



**CONSORZIO DI BONIFICA  
TERRE D'APULIA**

# **LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO DELL'ACQUEDOTTO RURALE DELLA MURGIA - SCHEMA SUD -**



## **PROGETTO ESECUTIVO**

Progettista:

Responsabile del Procedimento:



**Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINNI**  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

**Dott. Ing. Giovanni VITONE**  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.3313

**Dott. Ing. Gioacchino ANGARANO**  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.5970

**Dott. Ing. Luigi FANELLI**  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7428

**Dott. Ing. Stefano FRANCAVILLA**  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.4927

**Dott. Ing. Marta BARILE**

Codice

Elaborato

**A15**

**Relazione calcolo pavimentazione stradale**

SCALA

0 GIUGNO - 2022

Emesso per RISCANTRO VERIFICA

039 - ARM - RCPV

Pdf

REV DATA

NOTE

COD.ELABORATO



INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>CALCOLO DELLO SPESSORE DEGLI STRATI DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI PREVISTE IN PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
2.1	Portanza del sottofondo.....	3
2.2	Determinazione del traffico di progetto.....	4
2.3	Progetto e verifica della pavimentazione strade provinciali.....	5
2.3.1	Calcolo del numero di transiti ammissibile .....	5
2.3.2	Calcolo del numero di transiti corrispondente al TGM di progetto .....	7
2.4	Progetto e verifica della pavimentazione strade comunali.....	8
2.4.1	Calcolo del numero di transiti ammissibile .....	8
2.4.2	Calcolo del numero di transiti corrispondente al TGM di progetto .....	10

Codice	Titolo	
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	Pag.1di12



## 1 PREMESSA

La presente relazione viene redatta al solo scopo di verificare che il pacchetto di ripristino degli scavi sia costituito da una stratigrafia idonea a trasmettere al terreno carichi compatibili con la sua portanza.

Codice	Titolo	
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	Pag.2di12



## 2 CALCOLO DELLO SPESSORE DEGLI STRATI DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI PREVISTE IN PROGETTO

Per quando riguarda la sovrastruttura stradale si prevede la realizzazione di un pacchetto caratterizzato da una stratigrafia idonea a trasmettere al terreno carichi compatibili con la sua portanza. La sovrastruttura sarà di tipo flessibile.

### 2.1 Portanza del sottofondo

La portanza o modulo resiliente  $M_R$  è di primaria importanza per la progettazione della pavimentazione:  $M_R$  è un modulo elastico dinamico che tiene conto soltanto della componente viscosa reversibile  $\epsilon_R$  della deformazione del materiale.

Si può porre:

$$M_R = \frac{\sigma_D}{\epsilon_R}$$

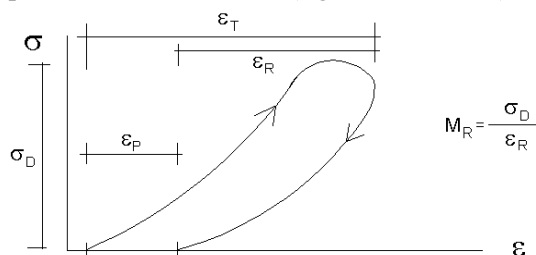
dove  $\sigma_D$  è lo sforzo deviatorico della prova triassiale ed  $\epsilon_R$  è la porzione reversibile della deformazione<sup>1</sup>. Può essere determinato direttamente in laboratorio seguendo le indicazioni della norma statunitense AASHTO T-274-82 (prova di carico ripetuto a compressione triassiale) per il sottofondo ed i materiali non legati; per i materiali stabilizzati con bitume e per gli altri materiali legati, invece, viene determinato con prove a trazione indiretta (ASTM D-4123-82).

Generalmente, si sottopongono in laboratorio provini cilindrici di materiale a stati tensionali di compressione triassiale.

Il provino, posto in una cella triassiale, è soggetto, al generico istante  $t$ , ad una pressione laterale  $\sigma_3$  e sulle basi alla pressione  $\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_D$ .

Durante la prova, solitamente, la  $\sigma_3$  rimane costante mentre il deviatore di tensione  $\sigma_D$  varia ciclicamente.

Conseguentemente anche le deformazioni verticali totali varieranno ciclicamente: la differenza, dopo un assegnato numero di cicli, tra la deformazione totale e quella residua individua la deformazione recuperata o "resiliente"  $\epsilon_R$  (figura successiva).



