

Effetti esterni del traffico nel 2010

Calcolo degli effetti del traffico
a livello di ambiente, salute e incidenti

Versione breve

18 giugno 2014

all'attenzione dell'Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE



Impressum

Citazione

Autore: Ecoplan / Infrac
Titolo: Effetti esterni
del traffico nel 2010
Sottotitolo: Calcolo degli effetti del traffico
a livello di ambiente, salute e incidenti
Versione breve
Mandante: Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Luogo di pubbl.: Berna, Zurigo e Altdorf
Data: 18 giugno 2014
Disponibile presso: www.ecoplan.ch

Consulenza

Christina Hürzeler (ARE, direzione)
Franziska Borer Blindenbacher (ARE)
Oberauner Iris Maria (UFAM)
Zbinden Manfred (USTRA)
Roman Rosenfellner (USTRA)
Schreyer Christoph (UFT)
Quandt Alexandra (UST)
Rindlisbacher Theo (UFAC)

Gruppo di lavoro

Heini Sommer (Ecoplan, direttore del progetto)
Christoph Lieb (Ecoplan)
Matthias Amacher (Ecoplan)
Markus Maibach (Infrac, vicedirettore del progetto)
Daniel Sutter (Infrac)
Cuno Bieler (Infrac)
Remo Zandonella (Infrac)
Jürg Heldstab (Infrac)
Martin Rööfli (Swiss TPH)
Danielle Vienneau (Swiss TPH)
Laura Perez (Swiss TPH)
Hans Buser (nateco)
Thomas Künzle (Meteotest)

Adattamento del 9 dicembre 2014

Correzione del numero di passeggeri-km per automobili. Ciò riguarda le pagine 8, 9, 13.

Il rapporto rispecchia l'opinione del gruppo di lavoro, che non deve necessariamente coincidere con quella del mandante o dei servizi che hanno fornito la loro consulenza.

Ecoplan AG

Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

www.ecoplan.ch

Monbijoustrasse 14
CH - 3011 Bern
Tel +41 31 356 61 61
bern@ecoplan.ch

Schützengasse 1
Postfach
CH - 6460 Altdorf
Tel +41 41 870 90 60
altdorf@ecoplan.ch

Infrac AG

Forschung und Beratung

www.infrac.ch

Binzstrasse 23
Postfach
CH-8045 Zürich
Tel: ++41 44 205 95 95
Fax: ++41 44 205 95 99
zuerich@infrac.ch

Riassunto

Lo studio illustra gli effetti esterni e sociali (dal punto di vista dell'economia pubblica) causati dal traffico in Svizzera nel corso del 2010, a livello di ambiente, salute e incidenti. I calcoli effettuati negli scorsi anni per il traffico stradale e ferroviario sono stati sottoposti a un riesame metodologico e riproposti per l'anno 2010 sulla base di dati completamente aggiornati, che contemplano dodici settori di costo, ossia: danni alla salute dovuti all'inquinamento atmosferico, danni agli edifici, perdite di raccolto, danni alle foreste, perdita di biodiversità, rumore, clima, natura e paesaggio, danni al suolo, processi a monte e a valle, incidenti e costi supplementari nelle aree urbane. Per la prima volta in Svizzera, in questi settori di costo si considerano anche i costi esterni del traffico aereo e di quello navale, mentre i dati concernenti il traffico stradale sono integrati con quelli riguardanti il traffico lento (ossia pedoni e biciclette). Per concludere, lo studio ha misurato anche gli effetti positivi sulla salute derivati dall'esercizio fisico legato al traffico lento.

I costi esterni complessivi registrati dai quattro vettori di trasporto ammontano a ben 9400 milioni di franchi per l'anno 2010. In testa si situa il traffico stradale motorizzato: innanzitutto quello privato, con costi pari a 5500 mio., seguito dal traffico merci, con 1000 mio. (una parte della TTPCP è stata conteggiata come internalizzazione), e dai trasporti pubblici, con 190 mio.. Il traffico aereo comporta costi esterni per 920 mio., contro i 740 mio. di quello ferroviario e i 57 mio. di quello navale. I costi esterni del traffico lento ammontano a 900 mio., controbilanciate tuttavia da benefici esterni per la salute pari a 1300 mio.. Paragonando queste cifre assolute, non bisogna dimenticare che i singoli vettori di trasporto presentano prestazioni affatto disparate. Rispetto all'aviazione e alla ferrovia, ad esempio, su strada si percorre un numero nettamente maggiore di persone-chilometri (pkm) e tonnellate-chilometri (tkm), mentre nel traffico navale le cifre sono di molto inferiori.

Versione breve

Situazione iniziale e obiettivo

L'Ufficio federale di statistica (UST) e l'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE) presentano un Conto della mobilità in Svizzera nel 2010, che aggiorna i calcoli effettuati in precedenza per il 2005 (UST 2009) e per la prima volta considera, oltre il traffico stradale e ferroviario, anche il traffico aereo e, in parte, quello navale.

Nell'ambito di questo calcolo complessivo, il presente studio quantifica i costi esterni provocati da questi vettori di trasporto nel 2010. Per quanto riguarda il traffico su strada, rispetto ai calcoli precedenti sono state per la prima volta prese in considerazione anche cifre relative al traffico lento (pedonale e ciclistico), per misurarne gli effetti negativi (costi) ma anche positivi (benefici per la salute).

Metodo

Il calcolo dei costi esterni si concentra sugli effetti del traffico a livello di ambiente, salute e incidenti. Esso si basa sulle costatazioni elencate qui di seguito.

a) Definizioni e prezzi di riferimento

Sono calcolati tanto i costi esterni quanto i costi sociali.

- I **costi sociali** (economici) sono i costi dei trasporti che ricadono sull'economia pubblica. Si dividono tra interni ed esterni.
- I **costi interni** sono quelli che gli utenti si assumono direttamente per i tragitti che percorrono (ad es. i premi assicurativi per la polizza di responsabilità civile versati per un motore-veicolo).
- I **costi esterni** sono quella parte dei costi sociali non coperti da chi causa un'attività di traffico. Un esempio tipico è il rumore, che tuttavia non si ripercuote sul prezzo versato dall'utente per il tragitto effettuato.

I risultati sono convertiti in **prezzi dei fattori** con riferimento ai prezzi 2010; ciò significa che le tasse indirette (ad es. IVA) non sono prese in considerazione.

b) I costi esterni considerati da diverse prospettive

I costi esterni possono essere calcolati da diverse prospettive.

- **Vettore di trasporto:** un vettore di trasporto può essere considerato nel suo insieme. Nell'ambito di un vettore di trasporto, pertanto, sono considerati interni tutti i costi assunti direttamente da chi ne ha usufruito (ad es. i costi legati all'incidente tra un'auto e una bicicletta). Di conseguenza, i costi devono essere considerati come esterni unicamente quando non ricadono nell'ambito del vettore di trasporto. Bisogna dunque distinguere quali costi siano originati da un vettore e in che misura esso li copra (grado di copertura).

Questa prospettiva è adottata nel Conto della mobilità ed è preponderante nel presente rapporto.

