accedono al Politecnico studenti e PD-PTA

Dalle analisi risulta che:



Il mezzo pubblico è quello maggiormente utilizzato. Gli studenti compiono più km con tale mezzo rispetto ai PD-PTA.

L'automobile e il motociclo sono maggiormente utilizzati da parte dei PD-PTA.

La bicicletta è maggiormente utilizzata dai PD-PTA.

Come gli studenti e i PD-PTA utilizzano l'automobile e la moto

Analizzando le risposte date da coloro che utilizzano l'automobile e la moto risulta che:

- gli studenti usano questi due mezzi principalmente per raggiungere la stazione
- i PD-PTA utilizzano questi mezzi soprattutto per raggiungere direttamente l'università.

Inoltre risulta che per gli automobilisti gli incentivi migliori per passare all'utilizzo della bicicletta sono:

- **abbonamenti gratuiti o scontati** al servizio di **bike-sharing**
- creazione di **percorsi ciclabili** in prossimità dell'università
- installazione di **bike station coperte e sicure** nei campus.

Come gli studenti e i PD-PTA utilizzano la bicicletta

Analizzando i dati forniti dagli studenti e dai PD-PTA che utilizzano la bicicletta si sono notate le seguenti differenze:

- i PD-PTA utilizzano maggiormente la bicicletta rispetto agli studenti
- i PD-PTA percorrono mediamente una distanza maggiore con la bicicletta (circa 7 km), rispetto agli studenti (circa 6 km)

Inoltre, analizzando le risposte date dai ciclisti alle domande facoltative, risulta che:

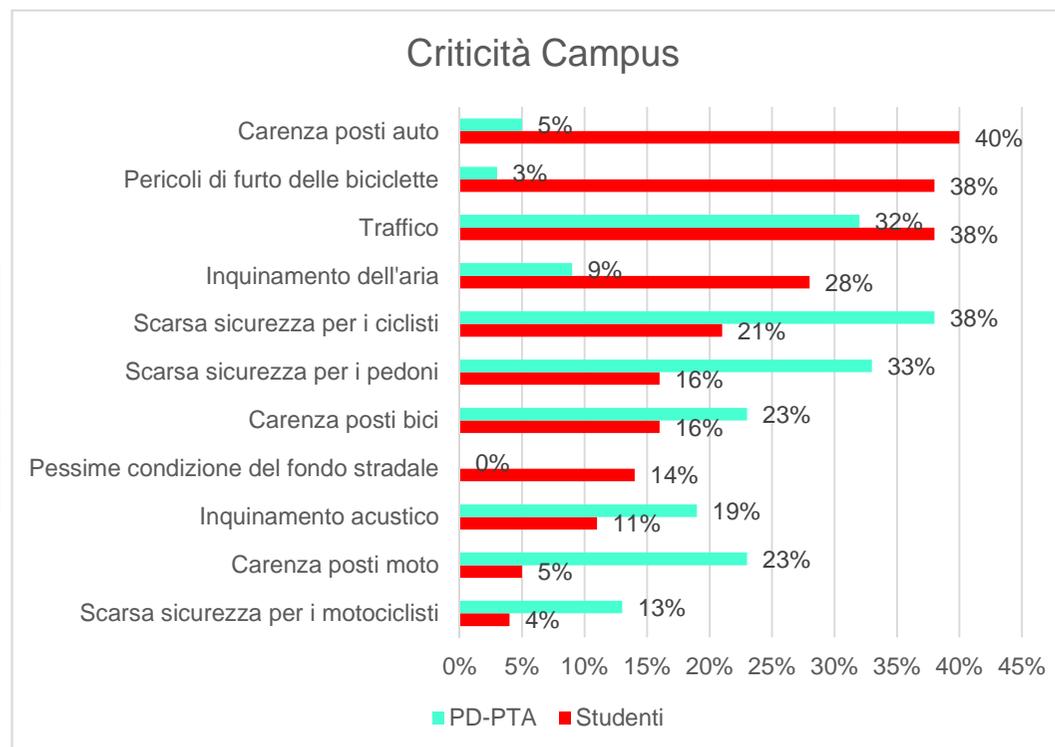
- esiste un serio problema di sicurezza del mezzo in entrambi i campus, infatti il furto della bicicletta è la criticità principale riscontrata dagli studenti
- la sicurezza dei ciclisti durante il viaggio è la criticità maggiore espressa dai PD-PTA
- gli incentivi principali che sono stati indicati sono gli **abbonamenti gratuiti o scontati** al servizio di **bike-sharing**, la creazione di **percorsi ciclabili** in prossimità dell'università e l'installazione di **bike station coperte e sicure** nei campus.