Andamento tipico di una prova per la determinazione del modulo resiliente (Elliott e Thornton, 1988)

La deformazione totale viene misurata all'inizio mentre quella residua al termine della fase di scarico: tra le due letture delle deformazioni trascorre un intervallo di tempo dell'ordine di

<sup>1</sup> ELLIOTT R.P., THORNTON S.I., *Resilient modulus and AASHTO pavement design*, Transportation Research Record, 1196/1988

Codice	Titolo	Pag.3di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	



alcuni secondi che permette il sostanziale recupero della deformazione elastica viscosa reversibile (elasticità ritardata)<sup>2</sup>.

Nel metodo AASHTO viene preso in considerazione, per quanto riguarda la portanza del piano di appoggio del pacchetto stradale, l'indice CBR. Generalmente si adottano le correlazioni di Heukelom e Klomp tra il modulo resiliente ed il valore effettivo del CBR:

$$M_R = 100 \cdot CBR [kg / cm^2]$$

Di seguito si riportano a titolo indicativo i valori del modulo resiliente utilizzati nella stesura del Catalogo delle sovrastrutture CNR (B.U. 178/95)<sup>3</sup>.

MR [MPa]	CBR [%]	K [kPa/mm]
150	15	100
90	9	60
30	3	20

**Tabella 1: Modulo resiliente del terreno di sottofondo in funzione dell'indice CBR o del coefficiente di reazione K**

Per il calcolo della pavimentazione in oggetto, la portanza o modulo resiliente del piano di posa del pacchetto si assume, cautelativamente, pari a circa 48 MPa, corrispondente ad un CBR 5.

## 2.2 Determinazione del traffico di progetto

È di primaria importanza stabilire il volume di traffico che presumibilmente interesserà la strada durante il periodo di "vita utile", in termini quantitativi e qualitativi.

La componente di traffico che si considera per il calcolo è soltanto quella "pesante", costituita dai veicoli (autocarri, autotreni, autoarticolati, autobus e veicoli speciali) che per le notevoli pressioni trasmesse al suolo, rappresenta la causa prima dell'ammaloramento e degrado della sovrastruttura stradale, ritenendo trascurabili gli effetti relativi agli altri veicoli (autoveicoli e motoveicoli).

Da un attento esame del contesto viario e socio-economico in cui l'infrastruttura si inserisce, si può stimare che i veicoli che quotidianamente impegnano la rete in oggetto sono essenzialmente costituiti da autovetture, quindi veicoli leggeri, e mezzi pesanti, con volumi di punta durante il periodo estivo.

Sulla base di queste semplici, ma fondamentali considerazioni si procederà nei paragrafi a seguire alla progettazione ed alla verifica della pavimentazione stradale.

Il traffico generato e attratto dall'area, per analogia con altre infrastrutture collocate nel contesto socio-economico simile e analoghe per funzione territoriale (collegamento dell'entroterra salentino con la fascia costiera), e sulla scorta di modelli di generazione di letteratura, può essere quantificato con un  $TGM = 7'000$  veic/g per entrambe le direzioni, con una incidenza di traffico pesante pari al 15%.

Con questi dati saranno condotti nel prosieguo della presente relazione la verifica ed il progetto della pavimentazione stradale.

<sup>2</sup> GIANNATASIO P., CALIENDO C., ESPOSITO L., FESTA B., PELLECCIA W., *Portanza dei sottofondi*, Fondazione Politecnica per il Mezzogiorno d'Italia, Napoli, 1990

<sup>3</sup> DOMENICHINI L., GIANNATASIO P., MARCHIONNA A. et alii, *Criteri di dimensionamento delle sovrastrutture di catalogo*, Fondazione Politecnica per il Mezzogiorno d'Italia, Napoli, 1993

Codice	Titolo	
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	Pag.4di12



## 2.3 Progetto e verifica della pavimentazione strade provinciali

### 2.3.1 Calcolo del numero di transiti ammissibile

Il predimensionamento della pavimentazione in oggetto prevede i seguenti strati:

- usura in cgb cm 3
  - strato di collegamento in CGB cm 7
  - strato di fondazione in misto granulare stabilizzato cm 15
  - strato di sottofondazione in misto cementato (spessore minimo considerato = 30 cm) cm 30
- per uno spessore complessivo di pavimentazione pari a **55 centimetri**.

La verifica di tale pacchetto è stata condotta applicando il metodo AASHTO (1986 – 1993).

