

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E
TANGENZIALE DI BOLOGNA
INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE
INTERMEDIA DI PIANURA

PROGETTO DEFINITIVO


CORPO STRADALE

OPERE COMPLEMENTARI PAVIMENTAZIONI

Relazione di progetto delle pavimentazioni

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Stefano Santambrogio Ord. Ingg. Milano N. A27107 Responsabile Analisi Trasportistiche e pavimentazioni	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola Ord. Ingg. Milano N. A26796 T.A. - Strade
--	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE - SCALA
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111443	0000	PD	RQ	OPC	PA000	00000	R	ATR	0003	-0	

	ENGINEER COORDINATOR: Arch. Flavio Camboni Ing. Raffaele Rinaldesi		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
					n.	data
	REDATTO:		VERIFICATO:		0	DICEMBRE 2021

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI
--	--	---

Sommario

1	PREMESSA	3
PARTE 1: DIMENSIONAMENTO PAVIMENTAZIONI		4
2	METODOLOGIA E CRITERI DI VERIFICA	5
2.1	METODOLOGIA	5
2.2	CRITERIO DI VERIFICA	6
3	DATI DI INPUT	7
3.1	PORTANZA TERRENO DI SOTTOFONDO	7
3.2	CARATTERISTICHE MATERIALI SOVRASTRUTTURA	7
3.2.1	Misto granulare non legato	7
3.2.2	Conglomerati bituminosi.....	7
3.3	TEMPERATURA DELLA PAVIMENTAZIONE	8
3.4	FLUSSI DI TRAFFICO E NUMERO DI RIPETIZIONI DI CARICO DI PROGETTO	9
3.5	RIEPILOGO DATI DI INPUT	9
4	RISULTATI DIMENSIONAMENTO: SOVRASTRUTTURE DI PROGETTO	10
4.1	NUOVE PAVIMENTAZIONI	10
4.1.1	Viabilità principale – TIPO P1A.....	10
4.1.2	Viabilità principale su impalcato – TIPO P1B	10
4.1.3	Accessi privati – TIPO P1C	11
4.1.4	Strada interpoderale – TIPO P1D	11
4.1.5	Pista ciclabile – TIPO P1E	12
4.1.6	Marciapiede – TIPO P1F.....	12
4.2	SISTEMAZIONE A VERDE ISOLA DIVISIONALE	13
4.3	SINTESI RISULTATI DELLE VERIFICHE	13
PARTE 2: LAVORAZIONI		14
5	PREMESSA	15
6	NUOVE PAVIMENTAZIONI	16
6.1	LAVORAZIONE L1A	16
6.2	LAVORAZIONE L1ABIS	16
6.3	LAVORAZIONE L1B	16
6.4	LAVORAZIONE L1C	16
6.5	LAVORAZIONE L1CBIS	16
6.6	LAVORAZIONE L1D	17
6.7	LAVORAZIONE L1E.....	17
6.8	LAVORAZIONE L1F.....	17
7	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	18
ALLEGATI		19
ALLEGATO A: ELABORAZIONE DEI DATI DI TEMPERATURA		19
ALLEGATO B: ELABORAZIONE DEI DATI DI TRAFFICO		20
ALLEGATO C: ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI ALLE MISCELE BITUMINOSE		22
ALLEGATO D: QUANTITA' RIPORTATE NEL COMPUTO NON DEDUCIBILI DALLE SEZIONI TRASVERSALI O DAGLI ELABORATI STRUTTURALI		26
ALLEGATO E: VERIFICA STRUTTURALE DELLE PAVIMENTAZIONI.....		27

Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 3-1. RIEPILOGO DATI DI INPUT	9
FIGURA 4-1. COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA VIABILITÀ PRINCIPALE – TIPO P1A	10
FIGURA 4-2. COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA VIABILITÀ PRINCIPALE SU IMPALCATO – TIPO P1B	11
FIGURA 4-3. COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA ACCESSI PRIVATI– TIPO P1C	11
FIGURA 4-4. COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA STRADA INTERPODERALE – TIPO P1D	11
FIGURA 4-5. COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA PISTA CICLABILE – TIPO P1E	12
FIGURA 4-6. COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA MARCIAPIEDE – TIPO P1F	12
FIGURA 4-7. COMPOSIZIONE SISTEMAZIONE A VERDE ISOLA DIVISIONALE	13
TABELLA 4-1. RISULTATI DELLA VERIFICA STRUTTURALE	13

1 PREMESSA

Nel presente documento vengono illustrati i risultati del dimensionamento delle **nuove pavimentazioni** previste nell'ambito del progetto. Vengono altresì presentate le lavorazioni inerenti le pavimentazioni.

L'impostazione della presente relazione prevede le seguenti due parti:

1. Dimensionamento delle pavimentazioni: presentazione della metodologia adottata, del criterio di verifica e dei pacchetti risultanti.
2. Lavorazioni: presentazione delle lavorazioni inerenti le pavimentazioni rappresentate graficamente nell'elaborato ATR0004.

PARTE 1: DIMENSIONAMENTO PAVIMENTAZIONI

2 METODOLOGIA E CRITERI DI VERIFICA

2.1 METODOLOGIA

La metodologia utilizzata nel dimensionamento delle pavimentazioni è quella proposta dall'Asphalt Institute [1]. Questa tratta separatamente la fessurazione a fatica dei conglomerati, messa in relazione con la massima deformazione di trazione degli strati legati a bitume, e la formazione di ormaie, messa in relazione con la massima deformazione di compressione che si realizza sulla sommità del sottofondo. Il raggiungimento delle condizioni ultime (raggiungimento del Danno unitario) corrisponde, secondo quanto indicato negli studi dell'Asphalt Institute, ad una fessurazione sul 20% della superficie della pavimentazione ed alla formazione di ormaie aventi una profondità di 1.27 cm.

Per tener conto di diverse proprietà volumetriche della miscela rispetto a quelle inizialmente considerate dal modello (7% di vuoti e 11% di bitume effettivo), la curva di fatica utilizzata è quella dell'Asphalt Institute corretta come di seguito riportato [2].

$$N_f = A * 0,00432 * C * \varepsilon_t^{-3,291} * |E^*|^{-0,854}$$

Dove:

- A, Field Shift Factor (FSF) è pari a 18,4 è stato calibrato sul 20% di fessure per fatica nell'area di impronta;
- $C = 10^M$
- $M = 4,84 * \left(\frac{V_{b \text{ effettivo}}}{V_a + V_{b \text{ effettivo}}} - 0,69 \right)$
- E^* è il modulo dinamico in psi
- $V_{b \text{ effettivo}}$ è il volume % effettivo di bitume;
- V_a è il volume dei vuoti %.

Le caratteristiche volumetriche utilizzate per la correzione della curva di fatica, in accordo con le Norme Tecniche, sono le stesse utilizzate in fase di definizione dei moduli dei materiali componenti la pavimentazione (vedi capitolo 3.2).

La verifica razionale delle pavimentazioni è effettuata utilizzando una schematizzazione di multi-strato elastico ed impiegando il codice di calcolo KENLAYER [3]. Il software è stato utilizzato per la determinazione dello stato tenso-deformativo.

Si è ipotizzato il raggiungimento di condizioni di perfetta aderenza tra gli strati legati a bitume e aderenza nulla tra questi e la fondazione. Condizioni di perfetta aderenza sono ipotizzate anche tra fondazione e terreno di sottofondo.

Il traffico commerciale di progetto transitante è determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN, tramite il coefficiente di carico equivalente (Load Equivalency Factor, LEF), facendo riferimento alla legge della quarta potenza per la quale:

$$LEF_x = \left(\frac{P_x}{P_{ref}} \right)^4$$

dove P_x è il carico per asse generico e P_{ref} è il carico per asse di riferimento (80kN).

La configurazione geometrica utilizzata prevede due impronte circolari di raggio 89,2 mm (a cui corrisponde una pressione di gonfiaggio di 800 kPa) distanziate trasversalmente di 0,315 metri.

Si rimanda all'**Allegato B** per ulteriori approfondimenti sulla determinazione del coefficiente di equivalenza, assunto pari a 2,5.

Ai fini del calcolo strutturale, il numero di ripetizioni di carico di progetto è espresso in termini di assi equivalenti/mese.

I flussi di traffico sono distribuiti omogeneamente nei 12 periodi mensili e così associati alle corrispondenti caratteristiche tenso-deformative degli strati legati a bitume.

Sulla base di quanto sopra esposto viene calcolato il danno cumulato corrispondente sia alla fessurazione a fatica sia alla formazione di ormaie utilizzando la legge espressa da Miner secondo la seguente relazione:

$$D = \sum_{i=1}^I \frac{n_i}{N_i}$$

dove:

- n_i è il numero effettivo di ripetizioni di assi transitati;
- N_i è il numero di ripetizioni di assi che portano a rottura il materiale, per le diverse condizioni di temperatura considerate.

2.2 CRITERIO DI VERIFICA

Il dimensionamento adottato è stato considerato verificato quando la sovrastruttura di progetto è risultata possedere una vita utile superiore a 20 anni. Tale riferimento è stato concordato con la Committente.

3 DATI DI INPUT

Per la valutazione della vita utile della sovrastruttura di progetto, secondo la metodologia presentata al capitolo precedente, si sono resi necessari i seguenti dati di input:

1. Caratteristiche di portanza dei terreni di sottofondo esistenti e di nuova realizzazione;
2. Caratteristiche tenso-deformative e di resistenza dei materiali impiegati per la realizzazione delle nuove sovrastrutture;
3. Temperature caratteristiche dell'aria nella zona in cui è ubicato l'intervento;
4. Flussi di traffico commerciale previsti nell'arco del periodo di progetto nel tratto di intervento.

3.1 PORTANZA TERRENO DI SOTTOFONDO

Le caratteristiche di portanza del terreno di sottofondo delle nuove pavimentazioni sono state desunte dalle prescrizioni contenute nel Capitolato Tecnico d'Appalto [4]. A tale proposito si riporta quanto segue:

“Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a 60 MPa nell'intervallo compreso tra 1,5÷2,5 daN/cm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria; ...”.

Per determinare il valore di progetto del modulo elastico si è fatto quindi riferimento alla seguente correlazione, proposta da Ferrari/Giannini [5] e riportata anche negli allegati al Catalogo delle Pavimentazioni Stradali [6]:

$$E_{din} (MPa) = 1.9 \div 2.1 M_d$$

Nei calcoli si è quindi assunto come valore di progetto un valore del modulo dinamico pari a 120 MPa.