- **Tipologia traffico pesante:** questa prospettiva è stata imposta dal Tribunale federale per calcolare l'aliquota della tassa sul traffico pesante commisurata alle prestazioni (TTPCP) per le categorie di veicoli autobus, autofurgoni e autocarri. Di conseguenza, i costi sono considerati esterni solo quando non sono imputabili al traffico pesante. Contrariamente a quanto vale per la prospettiva precedente, i costi di un incidente che ad esempio un autocarro provoca a un'automobile sono considerati esterni.
- **Utenti della mobilità:** come terza prospettiva, il rapporto adotta anche quella degli utenti (la versione breve, tuttavia, non entra in questo merito; cfr. cap. 16.3). In questo caso i costi esterni sono definiti a partire dai singoli utenti della mobilità. Da questo punto di vista, sono considerati esterni tutti i costi che chi sta all'origine di un'attività di traffico non si assume direttamente. Questa prospettiva si concentra sul grado di efficacia, dal punto di vista dell'economia pubblica, nell'utilizzo dell'infrastruttura di trasporto. I costi così misurati servono come informazione per calcolare i contributi di internalizzazione.

c) Definizione dei vettori di trasporto e del campo di indagine

Per **circoscrivere** i vettori di trasporto abbiamo ripreso le definizioni adottate nel Conto della mobilità, ossia:

- il traffico stradale comprende tutti i tipi di veicoli che circolano sulla rete stradale, dalle autostrade alle strade di terza classe (incluso il traffico lento);
- il traffico ferroviario comprende tutti i trasporti effettuati sull'intera rete ferroviaria (escluse le ferrovie a cremagliera e le funicolari);
- il traffico aereo comprende tutti i voli da e per gli aeroporti nazionali e regionali (esclusi quindi gli aerodromi locali, gli eliporti e, in generale, l'aviazione militare);
- il traffico navale comprende i tragitti che passano dai porti renani di Basilea e dagli imbarcati per il traffico viaggiatori pubblico e per il trasporto merci.

Per quantificare i costi del **traffico stradale** e di quello **ferroviario** abbiamo applicato un **criterio di territorialità**, considerando esclusivamente i costi causati sul territorio svizzero. Nel **traffico aereo** e in quello **navale** abbiamo invece adottato come **criterio** quello della **mezza tratta**, in base al quale tutti i trasporti vengono attribuiti per metà della loro distanza al Paese di partenza e per l'altra metà al Paese di arrivo (se compiuto su territorio svizzero, il tragitto è stato considerato nella sua interezza; se compiuto da o per l'estero, il tragitto è stato considerato per metà). Questo criterio permette di circoscrivere in maniera precisa il traffico internazionale (traffico aereo e navigazione sul Reno).

d) Settori di costo e benefici presi in considerazione, metodi di calcolo

Lo studio si è concentrato sui costi esterni del traffico in dodici settori selezionati. La seguente tabella riassume i principali metodi di calcolo in base al tipo di costo.

Diagramma VB-1: Metodo di calcolo dei costi esterni in base al tipo di costo

Tipologia di costo	Metodo di calcolo
Danni alla salute (inquinamento atmosferico)	Costi per i trattamenti medici, perdita di produzione netta, costi per la sostituzione di personale, costi immateriali dovuti alla riduzione dell'aspettativa di vita e alle malattie (tutti costi per danni)
Danni agli edifici (inquinamento atmosferico)	a. costi per ristrutturazioni supplementari (in luoghi esposti al traffico); b. costi dovuti alla minor durata di vita delle facciate (in luoghi non esposti al traffico); c. costi supplementari per la pulizia (tutti costi per danni)
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	Calo del reddito agricolo dovuto all'elevata concentrazione di ozono (costi per danni)
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	a. Calo della produzione forestale (legname) dovuto all'ozono; b. calo della produzione forestale (legname) dovuto all'acidificazione del suolo; c. costi legati all'aumento di sradicamenti dovuto all'acidificazione del suolo (tutti costi per danni)
Diminuzione della biodiversità (inquinamento atmosferico)	Costi per misure (virtuali) volte a ripristinare ecosistemi ricchi di specie (costi di ripristino)
Rumore	Disturbo (diminuisce il valore dell'abitazione) e costi sanitari (analogamente ai danni alla salute derivanti dall'inquinamento atmosferico – tutti costi per danni)
Clima	Costi per misure di contenimento nel quadro di un obiettivo climatico globale a lungo termine (costi di contenimento)
Natura e paesaggio	Costi di sostituzione: a. perdite a livello di habitat naturale: costi per ripristinare (virtualmente) biotopi ed ecosistemi persi; b. frammentazione dell'habitat naturale: costi per contromisure (virtuali) alla frammentazione dell'habitat naturale
Danni al suolo (inquinamento da sostanze tossiche)	Costi per risanare (virtualmente) le superfici inquinate da sostanze tossiche (costi di risanamento)
Costi dei processi a monte e a valle	Costi derivanti dall'inquinamento climatico e atmosferico indotto dalla fabbricazione, dalla manutenzione e dallo smaltimento di veicoli (mezzi di trasporto), vettori energetici (carburanti, elettricità) e infrastrutture
Incidenti	Costi per i trattamenti medici, perdita di produzione netta, costi per la sostituzione di personale, costi immateriali, costi amministrativi, danni a oggetti, costi di polizia e costi giuridici (tutti costi per danni)
Costi supplementari nelle aree urbane	a. Costi causati dal tempo perduto per interruzioni del traffico lento (costi per danni); b. danni all'immagine urbana e alla qualità di vita: costi per riqualificare i punti maggiormente sollecitati dal traffico (costi di riparazione)

Questo studio non si occupa dei benefici legati alla mobilità, che sono indubbiamente elevati e, in larga parte, interni. Unica eccezione è il traffico lento, per il quale sono calcolati per la prima volta in Svizzera, oltre ai costi, i benefici interni ed esterni (maggior aspettativa di vita e minor numero di degenze ospedaliere grazie all'attività fisica – le relative cifre sono ottenute con un metodo analogo a quello adottato per i danni alla salute dovuti all'inquinamento atmosferico, cfr. diagramma VB-1). Conformemente al mandato ricevuto, il presente studio non entra nel merito di altri benefici legati alla mobilità e dei relativi costi esterni (cfr. l'exkursus al cap. 2.2).

e) Contributi di internalizzazione

I **contributi di internalizzazione**, che possono essere attribuiti direttamente a un settore di costo (ad es. tasse d'atterraggio commisurate al rumore, centesimo per il clima), sono dedotti direttamente dai costi. La TTPCP, adottata per internalizzare i costi esterni del traffico pesante su strada, sarà al contrario considerata a parte, in un confronto con i costi esterni dovuti al traffico pesante. Non abbiamo invece considerato l'imposta sugli oli minerali come un contributo di internalizzazione, poiché essa è già calcolata nel conto infrastrutturale.