Il metodo empirico proposto dalla AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), basato sull'osservazione diretta del comportamento di strutture già realizzate, è forse il più utilizzato e ancora oggi sembra assai valido, sebbene sia stato sensibilmente modificato rispetto alla stesura originale del 1960.

Esso fornisce il numero di passaggi  $W_{8.2}$  di un asse "standard" di 8.2 t (80 kN) compatibile con la sovrastruttura stradale.

Il numero di passaggi  $W_{8.2}$  in questione è dato dalla seguente relazione:

$$\log N_{8.2} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_R - 8.07$$

dove:

SN Structural Number o indice di spessore, espresso in pollici (1" = 2.54 cm);

$Z_R, S_o$  deviazioni standard associate all'affidabilità di progetto R;

$\Delta PSI$  differenza tra il valore iniziale e finale dell'indice PSI;

MR modulo resiliente effettivo del terreno di supporto, in psi (1 psi = 7.03e-2 kg/cm<sup>2</sup>).

L'indice di spessore SN (structural number) è pari alla somma dei prodotti degli spessori previsti (in pollici) per i coefficienti strutturali propri di ogni materiale:

$$SN = \sum_i s_i \cdot a_i$$

I valori dei coefficienti strutturali utilizzati sono riportati di seguito:

- strato di usura in conglomerato bituminoso 0.41
- strato di collegamento in conglomerato bituminoso 0.41
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato 0.13
- strato di sottofondazione in misto cementato 0.28
- -

Il modulo resiliente, corrispondente ad un CBR 5 (cfr. par. 3.1) è pari a 48 MPa.

Codice	Titolo	Pag.5di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	



L'affidabilità R (reliability) esprime la probabilità che il numero di applicazioni di carico  $N_t$  che la struttura può sopportare prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale (PSI<sub>fin</sub>) sia maggiore o uguale al numero di applicazioni di carico  $N_T$  che realmente sono applicati alla sovrastruttura nel periodo di progettazione T considerato (vita utile):

$$R(\%) = 100 \cdot \text{Pr ob}(N_t \geq N_T)$$

In sintesi R esprime la probabilità di sopravvivenza della strada in relazione al periodo di vita utile prefissato e le grandezze  $Z_R$  ed  $S_0$  sono strettamente collegate a tale affidabilità.

$Z_R$  rappresenta il valore della variabile standardizzata  $\delta_0$  al quale corrisponde la probabilità R che si abbiano valori ad esso superiori. Considerando l'espressione di  $\delta_0$ , l'affidabilità può essere riscritta come  $R(\%) = 100 \cdot \text{Pr ob}(\delta_0 \geq 0)$  con  $\delta_0$  variabile aleatoria caratterizzata da una legge di probabilità normale e deviazione standard  $S_0$ . Per quest'ultimo parametro, nel caso di pavimentazioni **flessibili** solitamente si assume un valore compreso tra 0.40 e 0.50 tenendo conto dell'errore che si commette sul traffico e sulle prestazioni previste per la sovrastruttura.

Nella successiva Tabella 2 si riportano i valori di  $Z_R$  in funzione di  $R^4$ .

R	$Z_R$	R	$Z_R$	R	$Z_R$
50	0.000	90	-1.282	96	-1.751
60	-0.253	91	-1.340	97	-1.881
70	-0.524	92	-1.405	98	-2.054
75	-0.674	93	-1.476	99	-2.327
80	-0.841	94	-1.555	99.9	-3.090
85	-1.037	95	-1.645	99.99	-3.750

**Tabella 2: Valori della deviazione standard  $Z_R$  associate all'affidabilità di progetto R**

Si rammenta che per "vita utile" si intende il periodo oltre il quale la degradazione subita dalla strada rende necessari importanti interventi di manutenzione straordinaria, al limite il suo completo rifacimento.

Il "Present Serviceability Index", PSI, rappresenta numericamente il grado di ammaloramento della strada, potendo variare da 0 (pessimo) a 5 (ottimo). Il valore iniziale si assume convenzionalmente pari a 4,2 mentre quello finale varia a seconda dei casi.

In questa sede, essendo la strada in oggetto classificabile come **strada extraurbana secondaria**, con riferimento alla tabella 9 del Catalogo CNR, il valore finale del PSI si assume pari a 2.50 ( $\Delta\text{PSI}=2.30$ ) e l'affidabilità di progetto R al 90%. Conseguentemente  $Z_R = -1,282$  e  $S_0 = 0,5$ .

