

Comune di SANSEPOLCRO  
Provincia di Arezzo

Progettazione



via Giuseppe Ferrari, 39  
20900 MONZA (MB)

Tel. 039/3900237  
Fax. 039/2314017

[ufficio.tecnico@trmgroup.org](mailto:ufficio.tecnico@trmgroup.org)

Progettista:

Ing. Giuseppe Ciccarone

Ordine Ingegneri  
Provincia di Monza e Brianza  
Numero A2248

Collaboratori di commessa:

Ing. Roberto Vergani  
Ing. Nicolo' Jordens  
Ing. Luca Serio  
Ing. Francesco Masucci  
Dott. Paolo Galbiati

Committente

4-PROGRESS

AREA EX BONINSEGNI  
PROGETTO UNITARIO CONVENZIONATO  
PROPOSTA DI MIGLIORAMENTO  
ASSE VIA SENESE ARETINA

PROGETTO

DEFINITIVO

Titolo elaborato	Elaborato	Rev.
Relazione tecnica delle pavimentazioni	R04	A
Codice progetto	Scala	Data
A.119	-	31.03.21

N° rev	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.
A	31.03.21	Emissione	RV	RV	GC

Codice elaborato

A119 P D 1 RL 004 GNR A

Questo disegno non può essere riprodotto, copiato e/o trasmesso a terze persone e case concorrenti senza autorizzazione da parte degli autori. Non utilizzare per scopi diversi da quello per cui è stato fornito.

## INDICE

1.	Introduzione .....	2
1.1	Premesse .....	2
2.	Dimensionamento delle nuove pavimentazioni.....	3
2.1	Introduzione .....	3
2.2	Dati di input per il dimensionamento e la verifica delle pavimentazioni.....	4
2.2.1	Caratteristiche di portanza del terreno di sottofondo .....	5
2.2.2	Strato in misto granulare non legato (MGNL).....	5
2.2.3	Strato in misto cementato (MC).....	6
2.2.4	Strato in conglomerato bituminoso (CB).....	6
2.2.5	Flussi di traffico .....	7
2.3	Verifica della pavimentazione: criteri.....	8
2.4	Risultati della verifica .....	9
	Allegato 1 – elaborazione dati temperatura .....	10
	Allegato 2 – elaborazione dati traffico .....	10
	Allegato 3 – elaborazione dati miscele bituminose .....	11
	Allegato 4 – output programma: verifiche strutturali pavimentazioni .....	12

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSE

Il presente progetto definitivo ha per oggetto la riqualifica di della SS73 Via Senese Aretina e di parte di via Maestri del Lavoro nel quadrante sud/ovest del Comune di Sansepolcro in Provincia di Arezzo. L'intervento consiste nella realizzazione di un'intersezione a rotatoria sulla SS73 in adiacenza ai comparti Famila e Trony e nella realizzazione di due viabilità di collegamento tra la via Senese Aretina e la via Maestri del lavoro.

Nello specifico la relazione in oggetto illustra il dimensionamento delle nuove pavimentazioni delle opere comprendente, assi viari di nuova realizzazione per la via Senese Aretina e per la nuova rotatoria.

La foto sottostante raffigura l'area oggetto di intervento:



Figura 1. Inquadramento area di intervento

## 2. DIMENSIONAMENTO DELLE NUOVE PAVIMENTAZIONI

### 2.1 INTRODUZIONE

Le pavimentazioni flessibili sono costituite da tre strati sovrapposti di aggregati lapidei legati a bitume (usura, binder, base) e da uno strato di materiale sciolto poggiante sul terreno di posa (fondazione). L'organizzazione a strati di queste pavimentazioni assicura la distribuzione dei carichi fino al terreno sottostante e fa sì che la sovrastruttura, anziché assorbire gli sforzi mediante resistenze flessionali, reagisca con la sua adattabilità deformativa alle azioni trasmesse dai carichi veicolari e alle reazioni del terreno sottostante.

Gli strati superficiali sono direttamente esposti alle azioni del traffico e degli agenti atmosferici, mentre la struttura portante ha la funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto, sopportando e distribuendo sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico. Lo strato superficiale è quello che costituisce il piano viabile destinato a far fronte alle azioni verticali e tangenziali indotte dai veicoli e a trasmetterle con intensità attenuata agli strati sottostanti.

Il pacchetto in conglomerato bituminoso è caratterizzato da notevole resistenza al taglio ed è generalmente è suddiviso in:

- usura, posto a contatto con i pneumatici dei veicoli, deve garantire delle ottime condizioni di aderenza ed assicurare adeguate caratteristiche di regolarità;
- binder (strato di collegamento), destinato a integrare le funzioni portanti dello strato superiore e ad assicurare la collaborazione con gli strati sottostanti.
- strato di base, la cui funzione principale è ripartire i carichi sul sottostante strato di fondazione di minore qualità portante e deve possedere un'elevata resistenza ai fenomeni di fatica e all'ormaiamento;
- fondazione, ovvero strato a contatto con il sottofondo che ha funzione di ripartire i carichi e rendere la sollecitazione compatibile con il sottostante strato, ma ha anche la funzione di rendere la superficie regolare per stendere lo strato superiore di base.

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione della sovrastruttura è pertanto quello di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità,

per un prefissato periodo di tempo (in questo caso 20 anni come richiesto dalla Provincia di Como).

Nel presente progetto, per le nuove pavimentazioni, si prevede l'impiego di un pacchetto di pavimentazione con uno spessore complessivo pari a 70 cm che presenta una stratigrafia così composta:

- usura in conglomerato bituminoso (CB) di 4 cm;
- Binder in conglomerato bituminoso (CB) di 6 cm;
- Base in conglomerato bituminoso (CB) di 15 cm;
- Fondazione in misto cementato di 20cm.
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm

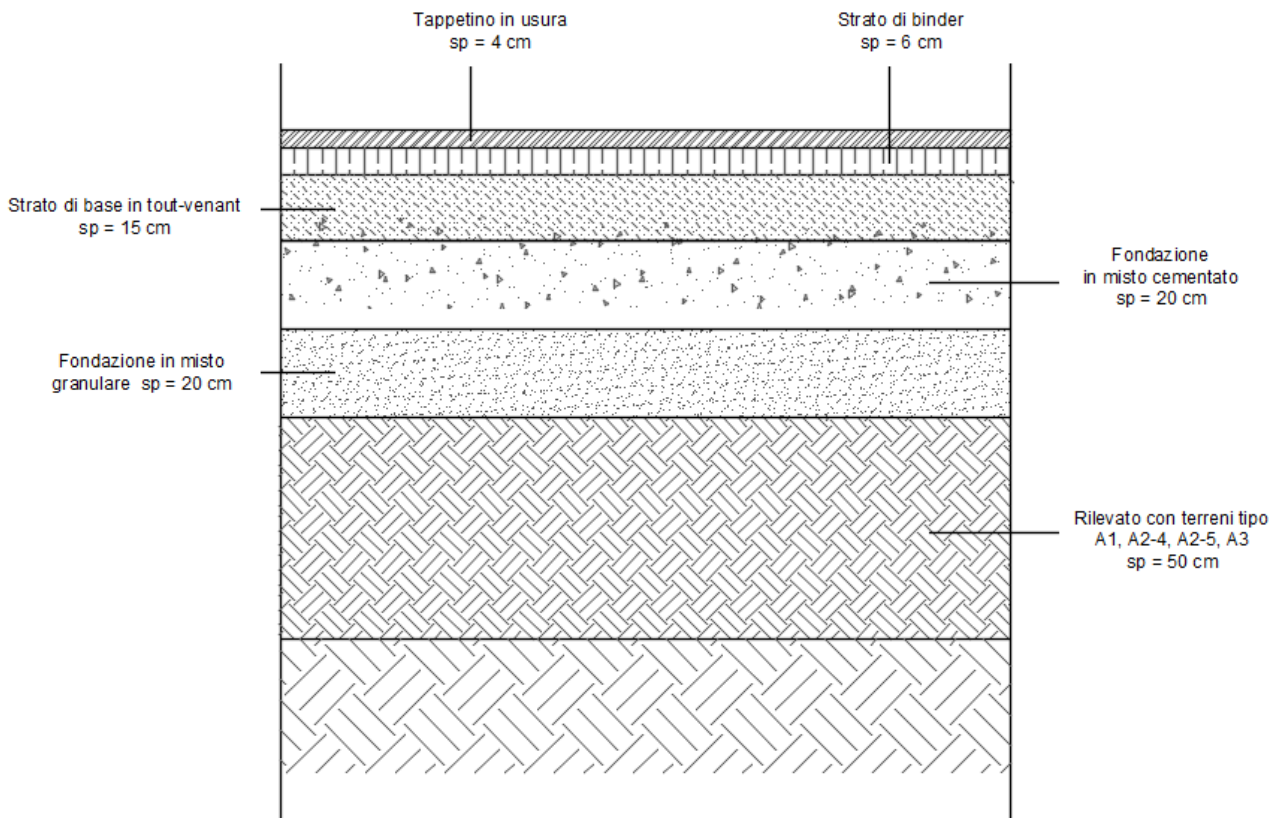


Figura 2. Pacchetto stradale

## 2.2 DATI DI INPUT PER IL DIMENSIONAMENTO E LA VERIFICA DELLE PAVIMENTAZIONI

Per la progettazione delle pavimentazioni di progetto sono necessari i seguenti dati di input:

- caratteristiche di portanza dei terreni di sottofondo esistenti e di nuova realizzazione;
- caratteristiche tenso-deformative e di resistenza dei materiali impiegati;

- temperature caratteristiche dell'aria nella zona in cui è ubicato l'intervento;
- flussi di traffico pesante previsti nell'arco del periodo di progetto nel tratto di intervento.

### **2.2.1 Caratteristiche di portanza del terreno di sottofondo**

Per la determinazione delle caratteristiche di portanza del terreno di sottofondo per le nuove pavimentazioni si prescrive che 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/cm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato e in trincea.

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

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

Nei calcoli si è quindi assunto come valore di progetto un valore del modulo dinamico pari a 120 MPa nel caso dell'intervento su nuovo sedime. Il corrispondente rapporto di Poisson è stato assunto pari a 0.40.

### **2.2.2 Strato in misto granulare non legato (MGNL)**

Le caratteristiche meccaniche del misto granulare possono essere stimate facendo riferimento alla espressione utilizzata nella procedura di dimensionamento della Shell Oil Company e riproposta da Ferrari/Giannini 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:

$$E_2 = 0,206 x h^{0.45} x E_1$$

in cui:

- $E_2$  = modulo elastico del misto granulare

- $E_1$  = modulo elastico del sottofondo
- $h$  = spessore in mm dello strato in mgnl

In via cautelativa ed a vantaggio di sicurezza per il progetto in esame si assegna allo strato in misto granulare un modulo elastico pari a 260Mpa.

Per il coefficiente di Poisson  $\mu$  è stato assunto un valore pari a 0,40.

Il valore del modulo elastico dovrà essere verificato nella fase di esecuzione dei lavori tramite esecuzione di prove dinamiche tipo F.W.D.

### **2.2.3 Strato in misto cementato (MC)**

Il pacchetto stradale previsto per le nuove pavimentazioni prevede al di sotto degli strati in bitume uno strato in misto cementato di 15 cm.

Per le caratteristiche meccaniche del misto cementato da assumere nel progetto si è fatto riferimento alle Norme Tecniche d'Appalto di Autostrade per l'Italia. 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.

Tuttavia, nei calcoli si è assunto un valore prudenziale del modulo pari a 3000 Mpa. La motivazione dell'adottare un modulo ridotto è dettata sia dalla necessità di garantire un determinato margine di sicurezza dovuto dalla variabilità di prestazione che il materiale può manifestare durante la produzione ed all'atto della messa in opera, sia per non trascurare gli inevitabili fenomeni di fessurazione che interessano l'intero strato nel corso della sua vita utile. Il rapporto di Poisson è stato assunto pari a 0.25.

### **2.2.4 Strato in conglomerato bituminoso (CB)**

Le caratteristiche meccaniche degli strati in conglomerato bituminoso, sono state definite mediante applicazione di una legge presente in letteratura che permette di determinare il modulo elastico di un conglomerato bituminoso alla temperatura  $T$  a partire da quello alla temperatura standard di 20°C.

