

**CONFERIMENTO CARATTERISTICHE AUTOSTRADALI  
AL RACCORDO SA/AV COMPRESO L'ADEGUAMENTO DELLA S.S. 7  
E 7 BIS FINO ALLO SVINCOLO DI AVELLINO EST DELL'A16  
1° stralcio da Mercato S. Severino allo svincolo di Fratte**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. NA95

**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:**

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

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Marco SANDRUCCI (PROGER S.p.A.)

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

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

**IL PROJECT MANAGER DELL'R.T.I.:**

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

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Giuseppe MELI

PROTOCOLLO

DATA \_\_\_\_\_ 201\_

**CAPOGRUPPO MANDATARIA:**



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI

**MANDANTI:**



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE



Direttore Tecnico:  
Prof. Ing. Franco BRAGA



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Alberto CECCHINI



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Ivo FRESIA

**PROGETTO STRADALE  
PARTE GENERALE**

Relazione di calcolo Pavimentazione Stradale

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. <b>L</b> <b>O</b> <b>4</b> <b>1</b> <b>2</b> <b>A</b> <b>D</b> <b>2001</b>		T00PS00TRARE02_A				
CODICE ELAB.		<b>T</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>P</b> <b>S</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>T</b> <b>R</b> <b>A</b> <b>R</b> <b>E</b> <b>0</b> <b>2</b>			<b>A</b>	
<b>A</b>	Prima emissione		Giugno 2021	Velotta	Listorti	Grimaldi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL METODO "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES"</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ASSE PRINCIPALE</b> .....	<b>5</b>
4.1	Numero di assi standard sopportabile dalla pavimentazione .....	5
4.2	Numero di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione .....	8
4.2.1	Traffico commerciale previsto .....	8
4.2.2	Traffico commerciale in assi standard .....	9
4.3	Verifica della pavimentazione .....	13
<b>5</b>	<b>RAMPE DI SVINCOLO E VIABILITA' COMPLANARI</b> .....	<b>14</b>
5.1	Numero di assi standard sopportabile dalla pavimentazione .....	14
5.2	Numero di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione .....	17
5.2.1	Traffico commerciale previsto .....	17
5.2.2	Traffico commerciale in assi standard .....	18
5.3	Verifica della pavimentazione .....	22

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione è riportata la verifica della pavimentazione stradale prevista nell'ambito Progetto Definitivo **“Conferimento caratteristiche autostradali al raccordo SA/AV compreso l'adeguamento della S.S. 7 e 7 bis fino allo Svincolo di Avellino Est dell'A 16 - 1° stralcio da Mercato S. Severino allo svincolo di Fratte”**.

La configurazione della pavimentazione stradale è riportata nelle tabelle seguenti.

Pavimentazione Asse principale		
Strato	Materiale	Spessore [cm]
usura	conglomerato bituminoso drenante	5
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	8
base	conglomerato bituminoso	20
fondazione	misto cementato	25
sottofondazione	misto granulare	25

Pavimentazione Rampe di svincolo e viabilità complanari		
Strato	Materiale	Spessore [cm]
usura	conglomerato bituminoso	5
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	8
base	conglomerato bituminoso	18
fondazione	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  $\geq 3$  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) e la descrizione del metodo di calcolo utilizzato (Cap. 3), viene riportata la verifica della pavimentazione per l'asse principale (Cap. 4) e per le rampe di svincolo (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.



**PROGER**



**PROGIN**  
Progettazione Grandi Infrastrutture



**INTEGRA**



**IDROESSE**  
ENGINEERING

### 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<sub>f</sub>). 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  $\geq 3$  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 ASSE PRINCIPALE

### 4.1 Numero di assi standard supportabile dalla pavimentazione

La relazione per il calcolo del traffico supportabile 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) supportabile dalla pavimentazione.

$$\text{Log}W_{18} = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot (\log (SN + 1)) - 0.20 + \frac{\log (PSI_{in} - PSI_{fin})}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

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

#### ***Z<sub>r</sub>*** (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  $PSI=PSI_f$  sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni di carico  $N_T$  realmente applicati alla sovrastruttura).