Il corrispondente rapporto di Poisson è stato assunto pari a 0.40.

3.2 CARATTERISTICHE MATERIALI SOVRASTRUTTURA

3.2.1 Misto granulare non legato

Le caratteristiche meccaniche del misto granulare sono state stimate facendo riferimento alla espressione di Heukelom e Klomp che, in virtù del comportamento non lineare dei materiali non legati, fa discendere il valore del **modulo elastico** del misto granulare dal suo spessore e dalle caratteristiche del terreno di sottofondo su cui è appoggiato:

$$E_2 = 0.206 \cdot h^{0.45} \cdot E_1$$

dove:

E_2 = modulo elastico del misto granulare

E_1 = modulo elastico del sottofondo

h = spessore in mm dello strato di misto granulare

Per strati di spessore pari a 20 cm, poggiati su un sottofondo di modulo pari a 120 MPa, si è considerato un valore di calcolo pari a 268 MPa.

Il rapporto di Poisson è stato assunto pari a 0.40.

3.2.2 Conglomerati bituminosi

Le caratteristiche meccaniche dei conglomerati bituminosi, espresse in termini di modulo elastico e di coefficiente di Poisson, sono state valutate, facendo riferimento agli studi di Francken [7], sulla base delle grandezze volumetriche che caratterizzano il conglomerato (percentuale dei vuoti e volume percentuale degli aggregati) e delle proprietà reologiche dei leganti (modulo complesso ridotto).

Si rimanda all'**Allegato C** per il dettaglio delle formule utilizzate.

Le caratteristiche volumetriche delle miscele costituenti i singoli strati sono state estratte dalle Norme Tecniche. Queste prevedono:

- per miscele di usura una percentuale di bitume compresa tra il 5 ed il 6.5% ed una percentuale dei vuoti corrispondente a 150 rotazioni della pressa giratoria compresa tra il 3 ed il 5%;
- per miscele di collegamento una percentuale di bitume (Hard) compresa tra il 4.5 ed il 6% ed una percentuale dei vuoti corrispondente a 120 rotazioni della pressa giratoria compresa tra il 3 ed il 5%;
- per miscele di base una percentuale di bitume (Hard) compresa tra il 4 ed il 5.5% ed una percentuale dei vuoti corrispondente a 120 rotazioni della pressa giratoria compresa tra il 3 ed il 5%.

Nei calcoli si sono pertanto utilizzati i valori mediani degli intervalli di accettazione della percentuale di bitume, mentre per le percentuali dei vuoti si sono prudenzialmente assunti valori coincidenti con gli estremi superiori degli intervalli su citati.

In particolare il modulo complesso ridotto del bitume è stato determinato tramite correlazione con il modulo di rigidezza S_b . Si definisce "modulo complesso ridotto o normalizzato funzione della temperatura e della frequenza" il coefficiente adimensionale $R^*(T, f)$.

In mancanza di sperimentazione diretta sui leganti da utilizzare effettivamente nella realizzazione della sovrastruttura, per la stima delle proprietà reologiche del legante, si è fatto riferimento ai risultati di uno studio *Round Robin* condotto nell'ambito del RILEM e coordinato dal Belgian Road Research Centre [8]. I valori del modulo di rigidezza S_b erano disponibili ad una frequenza di sollecitazione di 10 Hz ed a temperature T pari a 10, 22 e 40°C. Per estrapolare tali risultati al di fuori dell'intervallo di indagine si è pertanto operata una modellazione della relazione S_b - T mediante funzione di tipo esponenziale:

$$S_b = 627.45 \cdot e^{-0.1387T(^{\circ}C)}$$

La funzione così ottenuta è stata utilizzata per la valutazione del modulo normale ridotto B^* (mediante quindi il calcolo del modulo di rigidezza S_b del legante per ciascuna temperatura media mensile caratterizzante il singolo strato di pavimentazione) da inserire nelle relazioni di Francken per il calcolo del modulo normale complesso E^* . I risultati di queste elaborazioni riguardanti le miscele bituminose sono contenute nell'**Allegato C**.

Per i leganti bituminosi di tipo tradizionale il modulo di rigidezza S_b viene stimato utilizzando la formula proposta da Collop [9] che deriva dal normogramma di Van der Poel:

$$S_b = 1,157 \cdot 10^{-7} t^{-0,326} 2,718^{-PI^R} (T_{RB}^R - T_{asp})^5$$

I parametri di input utilizzati per tale formulazione derivano dalle caratteristiche dei bitumi previste dalle Norme Tecniche invecchiate con le seguenti correlazioni sperimentali [[9] per tener conto delle operazioni di miscelazione e stesa.

Per tutte le miscele bituminose si è assunto un valore del rapporto di Poisson pari a 0.35.

3.3 TEMPERATURA DELLA PAVIMENTAZIONE

In mancanza di specifiche informazioni, si è fatto riferimento ai dati climatici rilevati negli ultimi 30 anni dalla stazione meteorologica di Bologna. Tali dati climatici sono stati utilizzati (**Allegato A**) per la valutazione delle temperature caratteristiche degli strati in conglomerato bituminoso utilizzando la formulazione di Marchionna:

$$T_{PAVi} = (1.467 + 0.043 \cdot z) + (1.362 - 0.005 \cdot z) \cdot T_a$$

dove:

- i = i-esimo strato;
- z = quota media dello spessore dell' i-esimo strato rispetto alla sommità della pavimentazione;
- T_a = temperatura media mensile dell'aria, espressa in °C.

3.4 FLUSSI DI TRAFFICO E NUMERO DI RIPETIZIONI DI CARICO DI PROGETTO

La determinazione del numero di carichi che dovrà sopportare la struttura della pavimentazione è stata effettuata tenendo conto dei soli veicoli commerciali (commerciali leggeri + commerciali pesanti) in quanto questi sono gli unici che influenzano il comportamento strutturale.

I dati di traffico sono stati elaborati a partire dai seguenti scenari contenuti nell'elaborato Studio di Traffico allegato al progetto:

- Scenario Progettuale 2030;
- Scenario Progettuale 2040.

I flussi di traffico commerciale utilizzati per la verifica delle pavimentazioni sono riportati nell'**Allegato B**.

Per quanto riguarda la verifica della sovrastruttura per pavimentazioni su nuovo sedime a partire dal dato di TGMA bidirezionale della tratta più carica si è ipotizzata una suddivisione omogenea (50/50) tra le due direzioni di traffico.

Trattandosi di viabilità ad una corsia per senso di marcia è stata considerata una percentuale del traffico commerciale transitante per corsia pari al 100%.

3.5 RIEPILOGO DATI DI INPUT

Nella tabella seguente si riportano in sintesi i dati di input utilizzati per il dimensionamento.

Tipologia sovrastruttura		Viabilità principale – TIPO P1A
Traffico		
Numero assi medio mensile	80 kN/mese	175'250
Spessori sovrastruttura		
H ₁ USURA	cm	4
H ₂ BINDER	cm	5
H ₃ BASE	cm	22
H _{FONDAZIONE NON LEGATA}	cm	30
H _{TOTALE}	cm	61
Moduli elastici		
Conglomerati bituminosi E ₁ , E ₂ , E ₃	MPa	variabile
Misto granulare non legato E ₅	MPa	322
Sottofondo E ₆	MPa	120

Tabella 3-1. Riepilogo dati di input

4 RISULTATI DIMENSIONAMENTO: SOVRASTRUTTURE DI PROGETTO

4.1 NUOVE PAVIMENTAZIONI

Per quanto riguarda le nuove pavimentazioni, codificate con P1, sono previsti 6 ambiti di intervento che hanno portato a definire 6 pacchetti di pavimentazione qui di seguito descritti:

- TIPO P1A: per la viabilità principale
- TIPO P1B: per la viabilità principale su impalcato
- TIPO P1C: per gli accessi privati
- TIPO P1D: per la strada interpodereale
- TIPO P1E: per la pista ciclabile
- TIPO P1F: per il marciapiede

4.1.1 Viabilità principale – TIPO P1A

Il progetto delle pavimentazioni per la viabilità principale ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 61 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 22 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 30 cm.

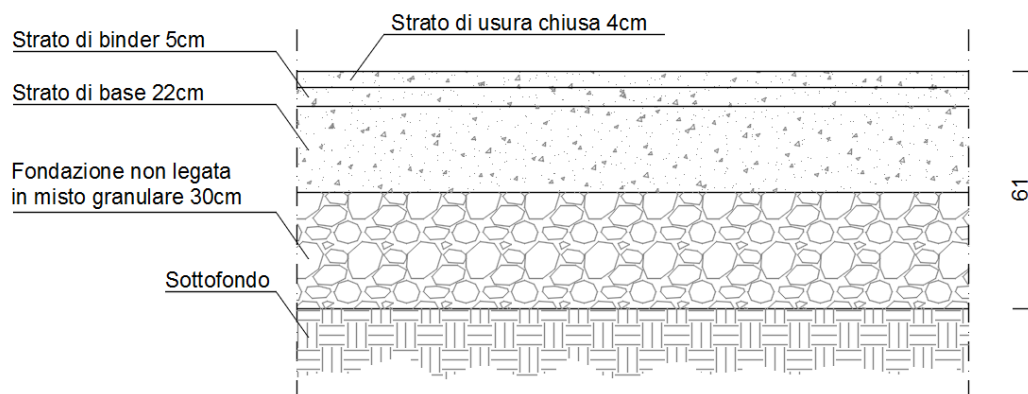


Figura 4-1. Composizione sovrastruttura viabilità principale – TIPO P1A

In corrispondenza di opere minori in cls che dovessero essere realizzate sotto la piattaforma stradale per il passaggio di sottoservizi al posto della fondazione non legata in misto granulare andrà prevista una fondazione legata in misto cementato di spessore almeno pari a 30cm.