f) Incertezze

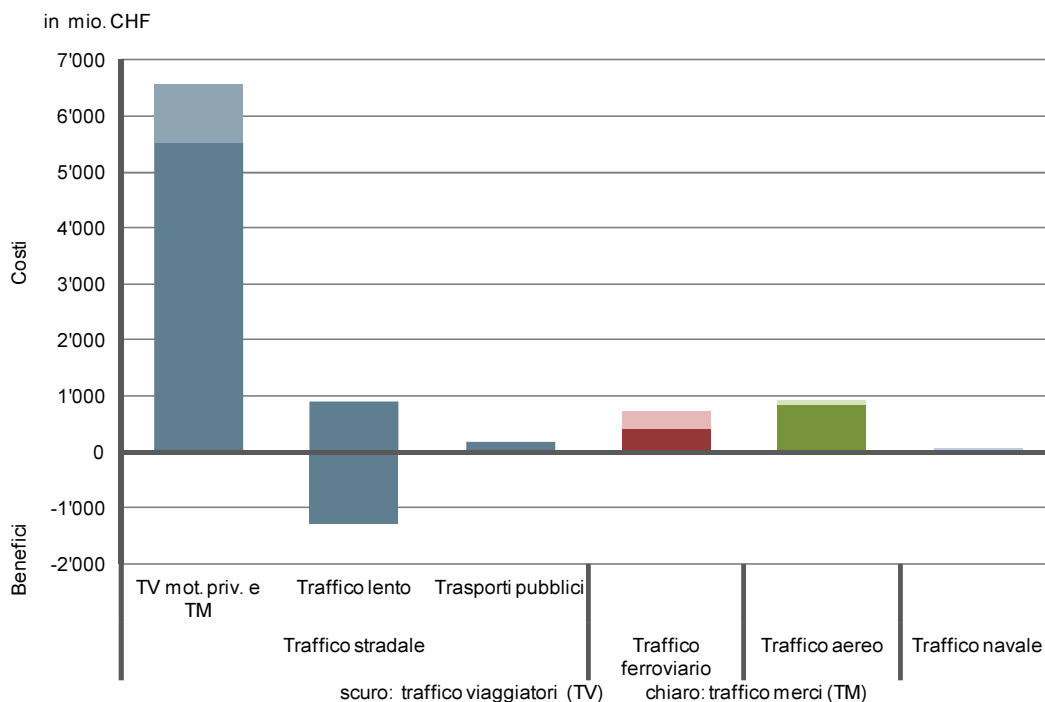
È impossibile calcolare gli effetti esterni del traffico senza ricorrere a supposizioni e a semplificazioni. Abbiamo deciso di affrontare le inevitabili **incertezze** nel seguente modo: se esiste una variante **best guess** (migliore supposizione) provata scientificamente, è a questa che abbiamo fatto riferimento. In caso contrario, il calcolo si è fondato su un approccio **at least (base di calcolo minima e sicura)**, ossia ovunque sia necessario procedere per ipotesi e semplificazioni, lo si è fatto «**nel modo più realista possibile e, in caso di dubbio, con moderazione**». Concretamente, ciò significa che di fronte alle incertezze abbiamo formulato ipotesi prudenti, improntate piuttosto a una sottovalutazione che a una sopravvalutazione degli effettivi costi e benefici.

Effetti esterni

a) Effetti esterni della mobilità nel suo insieme

Il diagramma VB-2 e il diagramma VB-3 mostrano che, tenendo conto del vettore di trasporto, nel 2010 i costi esterni sono ammontati complessivamente a 9400 milioni di franchi. Al traffico su strada è dovuta la quota maggiore (82 %), ossia 7700 mio.: di questi, al traffico viaggiatori privato e motorizzato sono attribuibili 5500 mio., al traffico merci 1000 mio. (una parte della TTPCP è stata conteggiata come internalizzazione), al traffico lento 900 mio. e ai trasporti pubblici 190 mio.. Al secondo posto si situa il traffico aereo con il 10 % dei costi, ossia 920 mio.. Il traffico ferroviario raggiunge i 730 mio. (8 %), mentre quello navale registra costi esterni pari a 57 mio. (0.6 %). L'84 % di tutti i costi esterni è provocato dal traffico viaggiatori, contro il 16 % dal traffico merci. Quanto al traffico lento, i benefici esterni per la salute corrispondono a 1300 mio.. Non bisogna dimenticare che i singoli vettori di trasporto presentano prestazioni di trasporto affatto disparate. Rispetto all'aviazione e alla ferrovia, ad esempio, su strada si percorre un numero nettamente maggiore di persone-chilometri (pkm) e tonnellate-chilometri (tkm), mentre nel traffico navale le cifre sono di molto inferiori.

Diagramma VB-2: Sintesi degli effetti esterni 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)
 traffico stradale e ferroviario: criterio territoriale*, traffico aereo e navale: mezza tratta**



* criterio territoriale: circolazione entro i confini nazionali

** mezza tratta: traffico su territorio svizzero e mezza tratta (aerea o navale) dalla Svizzera all'estero e viceversa (cfr. cap. 2.3.2)

Diagramma VB-3: Sintesi degli effetti esterni 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)
 traffico stradale e ferroviario: criterio territoriale; traffico aereo e navale: mezza tratta

in mio. CHF	Traffico stradale			Traffico ferroviario	Traffico aereo	Traffico navale	Totale
	TV mot. priv. e TM	Traffico lento	Trasporti pubblici				
Salute (inquinamento atmosferico)	1'444	-	60	185	37	29	1'756
Edifici (inquinamento atmosferico)	297	-	12	38	8	6	362
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	52	-	4	1	2	1	59
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	45	-	3	1	1	1	51
Perdita di biodiversità (inquinamento atmosferico)	134	-	7	2	3	3	148
Rumore	1'427	-	37	269	66	-	1'799
Clima	1'234	-	26	4	686	8	1'959
Natura e paesaggio	750	10	10	119	6	5	900
Danni al suolo	113	-	5	24	-	-	142
Processi a monte e a valle	704	34	20	48	108	3	917
Incidenti	980	856	7	4	2	0	1'850
Aree urbane	109	-	3	32	-	-	144
Deduzione quota TTPCP	-720	-	-	-	-	-	-720
Totale	6'570	900	194	727	919	57	9'367
Benefici per la salute grazie al traffico lento	-	-1'281	-	-	-	-	-1'281

In questo schema e in quelli seguenti i totali possono mostrare differenze dovute agli arrotondamenti.

I settori di costo che incidono maggiormente sul totale sono essenzialmente quattro: il clima, gli incidenti, il rumore e i costi per danni alla salute dovuti all'inquinamento atmosferico. Questi settori si situano tutti tra i 1750 e i 2000 milioni di franchi. I cosiddetti processi a monte e a valle, così come i danni alla natura e al paesaggio, comportano ciascuno costi supplementari per 900 mio. circa. Per ovviare ai danni subiti dagli edifici si spendono circa 350 mio., mentre tutti i restanti settori di costo si situano sotto i 150 mio.. Dalla somma complessiva va dedotta la parte degli introiti dovuti alla TTPCP (che non è stata suddivisa fra i singoli settori di costo), ossia almeno 700 mio.. Il traffico lento, inoltre, comporta benefici esterni a livello di salute per 1300 mio..

b) Effetti esterni del traffico stradale

Nel traffico stradale, la maggior parte (63 %) dei costi esterni è dovuta alle automobili (cfr. diagramma VB-4). Le categorie motoveicoli e autofurgoni contribuiscono ciascuna con il 7,3 %, mentre le categorie autocarri e trattori a sella, assieme, corrispondono al 6,1 % (una parte della TTPCP è stata conteggiata come internalizzazione). Il traffico pedonale comporta un saldo positivo in termini di benefici esterni pari ad almeno 500 milioni di franchi: i benefici a livello di salute, attorno a 890 mio., sono nettamente più elevati rispetto ai costi per incidenti causati dal traffico lento, ossia 360 mio. (e i restanti costi esterni, anch'essi ridotti). I costi esterni causati da filobus e tram sono molto limitati.

