

Metodologia di calcolo delle emissioni lineari

LS Emissioni allo scarico a caldo

Il calcolo delle emissioni viene effettuato per ogni record contenuto nella tabella TL_ARCO e univocamente identificato dal campo ID_ARCO. Tale record contiene le informazioni relative ad un senso di marcia di un tratto stradale a sua volta identificato dal campo COD_ARCO.

Gli algoritmi di calcolo che seguono sono quindi riferiti al singolo arco e ad uno dei due¹ sensi di marcia, le emissioni vengono calcolate per una sola ora di ogni fascia oraria, tipo-giorno e tipo mese e moltiplicate per il corrispondente numero di ore.

L'emissione in tonnellate/ora² di inquinante 'i' allo scarico del veicolo 'j' su un singolo arco³ è la seguente:

$$[\text{Emissione Arco}]_{i,j} = [\text{Percorrenza Arco}]_j \cdot [\text{Fattore di emissione a caldo}]_{i,j}^4 \cdot [\text{Fattore correttivo invecchiamento}]_{i,j} \cdot [\text{Fattore correttivo combustibile}]_{i,j} \cdot [\text{Fattore correttivo pendenza e carico trasportato}]_{i,j} \cdot [10^{-6}]^5 \quad [1.]$$

LS.1 Calcolo della percorrenza

$$[\text{Percorrenza Arco}] = [\text{Lunghezza Arco}] \cdot [\text{Num.Veicoli}]_j \quad [2.]$$

In cui:

$[\text{Percorrenza Arco}]_j$ = percorrenza oraria dei veicoli di tipo 'j' sull'arco considerato.

$[\text{Lunghezza Arco}]$ = espressa in km e contenuta nel campo LUNGHEZZA di TL_ARCO

$$[\text{Num.Veicoli}]_j = [\text{NVsett}]_k \cdot \frac{([\text{NV}_{\text{Parco}}]_j \cdot [\text{P}_M]_j)_k}{(\sum_j^6 [\text{NV}_{\text{Parco}}]_j \cdot [\text{P}_M]_j)_k} \quad [3.]$$

dove:

$[\text{Num.Veicoli}]_j$ = numero veicoli di tipo 'j' transitanti sull'arco in un'ora.

$[\text{NVsett}]_k$ = numero veicoli appartenenti al settore 'k' (ID_SETTORE in TL_ARCO_VEICOLI e in TLD_TIPO_VEICOLO) transitanti sull'arco in un'ora.

in cui:

$$[\text{NVsett}]_k = [\text{NVsett}_{\text{rif}}]_k \cdot [\text{Coeff Temporale}]_k \quad [4.]$$

$[\text{NVsett}_{\text{rif}}]_k$ = numero di veicoli del settore 'k' transitanti sull'arco nell'ora di riferimento (NUMERO_VEICOLI in TL_ARCO_VEICOLI). Tale dato risulta dall'applicazione dei modelli di assegnazione del traffico e da campagne di monitoraggio dei flussi.

¹ Si noti che esistono anche archi caratterizzati da un solo senso di marcia (solo SENSO_MARCIA '1', o solo SENSO_MARCIA '2').

² Nel caso dell'inquinante CO₂ (ID_INQ 6) è espressa in [kilotonnelate/ora]. Si vedano anche le note 13 e 14.

³ Inteso come ID_ARCO in TL_ARCO, ossia come singolo SENSO_MARCIA di un arco (COD_ARCO). In tutta la descrizione degli algoritmi di questo paragrafo per brevità, si intenderà riferirsi sempre all'ID_ARCO ogni qualvolta si parli di "ARCO".

⁴ Non si è ritenuto corretto attribuire emissioni a freddo agli archi della rete extraurbana. La quota di emissioni a freddo da associare, secondo la metodologia copert, alle percorrenze extraurbane viene calcolata separatamente e attribuita al traffico urbano.

⁵ Fattore di conversione delle unità di misura da grammi a tonnellate (da kg a kt per CO₂).

⁶ La sommatoria va eseguita su tutti i CODICI_COPART 'j' appartenenti al corrispondente ID_SETTORE 'k'.

