

**S.S. 268 "DEL VESUVIO"
RADDOPPIO DA DUE A QUATTRO CORSIE DELLA STATALE
dal Km 19+550 al Km 29+300
IN CORRISPONDENZA DELLO SVINCOLO DI ANGRÌ**

1° Lotto, dal Km 19+554 al Km 23+100

PROGETTO DEFINITIVO

COD. NA234

**PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A. - INTEGRA CONSORZIO STABILE
IDROESSE Engineering S.r.l. - Prometeoengineering.it S.r.l. - ART S.r.l.**

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI

GEOLOGO:

Dott. Geol. Nocerino GIOSAFATTE (Prometeoengineering.it S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE



Direttore Tecnico:
Prof. Ing. Franco BRAGA

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Nicola SCIARRA (Proger S.p.A.)



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alberto CECCHINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

PROJECT MANAGER DELL'R.T.I.:

Dott. Ing. Carlo LISTORTI (Proger S.p.A.)

VISTO: RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Domenico PIETRAPERIOSA



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA

PROGETTO STRADALE

Parte generale

Relazione tecnica pavimentazioni

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	CODICE ELAB.				
DPNA0234	D	19	T01PS00TRARE03			B	-
B	Emissione a seguito istruttoria ANAS			Maggio 2021	R.Velotta	R.Velotta	L.Infante
A	Emissione definitiva			15/07/2020	R.Velotta	R.Velotta	L.Infante
REV.	DESCRIZIONE			DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S. 268 "DEL VESUVIO"
RADDOPPIO DA DUE A QUATTRO CORSIE
dal Km 19+554 al Km 29+300
1° Lotto, dal Km 19+554 al Km 23+100
2° Lotto, dal Km 23+100 al Km 29+300

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica pavimentazioni
1° Lotto, dal Km 19+554 al Km 23+100

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	DESCRIZIONE DEL METODO "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES"	5
4	NUMERO DI ASSI STANDARD SOPPORTABILE DALLA PAVIMENTAZIONE	6
5	NUMERO DI ASSI EQUIVALENTI PREVISTI NELL'ARCO DELLA VITA UTILE DELLA PAVIMENTAZIONE	9
	5.1 Traffico commerciale previsto	9
	5.2 Traffico commerciale in assi standard.....	10
6	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE.....	15

1 PREMESSA

Nella presente relazione è riportata la verifica della pavimentazione stradale prevista nell'ambito Progetto Definitivo **"S.S.268 "del Vesuvio" - Raddoppio da 2 a 4 corsie della statale dal km 19+554 al km 29+300 in corrispondenza dello Svincolo di Angri" - 1° Lotto: dal km 19+554 al km 23+100 ((tra lo svincolo di Boscoreale e lo svincolo di Angri).**

La configurazione della pavimentazione stradale, adottata per l'asse principale di progetto e per le rampe di svincolo composta dai seguenti strati:

Strato	Materiale	Spessore [cm]
usura	conglomerato bituminoso	5
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	6
base	conglomerato bituminoso	12
fondazione	misto cementato	15
	misto granulare	15

Per la verifica della pavimentazione è stato utilizzato il metodo empirico-statistico dell' "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures".

Il metodo consente di determinare il numero di assi standard (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 Kpounds = 8,2 t = 80 kN) che la pavimentazione può sopportare raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSI_f). Il numero di assi standard è confrontato con il traffico dei veicoli commerciali (massa complessiva ≥ 3 t), in assi standard equivalenti, che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica. La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

Nel seguito, dopo aver riportato i riferimenti normativi impiegati (Cap. 2), si riporta il calcolo del numero di assi standard sopportabile dalla pavimentazione (Cap. 3) e del numero di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione (Cap. 4). Si riporta, infine, la verifica della pavimentazione (Cap. 5).

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

- D. L.vo 30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.M. 05/11/2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- CNR - Bollettino Ufficiale - Norme Tecniche - Anno XXIX – N.178: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”.

Sono state considerate, inoltre, le indicazioni e prescrizioni riportate nei seguenti documenti:

- AASHTO: “Guide for Design of Pavement Structures”;
- “Portanza dei sottofondi”: Fondazione politecnica per il mezzogiorno d’Italia – P. Giannattasio, C. Caliendo, L. Esposito, B. Festa, W. Pellicchia – Napoli , Dicembre 1989.

