

DATEC

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti,
dell'energia e delle comunicazioni

étude

are

Bundesamt für Raumentwicklung
Office fédéral du développement territorial
Ufficio federale dello sviluppo territoriale
Federal Office for Spatial Development

**Costi esterni del rumore dovuti
al traffico stradale e ferroviario
in Svizzera**

Aggiornamento per
l'anno 2000

Compendio

Obiettivo e metodo

L'**obiettivo** del presente studio è il calcolo dei **costi esterni del rumore imputabili al traffico stradale e ferroviario in Svizzera** per l'anno **2000**. I risultati sono suddivisi in trasporto di persone e traffico merci.

Nell'ambito di questa ricerca, non è possibile stabilire in modo esaustivo i costi del rumore per tutti i campi interessati dagli effetti prodotti. Secondo il mandato, il calcolo dei costi del rumore è quindi limitato ai settori **uso abitativo** (a pigione più bassa, siccome le abitazioni esposte al rumore nel mercato degli alloggi sono meno richieste rispetto a quelle paragonabili situate in zone tranquille) e **salute della popolazione** (l'esposizione al rumore può comportare effetti negativi fisiologici e psicologici e provocare danni alla salute). Questo studio **non tiene conto di ulteriori voci di costo**, come per es. le perdite finanziarie dovute all'esclusione o alla non integrazione di un fondo in una zona edificabile, i costi della "fuga dal rumore" nonché i problemi di concentrazione a scuola e sul posto di lavoro.

I costi del rumore rientrano nei cosiddetti **costi esterni** (ogni voce dei costi che non ricade su chi inquina, ma sugli altri). Il rumore viene causato dagli utenti del traffico, ma a subirne le conseguenze sono tutti gli abitanti.

Per il calcolo di questo tipo di costi del rumore, si è scelto il seguente **metodo**:

- La base di riferimento per la monetizzazione è una ricerca dettagliata sull'**esposizione al rumore** dovuta al traffico stradale e ferroviario nell'anno 2000 in Svizzera.
- Sulla base dei dati riguardanti le abitazioni esposte al rumore, vengono in seguito calcolate le **perdite di pigione**. In merito occorre stabilire la correlazione tra il livello delle pigioni e l'esposizione al rumore nonché il livello medio degli affitti.
- L'esposizione al rumore comporta pure **danni alla salute** supplementari. Dapprima viene stabilito il rapporto causa effetto tra l'esposizione e i danni alla salute, in seguito vengono calcolati e quantificati in milioni di franchi i casi di morte e di malattia riconducibili al rumore.
- La somma delle perdite di pigioni con i costi della salute costituisce il costo globale del rumore dovuto al traffico.

Il calcolo di questi costi non può prescindere da ipotesi e semplificazioni di dati. In questo progetto si è dunque partiti dal principio "il più realistico possibile, nei casi dubbi si scelgono i valori conservativi". Concretamente ciò significa che in caso di incertezze vanno preferite le supposizioni prudenti che tendono a sottostimare i costi effettivi piuttosto che a sopravvalutarli. Nelle pubblicazioni in materia questo principio viene spesso definito anche come **base di calcolo minima e sicura** (at least approach).

L'esposizione al rumore dovuta al traffico

Il rumore, percepito come suono indesiderato e fastidioso, si differenzia secondo l'intensità (pressione sonora), il timbro (frequenza) e i valori registrati nell'arco di un determinato intervallo di tempo (durata). Come unità di misura dell'esposizione al rumore si utilizza il livello di valutazione (Lr) che scaturisce dal livello continuo equivalente di pressione sonora (Leq) e da diversi fattori correttivi (K). Questo sistema di misurazione permette di considerare anche le percezioni soggettive del rumore causate da diverse sorgenti sonore. L'esposizione al rumore viene rilevata a partire da un livello soglia di 55 dB(A) durante le ore diurne e 45 dB(A) durante la notte.