4.1.2 Viabilità principale su impalcato – TIPO P1B

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa di una sovrastruttura così composta con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

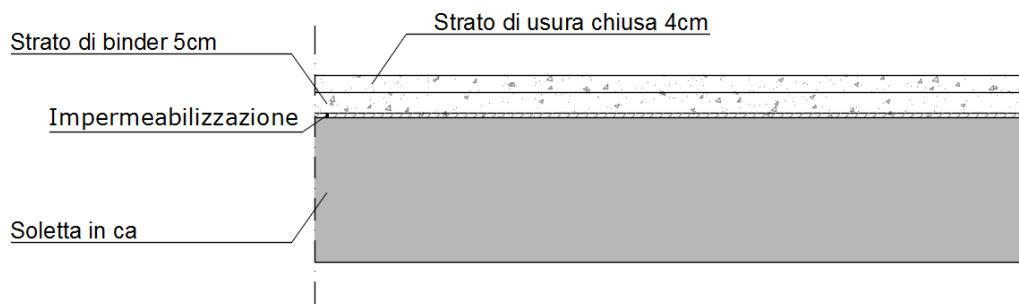


Figura 4-2. Composizione sovrastuttura viabilità principale su impalcato – TIPO P1B

4.1.3 Accessi privati – TIPO P1C

Il progetto delle pavimentazioni per gli accessi privati ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 29 cm con una sovrastuttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

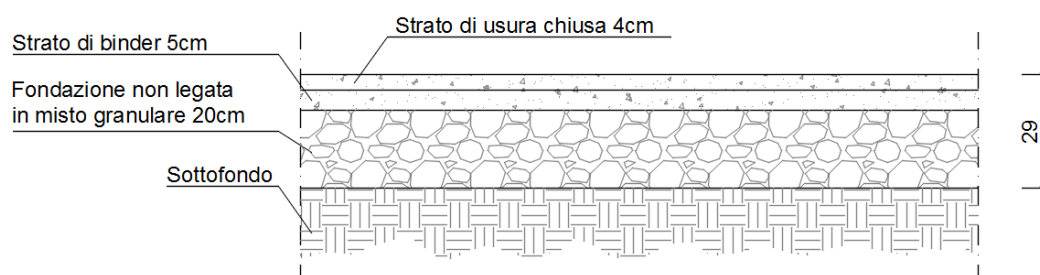


Figura 4-3. Composizione sovrastuttura accessi privati– TIPO P1C

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

In corrispondenza di opere minori in cls che dovessero essere realizzate sotto la piattaforma stradale per il passaggio di sottoservizi al posto della fondazione non legata in misto granulare andrà prevista una fondazione legata in misto cementato di spessore almeno pari a 20cm.

4.1.4 Strada interpoderale – TIPO P1D

Il progetto delle pavimentazioni per la strada interpoderale ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 25 cm con una sovrastuttura così composta:

- Fondazione non legata in misto granulare di 25 cm.

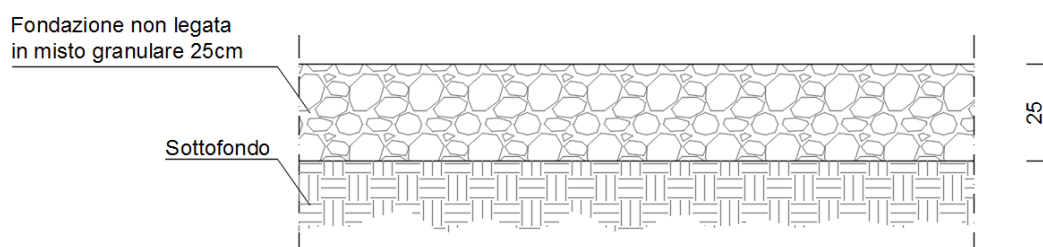


Figura 4-4. Composizione sovrastuttura strada interpoderale – TIPO P1D

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

4.1.5 Pista ciclabile – TIPO P1E

Il progetto delle pavimentazioni per la pista ciclabile ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 28 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 3 cm eventualmente pigmentata;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

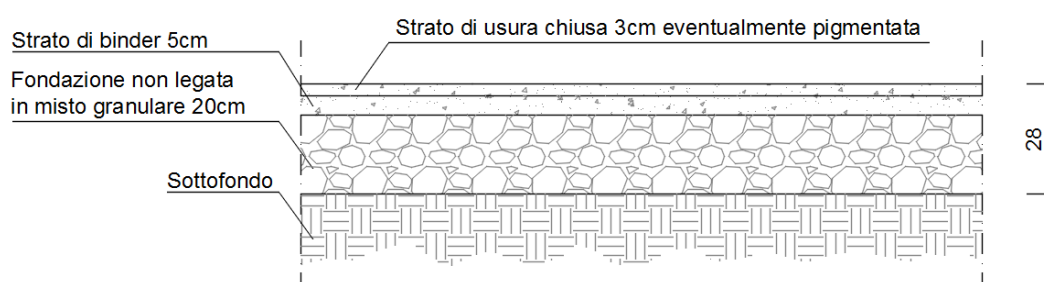


Figura 4-5. Composizione sovrastruttura pista ciclabile – TIPO P1E

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

Tale struttura garantisce la presenza di una superficie di rotolamento regolare per la sicurezza del traffico ciclopeditone. L'utilizzo, infatti, di un'usura chiusa protegge e sigilla gli strati sottostanti della pavimentazione, offrendo così una buona resistenza all'azione dell'acqua che rappresenta la principale tipologia di degrado. Lo spessore scelto per tale strato assicura inoltre una discreta resistenza meccanica.

4.1.6 Marciapiede – TIPO P1F

Il progetto delle pavimentazioni per il marciapiede ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 22 cm con una sovrastruttura così composta:

- Strato di asfalto colato granigliato di 2 cm;
- Basamento in calcestruzzo con rete elettrosaldata di 20 cm.



Figura 4-6. Composizione sovrastruttura marciapiede – TIPO P1F

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

4.2 SISTEMAZIONE A VERDE ISOLA DIVISIONALE

Per quanto riguarda la sistemazione a verde prevista nelle isole divisionali è previsto il pacchetto così composto:

- Strato di semina - prato;
- Strato di terreno vegetale di 30 cm.

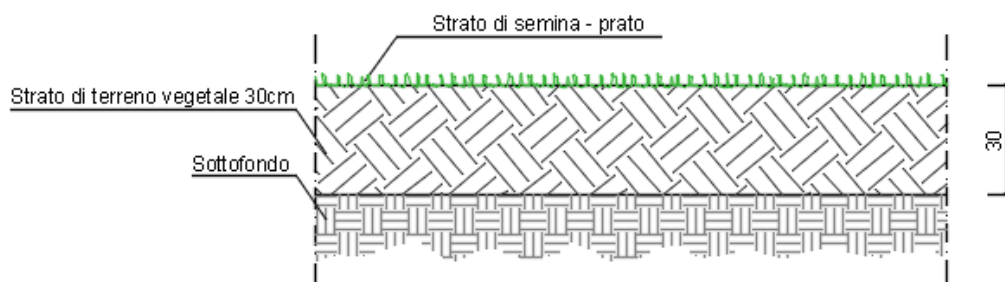


Figura 4-7. Composizione sistemazione a verde isola divisionale

4.3 SINTESI RISULTATI DELLE VERIFICHE

I risultati delle verifiche strutturali sono riportati integralmente nell'**Allegato E**.

Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei risultati espressi sotto forma di vita utile di calcolo, corrispondente al numero di anni necessari al raggiungimento di un valore unitario del danno.

Sulla base dei calcoli effettuati la sovrastruttura di progetto P1A risulta verificata in quanto la vita utile di calcolo risulta superiore alla vita di progetto (vita utile richiesta) di 20 anni.

TIPO PACCHETTO	P1A
VITA UTILE DI CALCOLO (anni)	21
VITA UTILE DI PROGETTO (anni)	20
VERIFICA SODDISFATTA	SI

Tabella 4-1. Risultati della verifica strutturale

PARTE 2: LAVORAZIONI

5 PREMESSA

Si premette che la posa dello strato di usura in tutte le lavorazioni menzionate nei successivi capitoli dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni ad esclusione delle viabilità provvisorie.

6 NUOVE PAVIMENTAZIONI

6.1 LAVORAZIONE L1A

La lavorazione L1A prevede la stesa del pacchetto P1A per la realizzazione della nuova piattaforma della viabilità principale.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1A.

Si ricorda, come esplicitato nella premessa della parte 2 della presente relazione, che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

6.2 LAVORAZIONE L1ABIS

La lavorazione L1Abis prevede la stesa del pacchetto P1A per la realizzazione della nuova piattaforma della viabilità principale nei tratti in cui la nuova pavimentazione si ammorsa su quella esistente.

La lavorazione risulta costituita dalle seguenti fasi:

- Demolizione degli strati in conglomerato bituminoso e della porzione restante di cassonetto nonché rimozione del materiale da rilevato necessaria a raggiungere la quota di posa della nuova sovrastruttura;
- Realizzazione della sovrastruttura P1A.

Si ricorda, come esplicitato nella premessa della parte 2 della presente relazione, che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

6.3 LAVORAZIONE L1B

La lavorazione L1B prevede la stesa del pacchetto P1B per la realizzazione della nuova piattaforma della viabilità principale su impalcato.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1B.

Si ricorda, come esplicitato nella premessa della parte 2 della presente relazione, che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

6.4 LAVORAZIONE L1C

La lavorazione L1C prevede la stesa del pacchetto P1C per la realizzazione della nuova piattaforma degli accessi privati.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1C.

Si ricorda, come esplicitato nella premessa della parte 2 della presente relazione, che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

6.5 LAVORAZIONE L1CBIS

La lavorazione L1Cbis prevede la stesa del pacchetto P1C per la realizzazione della nuova piattaforma degli accessi privati nei tratti in cui la nuova pavimentazione si ammorsa su quella esistente.

La lavorazione risulta costituita dalle seguenti fasi:

- Demolizione degli strati in conglomerato bituminoso e della porzione restante di cassonetto nonché rimozione del materiale da rilevato necessaria a raggiungere la quota di posa della nuova sovrastruttura;
- Realizzazione della sovrastruttura P1C.

Si ricorda, come esplicitato nella premessa della parte 2 della presente relazione, che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

6.6 LAVORAZIONE L1D

La lavorazione L1D prevede la stesa del pacchetto P1D per la realizzazione della nuova piattaforma della strada interpoderale.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1D.

6.7 LAVORAZIONE L1E

La lavorazione L1E prevede la stesa del pacchetto P1E per la realizzazione della nuova piattaforma della pista ciclabile.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1E.

Come dettagliato nel particolare del pacchetto, tale lavorazione potrebbe prevedere l'utilizzo di un conglomerato pigmentato per lo strato di usura.

6.8 LAVORAZIONE L1F

La lavorazione L1D prevede la stesa del pacchetto P1F per la realizzazione della nuova piattaforma del marciapiede.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

Realizzazione della sovrastruttura P1F.