[Coeff Temporale]_k = Contenuto in TL_CURVA_DISTRIBUZIONE, è un fattore che, moltiplicato per il numero veicoli di ID_SETTORE 'k' all'ora di riferimento, fornisce il numero di veicoli transitanti in un'ora di una data fascia oraria (ID_FASCIA_ORARIA) e di un tipo giorno e mese (ID_STAGIONE_GIORNO).

e dove:

[NV_{Parco}]_j = numero di veicoli di tipo 'j' costituenti il parco circolante regionale (NUMERO_VEICOLI in TL_PARCO_REG) per l'ANNO DI CENSIMENTO considerato.

[P_M]_j 'percorrenza annua sulla rete lineare' attribuibile alla classe di veicoli 'j' (PERCORRENZA_MEDIA_LIN in TLD_TIPO_VEICOLO)⁷.

LS.2 Calcolo del fattore di emissione a caldo

Nella metodologia Copert il fattore di emissione a caldo per l'inquinante 'i' e per il veicolo di Codice 'j', così come il consumo di combustibile, è espresso in [g/km]⁸ in funzione della velocità mediante la seguente formula generale⁹:

$$[\text{Fattore di emissione a caldo}]_{i,j} = (a \cdot V^2 + b \cdot V + c + d/V) \cdot (n \cdot P_c + o) / (e \cdot V^2 + f \cdot V + g) \cdot r \quad [5.]$$

dove:

a, b, c... r = Coefficienti dipendenti da 'i' e 'j', pubblicati sul Guidebook Emep e inseriti in TLD_FATTORI_EMISSIONI, validi in un determinato intervallo di velocità (tra VMIN e VMAX)

V = velocità di percorrenza dell'arco. Calcolata come frazione (FRAZ_VELOCITA in TL_CURVA_DEFLUSSO) della massima velocità di percorrenza (VELOCITA_MAX in TL_ARCO) corrispondente alla frazione utilizzata (FRAZ_CAPACITA in TL_CURVA_DEFLUSSO) della capacità dell'arco (CAPACITA_MAX in TL_ARCO). Generalmente viene assegnata la stessa velocità a tutti i veicoli. Nel caso in cui la velocità calcolata ecceda i limiti di validità della [5], o superi il valore massimo impostato per il settore e per il tipo di strada (VMAX_SETT in TL_STRADA_ATTIVITA) viene assegnata al veicolo la velocità più vicina al valore calcolato che rientri nel campo di applicazione della [5] e non ecceda VMAX_SETT. Per la sua determinazione si utilizza la [9.]

Nella tabella TLD_FATTORI_EMISSIONI possono essere presenti più insieme di coefficienti a, b... r. Vengono utilizzati per il calcolo delle emissioni solo quelli che hanno il campo ID_PRIORITA impostato a 1.

⁷ Nell'ipotesi che le auto più vecchie siano utilizzate prevalentemente per spostamenti urbani, è stata introdotta la percorrenza lineare per poter differenziare, in funzione dell'età del veicolo, non solo la percorrenza totale ma anche la sua ripartizione tra lineare e diffuso.

⁸ Nel caso dell'inquinante CO₂ (ID_INQUINANTE 6) va espresso in [kg/km]

⁹ Il modello COPERT stima le emissioni di SO₂, CO₂ e metalli pesanti in funzione del consumo di combustibile. Anche per questi inquinanti è possibile esprimere il FE nella forma [5] ma per abbreviare i tempi di elaborazione le rispettive emissioni sono calcolate moltiplicando i consumi per il fattore contenuto in TLD_INQUINANTI_COMB. Il fattore di emissione dell'anidride carbonica viene inserito dalla procedura PREPARA TRAFFICO utilizzando la relazione ricavata dalla reazione stechiometrica:

$$\text{massa di CO}_2 = (\text{massa di combustibile}) \cdot [44.011 / (12.011 + 1.008 \cdot r_{H/C} + 16 \cdot r_{O/C})]$$

dove $r_{H/C}$ = rapporto tra gli atomi di idrogeno e di carbonio nel combustibile

$r_{O/C}$ = rapporto tra gli atomi di ossigeno e di carbonio nel combustibile

LS.3 Calcolo del fattore correttivo invecchiamento

I fattori di emissione Copert sono stati definiti sulla base di misure effettuate su veicoli con 30000-50000 km di percorrenza accumulata. La metodologia mette a disposizione fattori correttivi per simulare il progressivo degrado delle prestazioni del motore e del sistema di abbattimento delle emissioni a partire dalle condizioni iniziali di funzionamento ottimale.