Diagramma VB-4: Effetti esterni secondo le categorie di veicoli e gli elementi di costo, con costi per pkm o tkm, 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)

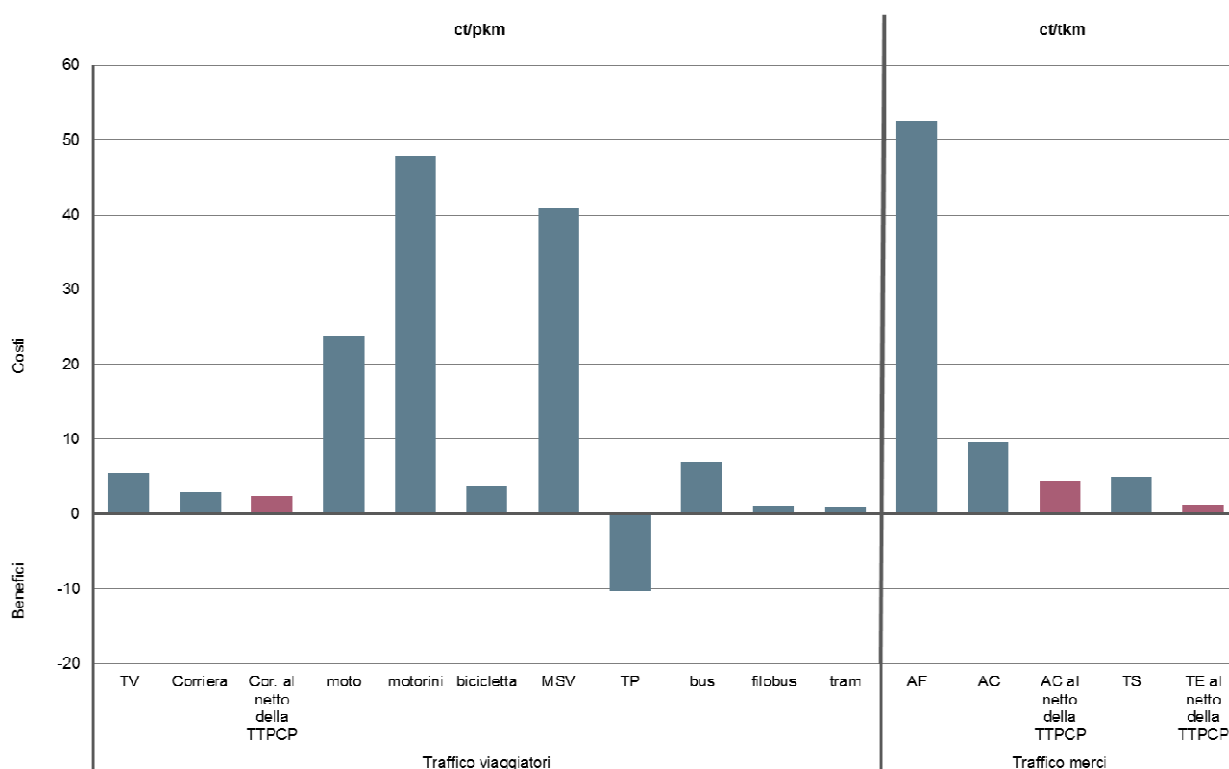
Costi esterni	Traffico viaggiatori											Totale complessivo			
	Traffico viaggiatori motorizzato privato				Traffico lento			Trasporti pubblici			Trasporto merci				
Traffico stradale															
in mio. CHF	auto	autobus	moto	motorini	biciclette	MSV	TP	bus	filobus	tram	AF	AC	TS	TR/MS	
Salute (inquinamento atmosferico)	1019.2	22.7	8.3	0.6	-	-	-	60.2	n.a.	n.a.	129.3	169.4	94.9	n.a.	1'504.6
Edifici (inquinamento atmosferico)	209.8	4.7	1.7	0.1	-	-	-	12.4	n.a.	n.a.	26.6	34.9	19.5	n.a.	309.7
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	27.0	1.2	0.6	0.0	-	-	-	3.7	-	-	6.1	10.0	6.9	n.a.	55.5
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	25.0	1.0	0.5	0.0	-	-	-	2.9	-	-	4.9	8.0	5.5	n.a.	47.9
Perdite di biodiversità (inquinamento atmosferico)	86.5	2.3	1.1	0.0	-	-	-	6.8	-	-	12.3	18.8	13.0	n.a.	140.8
Rumore	644.1	17.2	249.7	1.7	-	-	-	35.4	0.3	1.1	142.6	233.6	137.8	n.a.	1'463.5
Clima	956.2	9.5	17.9	0.8	-	-	-	26.1	-	-	86.5	94.8	68.6	n.a.	1'260.6
Natura e paesaggio	601.1	4.0	9.0	0.5	4.2	0.1	5.9	9.3	0.1	0.1	45.9	53.5	36.1	n.a.	769.7
Danni al terreno	56.8	2.2	1.2	0.1	-	-	-	4.6	0.5	0.0	10.9	26.2	15.5	n.a.	117.9
Processi a monte e a valle	537.3	4.8	8.7	0.5	12.3	0.5	21.6	11.5	1.9	6.2	49.7	56.4	46.8	n.a.	758.1
Incidenti	590.7	1.7	257.7	59.0	449.7	45.9	360.0	3.1	2.6	1.5	34.2	13.9	6.6	16.6	1'843.3
Aree urbane	90.6	0.3	1.9	0.1	-	-	-	2.2	0.4	0.6	9.3	3.5	2.9	n.a.	111.8
Deduzione quota TTPCP	-	-12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-375.1	-332.1	-	-719.7
Totale	4844.2	58.9	558.1	63.6	466.2	46.5	387.5	178.2	5.8	9.5	558.3	348.0	122.2	16.6	7'663.8
in % del totale	63.2%	0.8%	7.3%	0.8%	6.1%	0.6%	5.1%	2.3%	0.1%	0.1%	7.3%	4.5%	1.6%	0.2%	100.0%
Totale secondo il modo di trasporto	64.0										372.2				572.9
Benefici alla salute grazie al traffico lento	-	-	-	-	-388.5	n.a.	-892.2	-	-	-	-	-	-	-	-1'280.7
Costi in ct/pkm (TP) e ct/tkm (TM)	5.6	2.3	23.8	47.9	3.7	40.9	-10.3	7.0	1.1	1.0	52.6	4.4	1.2	n.a.	

auto = automobili, moto = motociclette, MSV = mezzi simili a veicoli, TP = traffico pedonale, AF = autofurgoni, AC = autocarri, TS = trattori a sella, TR = trattori, MS = macchine semoventi, n.a. = not available (non disponibile)

Se calcolati in funzione della tipologia di traffico, i costi esterni del traffico pesante risultano dell'8 % più elevati rispetto al calcolo fondato sul vettore di trasporto. Malgrado una parte

degli introiti dovuti alla TTPCP sia stata conteggiata come internalizzazione, nel 2010 i costi esterni per il traffico pesante ammontano nei settori analizzati a 570 milioni di franchi. Questa somma non permette tuttavia di concludere se/che l'aliquota della TTPCP sia stata calcolata in modo da coprire effettivamente i costi che il traffico pesante provoca per la collettività. Questo aspetto può essere chiarito solo tenendo conto anche dei costi infrastrutturali (in particolare la copertura, eccedente o insufficiente, del traffico pesante nei calcoli per categorie riguardanti il conto stradale) (cfr. l'exkursus al cap. 16.1.1).