7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1]. *“Thickness Design – Highways and Streets”*, Manual Series n. 1, Asphalt Institute, 1999.
- [2]. Pellinen, T. K., Christensen, D. W., Rowe, G. M., & Sharrock, M. (2004). *Fatigue-transfer functions: how do they compare?*. *Transportation Research Record*, 1896(1), 77-87.
- [3]. *KENLAYER Program (KENPAVE Software)* - Huang, Y. H. (2004) - Pavement Design and Analysis (Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.).
- [4]. *Capitolato Speciale d'Appalto - Parte seconda: opere civili*, Società Autostrade per l'Italia.
- [5]. P. Ferrari e F. Giannini, *“Ingegneria Stradale 2 – Corpo stradale e pavimentazioni”*, ISEDI, 1996.
- [6]. *“Catalogo delle Pavimentazioni Stradali”*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1995.
- [7]. L. Francken e A. Vanelstraeten, *“Complex Moduli of Bituminous Binders and Mixes. Interpretation and Evaluation”*, *Eurobitume Proceedings*, 1996.
- [8]. L. Francken, *“RILEM Report 17 – Bituminous binders and mixes”*, 1998.
- [9]. Collop, A., & Cebon, D. (1995). *Modelling whole-life pavement performance. Road Transport Technol*, 4, 201-212.

ALLEGATI

ALLEGATO A: ELABORAZIONE DEI DATI DI TEMPERATURA

Mese	Tmin	Tmax	ΔT
Gen	-2.0	6.0	2.0
Feb	0.0	8.0	4.0
Mar	3.0	12.0	7.5
Apr	7.0	16.0	11.5
Mag	11.0	21.0	16.0
Giu	14.0	25.0	19.5
Lug	17.0	28.0	22.5
Ago	17.0	27.0	22.0
Set	14.0	23.0	18.5
Ott	9.0	18.0	13.5
Nov	4.0	11.0	7.5
Dic	-1.0	6.0	2.5

I valori della temperatura della pavimentazione T_{PAV} , utilizzati nel calcolo e determinati utilizzando la relazione proposta da Marchionna sono i seguenti:

- Sovrastruttura **NUOVO SEDIME VIABILITA' PRINCIPALE**

MESE	T_{ARIA} (°C)	T_{PAV} Usura (°C)	T_{PAV} Binder (°C)	T_{PAV} Base (°C)
GENNAIO	1.5	3.6	3.7	4.2
FEBBRAIO	4.5	7.6	7.7	8.0
MARZO	8.5	13.0	13.0	13.1
APRILE	13.0	19.1	19.0	18.7
MAGGIO	17.5	25.2	25.0	24.4
GIUGNO	21.5	30.6	30.3	29.5
LUGLIO	24.0	34.0	33.7	32.6
AGOSTO	23.5	33.3	33.0	32.0
SETTEMBRE	20.0	28.6	28.3	27.6
OTTOBRE	14.5	21.2	21.0	20.6
NOVEMBRE	7.5	11.7	11.7	11.8
DICEMBRE	3.0	5.6	5.7	6.1

ALLEGATO B: ELABORAZIONE DEI DATI DI TRAFFICO

- Sovrastruttura **NUOVO SEDIME VIABILITA' PRINCIPALE**

	CL	CP	CL+CP	%CL
TGM 2030	3194	1325	4519	71%
TGM 2040	3363	1338	4701	72%

CL= commerciali leggeri

CP=commerciali pesanti

var med 2030/2040	0.52%	0.10%
-------------------	-------	-------

TGM	CL	CP
2030	3194	1325
2031	3211	1326
2032	3227	1328
2033	3244	1329
2034	3261	1330
2035	3277	1331
2036	3294	1333
2037	3311	1334
2038	3328	1335
2039	3346	1337
2040	3363	1338
TOT	36056	14646
MED 2030-2040	3278	1331

TGM	2305
% corsia più caricata	100%
coeff. eq assi 80 kN	2.5
n° assi 80 kN giorno	5762

Mese	n° assi 80 kN mese
GEN	178,611
FEB	161,326
MAR	178,611
APR	172,850
MAG	178,611
GIU	172,850
LUG	178,611
AGO	178,611
SET	172,850
OTT	178,611
NOV	172,850
DIC	178,611
Traffico medio	175,250

Calcolo coefficiente di equivalenza dello spettro di traffico

TIPOLOGIA VEICOLI	FREQUENZA %	NUMERO DI ASSI	DISTRIBUZIONE CARICHI PER ASSE [KN]					LEFi				ΣLEF veicoloi	LEF x f%
1	13.66%	2	10	20				0.0002	0.0039			0.0042	0.0006
3	27.32%	2	40	80				0.0625	1.0000			1.0625	0.2903
4	16.35%	2	50	110				0.1526	3.5745			3.7271	0.6094
5	1.90%	3	40	80	80			0.0625	1.3800			1.4425	0.0274
6	9.67%	3	60	100	100			0.3164	2.7100			3.0264	0.2926
7	1.90%	4	40	90	80	80		0.0625	1.6018	1.0000	1.0000	3.6643	0.0697
8	3.88%	4	60	100	100	100		0.3164	2.4414	2.4414	2.4414	7.6406	0.2966
9	1.90%	5	40	80	80	80	80	0.0625	1.3800		1.3800	2.8225	0.0537
10	3.88%	5	60	90	90	100	100	0.3164	1.9800		2.7100	5.0064	0.1944
11	1.90%	5	40	100	80	80	80	0.0625	2.4414	1.6600		4.1639	0.0792
12	3.88%	5	60	110	90	90	90	0.3164	3.5745	2.3900		6.2809	0.2439
13	0.08%	5	50	120	130	130	130	0.1526	5.0625	7.4000		12.6151	0.0100
16	13.66%	2	50	80				0.1526	1.0000			1.1526	0.1575
ESALF TOT												2.5	

ALLEGATO C: ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI ALLE MISCELE BITUMINOSE

FORMULARIO

1. Calcolo del modulo del legante bituminoso per bitumi modificati

$$S_b = 627.45 \cdot e^{-0.1387 \cdot T(^{\circ}C)}$$

Dove:

S_b è il modulo del bitume in Mpa

T è la temperatura della pavimentazione in $^{\circ}C$

2. Calcolo del modulo di rigidezza del conglomerato bituminoso

$$E^* = E_{\infty} \cdot R^*$$

$$R^* = 10^{\log R}$$

$$\log R^* = \log \frac{B^*}{B_{\infty}} \cdot \left(1 - \left(1.35 \cdot \left(1 - e^{-0.13 \frac{V_{min}}{V_{bit}}} \right) \cdot \left(1 + \left(0.11 \cdot \log \frac{B^*}{B_{\infty}} \right) \right) \right) \right)$$

$$E_{\infty} = 14500 \cdot \left(\frac{V_{min}}{V_{bit}} \right)^{0.55} \cdot e^{-0.0584 \cdot V_{HR}}$$

$$\frac{B^*}{B_{\infty}} = \frac{S_b}{3000}$$

Dove:

E^* è il modulo di rigidezza del conglomerato bituminoso in Mpa

E_{∞} è il valore massimo del modulo di rigidezza del conglomerato (modulo vetroso) in Mpa

R^* è il modulo ridotto, variabile tra 0 e 1, che descrive la forma della curva maestra

B_{∞} è il valore massimo del modulo di rigidezza del bitume (modulo vetroso) in Mpa

V_{min} è il contenuto % volumetrico della componente minerale nella miscela bituminosa

V_{bit} è il contenuto % volumetrico di bitume

V_{HR} è il contenuto % dei vuoti d'aria

3. Calcolo del modulo del legante bituminoso per i bitumi tradizionali

$$S_b = 1,157 \cdot 10^{-7} t^{-0.326} 2,718^{-PI^R} (T_{RB}^R - T_{asp})^5$$

Dove:

$$P^R = 0,65 P^I$$

$$T_{RB}^R = 98,4 - 26,35 \log_{10}(P^R)$$

$$PI^R = \frac{27 \log_{10} P^I - 21,65}{76,35 \log_{10} P^I - 232,82}$$

Dove:

P^I è la penetrazione iniziale del bitume;

T_{asp} è la temperatura dello strato in conglomerato bituminoso

t è il tempo di carico (0,02 sec) – 8Hz

PI^R è l'indice di penetrazione "Recovery" dopo la miscelazione e stesa

T_{RB}^R è la temperatura di palla e anello "Recovery"

ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI ALLE MISCELE BITUMINOSE

- Sovrastruttura **NUOVO SEDIME VIABILITA' PRINCIPALE**

USURA (CON BITUMI NORMALI) - METODO SHELL NOTTINGHAM+FRANCKEN

G_b (g/cm³)	1.02					
G_a (g/cm³)	2.85					
G_m (g/cm³)	2.467					
P_b	5.75%					
P_{bm}	5.437					
Indici V _g , V _b , V _a						
V_g [%]	81.6					
V_b [%]	13.4					
V_a [%]	5.0					
Calcolo modulo di rigidità Sb del bitume						
Pen 25 °C [dmm]	60					
Pr [dmm]	39					
SPr [°C]	56.5					
Pir	-0.27					
Trif [°C]	20.0					
tc [sec]	0.02					
Sb [MPa]	41.41					
Calcolo del modulo elastico						
	Tpav (°C)	Sb (MPa)	B*/B_∞	R*	E_∞ (MPa)	E (MPa)
GEN	3.6	265.58	0.089	0.430	28936	12446
FEB	7.6	178.22	0.059	0.360	28936	10412
MAR	13.0	99.11	0.033	0.271	28936	7846
APR	19.1	46.60	0.016	0.182	28936	5262
MAG	25.2	19.15	0.006	0.108	28936	3122
GIU	30.6	7.41	0.002	0.058	28936	1680
LUG	34.0	3.68	0.001	0.035	28936	1022
AGO	33.3	4.27	0.001	0.039	28936	1138
SET	28.6	10.81	0.004	0.075	28936	2166
OTT	21.2	35.25	0.012	0.155	28936	4493
NOV	11.7	115.53	0.039	0.293	28936	8468
DIC	5.6	218.42	0.073	0.395	28936	11420

BINDER (CON BITUMI NORMALI) - METODO SHELL NOTTINGHAM+FRANCKEN

G_b (g/cm³)	1.02
G_g (g/cm³)	2.75
G_m (g/cm³)	2.409
P_b	5.25%
P_{bm}	4.988

Indici V_g, V_b, V_a.