Per le Autostrade 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<sub>o</sub>*** (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 Autostrade, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione, è relativo ad un valore  **$PSI_f = 3$** .

Per il grado di efficienza iniziale viene assunto un valore **PSI<sub>i</sub> = 4,2** poiché si tiene conto delle inevitabili imperfezioni costruttive.

**Mr (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:

$$M_r = 1500 \cdot CBR$$

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.

<b>Mr (modulo resiliente del sottofondo)</b>		
<b>M<sub>d</sub> [Mpa]</b>	<b>50</b>	Modulo di deformazione
<b>CBR [%]</b>	<b>10</b>	Indice CBR
<b>Mr [Mpa]</b>	<b>100</b>	Modulo resiliente in Mpa
<b>Mr [psi]</b>	<b>15000</b>	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 di riferimento:

•  **$a_{\text{usura drenante}} = 0,28$**

•  **$a_{\text{binder}} = 0,40$**

- $a_{base} = 0,28$
- $a_{misto\ cementato} = 0,18$
- $a_{misto\ granulare} = 0,11$
- $m_{strati\ legati\ con\ bitume} = 1$
- $m_{misto\ cementato} = 0,98$
- $m_{misto\ granulare} = 0,95$

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 drenante	5	0,28	1	1,40	
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	8	0,40	1	3,20	
base	conglomerato bituminoso	20	0,28	1	5,60	
fondazione	misto cementato	25	0,18	0,98	4,41	
sottofondazione	misto granulare	25	0,11	0,95	2,61	
		83				
					<b>SN [cm] 17,22</b>	

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]	6,78	Structural Number
PSI i	4,2	Grado di efficienza iniziale della pavimentazione
PSI f	3	Grado di efficienza finale della pavimentazione
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente del sottofondo
LogW8.2	8,35	
W8.2	<b>226.315.935</b>	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione

## 4.2 Numero di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione

### 4.2.1 Traffico commerciale previsto

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

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

dove:

- (TGM Dir) = traffico giornaliero medio direzionale [veicoli/giorno];
- (% Pes) = percentuale di veicoli commerciali [% TGM Dir];
- (% 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 direzionale (TGM Dir) e della percentuale di veicoli commerciali (%Pes) sono stati desunti dai dati riportati nel par. 1.7.2 della Relazione del Quadro di riferimento programmatico dello Studio di Impatto Ambientale.

In particolare, sono stati considerati i valori di TGM Dir e %Pes corrispondenti al massimo traffico giornaliero medio complessivo direzionale riferito ai veicoli commerciali lungo l'asse principale. Tali valori, riferiti all' "Anno 2025-direzione SA-AV-tratta Svincolo-Lancusi-Svincolo A30-Racc. SA-AV", sono i seguenti:

- **TGM Dir = 46.770 veicoli/giorno (traffico giornaliero medio direzionale);**
- **%Pes = 16% (Percentuale di veicoli commerciali).**

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 dati di riferimento adottati, è stato considerato un tasso di crescita pari a r=2,47%.

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

<b>Tn (Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica)</b>		
<b>TGM Dir[veicoli/giorno]</b>	<b>46770</b>	Traffico giornaliero medio complessivo direzionale
<b>%Pes</b>	<b>16%</b>	Percentuale di veicoli commerciali
<b>%Cor pes</b>	<b>90%</b>	Percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo
<b>r</b>	<b>2,47%</b>	Tasso di incremento annuo del traffico
<b>n [anni]</b>	<b>20</b>	Numero di anni di vita utile
<b>giorni / anno</b>	<b>365</b>	Numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali
<b>Tn</b>	<b>62.213.022</b>	