Il fattore correttivo per l'invecchiamento FCInv per l'inquinante 'i' e il tipo veicolo 'j' in funzione della velocità V è espresso dalla seguente formula:

$$\begin{aligned} [\text{FCInv}]_{i,j} &= [\text{MCudc}]_{i,j} & V < 19 \text{ km/h} \\ [\text{FCInv}]_{i,j} &= [\text{MCudc}]_{i,j} + (V-19) \cdot ([\text{MCEudc}]_{i,j} - [\text{MCudc}]_{i,j})/44 & 19 \text{ km/h} < V < 63 \text{ km/h} \\ [\text{FCInv}]_{i,j} &= [\text{MCEudc}]_{i,j} & V > 63 \text{ km/h} \end{aligned} \quad [6.]$$

dove:

$[\text{MCudc}]_{i,j}$ = Fattore correttivo a velocità < 19 km/h (in TLD_FATTORE_INVECCHIAMENTO)

$[\text{MCEudc}]_{i,j}$ = Fattore correttivo a velocità > 63 km/h (in TLD_FATTORE_INVECCHIAMENTO)

I fattori Mcudc e MCEudc sono a loro volta dati dalla seguente espressione ¹⁰:

$$A_{ij} \cdot M_j + B_{ij}$$

dove:

A_{ij}, B_{ij} = Coefficienti forniti dalla metodologia Copert per velocità inferiori a 19 km/h e superiori a 63 km/h (A, B, V in TLD_FATTORE_INVECCHIAMENTO_INT)

M_j = Minor valore tra la percorrenza media accumulata per i veicoli della classe copart 'j' (PERC_ACCUM in TLD_TIPO_VEICOLO) e la percorrenza di stabilizzazione indicata da Copert (PERC_STAB in TLD_FATTORE_INVECCHIAMENTO_INT)

LS.4 Calcolo del fattore correttivo combustibile

Dalla versione III di Copert è stato introdotto un fattore correttivo per tenere conto dell'effetto della migliore qualità dei combustibili, introdotti in diverse fasi a partire dal 2000, sulle emissioni dei veicoli di tipo legislativo precedente all'euro 3.

Tale fattore correttivo $[\text{fcorr_relativo}]_{i,j}$ per l'inquinante 'i' e il tipo veicolo 'j' va inserito nel campo omonimo della tabella TLD_FATTORE_COMBUSTIBILE. Il nome del campo deriva dal fatto che il fattore di correzione è dato dal rapporto:

$$[\text{fcorr_relativo}]_{i,j} = [\text{FC}_{\text{anno}}]_{i,j} / [\text{FC}_{\text{base}}]_{i,j} \quad [7.]$$

dove:

FC_{anno} = funzione, definita da Copert, delle proprietà del combustibile venduto a partire da *anno*

anno = 2000 o 2005

base = 1996 per pre euro 3, 2000 per euro 3, 2005 per euro IV

LS.5 Fattore correttivo pendenza e carico trasportato

La versione 4 della metodologia Copert fornisce, per i mezzi pesanti, fattori emissione per tre valori di carico (0, 50 e 100% della portata) e per sette valori di pendenza stradale (-6%, -4%, -2%, 0, 2%, 4%, 6%). In Inemar la dipendenza di tali fattori di emissione dalla pendenza è stata implementata tramite una funzione continua della pendenza stradale tra -6% e +6% che interpola i valori forniti dalla metodologia. Nella tabella TLD_FATTORI_EMISSIONI sono stati inseriti i fattori di emissione a caldo relativi a pendenza stradale nulla e ai tre possibili valori di carico specificati nel campo LP. La percentuale di carico da utilizzare nel calcolo è specificata per ogni classe veicolare dal campo LP della tabella TLD_TIPO_VEICOLO (**NOTA BENE: 0, 50, 100 per i pesanti; 50 per tutti gli altri veicoli**). Il fattore di correzione pendenza relativo all'inquinante 'i', al tipo

