

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A1) : MILANO NAPOLI

AMPLIAMENTO ALLA QUARTA CORSIA
DEL TRATTO MILANO SUD (Tang. Ovest) – LODI


PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PARTE GENERALE
ANALISI DELLE CARATTERISTICHE STRUTTURALI
DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI
RELAZIONE TECNICA

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 RESPONSABILE UFFICIO STD	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 RESPONSABILE AREA DI PROGETTO MILANO	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE FUNZIONE STP
--	--	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: APRILE 2011	REVISIONE										
	DIRETTORIO		FILE				n.	data									
—	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo													
—	1	1	0	1	5	9	0	1	STD	0	8	5	0	—	—		

 ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Federica Ferrari	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	ing. Lorenzo Bartolini O.I. Milano A22921
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :	—	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

INDICE

1	PREMESSA	3
2	ANALISI DELLE CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	3
2.1	Valutazione della vita utile residua delle pavimentazioni	4
2.1.1	Dati di input	4
2.1.1.1	Moduli elastici e spessori della sovrastruttura;	4
2.1.1.2	Temperatura della pavimentazione	5
2.1.1.3	Flussi di traffico e numero di ripetizioni di carico di progetto	5
2.1.2	Criteri di verifica	6
2.1.3	Risultati delle verifiche	7
3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	12
	ALLEGATO 1 - Tronchi omogenei relativi allo strato del sottofondo, misto cementato e conglomerati bituminosi (Direzione SUD e NORD)	13
	ALLEGATO 2 - Individuazione delle sezioni omogenee	15
	ALLEGATO 3 - Elaborazione dei dati di temperatura	16
	ALLEGATO 4 - Elaborazione dei dati di traffico	17
	ALLEGATO 5 - Verifica strutturale delle pavimentazioni	18

1 PREMESSA

Nel presente documento viene illustrata la valutazione delle caratteristiche prestazionali delle pavimentazioni delle attuali corsie di marcia lenta (3^a corsia) dell'Autostrada A1 Milano-Napoli nel tratto Milano Sud - Lodi nell'ambito della progettazione dei lavori di ampliamento alla 4^a corsia. La verifica prestazionale della pavimentazione stradale attualmente in opera è stata definita a seguito di una campagna di indagini mediante carotaggi e prove ad alto rendimento (GPR e FWD). Laddove si sono riscontrate delle caratteristiche strutturali inadeguate si sono individuati gli interventi di risanamento per i quali si rimanda alla relazione specifica "Dimensionamento delle nuove pavimentazioni" allegata al presente documento.

2 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

La valutazione delle caratteristiche strutturali è stata definita a seguito dei risultati ottenuti da una campagna di prove di carotaggi e da prove ad alto rendimento (prove Falling Weight Deflectometer) e da un rilievo in continuo della stratigrafia mediante attrezzatura Georadar. Le prove sono state eseguite per determinare la composizione della sovrastruttura esistente (tipologia e spessore degli strati) e per caratterizzare, da un punto di vista meccanico, il sottofondo e gli strati di cui si compone la sovrastruttura. Tali prove, eseguite sull'attuale corsia di marcia (lenta 3^a corsia), e futura corsia di marcia normale, hanno consentito di valutare la vita utile residua delle pavimentazioni in opera in relazione all'impiego di progetto e di definire di conseguenza i tratti in cui è opportuno valutare la realizzazione di un intervento di risanamento.

Le prove di GPR (Ground Penetration Radar) e FWD (Falling Weight Deflectometer) hanno avuto le seguenti estensioni:

- Carreggiate Sud (prove GPR e FWD) dal km 4+900 al km 21+900 per uno sviluppo di 17 km
- Carreggiate Nord (prove GPR e FWD) dal km 21+900 al km 4+900 per uno sviluppo di 17 km

I dati ottenuti dalla campagna di rilevamento effettuata su ciascun tratto autostradale sono stati i seguenti:

- spessore complessivo degli strati legati a bitume e dello strato di fondazione legato (misto cementato) per l'intera tratta e suddivisi per direzione di marcia (vedi Tabella 1)

	CARREGGIATA SUD	CARREGGIATA NORD
Conglomerato bituminoso (cm)	25	26
Misto Cementato (cm)	19	20

Tabella 1 – Spessori degli strati per direzione di marcia

- moduli elastici, desunti mediante back calculation, del pacchetto degli strati legati a bitume (E_1) alla temperatura di riferimento di 20°C, dello strato di misto cementato (E_2) e del sottofondo (E_3).

Nell' ALLEGATO 1 sono state riportate le sezioni omogenee individuate separatamente per ogni strato che compone la sovrastruttura.

Di conseguenza ai fini della presente valutazione, è stata eseguita un'ulteriore suddivisione per definire i tratti con uguali valori dei moduli E_1 , E_2 e E_{SOTT} (ALLEGATO 2).

La metodologia adottata ha permesso di suddividere la corsia indagata in tratti omogenei di pavimentazione (63 per la carreggiata Sud e 65 per la carreggiata Nord).

2.1 Valutazione della vita utile residua delle pavimentazioni

Ai fini della valutazione della vita utile di calcolo, intesa come il periodo di tempo in cui la sovrastruttura conserva le condizioni di funzionalità tali da garantire livelli di sicurezza, comfort ed economia del trasporto, è stata considerata una pavimentazione equivalente, di spessori e moduli pari a quelli rilevati dalle indagini, sottoposta ad un carico di traffico suddiviso in 2 fasi (configurazione attuale e futura) per la quale i fenomeni di degrado vengono tenuti in conto in relazione alla riduzione dei moduli rispetto ad una pavimentazione nuova.

La stima della vita utile residua della pavimentazione attualmente in opera è stata effettuata per ciascun tratto omogeneo associando alla pavimentazione una schematizzazione multistrato per analogia con il modello tristrato utilizzato nelle backcalculation:

- strato 1 conglomerato bituminoso
- strato 2 fondazione (misto cementato)
- strato 3 sottofondo

Agli strati sopra indicati sono stati associati gli spessori (h_1 , h_2 e sottofondo di spessore indefinito) e i moduli elastici (E_1 , E_2 , E_3).

Ai fini del calcolo della vita utile è stato ipotizzato un periodo di progetto totale pari a 14 anni, con un utilizzo compreso nel periodo 2011- 2015 nella configurazione attuale a cui si sommano 10 anni nella configurazione futura di progetto.

2.1.1 Dati di input

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

1. moduli elastici e spessori degli strati componenti la sovrastruttura;
2. temperature caratteristiche dell'aria nella zona in cui il lotto è ubicato;
3. flussi di traffico pesante previsti nell'arco del periodo di analisi nel tratto di intervento.

2.1.1.1 Moduli elastici e spessori della sovrastruttura;

Le caratteristiche meccaniche dello strato in conglomerato bituminoso, in funzione delle condizioni climatiche (T_{media}) di ciascun mese dell'anno, sono state definite mediante applicazione di una legge, presente in letteratura, che consente di determinare il modulo elastico di un conglomerato bituminoso alla temperatura T a partire da quello alla temperatura standard di 20°C.

$$E_t = \frac{E_0}{10^{\alpha \cdot (T^2 - T_0^2)}}$$

I parametri di riferimento sono:

- E_t → modulo elastico dello strato in conglomerato bituminoso alla temperatura generica T
- E_0 → modulo elastico a 20 °C dello strato in conglomerato bituminoso;
- T → temperatura espressa in °F dello strato in conglomerato bituminoso
- T_0 → temperatura a 20°C espressa in °F
- α → coefficiente sperimentale pari a 0.0001

2.1.1.2 Temperatura della pavimentazione

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* [1]. In particolare si è fatto riferimento ai dati rilevati dalla stazione meteorologica di Milano Linate, avente coordinate 45.43°N 9.19°E ed altitudine 107 m s.l.m. Tali dati climatici sono stati utilizzati (ALLEGATO 3) per la valutazione delle temperature caratteristiche degli strati in conglomerato bituminoso utilizzando la relazione, proposta in letteratura da Marchionna ed altri, valida per condizioni climatiche tipiche dell'Italia centrale (da Rapporti allegati al Catalogo delle Pavimentazioni Stradali [2]):

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

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.

2.1.1.3 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. Vista la scarsa variabilità in termini di volumi di traffico tra le diverse tratte elementari di cui si compone l'intervento i dati considerati sono stati quelli riferiti alla tratta elementare più caricata Melegnano Binasco-TEEM (Barriera Milano Sud)

I dati di traffico sono stati elaborati a partire dai seguenti scenari contenuti nello studio di traffico:

- Attuale (anno 2009);
- Progettuale 2015;
- Progettuale 2025.