Per il calcolo dell'esposizione al rumore dovuta al **traffico stradale** si è fatto ricorso a due diverse fonti di dati: le strutture quantitative, note a priori, dei Cantoni Lucerna, Nidvaldo e Zurigo (esclusi i centri urbani di Lucerna, Winterthur e Zurigo) sono state integrate con rilevamenti a campione (30 reticoli quadrati, 400 x 400 metri) per il restante territorio della Svizzera. L'esposizione al rumore è stata misurata dettagliatamente con il modello CadnaA per ogni maglia del reticolo, tenendo in considerazione il flusso di traffico, le caratteristiche dei tratti stradali (velocità, pavimentazione, pendenza) così come le costruzioni esistenti e i ripari fonici. Per il calcolo sono state stimate le immissioni sonore massime per edificio abitativo, suddivise in seguito per ambiente abitativo interno esistente e per numero di persone. I risultati dei singoli reticoli sono poi stati estrapolati per il restante territorio svizzero.

L'esposizione globale al rumore causata dal **traffico stradale** scaturisce quindi dall'unione dei dati delle zone per le quali l'esposizione è già nota a priori con quelli relativi alla restante zona estrapolati dai rilevamenti a campione. Nella seguente tabella viene presentata l'esposizione globale al rumore dovuta al traffico stradale per l'anno 2000. Si ritiene che, a causa del traffico stradale, circa 2,2 mio. di persone siano esposte durante le ore diurne a livelli di rumorosità superiori alla soglia, per le ore notturne questo dato scende a 2,1 mio. di persone.

Tabella 1: Esposizione al rumore dovuta al traffico stradale nell'anno 2000

Rumore Classe	Valutazione giorno			Valutazione notte		
	Livello di valutazione Lr diurno [dB(A)]	Persone	Abitazioni	Livello di valutazione Lr notturno [dB(A)]	Persone	Abitazioni
1				44,5 - 49,4	1'011'956	475'203
2				49,5 - 54,4	555'139	319'431
3	54,5 - 59,4	783'108	377'256	54,5 - 59,4	362'071	195'685
4	59,5 - 64,4	942'895	507'734	59,5 - 64,4	120'077	65'700
5	64,5 - 69,4	423'920	217'849	64,5 - 69,4	1'334	666
6	69,5 - 74,4	83'930	48'207	69,5 - 74,4	11	6
7	> 74,5	155	77	> 74,5	0	6
Totale		2'234'008	1'151'123		2'050'588	1'056'697

Per il **traffico ferroviario**, si è potuto far capo ad ampi studi e lavori effettuati dalle FFS nel settore. Le Ferrovie federali svizzere nel 1998 hanno infatti calcolato le emissioni di rumore per più di 6'000 tratte ed elaborato un plastico digitale della propria rete per poter realizzare, infine, grazie anche al modello di calcolo delle emissioni foniche della ferrovia (SEMIBEL), un catasto dei rumori. Per determinare l'esposizione ai rumori sono stati calcolati in un punto di ricezione preciso, in rappresentanza di gruppi di edifici più piccoli, i livelli di rumorosità raggiunti di giorno e di notte.

Per questo studio, il numero delle abitazioni interessate è stato determinato separatamente. In merito si sono impiegati dati comunali specifici relativi al rapporto persone / abitazioni. Per poter tenere conto dell'esposizione al rumore dovuta alle imprese di trasporto concessionarie, si sono estrapolati i dati delle FFS con un incremento generale del 6%.

La tabella qui appresso presenta i risultati riguardanti l'esposizione al rumore del traffico ferroviario complessivo in Svizzera. Il numero delle persone esposte al rumore del traffico ferroviario (276'000 persone di giorno e 310'000 di notte) è notevolmente più basso rispetto ai dati del traffico stradale.

Tabella 2: Esposizione al rumore dovuta al traffico ferroviario nell'anno 2000

Rumore Classe	Valutazione giorno			Valutazione notte		
	Livello di valutazione Lr diurno [dB(A)]	Persone Totale	Abitazioni Totale	Livello di valutazione Lr notturno [dB(A)]	Persone Totale	Abitazioni Totale
1				44,5 - 49,4	99'617	47'918
2				49,5 - 54,4	90'703	43'972
3	54,5 - 59,4	98'652	47'738	54,5 - 59,4	75'418	37'028
4	59,5 - 64,4	84'866	41'156	59,5 - 64,4	34'123	16'379
5	64,5 - 69,4	72'880	35'513	64,5 - 69,4	9'699	4'586
6	69,5 - 74,4	19'380	9'349	69,5 - 74,4	650	334
7	> 74,5	773	392	> 74,5	0	0
Totale		276'551	134'150		310'211	150'217

Qui di seguito vengono presentati brevemente i metodi e i risultati del calcolo dei costi del rumore (perdite di pigioni e numero di casi con relativi costi dei danni alla salute).