¹⁰ I fattori MCudc e MCEudc vengono calcolati e inseriti in TLD_FATTORE_INVECCHIAMENTO dalla procedura PREPARA TRAFFICO a partire dai valori A, B, M contenuti in TLD_FATTORE_INVECCHIAMENTO_INT

veicolo 'j' e alla percentuale di carico LP, in funzione della velocità V e della pendenza P è espresso nella forma seguente:

$$[fc_pend(V,P)]_{LP,i,j} = (a2 \cdot P^2 + a1 \cdot P + a0) \cdot \exp(-b0 \cdot V) + (c2 \cdot P^2 + c1 \cdot P + c0) \cdot \exp(d0 \cdot V) \quad [8.]$$

i parametri a0, a1, a2, c0, c1, c2, b0, d0 sono contenuti nella tabella TLD_FATTORE_PENDENZA in corrispondenza di ciascun codice_copart, id_inquinante, LP.

LS.6 Definizione della 'velocità effettiva' di percorrenza dell'arco

La 'velocità effettiva' di percorrenza dell'arco, necessaria alla determinazione del fattore di emissione a caldo e dei fattori correttivi invecchiamento e pendenza si calcola in base alla [9.]:

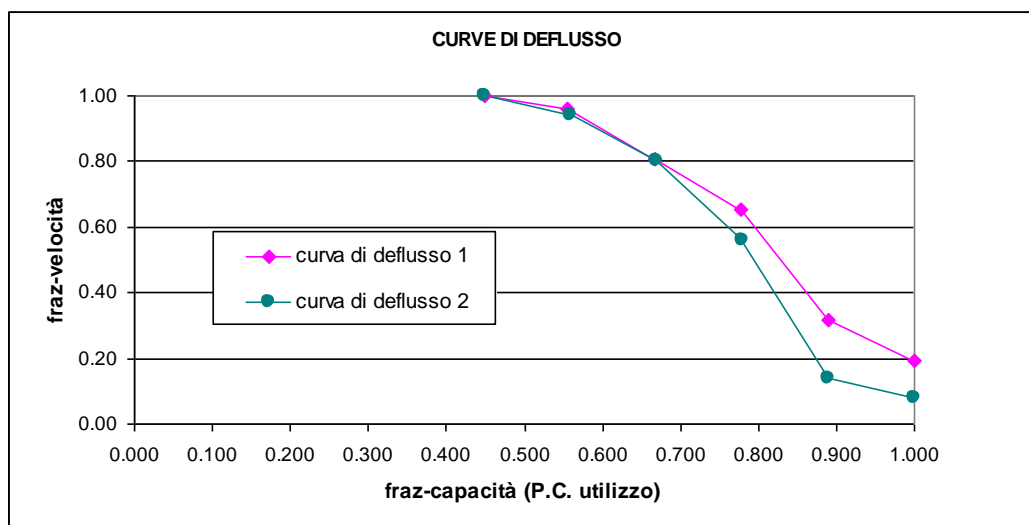
$$[V] = [velocità_max] \cdot [fraz_velocità] \quad [9.]$$

dove:

[V] Velocità effettiva di percorrenza dell'arco, corrispondente (mediante FRAZ_VELOCITA in TL_CURVA DEFLUSSO) ad un dato utilizzo dell'arco (FRAZ_CAPACITA in TL_CURVA DEFLUSSO) rispetto alla sua capacità. È attribuita a tutti i veicoli.

[velocità_max] = Velocità massima caratteristica dell'arco (VELOCITA_MAX in TL_ARCO). È espressa in km/h.