Domande facoltative

Motivi della scelta dei mezzi utilizzati	Totale
Velocità	53%
Economicità	50%
Comodità di viaggio	42%

Svantaggi dei mezzi utilizzati	Totale
Affollamento	61%
Ritardi	55%
Traffico	22%
Condizioni meteo avverse	21%

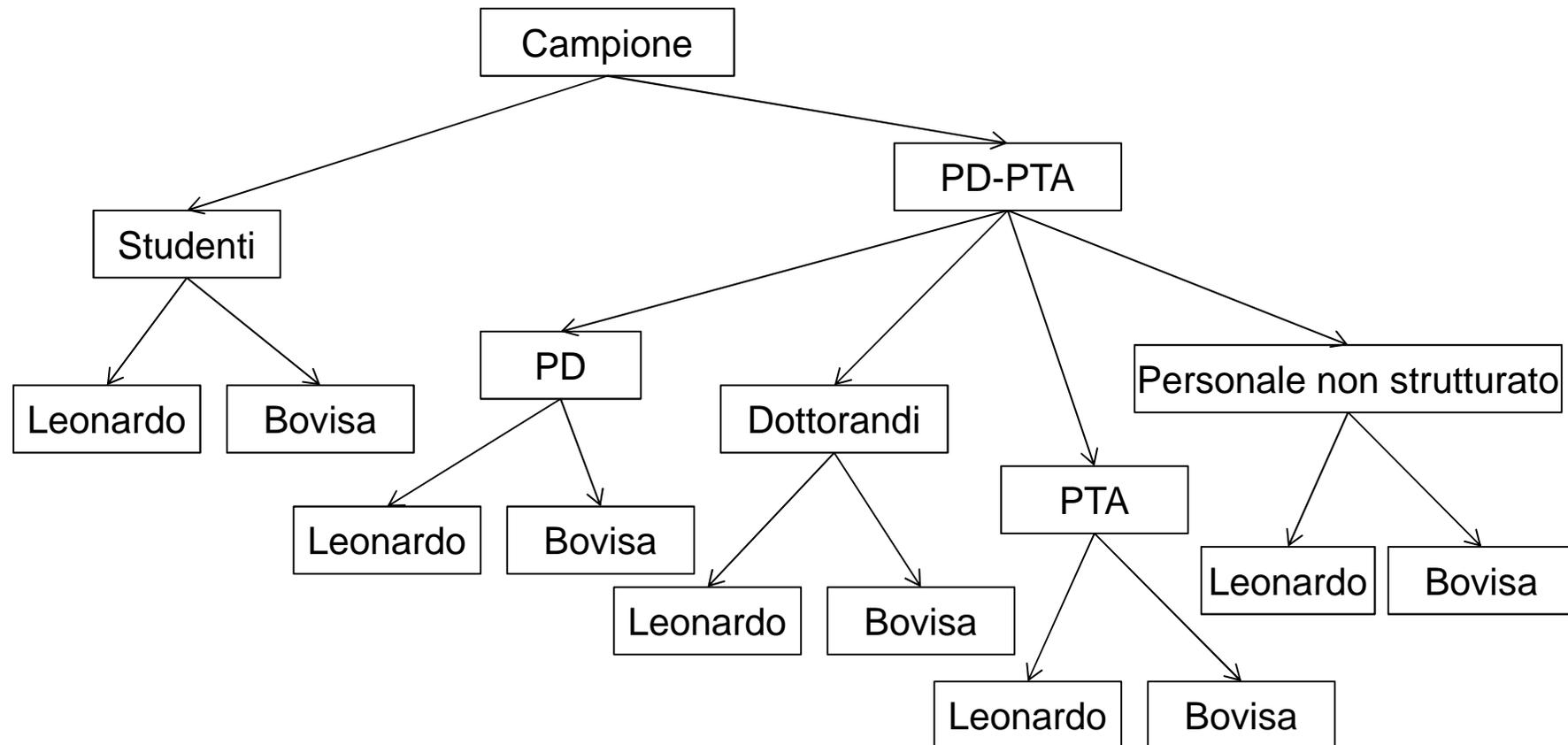
Migliori mezzi di comunicazione	Totale
E-mail	66%
Sito del Politecnico	54%
Newsletter Politecnico	39%