L'espressione, funzione delle condizioni climatiche ( $T_{media}$ ) di ciascun mese dell'anno, è di seguito riportata:

$$Et = \frac{E0}{10^{\alpha(T^2 - T_0^2)}}$$

- Et: modulo elastico dello strato in conglomerato bituminoso alla temperatura generica T
- E0: modulo elastico a 20 °C dello strato in conglomerato bituminoso;
- T: temperatura espressa in °F dello strato in conglomerato bituminoso
- T<sub>0</sub>: temperatura a 20°C espressa in °F
- $\alpha$ : coefficiente sperimentale pari a 0,0001

Per le verifiche in oggetto sono stati ipotizzati dei valori prudenziali dei moduli elastici a 20°: nelle fasi successive di progettazione le verifiche dovranno essere nuovamente tarate anche in funzione delle indicazioni fornite dagli enti gestori degli assi stradali.

Per il calcolo della temperatura dello strato in conglomerato bituminoso è stata utilizzata la relazione, proposta in letteratura da Marchionna ed altri, valida per condizioni climatiche tipiche dell'Italia centrale:

$$T_{PAVi} = (1,467 + 0,043z) + (1,362 - 0,005z) T_a$$

In mancanza di specifiche informazioni, i dati climatici relativi alla zona in cui sarà realizzata la pavimentazione in oggetto sono stati reperiti sul sito Internet di *World Climate* relativamente alla stazione meteorologica di Napoli.

### **2.2.5 Flussi di traffico**

La determinazione del numero di carichi che dovrà supportare la struttura della pavimentazione è stata effettuata considerando i soli veicoli commerciali in quanto questi sono gli unici che influenzano il comportamento strutturale.

Il traffico pesante di progetto transitante nella corsia di marcia (considerato pari al 4%, il punto di partenza per ricavare i dati sul TGM e sulla % di mezzi pesanti, è stato il dato del conteggio di traffico storico (2015) H24 disponibile in una sezione sulla via Aretina a sud della rotonda fra via Casa Prato / via Buitoni, integrato con i dati ricavati da rilievi di traffico del novembre 2020. Il dato finale per la verifica delle pavimentazioni è stato



successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN secondo la metodologia proposta dall'Asphalt Institute, che a sua volta fa riferimento ai fattori di conversione proposti dall'AASHTO Guide.

Con riferimento agli spettri di traffico riportati nel Catalogo Italiano delle Pavimentazioni 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.

Per quanto riguarda le corsie interessate, il TGM considerato è di 24695 8dati ricavati come sopra indicato) con una percentuale di mezzi pesanti pari al 4%. Inoltre, il numero assi/mese dedotto è stato incrementato del 5% per tenere in considerazione gli eventuali incrementi di traffico a cui potrà essere soggetta l'area.

### **2.3 VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE: CRITERI**

I criteri di verifica utilizzati nel calcolo delle pavimentazioni sono quelli proposti dall'Asphalt Institute in cui si trattano separatamente la fessurazione a fatica dei conglomerati, e la formazione di ormaie che si realizza sulla sommità del sottofondo.

Il raggiungimento delle condizioni ultime (raggiungimento del Danno unitario secondo la teoria di Miner) corrisponde, secondo quanto riportato 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.

La verifica razionale delle pavimentazioni è stata effettuata utilizzando una schematizzazione di multi-strato elastico ed impiegando il codice di calcolo KENLAYER 2.0. Il traffico è stato espresso in termini di ripetizioni di assi equivalenti singoli a ruote gemellate da 80 kN, la cui configurazione geometrica utilizzata prevede due impronte circolari di raggio 95,4 mm (a cui corrisponde una pressione di gonfiaggio di 700 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 si è assunta una condizione di aderenza nulla.

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:

$$D = \sum_i \frac{n_i}{N_i}$$

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.

## 2.4 RISULTATI DELLA VERIFICA

I risultati della verifica con il metodo di calcolo proposto mostrano una vita utile della pavimentazione pari a 26,09 anni.

I risultati ottenuti per mezzo del software di calcolo sono da intendersi indicativi e potranno subire modifiche in funzione di una nuova taratura dei dati di input conseguente agli approfondimenti che verranno sviluppati nelle fasi progettuali successive.

## Allegato 1 – elaborazione dati temperatura

### SANSEPOLCRO TABELLA CLIMATICA

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	2.8	3.4	6.9	10.8	15	19.5	22.1	22	17.1	13	8.2	4
Temperatura minima (°C)	-0.1	-0.1	2.8	6.2	10.1	14.3	16.9	17	12.9	9.5	5.2	1.2
Temperatura massima (°C)	6.3	7.3	11.5	15.5	19.6	24.4	27.2	27.3	21.6	17.1	11.5	7.4
Precipitazioni (mm)	70	79	80	94	76	59	42	45	88	102	116	95
Umidità(%)	84%	80%	76%	73%	71%	66%	60%	62%	72%	81%	85%	84%
Giorni di pioggia (g.)	8	8	8	10	8	6	5	6	8	9	9	9

## Allegato 2 – elaborazione dati traffico

numero veicoli commerciali quotidiani		
nvca=TGMxpsmxcpxpcors		864,325
TGM		24695
psm	perc traffico x senso di marcia	0,5
pc	perc. Vp sul TOT	0,14
pcors	perc. Vp su corsia	0,5

coeff. Assi 80 kN	2,5
-------------------	-----

assi equivalenti quotidiani	
Assi equivalenti	2160,8125

N assi mese	
GEN	66985,2
FEB	60502,8
MAR	66985,2
APR	64824,4
MAGG	66985,2
GIU	64824,4
LUG	66985,2
AGO	66985,2
SET	64824,4
OTT	66985,2
NOV	64824,4
DIC	66985,2
<b>traffico medio</b>	<b>65724,7</b>
<b>incremento 5%</b>	<b>69010,9</b>

Figura 3-elaborazione dati traffico SP 342

### Allegato 3 – elaborazione dati miscele bituminose

	Eusura	Ebinder	Ebase
	[kPa]	[kPa]	[kPa]
GEN	5,7E+06	1,2E+07	1,2E+07
FEB	5,4E+06	1,1E+07	1,1E+07
MAR	4,1E+06	8,8E+06	8,9E+06
APR	3,0E+06	6,5E+06	6,7E+06
MAGG	2,1E+06	4,7E+06	4,8E+06
GIU	1,3E+06	2,9E+06	3,1E+06
LUG	9,7E+05	2,2E+06	2,3E+06
AGO	9,6E+05	2,1E+06	2,3E+06
SET	1,8E+06	3,8E+06	4,0E+06
OTT	2,6E+06	5,7E+06	5,9E+06
NOV	4,1E+06	8,8E+06	8,9E+06
DIC	5,3E+06	1,1E+07	1,1E+07