#### 4.2.2 Traffico commerciale in assi standard

Noto 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		

Tipo Veicolo	N° Assi			Distribuzione dei carichi per asse o set di assi
	S	T	Td	
<b>S = asse standard</b>				
<b>T = asse tandem</b>				
<b>Td = asse tridem</b>				

**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:

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

- $C_{SN} (P_i, T_i, PSI_f)$  = 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  **$C_{NS}=2,84$** . 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 Autostrade Extraurbane riportato nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali - BU CNR N.78 del 15/09/1995"**

SN [cm] 17,10	PSI in 4,2	PSI fin 3								
Tipo Veicolo	ni	Pi (kN)	Ti	Bi	G	B*	A	CSNi	CSNi * (ni/100)	
Autocarri leggeri	1	12,2	10	1	0,400	-0,352	0,427	3,617	0,0002	0,000
	1	12,2	20	1	0,400	-0,352	0,427	2,524	0,0030	0,000
	2	0	15	1	0,400	-0,352	0,427	2,999	0,0010	0,000
	2	0	30	1	0,401	-0,352	0,427	1,813	0,0154	0,000
Autocarri medi e pesanti	3	24,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,013
	3	24,4	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,244
	4	14,6	50	1	0,406	-0,352	0,427	0,871	0,1346	0,020
	4	14,6	110	1	0,472	-0,352	0,427	-0,555	3,5884	0,524
Autocarri pesanti	5	2,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,001
	5	2,4	160	2	0,427	-0,352	0,427	-0,139	1,3782	0,033
	6	12,2	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,036
	6	12,2	200	2	0,453	-0,352	0,427	-0,533	3,4145	0,417
Autotreni e autoarticolati	7	2,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,001
	7	2,4	90	1	0,438	-0,352	0,427	-0,212	1,6281	0,039
	7	2,4	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,024
	7	2,4	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,024
	8	4,9	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,014
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	9	2,4	160	2	0,427	-0,352	0,427	-0,139	1,3782	0,033
	10	4,9	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,014
	10	4,9	180	2	0,438	-0,352	0,427	-0,350	2,2395	0,110
	10	4,9	200	2	0,453	-0,352	0,427	-0,533	3,4145	0,167
	11	2,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,001
	11	2,4	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,060
	11	2,4	240	3	0,427	-0,352	0,427	-0,220	1,6607	0,040
	12	4,9	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,014
12	4,9	110	1	0,472	-0,352	0,427	-0,555	3,5884	0,176	
12	2,6	270	3	0,438	-0,352	0,427	-0,431	2,6987	0,070	
Mezzi d'opera	13	0,10	50	1	0,406	-0,352	0,427	0,871	0,1346	0,000
	13	0,10	120	1	0,494	-0,352	0,427	-0,696	4,9606	0,005
	13	0,10	390	3	0,520	-0,352	0,427	-1,039	10,9483	0,011
Autobus	14	0	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,000
	14	0	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,000
	15	0	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,000
	15	0	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,000
	16	12,2	50	1	0,406	-0,352	0,427	0,871	0,1346	0,016
	16	12,2	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,122

**2,85**



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)**

<b>CSN</b>	<b>2,85</b>	Coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
<b>Tn</b>	<b>62.213.022</b>	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica
<b>N8.2</b>	<b>177.055.143</b>	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)

### 4.3 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.**

		<b>Verifica della pavimentazione</b>
<b>N8.2</b>	<b>177.055.143</b>	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)
<b>W8.2</b>	<b>226.315.935</b>	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione
<b>Esito verifica</b>	<b>verifica soddisfatta</b>	
<b>W8.2 / N8.2</b>	<b>1,28</b>	
<b>(W8.2 - N8.2) / N8.2</b>	<b>28%</b>	

## 5 RAMPE DI SVINCOLO E VIABILITA' COMPLANARI

### 5.1 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.

$$\text{Log}W_{18} = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot (\log (SN + 1)) - 0.20 + \frac{\log (PSI_{in} - PSI_{fin})}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

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

#### ***Z<sub>r</sub>* (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  $PSI=PSI_f$  sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni di carico  $N_T$  realmente applicati alla sovrastruttura).