3 DESCRIZIONE DEL METODO "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES"

Per la verifica della pavimentazione è stato utilizzato il metodo empirico-statistico dell' "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures".

Il metodo "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures" è un metodo empirico-statistico, basato cioè su osservazioni sperimentali dei parametri in gioco, i quali sono opportunamente correlati da funzioni di regressione in modo che i legami funzionali siano fisicamente corretti.

Il metodo consente di determinare il numero di assi standard (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 Kpounds = 8,2 t = 80 kN) che la pavimentazione può sopportare raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSI_f). Tale valore è funzione di vari parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, portanza del sottofondo, grado di ammaloramento finale che, per questioni di comfort e sicurezza, la pavimentazione può raggiungere, coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico che transita durante la sua vita utile).

Il numero di assi standard deve essere confrontato con il traffico dei veicoli commerciali (massa complessiva ≥ 3 t) che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica (si dimensiona la corsia più carica, non essendo il traffico pesante equiparato tra le corsie).

Poiché il traffico commerciale che transita su strada è costituito da veicoli che si differenziano per numero di assi, carico per asse e tipologia di asse (singolo, tandem e tridem) è necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno alla pavimentazione provocato dagli assi dei veicoli reali.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

Tali coefficienti sono funzione di alcuni parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, grado di ammaloramento finale (per quanto riguarda la pavimentazione, carico per asse e tipologia di asse) (per quanto riguarda gli assi stessi). Noti i coefficienti di equivalenza di ciascun asse dei veicoli che compongono il traffico reale, bisogna determinare il coefficiente di equivalenza medio, che è funzione della composizione del traffico sulla strada in esame (ovvero dello spettro di traffico, cioè della frequenza relativa dei vari tipi di veicoli).

Infine, per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica occorre moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Per ottenere il numero di veicoli commerciali che transiteranno sulla corsia più carica della pavimentazione durante la vita utile, bisogna conoscere il TGM (Traffico Giornaliero Medio), la percentuale di veicoli commerciali, la suddivisione del traffico pesante tra le corsie ed il tasso di incremento annuo del traffico.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

4 NUMERO DI ASSI STANDARD SOPPORTABILE DALLA PAVIMENTAZIONE

La relazione per il calcolo del traffico sopportabile in termini di assi standard equivalenti da 8,2 t delle pavimentazioni flessibili è la seguente, in cui W_{18} è il numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8,2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione.

$$\text{Log}W_{18} = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot (\log(SN + 1)) - 0.20 + \frac{\log(\text{PSI}_{in} - \text{PSI}_{fin})}{0.40 + \frac{4.2 - 1.5}{1094}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

Nel seguito è riportato il significato dei vari parametri della formula ed i relativi valori.

Z_r (valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R)

Z_r è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R (che è la probabilità che il numero di ripetizioni di carico N_{Tmax} tali che $\text{PSI}=\text{PSI}_f$ sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni di carico N_r realmente applicati alla sovrastruttura).

Per le Strade Extraurbane Principali è consigliato un valore di affidabilità pari a **R=90%** in corrispondenza del quale la variabile standardizzata assume il valore **$Z_r = -1,282$** .

S_o (deviazione standard)

S_o è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione.

Per le pavimentazioni flessibili assume un valore compreso **tra 0,40 e 0,50** quando si tiene conto dell'errore che si commette sia sul traffico sia sulla prestazione prevista per una data pavimentazione.

PSI (Present Serviceability Index)

Il parametro PSI (Present Serviceability Index), definisce lo stato limite, ovvero il grado di efficienza della pavimentazione, ed esprime la misura della idoneità di questa ad assicurare la sicurezza della circolazione e le condizioni di confort per gli utenti. Il PSI assume valori numerici compresi tra 0 (strada in pessime condizioni) e 5 (strada in ottime condizioni).

Il grado di efficienza ritenuto generalmente accettabile per le strade Extraurbane Principali, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione, è relativo ad un valore **$\text{PSI}_f = 2,5$** .

Per il grado di efficienza iniziale viene assunto un valore **$\text{PSI}_i = 4,2$** poiché si tiene conto delle inevitabili imperfezioni costruttive.