I flussi di traffico pesante utilizzati per la verifica delle pavimentazioni sono riportati nell'ALLEGATO 4 mentre nella Tabella 2 è stato riportato un quadro riassuntivo

TGM pesante monodirezionale al 2009	9600
TGM pesante monodirezionale al 2015	11500
TGM pesante monodirezionale al 2025	15200
TGM pesante monodirezionale al 2035	17600
N° assi medi equivalenti 80 kN/mese	466'410
N° assi equivalenti 80 kN di progetto	111'938'400

Tabella 2 – Quadro riassuntivo dei dati di traffico

Ai fini del calcolo della vita utile della pavimentazione esistente è stato ipotizzato un periodo di progetto totale pari a 14 anni, con un utilizzo compreso nel periodo 2011-2015 nella configurazione attuale per un totale di 4 anni a cui si sommano 10 anni di esercizio nella configurazione di progetto.

A partire dal dato di TGM bidirezionale si è ipotizzata una suddivisione omogenea (50/50) tra le due direzioni di traffico; sulla corsia attuale di marcia lenta (3^a corsia) è stata considerata una percentuale del 70% del traffico pesante monodirezionale nello scenario attuale trattandosi di una

sezione a tre corsie e del 40% nello scenario progettuale considerando la futura sezione a 4 corsie.

Il traffico pesante di progetto transitante nella corsia di marcia è stato successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN, secondo la metodologia proposta dall'Asphalt Institute [5], che a sua volta fa riferimento ai fattori di conversione proposti dall'AASHTO Guide [6].

Con riferimento agli spettri di traffico riportati nel Catalogo Italiano delle Pavimentazioni [2], 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.

2.1.2 Criteri di verifica

I criteri di verifica utilizzati nel calcolo delle pavimentazioni sono quelli proposti dall'Asphalt Institute [3]. 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 2.0 [4]. 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 95,4 mm (a cui corrisponde una pressione di gonfiaggio di 700 MPa) 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 (misto cementato e terreno di sottofondo) si è assunta una condizione di aderenza nulla.

2.1.3 Risultati delle verifiche

Data la numerosità di sezioni omogenee si è proceduto ad un'analisi preliminare che ha consentito di determinare i valori minimi di E_1 , E_2 ed E_3 a cui corrisponde una vita utile non inferiore a 14 anni. L'individuazione di questa terna di valori soglia è stata effettuata in modo iterativo prendendo i valori corrispondenti allo stesso percentile (via via crescente) per le tre distribuzioni di moduli. Questo corrisponde al 65° percentile per la carreggiata Sud e al 85° percentile per la carreggiata Nord. Nell'allegato 5 sono state riportate per completezza le verifiche della pavimentazione attraverso l'utilizzo dei moduli corrispondenti ai percentili suddetti differenziati per direzione di marcia dalle quali si evince che la vita utile risulta maggiore di 14 anni.

Si precisa come il valore massimo del modulo del misto cementato sia stato assunto a 12000 MPa (pari al valore massimo accettabile secondo le Norme Tecniche d'Appalto di Autostrade per l'Italia) e tale valore è stato considerato laddove i rilievi effettuati superavano il valore di soglia.

Sono state ritenute inadeguate in termini di caratterizzazione meccaniche le sezioni per le quali tutti e tre i valori sono risultati inferiori a quelli soglia e le sezioni isolate con un unico valore di modulo superiore ai valori di soglia.

Per le restanti si è proceduto al calcolo della vita utile.

Si sono evidenziati (in rosso) in corrispondenza di ogni sezione i valore dei moduli di ciascun strato inferiori a quelli di soglia, ed è stata calcolata la vita utile nei casi i cui almeno uno di essi risultava maggiore rispetto a quello di riferimento.

I risultati delle verifiche sono stati riportati nelle tabelle 3 e 4 differenziandole per direzione di marcia. In particolar modo sono state evidenziate in verde le sezioni che hanno una vita utile >14 anni.

L'analisi effettuata ha evidenziato quindi l'opportunità di prevedere interventi di risanamento. Per ogni direzione di marcia sono state ritenute inadeguate le sezioni per le quali il valore del modulo del conglomerato bituminoso e quelli relativi sia al misto cementato che al sottofondo risultavano inferiori a quelli soglia. In tali sezioni è stato previsto un intervento di risanamento profondo (RP1) costituito da 4 cm di usura drenante, 5 cm di binder, 35 cm di base riciclata e da 25 cm di fondazione rigenerata in situ (vedi Figura 1)

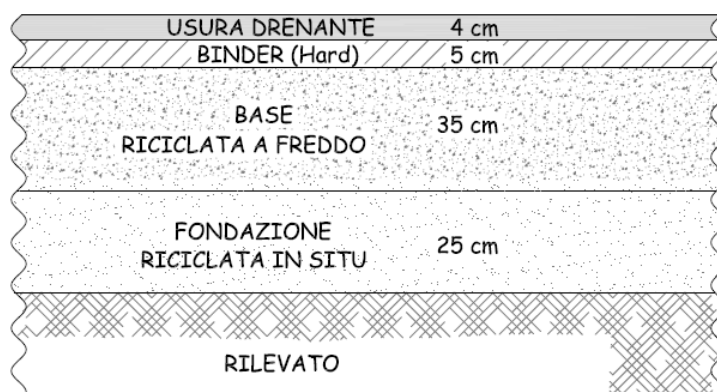


Figura 1 –Intervento di risanamento RP1

Laddove si sono riscontrati, sulla base delle indagini effettuate, valori dei moduli adeguati per la fondazione legata e per il sottofondo (superiori ai rispettivi valori soglia) si è ipotizzato il rifacimento dei soli strati di conglomerato bituminoso prevedendo due tipologie d'intervento differenziate in funzione degli effettivi valori dei moduli riscontrati (intervento di risanamento RP2 e RP3) che sono rappresentati rispettivamente in Figure 2 e 3 (rif.incrociati).

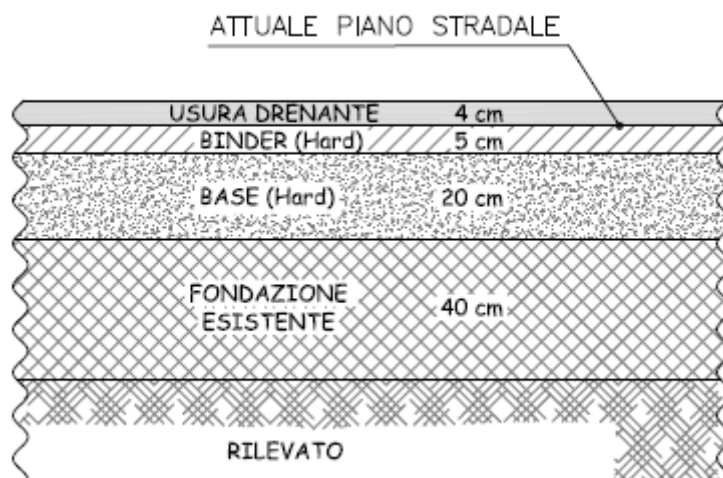


Figura 2 – Intervento di risanamento RP2

L'intervento di risanamento RP2 è costituito da:

- Usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) 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 di tipo Hard di 20 cm

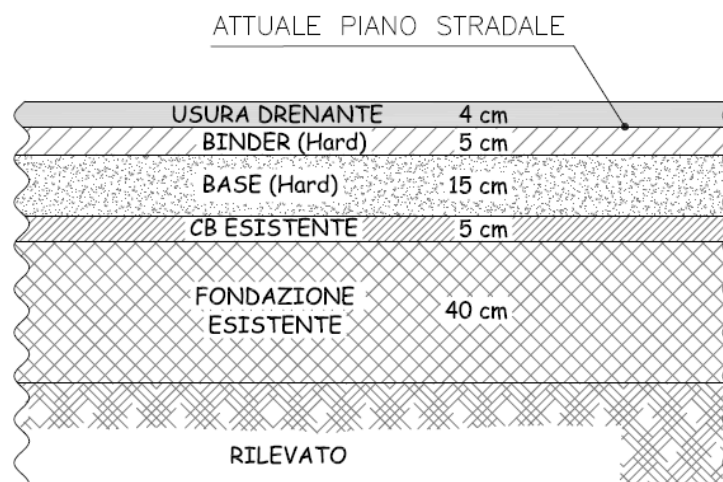


Figura 3 – Intervento di risanamento RP3

L'intervento di risanamento RP3 è costituito da:

- Usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) 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 di tipo Hard di 15 cm

Si evidenzia che l'intervento del risanamento non è stato previsto nei tratti in curva in presenza di ricariche sulla corsia di marcia lenta non inferiori ai 10cm (tali sezioni sono state opportunamente segnalate) e nel tratto in corrispondenza del piazzale di esazione della barriera di Melegnano.