Diagramma VB-5: Effetti esterni del traffico stradale per pkm o tkm, 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)



Nel traffico viaggiatori, a causa della considerevole quota di incidenti che li riguarda nei calcoli fondati sul vettore di trasporto, i motoveicoli e i mezzi simili a veicoli registrano i costi esterni maggiori per persona-chilometro (48 e 41 ct / pkm; cfr. l'ultima riga del diagramma VB-4 e diagramma VB-5); i mezzi simili a veicoli, tuttavia, registrano costi esterni così elevati solo perché non è stato possibile calcolare i loro benefici a livello di salute. I motoveicoli costano 24 ct / pkm (soprattutto a causa degli incidenti e del rumore), le automobili 5.6 ct / pkm. Il traffico stradale pubblico costa in media 4.8 ct / pkm, cifra che, sulla base dei costi relativamente elevati causati dall'inquinamento atmosferico e fonico, si situa solo poco sotto quella delle automobili. Per quanto riguarda gli autobus, i dati a disposizione non hanno permesso di distinguere tra quelli che circolano nelle aree urbane e quelli operanti a livello regionale; si può comunque facilmente ipotizzare che nelle città, a causa del maggiore carico di traffico, gli autobus ottengano un migliore piazzamento. In città, inoltre, le automobili comportano costi maggiori rispetto a quando circolano in autostrada – in centro, gli autobus dovrebbero pre-

sentare pertanto costi esterni per pkm chiaramente inferiori rispetto alle automobili. L'autobus, inoltre, ha sovente una funzione di raccordo, fungendo da anello di una catena, probabilmente lunga, di mezzi pubblici; tragitti che, con ogni probabilità, comportano anche tratte su rotaia (2,3 ct / pkm). Il traffico pedonale genera benefici esterni pari a 10 ct / pkm; per quanto riguarda il traffico ciclistico, invece, i costi per gli incidenti provocati da ciclisti sono maggiori rispetto ai benefici che questo stesso mezzo di trasporto comporta per la salute (complessivamente costa 4 ct / pkm).

Per tonnellata-chilometro, gli autofurgoni provocano, a causa della quantità limitata di merci che trasportano, i costi esterni maggiori (53 ct / tkm). Per gli autocarri e i trattori a sella si calcolano costi di, rispettivamente, 4,4 e 1,2 ct / tkm.

c) Effetti esterni del traffico ferroviario

Il traffico ferroviario provoca complessivamente costi esterni per 727 milioni di franchi. Di questi, 410 mio. (vale a dire il 56 %) sono riconducibili al traffico viaggiatori, 317 mio. al trasporto merci. Se rapportate alle prestazioni di trasporto, il traffico viaggiatori costa 2,3 ct / pkm e il trasporto merci 2,8 ct / tkm.

Nel traffico ferroviario i costi legati al rumore sono, con il 36 % del totale, i più rilevanti, seguiti dai costi per i danni alla salute provocati dall'inquinamento atmosferico con il 25 %, e dai costi legati alla natura e al paesaggio con il 16 %. I restanti settori di costo contribuiscono ognuno con una quota pari o inferiore al 6 %.

Diagramma VB-6: Effetti esterni del traffico ferroviario suddivise in elementi di costo, 2010
(base di calcolo: vettore di trasporto)

Costi esterni in mio. CHF	Traffico viaggiatori	Traffico merci	Totale
Traffico ferroviario			
Salute (inquinamento atmosferico)	116.0	69.1	185.0
Edifici (inquinamento atmosferico)	23.8	14.2	38.0
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	0.1	0.7	0.8
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	0.1	0.6	0.7
Perdita di biodiversità (inquinamento atmosferico)	0.2	1.3	1.5
Rumore	101.0	168.1	269.1
Clima	0.6	3.2	3.8
Natura e paesaggio	87.9	31.1	119.0
Danni al suolo	21.1	3.1	24.3
Processi a monte e a valle	29.2	18.8	48.0
Incidenti	2.0	2.4	4.4
Aree urbane	28.3	4.2	32.5
Totale	410.3	316.7	727.0

d) Effetti esterni del traffico aereo

Nel traffico aereo i costi esterni ammontano complessivamente a 919 milioni di franchi. Di questi, 842 mio. (pari al 92 %) sono riconducibili al traffico viaggiatori e 77 mio. al traffico merci (cfr. diagramma VB-7). Questi valori corrispondono rispettivamente a 2,7 ct / pkm e 7,6 ct / tkm. Nel traffico aereo i costi legati al clima costituiscono, con il 75 % del totale, il settore nettamente preponderante. Il 12 % dei costi complessivi è, invece, attribuibile ai processi a monte e a valle, il 7 % al rumore e il 4 % ai danni alla salute legati all'inquinamento atmosferico. I restanti settori di costo rappresentano singolarmente non più dell'1 % e, presi assieme, il 2,4 % del totale. Se si applicano, come calcolo di sensitività, rispettivamente il fattore di costo CO₂ massimo e minimo per i costi legati al clima e ai processi a monte e a valle, i costi complessivi del traffico aereo oscillano tra 580 e 1515 mio..

Il 95 % di questi costi, pari a 875 milioni di franchi, viene inoltre provocato da voli da e per gli aeroporti nazionali e solo il 5 %, pari a 44 mio., da voli da e per gli aeroporti regionali (aerodromi ed eliporti non sono considerati). I voli di linea e i charter sono responsabili del 90 % dei costi, determinati per metà dai voli intercontinentali e per metà dai voli di linea europei e charter. Gli elicotteri provocano lo 0,3 % dei costi, mentre l'aviazione generale è responsabile del restante 9 %.

Diagramma VB-7: Effetti esterni del traffico aereo suddivise in elementi di costo, 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)

Costi esterni in mio. CHF	Traffico viaggiatori	Traffico merci	Totale
Traffico aereo			
Salute (inquinamento atmosferico)	33.8	3.3	37.1
Edifici (inquinamento atmosferico)	7.6	0.8	8.4
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	1.4	0.1	1.6
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	1.2	0.1	1.3
Perdita di biodiversità (inquinamento atmosferico)	2.7	0.3	3.0
Rumore	62.4	3.8	66.2
Clima	627.1	59.0	686.1
Natura e paesaggio	5.4	0.5	6.0
Danni al suolo	-	-	-
Processi a monte e a valle	98.3	9.3	107.6
Incidenti	1.7	0.0	1.8
Aree urbane	-	-	-
Totale	841.8	77.3	919.0

e) Effetti esterni del traffico navale

Il traffico navale provoca complessivamente costi esterni (calcolati in base al vettore di trasporto) per 57 milioni di franchi (cfr. diagramma VB-8). Di questi il 53 %, pari a 31 mio., è riconducibile al traffico viaggiatori sui laghi svizzeri e il 47 %, pari a 27 mio., al trasporto merci. Rapportati alle prestazioni di trasporto, risultano costi rispettivamente di 19 ct / pkm e 1,3 ct / tkm. Nel trasporto merci esistono, tuttavia, importanti differenze fra il traffico sul Reno (a sud di Basilea in base al criterio della mezza tratta) e sui laghi svizzeri: a sud di Basilea i costi ammontano ad appena 0,5 ct / tkm, mentre sui laghi a 46 ct / tkm (il che corrisponde a 95 volte tanto). Si tratta di una conseguenza del tonnellaggio sensibilmente inferiore e dei tragitti più corti sui laghi, nonché delle maggiori emissioni di sostanze nocive (riteniamo, inoltre, che la base documentaria per il traffico navale sia relativamente inattendibile).

