

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA DI PROGETTO	3
2.1	Dati di input	4
2.1.1	Caratteristiche di portanza del terreno di sottofondo	4
2.1.2	Misto granulare non legato	5
2.1.3	Misto cementato	5
2.1.4	Conglomerati bituminosi	6
2.1.5	Temperatura della pavimentazione	7
2.1.6	Flussi di traffico e numero di ripetizioni di carico di progetto	7
2.2	Criteri di verifica	8
2.3	Risultati delle verifiche	9
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	11
	ALLEGATO A - Elaborazione dei dati di temperatura	12
	ALLEGATO B – Elaborazione dei dati di traffico	13
	ALLEGATO C - Elaborato dei dati relativi alle miscele bituminose	14
	ALLEGATO D - Verifica strutturale delle pavimentazioni	17

1 PREMESSA

Nel presente documento vengono illustrati i risultati del dimensionamento della nuova pavimentazione prevista nell'ambito del progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna che prevede l'ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna a partire dallo svincolo 3 del "ramo verde" della complanare fino allo svincolo 13 di Bologna S. Lazzaro con le seguenti specifiche:

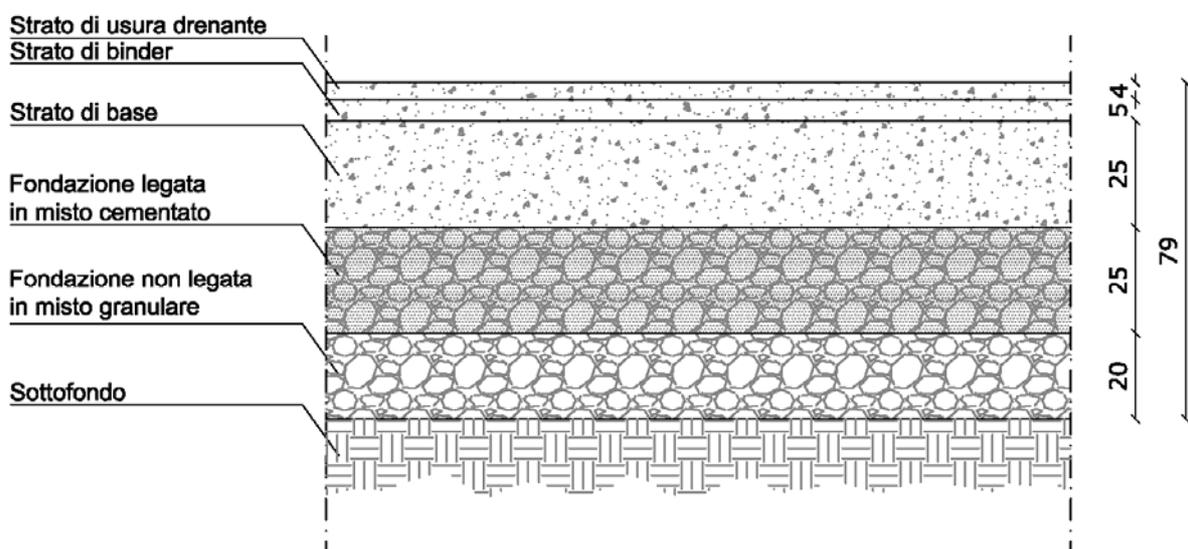
- realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull'A14;
- realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8.

Nel seguito è descritta la sovrastruttura prevista in progetto e viene esposta la metodologia di calcolo.

2 DESCRIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA DI PROGETTO

Il progetto della nuova pavimentazione ha previsto l'impiego di una sovrastruttura di spessore complessivo pari a 79 cm e così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo drenante con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 25 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 25 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.



Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura drenante con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

In corrispondenza delle rampe di svincolo lo strato di usura dovrà essere realizzato in conglomerato bituminoso di tipo chiuso con bitumi modificati di tipo hard; lungo le corsie specializzate di immissione/diversione è previsto invece uno strato di usura di tipo drenante in analogia con quanto previsto sull'asse autostradale (al fine di garantire la continuità idraulica sull'intera piattaforma per lo smaltimento delle acque).

Per le porzioni di piattaforma esistente non oggetto di interventi di risanamento è previsto il rifacimento dello strato di usura drenante.

2.1 Dati di input

Per la valutazione della vita utile della sovrastruttura di progetto si sono resi necessari i seguenti dati di input:

1. caratteristiche di portanza dei terreni di sottofondo 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 pesante previsti nell'arco del periodo di progetto nel tratto di intervento.

2.1.1 Caratteristiche di portanza del terreno di sottofondo

Le caratteristiche di portanza del terreno di sottofondo delle nuove pavimentazioni su nuovo sedime sono state desunte dalle prescrizioni contenute nel Capitolato Tecnico d'Appalto [1]. 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 alle seguente correlazione, proposta da Ferrari/Giannini [2] e riportata anche negli allegati al Catalogo delle Pavimentazioni Stradali [3]:

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

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.

2.1.2 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.

2.1.3 Misto cementato

Nella soluzione progettuale individuata è prevista la realizzazione di una sovrastruttura comprendente, al di sotto degli strati legati a bitume, uno strato in misto cementato di spessore pari a 25 cm.

Le caratteristiche meccaniche del misto cementato da assumere nel progetto sono state desunte dalle Norme Tecniche. Per tali materiali è previsto un nomogramma di controllo che oltre i 90 giorni di maturazione stabilisce un intervallo di accettazione del modulo dinamico rilevato mediante FWD compreso tra 4000 e 12000 MPa. A questo proposito le stesse Norme Tecniche stabiliscono quanto segue:

“Il riferimento prestazionale sarà costituito dal modulo elastico reale derivato mediante retrocalcolo con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo compreso tra 7 e 90 giorni dalla stesa. La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei dovrà essere quella compresa nell'area A del diagramma che segue”.