A1_Milano Sud - Lodi

Tratti omogenei

Carreggiata Sud

Tratta Piazzale Barriera
Tratte in curva con imbottitura

N°	Pki	Pkf	L	Ecb	Emc mod	Es	Vita utile pav.esistente
1	4888	4913	25	3254.21	12000	212.48	
2	4913	5113	200	3254.21	7302.4	212.48	
3	5113	5163	50	3254.21	3824.14	212.48	
4	5163	5263	100	6045.88	3824.14	212.48	7.75
5	5263	6162	899	4079.99	3824.14	212.48	
6	6162	8463	2301	4079.99	7636.16	212.48	
7	8463	8514	51	15983.02	7636.16	212.48	41.61
8	8514	8663	149	5887.04	7636.16	212.48	11.57
9	8663	8668	5	3528.66	7636.16	212.48	
9	8668	8688	20				
10	8688	9190	502				
11	9190	9215	25				
12	9215	9254	39				
12	9254	9315	61	4152.79	12000	227.24	9.1
13	9315	9464	149	4152.79	7884.13	227.24	
14	9464	9521	57	6774.96	7689.19	227.24	
14	9521	9564	43				
15	9564	9915	351				
16	9915	10214	299				
17	10214	10264	50				
18	10264	10314	50				
19	10314	10417	103				
20	10417	10464	47				
21	10464	10614	150				
22	10614	10814	200				
23	10814	10913	99				
24	10913	11022	109				
24	11022	11069	47	4585.18	10824.58	247.74	
25	11069	11112	43	4585.18	10824.58	616.1	17.58
26	11112	11162	50	4585.18	10824.58	287.9	12.58
27	11162	11265	103	5431.96	10824.58	229.87	13.08
28	11265	11362	97	6555.04	10824.58	229.87	17.71
29	11362	11512	150	6756.68	10824.58	229.87	18.37
30	11512	11563	51	6756.68	4462.82	229.87	10.21
31	11563	11712	149	4034.53	4462.82	229.87	
32	11712	11737	25	6571.54	4462.82	229.87	
33	11737	11909	172	NR	NR	NR	
34	11909	13311	1402	5114.93	12000	250.73	14.68
35	13311	13460	149	5114.93	12000	250.73	14.68
36	13460	15759	2299	5114.93	4510.13	179.43	
37	15759	16107	348	5114.93	3174.8	179.43	
38	16107	16514	407	5114.93	6296.69	179.43	
39	16514	16661	147	5114.93	12000	179.43	
40	16661	17067	406	5114.93	9246.44	179.43	
41	17067	17161	94	5114.93	4206.55	179.43	
42	17161	17263	102	5114.93	6087.35	179.43	
43	17263	17711	448	3866.65	2687.18	179.43	
44	17711	17716	5	3866.65	12000	179.43	9.01
44	17716	17785	69	3866.65	12000	179.43	9.01
45	17785	17858	73	5979.26	12000	179.43	15.36
46	17858	17908	50	5979.26	12000	326.88	20.08
47	17908	18103	195	3440.42	12000	326.88	9.7
48	18103	18150	47	3440.42	12000	592.4	12.14
49	18150	18243	93	3440.42	12000	409.6	10.56
50	18243	18360	117	3440.42	12000	361.33	10.08
51	18360	18503	143	NR	NR	NR	
52	18503	18642	139	3671.58	8977.3	320.38	7.05
52	18642	19695	1053	3671.58	8977.3	320.38	7.05
52	19695	20205	510	3671.58	8977.3	320.38	7.05
53	20205	20604	399	3156.14	8977.3	320.38	7.05
54	20604	20904	300	3156.14	12000	320.38	8.53
55	20904	20955	51	3156.14	7596.1	320.38	10.08
56	20955	21102	147	3156.14	12000	320.38	8.53
57	21102	21152	50	3156.14	2305.25	320.38	3.18
58	21152	21202	50	7559.78	2305.25	157.79	7.03
59	21202	21252	50	7559.78	4009.54	157.79	9.06
60	21252	21403	151	5177.68	4009.54	157.79	5.5
61	21403	21555	152	6560.03	4009.54	157.79	7.49
62	21555	21716	161	4228.69	4009.54	157.79	
62	21716	21802	86	4228.69	4009.54	157.79	
63	21802	21916	114	6603.83	4009.54	157.79	
			17028				

65° Percentile (vita utile > 14 anni)		
5143.34	11236.0	247.74

Tabella 3 – Quadro riassuntivo dei risultati ottenuti nella carreggiata Sud

A1_Milano Sud - Lodi
Tratti omogenei
Carreggiata Nord

	Tratta Piazzale Barriera
	Tratte in curva con imbottitura

N°	Pki	Pkf	L	Ecb	Emc mod	Es	Vita utile pav.esistente
1	4910	5310	400	2538.16	6688.89	213.07	
2	5310	8345	3035	4290.52	6688.89	213.07	
3	8345	8495	150	4290.52	2455.7	131.18	
4	8495	8545	50	2531.44	960.42	131.18	
5	8545	8668	123	2531.44	960.42	131.18	
5	8668	8693	25				
6	8693	8716	23				
7	8716	9254	538	NR	NR	NR	
7	9254	9609	355	NR	NR	NR	
8	9609	10494	885	2694.86	2133.55	197.97	
9	10494	10596	102	4306.88	3258	197.97	
10	10596	10646	50	4306.88	5047.4	197.97	
11	10646	10896	250	4306.88	4035.58	197.97	
12	10896	11096	200	4306.88	2080.35	197.97	
13	11096	11246	150	4306.88	2766.7	197.97	
14	11246	11497	251	4306.88	4601.06	197.97	
15	11497	11646	149	4306.88	2509	197.97	
16	11646	11671	25	4306.88	4203.1	197.97	
17	11671	11884	213	NR	NR	NR	
18	11884	11903	19	2712.63	7781.43	1135.6	
19	11903	11996	93	4323.48	7781.43	241.41	
20	11996	12045	49	4323.48	12000	241.41	11.68
21	12045	12095	50	4721.82	12000	241.41	13.07
22	12095	12195	100	3587.82	12000	241.41	9.16
23	12195	12246	51	3587.82	12000	241.41	9.13
24	12246	12346	100	7382.77	12000	241.41	22.62
25	12346	12416	70	4067.22	4621.62	241.41	
25	12416	12897	481				
26	12897	13147	250				
27	13147	13546	399				
28	13546	13646	100				
29	13646	13665	19				
29	13665	13746	81	4067.22	5360.05	241.41	
30	13746	13795	49	4067.22	2853.5	241.41	
31	13795	13845	50	4067.22	2853.5	167.03	
32	13845	13945	100	4067.22	5048.43	167.03	
33	13945	13995	50	4067.22	5048.43	174.92	
34	13995	14145	150	4067.22	3843.73	174.92	
35	14145	14295	150	4067.22	2797.93	174.92	
36	14295	14394	99	4067.22	5068.35	174.92	
37	14394	14494	100	4067.22	10422.65	174.92	
38	14494	16136	1642	4067.22	3755.6	174.92	
39	16136	16187	51	4067.22	3755.6	206.35	
40	16187	16237	50	4067.22	5828.52	206.35	
41	16237	16337	100	4067.22	5828.52	245.65	
42	16337	16438	101	4067.22	5828.52	194.15	
43	16438	16789	351	4067.22	5828.52	228.1	
44	16789	16940	151	4067.22	5828.52	215.37	
45	16940	17241	301	4067.22	5828.52	207.33	
46	17241	17340	99	4067.22	5828.52	171.2	
47	17340	17716	376	4067.22	5828.52	207	
47	17716	17850	134	4067.22	5828.52	207	
47	17850	17891	41				
48	17891	17941	50				
49	17941	18040	99				
50	18040	18090	50	4067.22	12000	290.1	11.62
51	18090	18190	100	4067.22	12000	211.4	10.25
52	18190	18290	100	4067.22	12000	242.55	10.82
53	18290	18364	74	4067.22	12000	428.15	13.06
54	18364	18515	151	NR	NR	NR	
55	18515	18565	50	4896.97	12000	907.6	24.27
56	18565	18739	174	4896.97	11504.89	328.05	13.2
57	18739	18789	50	7404.58	11504.89	328.05	25.45
58	18789	19984	1195	4288.29	11504.89	328.05	12.72
59	19984	20087	103	6997.77	11504.89	328.05	23.65
60	20087	20635	548	3890.7	11504.89	328.05	11.18
61	20635	20736	101	5075.16	11504.89	178.67	12.18
62	20736	20786	50	5075.16	3558.28	178.67	5.36
63	20786	20935	149	5075.16	3558.28	275.27	6.59
64	20935	21040	105				
64	21040	21716	676	5075.16	3558.28	181.14	5.4
64	21716	21884	168	5075.16	3558.28	181.14	5.4
65	21884	21909	25	5075.16	11220.9	181.14	
			16999				

85° Percentile (vita utile > 14 anni)		
4870.70	11925.73	287.88

Tabella 4 – Quadro riassuntivo dei risultati ottenuti nella carreggiata Nord

Al fine di indicare l'ubicazione delle tipologie d'intervento previste si riportano i risultati conseguiti nella tabella 5, mentre nella tabella 6 si sono individuate le percentuali di ogni singola tipologia di risanamento rispetto allo sviluppo complessivo dell'intervento.