V_g [%]	83.0
V_b [%]	12.0
V_a [%]	5.0

Calcolo del parametro f1 della legge di fatica dell'Asphalt Institute

V_b [%]	12.0
V_a [%]	5.0
M	0.078
C	1.196
f1	0.495

Calcolo modulo di rigidezza Sb del bitume

Pen 25 °C [dmm]	60
Pr [dmm]	39
SPr [°C]	56.5
Pir	-0.27
Trif [°C]	20.0
tc [sec]	0.02
Sb [MPa]	41.41

Calcolo del modulo elastico

	Tpav (°C)	Sb (MPa)	B*/ B_∞	R*	E_∞ (MPa)	E (MPa)
GEN	3.7	261.59	0.087	0.489	31052	15193
FEB	7.7	176.54	0.059	0.418	31052	12975
MAR	13.0	99.08	0.033	0.324	31052	10072
APR	19.0	47.22	0.016	0.226	31052	7011
MAG	25.0	19.78	0.007	0.140	31052	4342
GIU	30.3	7.84	0.003	0.079	31052	2448
LUG	33.7	3.97	0.001	0.050	31052	1541
AGO	33.0	4.58	0.002	0.055	31052	1704
SET	28.3	11.32	0.004	0.100	31052	3098
OTT	21.0	35.92	0.012	0.195	31052	6069
NOV	11.7	115.21	0.038	0.347	31052	10787
DIC	5.7	215.73	0.072	0.454	31052	14083

BASE (CON BITUMI NORMALI) - METODO SHELL NOTTINGHAM+FRANCKEN

G_b (g/cm³)	1.02					
G_g (g/cm³)	2.75					
G_m (g/cm³)	2.426					
P_b	4.75%					
P_{bm}	4.535					
Indici V _g , V _b , V _a						
V_g [%]	84.0					
V_b [%]	11.0					
V_a [%]	5.0					
Calcolo del parametro f1 della legge di fatica dell'Asphalt Institute						
V_b [%]	11.0					
V_a [%]	5.0					
M	-0.014					
C	0.967					
f1	0.400					
Calcolo modulo di rigidezza Sb del bitume						
Pen 25 °C [dmm]	60					
Pr [dmm]	39					
SPr [°C]	56.5					
Pir	-0.27					
Trif [°C]	20.0					
tc [sec]	0.02					
Sb [MPa]	41.41					
Calcolo del modulo elastico						
	Tpav (°C)	Sb (MPa)	B* / B_∞	R*	E_∞ (MPa)	E (MPa)
GEN	4.2	249.92	0.083	0.537	32851	17648
FEB	8.0	171.59	0.057	0.468	32851	15377
MAR	13.1	99.01	0.033	0.375	32851	12314
APR	18.7	49.12	0.016	0.273	32851	8953
MAG	24.4	21.74	0.007	0.179	32851	5876
GIU	29.5	9.23	0.003	0.108	32851	3562
LUG	32.6	4.96	0.002	0.073	32851	2387
AGO	32.0	5.65	0.002	0.079	32851	2603
SET	27.6	12.95	0.004	0.133	32851	4372
OTT	20.6	37.98	0.013	0.240	32851	7884
NOV	11.8	114.25	0.038	0.398	32851	13078
DIC	6.1	207.81	0.069	0.503	32851	16518

ALLEGATO D: QUANTITA' RIPORTATE NEL COMPUTO NON DEDUCIBILI DALLE SEZIONI TRASVERSALI O DAGLI ELABORATI STRUTTURALI

• LINEA DI TAGLIO e MEMBRANA

TRATTA A		
WBS	LINEA DI TAGLIO [m]	membrana [m]
RP01A	6.5	31
RP01B	7	33.5
RP01C	6.5	33.8
RP02A	44.2	61.4
RP02B	6.3	35.5
CS003	55.2	63.4
RP04A	8.7	37.15
RP04B	24.1	30.1
RP04C	28.3	34.9
RP05B	7.5	30.6
RP05C	9	36.5
RP05D	15.2	34.7
RP05A	-	33.4

TRATTA B		
WBS	LINEA DI TAGLIO [m]	membrana [m]
RP06B	8.25	29.9
RP06A	8	34.6
CS007	8	73
RP08A	9.5	35
RP08B	9.5	33.9
CS009	4	77
RP11A	9.5	30.5
RP11C	9.5	45

TRATTA C		
WBS	LINEA DI TAGLIO [m]	membrana [m]
RP17A	12	32
CS012	139.3	51.6
RP13A	11.5	53.3
RP13B	16.5	40.3
RP13C	6	15

TRATTA D1		
WBS	LINEA DI TAGLIO [m]	membrana [m]
RP14A	9	33.2
RP14B	20.4	35
RP14C	10	33.4
RP14D	9	32.2
RP15C	7.5	25.8
RP15B	6	33.4
RP15A	7.5	33.9
RP16D	11	30.2
RO015	9.5	
RP16C	11.9	25.8
RP16A	12	31.9
RP16B	16	30.5
RP16E	3.8	

ALLEGATO E: VERIFICA STRUTTURALE DELLE PAVIMENTAZIONI

- Sovrastruttura **NUOVO SEDIME VIABILITA' PRINCIPALE**

MATL = 1 FOR LINEAR ELASTIC LAYERED SYSTEM
 NDAMA=2, SO DAMAGE ANALYSIS WITH DETAILED PRINTOUT WILL BE PERFORMED
 NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 12
 NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 1
 TOLERANCE FOR INTEGRATION (DEL) -- = 0,001
 NUMBER OF LAYERS (NL)----- = 5
 NUMBER OF Z COORDINATES (NZ)----- = 0
 LIMIT OF INTEGRATION CYCLES (ICL)- = 90
 COMPUTING CODE (NSTD)----- = 9
 SYSTEM OF UNITS (NUNIT)----- = 1

Length and displacement in cm, stress and modulus in kPa
 unit weight in kN/m³, and temperature in C

THICKNESSES OF LAYERS (TH) ARE : 4 5 22 30
 POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0,35 0,35 0,35 0,4 0,4
 CONDITIONS OF INTERFACES (INT) ARE : 1 1 0 1

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1,245E+07 2 1,519E+07
 3 1,765E+07 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 2 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1,041E+07 2 1,298E+07
 3 1,538E+07 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 3 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 7,846E+06 2 1,007E+07
 3 1,231E+07 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 4 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5,262E+06 2 7,011E+06
 3 8,953E+06 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 5 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3,122E+06 2 4,342E+06
 3 5,876E+06 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 6 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1,680E+06 2 2,448E+06
 3 3,562E+06 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 7 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1,022E+06 2 1,541E+06
 3 2,387E+06 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 8 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1,138E+06 2 1,704E+06
 3 2,603E+06 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 9 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2,166E+06 2 3,098E+06
 3 4,372E+06 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 10 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 4,493E+06 2 6,069E+06
 3 7,884E+06 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 11 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 8,468E+06 2 1,079E+07
 3 1,308E+07 4 3,220E+05 5 1,200E+05

FOR PERIOD NO. 12 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1,142E+07 2 1,408E+07
 3 1,652E+07 4 3,220E+05 5 1,200E+05

LOAD GROUP NO. 1 HAS 2 CONTACT AREAS
 CONTACT RADIUS (CR)----- = 8,92
 CONTACT PRESSURE (CP)----- = 800
 NO. OF POINTS AT WHICH RESULTS ARE DESIRED (NPT)-- = 3
 WHEEL SPACING ALONG X-AXIS (XW)----- = 0
 WHEEL SPACING ALONG Y-AXIS (YW)----- = 31,5

RESPONSE PT. NO. AND (XPT, YPT) ARE: 1 0,000 0,000 2 0,000 8,900
 3 0,000 15,800

NUMBER OF LAYERS FOR BOTTOM TENSION (NLBT)---- = 2
 NUMBER OF LAYERS FOR TOP COMPRESSION (NLTC)--- = 2

LAYER NO. FOR BOTTOM TENSION (LNBT) ARE: 2 3
 LAYER NO. FOR TOP COMPRESSION (LNTC) ARE: 4 5

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 1 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 2 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 3 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 4 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 5 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 6 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 7 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 8 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 9 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 10 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 11 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250
 LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 12 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 175250

DAMAGE COEF.'S (FT) FOR BOTTOM TENSION OF LAYER 2 ARE: 0,495 3,291 0,854
 DAMAGE COEF.'S (FT) FOR BOTTOM TENSION OF LAYER 3 ARE: 0,4 3,291 0,854

DAMAGE COEFFICIENTS (FT) FOR TOP COMPRESSION OF LAYER 4 ARE: 1,365E-09 4,477
 DAMAGE COEFFICIENTS (FT) FOR TOP COMPRESSION OF LAYER 5 ARE: 1,365E-09 4,477

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 1 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRAIN	VERTICAL PRINCIPAL STRAIN	MAJOR STRESS	MINOR STRESS	INTERMEDIATE STRESS
-----------	-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------	--------------	---------------------

1	9,00000	0,01244	515,700	519,498	244,405	252,569
	(STRAIN)	-1,362E-06	2,241E-05	2,274E-05	-1,699E-06	-9,739E-07
1	31,00000	0,01211	12,412	12,412	-551,853	-486,387
	(STRAIN)	-2,187E-05	2,129E-05	2,129E-05	-2,187E-05	-1,686E-05
1	31,00010	0,01211	12,412	15,992	12,412	15,518
	(STRAIN)	1,291E-05	-5,957E-07	1,497E-05	-5,956E-07	1,291E-05
1	61,00010	0,01162	8,622	8,694	3,323	3,448
	(STRAIN)	-1,278E-05	4,904E-05	4,988E-05	-1,278E-05	-1,132E-05
2	9,00000	0,01248	259,850	389,448	157,303	212,471
	(STRAIN)	1,389E-06	5,599E-06	1,711E-05	-3,513E-06	1,389E-06
2	31,00000	0,01224	12,744	12,744	-571,827	-498,951
	(STRAIN)	-2,276E-05	2,196E-05	2,196E-05	-2,276E-05	-1,718E-05
2	31,00010	0,01224	12,744	16,457	12,744	16,031
	(STRAIN)	1,351E-05	-7,791E-07	1,536E-05	-7,790E-07	1,351E-05
2	61,00010	0,01173	8,885	8,899	3,375	3,516
	(STRAIN)	-1,326E-05	5,103E-05	5,119E-05	-1,326E-05	-1,161E-05
3	9,00000	0,01253	84,658	302,106	84,652	187,504
	(STRAIN)	3,432E-06	-5,707E-06	1,361E-05	-5,707E-06	3,432E-06
3	31,00000	0,01235	12,752	12,752	-571,587	-492,875
	(STRAIN)	-2,287E-05	2,183E-05	2,183E-05	-2,287E-05	-1,685E-05
3	31,00010	0,01235	12,752	16,497	12,752	16,070
	(STRAIN)	1,357E-05	-8,522E-07	1,543E-05	-8,523E-07	1,357E-05
3	61,00010	0,01183	8,974	8,974	3,418	3,564
	(STRAIN)	-1,331E-05	5,151E-05	5,151E-05	-1,331E-05	-1,161E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1,362E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7,344E+12 DAMAGE RATIO = 2,386E-08
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -2,287E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4,856E+08 DAMAGE RATIO = 3,609E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 5,151E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,152E+10 DAMAGE RATIO = 8,143E-06

