

VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA IN TERRA STABILIZZATA A CALCE IDRATA E CEMENTO IN TERMINI DI RESISTENZA AI CARICHI INDOTTI DAL TRANSITO DEI VEICOLI, DI ADERENZA SUFFICIENTE ALL'AVANZAMENTO IN SICUREZZA DEI MEZZI E DI DURABILITÀ

VERIFICA DI RESISTENZA E DURABILITA' DELLA PAVIMENTAZIONE (METODO AASHTO)

Il metodo empirico proposto dalla AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), basato sull'osservazione diretta del comportamento di strutture già realizzate.

DETERMINAZIONE TRAFFICO AMMISSIBILE W_{18}

L'espressione analitica assunta nell'AASHTO Guide come relazione fondamentale di dimensionamento per il transito ammissibile W_{18} è la seguente:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \log(SN+1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

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;
DPSI 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/cm²).

L'indice di spessore SN (structural number) è pari = SNSG + 0,0394 Σsi·di·ai (somma dei prodotti degli spessori previsti in pollici per i coefficienti strutturali propri di ogni materiale.

Strato di base in terra stabilizzata calce e cemento:

- spessore minimo 150 mm
- coefficiente strutturale strato di base in terra stabilizzata calce e cemento 0.16

Risulta :

$$SNSG = 0,608109508302156$$

$$SN = 1,55370950830216$$

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_{fin}) 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):

$$R (\%) = 100 \times \Pr ob (N_t \geq N_T)$$

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.

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 4,8 mentre quello finale varia a seconda dei casi: in questa sede, essendo la strada in oggetto una pista forestale, il valore finale del PSI si assume cautelativamente pari a 2.8 (DPSI=2.0) e l'affidabilità di progetto R al 90%.

Conseguentemente $Z_R = -1.282$ e $S_0 = 0.45$.

Infine, il modulo resiliente MR che caratterizza la capacità portante dello strato di appoggio della sovrastruttura si adotta la correlazione di Heukelom e Klomp tra il modulo resiliente ed il valore del CBR valutato pari a 5 :

$$MR = 100 \text{ CBR [kg / cm}^2\text{]} = 7006,46 \text{ psi}$$

Pertanto la formula AASHTO fornisce un valore ammissibile pari a :

$$\mathbf{W_{18} = 7431} \quad (\text{Assi standard da 8 t})$$

DETERMINAZIONE TRAFFICO DI PROGETTO W18

UTILIZZO EFFETTIVO DELLA PISTA FORESTALE IN PROGETTO

Gli interventi forestali prevedono una superficie complessiva al taglio nei 5 anni successivi al completamento della pista di circa 35 ettari, per una massa al taglio di circa 4000 ton corrispondenti ad un transito medio annuo di circa 800 ton.

Utilizzando un trattore doppia trazione di potenza media di 100 Hp con a traino (massa in esercizio circa 5 Ton, pari a 2,5 ton/asse) un carro trazionato a doppio ponte con asse anteriore sterzante, con portata utile di 8 ton + 1,5 ton di tara si giunge ad ipotizzare:

- un carico/asse pari a $\text{Ton } 9,5/2 = 4,75 \text{ Ton/asse}$,
- un numero di viaggi anno di 100 (n. 2/gg*50 gg).

Dopo il quinto anno le attività selvicolturali svolte su lotti futuri potranno prevedere una massa legnosa transitata/anno di circa 200 ton, con stesso carico e circa 25 viaggi/anno.

DETERMINAZIONE DI TIPO SINTETICA (A FAVORE DI SICUREZZA)

Numero assi al giorno per corsia =	12	assi/giorno
Peso asse =	4,75	tonnellate
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =	5	
Numero settimane commerciali per anno (n.sett.) =	10	
Tasso crescita traffico durante la vita utile (r) =	0,1	
Vita utile in anni (n) =	20	
Numero transiti totali W_{18} =	4271	Assi da 8 t (equivalenti)

Risulta, quindi, che il numero di passaggi previsti pari a 4271 è inferiore al numero dei passaggi ammessi pari 7431, per cui la pavimentazione in progetto risulta verificata.