Carreggiata SUD			
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Tipologia intervento
4888	5115	227	RP2
5115	6165	1050	RP1
6165	8670	2505	RP2
9255	9520	265	RP2
11020	11265	245	RP2
11510	11910	400	RP1
13460	16515	3055	RP1
16515	17070	555	RP2
17070	17710	640	RP1
17710	17910	200	RP2
17910	21100	3190	RP3
21100	21916	816	RP1


Carreggiata NORD			
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Tipologia intervento
4910	8345	3435	RP2
8345	8670	325	RP1
9255	11885	2630	RP1
11885	12245	360	RP3
13665	18040	4375	RP1
18040	18365	325	RP3
18565	20635	2070	RP3
20635	21909	1274	RP1


Tabella 5 – Quadro riassuntivo delle sezioni d'intervento

3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1]. *World Climate*, www.worldclimate.com, Buttle and Tuttle Ltd., 2004.
- [2]. *“Catalogo delle Pavimentazioni Stradali”*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1995.
- [3]. *“Research & Development of Asphalt Institute's Thickness Design Manual “*, RR-82-2, Asphalt Institute 1982.
- [4]. *KENLAYER 2.0*, H.Y. Huang, 1992.
- [5]. *Thickness Design – Highways and Streets”*, Manual Series n. 1, Asphalt Institute, 1999.
- [6]. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures”*, AASHTO, 1993.

ALLEGATO 1 - Tronchi omogenei relativi allo strato del sottofondo, misto cementato e conglomerati bituminosi (Direzione SUD e NORD)

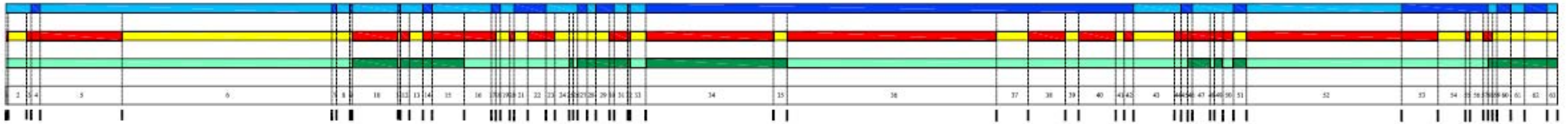
 Società per azioni Manutenzione e Standard Misure e Servizi		RAPPORTO DI PROVA		Allegati n. : 3		Identificazione : RPR-AR-03.02					
		SETTORE : ALTO RENDIMENTO		Revisione : 02		del : 14/11/2003					
Autostrada, Strada, Altro A1 Milano - Roma - Napoli				Carreggiata, Direzione SUD		Corsia, Allineamento Marcia		Dal Km 4+888		Al Km 21+916	
Progressiva		E Sottofondo	Dev. std.	Progressiva		E Misto Cem.	Dev. std.	Progressiva		E Congl.bit.	Dev. std.
dal km	al km	(Mpa)	(Mpa)	dal km	al km	(Mpa)	(Mpa)	dal km	al km	(Mpa)	(Mpa)
4.888	8.688	212.48	71.46	4.888	4.913	20955.30	-	4.888	5.163	3254.21	835.06
8.688	9.190	N.R.	N.R.	4.913	5.113	7302.40	1121.01	5.163	5.263	6045.88	957.41
9.190	9.215	316.50	-	5.113	6.162	3824.14	2112.51	5.263	8.463	4079.99	843.59
9.215	9.915	227.24	21.82	6.162	8.688	7636.16	6565.69	8.463	8.514	15983.02	-
9.915	11.069	247.74	27.36	8.688	9.190	N.R.	N.R.	8.514	8.663	5887.04	689.67
11.069	11.112	616.10	-	9.190	9.215	44546.00	-	8.663	8.688	3528.66	-
11.112	11.162	287.90	-	9.215	9.315	22685.90	4881.87	8.688	9.190	N.R.	N.R.
11.162	11.737	229.87	40.08	9.315	9.464	7844.13	3265.56	9.190	9.215	2369.84	-
11.737	11.909	N.R.	N.R.	9.464	10.264	7689.19	3397.24	9.215	9.464	4152.79	731.09
11.909	13.460	250.73	39.96	10.264	10.417	12925.00	2598.43	9.464	9.564	6774.96	726.08
13.460	17.858	179.43	58.99	10.417	10.464	18997.80	-	9.564	10.214	4283.01	895.28
17.858	18.103	326.68	34.83	10.464	10.614	25982.47	1380.17	10.214	10.314	5143.34	717.99
18.103	18.150	592.40	-	10.614	10.913	18804.70	6668.99	10.314	10.464	7140.16	1210.01
18.150	18.243	409.60	24.47	10.913	11.512	10824.58	3609.03	10.464	10.814	6067.23	634.11
18.243	18.360	361.33	54.87	11.512	11.737	4462.82	2519.30	10.814	11.162	4585.18	614.49
18.360	18.503	N.R.	N.R.	11.737	11.909	N.R.	N.R.	11.162	11.265	5431.96	483.93
18.503	21.152	320.38	120.88	11.909	13.311	28684.11	30053.89	11.265	11.362	6555.04	263.93
21.152	21.916	157.79	11.90	13.311	13.460	15739.93	1615.51	11.362	11.563	6756.68	528.25
				13.460	15.759	4510.13	2618.94	11.563	11.712	4034.53	232.48
				15.759	16.107	3174.80	1363.45	11.712	11.737	6571.54	-
				16.107	16.514	6296.69	3176.32	11.737	11.909	N.R.	N.R.
				16.514	16.661	13628.70	8063.58	11.909	17.263	5114.93	1233.16
				16.661	17.067	9246.44	3593.02	17.263	17.785	3866.65	1055.66
				17.067	17.161	4206.55	320.96	17.785	17.908	5979.26	963.49
				17.161	17.263	6087.35	519.37	17.908	18.360	3440.42	1124.73
				17.263	17.711	2687.18	759.07	18.360	18.503	N.R.	N.R.
				17.711	18.360	28419.52	27861.67	18.503	20.205	3671.58	704.79
				18.360	18.503	N.R.	N.R.	20.205	21.152	3156.14	641.27
				18.503	20.604	8977.30	4507.32	21.152	21.252	7559.78	1517.25
				20.604	20.904	21037.33	6041.13	21.252	21.403	5177.68	338.72
				20.904	20.955	7596.10	-	21.403	21.555	6560.03	477.61
				20.955	21.102	12549.97	2122.49	21.555	21.802	4228.69	691.09
				21.102	21.202	2305.25	51.69	21.802	21.916	6603.83	589.05
				21.202	21.916	4009.54	1468.17				

 Società per azioni Manutenzione e Standard Misure e Servizi	RAPPORTO DI PROVA	Allegati n. : 3	Identificazione : RPR-AR-03.02
	SETTORE: ALTO RENDIMENTO		Revisione : 02 del : 14/11/2003
			Numero Accettazione 47-10 del 28/9/10
			Rilievo, Codice 47-10/FW02/T1
			Rapporto di prova AR 32-10 del 29/11/10