Perdite di pigioni nel settore degli alloggi

Si parte dal presupposto che gli alloggi esposti al rumore siano meno richiesti rispetto ad abitazioni paragonabili ma ubicate in zone tranquille. In un mercato degli alloggi che funziona, una domanda più bassa si ripercuote nel calo dei prezzi degli affitti. La differenza tra un alloggio esposto al rumore e uno paragonabile non esposto corrisponde quindi ai costi del rumore dovuti al traffico.

Per il calcolo delle perdite di pigioni si presume che, sotto un **livello minimo di rumore pari a 55 dB(A)**, la rumorosità non comporti una riduzione dell'affitto. La soglia di 55 dB(A) si basa innanzitutto su dati empirici relativi alla quota di persone disturbata dai rumori, corrisponde, in secondo luogo, ai valori di pianificazione per le zone residenziali previsti dall'ordinanza contro l'inquinamento fonico e, per finire, viene spesso utilizzata come valore di riferimento nelle pubblicazioni in materia. Tuttavia, alcuni studi hanno dimostrato che anche al di sotto dei 55 dB(A) sussiste una disponibilità a pagare per ridurre i rumori. Se si abbassasse il livello minimo a 50 dB(A), le perdite di pigioni sarebbero più elevate del 75%.

La **riduzione dei prezzi degli affitti dello 0,8% per dB(A)** trova fondamento nella media scaturita da tre studi condotti in Svizzera. Questa riduzione è stata determinata mediante il cosiddetto **hedonic pricing (deflattore edonistico)**: con metodi statistici vengono integrati nella valutazione delle abitazioni anche altri fattori o prerogative (come per es. la tranquillità della zona). I risultati si basano sui prezzi delle pigioni e di conseguenza sui prezzi stabiliti dal mercato. L'affitto medio ritenuto per questo studio ammonta a 1'107 CHF al mese.

Danni alla salute dovuti al rumore: numero di casi

Gli effetti del rumore sui casi di malattia e di morte vengono determinati con il concetto delle **quote attribuibili** („attributable proportion“). Queste ultime rappresentano le percentuali di regressione dei casi di morte o di malattia che è lecito aspettarsi, qualora l'esposizione al rumore sparisse. Per poter dedurre il rapporto di causa effetto tra l'esposizione al rumore e la frequenza di singole malattie, si è fatto ricorso a ricerche internazionali. Nella tabella 3 sono riassunti i risultati. Il rumore provoca in particolare una crescita relativamente forte delle **malattie dovute ad ipertensione arteriosa**, ma anche delle **cardiopatie ischemiche** supplementari (infarti, angina pectoris ecc.). I complessivi 1'226 anni di vita perduti (983 dovuti al traffico stradale e 243 al traffico ferroviario) sono riconducibili ai 143 casi di morte prematura (114: traffico stradale e 29: traffico ferroviario).

Tabella 3: Anni di vita perduti e casi di malattia dovuti al rumore nell'anno 2000

	Cardiopatie ischemiche dovute al rumore di giorno			Ipertensione arteriosa dovuta al rumore di notte		
	Strada	Ferrovia	Somma *)	Strada	Ferrovia	Somma *)
Anni di vita perduti	274	56	330	708	188	896
Anni di attività lavorativa perduti	21	4	26	31	8	40
Ospedalizzazioni (stazionarie)	82	17	99	272	72	344
Ospedalizzazioni (semistazionarie)	7	1	9	15	4	19
Giorni di ospedalizzazione (stazionarie)	757	153	910	3'647	966	4'613
Anni di att. lavorativa perduti (solo giorni di cure stazionarie)	192	39	231	517	137	653
Cure ambulatoriali	101	20	121	10'569	2'800	13'369
Dosi giornaliere di medicinali (in 1000 per anno)				13'370	3'542	16'912