Nel nostro caso SN risulta pari a 5,95".

Quindi, il numero di transiti ammissibile di assi ESAL da 8,2 ton (18 Kips) per la pavimentazione oggetto di questa verifica risulta:

$$W_{18} = 54'176'336$$

<sup>4</sup> AASHTO, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*, published by the American Association of State Highway and Transportation Officials, 1985

Codice	Titolo	Pag.6di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	



### 2.3.2 Calcolo del numero di transiti corrispondente al TGM di progetto

Di seguito si determinerà il numero di transiti in assi equivalenti (ESAL) da 8.2 ton (18 Kips) per una vita utile di 30 anni, secondo la relazione di seguito riportata:

$$W_{18} = \text{TGM} \times (\text{gg}) \times (\text{n.sett}) \times (\text{pd}) \times (\text{p}) \times (\text{pl}) \times (\text{d}) \times (\text{T8}) \times ((1+\text{r})^{(\text{n}-1)})/(\text{r})$$

dove:

- TGM (traffico giornaliero medio in veic/g)
- Numero giorni commerciali per settimana (gg)
- Numero settimane commerciali per anno (n.sett)
- Aliquota di traffico per direzione più carica (pd)
- Percentuale veicoli commerciali (p)
- Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl)
- Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d)
- Numero medio di assi per veicolo commerciale (na)
- Tasso crescita traffico durante la vita utile (r)
- Vita utile in anni (n)
- Transiti da 8 t (T8).

Ai parametri su elencati sono stati attribuiti i seguenti valori:

TGM =							7'000
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =							5
Numero settimane commerciali per anno (n.sett.) =							52
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =							0,5
Percentuale veicoli commerciali (p) =							0,15
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =							1
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =							0,8
Numero medio di assi per veicolo commerciale (na) =							2
Tasso crescita traffico durante la vita utile r =							0,02
Vita utile in anni (n) =							30

Per quanto riguarda il parametro T8, questo è dato dalla sommatoria delle frequenze, opportunamente corrette, dei vari tipi di assi di veicoli commerciali che possono transitare sul tipo di strada in esame, distinti per peso e distribuiti secondo un cosiddetto “spettro di traffico” tipico per la strada in esame (cfr. ad esempio gli spettri di traffico della tabella 3 del Catalogo pavimentazioni CNR e si vedano le prime due colonne da sinistra della tabella successiva).

Codice	Titolo	Pag.7di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	





Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4 <sup>a</sup> potenza	Transiti da 8 t
1	0,0%	0,00024	0,00%
2	13,1%	0,00391	0,05%
3	13,1%	0,01978	0,26%
4	55,2%	0,06250	3,45%
5	21,5%	0,15259	3,28%
6	10,2%	0,31641	3,23%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	89,2%	1,00000	89,20%
9	15,4%	1,60181	24,67%
10	20,3%	2,44141	49,56%
11	13,1%	3,57446	46,83%
12	0,5%	5,06250	2,53%
13	1,5%	6,97290	10,46%
<b>TOTALE</b>	<b>253,1%</b>	<b>TOTALE</b>	<b>233,51%</b>

Le frequenze su citate, come accennato sopra, vengono opportunamente corrette con coefficienti moltiplicativi (cfr. la terza colonna da sinistra della tabella precedente) la cui formulazione è ricavata per via empirica, rapportano il generico carico  $q$  a quello standard, e tengono conto del fatto che all'aumentare del carico, il danno arrecato alla pavimentazione aumenta in maniera esponenziale.

Nel caso in esame, dunque, considerando lo spettro di strada secondaria extraurbana a forte traffico (per la presenza di elevata percentuale di veicoli pesanti) il valore di  $T_8$  è pari a 2,3351.

Infine, applicando la formula, il numero di assi cumulati standard equivalenti da 8.2 ton, transitanti complessivamente sulla strada in oggetto sarà pari a:

$$N = 10'344'690 \text{ (vita utile 30 anni).}$$

Il valore  $N$  risulta inferiore al valore ammissibile  $W_{18}$  e pertanto la verifica ha avuto esito positivo.

## 2.4 Progetto e verifica della pavimentazione strade comunali

### 2.4.1 Calcolo del numero di transiti ammissibile

Il predimensionamento della pavimentazione in oggetto prevede i seguenti strati:

- usura in cgb cm 3
- strato di collegamento in CGB cm 7
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato cm 20

per uno spessore complessivo di pavimentazione pari a **30 centimetri**.