[fraz_velocità] = Frazione della velocità massima caratteristica dell'arco (FRAZ_VELOCITA in TL_CURVA_DEFLUSSO). È ricavata dalla curva di deflusso associata all'arco (CODICE_CURVA in TL_ARCO e in TL_CURVA_DEFLUSSO) in corrispondenza del valore della frazione di capacità (FRAZ_CAPACITA in TL_CURVA DEFLUSSO) che meglio approssima il valore di FC calcolato mediante la [10.]
 Le curve di deflusso descrivono il legame intercorrente tra il flusso di veicoli, inteso come percentuale (FRAZ_CAPACITA in TL_CURVA DEFLUSSO) della capacità massima dell'arco (CAPACITA_MAX in TL_ARCO), e la velocità effettiva dell'arco, espressa come percentuale (FRAZ_VELOCITA in TL_CURVA_DEFLUSSO) della velocità massima caratteristica dell'arco (VELOCITA_MAX in TL_ARCO). Un esempio di due differenti curve di deflusso è riportato nella figura sottostante.



La frazione di capacità (FC) da calcolare per la determinazione della [fraz-velocità] da usare nella [9.] è data dalla relazione:

$$FC = \frac{NVE}{CAPACITA_MAX} \quad [10.]$$

dove:

CAPACITA_MAX capacità massima caratteristica dell'arco stradale (CAPACITA_MAX in TL_ARCO). È espressa in: numero veicoli equivalenti/ora.

NVE = Numero di veicoli equivalenti transitanti sull'arco nell'ora considerata.

dove con riferimento alla [3] si ha:

$$NVE = \sum_k ([NVsett]_k \cdot [Fattore\ di\ Equivalenza]_k) \quad [11.]$$

[Fattore di Equivalenza]_k = Numero di veicoli di riferimento cui equivale, per dimensioni, il veicolo di ID_SETTORE considerato.

LU Emissioni da usura

Rispetto a quanto detto finora per le emissioni allo scarico varia l'espressione del fattore di emissione.

La [1] va infatti modificata come segue:

$$[Emissione\ Arco]_{i,j} = \frac{\sum_U [Percorrenza\ Arco]_j \cdot [FE\ usura]_{j,U} \cdot [FC\ velocit\grave{a}]_U \cdot [Fraz\ gran]_{i,U} \cdot [10^{-6}]}{[Fraz\ gran]_{i,U} \cdot [10^{-6}]} \quad [12.]$$

dove:

[Emissione Arco]_{i,j} = emissione di particolato di granulometria 'i' (FK_ID_INQUINANTE in TLD_DIST_POLVERI) in [tonnellate].

[FE usura]_{j,U} = fattore di emissione del particolato totale (ID_INQUINANTE 10) emesso dal veicolo di tipo 'j' a causa del processo 'U' (usura freni, pneumatici o strada: TIPO_USURA in TLD_DIST_POLVERI, TLD_USURA_ATTR, TLD_CORR_USURA).

[Fraz gran]_{i,U} = Frazione del particolato totale emesso a causa del processo 'U' costituita da particolato di granulometria 'i',

[FC velocit\grave{a}]_U = fattore di correzione al fattore di emissione, dipendente dalla velocit\grave{a} di percorrenza V secondo la relazione:

$$[FC\ velocit\grave{a}]_{i,j} = A_U + B_U \cdot V$$

in cui: A_U B_U sono coefficienti indicati dalla metodologia Emep e contenuti in TLD_CORR_USURA. In generale assumono valori diversi per diversi intervalli di velocit\grave{a} (VMIN e VMAX in TLD_CORR_USURA)

LE Emissioni evaporative

Le emissioni evaporative considerate dalla procedura 'emissioni lineari' sono esclusivamente le cosiddette *hot running losses* ovvero quelle prodotte durante la marcia del veicolo.

Vale ancora una espressione analoga alla [1] applicata per\o esclusivamente all'inquinante SOV (Id_inquinante 10040: composti organici volatili incluso il metano):

$$[Emissione\ Arco]_j = [Percorrenza\ Arco]_j \cdot [FE\ hr]_j \cdot fatt_evaporativo \cdot [10^{-6}] \quad [13.]$$

dove:

fatt_evaporativo = 1 per veicoli alimentati a benzina, 0 per veicoli alimentati con altri combustibili, 0.2 per ciclomotori, 0.4 per moto (FATTORE_EVAPORATIVO in TLD_TIPO_VEICOLO).