*) margine di approssimazione ± 1

Valutazione dei danni alla salute provocati dal rumore

In seguito vengono quantificati i costi dei danni alla salute. Tra questo particolare tipo di costi rientrano le seguenti voci:

- **Spese delle cure mediche:** comprendono sia i costi delle cure ospedaliere stazionarie e semistazionarie (infrastruttura, medico curante, medicinali ecc.) che i costi delle cure ambulatoriali (visite mediche, medicinali ecc.).
- **Perdite di produzione:** l'inquinamento atmosferico provoca malattie che tengono lontane, temporaneamente o definitivamente, le persone dal lavoro.
- **Costi immateriali:** la perdita di benessere, il dolore e la sofferenza della persona interessata. I costi immateriali possono risultare molto più elevati di quelli materiali (spese delle cure mediche e perdite di produzione), in particolare nei casi di morte o malattie croniche.

Nella tabella qui appresso sono rappresentati i costi per le diverse tipologie di malattie. Per dedurre questo tipo di costi, a volte si è dovuto ricorrere a complicate valutazioni. Particolarmente significativa per il risultato globale è la **valutazione** dei costi immateriali **per gli anni di vita perduti**. In queste analisi, viene impiegato un cosiddetto **metodo teorico di disponibilità a pagare** (willingness to pay), grazie al quale è possibile monetizzare una riduzione del rischio di mortalità. Sulla base di ricerche internazionali, ad ogni anno di vita perduto viene attribuito un valore di 85'000 CHF. Anche per la valutazione dei costi immateriali in caso di malattia, si fa ricorso alla "willingness to pay" trattata nelle pubblicazioni internazionali in materia. Per il conteggio delle spese delle cure mediche e della perdita di produzione netta (perdita di produzione lorda meno consumo proprio) vengono utilizzati esclusivamente dati svizzeri.

I risultati sono indicati in **costi per fattore**; vale a dire, sono estrapolate dai costi le imposte indirette pari al 7,7% (IVA, ecc.), in modo da poter meglio comparare i dati a livello internazionale.

Tabella 4: Visione d'insieme dei parametri di calcolo impiegati (in CHF al costo per fattore nell'anno 2000)

	Cardiopatie ischemiche				Ipertensione arteriosa			
	WTP	SCM	PPN	Total	WTP	SCM	PPN	Totale
Anni di vita perduti	85'473	-	-	85'473	85'473	-	-	85'473
Anni di attività lavorativa perduti	-	-	35'434	35'434	-	-	35'434	35'434
Ospedalizzazioni (stazionarie)	14'191	-	-	14'191	1'309	-	-	1'309
Ospedalizzazioni (semistazionarie)	1'546	902	74	2'522	1'309	731	41	2'081
Giorni di ospedalizzazione (stazionarie)	-	902	-	902	-	731	-	731
Giorni di attività lavorativa perduti	-	-	291	291	-	-	291	291
Cure ambulatoriali	-	-	12	12	1'309	-	7	1'316

WTP = willingness to pay, SCM = spese delle cure mediche, PPN = perdita di produzione netta.

Risultati

Nel settore del traffico ricadono **costi del rumore globali pari a 998 mio. di CHF** (cfr. tabella seguente). Il **traffico stradale** è responsabile dell'**87% (869 mio. di CHF)** dei costi, il **traffico ferroviario** del restante **13% (129 mio. di CHF)**. I costi globali del rumore, che ammontano a quasi un miliardo di franchi, corrispondono a **140 CHF pro capite**, oppure, se confrontato con il PIL, a un ordine di grandezza dello 0,25%.