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 2 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRAIN	VERTICAL PRINCIPAL STRAIN	MAJOR STRESS	MINOR STRESS	INTERMEDIATE STRESS
-----------	-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------	--------------	---------------------

P. STRAIN) (STRAIN) (STRAIN) (STRAIN) (STRAIN)

1	9,00000	0,01308	518,532	522,152	244,319	252,574
	(STRAIN)	-1,691E-06	2,646E-05	2,684E-05	-2,068E-06	-1,209E-06
1	31,00000	0,01271	13,747	13,747	-540,123	-474,584
	(STRAIN)	-2,464E-05	2,399E-05	2,399E-05	-2,464E-05	-1,888E-05
1	31,00010	0,01271	13,747	17,715	13,747	17,174
	(STRAIN)	1,425E-05	-6,488E-07	1,661E-05	-6,488E-07	1,425E-05
1	61,00010	0,01216	9,413	9,496	3,534	3,677
	(STRAIN)	-1,446E-05	5,412E-05	5,510E-05	-1,446E-05	-1,279E-05
2	9,00000	0,01313	260,933	388,613	155,161	210,035
	(STRAIN)	1,519E-06	6,815E-06	2,010E-05	-4,190E-06	1,519E-06
2	31,00000	0,01286	14,125	14,125	-560,001	-486,913
	(STRAIN)	-2,566E-05	2,475E-05	2,475E-05	-2,566E-05	-1,924E-05
2	31,00010	0,01286	14,125	18,247	14,125	17,758
	(STRAIN)	1,494E-05	-8,598E-07	1,706E-05	-8,599E-07	1,494E-05
2	61,00010	0,01228	9,713	9,729	3,593	3,755
	(STRAIN)	-1,501E-05	5,639E-05	5,658E-05	-1,501E-05	-1,311E-05
3	9,00000	0,01316	84,465	295,539	84,459	183,309
	(STRAIN)	3,877E-06	-6,407E-06	1,555E-05	-6,407E-06	3,877E-06
3	31,00000	0,01295	14,115	14,115	-559,647	-480,658
	(STRAIN)	-2,578E-05	2,460E-05	2,460E-05	-2,578E-05	-1,884E-05
3	31,00010	0,01295	14,115	18,274	14,115	17,782
	(STRAIN)	1,499E-05	-9,552E-07	1,713E-05	-9,551E-07	1,499E-05
3	61,00010	0,01238	9,795	9,795	3,629	3,796
	(STRAIN)	-1,507E-05	5,688E-05	5,688E-05	-1,507E-05	-1,311E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1,691E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4,119E+12 DAMAGE RATIO = 4,255E-08

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -2,578E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3,683E+08 DAMAGE RATIO = 4,759E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 5,688E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,381E+10 DAMAGE RATIO = 1,269E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 3 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS	MAJOR PRINCIPAL STRESS	MINOR PRINCIPAL STRESS	INTERMEDIATE STRESS
	P. STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)

1	9,00000	0,01418	522,801	526,133	243,222	251,501
	(STRAIN)	-2,428E-06	3,460E-05	3,504E-05	-2,874E-06	-1,765E-06
1	31,00000	0,01372	16,164	16,164	-520,121	-454,607
	(STRAIN)	-2,978E-05	2,902E-05	2,902E-05	-2,978E-05	-2,259E-05
1	31,00010	0,01372	16,164	20,832	16,164	20,160
	(STRAIN)	1,665E-05	-7,210E-07	1,957E-05	-7,211E-07	1,665E-05
1	61,00010	0,01306	10,801	10,907	3,883	4,059
	(STRAIN)	-1,753E-05	6,318E-05	6,442E-05	-1,753E-05	-1,547E-05
2	9,00000	0,01423	262,603	386,915	151,294	205,214
	(STRAIN)	1,672E-06	9,364E-06	2,603E-05	-5,555E-06	1,672E-06
2	31,00000	0,01389	16,629	16,629	-539,763	-466,451
	(STRAIN)	-3,105E-05	2,995E-05	2,995E-05	-3,105E-05	-2,301E-05
2	31,00010	0,01389	16,629	21,487	16,629	20,879
	(STRAIN)	1,749E-05	-9,848E-07	2,014E-05	-9,850E-07	1,749E-05
2	61,00010	0,01321	11,170	11,191	3,953	4,154
	(STRAIN)	-1,821E-05	6,600E-05	6,623E-05	-1,821E-05	-1,586E-05
3	9,00000	0,01422	84,240	284,566	84,233	175,895
	(STRAIN)	4,648E-06	-7,637E-06	1,921E-05	-7,637E-06	4,648E-06
3	31,00000	0,01398	16,592	16,592	-539,454	-460,137
	(STRAIN)	-3,120E-05	2,976E-05	2,976E-05	-3,120E-05	-2,251E-05
3	31,00010	0,01398	16,592	21,500	16,592	20,886
	(STRAIN)	1,754E-05	-1,124E-06	2,021E-05	-1,124E-06	1,754E-05
3	61,00010	0,01329	11,250	11,250	3,979	4,188

(STRAIN) -1,830E-05 6,653E-05 6,653E-05 -1,830E-05 -1,586E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -2,428E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,557E+12 DAMAGE RATIO = 1,126E-07
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -3,120E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,374E+08 DAMAGE RATIO = 7,382E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 6,653E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6,849E+09 DAMAGE RATIO = 2,559E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 4 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (STRAIN)	STRESS (STRAIN)	MAJOR (STRAIN)	MINOR (STRAIN)	INTERMEDIATE (STRAIN)
-----------	----------------------------	---------------------------------	-------------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------------

1	9,00000	0,01589	528,558	531,476	240,373	248,489	
	(STRAIN)	-4,090E-06	5,084E-05	5,140E-05	-4,652E-06	-3,089E-06	
1	31,00000	0,01526	20,288	20,288	-489,585	-424,371	
	(STRAIN)	-3,889E-05	3,800E-05	3,800E-05	-3,889E-05	-2,906E-05	
1	31,00010	0,01526	20,288	26,126	20,288	25,214	
	(STRAIN)	2,065E-05	-7,701E-07	2,461E-05	-7,701E-07	2,065E-05	
1	61,00010	0,01442	13,056	13,203	4,391	4,628	
	(STRAIN)	-2,285E-05	7,825E-05	7,996E-05	-2,285E-05	-2,008E-05	

2	9,00000	0,01594	264,937	384,175	145,004	197,021	
	(STRAIN)	1,684E-06	1,476E-05	3,772E-05	-8,332E-06	1,684E-06	
2	31,00000	0,01548	20,906	20,906	-508,747	-435,336	
	(STRAIN)	-4,063E-05	3,924E-05	3,924E-05	-4,063E-05	-2,956E-05	
2	31,00010	0,01548	20,906	27,003	20,906	26,174	
	(STRAIN)	2,177E-05	-1,131E-06	2,538E-05	-1,131E-06	2,177E-05	
2	61,00010	0,01461	13,550	13,578	4,480	4,755	
	(STRAIN)	-2,377E-05	8,203E-05	8,237E-05	-2,377E-05	-2,057E-05	

3	9,00000	0,01588	84,068	268,177	84,061	164,245	
	(STRAIN)	5,842E-06	-9,596E-06	2,585E-05	-9,597E-06	5,842E-06	
3	31,00000	0,01555	20,839	20,839	-508,720	-429,153	
	(STRAIN)	-4,086E-05	3,899E-05	3,899E-05	-4,086E-05	-2,886E-05	
3	31,00010	0,01555	20,839	27,012	20,839	26,173	
	(STRAIN)	2,184E-05	-1,352E-06	2,549E-05	-1,352E-06	2,184E-05	
3	61,00010	0,01467	13,641	13,641	4,498	4,783	
	(STRAIN)	-2,393E-05	8,274E-05	8,274E-05	-2,393E-05	-2,060E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -4,090E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3,812E+11 DAMAGE RATIO = 4,597E-07
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -4,086E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,283E+08 DAMAGE RATIO = 1,366E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 8,274E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,579E+09 DAMAGE RATIO = 6,795E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 5 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (STRAIN)	STRESS (STRAIN)	MAJOR (STRAIN)	MINOR (STRAIN)	INTERMEDIATE (STRAIN)
-----------	----------------------------	---------------------------------	-------------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------------

1	9,00000	0,01840	535,899	538,281	235,562	243,152	
	(STRAIN)	-7,997E-06	8,464E-05	8,538E-05	-8,737E-06	-6,378E-06	
1	31,00000	0,01745	27,145	27,145	-446,804	-382,464	
	(STRAIN)	-5,488E-05	5,402E-05	5,402E-05	-5,488E-05	-4,009E-05	
1	31,00010	0,01745	27,145	34,862	27,145	33,516	
	(STRAIN)	2,706E-05	-6,413E-07	3,291E-05	-6,412E-07	2,706E-05	
1	61,00010	0,01631	16,548	16,770	5,054	5,401	

(STRAIN) -3,179E-05 1,023E-04 1,049E-04 -3,179E-05 -2,774E-05

2 9,00000 0,01844 268,051 380,707 135,627 184,910
 (STRAIN) 9,657E-07 2,681E-05 6,184E-05 -1,436E-05 9,656E-07

2 31,00000 0,01776 28,027 28,027 -465,055 -391,917
 (STRAIN) -5,747E-05 5,582E-05 5,582E-05 -5,747E-05 -4,067E-05

2 31,00010 0,01776 28,027 36,128 28,027 34,890
 (STRAIN) 2,866E-05 -1,181E-06 3,404E-05 -1,181E-06 2,866E-05

2 61,00010 0,01657 17,260 17,303 5,176 5,584
 (STRAIN) -3,316E-05 1,078E-04 1,083E-04 -3,316E-05 -2,840E-05

3 9,00000 0,01831 84,079 245,696 84,071 147,639
 (STRAIN) 7,420E-06 -1,234E-05 3,791E-05 -1,234E-05 7,420E-06

3 31,00000 0,01783 27,923 27,923 -465,325 -385,824
 (STRAIN) -5,788E-05 5,545E-05 5,545E-05 -5,788E-05 -3,961E-05

3 31,00010 0,01783 27,923 36,153 27,923 34,902
 (STRAIN) 2,879E-05 -1,550E-06 3,423E-05 -1,550E-06 2,879E-05

3 61,00010 0,01663 17,401 17,401 5,193 5,618
 (STRAIN) -3,345E-05 1,090E-04 1,090E-04 -3,345E-05 -2,849E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -7,997E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6,317E+10 DAMAGE RATIO = 2,774E-06