In definitiva la verifica degli spessori assunti nella presente relazione ha dato esito positivo, con un coefficiente di sicurezza superiore all'unità e quindi detti spessori si assumeranno validi per la realizzazione della relativa pavimentazioni stradali.

VERIFICA DI ADERENZA

L'attrito radente è dovuto allo strisciamento tra le superfici di corpi solidi a contatto ed è espresso dalla formula:

$$Fr = \mu_r \times F_v$$

dove Fr è la forza di attrito radente, μ_r il **coefficiente di attrito radente** e F_v la componente perpendicolare al piano di appoggio della risultante delle forze agenti sul corpo. Per un corpo appoggiato su un piano orizzontale è semplicemente uguale a F_p , forza peso del corpo; per un corpo appoggiato su un piano inclinato di un angolo α rispetto all'orizzontale risulta invece

$$F_v = F_p \times \cos \alpha$$

Il coefficiente d'attrito è una grandezza adimensionale e dipende dai materiali delle due superfici a contatto e dal modo in cui sono state lavorate.

Il coefficiente di attrito statico μ_{rs} è sempre maggiore o uguale al coefficiente d'attrito dinamico μ_{rd} per le medesime superfici. Dal punto di vista microscopico, esso è dovuto alle forze di interazione tra gli atomi dei materiali a contatto. Questo implica che la forza necessaria al primo distacco (cioè per far sì che i corpi inizino a strisciare) è superiore a quella necessaria a tenerli in strisciamento. Il coefficiente di attrito statico è uguale alla tangente dell'angolo massimo raggiungibile tra le due forze prima che uno dei due corpi cominci a scivolare lungo l'altro (angolo di attrito).

La forza di attrito, definita dalla prima delle due formule scritte sopra, rappresenta la *forza di attrito massima* che si manifesta nel contatto tra due superfici.

Considerando la massima pendenza prevista in progetto pari a 25% (14°) avremo per il singolo asse :

$$F_v = F_p \times \cos \alpha = 4610 \text{ kg}$$

$$F_o = F_p \times \sin \alpha = 1150 \text{ kg}$$

Forza di attrito radente

Strato di base in terra stabilizzata calce e cemento:

- spessore minimo 150 mm
- coefficiente di attrito statico radente μ_{rs} 0.65 (in assenza di valori reali, a favore di sicurezza si considera il 50% del valore per sottofondo granulare riportati nella CNR-DT 211/2014)

$$F_r = \mu_{rs} \times F_v = 2996 \text{ kg}$$

Essendo la forza parallela al suolo trasmetta dal mezzo inferiore al forza di attrito statica radente l'aderenza ruota/piano viabile risulta sufficiente all'avanzamento del mezzo in sicurezza scongiurandone lo slittamento.

----- 00000000 -----

Per quanto sopra esposto, i sottoscritti Dott. For. Guido Locatelli e Dott. Ing. Francesco Grappone, in qualità di tecnici progettisti per la realizzazione di nuova viabilità silvopastorale permanente in località Folecchio nei Comuni di Rossa (VC) e Balmuccia (VC)

DICHIARANO

che la "sovrastuttura in terra stabilizzata a calce idrata e cemento" a progetto, dello spessore minimo di cm.15, risulta idonea, in termini di resistenza ai carichi indotti dal transito dei veicoli previsti, di aderenza sufficiente all'avanzamento in sicurezza dei mezzi e di durabilità, con prestazioni analoghe a quelle della sovrastuttura descritta dal paragrafo 4.3.3. delle linee guida.

Rossa, 30.08.2018

Guido Locatelli
Dottore Forestale



Francesco Grappone

Ingegnere
Dott. Ing.
Francesco Grappone
Albo Ingegneri
Novara n. 1739