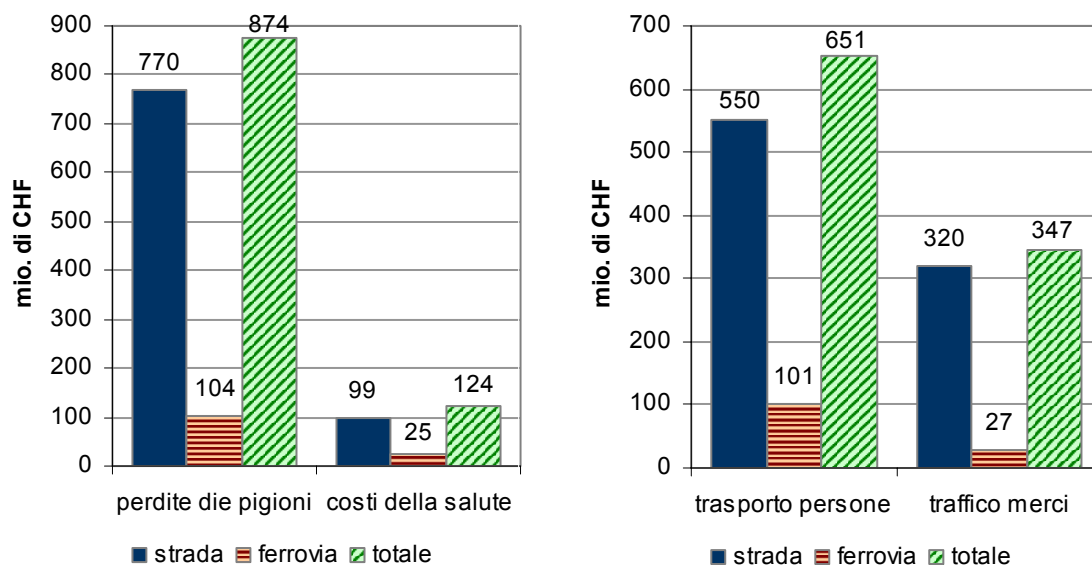
Buona parte dei costi del rumore è imputabile alle **perdite di pigioni (88% o 874 mio. di CHF)** nel traffico globale, 89% o 770 mio. di CHF nel traffico stradale e 81% o 104 mio. di CHF nel traffico ferroviario; cfr. tabella 5 e grafico 1, colonna sinistra). Le perdite di pigioni si riscontrano soprattutto nelle classi di rumore medie da 60 a 69 dB(A).

I **costi della salute** sono responsabili del restante **12%, pari a 124 mio. di CHF** (strada: 11% o 99 mio. di CHF, ferrovia 19% o 25 mio. di CHF). La stragrande maggioranza dei costi della salute (95% del totale dei costi) rientra nei costi immateriali (dolore e sofferenza), che sono quantificati mediante la disponibilità a pagare. Un'altra ripartizione dei costi evidenzia che l'81% dei costi è dovuto agli anni di vita perduti. Per finire, il 76% dei costi della salute è causato da ipertensioni arteriose, mentre il 24% è riconducibile a cardiopatie ischemiche.

Il **trasporto di persone** è responsabile del **65% dei costi**, pari a 651 mio. di CHF (strada: 63% o 550 mio. di CHF, ferrovia: 79% o 101 mio. di CHF; cfr. tabella 5 e grafico 1, colonna destra), il traffico merci genera invece il restante 35% che equivale a 347 mio. di CHF (strada: 37% o 320 mio. di CHF, ferrovia: 21% o 27 mio. di CHF).

Tabella 5: Costi del rumore secondo le diverse fonti (in mio. di CHF ai prezzi dell'anno 2000)

		Trasporto persone	Traffico merci	Totale	in %
Strada	Perdite di pigioni	487,3	283,1	770,4	88,6%
	Costi della salute	62,7	36,4	99,1	11,4%
	Totale	549,9	319,5	869,4	100,0%
	in %	63,3%	36,7%	100,0%	
Ferrovia	Perdite di pigioni	81,9	22,0	103,8	80,8%
	Costi della salute	19,5	5,2	24,7	19,2%
	Totale	101,4	27,2	128,6	100,0%
	in %	78,8%	21,2%	100,0%	
Traffico globale	Perdite di pigioni	569,1	305,1	874,2	87,6%
	Costi della salute	82,2	41,7	123,8	12,4%
	Totale	651,3	346,7	998,0	100,0%
	in %	65,3%	34,7%	100,0%	

Grafico 1: Costi del rumore secondo le diverse fonti (in mio. di CHF)

I costi globali del rumore possono pure essere convertiti in parametri specifici per singola prestazione di trasporto (chilometri percorsi) o per prestazione di traffico (tonnellate chilometro). Come evidenziato dai dati della tabella 6, i costi causati dai veicoli stradali “rumorosi” sono 11 volte più elevati di quelli dovuti ai veicoli “silenziosi”. Nel trasporto di persone, per quel che concerne il traffico stradale privato e ferroviario, i costi per persona chilometro sono dello stesso ordine di grandezza, nel traffico stradale pubblico sono tuttavia più bassi. Nel traffico merci, i costi per tonnellata chilometro su strada sono 5 volte più alti che su rotaia.