[FE hr]_j = fattore di emissione in g/km per il tipo veicolo 'j' \e dato dalla seguente espressione:

$$0.136 \cdot \exp(-5.967 + 0.04259 \cdot rvp + 0.1773 \cdot Tm) \cdot fatt_riduttivo$$

in cui:

rvp = tensione di vapore del combustibile in kPa (RVP in TLD_COMBUSTIBILI_RVP)

T_m = temperatura media mensile (TEMP_MEDIA in TLD_TEMPERATURA) per il comune di fascia climatica considerata (FK_ID_CLASSE_CLIMATICA in TLD_TEMPERATURA e ISTAT_COMUNI)
 fatt_riduttivo = 1 per veicoli con impianto di alimentazione sprovvisto di canister
 0.1 per veicoli dotati di canister (CODICE_CANISTER =1 in TLD_TIPO_VEICOLO)

RE Raggruppamento delle emissioni

RE.1 Aggregazione spaziale

I risultati dei calcoli descritti sono riportati nelle tabelle TAB_OUTPUT e TRAFFICO_INTERMEDI con diversi livelli di aggregazione.

In TAB_OUTPUT sono riportate per ogni inquinante le emissioni annuali raggruppate per comune, attività secondo la classificazione SNAP 97, combustibile. Al campo TIPO_EMISSIONE viene assegnato il valore TL (traffico lineare).

In TRAFFICO_INTERMEDI viene riportata anche l'informazione riguardante il tipo di veicolo (CODICE_COPART) e il TIPO_EMISSIONE: LSC per emissioni allo scarico a caldo, LU per le emissioni da usura, LE per le evaporative.

A richiesta, oltre che nelle precedenti tabelle, i risultati possono essere salvati anche in TL_TRAFF_ARCO_PROV_ATT_COMB (con dettaglio di arco, combustibile, attività) o in TL_TRAFF_ARCO_COMUNE_COPERT (con dettaglio di arco, tipo veicolo, combustibile, attività). Quest'ultima tabella **conserva i risultati per un solo comune**, a meno di impostare manualmente a 'FALSE', nel codice PROCEDURE LANCIO_TL, il parametro con cui viene chiamata la procedura LANCIO_TL_DETT_COM.

RE.2 Aggregazione temporale

L'aggregazione temporale, ai fini del calcolo delle emissioni 'annue', avviene secondo le seguenti procedure:

1. Le emissioni della singola fascia oraria 'm' sono ottenute dal prodotto delle emissioni orarie calcolate (caratterizzato da una fascia oraria, un giorno tipo e una stagione) per il numero di ore di quella fascia oraria:

$$[\text{Emissione fascia oraria}]_{ijm} = [\text{Emissione Arco}]_{ijm} \cdot [\text{N ore fascia oraria}]_m \quad [14.]$$

dove:

$[\text{Emissione fascia oraria}]_{ijm}$ Emissione dell'inquinante 'i' imputabile al tipo di veicolo definito dal Codice Copart 'j' per la fascia oraria 'm'. È espressa in tonnellate.

$[\text{Emissione Arco}]_{ijm}$ Emissione dell'inquinante 'i' imputabile al tipo di veicolo definito dal Codice Copert 'j' sull'arco considerato. È espressa in tonnellate/ora¹¹. Viene calcolata mediante la [1].

$[\text{N ore fascia oraria}]_m$ Numero di ore costituenti la fascia oraria 'm' (NUMERO_ORE in TL_FASCIA).

Le emissioni del giorno tipo 'n'¹² sono ottenute come somma delle emissioni delle differenti fasce orarie¹³:

$$[\text{Emissione giorno-tipo}]_{ijn} = \sum_{m=1..4} [\text{Emissione fascia oraria}]_{ijm} \quad [15.]$$

¹¹ Nel caso dell'inquinante CO₂ (ID_INQUINANTE 6) l'unità di massa sono le [kilotonnellate]. Si vedano anche le note 9,13,14.