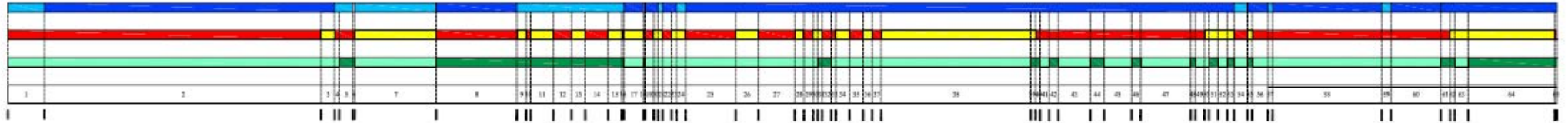
Autostrada, Strada, Altro A1 Milano - Roma - Napoli				Carreggiata, Direzione NORD				Corsia, Allineamento Marcia				Dal Km 21+909				Al Km 4+910			
Progressiva		E Sottofondo	Dev. std.	Progressiva		E Misto Cem.	Dev. std.	Progressiva		E Congl.bit.	Dev. std.	Progressiva		E Congl.bit.	Dev. std.				
dal km	al km	(Mpa)	(Mpa)	dal km	al km	(Mpa)	(Mpa)	dal km	al km	(Mpa)	(Mpa)	dal km	al km	(Mpa)	(Mpa)				
4.910	8.545	213.07	43.40	4.910	8.345	6688.89	4871.86	4.910	5.310	2538.16	554.54	4.910	5.310	2538.16	554.54				
8.545	8.716	131.18	9.46	8.345	8.495	2455.70	316.79	5.310	8.495	4290.52	823.29	5.310	8.495	4290.52	823.29				
8.716	9.609	N.R.	N.R.	8.495	8.716	960.42	257.09	8.495	8.693	2531.44	461.62	8.495	8.693	2531.44	461.62				
9.609	11.671	197.97	85.94	8.716	9.609	N.R.	N.R.	8.693	8.716	1761.64	-	8.693	8.716	1761.64	-				
11.671	11.884	N.R.	N.R.	9.609	10.494	2133.55	1768.65	8.716	9.609	N.R.	N.R.	8.716	9.609	N.R.	N.R.				
11.884	11.903	1135.60	-	10.494	10.596	3258.00	1400.78	9.609	10.494	2694.86	793.52	9.609	10.494	2694.86	793.52				
11.903	13.795	241.41	76.82	10.596	10.646	5047.40	-	10.494	11.671	4306.88	1514.29	10.494	11.671	4306.88	1514.29				
13.795	13.945	167.03	8.18	10.646	10.896	4035.58	516.53	11.671	11.884	N.R.	N.R.	11.671	11.884	N.R.	N.R.				
13.945	16.136	174.92	48.28	10.896	11.096	2080.35	379.06	11.884	11.903	2712.63	-	11.884	11.903	2712.63	-				
16.136	16.237	206.35	8.70	11.096	11.246	2766.70	519.81	11.903	12.045	4323.48	199.83	11.903	12.045	4323.48	199.83				
16.237	16.337	245.65	6.29	11.246	11.497	4601.06	1145.86	12.045	12.095	4721.82	-	12.045	12.095	4721.82	-				
16.337	16.438	194.15	13.22	11.497	11.646	2509.00	182.20	12.095	12.246	3587.82	86.07	12.095	12.246	3587.82	86.07				
16.438	16.789	228.10	9.72	11.646	11.671	4203.10	-	12.246	12.346	7382.77	1352.10	12.246	12.346	7382.77	1352.10				
16.789	16.940	215.37	9.25	11.671	11.884	N.R.	N.R.	12.346	18.364	4067.22	1662.90	12.346	18.364	4067.22	1662.90				
16.940	17.241	207.33	10.86	11.884	11.996	7781.43	5086.82	18.364	18.515	N.R.	N.R.	18.364	18.515	N.R.	N.R.				
17.241	17.340	171.20	12.73	11.996	12.095	36596.40	6769.42	18.515	18.739	4896.97	390.52	18.515	18.739	4896.97	390.52				
17.340	17.891	207.00	19.44	12.095	12.195	24441.60	3154.83	18.739	18.789	7404.58	-	18.739	18.789	7404.58	-				
17.891	17.941	230.30	-	12.195	12.346	19911.03	10798.05	18.789	19.984	4288.29	769.37	18.789	19.984	4288.29	769.37				
17.941	18.090	290.10	10.18	12.346	12.897	4621.62	1503.80	19.984	20.087	6997.77	910.27	19.984	20.087	6997.77	910.27				
18.090	18.190	211.40	17.82	12.897	13.147	2044.36	250.19	20.087	20.635	3890.70	842.32	20.087	20.635	3890.70	842.32				
18.190	18.290	242.55	15.49	13.147	13.546	5016.85	872.72	20.635	21.909	5075.16	1235.60	20.635	21.909	5075.16	1235.60				
18.290	18.364	428.15	11.53	13.546	13.646	8664.50	1799.02												
18.364	18.515	N.R.	N.R.	13.646	13.746	5360.05	970.50												
18.515	18.565	907.60	-	13.746	13.845	2853.50	324.70												
18.565	20.635	328.05	140.05	13.845	13.995	5048.43	453.71												
20.635	20.786	178.67	6.83	13.995	14.145	3843.73	344.36												
20.786	20.935	275.27	47.05	14.145	14.295	2797.93	678.29												
20.935	21.909	181.14	18.58	14.295	14.394	5068.35	368.05												
				14.394	14.494	10422.65	1429.28												
				14.494	16.187	3755.60	1555.13												
				16.187	18.040	5828.52	2184.60												
				18.040	18.364	26497.43	32894.11												
				18.364	18.515	N.R.	N.R.												
				18.515	18.565	50710.40	-												
				18.565	20.736	11504.89	5383.32												
				20.736	21.884	3558.28	1592.55												
				21.884	21.909	11220.90	-												

ALLEGATO 2 - Individuazione delle sezioni omogenee

TRATTI OMOGENEI PAVIMENTAZIONE CARREGGIATA SUD - ATTUALE CORSIA DI MARCIA LENTA



TRATTI OMOGENEI PAVIMENTAZIONE CARREGGIATA NORD - ATTUALE CORSIA DI MARCIA LENTA



LEGENDA	
■	TRATTI OMOGENEI STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO
■ ■	TRATTI OMOGENEI STRATO DI FONDAZIONE
■	TRATTI OMOGENEI SOTTOFONDO
12	TRATTI OMOGENEI PAVIMENTAZIONE

ALLEGATO 3 - Elaborazione dei dati di temperatura

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

(Informazioni tratte dal sito internet: WorldClimate.com)

<http://www.worldclimate.com/MILANO/LINATE, ITALY>

Weather station **MILANO/LINATE** is at about 45.43°N 9.19°E. Height about 107m / 351 feet above sea level.

24-hr Average Temperature

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
°C	1.1	3.6	8.0	12.6	17.3	21.3	23.8	22.8	18.9	13.2	6.9	2.5	12.7
°F	34.0	38.5	46.4	54.7	63.1	70.3	74.8	73.0	66.0	55.8	44.4	36.5	54.9

Source: MILANO/LINATE data derived from [GHCN 1](#). 2635 months between 1763 and 1990

ALLEGATO 4 - Elaborazione dei dati di traffico

var med 2009/2015	3.06%
var med 2015/2025	2.83%
var med 2025/2035	1.48%

TGM

2010	19787
2011	20391
2012	21014
2013	21656
2014	22318
2015	23000
2016	23651
2017	24320
2018	25008
2019	25715
2020	26442
2021	27190
2022	27960
2023	28750
2024	29564
2025	30400
2026	30849
2027	31305
2028	31767
2029	32236
2030	32712
2031	33195
2032	33685
2033	34183
2034	34688
2035	35200
TOT	726986
MED 2011-2014 BID	21345
MED 2015-2034 BID	29331

TGM VP	
% corsia più caricata 2011-2014	70%
% corsia più caricata 2015-2034	40%
N assi giorno 2011-2034	15334

N assi mese

GEN	475,355
FEB	429,353
MAR	475,355
APR	460,021
MAG	475,355
GIU	460,021
LUG	475,355
AGO	475,355
SET	460,021
OTT	475,355
NOV	460,021
DIC	475,355
Traffico medio	466,410

coeff. eq assi 80kN tipo A	2.5
----------------------------	-----

ALLEGATO 5 - Verifica strutturale delle pavimentazioni**Direzione NORD**

INPUT FILE NAME -C:\Documents and Settings\battagliapp\Desktop\MIS-Lodi 85°p.DAT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MIS-Lodi

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)----- = 3
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 : 0.25 0.2
POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0.35 0.35 0.35
CONDITIONS OF INTERFACES (INT) ARE : 0 0

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.010E+07 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 2 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.039E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 3 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 7.160E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 4 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.326E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 5 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.726E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 6 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.631E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 7 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.074E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 8 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.285E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 9 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.258E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 10 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.105E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 11 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 7.624E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+05