Tabella 6: Calcolo dei costi per prestazione di trasporto

		Trasporto persone			Traffico merci	
		auto, motori- no, trolley	tram	moto, car, bus	AF	AC, TS
ct/vkm	Strada	0,76	2,36	8,74	2,36	8,74
ct/trenokm	Ferrovia			72.04		86,62
ct/pkm	Strada (traffico privato)			0.61		
	Strada (trasporti pubblici)			0.40		
	Ferrovia			0.69		
ct/tkm	Strada					1,46
	Ferrovia					0,28

ct = centesimi, vkm = veicolo chilometro, trenokm = treno chilometro, pkm = persona chilometro, tkm = tonnellata chilometro, auto = automobili, trolley = filobus, moto = motoveicoli, car = autobus, bus = bus pubblici, AF = autofurgoni, AC = autocarri, TS = trattori a sella.

Valutazione dei risultati

Va di nuovo sottolineato il fatto che i costi esterni del rumore presentati in questo studio riguardano solamente gli effetti del rumore sulle pigioni nel settore degli alloggi e sulla salute. **Non sono** invece **considerate le ulteriori ripercussioni del rumore** come per es. le perdite finanziarie dovute all'esclusione o alla non integrazione di un fondo in una zona edificabile, i costi della "fuga dal rumore" nonché i problemi di concentrazione a scuola o sul posto di lavoro. **Per questi motivi, i costi del rumore riportati sottovalutano chiaramente gli effettivi costi finali.**

Inoltre, i metodi di studio utilizzati per questa ricerca presentano delle imprecisioni. Come già menzionato, siamo partiti da un approccio che si rifà a una **base di calcolo minima e sicura**, secondo il principio „il più realistico possibile, in caso d'incertezza si scelgono i valori conservativi“. **Per questa ragione, i costi presentati sottovalutano nettamente i danni effettivi generati alla salute.** I seguenti fattori confermano quest'interpretazione:

- Perdite di pigioni
 - Malgrado ci siano degli studi che tengono in considerazione valori soglia più bassi, il livello di rumore minimo di 55 dB(A), a partire dal quale sono da attendersi perdite di pigioni, è stato fissato con prudenza.
- Danni alla salute
 - Per quel che riguarda gli anni di vita perduti non si considera il fatto che la speranza di vita della popolazione, in futuro, continuerà ad aumentare.
 - Vengono pure trascurate le cure ambulatoriali per gli attacchi di angina pectoris e il consumo di medicinali dovuto a cardiopatie ischemiche. Per i giovani fino ai 14 anni, le cure ambulatoriali e i medicinali non sono neppure calcolati.
 - Per le altre malattie, i cui sintomi vengono aggravati dal rumore (come per es. il colesterolo, l'asma bronchiale, il cancro ecc.), non esistono (ancora) correlazioni sicure. Queste tipologie di malattie non sono perciò state considerate.
 - I dati dei costi immateriali degli anni di vita perduti che generano il 79% dei costi globali della salute verosimilmente devono essere moltiplicati per due: la disponibilità a pagare è stata estrapolata da un contesto inerente gli incidenti. Ci sono primi indizi secondo cui il rischio concernente l'esposizione al rumore subito involontariamente e senza poter esercitare un controllo sia recepito dalla popolazione come due volte più importante del rischio di incidenti controllabile.
 - Sono stati valutati gli anni di vita perduti e non i casi di morte prematura, che provocherebbero costi della salute quasi doppi. In altre parole, per convertire il valore di un caso di morte prematura in un dato per il modello di calcolo degli anni di vita perduti, si è tenuto conto di una base minima assolutamente sicura.
 - Il più delle volte si sono impiegati valori e dati prudenti anche per determinare gli ulteriori parametri di costo.