Tabella 1 - Moduli elastici strati in conglomerato bituminoso

**Allegato 4 – output programma: verifiche strutturali pavimentazioni**

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -Via Senese Aretina

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

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/m<sup>3</sup>, and temperature in C

THICKNESSES OF LAYERS (TH) ARE : 0.04 0.06 0.15 0.2 0.2

POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0.35 0.35 0.35 0.2 0.4 0.4

CONDITIONS OF INTERFACES (INT) ARE : 1 1 0 0 0

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.700E+06 2 1.200E+07  
3 1.200E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 2 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.400E+06 2 1.100E+07  
3 1.100E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 3 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 4.100E+06 2 8.800E+06  
3 8.900E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 4 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.000E+06 2 6.500E+06  
3 6.700E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 5 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.100E+06 2 4.700E+06  
3 4.700E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 6 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.300E+06 2 2.900E+06  
3 3.100E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 7 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.700E+05 2 2.200E+06  
3 2.300E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 8 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.600E+05 2 2.100E+06  
3 2.300E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 9 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.800E+06 2 3.800E+06  
3 4.000E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 10 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.600E+06 2 5.700E+06  
3 5.900E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 11 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 4.100E+06 2 8.800E+06  
3 8.900E+06 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

FOR PERIOD NO. 12 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.300E+06 2 1.100E+07  
3 1.100E+07 4 3.000E+06 5 2.680E+05 6 1.200E+05

LOAD GROUP NO. 1 HAS 2 CONTACT AREAS

CONTACT RADIUS (CR)----- = 0.0954

CONTACT PRESSURE (CP)----- = 700

NO. OF POINTS AT WHICH RESULTS ARE DESIRED (NPT)-- = 3

WHEEL SPACING ALONG X-AXIS (XW)----- = 0

WHEEL SPACING ALONG Y-AXIS (YW)----- = 0.315

RESPONSE PT. NO. AND (XPT, YPT) ARE: 1 0.000 0.000 2 0.000 0.095  
3 0.000 0.158

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 : 66985.2

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 2 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 60502.8

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 3 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 66985.2

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 4 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 64824.4

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 5 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 66985.2

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 6 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 64824.4

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 7 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 66985.2

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 8 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 66985.2

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 9 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 64824.4

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 10 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 66985.2

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 11 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 64824.4

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 12 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 66985.2

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 COEFICIENTS (FT) FOR TOP COMPRESSION OF LAYER 4 ARE: 1.365E-  
09 4.477

DAMAGE COEFICIENTS (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 COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00018	420.932	428.282	166.342	175.671
	(STRAIN)	2.489E-05	2.571E-05	-3.754E-06	-2.927E-06	
1	0.25000	0.00017	49.348	49.348	-691.152	-597.070
	(STRAIN)	4.169E-05	4.169E-05	-4.162E-05	-4.162E-05	
1	0.25010	0.00017	49.348	123.867	49.348	105.130
	(STRAIN)	1.183E-06	3.099E-05	1.183E-06	2.350E-05	
1	0.45010	0.00017	16.678	16.678	14.282	14.955
	(STRAIN)	1.859E-05	1.859E-05	6.078E-06	6.078E-06	
2	0.10000	0.00018	213.659	313.106	137.242	157.206
	(STRAIN)	6.316E-06	1.750E-05	-2.281E-06	-3.461E-08	
2	0.25000	0.00018	44.908	44.908	-709.438	-589.110
	(STRAIN)	4.162E-05	4.162E-05	-4.325E-05	-4.325E-05	
2	0.25010	0.00018	44.908	127.510	44.908	107.294
	(STRAIN)	-6.841E-07	3.236E-05	-6.842E-07	2.427E-05	
2	0.45010	0.00017	17.378	17.378	15.235	15.817
	(STRAIN)	1.850E-05	1.850E-05	7.303E-06	7.304E-06	
3	0.10000	0.00018	90.374	268.304	90.369	148.162
	(STRAIN)	-4.616E-06	1.540E-05	-4.616E-06	1.886E-06	
3	0.25000	0.00018	41.916	41.916	-705.343	-571.697
	(STRAIN)	4.074E-05	4.074E-05	-4.333E-05	-4.333E-05	
3	0.25010	0.00018	41.916	127.062	41.916	105.626
	(STRAIN)	-1.541E-06	3.252E-05	-1.541E-06	2.394E-05	
3	0.45010	0.00018	17.445	17.446	15.367	15.935
	(STRAIN)	1.838E-05	1.838E-05	7.516E-06	7.514E-06	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -2.927E-06



ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.247E+11 DAMAGE RATIO = 9.243E-08  
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -4.333E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8.239E+07 DAMAGE RATIO = 8.130E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 1.183E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.683E+17 DAMAGE RATIO = 1.430E-13

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.859E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.061E+12 DAMAGE RATIO = 3.249E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00018	420.751	427.671	160.022	168.258
	(STRAIN)	2.758E-05	2.843E-05	-4.414E-06	-3.565E-06	
1	0.25000	0.00018	52.292	52.292	-671.327	-578.579
	(STRAIN)	4.452E-05	4.452E-05	-4.428E-05	-4.428E-05	
1	0.25010	0.00018	52.292	130.905	52.292	110.892
	(STRAIN)	1.311E-06	3.276E-05	1.311E-06	2.475E-05	
1	0.45010	0.00018	17.390	17.390	15.010	15.729
	(STRAIN)	1.901E-05	1.901E-05	6.578E-06	6.577E-06	
2	0.10000	0.00018	214.009	309.380	134.318	149.675
	(STRAIN)	7.385E-06	1.909E-05	-2.396E-06	-5.109E-07	
2	0.25000	0.00018	47.542	47.542	-689.278	-570.281
	(STRAIN)	4.440E-05	4.440E-05	-4.603E-05	-4.603E-05	
2	0.25010	0.00018	47.542	134.789	47.542	113.176
	(STRAIN)	-6.836E-07	3.422E-05	-6.836E-07	2.557E-05	
2	0.45010	0.00018	18.134	18.134	16.026	16.648
	(STRAIN)	1.890E-05	1.890E-05	7.885E-06	7.885E-06	