M_r (modulo resiliente del sottofondo)

Il modulo resiliente del sottofondo M_r [psi] tiene conto della portanza del sottofondo. Il modulo resiliente è un modulo dinamico che considera il comportamento viscoelastico del materiale costituente il sottofondo. In mancanza di misure dirette, per la determinazione del modulo resiliente può essere utilizzata la seguente correlazione con l'indice CBR:

$$M_r = 1500 \cdot \text{CBR}$$

L'indice CBR è correlato al modulo di deformazione M_d [MPa] derivante da prove di carico su piastra attraverso la correlazione:

$$CBR=0,2 \cdot M_d$$

È stato adottato un valore del modulo di deformazione $M_d = 50$ MPa (pari al valore minimo prescritto dai capitolati ANAS in corrispondenza del piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato sia in trincea). Il calcolo del modulo resiliente del sottofondo M_r è riportato nella tabella seguente.

Mr (modulo resiliente del sottofondo)		
Md [Mpa]	50	Modulo di deformazione
CBR [%]	10	Indice CBR
Mr [Mpa]	100	Modulo resiliente in Mpa
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente in psi

SN (structural number)

Lo structural number (indice strutturale) SN [poll] tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione ed è funzione degli spessori degli strati s_i , della "resistenza" dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i "coefficienti strutturali di strato" a_i , e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i "coefficienti di drenaggio" m_i . L'espressione analitica dello structural number è:

$$SN = s_1 \cdot a_1 \cdot m_1 + s_2 \cdot a_2 \cdot m_2 + \dots + s_n \cdot a_n \cdot m_n$$

Nell'espressione, s_1, s_2, \dots, s_n sono gli spessori degli strati della pavimentazione, a_1, a_2, \dots, a_n sono i coefficienti strutturali degli strati, m_1, m_2, \dots, m_n sono i coefficienti di drenaggio.

Per i coefficienti strutturali ed i coefficienti di drenaggio, i cui valori di riferimento sono desumibili dai nomogrammi dell'AASHTO, sono stati adottati i seguenti valori (corrispondenti a materiali tradizionali):

- $a_{usura} = 0,42$
- $a_{binder} = 0,40$
- $a_{base} = 0,32$
- $a_{misto\ cementato} = 0,16$
- $a_{misto\ granulare} = 0,15$
- $m_{strati\ legati\ con\ bitume} = 1$
- $m_{misto\ cementato} = 0,98$
- $m_{misto\ granulare} = 0,95$

Il calcolo dello structural number SN è riportato nella tabella seguente.

SN (Structural Number)					
strato	materiale	si [cm]	ai	mi	(si · ai · mi) [cm]
usura	conglomerato bituminoso	5	0,42	1	2,10
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	6	0,40	1	2,40
base	conglomerato bituminoso	12	0,32	1	3,84
fondazione	misto cementato	15	0,16	0,98	2,35
	misto granulare	15	0,15	0,95	2,14

53

SN [cm]	12,83
---------	-------

Il calcolo numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione, determinato sulla base dei parametri di cui sopra, è riportato nella tabella seguente.

Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione		
R	90%	Affidabilità
Zr	-1,282	Valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R
So	0,45	Deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione
SN [pollici]	5,05	Structural Number
PSI i	4,2	Grado di efficienza iniziale della pavimentazione
PSI f	2,5	Grado di efficienza finale della pavimentazione
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente del sottofondo
LogW8.2	7,75	
W8.2	56.791.729	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione

5 NUMERO DI ASSI EQUIVALENTI PREVISTI NELL'ARCO DELLA VITA UTILE DELLA PAVIMENTAZIONE

5.1 Traffico commerciale previsto

Il numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica è pari a:

$$T_n = (TGM) \cdot (\%Dir) \cdot (\%Pes) \cdot (N) \cdot (\%Cor pes) \cdot [((1+r)^{n-1}) / r]$$

dove:

- TGM = traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale [veicoli/giorno];
- %Dir = ripartizione direzionale del TGM [%];
- (%Pes) = percentuale di veicoli commerciali [% TGM];
- (%Cor pes) = percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo [% (%Pes)];
- n = vita utile [anni];
- r = tasso di incremento annuo del traffico [%];
- N = numero di giorni per anno di transito di veicoli commerciali [giorno/anno].