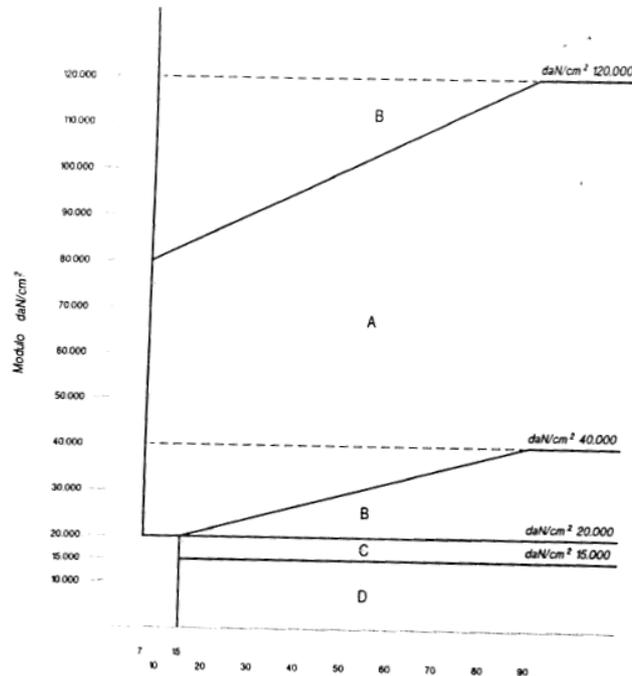


Figura 1 - Diagramma di controllo della media dei moduli dinamici relativi al misto cementato

Nei calcoli si è pertanto assunto un valore prudenziale del modulo pari a 3000 MPa, sia per garantire buoni margini di sicurezza per la variabilità di prestazione che il materiale può manifestare durante la produzione ed all'atto della messa in opera, sia per non trascurare i fenomeni di fessurazione che inevitabilmente lo interessano nel corso della sua vita utile.

Il rapporto di Poisson è stato assunto pari a 0.25.

2.1.4 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 [4], 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).

In particolare il modulo complesso ridotto del bitume è stato determinato tramite correlazione con il modulo di rigidità S_b .

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

- per miscele drenanti-fonoassorbenti una percentuale di bitume compresa tra il 5 ed il 6% ed una percentuale dei vuoti corrispondente a 50 rotazioni della pressa giratoria maggiore o uguale al 20%;
- 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 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 [5]. 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:

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

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

2.1.5 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:

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

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.

2.1.6 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 in quanto questi sono gli unici che influenzano il comportamento strutturale.

I dati di traffico sono stati elaborati a partire dai seguenti scenari contenuti nelle analisi trasportistiche allegate al progetto:

- Progettuale 2025;
- Progettuale 2035.

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

La verifica è stata condotta facendo riferimento al tratto elementare maggiormente critico dal punto di vista dei carichi di traffico pesante a cui sarà soggetta la pavimentazione ovvero nel tratto compreso tra lo svincolo 5 e lo svincolo 6 della tangenziale.

Per l'infrastruttura è stato ipotizzato un periodo di progetto pari a 20 anni. Si è inoltre ipotizzata una suddivisione omogenea (50/50) tra le due direzioni di traffico ed una percentuale di veicoli pesanti transitanti sulla corsia di marcia del 70% trattandosi di una sezione a tre corsie.

Il traffico pesante di progetto transitante è stato successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN, secondo la metodologia proposta dall'Asphalt Institute [6], che a sua volta fa riferimento ai fattori di conversione proposti dall'AASTHO Guide [7].

Con riferimento agli spettri di traffico riportati nel Catalogo Italiano delle Pavimentazioni [3], si è assunto un coefficiente di equivalenza tra un generico veicolo pesante ed un asse da 80 kN pari a 2,5. Ai fini del calcolo strutturale, il numero di ripetizioni di carico di progetto è stato espresso in termini di assi equivalenti/mese.

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

2.2 Criteri di verifica

I criteri di verifica utilizzati nel calcolo delle pavimentazioni sono quelli proposti dall'Asphalt Institute [6]. Questi trattano 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 quanto concerne la fessurazione, la legge di fatica considerata tiene conto degli effetti di **autoriparazione** del conglomerato bituminoso, derivanti dalle proprietà viscoso elastiche del legante e dal maggior tempo di riposo tra l'applicazione di un carico ed il successivo che vi è nel caso reale rispetto alle più severe prove di laboratorio. Secondo l'Asphalt Institute tali effetti sono responsabili di una vita utile effettiva superiore di 18,4 volte rispetto a quella misurata dalle corrispondenti prove di laboratorio: ciò è tenuto in conto nella legge considerata poiché essa, una volta derivata dalla regressione dei dati di laboratorio, viene successivamente modificata applicando un fattore di traslazione S_{FC} pari a 18,4.

La verifica razionale delle pavimentazioni è stata effettuata utilizzando una schematizzazione di multi-strato elastico ed impiegando il codice di calcolo KENLAYER [8]. Il traffico è stato espresso in termini di ripetizioni di assi equivalenti singoli a ruote gemellate da 80 kN. 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.

Tra gli strati legati a bitume si è ipotizzato il raggiungimento di condizioni di perfetta aderenza, mentre tra questi ultimi e gli strati sottostanti (fondazione e terreno di sottofondo) si è assunta una condizione di aderenza nulla.

2.3 Risultati delle verifiche

In Tabella 3 si riportano in sintesi i dati di input utilizzati per le verifiche.

Spessori sovrastruttura		
H ₁ USURA	cm	4
H ₂ BINDER	cm	5
H ₃ BASE	cm	25
H ₄ FONDAZIONE LEGATA	cm	25
H ₅ FONDAZIONE NON LEGATA	cm	20

Moduli elastici		
Conglomerati bituminosi E ₁ , E ₂ , E ₃	MPa	variabile
Fondazione legata in misto cementato E ₄	MPa	3'000
Fondazione non legata in misto granulare E ₅	MPa	268
Sottofondo E ₆	MPa	120

Tabella 1 – Riepilogo dati di input

Facendo riferimento ai criteri limite di progetto descritti in precedenza si è 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.

I risultati delle verifiche strutturali sono riportate integralmente nell'**Allegato D**.

In Tabella 2 è riportata una sintesi dei risultati espressi sotto forma di:

- **danno elementare** relativo ad ogni mese dell'anno medio;
- **danno cumulativo** relativo all'anno medio, ottenuto come somma algebrica dei danni elementari sopra detti;
- **vita utile**, corrispondente al numero di anni necessari al raggiungimento di un valore unitario del danno.

Di seguito sono riportati i risultati delle verifiche.