3	0.10000	0.00018	91.115	261.316	91.109	140.691
	(STRAIN)		-4.508E-06	1.638E-05	-4.508E-06	1.577E-06
3	0.25000	0.00018	44.346	44.346	-685.383	-553.128
	(STRAIN)		4.344E-05	4.344E-05	-4.612E-05	-4.612E-05
3	0.25010	0.00018	44.346	134.331	44.346	111.409
	(STRAIN)		-1.601E-06	3.439E-05	-1.601E-06	2.522E-05
3	0.45010	0.00018	18.209	18.209	16.168	16.778
	(STRAIN)		1.877E-05	1.877E-05	8.111E-06	8.111E-06

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -3.565E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.079E+11 DAMAGE RATIO = 1.483E-07

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -4.612E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.226E+07 DAMAGE RATIO = 8.373E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 1.311E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.955E+17 DAMAGE RATIO = 2.047E-13

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.901E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.868E+12 DAMAGE RATIO = 3.238E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE P. STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00019	425.427	431.399	156.213	163.099
	(STRAIN)		3.541E-05	3.632E-05	-5.893E-06	-4.977E-06
1	0.25000	0.00019	61.070	61.070	-629.472	-538.951
	(STRAIN)		5.281E-05	5.281E-05	-5.193E-05	-5.193E-05
1	0.25010	0.00019	61.070	152.003	61.070	128.161
	(STRAIN)		1.679E-06	3.805E-05	1.679E-06	2.852E-05

1	0.45010	0.00019	19.499	19.499	17.188	18.048
	(STRAIN)		2.017E-05	2.016E-05	8.096E-06	8.097E-06
2	0.10000	0.00020	217.163	308.592	131.212	142.840
	(STRAIN)		1.014E-05	2.417E-05	-3.044E-06	-1.260E-06
2	0.25000	0.00019	55.415	55.415	-646.692	-529.500
	(STRAIN)		5.248E-05	5.248E-05	-5.402E-05	-5.402E-05
2	0.25010	0.00019	55.415	156.624	55.415	130.853
	(STRAIN)		-6.935E-07	3.979E-05	-6.935E-07	2.948E-05
2	0.45010	0.00019	20.378	20.378	18.396	19.137
	(STRAIN)		2.002E-05	2.002E-05	9.663E-06	9.660E-06
3	0.10000	0.00020	93.156	253.173	93.150	133.030
	(STRAIN)		-4.774E-06	1.977E-05	-4.775E-06	1.343E-06
3	0.25000	0.00019	51.615	51.615	-643.160	-512.646
	(STRAIN)		5.125E-05	5.125E-05	-5.413E-05	-5.413E-05
3	0.25010	0.00019	51.615	156.134	51.615	128.800
	(STRAIN)		-1.790E-06	4.002E-05	-1.790E-06	2.908E-05
3	0.45010	0.00019	20.477	20.477	18.574	19.299
	(STRAIN)		1.988E-05	1.988E-05	9.939E-06	9.933E-06

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -4.977E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.645E+11 DAMAGE RATIO = 4.071E-07

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -5.413E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.110E+07 DAMAGE RATIO = 1.311E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 1.679E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.757E+16 DAMAGE RATIO = 6.865E-13

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.017E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.433E+12 DAMAGE RATIO = 4.673E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00021	430.465	435.213	147.743	152.256
	(STRAIN)		4.982E-05	5.080E-05	-8.903E-06	-7.966E-06
1	0.25000	0.00020	73.996	73.996	-569.507	-482.922
	(STRAIN)		6.602E-05	6.602E-05	-6.364E-05	-6.364E-05
1	0.25010	0.00020	73.996	182.469	73.996	152.898
	(STRAIN)		2.307E-06	4.570E-05	2.307E-06	3.387E-05
1	0.45010	0.00020	22.428	22.429	20.276	21.343
	(STRAIN)		2.157E-05	2.157E-05	1.033E-05	1.032E-05
2	0.10000	0.00021	220.960	305.487	124.507	129.406
	(STRAIN)		1.577E-05	3.333E-05	-4.262E-06	-3.245E-06
2	0.25000	0.00021	66.970	66.970	-585.563	-471.848
	(STRAIN)		6.523E-05	6.523E-05	-6.625E-05	-6.625E-05
2	0.25010	0.00021	66.970	188.181	66.970	156.157
	(STRAIN)		-6.325E-07	4.785E-05	-6.325E-07	3.504E-05
2	0.45010	0.00020	23.504	23.503	21.762	22.690
	(STRAIN)		2.136E-05	2.135E-05	1.226E-05	1.226E-05
3	0.10000	0.00021	96.086	237.666	96.079	118.290
	(STRAIN)		-4.384E-06	2.502E-05	-4.385E-06	2.276E-07
3	0.25000	0.00021	62.261	62.261	-582.411	-455.372
	(STRAIN)		6.351E-05	6.351E-05	-6.639E-05	-6.639E-05
3	0.25010	0.00021	62.261	187.620	62.261	153.643
	(STRAIN)		-1.997E-06	4.815E-05	-1.997E-06	3.456E-05
3	0.45010	0.00021	23.638	23.638	21.992	22.898
	(STRAIN)		2.120E-05	2.120E-05	1.260E-05	1.260E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -7.966E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.533E+10 DAMAGE RATIO = 1.430E-06  
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -6.639E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.327E+07 DAMAGE RATIO = 1.949E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 2.307E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.352E+16 DAMAGE RATIO = 2.756E-12