Incentivi per incrementare l'uso della bicicletta	Totale
Abbonamenti gratuiti e prezzi agevolati per il bike sharing	50%
Presenza/aumento dei percorsi ciclabili in prossimità delle sedi dell'Ateneo	49%
Installazione di "bike station" nei campus, con parcheggi coperti e protetti	33%

Estensione del campione all'universo e stima della CO₂ emessa

Successivamente si è effettuata l'estensione del campione indagato all'universo del Politecnico. Per farlo si è effettuata la stratificazione del campione, cioè i dati raccolti sono stati suddivisi nel seguente modo.



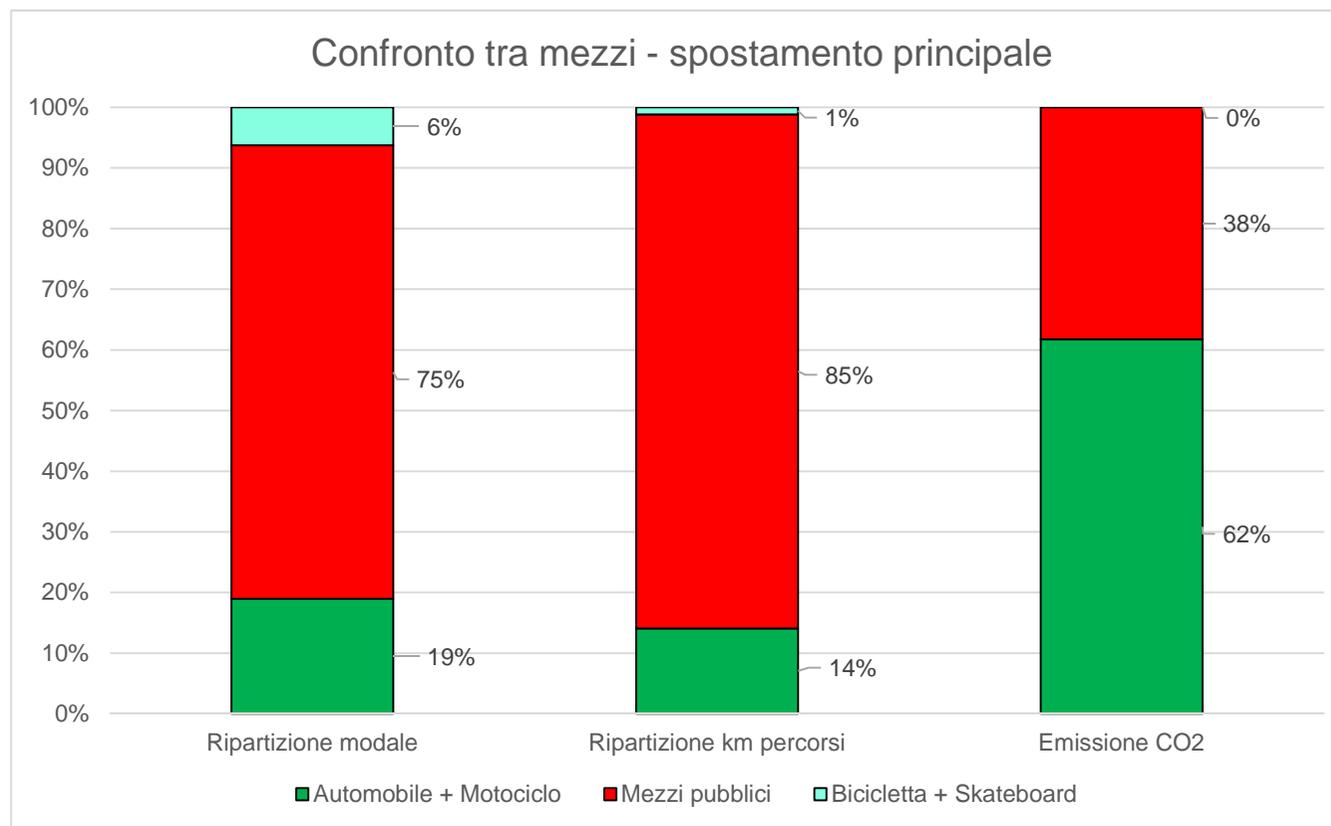
Estensione del campione all'universo e stima della CO₂ emessa