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -5,788E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5,847E+07 DAMAGE RATIO = 2,997E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1,090E-04
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7,518E+08 DAMAGE RATIO = 2,331E-04

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 6 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE PRINCIPAL STRESS (STRAIN)
1	9,00000	0,02183	544,638	546,416	229,701
	(STRAIN)	-1,709E-05	1,556E-04	1,566E-04	-1,807E-05
1	31,00000	0,02026	37,805	37,805	-393,250
	(STRAIN)	-8,163E-05	8,176E-05	8,176E-05	-8,163E-05
1	31,00010	0,02026	37,805	48,272	37,805
	(STRAIN)	3,650E-05	6,985E-08	4,558E-05	7,055E-08
1	61,00010	0,01866	21,490	21,840	5,779
	(STRAIN)	-4,568E-05	1,376E-04	1,417E-04	-4,568E-05
2	9,00000	0,02182	271,952	377,522	123,336
	(STRAIN)	-2,260E-06	5,409E-05	1,123E-04	-2,787E-05
2	31,00000	0,02072	39,097	39,097	-409,973
	(STRAIN)	-8,575E-05	8,446E-05	8,446E-05	-8,575E-05
2	31,00010	0,02072	39,097	50,161	39,097
	(STRAIN)	3,886E-05	-7,881E-07	4,732E-05	-7,880E-07
2	61,00010	0,01902	22,559	22,626	5,947
	(STRAIN)	-4,782E-05	1,460E-04	1,468E-04	-4,782E-05
3	9,00000	0,02158	84,403	218,329	84,393
	(STRAIN)	8,571E-06	-1,488E-05	5,897E-05	-1,489E-05
3	31,00000	0,02081	38,922	38,922	-410,198
	(STRAIN)	-8,643E-05	8,381E-05	8,381E-05	-8,643E-05
3	31,00010	0,02081	38,922	50,209	38,922
	(STRAIN)	3,906E-05	-1,407E-06	4,767E-05	-1,406E-06
3	61,00010	0,01910	22,796	22,796	5,977
	(STRAIN)	-4,833E-05	1,479E-04	1,479E-04	-4,833E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1,709E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8,466E+09 DAMAGE RATIO = 2,070E-05

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -8,643E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,396E+07 DAMAGE RATIO = 7,315E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 6,985E-08
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,486E+23 DAMAGE RATIO = 1,180E-18

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1,479E-04
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,916E+08 DAMAGE RATIO = 9,149E-04

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 7 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9,00000	0,02499	551,797	553,135	225,688	231,124	
	(STRAIN)	-3,049E-05	2,540E-04	2,551E-04	-3,166E-05	-2,690E-05	
1	31,00000	0,02265	48,548	48,548	-348,909	-288,545	
	(STRAIN)	-1,110E-04	1,138E-04	1,138E-04	-1,110E-04	-7,684E-05	
1	31,00010	0,02265	48,548	61,574	48,547	58,683	
	(STRAIN)	4,544E-05	1,381E-06	5,802E-05	1,380E-06	4,545E-05	
1	61,00010	0,02057	26,009	26,497	6,259	6,998	
	(STRAIN)	-5,949E-05	1,709E-04	1,766E-04	-5,949E-05	-5,088E-05	
2	9,00000	0,02487	275,246	376,034	112,941	157,752	
	(STRAIN)	-8,687E-06	9,423E-05	1,825E-04	-4,794E-05	-8,687E-06	
2	31,00000	0,02324	50,230	50,230	-364,049	-293,292	
	(STRAIN)	-1,169E-04	1,174E-04	1,174E-04	-1,169E-04	-7,686E-05	
2	31,00010	0,02324	50,230	64,092	50,230	61,358	
	(STRAIN)	4,853E-05	1,557E-07	6,043E-05	1,550E-07	4,854E-05	
2	61,00010	0,02104	27,450	27,545	6,469	7,365	
	(STRAIN)	-6,245E-05	1,823E-04	1,834E-04	-6,245E-05	-5,200E-05	
3	9,00000	0,02450	84,865	196,484	84,852	110,251	
	(STRAIN)	7,645E-06	-1,459E-05	8,318E-05	-1,460E-05	7,645E-06	
3	31,00000	0,02336	49,941	49,941	-364,020	-286,431	
	(STRAIN)	-1,178E-04	1,163E-04	1,163E-04	-1,178E-04	-7,394E-05	
3	31,00010	0,02336	49,941	64,124	49,941	61,328	
	(STRAIN)	4,876E-05	-7,450E-07	6,092E-05	-7,452E-07	4,876E-05	
3	61,00010	0,02114	27,784	27,784	6,513	7,452	
	(STRAIN)	-6,318E-05	1,850E-04	1,850E-04	-6,318E-05	-5,223E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -3,049E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,870E+09 DAMAGE RATIO = 9,374E-05
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -1,178E-04
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,216E+07 DAMAGE RATIO = 1,441E-02

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 1,381E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,341E+17 DAMAGE RATIO = 7,487E-13

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1,850E-04
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7,033E+07 DAMAGE RATIO = 2,492E-03

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 8 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9,00000	0,02427	550,229	551,659	226,477	232,177	
	(STRAIN)	-2,695E-05	2,283E-04	2,295E-04	-2,808E-05	-2,357E-05	
1	31,00000	0,02212	46,047	46,047	-358,598	-297,716	
	(STRAIN)	-1,039E-04	1,059E-04	1,059E-04	-1,039E-04	-7,234E-05	
1	31,00010	0,02212	46,047	58,496	46,046	55,795	
	(STRAIN)	4,341E-05	1,025E-06	5,515E-05	1,025E-06	4,341E-05	
1	61,00010	0,02015	24,993	25,448	6,165	6,854	
	(STRAIN)	-5,630E-05	1,634E-04	1,687E-04	-5,630E-05	-4,826E-05	
2	9,00000	0,02418	274,512	376,283	115,198	160,317	
	(STRAIN)	-6,865E-06	8,358E-05	1,642E-04	-4,260E-05	-6,865E-06	
2	31,00000	0,02268	47,642	47,642	-374,109	-303,002	
	(STRAIN)	-1,094E-04	1,093E-04	1,093E-04	-1,094E-04	-7,250E-05	
2	31,00010	0,02268	47,642	60,870	47,642	58,323	
	(STRAIN)	4,633E-05	-1,106E-07	5,741E-05	-1,097E-07	4,633E-05	
2	61,00010	0,02060	26,346	26,434	6,366	7,200	

(STRAIN) -5,907E-05 1,740E-04 1,751E-04 -5,907E-05 -4,933E-05

3 9,00000 0,02384 84,752 201,187 84,740 113,846
 (STRAIN) 8,079E-06 -1,496E-05 7,726E-05 -1,497E-05 8,079E-06
 3 31,00000 0,02280 47,383 47,383 -374,143 -296,250
 (STRAIN) -1,103E-04 1,083E-04 1,083E-04 -1,103E-04 -6,987E-05
 3 31,00010 0,02280 47,383 60,908 47,383 58,308
 (STRAIN) 4,656E-05 -9,427E-07 5,786E-05 -9,421E-07 4,656E-05
 3 61,00010 0,02070 26,658 26,658 6,406 7,280
 (STRAIN) -5,974E-05 1,765E-04 1,765E-04 -5,974E-05 -4,955E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -2,695E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,576E+09 DAMAGE RATIO = 6,804E-05
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -1,103E-04
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,405E+07 DAMAGE RATIO = 1,248E-02

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 1,025E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8,898E+17 DAMAGE RATIO = 1,970E-13

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1,765E-04
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8,672E+07 DAMAGE RATIO = 2,021E-03

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 9 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS	VERTICAL PRINCIPAL STRAIN	MAJOR PRINCIPAL STRESS	MAJOR PRINCIPAL STRAIN	MINOR PRINCIPAL STRESS	MINOR PRINCIPAL STRAIN	INTERMEDIATE STRESS
-----------	---------------------	-----------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	---------------------

1	9,00000	0,02036	541,037	543,057	232,043	239,075	(STRAIN) -1,258E-05	1,212E-04	1,221E-04	-1,346E-05	-1,040E-05
1	31,00000	0,01908	33,080	33,080	-415,489	-352,118	(STRAIN) -6,949E-05	6,901E-05	6,901E-05	-6,949E-05	-4,992E-05
1	31,00010	0,01908	33,080	42,354	33,080	40,605	(STRAIN) 3,239E-05	-3,204E-07	4,000E-05	-3,206E-07	3,239E-05
1	61,00010	0,01769	19,364	19,655	5,494	5,943	(STRAIN) -3,954E-05	1,223E-04	1,257E-04	-3,954E-05	-3,431E-05
2	9,00000	0,02038	270,322	378,670	128,488	176,002	(STRAIN) -4,852E-07	4,062E-05	8,784E-05	-2,119E-05	-4,852E-07
2	31,00000	0,01948	34,192	34,192	-432,899	-360,249	(STRAIN) -7,291E-05	7,131E-05	7,131E-05	-7,291E-05	-5,048E-05
2	31,00010	0,01948	34,192	43,966	34,192	42,346	(STRAIN) 3,442E-05	-1,032E-06	4,146E-05	-1,032E-06	3,442E-05
2	61,00010	0,01800	20,272	20,328	5,643	6,177	(STRAIN) -4,133E-05	1,293E-04	1,300E-04	-4,133E-05	-3,510E-05
3	9,00000	0,02019	84,232	229,576	84,223	135,484	(STRAIN) 8,282E-06	-1,405E-05	4,929E-05	-1,406E-05	8,282E-06
3	31,00000	0,01955	34,053	34,053	-433,191	-354,031	(STRAIN) -7,346E-05	7,081E-05	7,081E-05	-7,346E-05	-4,902E-05
3	31,00010	0,01955	34,053	44,008	34,053	42,362	(STRAIN) 3,459E-05	-1,536E-06	4,174E-05	-1,536E-06	3,459E-05
3	61,00010	0,01807	20,466	20,466	5,667	6,224	(STRAIN) -4,174E-05	1,309E-04	1,309E-04	-4,174E-05	-3,524E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1,258E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,896E+10 DAMAGE RATIO = 9,242E-06
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -7,346E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3,433E+07 DAMAGE RATIO = 5,105E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1,309E-04
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3,307E+08 DAMAGE RATIO = 5,300E-04