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.157E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.061E+12 DAMAGE RATIO = 6.111E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00023	433.589	437.004	125.844	126.227
	(STRAIN)	7.323E-05	7.421E-05	-1.517E-05	-1.506E-05	
1	0.25000	0.00022	91.247	91.247	-491.932	-411.526
	(STRAIN)	8.669E-05	8.669E-05	-8.082E-05	-8.082E-05	
1	0.25010	0.00022	91.247	222.372	91.247	184.985
	(STRAIN)	3.259E-06	5.571E-05	3.259E-06	4.075E-05	
1	0.45010	0.00022	26.111	26.108	24.236	25.595
	(STRAIN)	2.306E-05	2.304E-05	1.326E-05	1.327E-05	
2	0.10000	0.00023	225.106	300.568	105.288	114.542
	(STRAIN)	2.591E-05	4.758E-05	-8.511E-06	-8.511E-06	
2	0.25000	0.00023	82.412	82.412	-506.489	-398.845
	(STRAIN)	8.495E-05	8.495E-05	-8.420E-05	-8.420E-05	
2	0.25010	0.00023	82.412	229.594	82.412	189.032
	(STRAIN)	-4.376E-07	5.843E-05	-4.376E-07	4.221E-05	
2	0.45010	0.00022	27.451	27.453	26.106	27.277
	(STRAIN)	2.275E-05	2.276E-05	1.572E-05	1.572E-05	

3	0.10000	0.00023	100.718	221.533	95.863	100.710
	(STRAIN)		-2.206E-06	3.250E-05	-3.600E-06	-3.601E-06
3	0.25000	0.00023	76.486	76.486	-503.821	-383.078
	(STRAIN)		8.232E-05	8.232E-05	-8.436E-05	-8.436E-05
3	0.25010	0.00023	76.486	228.918	76.486	185.876
	(STRAIN)		-2.158E-06	5.882E-05	-2.158E-06	4.160E-05
3	0.45010	0.00022	27.630	27.646	26.400	27.531
	(STRAIN)		2.258E-05	2.266E-05	1.615E-05	1.615E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1.506E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.357E+09 DAMAGE RATIO = 9.105E-06

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -8.436E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.047E+07 DAMAGE RATIO = 3.273E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 3.259E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.016E+15 DAMAGE RATIO = 1.336E-11

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.306E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.869E+11 DAMAGE RATIO = 8.513E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE P. STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00026	444.362	446.481	119.310	121.899
	(STRAIN)		1.239E-04	1.248E-04	-2.746E-05	-2.746E-05
1	0.25000	0.00024	115.291	115.291	-405.613	-332.307
	(STRAIN)		1.205E-04	1.205E-04	-1.063E-04	-1.063E-04
1	0.25010	0.00024	115.291	276.645	115.291	228.267
	(STRAIN)		4.769E-06	6.931E-05	4.769E-06	4.996E-05

1	0.45010	0.00024	30.920	31.265	29.510	30.925
	(STRAIN)		2.466E-05	2.646E-05	1.729E-05	1.730E-05
2	0.10000	0.00026	232.272	301.694	90.550	102.840
	(STRAIN)		4.837E-05	8.069E-05	-1.760E-05	-1.760E-05
2	0.25000	0.00025	103.771	103.771	-418.057	-316.601
	(STRAIN)		1.164E-04	1.164E-04	-1.108E-04	-1.108E-04
2	0.25010	0.00025	103.771	285.909	103.771	233.250
	(STRAIN)		-2.023E-08	7.284E-05	-2.024E-08	5.177E-05
2	0.45010	0.00024	32.624	33.434	31.908	32.624
	(STRAIN)		2.420E-05	2.844E-05	2.047E-05	2.047E-05
3	0.10000	0.00026	105.483	197.107	76.667	105.472
	(STRAIN)		3.333E-06	4.599E-05	-1.008E-05	-1.008E-05
3	0.25000	0.00025	96.055	96.055	-415.747	-301.125
	(STRAIN)		1.119E-04	1.119E-04	-1.110E-04	-1.110E-04
3	0.25010	0.00025	96.055	285.001	96.055	229.085
	(STRAIN)		-2.254E-06	7.332E-05	-2.254E-06	5.096E-05
3	0.45010	0.00024	32.859	33.782	32.287	32.856
	(STRAIN)		2.400E-05	2.883E-05	2.101E-05	2.100E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -2.746E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.539E+09 DAMAGE RATIO = 4.213E-05

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -1.110E-04

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.185E+07 DAMAGE RATIO = 5.469E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 4.769E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.112E+14 DAMAGE RATIO = 7.114E-11

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.466E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.828E+11 DAMAGE RATIO = 1.112E-07

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00027	447.360	448.807	99.508	105.363
	(STRAIN)	1.705E-04	1.714E-04	-4.293E-05	-4.293E-05	
1	0.25000	0.00025	131.532	131.532	-345.656	-278.144
	(STRAIN)	1.521E-04	1.521E-04	-1.280E-04	-1.280E-04	
1	0.25010	0.00025	131.532	312.722	131.532	256.741
	(STRAIN)	5.880E-06	7.836E-05	5.880E-06	5.596E-05	
1	0.45010	0.00025	34.012	34.991	32.953	34.013
	(STRAIN)	2.550E-05	3.061E-05	1.997E-05	1.997E-05	
2	0.10000	0.00028	236.106	300.442	71.919	93.530
	(STRAIN)	7.076E-05	1.102E-04	-2.999E-05	-2.999E-05	
2	0.25000	0.00026	118.299	118.299	-356.740	-261.050
	(STRAIN)	1.454E-04	1.454E-04	-1.334E-04	-1.334E-04	
2	0.25010	0.00026	118.299	323.465	118.299	262.464
	(STRAIN)	3.711E-07	8.244E-05	3.711E-07	5.804E-05	
2	0.45010	0.00026	35.965	37.488	35.728	35.951
	(STRAIN)	2.494E-05	3.290E-05	2.370E-05	2.364E-05	
3	0.10000	0.00027	109.720	184.751	59.199	109.707
	(STRAIN)	1.106E-05	5.711E-05	-1.994E-05	-1.994E-05	
3	0.25000	0.00026	109.409	109.409	-354.827	-246.195
	(STRAIN)	1.390E-04	1.390E-04	-1.335E-04	-1.335E-04	
3	0.25010	0.00026	109.409	322.418	109.409	257.643
	(STRAIN)	-2.201E-06	8.300E-05	-2.201E-06	5.709E-05	
3	0.45010	0.00026	36.236	37.882	36.119	36.269
	(STRAIN)	2.471E-05	3.331E-05	2.410E-05	2.426E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -4.293E-05



ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.474E+08 DAMAGE RATIO = 1.497E-04  
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -1.335E-04

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8.330E+06 DAMAGE RATIO = 8.042E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 5.880E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.570E+14 DAMAGE RATIO = 1.876E-10