PERIODO	DANNO ELEMENTARE
GEN	0.00043
FEB	0.00060
MAR	0.00099
APR	0.00183
MAG	0.00349
GIU	0.00631
LUG	0.00916
AGO	0.00850
SET	0.00505
OTT	0.00226
NOV	0.00087
DIC	0.00051
DANNO CUMULATO	0.04000
VITA UTILE (anni)	25.00

Tabella 2 – Risultati verifica strutturale

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

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1]. *Capitolato Speciale d'Appalto - Parte seconda: opere civili*, Società Autostrade per l'Italia.
- [2]. P. Ferrari e F. Giannini, "*Ingegneria Stradale 2 – Corpo stradale e pavimentazioni*", ISEDI, 1996.
- [3]. "*Catalogo delle Pavimentazioni Stradali*", Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1995.
- [4]. L. Francken e A. Vanelstraeten, "Complex Moduli of Bituminous Binders and Mixes. Interpretation and Evaluation", *Eurobitume Proceedings*, 1996.
- [5]. L. Francken, "*RILEM Report 17 – Bituminous binders and mixes*", 1998.
- [6]. "*Thickness Design – Highways and Streets*", Manual Series n. 1, Asphalt Institute, 1999.
- [7]. "*AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*", AASHTO, 1993.
- [8]. *KENLAYER Program (KENPAVE Software)* - Huang, Y. H. (2004) - Pavement Design and Analysis (Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.).

ALLEGATO A - Elaborazione dei dati di temperatura

Mese	Tmin	Tmax	ΔT
Gen	-2.0	5.0	1.5
Feb	1.0	8.0	4.5
Mar	4.0	13.0	8.5
Apr	8.0	18.0	13.0
Mag	12.0	23.0	17.5
Giu	16.0	27.0	21.5
Lug	18.0	30.0	24.0
Ago	18.0	29.0	23.5
Set	15.0	25.0	20.0
Ott	10.0	19.0	14.5
Nov	4.0	11.0	7.5
Dic	0.0	6.0	3.0

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

MESE	T_{ARIA} (°C)	T_{PAV} Usura (°C)	T_{PAV} Binder (°C)	T_{PAV} Base (°C)
GENNAIO	1.5	3.6	3.7	4.3
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	24.3
GIUGNO	21.5	30.6	30.3	29.4
LUGLIO	24.0	34.0	33.7	32.5
AGOSTO	23.5	33.3	33.0	31.9
SETTEMBRE	20.0	28.6	28.3	27.5
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	6.2

ALLEGATO B – Elaborazione dei dati di traffico

TGM 2025	14775
TGM 2035	15154

var med 2025/2035	0.25%
-------------------	-------

TGM	
2025	14775
2026	14812
2027	14850
2028	14888
2029	14925
2030	14963
2031	15001
2032	15039
2033	15077
2034	15116
2035	15154
TOT	164602
MED 2025-2035 BID	14964

TGM VP BID	14964
% corsia più caricata	70%
coeff. eq assi 80 kN	2.5
n° assi 80 kN giorno	13093

Mese	n° assi 80 kN mese
GEN	405'892
FEB	366'612
MAR	405'892
APR	392'799
MAG	405'892
GIU	392'799
LUG	405'892
AGO	405'892
SET	392'799
OTT	405'892
NOV	392'799
DIC	405'892
Traffico medio	398'254

ALLEGATO C - Elaborato dei dati relativi alle miscele bituminose

USURA DRENANTE

G_b (g/cm³)	1.02
G_g (g/cm³)	2.75
G_m(g/cm³)	2.021
P_b	5.5%
P_{bm}	5.213

Calcolo degli indici V_g, V_b, V_a.

V_g [%]	69.5
V_b [%]	10.5
V_a [%]	20.0

Calcolo del modulo elastico

	T_{pav} (°C)	S_b (MPa)	B*	R*	Einf (MPa)	E (MPa)
GEN	3.6	381.8	0.127	0.539	12596	6791
FEB	7.6	217.5	0.073	0.431	12596	5431
MAR	13.0	102.8	0.034	0.309	12596	3888
APR	19.1	44.2	0.015	0.202	12596	2539
MAG	25.2	19.0	0.006	0.125	12596	1573
GIU	30.6	9.0	0.003	0.078	12596	983
LUG	34.0	5.6	0.002	0.057	12596	717
AGO	33.3	6.2	0.002	0.061	12596	765
SET	28.6	11.9	0.004	0.094	12596	1178
OTT	21.2	33.4	0.011	0.173	12596	2177
NOV	11.7	123.9	0.041	0.337	12596	4243
DIC	5.6	288.2	0.096	0.484	12596	6091

BINDER (CON BITUMI MODIFICATI)

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 del modulo elastico

	Tpav (°C)	Sb (MPa)	B*	R*	Einf (MPa)	E (MPa)
GEN	3.7	373.5	0.124	0.559	31052	17349
FEB	7.7	214.8	0.072	0.453	31052	14058
MAR	13.0	102.7	0.034	0.330	31052	10241
APR	19.0	44.8	0.015	0.220	31052	6822
MAG	25.0	19.5	0.007	0.139	31052	4312
GIU	30.3	9.3	0.003	0.088	31052	2744
LUG	33.7	5.9	0.002	0.065	31052	2025
AGO	33.0	6.5	0.002	0.069	31052	2155
SET	28.3	12.3	0.004	0.105	31052	3267
OTT	21.0	34.0	0.011	0.190	31052	5889
NOV	11.7	123.5	0.041	0.358	31052	11128
DIC	5.7	283.2	0.094	0.504	31052	15663

BASE (CON BITUMI MODIFICATI)

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 del modulo elastico

	Tpav (°C)	Sb (MPa)	B*	R*	Einf (MPa)	E (MPa)
GEN	4.3	346.9	0.116	0.600	32851	19714
FEB	8.0	205.8	0.069	0.501	32851	16460
MAR	13.1	102.6	0.034	0.381	32851	12502
APR	18.7	46.9	0.016	0.266	32851	8753
MAG	24.3	21.4	0.007	0.177	32851	5831
GIU	29.4	10.7	0.004	0.119	32851	3897
LUG	32.5	6.9	0.002	0.090	32851	2969
AGO	31.9	7.5	0.003	0.096	32851	3139
SET	27.5	13.9	0.005	0.139	32851	4553
OTT	20.6	36.1	0.012	0.234	32851	7687
NOV	11.8	122.1	0.041	0.409	32851	13442
DIC	6.2	267.2	0.089	0.550	32851	18064

ALLEGATO D - Verifica strutturale delle pavimentazioni

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)----- = 6
 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 25 25 20
 POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0.35 0.35 0.35 0.25 0.4 0.4
 CONDITIONS OF INTERFACES (INT) ARE : 1 1 0 0 0