I valori del traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale (TGM) e della percentuale di veicoli commerciali (%Pes) sono stati desunti dallo studio di impatto del traffico di cui all'“Analisi trasportistica” svolta nell'ambito del Progetto Definitivo.

In particolare, con riferimento allo scenario di progetto PRJ_4 (scenario di progetto a lungo termine, corrispondente all'anno di riferimento 2030, in cui si prevede la realizzazione della doppia carreggiata della SS268, con relativo passaggio da categoria funzionale C a categoria B “extraurbana principale” affiancato all'aumento della velocità) sono stati considerati i valori di TGM e %Pes corrispondenti al massimo traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale riferito ai veicoli commerciali lungo il 1° lotto di progetto (dal km 19+554 al km 23+100). Tali valori, riferiti alla tratta “Via Flocco-Scafati”, sono i seguenti:

- TGM = 29045 veicoli/giorno (Traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale);
- %Pes = 12% (Percentuale di veicoli commerciali).

Per la ripartizione direzionale del TGM è stato considerato un valore pari a %Dir = 60%.

Per quanto riguarda la percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo, tenendo conto che non tutti i veicoli definiti commerciali transitano sulla corsia di marcia (soprattutto quelli con minori carichi per asse raggiungono velocità tali da impegnare anche le altre corsie), è stato ipotizzato che il 90% di tutti i veicoli commerciali transiti sulla corsia di marcia, ovvero %Cor pes = 90%.

La vita utile della pavimentazione è stata assunta pari a n=20 anni.

Per quanto riguarda il tasso di incremento annuo del traffico, sulla base dei risultati dell'“Analisi trasportistica” è stato assunto un tasso di crescita pari a r=0,21%.

Il numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali è stato considerato pari N=365.

Il calcolo del numero di veicoli commerciali T_n transitanti durante la vita utile della pavimentazione è riportato nella tabella seguente.

Tn (Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica)

TGM [veicoli/giorno]	29045	Traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale
%Dir	60%	Ripartizione direzionale
%Pes	12%	Percentuale di veicoli commerciali
%Cor pes	90%	Percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo
r	0,21%	Tasso di incremento annuo del traffico
n [anni]	20	Numero di anni di vita utile
N [giorni / anno]	365	Numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali
Tn	14.017.033	

5.2 Traffico commerciale in assi standard

Nota il numero di veicoli commerciali transitanti sulla corsia di calcolo al termine della vita utile, per il calcolo del numero di assi standard equivalenti (18 Kpounds = 8,2 t = 80 kN) agli assi reali (traffico commerciale previsto), sono state prese in considerazione le tipologie di veicoli che costituiscono il parco veicolare commerciale in Italia e gli spettri di traffico prevedibili sulle strade italiane (ovvero la frequenza relativa di ciascun tipo di veicolo) desunti dal Catalogo delle pavimentazioni stradali (B.U. CNR n. 178 del 15/09/1995) e riportati nelle tabelle seguenti.

Tipi di veicoli commerciali, numero di assi e distribuzione dei carichi per asse

Tipo Veicolo	N° Assi			Distribuzione dei carichi per asse o set di assi			
	S	T	Td				
1) AUTOCARRI LEGGERI	2			↓10	↓20		
2) AUTOCARRI LEGGERI	2			↓15	↓30		
3) AUTOCARRI MEDI E PESANTI	2			↓40	↓80		
4) AUTOCARRI MEDI E PESANTI	2			↓50	↓110		
5) AUTOCARRI PESANTI	1	2		↓40	↓↓80÷80		
6) AUTOCARRI PESANTI	1	2		↓60	↓↓100÷100		
7) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	4			↓40	↓90	↓80	↓80
8) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	4			↓60	↓100	↓100	↓100
9) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	1	2		↓40	↓↓80÷80		↓↓80÷80
10) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	1	2		↓60	↓↓90÷90		↓↓100÷100
11) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	2		1	↓40	↓100		↓↓↓80÷80÷80
12) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	2		1	↓60	↓110		↓↓↓90÷90÷90
13) MEZZI D'OPERA	2		1	↓50	↓120		↓↓↓130÷130÷130
14) AUTOBUS	2			↓40	↓80		
15) AUTOBUS	2			↓60	↓100		
16) AUTOBUS	2			↓50	↓80		