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.550E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.014E+11 DAMAGE RATIO = 1.336E-07

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00027	449.839	451.272	108.946	114.093
	(STRAIN)	1.768E-04	1.777E-04	-4.235E-05	-4.235E-05	
1	0.25000	0.00025	132.308	132.308	-345.971	-278.282
	(STRAIN)	1.525E-04	1.525E-04	-1.282E-04	-1.282E-04	
1	0.25010	0.00025	132.308	314.244	132.308	257.969
	(STRAIN)	5.955E-06	7.873E-05	5.955E-06	5.622E-05	
1	0.45010	0.00025	34.137	35.140	33.092	34.139
	(STRAIN)	2.553E-05	3.078E-05	2.008E-05	2.008E-05	
2	0.10000	0.00028	236.706	301.883	76.993	93.729
	(STRAIN)	7.340E-05	1.153E-04	-2.927E-05	-2.927E-05	
2	0.25000	0.00026	118.879	118.879	-356.950	-260.768
	(STRAIN)	1.457E-04	1.457E-04	-1.336E-04	-1.336E-04	
2	0.25010	0.00026	118.879	324.978	118.879	263.595
	(STRAIN)	3.880E-07	8.283E-05	3.880E-07	5.827E-05	
2	0.45010	0.00026	36.098	37.648	35.881	36.080
	(STRAIN)	2.497E-05	3.307E-05	2.384E-05	2.376E-05	

3	0.10000	0.00027	109.207	181.344	61.468	109.193
	(STRAIN)		1.154E-05	5.791E-05	-1.915E-05	-1.915E-05
3	0.25000	0.00026	109.883	109.883	-354.975	-245.716
	(STRAIN)		1.392E-04	1.392E-04	-1.337E-04	-1.337E-04
3	0.25010	0.00026	109.883	323.894	109.883	258.692
	(STRAIN)		-2.211E-06	8.339E-05	-2.211E-06	5.731E-05
3	0.45010	0.00026	36.369	38.046	36.306	36.362
	(STRAIN)		2.474E-05	3.350E-05	2.441E-05	2.438E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -4.235E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.870E+08 DAMAGE RATIO = 1.376E-04

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -1.337E-04

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8.287E+06 DAMAGE RATIO = 8.083E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 5.955E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.372E+14 DAMAGE RATIO = 1.986E-10

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.553E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.982E+11 DAMAGE RATIO = 1.344E-07

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE P. STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00024	438.133	441.006	127.106	127.628
	(STRAIN)		9.157E-05	9.259E-05	-1.893E-05	-1.893E-05
1	0.25000	0.00023	100.438	100.438	-457.996	-380.247
	(STRAIN)		9.846E-05	9.846E-05	-9.002E-05	-9.002E-05
1	0.25010	0.00023	100.438	243.197	100.438	201.640
	(STRAIN)		3.823E-06	6.093E-05	3.823E-06	4.430E-05

1	0.45010	0.00023	27.976	27.983	26.272	27.771
	(STRAIN)		2.372E-05	2.375E-05	1.481E-05	1.481E-05
2	0.10000	0.00024	227.794	300.526	100.822	109.361
	(STRAIN)		3.389E-05	5.973E-05	-1.122E-05	-1.122E-05
2	0.25000	0.00023	90.561	90.561	-471.697	-366.261
	(STRAIN)		9.596E-05	9.596E-05	-9.380E-05	-9.380E-05
2	0.25010	0.00023	90.561	251.184	90.561	206.021
	(STRAIN)		-2.933E-07	6.396E-05	-2.933E-07	4.589E-05
2	0.45010	0.00023	29.455	29.652	28.341	29.450
	(STRAIN)		2.336E-05	2.439E-05	1.754E-05	1.753E-05
3	0.10000	0.00024	102.310	208.546	88.178	102.300
	(STRAIN)		-4.054E-07	3.734E-05	-5.426E-06	-5.426E-06
3	0.25000	0.00024	83.947	83.947	-469.145	-350.545
	(STRAIN)		9.271E-05	9.271E-05	-9.396E-05	-9.396E-05
3	0.25010	0.00024	83.947	250.420	83.947	202.477
	(STRAIN)		-2.211E-06	6.438E-05	-2.211E-06	4.520E-05
3	0.45010	0.00023	29.656	29.953	28.667	29.648
	(STRAIN)		2.317E-05	2.473E-05	1.801E-05	1.800E-05

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -1.893E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.157E+09 DAMAGE RATIO = 1.560E-05

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -9.396E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.648E+07 DAMAGE RATIO = 3.933E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 3.823E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.452E+15 DAMAGE RATIO = 2.644E-11

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.372E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6.933E+11 DAMAGE RATIO = 9.351E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00022	432.704	436.941	143.306	146.666
	(STRAIN)	5.785E-05	5.885E-05	-1.069E-05	-9.898E-06	
1	0.25000	0.00021	80.262	80.262	-542.316	-457.692
	(STRAIN)	7.293E-05	7.293E-05	-6.953E-05	-6.953E-05	
1	0.25010	0.00021	80.262	197.062	80.262	164.680
	(STRAIN)	2.638E-06	4.936E-05	2.638E-06	3.641E-05	
1	0.45010	0.00021	23.794	23.795	21.736	22.904
	(STRAIN)	2.216E-05	2.216E-05	1.140E-05	1.140E-05	
2	0.10000	0.00022	222.758	304.455	121.354	123.028
	(STRAIN)	1.906E-05	3.841E-05	-4.959E-06	-4.562E-06	
2	0.25000	0.00021	72.568	72.568	-557.820	-445.886
	(STRAIN)	7.184E-05	7.184E-05	-7.240E-05	-7.240E-05	
2	0.25010	0.00021	72.567	203.309	72.567	168.213
	(STRAIN)	-5.790E-07	5.172E-05	-5.790E-07	3.768E-05	
2	0.45010	0.00021	24.966	24.965	23.360	24.375
	(STRAIN)	2.191E-05	2.191E-05	1.352E-05	1.352E-05	
3	0.10000	0.00022	97.547	231.239	97.540	111.573
	(STRAIN)	-3.936E-06	2.773E-05	-3.938E-06	-6.141E-07	
3	0.25000	0.00022	67.412	67.412	-554.817	-429.573
	(STRAIN)	6.982E-05	6.982E-05	-7.255E-05	-7.255E-05	
3	0.25010	0.00022	67.412	202.706	67.412	165.465
	(STRAIN)	-2.074E-06	5.204E-05	-2.074E-06	3.715E-05	
3	0.45010	0.00021	25.117	25.120	23.614	24.601
	(STRAIN)	2.175E-05	2.177E-05	1.390E-05	1.389E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -9.898E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.481E+10 DAMAGE RATIO = 2.699E-06  
AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -7.255E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.769E+07 DAMAGE RATIO = 2.419E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 2.638E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.292E+16 DAMAGE RATIO = 5.186E-12