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 6.791E+06 2 1.735E+07
 3 1.971E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 2 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.431E+06 2 1.406E+07
 3 1.646E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 3 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.888E+06 2 1.024E+07
 3 1.250E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 4 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.539E+06 2 6.822E+06
 3 8.753E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 5 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.573E+06 2 4.312E+06
 3 5.831E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 6 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.828E+05 2 2.744E+06
 3 3.897E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 7 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 7.172E+05 2 2.025E+06
 3 2.969E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 8 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 7.648E+05 2 2.155E+06
 3 3.139E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 9 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.178E+06 2 3.267E+06
 3 4.553E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 10 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.177E+06 2 5.889E+06
 3 7.687E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 11 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 4.243E+06 2 1.113E+07
 3 1.344E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 12 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 6.091E+06 2 1.566E+07
 3 1.806E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 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: 5 6

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 1 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 2 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 3 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 4 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 5 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 6 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 7 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 8 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 9 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 10 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 11 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 12 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 398254

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 5 ARE: 1.365E-09 4.477
DAMAGE COEFFICIENTS (FT) FOR TOP COMPRESSION OF LAYER 6 ARE: 1.365E-09 4.477

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

NO.	COORDINATE P. STRAIN)	VERTICAL (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	9.00000	0.01162	544.057	546.254	280.423	286.952
	(STRAIN)	-4.746E-07	1.987E-05	2.004E-05	-6.455E-07	-1.375E-07
1	34.00000	0.01131	20.437	20.437	-489.889	-435.521
	(STRAIN)	-1.748E-05	1.747E-05	1.747E-05	-1.748E-05	-1.376E-05
1	59.00010	0.01120	7.336	7.336	5.388	5.567
	(STRAIN)	8.474E-07	1.102E-05	1.102E-05	8.476E-07	1.782E-06
1	79.00010	0.01076	6.825	6.825	6.115	6.170
	(STRAIN)	7.657E-06	1.593E-05	1.592E-05	7.647E-06	8.279E-06
2	9.00000	0.01164	274.541	425.658	171.093	243.662
	(STRAIN)	2.006E-06	4.409E-06	1.617E-05	-3.641E-06	2.006E-06
2	34.00000	0.01141	20.817	20.817	-509.124	-451.892
	(STRAIN)	-1.817E-05	1.812E-05	1.812E-05	-1.817E-05	-1.425E-05
2	59.00010	0.01130	7.573	7.574	5.692	5.836
	(STRAIN)	1.223E-06	1.105E-05	1.105E-05	1.224E-06	1.976E-06
2	79.00010	0.01085	7.008	7.008	6.287	6.327
	(STRAIN)	7.959E-06	1.635E-05	1.635E-05	7.940E-06	8.413E-06
3	9.00000	0.01172	88.214	337.395	88.207	217.786
	(STRAIN)	3.967E-06	-6.116E-06	1.327E-05	-6.116E-06	3.967E-06
3	34.00000	0.01156	20.573	20.573	-511.058	-450.557
	(STRAIN)	-1.829E-05	1.812E-05	1.812E-05	-1.829E-05	-1.415E-05
3	59.00010	0.01145	7.698	7.698	5.770	5.907
	(STRAIN)	1.227E-06	1.129E-05	1.129E-05	1.226E-06	1.939E-06
3	79.00010	0.01098	7.122	7.122	6.394	6.426
	(STRAIN)	8.113E-06	1.662E-05	1.662E-05	8.121E-06	8.498E-06

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -4.746E-07
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.107E+14 DAMAGE RATIO = 1.890E-09
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -1.829E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.213E+08 DAMAGE RATIO = 4.323E-04

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.129E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.921E+13 DAMAGE RATIO = 2.073E-08

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 1.662E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.408E+12 DAMAGE RATIO = 1.169E-07

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.01238	546.891	548.884	276.193	282.438	
		(STRAIN) -8.589E-07	2.494E-05	2.514E-05	-1.051E-06	-4.509E-07	
1	34.00000	0.01201	23.657	23.657	-471.913	-417.967	
		(STRAIN) -2.029E-05	2.036E-05	2.036E-05	-2.029E-05	-1.586E-05	
1	59.00010	0.01189	8.212	8.212	6.162	6.373	
		(STRAIN) 1.222E-06	1.193E-05	1.193E-05	1.222E-06	2.328E-06	
1	79.00010	0.01139	7.610	7.610	6.818	6.880	
		(STRAIN) 8.520E-06	1.776E-05	1.776E-05	8.521E-06	9.235E-06	
2	9.00000	0.01240	275.624	421.097	166.360	235.476	
		(STRAIN) 2.124E-06	5.980E-06	1.995E-05	-4.513E-06	2.125E-06	
2	34.00000	0.01213	24.110	24.110	-490.867	-433.928	
		(STRAIN) -2.111E-05	2.113E-05	2.113E-05	-2.111E-05	-1.644E-05	
2	59.00010	0.01200	8.492	8.492	6.520	6.690	
		(STRAIN) 1.668E-06	1.197E-05	1.197E-05	1.668E-06	2.557E-06	
2	79.00010	0.01149	7.825	7.824	7.019	7.065	
		(STRAIN) 8.873E-06	1.826E-05	1.826E-05	8.858E-06	9.400E-06	
3	9.00000	0.01246	88.001	322.958	87.994	206.716	
		(STRAIN) 4.473E-06	-6.927E-06	1.564E-05	-6.928E-06	4.473E-06	
3	34.00000	0.01227	23.793	23.793	-492.216	-431.979	
		(STRAIN) -2.122E-05	2.110E-05	2.110E-05	-2.122E-05	-1.628E-05	
3	59.00010	0.01214	8.604	8.604	6.600	6.761	
		(STRAIN) 1.693E-06	1.216E-05	1.216E-05	1.693E-06	2.534E-06	
3	79.00010	0.01162	7.926	7.926	7.113	7.153	
		(STRAIN) 9.016E-06	1.849E-05	1.849E-05	9.018E-06	9.475E-06	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -8.589E-07
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.578E+13 DAMAGE RATIO = 1.113E-08

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -2.122E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6.586E+08 DAMAGE RATIO = 6.047E-04

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.216E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.378E+13 DAMAGE RATIO = 2.891E-08

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 1.849E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.112E+12 DAMAGE RATIO = 1.886E-07

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.01362	550.850	552.547	268.587	274.220	
		(STRAIN) -1.806E-06	3.518E-05	3.540E-05	-2.029E-06	-1.287E-06	
1	34.00000	0.01313	29.364	29.364	-442.262	-389.214	
		(STRAIN) -2.530E-05	2.563E-05	2.563E-05	-2.530E-05	-1.957E-05	