S = asse standard
T = asse tandem
Td = asse tridem

Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) Autostrada extraurbana	12,2	--	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	--	--	12,2
2) Autostrada urbana	18,2	18,2	16,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,8	18,2	27,3	--
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	--	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	--	--	10,5
4) Strade extr. secondarie ordinarie	--	--	58,8	29,4	--	5,9	--	2,8	--	--	--	--	0,2	--	--	2,9
5) Strade extr. secondarie turistiche	24,5	--	40,8	16,3	--	4,15	--	2	--	--	--	--	0,05	--	--	12,2
6) Strade urbane di scorrimento	18,2	18,2	16,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,6	18,2	27,3	--
7) Strade urbane di quartiere e locali	80	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20	--	--
8) Corsie Preferenziali	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	47	53	--

Utilizzando il criterio definito dall'AASHTO, il numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile può essere convertito in assi standard attraverso la relazione:

$$N_{8,2} = T_n \cdot C_{SN}$$

dove:

- $N_{8,2}$ = numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile espressi in assi standard da 8,2 t;
- T_n = numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile della pavimentazione;
- C_{SN} = coefficiente di equivalenza dello spettro di traffico.

Il coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale i -esimo, caratterizzato da un peso P_i e da una tipologia T_i è dato da:

$$C_{SNi} = C_{SN}(P_i, T_i, PSI_f) = 10^{-\{4,79 \cdot [\log(18+1) - \log(0,225 \cdot P_i + T_i)] + 4,33 \cdot \log T_i + \frac{G}{Bi} - \frac{G}{B^*}\}}$$

dove:

$$G = \log \frac{PSI_i - PSI_f}{2,7} \qquad Bi = 0,40 + \frac{0,081 \cdot (0,225 \cdot P_i + T_i)^{3,23}}{\left(\frac{SN}{2,54} + 1\right)^{5,19} \cdot T_i^{3,23}}$$

- $C_{SN}(P_i, T_i, PSI_f)$ = coefficiente di equivalenza tra l'asse i -esimo e l'asse singolo standard da 8,2 t = 80 KN;
- P_i = peso complessivo dell'asse o set di assi (singolo, tandem o tridem) [kN];
- T_i = tipologia dell'asse e assume il valore 1 per assi singoli, 2 per assi tandem e 3 per assi tridem;

- B^* = valore che assume B_i per l'asse singolo da 8,2 t = 80 kN;
- SN = indice strutturale = $\sum_i s_i \cdot a_i \cdot m_i$ [cm].

Pertanto, detta n_i la percentuale, in termini assoluti, relativa del veicolo i -esimo nello spettro considerato, il coefficiente di equivalenza C_{SN} dello spettro di traffico è dato da:

$$C_{SN} = \sum_i (C_{SNi} \cdot n_i/100)$$

Adottando lo spettro di traffico corrispondente alle Strade extraurbane principali (tipo di strada 3), si ottiene un coefficiente di equivalenza pari a **$C_{NS}=2,06$** . Il dettaglio del calcolo è riportato nella tabella seguente.

Determinazione del coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sulla base dello spettro di traffico relativo alle Strade Extraurbane Principali riportato nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali - BU CNR N.78 del 15/09/1995"