¹² Sono stati definiti 3 giorni tipo e 4 stagioni (COD_TIPO_GIORNO e MESE in TLD_FERIALI_FESTIVI): giorno feriale '1', giorno prefestivo '2', giorno festivo '3'; inverno '1', primavera '2', estate '3', autunno '4'.

¹³ Attualmente sono definite 4 fasce orarie (CODICE_FASCIA in TL_CURVA_DISTRIBUZIONE): dalle 7.00 alle 10.00 '1', dalle 10.00 alle 17.00 '2', dalle 17.00 alle 21.00 '3', dalle 21.00 alle 07.00 '4'.

[Emissione giorno-tipo]_{ijn} Emissione dell'inquinante 'i' imputabile al tipo di veicolo 'j' per il giorno tipo 'n'. È espressa in tonnellate

2. Le emissioni per stagione sono date dalla somma delle emissioni giornaliere dei 3 'giorni tipo' considerando, per ciascuna, il numero di giorni con cui il 'giorno tipo' si ripresenta nella stagione:

$$[\text{Emissione stagione}]_{ijp} = \sum_{n=1, \dots, 3} [\text{Emissione giorno-tipo}]_{ijn} \cdot [\text{N giorni}]_{n,p} \quad [16.]$$

[Emissione stagione]_{ijp} Emissione dell'inquinante 'i' imputabile al tipo di veicolo 'j' per la stagione 'p'. È espressa in tonnellate.

[N giorni]_{np} numero di giorni del giorno tipo 'n' nella stagione 'p' (NR_GIORNI in corrispondenza di COD_TIPO_GIORNO e MESE in TLD_FERIALI_FESTIVI).

3. Le emissioni annuali sono date dalla somma di tutte le emissioni stagionali e vengono riportate in TRAFFICO INTERMEDI in tonnellate.

RE.3 Aggregazione per attività

Nell'aggregazione per ATTIVITÀ (ID_ATTIVITA in TAB-OUTPUT e in TRAFFICO INTERMEDI) è conservata sia l'informazione relativa al settore di appartenenza del tipo di veicolo: auto, merci leggeri... (ID_SETTORE in SNAP_SETTORE e in TLD_TIPO_VEICOLO) che alla tipologia di strada: autostrada, strada extraurbana, strada urbana (ID_TIPO_STRADA in TL_ARCO, TL_TIPO_STRADA, TL_STRADA_ATTIVITA; ID_ATTIVITA in SNAP_ATTIVITA).

LSF Emissioni lineari a freddo

La metodologia Copert assume che una frazione della percorrenza di ogni veicolo venga compiuta con motore e sistema di abbattimento a freddo, quindi con fattore di emissione maggiore rispetto alle condizioni di marcia a regime. La metodologia attribuisce inoltre tale surplus di emissioni all'ambito urbano.

La procedura di calcolo finora descritta è applicata al singolo arco stradale tipicamente extraurbano dove le condizioni di marcia si possono considerare a regime. L'ipotesi che una frazione delle percorrenze su ogni arco sia compiuta con motore a freddo darebbe luogo ad una sovrastima delle emissioni per i comuni interessati da elevati flussi di attraversamento. Si è quindi preferito trattare le emissioni a freddo come emissioni diffuse urbane calcolandole su una frazione della percorrenza complessiva regionale ripartita fra tutti i comuni.

La somma delle percorrenze lineari annuali per tutti i veicoli dello stesso tipo è effettuata dalla procedura 'prepara traffico' (e inserita in TD_PERC_LINEAR) che va eseguita prima di ogni altra. La procedura 'emissioni lineari' ripartisce tali percorrenze tra i comuni della regione in base ai valori assunti dalla variabile proxy identificata con il codice 1 (FK_ID_PROXY in TD_VAL_PROXY)¹⁴.

La descrizione dettagliata del metodo di calcolo delle emissioni a freddo non verrà fornita qui perché del tutto analoga a quella delle emissioni diffuse di seguito trattata.

¹⁴ Il valore utilizzato attualmente per la id_proxy 1 è pari alla popolazione comunale