1	59.00010	0.01298	9.687	9.687	7.497	7.768
	(STRAIN)	1.921E-06	1.336E-05	1.336E-05	1.921E-06	3.338E-06
1	79.00010	0.01240	8.919	8.919	7.989	8.066
	(STRAIN)	9.953E-06	2.081E-05	2.081E-05	9.957E-06	1.085E-05
2	9.00000	0.01363	277.221	414.369	158.552	222.179
	(STRAIN)	2.115E-06	9.371E-06	2.745E-05	-6.273E-06	2.115E-06
2	34.00000	0.01328	29.953	29.953	-460.652	-404.394
	(STRAIN)	-2.636E-05	2.661E-05	2.661E-05	-2.636E-05	-2.029E-05
2	59.00010	0.01312	10.041	10.041	7.953	8.171
	(STRAIN)	2.494E-06	1.340E-05	1.340E-05	2.494E-06	3.633E-06
2	79.00010	0.01252	9.190	9.190	8.245	8.298
	(STRAIN)	1.040E-05	2.144E-05	2.145E-05	1.041E-05	1.103E-05
3	9.00000	0.01365	87.838	301.515	87.830	189.712
	(STRAIN)	5.219E-06	-8.211E-06	1.996E-05	-8.212E-06	5.219E-06
3	34.00000	0.01340	29.511	29.511	-461.638	-402.027
	(STRAIN)	-2.650E-05	2.654E-05	2.654E-05	-2.650E-05	-2.006E-05
3	59.00010	0.01324	10.138	10.138	8.041	8.247
	(STRAIN)	2.563E-06	1.352E-05	1.352E-05	2.563E-06	3.639E-06
3	79.00010	0.01263	9.273	9.273	8.323	8.368
	(STRAIN)	1.053E-05	2.164E-05	2.164E-05	1.055E-05	1.108E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1.806E-06
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.062E+12 DAMAGE RATIO = 9.804E-08
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -2.650E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.014E+08 DAMAGE RATIO = 9.922E-04

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.352E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8.587E+12 DAMAGE RATIO = 4.638E-08

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 2.164E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.046E+12 DAMAGE RATIO = 3.808E-07

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

NO.	COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.01535	555.569	556.910	257.437	262.059
	(STRAIN)	-4.015E-06	5.471E-05	5.498E-05	-4.280E-06	-3.366E-06
1	34.00000	0.01465	38.299	38.299	-400.424	-348.988
	(STRAIN)	-3.332E-05	3.434E-05	3.434E-05	-3.332E-05	-2.539E-05
1	59.00010	0.01446	11.836	11.836	9.511	9.879
	(STRAIN)	3.079E-06	1.523E-05	1.523E-05	3.079E-06	4.999E-06
1	79.00010	0.01375	10.804	10.804	9.671	9.776
	(STRAIN)	1.200E-05	2.521E-05	2.521E-05	1.199E-05	1.322E-05
2	9.00000	0.01534	279.266	406.353	147.450	204.016
	(STRAIN)	1.493E-06	1.638E-05	4.153E-05	-9.701E-06	1.493E-06
2	34.00000	0.01484	39.118	39.118	-417.839	-362.865
	(STRAIN)	-3.479E-05	3.569E-05	3.569E-05	-3.479E-05	-2.631E-05
2	59.00010	0.01464	12.310	12.310	10.127	10.421
	(STRAIN)	3.858E-06	1.526E-05	1.527E-05	3.861E-06	5.395E-06
2	79.00010	0.01391	11.165	11.165	10.013	10.084
	(STRAIN)	1.259E-05	2.605E-05	2.605E-05	1.261E-05	1.344E-05
3	9.00000	0.01529	87.873	274.489	87.864	167.533
	(STRAIN)	5.967E-06	-9.796E-06	2.713E-05	-9.798E-06	5.967E-06
3	34.00000	0.01493	38.498	38.498	-418.926	-360.532
	(STRAIN)	-3.498E-05	3.556E-05	3.556E-05	-3.498E-05	-2.598E-05
3	59.00010	0.01473	12.402	12.402	10.240	10.517

(STRAIN) 3.999E-06 1.529E-05 1.529E-05 4.001E-06 5.450E-06
 3 79.00010 0.01399 11.236 11.236 10.082 10.142
 (STRAIN) 1.272E-05 2.622E-05 2.622E-05 1.276E-05 1.346E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -4.015E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.146E+11 DAMAGE RATIO = 9.607E-07
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -3.498E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.181E+08 DAMAGE RATIO = 1.826E-03

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.529E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.943E+12 DAMAGE RATIO = 8.056E-08

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 2.622E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.427E+11 DAMAGE RATIO = 8.996E-07

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

NO.	COORDINATE	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.01747	560.595	561.577	244.021	247.211	
	(STRAIN)	-8.750E-06	9.006E-05	9.037E-05	-9.058E-06	-8.059E-06	
1	34.00000	0.01643	50.609	50.609	-349.333	-300.347	
	(STRAIN)	-4.492E-05	4.768E-05	4.768E-05	-4.492E-05	-3.358E-05	
1	59.00010	0.01618	14.568	14.568	12.172	12.676	
	(STRAIN)	4.754E-06	1.727E-05	1.727E-05	4.755E-06	7.388E-06	
1	79.00010	0.01531	13.162	13.162	11.776	11.915	
	(STRAIN)	1.454E-05	3.071E-05	3.071E-05	1.454E-05	1.617E-05	
2	9.00000	0.01742	281.615	398.544	133.745	182.870	
	(STRAIN)	-7.958E-07	3.012E-05	6.673E-05	-1.618E-05	-7.957E-07	
2	34.00000	0.01667	51.776	51.776	-365.297	-312.332	
	(STRAIN)	-4.701E-05	4.956E-05	4.956E-05	-4.701E-05	-3.475E-05	
2	59.00010	0.01642	15.209	15.210	13.012	13.415	
	(STRAIN)	5.827E-06	1.731E-05	1.731E-05	5.830E-06	7.934E-06	
2	79.00010	0.01551	13.647	13.647	12.233	12.332	
	(STRAIN)	1.534E-05	3.184E-05	3.184E-05	1.534E-05	1.650E-05	
3	9.00000	0.01728	88.192	244.733	88.180	142.381	
	(STRAIN)	5.998E-06	-1.097E-05	3.804E-05	-1.097E-05	5.998E-06	
3	34.00000	0.01674	50.939	50.939	-366.715	-310.254	
	(STRAIN)	-4.733E-05	4.937E-05	4.937E-05	-4.733E-05	-3.426E-05	
3	59.00010	0.01648	15.320	15.320	13.175	13.557	
	(STRAIN)	6.063E-06	1.727E-05	1.726E-05	6.061E-06	8.056E-06	
3	79.00010	0.01557	13.729	13.729	12.313	12.399	
	(STRAIN)	1.549E-05	3.203E-05	3.204E-05	1.552E-05	1.652E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -8.750E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.726E+10 DAMAGE RATIO = 8.427E-06
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -4.733E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.141E+08 DAMAGE RATIO = 3.490E-03