Tipo Veicolo	SN [cm]	PSI in	PSI fin	Pi (kN)	Ti	Bi	G	B*	A	CSNi	CSNi * (ni/100)
	12,83	4,2	2,5								
Autocarri leggeri	1	0	10	1	0,400	-0,201	0,497	3,575	0,0003	0,000	
	1	0	20	1	0,402	-0,201	0,497	2,483	0,0033	0,000	
	2	13,1	15	1	0,401	-0,201	0,497	2,958	0,0011	0,000	
	2	13,1	30	1	0,405	-0,201	0,497	1,774	0,0168	0,002	
Autocarri medi e pesanti	3	39,5	40	1	0,412	-0,201	0,497	1,252	0,0560	0,022	
	3	39,5	80	1	0,496	-0,201	0,497	-0,001	1,0029	0,396	
	4	10,5	50	1	0,423	-0,201	0,497	0,842	0,1438	0,015	
	4	10,5	110	1	0,656	-0,201	0,497	-0,535	3,4262	0,360	
Autocarri pesanti	5	7,9	40	1	0,412	-0,201	0,497	1,252	0,0560	0,004	
	5	7,9	160	2	0,496	-0,201	0,497	-0,140	1,3795	0,109	
	6	2,6	60	1	0,440	-0,201	0,497	0,510	0,3093	0,008	
	6	2,6	200	2	0,590	-0,201	0,497	-0,517	3,2887	0,086	
Autotreni e autoarticolati	7	2,6	40	1	0,412	-0,201	0,497	1,252	0,0560	0,001	
	7	2,6	90	1	0,537	-0,201	0,497	-0,203	1,5945	0,041	
	7	2,6	80	1	0,496	-0,201	0,497	-0,001	1,0029	0,026	
	7	2,6	80	1	0,496	-0,201	0,497	-0,001	1,0029	0,026	
	8	2,5	60	1	0,440	-0,201	0,497	0,510	0,3093	0,008	
	8	2,5	100	1	0,590	-0,201	0,497	-0,379	2,3908	0,060	
	8	2,5	100	1	0,590	-0,201	0,497	-0,379	2,3908	0,060	
	8	2,5	100	1	0,590	-0,201	0,497	-0,379	2,3908	0,060	
	8	2,5	100	1	0,590	-0,201	0,497	-0,379	2,3908	0,060	
	8	2,5	100	1	0,590	-0,201	0,497	-0,379	2,3908	0,060	
	9	2,6	160	2	0,496	-0,201	0,497	-0,140	1,3795	0,036	
	10	2,5	60	1	0,440	-0,201	0,497	0,510	0,3093	0,008	
	10	2,5	180	2	0,537	-0,201	0,497	-0,341	2,1933	0,055	
	10	2,5	200	2	0,590	-0,201	0,497	-0,517	3,2887	0,082	
	11	2,6	40	1	0,412	-0,201	0,497	1,252	0,0560	0,001	
	11	2,6	100	1	0,590	-0,201	0,497	-0,379	2,3908	0,062	
	11	2,6	240	3	0,496	-0,201	0,497	-0,221	1,6623	0,043	
	12	2,6	60	1	0,440	-0,201	0,497	0,510	0,3093	0,008	
12	2,6	110	1	0,656	-0,201	0,497	-0,535	3,4262	0,089		
12	2,6	270	3	0,537	-0,201	0,497	-0,422	2,6430	0,069		
Mezzi d'opera	13	0,5	50	1	0,423	-0,201	0,497	0,842	0,1438	0,001	
	13	0,5	120	1	0,735	-0,201	0,497	-0,676	4,7420	0,024	
	13	0,5	390	3	0,830	-0,201	0,497	-1,025	10,5911	0,053	
Autobus	14	0	40	1	0,412	-0,201	0,497	1,252	0,0560	0,000	
	14	0	80	1	0,496	-0,201	0,497	-0,001	1,0029	0,000	
	15	0	60	1	0,440	-0,201	0,497	0,510	0,3093	0,000	
	15	0	100	1	0,590	-0,201	0,497	-0,379	2,3908	0,000	
	16	10,5	50	1	0,423	-0,201	0,497	0,842	0,1438	0,015	
	16	10,5	80	1	0,496	-0,201	0,497	-0,001	1,0029	0,105	

2,06

Il calcolo numero di veicoli commerciali in assi standard da 8,2 t transitanti durante la vita utile ($N_{8,2} = T_n \cdot C_{SN}$) è riportato nella tabella seguente.

Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)

CSN	2,06	Coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
Tn	14.017.033	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica
N8.2	28.807.262	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)

6 VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

La verifica della pavimentazione consiste nel verificare che il numero di assi standard transitanti durante la vita utile della pavimentazione ($N_{8,2}$) risulti inferiore al numero di assi standard sopportabili dalla pavimentazione ($W_{8,2}$).

Dalla tabella riportata di seguito si evince che, **essendo $N_{8,2} < W_{8,2}$ la verifica della pavimentazione è soddisfatta.**

		Verifica della pavimentazione
N8.2	28.807.262	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
W8.2	56.791.729	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione
Esito verifica	verifica soddisfatta	
W8.2 / N8.2	1,97	
(W8.2 - N8.2) / N8.2	97%	