Effettuata l'estensione del campione, è stato possibile stimare i km percorsi ogni anno da studenti e PD-PTA per accedere all'università.

Successivamente mediante la definizione dei fattori di emissione medi (gCO₂/ (passeggero x km)) di ciascun mezzo è stato possibile stimare l'emissione di CO₂.

Emissione di CO₂ – Spostamento principale			
Mezzi	n. di mezzi	km percorsi (in milioni)	CO ₂ (t)
Automobile	11.390	43,4	5.355
Motocicletta	1.814	4,9	472
Tram & Filobus	4.935	5,7	143
Autobus & Pullman	6.173	13,8	275
Bicicletta	4.342	3,9	-
Skateboard	253	0,2	-
Metropolitana	16.903	27,3	328
Treno	23.224	241,2	2.894
Totale	69.033	340,4	9.467

Estensione del campione all'universo e stima della CO₂ emessa



L'automobile e il motociclo, pur rappresentando solamente il 19% della quota modale, sono i mezzi con i quali si emette circa il 62% della CO₂ totale.

I mezzi pubblici, che rappresentano il 75% della quota modale, sono i mezzi con i quali si emette solamente il 38% della CO₂ totale.

Scenari d'intervento: soggetti interessati

Si sono infine sviluppati **tre scenari** d'intervento con lo scopo di ridurre l'utilizzo dei mezzi più inquinanti, cioè automobile e motocicli, a favore dell'incremento dell'uso della bicicletta.

I **tre scenari** sono caratterizzati da una relativa **semplicità di realizzazione**, sia per il tipo di politiche che si devono applicare, sia per gli enti con cui il Politecnico deve collaborare.

Per tutti questi motivi i soggetti interessati dagli scenari risultano essere coloro che:

- provengono da Milano e quindi compiono uno spostamento interno alla città
- raggiungono l'università esclusivamente con l'automobile o con la moto
- compiono uno spostamento (A+R) limitato (minore di 12 km per gli studenti e di 14 km per i PD-PTA).

	Automobile		Motociclo	
	n. mezzi	km percorsi	n. mezzi	km percorsi
Studenti	218	232.003	228	252.834
PD-PTA	271	323.044	114	121.692
Totale	489	555.047	342	374.526

L'obiettivo dei tre scenari è una riduzione del 15%, 25% e 35% dell'uso delle 489 auto.

Scenari d'intervento: benefici derivanti dal cambio di mezzo

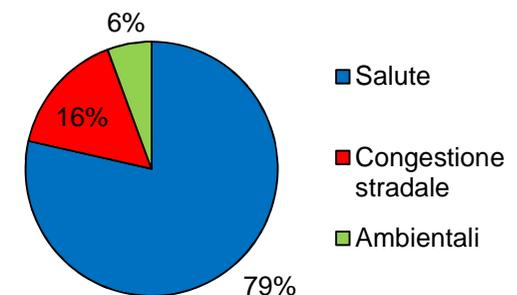
Dal passaggio dall'uso dell'automobile o del motociclo a quello della bicicletta derivano notevoli benefici sia sociali che ambientali per la comunità.

Si è cercato di definire tali benefici andando anche ad individuarne il valore economico per poter effettuare un rapporto costi:benefici per ogni scenario.