Nel traffico navale le emissioni di PM10 causano i costi più elevati: il 51 % di questi riguarda la salute e l'11 % gli edifici. Il clima costituisce il 14 % dei costi, la natura e il paesaggio il 9 %. I restanti settori di costo contribuiscono ognuno con una quota pari o inferiore al 6 % del totale (complessivamente 15 %).

Diagramma VB-8: Effetti esterni del traffico navale suddivise in elementi di costo, 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)

Costi esterni in mio. CHF	Traffico viaggiatori	Traffico merci	Totale
Traffico navale			
Salute (inquinamento atmosferico)	17.0	12.5	29.4
Edifici (inquinamento atmosferico)	3.5	2.6	6.1
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	0.8	0.6	1.4
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	0.7	0.5	1.2
Perdita di biodiversità (inquinamento atmosferico)	1.6	1.1	2.7
Rumore	-	-	-
Clima	4.8	3.3	8.1
Natura e paesaggio	0.8	4.2	5.0
Danni al suolo	-	-	-
Processi a monte e a valle	1.5	1.9	3.4
Incidenti	0.0	0.1	0.1
Aree urbane	-	-	-
Totale	30.6	26.8	57.5

f) Confronto degli effetti esterni dei quattro vettori di trasporto

Nel **traffico viaggiatori** il traffico privato motorizzato provoca costi esterni pari a 6,0 ct / pkm, un valore leggermente superiore a quello di cui è responsabile il traffico stradale pubblico con 4,8 ct / pkm (cfr. diagramma VB-9). Il traffico ferroviario comporta, con 2,3 ct / pkm, i costi più bassi per pkm. A causa delle lunghe distanze e dell'elevato tasso di sfruttamento il traffico aereo si situa a 2,7 ct / pkm. I costi maggiori sono quelli attestati dal traffico navale con 19 ct / pkm, e si spiegano con le emissioni atmosferiche molto elevate (sostanze inquinanti e gas a effetto serra). Il traffico lento è in grado di compensare ampiamente i suoi considerevoli costi per pkm (dovuti soprattutto agli incidenti che provoca) attraverso gli elevati benefici esterni per la salute a esso riconducibili, così che ne risulta un saldo positivo di 5,3 ct / pkm. Occorre rilevare, tuttavia, che il confronto fra singoli vettori di trasporto e categorie di veicoli è meno significativo di un paragone fra vettori di trasporto con lunghezze di percorrenza simili. Un paragone è opportuno, in particolare, per vettori di trasporto con lunghezze di percorrenza simili (ad es. un paragone tra diverse categorie di veicoli urbani oppure tra vettori di trasporto per lunghe percorrenze).

Nel **traffico merci** il traffico stradale provoca costi pari a 7,1 ct / tkm (media tra autocarri e trattori a sella, cfr. diagramma VB-10). Di questi, 4,4 ct / tkm sono, però, compensati attraverso la TTPCP, così che i costi esterni ammontano solo a 2,6 ct / tkm. I costi netti sono inferiori a quelli per il traffico ferroviario (2,8 ct / tkm). Il traffico aereo fa registrare costi esterni pari a 7,6 ct / tkm e il traffico navale sul Reno dell'ordine di 0,5 ct / tkm (il trasporto merci sui laghi con 46 ct / tkm non figura nel diagramma VB-10, poiché solo il 2 % dei tkm è percorso sui laghi). Confrontando i vettori di trasporto occorre considerare che il valore della merce per tonnellata varia di molto (ad es. trasporto di merci rinfuse via acqua, merci di valore via aria).

Diagramma VB-9: Confronto tra i vettori di trasporto nel traffico viaggiatori: costi esterni per pkm, 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)

Traffico stradale e ferroviario: criterio territoriale; traffico aereo e navale: mezza tratta

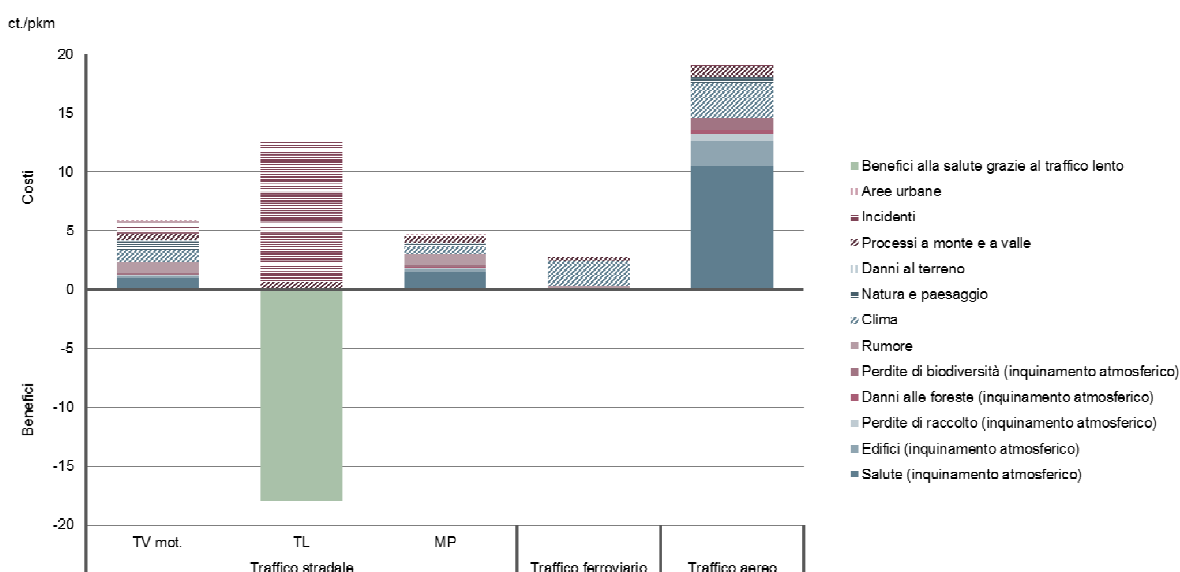
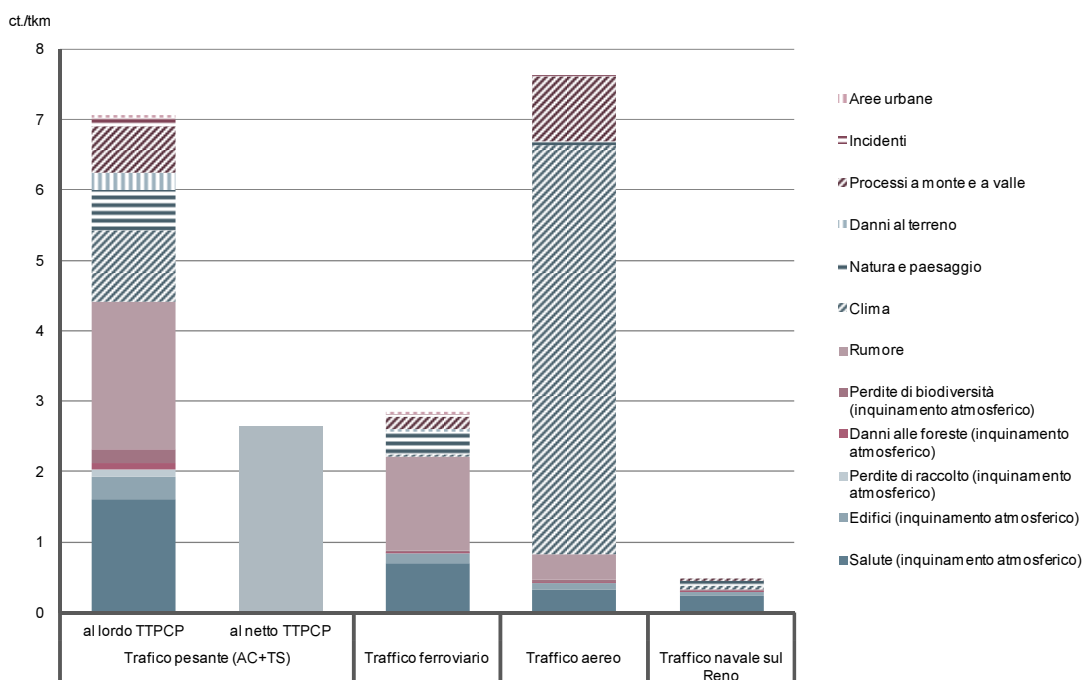