La verifica di tale pacchetto è stata condotta applicando il metodo AASHTO (1986 – 1993).

Il metodo empirico proposto dalla AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), basato sull'osservazione diretta del comportamento di strutture già realizzate, è forse il più utilizzato e ancora oggi sembra assai valido, sebbene sia stato sensibilmente modificato rispetto alla stesura originale del 1960.

Codice	Titolo	Pag.8di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	



Esso fornisce il numero di passaggi  $W_{8.2}$  di un asse "standard" di 8.2 t (80 kN) compatibile con la sovrastruttura stradale.

Il numero di passaggi  $W_{8.2}$  in questione è dato dalla seguente relazione:

$$\log N_{8.2} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_R - 8.07$$

dove:

SN Structural Number o indice di spessore, espresso in pollici (1" = 2.54 cm);

$Z_R, S_o$  deviazioni standard associate all'affidabilità di progetto R;

$\Delta PSI$  differenza tra il valore iniziale e finale dell'indice PSI;

MR modulo resiliente effettivo del terreno di supporto, in psi (1 psi = 7.03e-2 kg/cm<sup>2</sup>).

L'indice di spessore SN (structural number) è pari alla somma dei prodotti degli spessori previsti (in pollici) per i coefficienti strutturali propri di ogni materiale:

$$SN = \sum_i s_i \cdot a_i$$

I valori dei coefficienti strutturali utilizzati sono riportati di seguito:

- strato di usura in conglomerato bituminoso 0.41
- strato di collegamento in conglomerato bituminoso 0.41
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato 0.13

Il modulo resiliente, corrispondente ad un CBR 5 (cfr. par. 3.1) è pari a 48 MPa.

L'affidabilità R (reliability) esprime la probabilità che il numero di applicazioni di carico  $N_i$  che la struttura può sopportare prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale (PSIfin) sia maggiore o uguale al numero di applicazioni di carico  $N_T$  che realmente sono applicati alla sovrastruttura nel periodo di progettazione T considerato (vita utile):

$$R(\%) = 100 \cdot \Pr ob(N_i \geq N_T)$$

In sintesi R esprime la probabilità di sopravvivenza della strada in relazione al periodo di vita utile prefissato e le grandezze  $Z_R$  ed  $S_o$  sono strettamente collegate a tale affidabilità.

$Z_R$  rappresenta il valore della variabile standardizzata  $\delta_o$  al quale corrisponde la probabilità R che si abbiano valori ad esso superiori. Considerando l'espressione di  $\delta_o$ , l'affidabilità può essere riscritta come  $R(\%) = 100 \cdot \Pr ob(\delta_o \geq 0)$  con  $\delta_o$  variabile aleatoria caratterizzata da una legge di probabilità normale e deviazione standard  $S_o$ . Per quest'ultimo parametro, nel caso di pavimentazioni **flessibili** solitamente si assume un valore compreso tra 0.40 e 0.50 tenendo conto dell'errore che si commette sul traffico e sulle prestazioni previste per la sovrastruttura.

Nella successiva Tabella 2 si riportano i valori di  $Z_R$  in funzione di  $R^5$ .

<sup>5</sup> AASHTO, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*, published by the American Association of State Highway and Transportation Officials, 1985

Codice	Titolo	Pag.9di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	



R	Z <sub>R</sub>	R	Z <sub>R</sub>	R	Z <sub>R</sub>
50	0.000	90	-1.282	96	-1.751
60	-0.253	91	-1.340	97	-1.881
70	-0.524	92	-1.405	98	-2.054
75	-0.674	93	-1.476	99	-2.327
80	-0.841	94	-1.555	99.9	-3.090
85	-1.037	95	-1.645	99.99	-3.750

**Tabella 2: Valori della deviazione standard Z<sub>R</sub> associate all'affidabilità di progetto R**

Si rammenta che per "vita utile" si intende il periodo oltre il quale la degradazione subita dalla strada rende necessari importanti interventi di manutenzione straordinaria, al limite il suo completo rifacimento.

Il "Present Serviceability Index", PSI, rappresenta numericamente il grado di ammaloramento della strada, potendo variare da 0 (pessimo) a 5 (ottimo). Il valore iniziale si assume convenzionalmente pari a 4,2 mentre quello finale varia a seconda dei casi.