FOR PERIOD NO. 12 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.509E+06 2 1.193E+07
3 2.879E+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)---- = 1

NUMBER OF LAYERS FOR TOP COMPRESSION (NLTC)--- = 1
LAYER NO. FOR BOTTOM TENSION (LNBT) ARE: 1
LAYER NO. FOR TOP COMPRESSION (LNTC) ARE: 3

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 1 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 2 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 3 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 4 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 5 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 6 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 7 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 8 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 9 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 10 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 11 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 12 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410

DAMAGE COEF.'S (FT) FOR BOTTOM TENSION OF LAYER 1 ARE: 0.4 3.291 0.854

DAMAGE COEFICIENTS (FT) FOR TOP COMPRESSION OF LAYER 3 ARE: 1.365E-09 4.477

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE P. STRAIN)	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00009	115.264	115.264	-387.933	-321.105
	(STRAIN)	-3.128E-05	3.599E-05	3.599E-05	-3.128E-05	-2.235E-05
1	0.45010	0.00008	21.376	21.376	17.889	18.433
	(STRAIN)	1.374E-05	3.009E-05	3.009E-05	1.374E-05	1.629E-05
2	0.25000	0.00009	103.260	103.260	-401.316	-309.958
	(STRAIN)	-3.258E-05	3.488E-05	3.488E-05	-3.258E-05	-2.037E-05
2	0.45010	0.00009	22.436	22.436	18.832	19.290
	(STRAIN)	1.469E-05	3.159E-05	3.159E-05	1.469E-05	1.683E-05
3	0.25000	0.00009	95.348	95.348	-400.226	-297.395
	(STRAIN)	-3.263E-05	3.362E-05	3.362E-05	-3.263E-05	-1.888E-05
3	0.45010	0.00009	22.600	22.600	18.978	19.423
	(STRAIN)	1.483E-05	3.182E-05	3.182E-05	1.483E-05	1.692E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.263E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.427E+08 DAMAGE RATIO = 1.922E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.182E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.861E+11 DAMAGE RATIO = 2.506E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE P. STRAIN)	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00009	121.358	121.358	-366.186	-301.177
	(STRAIN)	-3.355E-05	3.927E-05	3.927E-05	-3.355E-05	-2.384E-05
1	0.45010	0.00009	22.181	22.181	18.557	19.133
	(STRAIN)	1.423E-05	3.123E-05	3.123E-05	1.423E-05	1.693E-05
2	0.25000	0.00009	108.833	108.833	-379.083	-289.474
	(STRAIN)	-3.494E-05	3.793E-05	3.793E-05	-3.494E-05	-2.156E-05
2	0.45010	0.00009	23.301	23.301	19.554	20.038
	(STRAIN)	1.524E-05	3.280E-05	3.280E-05	1.524E-05	1.750E-05
3	0.25000	0.00009	100.534	100.534	-378.129	-277.090
	(STRAIN)	-3.500E-05	3.649E-05	3.649E-05	-3.500E-05	-1.991E-05
3	0.45010	0.00009	23.478	23.477	19.710	20.183
	(STRAIN)	1.539E-05	3.305E-05	3.305E-05	1.538E-05	1.760E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.500E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.119E+08 DAMAGE RATIO = 2.201E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.305E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.569E+11 DAMAGE RATIO = 2.972E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE PRINCIPAL STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00009	134.054	134.054	-322.156	-260.949
	(STRAIN)	-3.879E-05	4.723E-05	4.723E-05	-3.879E-05	-2.725E-05
1	0.45010	0.00009	23.829	23.829	19.925	20.564
	(STRAIN)	1.524E-05	3.355E-05	3.355E-05	1.524E-05	1.824E-05
2	0.25000	0.00009	120.489	120.489	-333.994	-248.025
	(STRAIN)	-4.041E-05	4.528E-05	4.528E-05	-4.041E-05	-2.420E-05
2	0.45010	0.00009	25.075	25.074	21.034	21.572
	(STRAIN)	1.635E-05	3.530E-05	3.530E-05	1.635E-05	1.888E-05
3	0.25000	0.00009	111.412	111.412	-333.297	-236.005
	(STRAIN)	-4.046E-05	4.339E-05	4.339E-05	-4.046E-05	-2.212E-05
3	0.45010	0.00009	25.277	25.277	21.212	21.738
	(STRAIN)	1.653E-05	3.559E-05	3.559E-05	1.652E-05	1.899E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.046E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.604E+08 DAMAGE RATIO = 2.907E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.559E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.127E+11 DAMAGE RATIO = 4.138E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE PRINCIPAL STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00009	149.498	149.498	-270.546	-213.998
	(STRAIN)	-4.655E-05	5.991E-05	5.991E-05	-4.655E-05	-3.222E-05
1	0.45010	0.00009	25.786	25.786	21.548	22.267
	(STRAIN)	1.643E-05	3.630E-05	3.630E-05	1.643E-05	1.980E-05
2	0.25000	0.00010	134.766	134.766	-281.019	-199.502
	(STRAIN)	-4.851E-05	5.688E-05	5.688E-05	-4.851E-05	-2.784E-05
2	0.45010	0.00010	27.187	27.187	22.796	23.400
	(STRAIN)	1.768E-05	3.828E-05	3.828E-05	1.768E-05	2.051E-05
3	0.25000	0.00010	124.769	124.769	-280.583	-187.852
	(STRAIN)	-4.853E-05	5.420E-05	5.420E-05	-4.853E-05	-2.503E-05
3	0.45010	0.00010	27.421	27.421	23.001	23.591
	(STRAIN)	1.788E-05	3.861E-05	3.860E-05	1.788E-05	2.065E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.853E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.135E+08 DAMAGE RATIO = 4.110E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.861E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.829E+10 DAMAGE RATIO = 5.957E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE PRINCIPAL STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00010	166.441	166.441	-215.880	-164.481
	(STRAIN)	-5.812E-05	8.040E-05	8.040E-05	-5.812E-05	-3.950E-05
1	0.45010	0.00010	27.885	27.885	23.287	24.094
	(STRAIN)	1.769E-05	3.926E-05	3.926E-05	1.770E-05	2.148E-05
2	0.25000	0.00010	150.559	150.559	-224.757	-148.143

(STRAIN) -6.055E-05 7.543E-05 7.543E-05 -6.055E-05 -3.279E-05
 2 0.45010 0.00010 29.459 29.459 24.690 25.365
 (STRAIN) 1.911E-05 4.148E-05 4.148E-05 1.911E-05 2.228E-05
 3 0.25000 0.00010 139.585 139.585 -224.559 -136.835
 (STRAIN) -6.052E-05 7.141E-05 7.141E-05 -6.052E-05 -2.874E-05
 3 0.45010 0.00010 29.726 29.726 24.924 25.584
 (STRAIN) 1.933E-05 4.185E-05 4.185E-05 1.933E-05 2.243E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -6.055E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.436E+07 DAMAGE RATIO = 6.272E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.185E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.454E+10 DAMAGE RATIO = 8.551E-06

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

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

1	0.25000	0.00010	180.599	180.599	-171.472	-124.407	
	(STRAIN)	-7.264E-05	1.080E-04	1.080E-04	-7.264E-05	-4.850E-05	
1	0.45010	0.00010	29.607	29.607	24.712	25.593	
	(STRAIN)	1.873E-05	4.168E-05	4.168E-05	1.873E-05	2.286E-05	
2	0.25000	0.00011	163.846	163.846	-178.928	-106.415	
	(STRAIN)	-7.564E-05	1.002E-04	1.002E-04	-7.564E-05	-3.844E-05	
2	0.45010	0.00010	31.327	31.327	26.246	26.982	
	(STRAIN)	2.027E-05	4.411E-05	4.411E-05	2.028E-05	2.373E-05	
3	0.25000	0.00011	152.097	152.097	-178.899	-95.361	
	(STRAIN)	-7.554E-05	9.429E-05	9.429E-05	-7.554E-05	-3.268E-05	
3	0.45010	0.00010	31.621	31.621	26.505	27.223	
	(STRAIN)	2.052E-05	4.452E-05	4.452E-05	2.053E-05	2.390E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -7.564E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.811E+07 DAMAGE RATIO = 9.695E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.452E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.135E+10 DAMAGE RATIO = 1.128E-05