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.731E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.841E+12 DAMAGE RATIO = 1.402E-07

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 3.203E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.805E+11 DAMAGE RATIO = 2.206E-06

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

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

NO.	COORDINATE	(HORIZONTAL P. STRAIN)	STRESS (STRAIN)	STRESS (STRAIN)	STRESS (STRAIN)	STRESS (STRAIN)
1	9.00000	0.01974	565.306	565.991	230.993	232.564
	(STRAIN)	-1.734E-05	1.468E-04	1.471E-04	-1.768E-05	-1.690E-05
1	34.00000	0.01816	64.721	64.721	-296.990	-250.998
	(STRAIN)	-5.949E-05	6.583E-05	6.583E-05	-5.949E-05	-4.355E-05
1	59.00010	0.01784	17.469	17.469	15.100	15.767
	(STRAIN)	6.737E-06	1.912E-05	1.911E-05	6.736E-06	1.022E-05
1	79.00010	0.01681	15.624	15.624	13.970	14.154
	(STRAIN)	1.717E-05	3.646E-05	3.645E-05	1.716E-05	1.930E-05
2	9.00000	0.01960	283.959	392.400	119.614	162.390
	(STRAIN)	-6.128E-06	5.369E-05	1.070E-04	-2.717E-05	-6.129E-06
2	34.00000	0.01847	66.324	66.324	-311.197	-260.726
	(STRAIN)	-6.240E-05	6.839E-05	6.839E-05	-6.240E-05	-4.492E-05
2	59.00010	0.01815	18.305	18.306	16.203	16.735
	(STRAIN)	8.157E-06	1.914E-05	1.914E-05	8.159E-06	1.094E-05
2	79.00010	0.01706	16.254	16.254	14.565	14.692
	(STRAIN)	1.820E-05	3.793E-05	3.793E-05	1.822E-05	1.970E-05
3	9.00000	0.01934	88.720	216.729	88.706	118.215
	(STRAIN)	4.123E-06	-1.039E-05	5.259E-05	-1.040E-05	4.123E-06
3	34.00000	0.01853	65.263	65.263	-312.806	-258.762
	(STRAIN)	-6.290E-05	6.809E-05	6.809E-05	-6.290E-05	-4.417E-05
3	59.00010	0.01821	18.458	18.458	16.435	16.937
	(STRAIN)	8.494E-06	1.906E-05	1.907E-05	8.496E-06	1.112E-05
3	79.00010	0.01712	16.368	16.368	14.673	14.789
	(STRAIN)	1.841E-05	3.819E-05	3.819E-05	1.842E-05	1.978E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1.734E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.325E+09 DAMAGE RATIO = 5.437E-05
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -6.290E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6.314E+07 DAMAGE RATIO = 6.307E-03

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.914E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.810E+12 DAMAGE RATIO = 2.200E-07

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 3.819E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8.215E+10 DAMAGE RATIO = 4.848E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.02136	568.335	568.857	222.817	223.295
	(STRAIN)	-2.658E-05	2.034E-04	2.038E-04	-2.688E-05	-2.656E-05
1	34.00000	0.01927	74.928	74.928	-261.975	-218.229
	(STRAIN)	-7.135E-05	8.185E-05	8.185E-05	-7.135E-05	-5.145E-05
1	59.00010	0.01891	19.456	19.456	17.155	17.939
	(STRAIN)	8.194E-06	2.022E-05	2.022E-05	8.197E-06	1.229E-05
1	79.00010	0.01776	17.288	17.288	15.453	15.666
	(STRAIN)	1.894E-05	4.034E-05	4.034E-05	1.893E-05	2.141E-05
2	9.00000	0.02113	285.518	389.164	110.165	149.362
	(STRAIN)	-1.254E-05	7.822E-05	1.473E-04	-3.867E-05	-1.254E-05
2	34.00000	0.01963	76.871	76.871	-274.865	-226.278
	(STRAIN)	-7.497E-05	8.497E-05	8.497E-05	-7.497E-05	-5.287E-05
2	59.00010	0.01926	20.434	20.434	18.451	19.078
	(STRAIN)	9.871E-06	2.023E-05	2.023E-05	9.872E-06	1.315E-05
2	79.00010	0.01805	18.022	18.022	16.143	16.297

(STRAIN) 2.014E-05 4.205E-05 4.205E-05 2.013E-05 2.192E-05

3	9.00000	0.02077	89.142	199.037	89.125	102.806
	(STRAIN)	9.627E-07	-8.146E-06	6.511E-05	-8.157E-06	9.627E-07
3	34.00000	0.01970	75.657	75.657	-276.480	-224.267
	(STRAIN)	-7.561E-05	8.452E-05	8.452E-05	-7.561E-05	-5.186E-05
3	59.00010	0.01932	20.623	20.623	18.734	19.327
	(STRAIN)	1.028E-05	2.014E-05	2.014E-05	1.028E-05	1.337E-05
3	79.00010	0.01811	18.166	18.166	16.280	16.418
	(STRAIN)	2.039E-05	4.239E-05	4.239E-05	2.039E-05	2.200E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -2.658E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.326E+09 DAMAGE RATIO = 1.713E-04
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -7.561E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.346E+07 DAMAGE RATIO = 9.163E-03

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.023E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.413E+12 DAMAGE RATIO = 2.819E-07

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 4.239E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.153E+10 DAMAGE RATIO = 7.729E-06