In questa sede, essendo la strada in oggetto classificabile come **strada extraurbana secondaria**, con riferimento alla tabella 9 del Catalogo CNR, il valore finale del PSI si assume pari a 2.50 ( $\Delta\text{PSI}=2.30$ ) e l'affidabilità di progetto R al 90%. Conseguentemente  $Z_R = -1,282$  e  $S_0 = 0,5$ .

Nel nostro caso SN risulta pari a 3,25".

Quindi, il numero di transiti ammissibile di assi ESAL da 8,2 ton (18 Kips) per la pavimentazione oggetto di questa verifica risulta:

$$W_{18} = 661'763$$

**661 763**

#### **2.4.2 Calcolo del numero di transiti corrispondente al TGM di progetto**

Di seguito si determinerà il numero di transiti in assi equivalenti (ESAL) da 8.2 ton (18 Kips) per una vita utile di 30 anni, secondo la relazione di seguito riportata:

$$W_{18} = \text{TGM} \times (\text{gg}) \times (\text{n.sett}) \times (\text{pd}) \times (\text{p}) \times (\text{pl}) \times (\text{d}) \times (\text{T8}) \times \frac{((1+r)^{(n)} - 1)}{r}$$

dove:

- TGM (traffico giornaliero medio in veic/g)
- Numero giorni commerciali per settimana (gg)
- Numero settimane commerciali per anno (n.sett)
- Aliquota di traffico per direzione più carica (pd)
- Percentuale veicoli commerciali (p)
- Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl)
- Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d)
- Numero medio di assi per veicolo commerciale (na)
- Tasso crescita traffico durante la vita utile (r)

Codice	Titolo	Pag.10di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	



- Vita utile in anni (n)
- Transiti da 8 t (T8).

Ai parametri su elencati sono stati attribuiti i seguenti valori:

TGM =	700
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =	5
Numero settimane commerciali per anno (n.sett.) =	52
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =	0.5
Percentuale veicoli commerciali (p) =	0.05
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =	1
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =	0.8
Numero medio di assi per veicolo commerciale (na) =	2
Tasso crescita traffico durante la vita utile r =	0.02
Vita utile in anni (n) =	30

Per il traffico transitante sulle strade comunali si stima una incidenza del 10% sul TGM totale dell'asta principale, pari ad un TGM = 700 veic/g, con frazione del traffico pesante pari al 5%.

Per quanto riguarda il parametro T8, questo è dato dalla sommatoria delle frequenze, opportunamente corrette, dei vari tipi di assi di veicoli commerciali che possono transitare sul tipo di strada in esame, distinti per peso e distribuiti secondo un cosiddetto "spettro di traffico" tipico per la strada in esame (cfr. ad esempio gli spettri di traffico della tabella 3 del Catalogo pavimentazioni CNR e si vedano le prime due colonne da sinistra della tabella successiva).

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4 <sup>a</sup> potenza	Transiti da 8 t
1	0,0%	0,00024	0,00%
2	13,1%	0,00391	0,05%
3	13,1%	0,01978	0,26%
4	55,2%	0,06250	3,45%
5	21,5%	0,15259	3,28%
6	10,2%	0,31641	3,23%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	89,2%	1,00000	89,20%
9	15,4%	1,60181	24,67%
10	20,3%	2,44141	49,56%
11	13,1%	3,57446	46,83%
12	0,5%	5,06250	2,53%
13	1,5%	6,97290	10,46%
<b>TOTALE</b>	<b>253,1%</b>	<b>TOTALE</b>	<b>233,51%</b>

Le frequenze su citate, come accennato sopra, vengono opportunamente corrette con coefficienti moltiplicativi (cfr. la terza colonna da sinistra della tabella precedente) la cui formulazione è ricavata per via empirica, rapportano il generico carico q a quello standard, e tengono conto del fatto che all'aumentare del carico, il danno arrecato alla pavimentazione aumenta in maniera esponenziale.

Codice	Titolo	Pag.11di12
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	



Nel caso in esame, dunque, considerando lo spettro di strada secondaria extraurbana a forte traffico (per la presenza di elevata percentuale di veicoli pesanti) il valore di T8 è pari a 2,3351.

Infine, applicando la formula, il numero di assi cumulati standard equivalenti da 8.2 ton, transitanti complessivamente sulla strada in oggetto sarà pari a:

$$N = 344'823 \text{ (vita utile 30 anni).}$$

Il valore N risulta inferiore al valore ammissibile  $W_{18}$  e pertanto la verifica ha avuto esito positivo.

Codice	Titolo	
A.15	Relazione calcolo pavimentazione stradale	Pag.12di12