Per le Autostrade 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<sub>o</sub>* (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 Autostrade, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione, è relativo ad un valore  **$PSI_f = 3$** .

Per il grado di efficienza iniziale viene assunto un valore **PSI<sub>i</sub> = 4,2** poiché si tiene conto delle inevitabili imperfezioni costruttive.

**Mr (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:

$$M_r = 1500 \cdot CBR$$

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.

<b>Mr (modulo resiliente del sottofondo)</b>		
<b>M<sub>d</sub> [Mpa]</b>	<b>50</b>	Modulo di deformazione
<b>CBR [%]</b>	<b>10</b>	Indice CBR
<b>M<sub>r</sub> [Mpa]</b>	<b>100</b>	Modulo resiliente in Mpa
<b>M<sub>r</sub> [psi]</b>	<b>15000</b>	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 di riferimento:

- **a<sub>usura</sub> = 0,43**
- **a<sub>binder</sub> = 0,40**

- $a_{base} = 0,28$
- $a_{misto\ cementato} = 0,18$
- $a_{misto\ granulare} = 0,11$
- $m_{strati\ legati\ con\ bitume} = 1$
- $m_{misto\ granulare} = 0,95$

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	0,43	1	2,15	
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	8	0,40	1	3,20	
base	conglomerato bituminoso	18	0,28	1	5,04	
fondazione	misto granulare	15	0,11	0,95	1,57	
		46				
					<b>SN [cm]</b>	<b>11,96</b>

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]	4,71	Structural Number
PSI i	4,2	Grado di efficienza iniziale della pavimentazione
PSI f	3	Grado di efficienza finale della pavimentazione
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente del sottofondo
LogW8.2	7,26	
W8.2	18.081.728	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione

## 5.2 Numero di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione

### 5.2.1 Traffico commerciale previsto

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

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

dove:

- (TGM Dir) = traffico giornaliero medio direzionale [veicoli/giorno];
- (% Pes) = percentuale di veicoli commerciali [% TGM Dir];
- (% 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 direzionale (TGM Dir) e della percentuale di veicoli commerciali (%Pes) sono stati desunti dai dati riportati nel par. 1.7.2 della Relazione del Quadro di riferimento programmatico dello Studio di Impatto Ambientale.

In particolare, sono stati considerati i valori di TGM Dir e %Pes corrispondenti al massimo traffico giornaliero medio complessivo direzionale riferito ai veicoli commerciali lungo le rampe di svincolo. Tali valori, riferiti all' "Anno 2025-direzione AV-SA-tratta Svincolo Lancusi-Svincolo Lancusi-uscita", sono i seguenti:

- **TGM Dir = 7.899 veicoli/giorno (traffico giornaliero medio direzionale);**
- **%Pes = 9% (Percentuale di veicoli commerciali).**

Per quanto riguarda la percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo, è stato considerato che, in corrispondenza delle rampe di svincolo, il 100% di tutti i veicoli commerciali transita sulla corsia di marcia, ovvero % Cor pes = 100%.

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 dati di riferimento adottati, è stato considerato un tasso di crescita pari a r=2,42%.

Il calcolo del numero di veicoli commerciali T<sub>n</sub> 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 Dir[veicoli/giorno]	7899
%Pes	9%
%Cor pes	100%
r	2,42%
n [anni]	20
giorni / anno	365

Traffico giornaliero medio complessivo direzionale  
 Percentuale di veicoli commerciali  
 Percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo  
 Tasso di incremento annuo del traffico  
 Numero di anni di vita utile  
 Numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali

<b>Tn</b>	<b>6.583.279</b>
-----------	------------------

5.2.2 Traffico commerciale in assi standard

Noto 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:

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

dove:

$$G = \log \frac{PSI_i - PSI_f}{2,7} \qquad Bi = 0.40 + \frac{0,081 \cdot (0,225 \cdot P_i + T_i)^{3,23}}{\left(\frac{SN}{2,54} + 1\right)^{5,19} \cdot T_i^{3,23}}$$

- $C_{SN} (P_i, T_i, PSI_i)$  = 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  **$C_{NS}=2,48$** . 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 Autostrade Extraurbane riportato nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali - BU CNR N.78 del 15/09/1995"**

SN [cm] 11,99	PSI in 4,2	PSI fin 3								
Tipo Veicolo	ni	Pi (kN)	Ti	Bi	G	B*	A	CSNi	CSNi * (ni/100)	
Autocarri leggeri	1	12,2	10	1	0,400	-0,352	0,427	3,617	0,0002	0,000
	1	12,2	20	1	0,400	-0,352	0,427	2,524	0,0030	0,000
	2	0	15	1	0,400	-0,352	0,427	2,999	0,0010	0,000
	2	0	30	1	0,401	-0,352	0,427	1,813	0,0154	0,000
Autocarri medi e pesanti	3	24,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,013
	3	24,4	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,244
	4	14,6	50	1	0,406	-0,352	0,427	0,871	0,1346	0,020
	4	14,6	110	1	0,472	-0,352	0,427	-0,555	3,5884	0,524
Autocarri pesanti	5	2,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,001
	5	2,4	160	2	0,427	-0,352	0,427	-0,139	1,3782	0,033
	6	12,2	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,036
	6	12,2	200	2	0,453	-0,352	0,427	-0,533	3,4145	0,417
Autotreni e autoarticolati	7	2,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,001
	7	2,4	90	1	0,438	-0,352	0,427	-0,212	1,6281	0,039
	7	2,4	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,024
	7	2,4	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,024
	8	4,9	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,014
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	8	4,9	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,122
	9	2,4	160	2	0,427	-0,352	0,427	-0,139	1,3782	0,033
	10	4,9	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,014
	10	4,9	180	2	0,438	-0,352	0,427	-0,350	2,2395	0,110
	10	4,9	200	2	0,453	-0,352	0,427	-0,533	3,4145	0,167
	11	2,4	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,001
	11	2,4	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,060
	11	2,4	240	3	0,427	-0,352	0,427	-0,220	1,6607	0,040
	12	4,9	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,014
12	4,9	110	1	0,472	-0,352	0,427	-0,555	3,5884	0,176	
12	2,6	270	3	0,438	-0,352	0,427	-0,431	2,6987	0,070	
Mezzi d'opera	13	0,10	50	1	0,406	-0,352	0,427	0,871	0,1346	0,000
	13	0,10	120	1	0,494	-0,352	0,427	-0,696	4,9606	0,005
	13	0,10	390	3	0,520	-0,352	0,427	-1,039	10,9483	0,011
Autobus	14	0	40	1	0,403	-0,352	0,427	1,286	0,0517	0,000
	14	0	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,000
	15	0	60	1	0,411	-0,352	0,427	0,530	0,2950	0,000
	15	0	100	1	0,453	-0,352	0,427	-0,395	2,4823	0,000
	16	12,2	50	1	0,406	-0,352	0,427	0,871	0,1346	0,016
	16	12,2	80	1	0,427	-0,352	0,427	-0,001	1,0019	0,122

2,48



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)**

<b>CSN</b>	<b>2,48</b>	Coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
<b>Tn</b>	<b>6.583.279</b>	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica
<b>N8.2</b>	<b>16.333.186</b>	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)

### 5.3 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.**

		<b>Verifica della pavimentazione</b>
<b>N8.2</b>	<b>16.333.186</b>	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)
<b>W8.2</b>	<b>18.081.728</b>	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione
<b>Esito verifica</b>	<b>verifica soddisfatta</b>	
<b>W8.2 / N8.2</b>	<b>1,11</b>	
<b>(W8.2 - N8.2) / N8.2</b>	<b>11%</b>	