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 10 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS	VERTICAL PRINCIPAL STRAIN	MAJOR PRINCIPAL STRESS	MAJOR PRINCIPAL STRAIN	MINOR PRINCIPAL STRESS	MINOR PRINCIPAL STRAIN	INTERMEDIATE STRESS
-----------	---------------------	-----------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	---------------------

P. STRAIN) (STRAIN) (STRAIN) (STRAIN) (STRAIN)

1	9,00000	0,01661	530,788	533,542	238,995	246,987
	(STRAIN)	-5,021E-06	5,928E-05	5,989E-05	-5,634E-06	-3,856E-06
1	31,00000	0,01590	22,175	22,175	-476,936	-411,927
	(STRAIN)	-4,319E-05	4,227E-05	4,227E-05	-4,319E-05	-3,206E-05
1	31,00010	0,01590	22,175	28,539	22,175	27,511
	(STRAIN)	2,244E-05	-7,609E-07	2,691E-05	-7,608E-07	2,244E-05
1	61,00010	0,01498	14,047	14,213	4,593	4,859
	(STRAIN)	-2,530E-05	8,499E-05	8,693E-05	-2,530E-05	-2,219E-05
2	9,00000	0,01666	265,867	383,082	142,290	193,479
	(STRAIN)	1,582E-06	1,768E-05	4,376E-05	-9,806E-06	1,582E-06
2	31,00000	0,01615	22,865	22,865	-495,857	-422,478
	(STRAIN)	-4,515E-05	4,367E-05	4,367E-05	-4,515E-05	-3,259E-05
2	31,00010	0,01615	22,865	29,521	22,865	28,583
	(STRAIN)	2,369E-05	-1,169E-06	2,777E-05	-1,169E-06	2,369E-05
2	61,00010	0,01519	14,599	14,631	4,692	5,002
	(STRAIN)	-2,635E-05	8,924E-05	8,961E-05	-2,635E-05	-2,273E-05
3	9,00000	0,01658	84,045	261,477	84,037	159,353
	(STRAIN)	6,331E-06	-1,042E-05	2,905E-05	-1,042E-05	6,331E-06
3	31,00000	0,01621	22,787	22,787	-495,946	-416,350
	(STRAIN)	-4,543E-05	4,339E-05	4,339E-05	-4,543E-05	-3,180E-05
3	31,00010	0,01621	22,787	29,532	22,787	28,585
	(STRAIN)	2,378E-05	-1,429E-06	2,790E-05	-1,429E-06	2,378E-05
3	61,00010	0,01525	14,702	14,702	4,708	5,030
	(STRAIN)	-2,654E-05	9,005E-05	9,005E-05	-2,654E-05	-2,278E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -5,021E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,195E+11 DAMAGE RATIO = 7,982E-07

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -4,543E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,009E+08 DAMAGE RATIO = 1,737E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 9,005E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,765E+09 DAMAGE RATIO = 9,927E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 11 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS	MAJOR PRINCIPAL STRESS	MINOR PRINCIPAL STRESS	INTERMEDIATE STRESS
	P. STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)

1	9,00000	0,01388	521,672	525,081	243,614	251,897
	(STRAIN)	-2,199E-06	3,217E-05	3,260E-05	-2,626E-06	-1,590E-06
1	31,00000	0,01344	15,475	15,475	-525,663	-460,129
	(STRAIN)	-2,829E-05	2,757E-05	2,757E-05	-2,829E-05	-2,153E-05
1	31,00010	0,01344	15,474	19,944	15,475	19,308
	(STRAIN)	1,597E-05	-7,035E-07	1,873E-05	-7,033E-07	1,597E-05
1	61,00010	0,01282	10,410	10,510	3,787	3,954
	(STRAIN)	-1,665E-05	6,062E-05	6,177E-05	-1,665E-05	-1,471E-05
2	9,00000	0,01393	262,156	387,404	152,388	206,611
	(STRAIN)	1,639E-06	8,591E-06	2,427E-05	-5,147E-06	1,639E-06
2	31,00000	0,01361	15,915	15,915	-545,380	-472,130
	(STRAIN)	-2,949E-05	2,845E-05	2,845E-05	-2,949E-05	-2,193E-05
2	31,00010	0,01361	15,914	20,563	15,914	19,989
	(STRAIN)	1,676E-05	-9,520E-07	1,926E-05	-9,520E-07	1,676E-05
2	61,00010	0,01296	10,760	10,779	3,854	4,044
	(STRAIN)	-1,729E-05	6,327E-05	6,349E-05	-1,729E-05	-1,507E-05
3	9,00000	0,01393	84,291	287,583	84,285	177,973
	(STRAIN)	4,433E-06	-7,291E-06	1,815E-05	-7,292E-06	4,433E-06
3	31,00000	0,01369	15,884	15,884	-545,035	-465,794
	(STRAIN)	-2,963E-05	2,827E-05	2,827E-05	-2,963E-05	-2,145E-05
3	31,00010	0,01369	15,884	20,579	15,884	20,000
	(STRAIN)	1,682E-05	-1,078E-06	1,933E-05	-1,078E-06	1,682E-05
3	61,00010	0,01304	10,839	10,839	3,882	4,079

(STRAIN) -1,737E-05 6,378E-05 6,378E-05 -1,737E-05 -1,508E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -2,199E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,032E+12 DAMAGE RATIO = 8,624E-08
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -2,963E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2,672E+08 DAMAGE RATIO = 6,559E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 6,378E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8,270E+09 DAMAGE RATIO = 2,119E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 12 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL DISPL.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
-----------	-----------------	---------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------

1	9,00000	0,01275	517,082	520,795	244,433	252,649
	(STRAIN)	-1,510E-06	2,427E-05	2,463E-05	-1,866E-06	-1,078E-06
1	31,00000	0,01239	13,038	13,038	-546,289	-480,772
	(STRAIN)	-2,316E-05	2,255E-05	2,255E-05	-2,316E-05	-1,781E-05
1	31,00010	0,01239	13,038	16,801	13,038	16,295
	(STRAIN)	1,354E-05	-6,217E-07	1,574E-05	-6,215E-07	1,354E-05
1	61,00010	0,01188	8,995	9,073	3,424	3,557
	(STRAIN)	-1,357E-05	5,143E-05	5,234E-05	-1,357E-05	-1,201E-05
2	9,00000	0,01279	260,376	389,075	156,301	211,364
	(STRAIN)	1,454E-06	6,153E-06	1,849E-05	-3,824E-06	1,454E-06
2	31,00000	0,01253	13,392	13,392	-566,225	-493,240
	(STRAIN)	-2,411E-05	2,326E-05	2,326E-05	-2,411E-05	-1,815E-05
2	31,00010	0,01253	13,392	17,297	13,392	16,842
	(STRAIN)	1,418E-05	-8,179E-07	1,616E-05	-8,180E-07	1,418E-05
2	61,00010	0,01199	9,275	9,290	3,479	3,630
	(STRAIN)	-1,408E-05	5,355E-05	5,372E-05	-1,408E-05	-1,232E-05
3	9,00000	0,01283	84,560	298,979	84,554	185,535
	(STRAIN)	3,643E-06	-6,037E-06	1,452E-05	-6,038E-06	3,643E-06
3	31,00000	0,01264	13,391	13,391	-565,914	-487,063
	(STRAIN)	-2,422E-05	2,312E-05	2,312E-05	-2,422E-05	-1,778E-05
3	31,00010	0,01264	13,391	17,330	13,391	16,873
	(STRAIN)	1,424E-05	-9,014E-07	1,623E-05	-9,015E-07	1,424E-05
3	61,00010	0,01209	9,361	9,361	3,518	3,674
	(STRAIN)	-1,413E-05	5,403E-05	5,403E-05	-1,413E-05	-1,231E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1,510E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5,584E+12 DAMAGE RATIO = 3,138E-08
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -2,422E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4,250E+08 DAMAGE RATIO = 4,123E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 0,000E+00
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,000E+30 DAMAGE RATIO = 0,000E+00

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 5,403E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1,738E+10 DAMAGE RATIO = 1,009E-05

* SUMMARY OF DAMAGE ANALYSIS *

AT BOTTOM OF LAYER 2 SUM OF DAMAGE RATIO = 1,961E-04
 AT BOTTOM OF LAYER 3 SUM OF DAMAGE RATIO = 4,805E-02
 AT TOP OF LAYER 4 SUM OF DAMAGE RATIO = 9,457E-13
 AT TOP OF LAYER 5 SUM OF DAMAGE RATIO = 6,435E-03

MAXIMUM DAMAGE RATIO = 4,805E-02 DESIGN LIFE IN YEARS = 20,81

meze	tensile strain	E* [Mpa]	E* [psi]	Vb	Va	N Asphalt Institute	n_mese	danno n/N
1	2.29E-05	17648	2559607	11	5	4.88E+08	175,250	3.59E-04
2	2.58E-05	15377	2230195	11	5	3.70E+08	175,250	4.74E-04
3	3.12E-05	12314	1785923	11	5	2.39E+08	175,250	7.34E-04
4	4.09E-05	8953	1298443	11	5	1.29E+08	175,250	1.36E-03
5	5.79E-05	5876	852193.5	11	5	5.88E+07	175,250	2.98E-03
6	8.64E-05	3562	516569.3	11	5	2.41E+07	175,250	7.28E-03
7	1.18E-04	2387	346196.8	11	5	1.22E+07	175,250	1.43E-02
8	1.10E-04	2603	377558.2	11	5	1.41E+07	175,250	1.24E-02
9	7.35E-05	4372	634126.8	11	5	3.45E+07	175,250	5.08E-03
10	4.54E-05	7884	1143531	11	5	1.01E+08	175,250	1.73E-03
11	2.96E-05	13078	1896811	11	5	2.69E+08	175,250	6.52E-04
12	2.42E-05	16518	2395766	11	5	4.27E+08	175,250	4.10E-04

2.10E+06 4.78E-02

21

VITA UTILE