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

NO.	COORDINATE	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.02102	567.726	568.279	224.460	225.103	
	(STRAIN)	-2.435E-05	1.904E-04	1.907E-04	-2.470E-05	-2.430E-05	
1	34.00000	0.01905	72.815	72.815	-269.066	-224.850	
	(STRAIN)	-6.877E-05	7.828E-05	7.828E-05	-6.877E-05	-4.975E-05	
1	59.00010	0.01870	19.051	19.051	16.733	17.494	
	(STRAIN)	7.892E-06	2.000E-05	2.000E-05	7.890E-06	1.187E-05	
1	79.00010	0.01757	16.951	16.951	15.152	15.359	
	(STRAIN)	1.858E-05	3.955E-05	3.955E-05	1.857E-05	2.099E-05	
2	9.00000	0.02081	285.202	389.768	112.076	151.956	
	(STRAIN)	-1.099E-05	7.248E-05	1.380E-04	-3.598E-05	-1.099E-05	
2	34.00000	0.01940	74.686	74.686	-282.231	-233.249	
	(STRAIN)	-7.224E-05	8.128E-05	8.128E-05	-7.224E-05	-5.117E-05	
2	59.00010	0.01903	19.999	19.999	17.988	18.598	
	(STRAIN)	9.515E-06	2.002E-05	2.002E-05	9.512E-06	1.270E-05	
2	79.00010	0.01785	17.663	17.663	15.823	15.970	
	(STRAIN)	1.975E-05	4.121E-05	4.121E-05	1.975E-05	2.147E-05	
3	9.00000	0.02048	89.054	202.562	89.037	105.881	
	(STRAIN)	1.773E-06	-8.769E-06	6.234E-05	-8.779E-06	1.773E-06	
3	34.00000	0.01946	73.503	73.503	-283.852	-231.256	
	(STRAIN)	-7.285E-05	8.086E-05	8.086E-05	-7.285E-05	-5.022E-05	
3	59.00010	0.01910	20.181	20.181	18.261	18.836	
	(STRAIN)	9.907E-06	1.993E-05	1.993E-05	9.906E-06	1.291E-05	
3	79.00010	0.01791	17.800	17.800	15.953	16.087	
	(STRAIN)	1.999E-05	4.153E-05	4.153E-05	1.999E-05	2.155E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -2.435E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.942E+09 DAMAGE RATIO = 1.354E-04
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -7.285E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.685E+07 DAMAGE RATIO = 8.501E-03

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.002E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.481E+12 DAMAGE RATIO = 2.689E-07

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 4.153E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.644E+10 DAMAGE RATIO = 7.057E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.01884	563.516	564.308	235.930	238.146	
		(STRAIN) -1.342E-05	1.216E-04	1.220E-04	-1.375E-05	-1.284E-05	
1	34.00000	0.01750	59.084	59.084	-317.267	-270.061	
		(STRAIN) -5.346E-05	5.812E-05	5.812E-05	-5.346E-05	-3.947E-05	
1	59.00010	0.01721	16.335	16.335	13.944	14.545	
		(STRAIN) 5.940E-06	1.843E-05	1.843E-05	5.940E-06	9.080E-06	
1	79.00010	0.01624	14.666	14.666	13.120	13.278	
		(STRAIN) 1.615E-05	3.422E-05	3.423E-05	1.618E-05	1.803E-05	
2	9.00000	0.01875	283.055	394.581	125.093	170.181	
		(STRAIN) -3.583E-06	4.307E-05	8.916E-05	-2.222E-05	-3.583E-06	
2	34.00000	0.01778	60.508	60.508	-332.185	-280.699	
		(STRAIN) -5.603E-05	6.040E-05	6.040E-05	-5.603E-05	-4.076E-05	
2	59.00010	0.01749	17.093	17.093	14.941	15.421	
		(STRAIN) 7.219E-06	1.846E-05	1.846E-05	7.222E-06	9.730E-06	
2	79.00010	0.01647	15.238	15.238	13.655	13.774	
		(STRAIN) 1.709E-05	3.556E-05	3.555E-05	1.708E-05	1.847E-05	
3	9.00000	0.01854	88.497	227.332	88.484	127.407	
		(STRAIN) 5.165E-06	-1.092E-05	4.646E-05	-1.092E-05	5.165E-06	
3	34.00000	0.01785	59.534	59.534	-333.747	-278.718	
		(STRAIN) -5.645E-05	6.015E-05	6.015E-05	-5.645E-05	-4.013E-05	
3	59.00010	0.01755	17.227	17.227	15.146	15.598	
		(STRAIN) 7.517E-06	1.839E-05	1.840E-05	7.520E-06	9.883E-06	
3	79.00010	0.01653	15.338	15.337	13.749	13.858	
		(STRAIN) 1.727E-05	3.579E-05	3.579E-05	1.726E-05	1.853E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1.342E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.464E+10 DAMAGE RATIO = 2.720E-05
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -5.645E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.891E+07 DAMAGE RATIO = 5.047E-03

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.846E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.128E+12 DAMAGE RATIO = 1.871E-07

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 3.579E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.099E+11 DAMAGE RATIO = 3.623E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.01601	557.210	558.430	253.179	257.374	
		(STRAIN) -5.214E-06	6.420E-05	6.448E-05	-5.494E-06	-4.532E-06	
1	34.00000	0.01522	41.995	41.995	-384.406	-333.684	
		(STRAIN) -3.673E-05	3.816E-05	3.816E-05	-3.673E-05	-2.782E-05	
1	59.00010	0.01501	12.681	12.681	10.323	10.731	
		(STRAIN) 3.575E-06	1.589E-05	1.589E-05	3.575E-06	5.706E-06	
1	79.00010	0.01425	11.537	11.537	10.327	10.440	
		(STRAIN) 1.279E-05	2.692E-05	2.692E-05	1.280E-05	1.411E-05	

2	9.00000	0.01599	280.014	403.689	143.169	197.263
	(STRAIN)	9.956E-07	1.997E-05	4.832E-05	-1.140E-05	9.956E-07
2	34.00000	0.01543	42.915	42.915	-401.396	-347.003
	(STRAIN)	-3.837E-05	3.966E-05	3.966E-05	-3.837E-05	-2.882E-05
2	59.00010	0.01521	13.205	13.205	11.005	11.332
	(STRAIN)	4.440E-06	1.593E-05	1.593E-05	4.440E-06	6.150E-06
2	79.00010	0.01442	11.935	11.935	10.701	10.783
	(STRAIN)	1.345E-05	2.785E-05	2.785E-05	1.345E-05	1.440E-05
3	9.00000	0.01591	87.946	264.843	87.936	159.453
	(STRAIN)	6.110E-06	-1.028E-05	3.027E-05	-1.028E-05	6.110E-06
3	34.00000	0.01550	42.227	42.227	-402.587	-344.750
	(STRAIN)	-3.860E-05	3.952E-05	3.952E-05	-3.860E-05	-2.844E-05
3	59.00010	0.01529	13.299	13.299	11.132	11.440
	(STRAIN)	4.611E-06	1.594E-05	1.594E-05	4.611E-06	6.223E-06
3	79.00010	0.01450	12.007	12.007	10.773	10.839
	(STRAIN)	1.358E-05	2.802E-05	2.802E-05	1.362E-05	1.439E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -5.214E-06
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.990E+11 DAMAGE RATIO = 2.001E-06
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -3.860E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.763E+08 DAMAGE RATIO = 2.259E-03