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.216E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.406E+11 DAMAGE RATIO = 7.121E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00019	425.427	431.399	156.213	163.099
	(STRAIN)		3.541E-05	3.632E-05	-5.893E-06	-4.977E-06
1	0.25000	0.00019	61.070	61.070	-629.472	-538.951
	(STRAIN)		5.281E-05	5.281E-05	-5.193E-05	-5.193E-05
1	0.25010	0.00019	61.070	152.003	61.070	128.161
	(STRAIN)		1.679E-06	3.805E-05	1.679E-06	2.852E-05
1	0.45010	0.00019	19.499	19.499	17.188	18.048
	(STRAIN)		2.017E-05	2.016E-05	8.096E-06	8.097E-06
2	0.10000	0.00020	217.163	308.592	131.212	142.840
	(STRAIN)		1.014E-05	2.417E-05	-3.044E-06	-1.260E-06
2	0.25000	0.00019	55.415	55.415	-646.692	-529.500
	(STRAIN)		5.248E-05	5.248E-05	-5.402E-05	-5.402E-05
2	0.25010	0.00019	55.415	156.624	55.415	130.853
	(STRAIN)		-6.935E-07	3.979E-05	-6.935E-07	2.948E-05
2	0.45010	0.00019	20.378	20.378	18.396	19.137
	(STRAIN)		2.002E-05	2.002E-05	9.663E-06	9.660E-06

3	0.10000	0.00020	93.156	253.173	93.150	133.030
	(STRAIN)		-4.774E-06	1.977E-05	-4.775E-06	1.343E-06
3	0.25000	0.00019	51.615	51.615	-643.160	-512.646
	(STRAIN)		5.125E-05	5.125E-05	-5.413E-05	-5.413E-05
3	0.25010	0.00019	51.615	156.134	51.615	128.800
	(STRAIN)		-1.790E-06	4.002E-05	-1.790E-06	2.908E-05
3	0.45010	0.00019	20.477	20.477	18.574	19.299
	(STRAIN)		1.988E-05	1.988E-05	9.939E-06	9.933E-06

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -4.977E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.645E+11 DAMAGE RATIO = 3.940E-07

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -5.413E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.110E+07 DAMAGE RATIO = 1.269E-03

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 1.679E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.757E+16 DAMAGE RATIO = 6.644E-13

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 2.017E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.433E+12 DAMAGE RATIO = 4.522E-08

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP. (STRAIN)	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL P. STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.10000	0.00018	421.327	428.256	161.292	169.685
	(STRAIN)		2.755E-05	2.840E-05	-4.362E-06	-3.512E-06
1	0.25000	0.00018	52.403	52.403	-672.201	-579.303
	(STRAIN)		4.458E-05	4.458E-05	-4.434E-05	-4.434E-05
1	0.25010	0.00018	52.403	131.207	52.403	111.147
	(STRAIN)		1.311E-06	3.283E-05	1.311E-06	2.481E-05

1	0.45010	0.00018	17.423	17.423	15.044	15.764
	(STRAIN)		1.903E-05	1.903E-05	6.600E-06	6.599E-06
2	0.10000	0.00018	214.273	310.380	134.901	151.068
	(STRAIN)		7.322E-06	1.912E-05	-2.419E-06	-4.346E-07
2	0.25000	0.00018	47.645	47.645	-690.173	-570.982
	(STRAIN)		4.446E-05	4.446E-05	-4.609E-05	-4.609E-05
2	0.25010	0.00018	47.645	135.102	47.645	113.443
	(STRAIN)		-6.879E-07	3.429E-05	-6.879E-07	2.563E-05
2	0.45010	0.00018	18.169	18.169	16.062	16.685
	(STRAIN)		1.892E-05	1.892E-05	7.913E-06	7.911E-06
3	0.10000	0.00018	91.142	262.639	91.136	142.052
	(STRAIN)		-4.591E-06	1.646E-05	-4.591E-06	1.657E-06
3	0.25000	0.00018	44.443	44.443	-686.273	-553.799
	(STRAIN)		4.350E-05	4.350E-05	-4.618E-05	-4.618E-05
3	0.25010	0.00018	44.443	134.644	44.443	111.675
	(STRAIN)		-1.607E-06	3.447E-05	-1.607E-06	2.529E-05
3	0.45010	0.00018	18.244	18.245	16.205	16.816
	(STRAIN)		1.879E-05	1.879E-05	8.139E-06	8.138E-06

AT BOTTOM OF LAYER 2 TENSILE STRAIN = -3.512E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.284E+11 DAMAGE RATIO = 1.564E-07

AT BOTTOM OF LAYER 3 TENSILE STRAIN = -4.618E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.194E+07 DAMAGE RATIO = 9.312E-04

AT TOP OF LAYER 4 COMPRESSIVE STRAIN = 1.311E-06

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.958E+17 DAMAGE RATIO = 2.265E-13

AT TOP OF LAYER 5 COMPRESSIVE STRAIN = 1.903E-05

ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.859E+12 DAMAGE RATIO = 3.604E-08

\*\*\*\*\*

---

\* SUMMARY OF DAMAGE ANALYSIS \*

\*\*\*\*\*

AT BOTTOM OF LAYER 2    SUM OF DAMAGE RATIO = 3.594E-04

AT BOTTOM OF LAYER 3    SUM OF DAMAGE RATIO = 3.833E-02

AT TOP OF LAYER 4        SUM OF DAMAGE RATIO = 5.071E-10

AT TOP OF LAYER 5        SUM OF DAMAGE RATIO = 8.831E-07

MAXIMUM DAMAGE RATIO = 3.833E-02    DESIGN LIFE IN YEARS = 26.09