Diagramma VB-10: Confronto tra i vettori di trasporto nel traffico merci: costi esterni per tkm, 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)

Traffico stradale e ferroviario: criterio territoriale; traffico aereo e navale: mezza tratta



g) Incertezze

I calcoli dei costi esterni e sociali sono parzialmente soggetti a considerevoli incertezze. Quest'ultime sono state esaminate nell'ambito di analisi di sensitività. Modificando di volta in volta le supposizioni chiave si è potuta analizzare la relativa variazione del risultato finale. Il diagramma VB-11 riassume i risultati e mostra, per ogni settore, l'ampiezza delle fluttuazioni relative ai costi esterni per la somma/l'insieme dei quattro vettori di trasporto (calcoli effettuati in base ai vettori di trasporto). Le fluttuazioni variano, secondo il settore di costo, tra - 11 % e +11 % e tra - 50 % e +80 %.

- **Salute e qualità dell'aria:** la valutazione dei costi immateriali dovuti alla perdita di anni di vita tramite VLYL (*value of life year lost*) è incerta, poiché quest'ultimo presenta una fluttuazione da - 50% fino a +100 %. I costi per la salute variano in questo modo da - 35 % fino a + 71 %.
- **Rumore:** malgrado gli importanti sforzi compiuti per sviluppare modelli affidabili per l'analisi del rumore, le incertezze nella valutazione dell'inquinamento fonico variano da - 37 % a + 44 %.
- **Clima:** in questo settore le incertezze in merito ai costi legati alle emissioni di CO₂ determinano una fluttuazione da - 45 % fino a + 80 %.
- **Natura e paesaggio:** in questo caso le incertezze legate alla stima dei costi dovuti alla frammentazione degli habitat naturali determinano una variazione da - 22 % a + 27 %.

Diagramma VB-11: Fluttuazioni nelle analisi di sensitività

in mio. CHF	Risultato documentato	Valore minimo	Valore massimo	Ampiezza delle fluttuazioni da
Salute (inquinamento atmosferico)	1'756	1'133	3'002	-35% fino a +71%
Edifici (inquinamento atmosferico)	362	272	453	-25% fino a +25%
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	59	43	76	-27% fino a +29%
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	51	35	66	-32% fino a +30%
Perdita di biodiversità (inquinamento atmosferico)	148	118	178	-20% fino a +20%
Rumore	1'799	1'136	2'593	-37% fino a +44%
Clima	1'959	1'069	3'528	-45% fino a +80%
Natura e paesaggio	900	703	1'140	-22% fino a +27%
Danni al suolo	142	71	213	-50% fino a +50%
Processi a monte e a valle	917	551	1'562	-40% fino a +70%
Incidenti	1'850	1'649	2'056	-11% fino a +11%
Aree urbane	144	116	256	-19% fino a +77%
Benefici alla salute grazie al traffico lento	-1'281	-1'092	-1'446	-15% fino a +13%

- **Incidenti:** i costi esterni legati agli incidenti possono essere determinati in maniera relativamente precisa ($\pm 11\%$), le fluttuazioni sono legate principalmente alle incertezze sull'entità delle prestazioni sociali e delle quote di regresso.
- **Benefici per la salute dovuti al traffico lento:** i benefici per la salute oscillano solamente del $\pm 15\%$. L'incertezza della correlazione tra attività motoria e benefici alla salute, tuttavia, non ha potuto essere quantificata.

Molte di queste incertezze sono, tuttavia, indipendenti le une dalle altre, così che gli spettri delle fluttuazioni, sommati tutti i settori, si riducono o si compensano in parte. Occorre inoltre considerare che in numerosi casi sono stati sottostimati i costi effettivamente documentati.

h) Confronto degli effetti esterni con i risultati registrati finora

In questa sezione i risultati per il 2010 sono confrontati con quelli registrati nel 2005 (cfr. Ecoplan, Infrass 2008). Il confronto riguarda unicamente il traffico stradale e quello ferroviario, poiché per gli altri vettori di trasporto non sono disponibili dati ufficiali per il 2005.

Nel **traffico stradale**, in base ai calcoli per il 2010, i costi risultano praticamente uguali a quelli del 2005 (per garantire la comparabilità dei dati, dai calcoli del 2010 sono stati sottratti i dati relativi al traffico lento). Una volta dedotto il rincaro, tuttavia, si denota una diminuzione. La tendenza è costante perché i risultati contrastanti in diversi settori di costo si compensano a vicenda.

Diagramma VB-12: Confronto dei costi esterni calcolati per il 2005 e il 2010 (base di calcolo: vettore di trasporto)

in mio. CHF	Traffico stradale (senza TL)			Traffico ferroviario		
	2005	2010	Differenza	2005	2010	Differenza
Salute (inquinamento atmosferico)	1'834	1'505	-329	120	185	65
Edifici (inquinamento atmosferico)	274	310	36	15	38	23
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	63	55	-8	2	1	-1
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	64	48	-16	2	1	-1
Perdita di biodiversità (inquinamento atmosferico)	n.a.	141	141	n.a.	2	2
Rumore	1'101	1'463	363	74	269	195
Clima	1'256	1'261	4	7	4	-3
Natura e paesaggio	687	760	72	110	119	9
Danni al suolo	107	118	11	33	24	-9
Processi a monte e a valle	593	724	131	41	48	7
Incidenti	1'435	988	-447	4	4	0
Aree urbane	78	112	34	20	32	12
Totale	7'492	7'483	-9	429	727	298

- Diminuzione di 330 milioni di franchi dei costi per la salute legati all'inquinamento atmosferico, a seguito di nuove conoscenze sulla correlazione tra inquinamento atmosferico e perdita di anni di vita.
- Diminuzione degli incidenti di 450 milioni di franchi, soprattutto per quanto riguarda la loro frequenza e la loro gravità.
- Aumento pari a 360 milioni di franchi dei costi legati al rumore, a seguito del rincaro, della crescita demografica, dell'aumento di abitazioni e dell'applicazione di valori soglia più bassi nel rilevamento dei costi per la salute legati all'inquinamento fonico.
- Per la prima volta sono state considerate le perdite a livello di biodiversità causate dall'inquinamento atmosferico (140 mio. fr.).
- I costi dei processi a monte e a valle sono aumentati di 130 milioni di franchi, a seguito delle emissioni atmosferiche indirette di sostanze nocive, considerate per la prima volta (finora si era tenuto conto solo dei gas a effetto serra), nonché al parallelo aumento della quota dei costi per il clima.
- Sono aumentati anche molti altri settori di costo, principalmente a seguito del rincaro.