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.594E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.113E+12 DAMAGE RATIO = 9.682E-08

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 2.802E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.289E+11 DAMAGE RATIO = 1.211E-06

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

NO.	COORDINATE	VERTICAL DISPL.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	9.00000	0.01328	549.840	551.613	270.696	276.513	
	(STRAIN)	-1.506E-06	3.214E-05	3.236E-05	-1.721E-06	-1.015E-06	
1	34.00000	0.01283	27.763	27.763	-450.318	-397.003	
	(STRAIN)	-2.389E-05	2.413E-05	2.413E-05	-2.389E-05	-1.853E-05	
1	59.00010	0.01269	9.282	9.282	7.127	7.381	
	(STRAIN)	1.721E-06	1.298E-05	1.298E-05	1.722E-06	3.050E-06	
1	79.00010	0.01213	8.562	8.561	7.667	7.744	
	(STRAIN)	9.562E-06	1.998E-05	1.998E-05	9.544E-06	1.043E-05	
2	9.00000	0.01330	276.804	416.105	160.677	225.760	
	(STRAIN)	2.146E-06	8.339E-06	2.524E-05	-5.749E-06	2.146E-06	
2	34.00000	0.01297	28.313	28.313	-468.871	-412.408	
	(STRAIN)	-2.488E-05	2.505E-05	2.505E-05	-2.488E-05	-1.921E-05	
2	59.00010	0.01282	9.615	9.615	7.555	7.760	
	(STRAIN)	2.258E-06	1.302E-05	1.302E-05	2.259E-06	3.326E-06	
2	79.00010	0.01225	8.817	8.817	7.909	7.960	
	(STRAIN)	9.982E-06	2.057E-05	2.057E-05	9.988E-06	1.058E-05	
3	9.00000	0.01333	87.864	307.108	87.856	194.204	
	(STRAIN)	5.029E-06	-7.871E-06	1.873E-05	-7.872E-06	5.029E-06	
3	34.00000	0.01309	27.905	27.905	-469.903	-410.100	
	(STRAIN)	-2.501E-05	2.499E-05	2.499E-05	-2.501E-05	-1.900E-05	
3	59.00010	0.01295	9.716	9.716	7.640	7.833	
	(STRAIN)	2.315E-06	1.316E-05	1.316E-05	2.315E-06	3.324E-06	
3	79.00010	0.01236	8.904	8.903	7.989	8.037	
	(STRAIN)	1.011E-05	2.078E-05	2.077E-05	1.011E-05	1.067E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1.506E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6.888E+12 DAMAGE RATIO = 5.782E-08
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -2.501E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.564E+08 DAMAGE RATIO = 8.726E-04

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.316E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.688E+12 DAMAGE RATIO = 4.111E-08

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 2.078E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.255E+12 DAMAGE RATIO = 3.174E-07

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

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

1	9.00000	0.01198	545.460	547.558	278.467	284.869	
	(STRAIN)	-6.416E-07	2.219E-05	2.237E-05	-8.225E-07	-2.707E-07	
1	34.00000	0.01164	21.947	21.947	-481.333	-427.150	
	(STRAIN)	-1.880E-05	1.882E-05	1.882E-05	-1.880E-05	-1.475E-05	
1	59.00010	0.01153	7.752	7.752	5.753	5.947	
	(STRAIN)	1.021E-06	1.146E-05	1.146E-05	1.022E-06	2.035E-06	
1	79.00010	0.01106	7.198	7.198	6.452	6.505	
	(STRAIN)	8.068E-06	1.680E-05	1.680E-05	8.087E-06	8.707E-06	
2	9.00000	0.01200	275.071	423.440	168.838	239.759	
	(STRAIN)	2.073E-06	5.116E-06	1.790E-05	-4.040E-06	2.073E-06	
2	34.00000	0.01176	22.362	22.362	-500.441	-443.333	
	(STRAIN)	-1.955E-05	1.952E-05	1.952E-05	-1.955E-05	-1.528E-05	
2	59.00010	0.01164	8.009	8.009	6.082	6.238	
	(STRAIN)	1.430E-06	1.149E-05	1.149E-05	1.430E-06	2.247E-06	
2	79.00010	0.01116	7.396	7.396	6.636	6.677	
	(STRAIN)	8.393E-06	1.726E-05	1.726E-05	8.387E-06	8.870E-06	
3	9.00000	0.01208	88.099	330.354	88.092	212.430	
	(STRAIN)	4.212E-06	-6.504E-06	1.438E-05	-6.505E-06	4.212E-06	
3	34.00000	0.01190	22.084	22.084	-502.052	-441.663	
	(STRAIN)	-1.966E-05	1.951E-05	1.951E-05	-1.966E-05	-1.515E-05	
3	59.00010	0.01178	8.127	8.127	6.161	6.309	
	(STRAIN)	1.443E-06	1.171E-05	1.171E-05	1.443E-06	2.214E-06	
3	79.00010	0.01129	7.504	7.504	6.738	6.769	
	(STRAIN)	8.542E-06	1.751E-05	1.751E-05	8.570E-06	8.938E-06	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -6.416E-07
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8.520E+13 DAMAGE RATIO = 4.674E-09
 AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -1.966E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.822E+08 DAMAGE RATIO = 5.092E-04

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.171E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.631E+13 DAMAGE RATIO = 2.441E-08

AT TOP OF LAYER 6 COMPRESSIVE STRAIN = 1.751E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.698E+12 DAMAGE RATIO = 1.476E-07

* SUMMARY OF DAMAGE ANALYSIS *

AT BOTTOM OF LAYER 2 SUM OF DAMAGE RATIO = 3.997E-04
 AT BOTTOM OF LAYER 3 SUM OF DAMAGE RATIO = 4.000E-02
 AT TOP OF LAYER 5 SUM OF DAMAGE RATIO = 1.437E-06
 AT TOP OF LAYER 6 SUM OF DAMAGE RATIO = 2.873E-05

MAXIMUM DAMAGE RATIO = 4.000E-02 DESIGN LIFE IN YEARS = 25.00