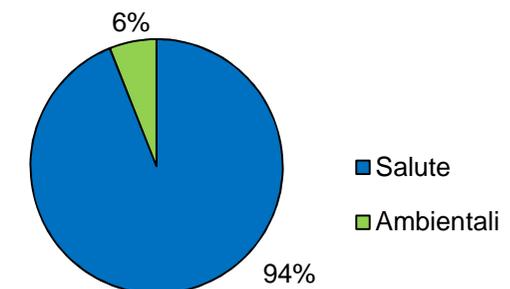
Benefici socio-ambientali	Da auto a bici	Da moto a bici
	€/km	€/km
Salute – Riduzione mortalità precoce	1,29	1,29
Congestione stradale	0,26	-
Riduzione importazione carburante	0,06	0,06
Riduzione emissioni CO ₂	0,02	0,01
Riduzione inquinamento dell'aria	0,01	0,01
Riduzione inquinamento acustico	0,003	0,003
Totale	1,643	1,373

ECF (2013) Calculating the economic benefits of cycling in EU-27

**Da automobile a bicicletta
valore economico dei benefici**



**Da motociclo a bicicletta
valore economico dei benefici**



Scenari d'intervento: politiche d'intervento

Per ottenere il passaggio degli utenti dal mezzo motorizzato alla bicicletta si sviluppano due tipi di politiche da applicare in sinergia.

Politiche disincentivo dell'automobile			
Scenario	I	II	III
Tariffa oraria 0,80 €/h nei parcheggi liberi (-15% auto in accesso)	✗	✗	
Permesso annuale per parcheggio riservato 80€ (-3% auto in accesso)	✗		
Permesso annuale per parcheggio riservato 160€ (-17% auto in accesso)		✗	✗
Tariffa oraria 0,80 €/h nei parcheggi liberi e loro riduzione di numero (-26% auto in accesso)			✗

Politiche incentivo della bicicletta			
Scenario	I	II	III
Abbonamento BikeMi gratuito	✗	✗	✗
Sovvenzione bicicletta pieghevole (100 €)	✗	✗	✗
Bike station sicure e coperte	6	21	19
Incentivo economico (0,16 €/km)	✗	✗	✗
Stazione BikeMi			✗

Per sviluppare queste ultime si sono considerate anche le risposte date dagli intervistati alle domande facoltative dei questionari.

Scenari d'intervento: i tre scenari

Scenario	I			II			III		
	n. mezzi	%	km	n. mezzi	%	km	n. mezzi	%	km
Automobili	82	16%	86.265	120	25%	126.123	173	35%	174.335
Motocicli	17	5%	18.726	17	5%	18.726	34	10%	37.453
Riduzione CO ₂ (t/anno)	13			18			27		
Riduzione CO₂ (%)	-12%			-17%			-25%		
Riduzione CO₂ complessiva (%)	-0,13%			-0,20%			-0,30%		
Costi dell'intervento (€)	77.576			89.485			122.194		
Ricavi da abbonamenti dei parcheggi (€)	64.240			122.400			122.400		
Ricavi/Costi	83%			137%			100%		
Benefici del passaggio alla bici (€)	167.444			232.900			337.855		
Costi : Benefici	1:2,2			1:2,6			1:2,8		

Conclusioni

Partendo dai 12.363 questionari di Campus Sostenibile compilati dagli studenti e PD-PTA con questo lavoro di laurea è stato possibile:

- individuare quali sono i miglioramenti che si possono apportare alle prossime versioni dei questionari
- analizzare come gli intervistati accedono all'università
- stimare la CO₂ che viene emessa ogni anno per l'accesso al Politecnico
- sviluppare tre scenari d'intervento che permettano una riduzione di tali emissioni.

Scenari che sono caratterizzati da una:

- relativa semplicità di realizzazione
- possibilità di essere in parte autofinanziabili, quindi di non richiedere investimenti esterni (se non nella fase iniziale di realizzazione)

Tali caratteristiche permettono la replicabilità degli scenari anche al di fuori del contesto del Politecnico rendendoli quindi applicabili anche ad altre università di grandi dimensioni.

Grazie per l'attenzione!