Nel **traffico ferroviario** tra il 2005 e il 2010 i costi sono aumentati del 69 %, ossia di 298 milioni di franchi. Di questi, circa 60 mio. possono essere spiegati, come per il traffico stradale, attraverso fattori come il rincaro, la crescita demografica, ecc. Il resto dipende prevalentemente dall'inquinamento fonico. Da un lato la valutazione degli effetti prodotti dalle emissioni acustiche nel 2010 si è basata principalmente sul rumore notturno (piuttosto che sull'inquinamento fonico diurno), che nel caso del traffico ferroviario è soltanto leggermente

inferiore a quello diurno. Dall'altro sono stati ridotti i valori soglia a partire dai quali sono state prese in considerazione gli effetti prodotti dalle emissioni acustiche. Importante è, inoltre, anche l'aumento del tasso di emissioni di PM10, che ha portato a costi più elevati per la salute e per gli edifici.

Risultati relativi agli effetti sociali

Il diagramma VB-13 illustra i costi e i benefici complessivi per i settori presi in esame. Oltre agli effetti esterni considerati finora occorre tenere conto anche dei seguenti costi e benefici interni.

- **Benefici per la salute grazie al traffico lento:** grazie all'esercizio fisico legato al traffico lento cresce l'aspettativa di vita e diminuisce il numero di degenze ospedaliere. In aggiunta ai 1281 milioni di franchi di benefici esterni accertati la disponibilità a sostenere i costi per i benefici immateriali legati alla salute e alla qualità di vita (evitare sofferenza, dolore e traumi, guadagnare in termini di gioia di vita) ammonta a circa 11 000 mio..
- **Costi per incidenti:** i costi interni per incidenti ammontano a 10 300 milioni di franchi, di cui 10 200 per il traffico stradale. Per circa tre quarti consistono di costi immateriali. Un'importante voce di costo è rappresentata anche dai danni materiali risarciti da chi è responsabile dell'incidente e dalle assicurazioni di responsabilità civile.
- **Interruzioni del traffico lento:** i costi legati ai tempi di attesa nel traffico lento a causa del traffico motorizzato (158 mio.) sono computati all'interno del vettore di trasporto stradale.
- **Contributi di internalizzazione:** nel rilevamento dei costi esterni sono stati dedotti i contributi di internalizzazione. Quest'ultimi, però, devono essere nuovamente computati nel calcolo dei costi sociali. Consistono nella quota TTPCP (720 mio.), negli introiti del centesimo per il clima (106 mio., di cui 105 nel traffico stradale) nonché nelle tasse di atterraggio commisurate al rumore e alle emissioni (rispettivamente 34 e 4 mio.).

Il costo complessivo degli effetti sociali per il 2010 ammonta pertanto a 20 700 milioni di franchi. Il traffico stradale è responsabile, in particolare a causa delle sue elevate prestazioni di trasporto e degli elevati costi per incidenti, del 91 % di questi costi (18 800 mio.). Esso deve essere, tuttavia, considerato in maniera differenziata: il traffico motorizzato privato causa costi sociali per 11 700 mio., il traffico merci per 2 400 mio. e il traffico stradale pubblico per 340 mio.. Il traffico lento provoca costi per 4400 mio. e benefici per 12 300 mio., così che ne risulta un saldo positivo di 8000 mio.. Il traffico aereo provoca costi sociali per 985 mio. (5 %), il traffico ferroviario per 800 mio. (4 %). I costi sociali riconducibili al traffico navale ammontano, invece, a soli 60 mio. (0.3 %).

Diagramma VB-13: Ripercussioni sociali 2010

Traffico stradale e ferroviario: criterio territoriale; traffico aereo e navale: mezza tratta.

in mio. CHF	TV mot. priv. e TM	Traffico lento	Trasporti pubblici	Traffico ferroviario	Traffico aereo	Traffico navale	Totale
Salute (inquinamento atmosferico)	1'444	-	60	185	41	29	1'760
Edifici (inquinamento atmosferico)	297	-	12	38	8	6	362
Perdite di raccolto (inquinamento atmosferico)	52	-	4	1	2	1	59
Danni alle foreste (inquinamento atmosferico)	45	-	3	1	1	1	51
Perdita di biodiversità (inquinamento atmosferico)	134	-	7	2	3	3	148
Rumore	1'427	-	37	269	100	-	1'833
Clima	1'337	-	28	4	686	9	2'064
Natura e paesaggio	750	10	10	119	6	5	900
Danni al suolo	113	-	5	24	-	-	142
Processi a monte e a valle	704	34	20	48	108	3	917
Incidenti	7'542	4'315	148	76	30	2	12'113
Aree urbane	262	-	8	32	-	-	302
Totale costi sociali	14'107	4'359	341	799	985	60	20'651
Benefici per la salute grazie al traffico lento	-	-12'314	-	-	-	-	-12'314
Ripercussioni esterne secondo il vettore di trasporto							
Totale costi esterni	6'570	900	194	727	919	57	9'367
Benefici per la salute grazie al traffico lento	-	-1'281	-	-	-	-	-1'281
Differenza costi sociali - costi esterni							
Totale costi sociali - costi esterni	7'537	3'459	148	72	66	2	11'284
Benefici sociali ed esterni per la salute grazie al TL	-	-11'034	-	-	-	-	-11'034

Complessivamente l'86 % dei costi sociali è provocato dal traffico viaggiatori, contro il 14 % del trasporto merci. La quota di costi legata al traffico viaggiatori è così leggermente più elevata rispetto a quella per i costi esterni. Questa differenza si spiega in particolare con il fatto che nel traffico stradale i costi per incidenti sono causati principalmente dal traffico viaggiatori. Inoltre, i benefici per la salute legati al traffico lento sono computati all'interno del traffico viaggiatori.

Se si considerano i contributi di ogni settore di costi e benefici, spiccano subito gli effetti principali dei incidenti e dei benefici per la salute del traffico lento, con rispettivamente + 12 e - 12 miliardi di franchi. I costi per il clima, per il rumore e per i danni alla salute provocati dall'inquinamento atmosferico sono responsabili ciascuno di costi sociali da 1750 fino 2100 mio. Entrambi i settori dei processi a monte e a valle e della natura e del paesaggio evidenziano costi di circa 900 mio.