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

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

1	0.25000	0.00010	188.835	188.835	-146.096	-101.567	
	(STRAIN)	-8.517E-05	1.328E-04	1.328E-04	-8.517E-05	-5.618E-05	
1	0.45010	0.00010	30.596	30.596	25.530	26.456	
	(STRAIN)	1.932E-05	4.308E-05	4.308E-05	1.932E-05	2.366E-05	
2	0.25000	0.00011	171.613	171.613	-152.691	-82.567	
	(STRAIN)	-8.865E-05	1.224E-04	1.224E-04	-8.865E-05	-4.300E-05	
2	0.45010	0.00011	32.403	32.403	27.141	27.913	
	(STRAIN)	2.094E-05	4.562E-05	4.562E-05	2.095E-05	2.457E-05	
3	0.25000	0.00011	159.429	159.429	-152.749	-71.646	
	(STRAIN)	-8.846E-05	1.147E-04	1.147E-04	-8.846E-05	-3.567E-05	
3	0.45010	0.00011	32.713	32.712	27.413	28.170	
	(STRAIN)	2.121E-05	4.606E-05	4.606E-05	2.120E-05	2.475E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -8.865E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.497E+07 DAMAGE RATIO = 1.334E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.606E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.553E+10 DAMAGE RATIO = 1.313E-05

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

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

1	0.25000	0.00010	185.618	185.618	-155.972	-110.452
	(STRAIN)	-7.976E-05	1.220E-04	1.220E-04	-7.976E-05	-5.287E-05
1	0.45010	0.00010	30.211	30.211	25.212	26.119
	(STRAIN)	1.909E-05	4.253E-05	4.253E-05	1.909E-05	2.335E-05
2	0.25000	0.00011	168.575	168.575	-162.907	-91.849
	(STRAIN)	-8.303E-05	1.128E-04	1.128E-04	-8.303E-05	-4.106E-05
2	0.45010	0.00010	31.983	31.984	26.792	27.551
	(STRAIN)	2.068E-05	4.503E-05	4.503E-05	2.068E-05	2.424E-05
3	0.25000	0.00011	156.560	156.560	-162.931	-80.877
	(STRAIN)	-8.288E-05	1.058E-04	1.058E-04	-8.288E-05	-3.441E-05
3	0.45010	0.00011	32.287	32.287	27.058	27.801
	(STRAIN)	2.094E-05	4.546E-05	4.546E-05	2.094E-05	2.442E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -8.303E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.993E+07 DAMAGE RATIO = 1.168E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.546E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.767E+10 DAMAGE RATIO = 1.238E-05

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

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

1	0.25000	0.00010	172.201	172.201	-197.689	-148.050
	(STRAIN)	-6.328E-05	9.000E-05	9.000E-05	-6.328E-05	-4.271E-05
1	0.45010	0.00010	28.589	28.589	23.870	24.706
	(STRAIN)	1.812E-05	4.025E-05	4.025E-05	1.812E-05	2.204E-05
2	0.25000	0.00010	155.953	155.953	-205.998	-131.051
	(STRAIN)	-6.591E-05	8.408E-05	8.408E-05	-6.591E-05	-3.485E-05
2	0.45010	0.00010	30.222	30.222	25.324	26.027
	(STRAIN)	1.958E-05	4.255E-05	4.255E-05	1.958E-05	2.288E-05
3	0.25000	0.00010	144.661	144.661	-205.871	-119.850
	(STRAIN)	-6.586E-05	7.940E-05	7.940E-05	-6.586E-05	-3.021E-05
3	0.45010	0.00010	30.500	30.500	25.570	26.253
	(STRAIN)	1.982E-05	4.294E-05	4.294E-05	1.982E-05	2.303E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -6.591E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6.308E+07 DAMAGE RATIO = 7.394E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.294E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.861E+10 DAMAGE RATIO = 9.595E-06

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

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

1	0.25000	0.00010	151.625	151.625	-263.579	-207.676
	(STRAIN)	-4.779E-05	6.201E-05	6.201E-05	-4.779E-05	-3.301E-05
1	0.45010	0.00009	26.052	26.053	21.769	22.497
	(STRAIN)	1.659E-05	3.668E-05	3.668E-05	1.659E-05	2.001E-05
2	0.25000	0.00010	136.749	136.749	-273.861	-192.965
	(STRAIN)	-4.979E-05	5.880E-05	5.880E-05	-4.979E-05	-2.840E-05
2	0.45010	0.00010	27.475	27.475	23.034	23.650
	(STRAIN)	1.786E-05	3.868E-05	3.868E-05	1.786E-05	2.074E-05
3	0.25000	0.00010	126.623	126.623	-273.456	-181.358
	(STRAIN)	-4.982E-05	5.599E-05	5.599E-05	-4.982E-05	-2.546E-05

3 0.45010 0.00010 27.713 27.713 23.244 23.844
(STRAIN) 1.807E-05 3.902E-05 3.902E-05 1.806E-05 2.087E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.982E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.080E+08 DAMAGE RATIO = 4.319E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.902E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.467E+10 DAMAGE RATIO = 6.247E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE (P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00009	130.663	130.663	-333.766	-271.542
	(STRAIN)	-3.731E-05	4.492E-05	4.492E-05	-3.731E-05	-2.629E-05
1	0.45010	0.00009	23.392	23.392	19.562	20.185
	(STRAIN)	1.497E-05	3.293E-05	3.293E-05	1.497E-05	1.789E-05
2	0.25000	0.00009	117.366	117.366	-345.891	-258.947
	(STRAIN)	-3.887E-05	4.316E-05	4.316E-05	-3.887E-05	-2.347E-05
2	0.45010	0.00009	24.604	24.604	20.641	21.166
	(STRAIN)	1.606E-05	3.464E-05	3.464E-05	1.605E-05	1.851E-05
3	0.25000	0.00009	108.496	108.496	-345.130	-246.837
	(STRAIN)	-3.892E-05	4.140E-05	4.140E-05	-3.892E-05	-2.151E-05
3	0.45010	0.00009	24.800	24.800	20.814	21.325
	(STRAIN)	1.623E-05	3.491E-05	3.491E-05	1.623E-05	1.862E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.892E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.728E+08 DAMAGE RATIO = 2.699E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.491E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.228E+11 DAMAGE RATIO = 3.799E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE (P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00009	118.571	118.571	-376.077	-310.236
	(STRAIN)	-3.250E-05	3.773E-05	3.773E-05	-3.250E-05	-2.315E-05
1	0.45010	0.00009	21.814	21.814	18.252	18.814
	(STRAIN)	1.401E-05	3.071E-05	3.071E-05	1.401E-05	1.664E-05
2	0.25000	0.00009	106.283	106.283	-389.198	-298.789
	(STRAIN)	-3.384E-05	3.650E-05	3.650E-05	-3.384E-05	-2.101E-05
2	0.45010	0.00009	22.906	22.906	19.226	19.696
	(STRAIN)	1.499E-05	3.225E-05	3.225E-05	1.499E-05	1.719E-05
3	0.25000	0.00009	98.158	98.158	-388.182	-286.322
	(STRAIN)	-3.390E-05	3.515E-05	3.515E-05	-3.390E-05	-1.944E-05
3	0.45010	0.00009	23.077	23.077	19.376	19.837
	(STRAIN)	1.513E-05	3.249E-05	3.249E-05	1.513E-05	1.729E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.390E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.254E+08 DAMAGE RATIO = 2.069E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.249E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.695E+11 DAMAGE RATIO = 2.752E-06

* SUMMARY OF DAMAGE ANALYSIS *

AT BOTTOM OF LAYER 1 SUM OF DAMAGE RATIO = 6.861E-02
AT TOP OF LAYER 3 SUM OF DAMAGE RATIO = 8.331E-05

MAXIMUM DAMAGE RATIO = 6.861E-02 DESIGN LIFE IN YEARS = 14.58

Direzione SUD

INPUT FILE NAME -C:\Documents and Settings\battagliapl\Desktop\MIS-Lodi 65°p.DAT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MIS-Lodi

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)----- = 3
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 : 0.25 0.2
POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0.35 0.35 0.35
CONDITIONS OF INTERFACES (INT) ARE : 0 0

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.066E+07 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 2 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.545E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 3 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 7.561E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 4 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.625E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 5 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.935E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 6 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.778E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 7 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.190E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 8 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.413E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 9 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.440E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 10 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 5.391E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 11 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 8.051E+06 2 1.124E+07
3 2.477E+05

FOR PERIOD NO. 12 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.004E+07 2 1.124E+07
3 2.477E+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)---- = 1

NUMBER OF LAYERS FOR TOP COMPRESSION (NLTC)--- = 1
LAYER NO. FOR BOTTOM TENSION (LNBT) ARE: 1
LAYER NO. FOR TOP COMPRESSION (LNTC) ARE: 3

LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 1 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 2 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 3 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 4 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 5 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 6 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 7 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 8 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 9 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 10 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 11 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 12 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 466410

DAMAGE COEF.'S (FT) FOR BOTTOM TENSION OF LAYER 1 ARE: 0.4 3.291 0.854

DAMAGE COEFICIENTS (FT) FOR TOP COMPRESSION OF LAYER 3 ARE: 1.365E-09 4.477

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE P. STRAIN)	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE PRINCIPAL STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00009	108.367	108.367	-418.604	-349.663
	(STRAIN)	-3.134E-05	3.538E-05	3.538E-05	-3.134E-05	-2.261E-05
1	0.45010	0.00009	19.502	19.503	16.333	16.806
	(STRAIN)	1.463E-05	3.190E-05	3.190E-05	1.463E-05	1.721E-05
2	0.25000	0.00010	96.865	96.865	-432.651	-339.332
	(STRAIN)	-3.262E-05	3.442E-05	3.442E-05	-3.262E-05	-2.080E-05
2	0.45010	0.00010	20.427	20.427	17.157	17.553
	(STRAIN)	1.559E-05	3.342E-05	3.342E-05	1.560E-05	1.776E-05
3	0.25000	0.00010	89.347	89.347	-431.400	-326.578
	(STRAIN)	-3.267E-05	3.326E-05	3.326E-05	-3.267E-05	-1.940E-05
3	0.45010	0.00010	20.564	20.563	17.277	17.665
	(STRAIN)	1.573E-05	3.364E-05	3.364E-05	1.573E-05	1.784E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.267E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.307E+08 DAMAGE RATIO = 2.021E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.364E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.450E+11 DAMAGE RATIO = 3.216E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE P. STRAIN)	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE PRINCIPAL STRESS (STRAIN)
1	0.25000	0.00010	114.461	114.461	-396.072	-328.947
	(STRAIN)	-3.363E-05	3.858E-05	3.858E-05	-3.363E-05	-2.414E-05
1	0.45010	0.00010	20.281	20.281	16.980	17.482
	(STRAIN)	1.519E-05	3.318E-05	3.318E-05	1.519E-05	1.792E-05
2	0.25000	0.00010	102.426	102.426	-409.649	-318.084
	(STRAIN)	-3.501E-05	3.741E-05	3.741E-05	-3.501E-05	-2.206E-05
2	0.45010	0.00010	21.262	21.262	17.853	18.275
	(STRAIN)	1.621E-05	3.478E-05	3.478E-05	1.621E-05	1.851E-05
3	0.25000	0.00010	94.513	94.513	-408.554	-305.527
	(STRAIN)	-3.506E-05	3.608E-05	3.608E-05	-3.506E-05	-2.049E-05
3	0.45010	0.00010	21.410	21.410	17.984	18.395
	(STRAIN)	1.636E-05	3.502E-05	3.502E-05	1.636E-05	1.860E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.506E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.010E+08 DAMAGE RATIO = 2.321E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.502E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.211E+11 DAMAGE RATIO = 3.853E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	MAJOR (HORIZONTAL P. STRAIN)	MINOR (HORIZONTAL P. STRAIN)	INTERMEDIATE (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.25000	0.00010	127.283	127.283	-350.114	-286.822	
	(STRAIN)	-3.892E-05	4.632E-05	4.632E-05	-3.892E-05	-2.762E-05	
1	0.45010	0.00010	21.889	21.889	18.315	18.878	
	(STRAIN)	1.634E-05	3.581E-05	3.581E-05	1.634E-05	1.940E-05	
2	0.25000	0.00010	114.170	114.170	-362.650	-274.764	
	(STRAIN)	-4.053E-05	4.461E-05	4.461E-05	-4.053E-05	-2.484E-05	
2	0.45010	0.00010	22.987	22.987	19.293	19.766	
	(STRAIN)	1.748E-05	3.761E-05	3.760E-05	1.748E-05	2.005E-05	
3	0.25000	0.00010	105.455	105.455	-361.847	-262.599	
	(STRAIN)	-4.058E-05	4.285E-05	4.285E-05	-4.058E-05	-2.286E-05	
3	0.45010	0.00010	23.160	23.160	19.446	19.907	
	(STRAIN)	1.765E-05	3.789E-05	3.789E-05	1.765E-05	2.016E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.058E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.516E+08 DAMAGE RATIO = 3.077E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.789E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 8.515E+10 DAMAGE RATIO = 5.478E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	MAJOR (HORIZONTAL P. STRAIN)	MINOR (HORIZONTAL P. STRAIN)	INTERMEDIATE (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.25000	0.00011	143.115	143.115	-295.611	-237.085	
	(STRAIN)	-4.671E-05	5.859E-05	5.859E-05	-4.671E-05	-3.266E-05	
1	0.45010	0.00010	23.823	23.823	19.921	20.559	
	(STRAIN)	1.771E-05	3.897E-05	3.897E-05	1.771E-05	2.118E-05	
2	0.25000	0.00011	128.765	128.765	-306.772	-223.434	
	(STRAIN)	-4.865E-05	5.589E-05	5.589E-05	-4.865E-05	-2.865E-05	
2	0.45010	0.00011	25.070	25.070	21.033	21.564	
	(STRAIN)	1.901E-05	4.101E-05	4.101E-05	1.902E-05	2.191E-05	
3	0.25000	0.00011	119.101	119.101	-306.268	-211.690	
	(STRAIN)	-4.869E-05	5.341E-05	5.341E-05	-4.869E-05	-2.599E-05	
3	0.45010	0.00011	25.273	25.273	21.212	21.731	
	(STRAIN)	1.921E-05	4.135E-05	4.135E-05	1.922E-05	2.204E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.869E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.072E+08 DAMAGE RATIO = 4.352E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.135E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.759E+10 DAMAGE RATIO = 8.098E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. COORDINATE	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL (HORIZONTAL P. STRAIN)	MAJOR (HORIZONTAL P. STRAIN)	MINOR (HORIZONTAL P. STRAIN)	INTERMEDIATE (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.25000	0.00011	160.796	160.796	-237.051	-183.890	
	(STRAIN)	-5.819E-05	7.831E-05	7.831E-05	-5.819E-05	-3.995E-05	
1	0.45010	0.00011	25.931	25.931	21.669	22.392	
	(STRAIN)	1.920E-05	4.242E-05	4.242E-05	1.920E-05	2.314E-05	
2	0.25000	0.00011	145.213	145.213	-246.569	-168.340	

(STRAIN) -6.061E-05 7.381E-05 7.381E-05 -6.061E-05 -3.377E-05
 2 0.45010 0.00011 27.345 27.345 22.929 23.533
 (STRAIN) 2.067E-05 4.474E-05 4.474E-05 2.067E-05 2.397E-05
 3 0.25000 0.00011 134.521 134.521 -246.329 -156.970
 (STRAIN) -6.061E-05 7.006E-05 7.006E-05 -6.061E-05 -2.995E-05
 3 0.45010 0.00011 27.581 27.581 23.137 23.728
 (STRAIN) 2.091E-05 4.512E-05 4.512E-05 2.090E-05 2.412E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -6.061E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.075E+07 DAMAGE RATIO = 6.593E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.512E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.894E+10 DAMAGE RATIO = 1.198E-05

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

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

1	0.25000	0.00011	175.831	175.831	-188.781	-140.220
	(STRAIN)	-7.243E-05	1.047E-04	1.047E-04	-7.243E-05	-4.884E-05
1	0.45010	0.00011	27.687	27.687	23.124	23.919
	(STRAIN)	2.043E-05	4.530E-05	4.530E-05	2.043E-05	2.477E-05
2	0.25000	0.00012	159.292	159.292	-196.801	-122.912
	(STRAIN)	-7.541E-05	9.761E-05	9.761E-05	-7.541E-05	-3.951E-05
2	0.45010	0.00012	29.245	29.245	24.514	25.177
	(STRAIN)	2.206E-05	4.785E-05	4.785E-05	2.206E-05	2.568E-05
3	0.25000	0.00012	147.781	147.781	-196.749	-111.829
	(STRAIN)	-7.534E-05	9.206E-05	9.206E-05	-7.534E-05	-3.408E-05
3	0.45010	0.00012	29.510	29.510	24.747	25.394
	(STRAIN)	2.232E-05	4.828E-05	4.828E-05	2.232E-05	2.585E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -7.541E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.638E+07 DAMAGE RATIO = 1.006E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.828E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.877E+10 DAMAGE RATIO = 1.621E-05

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

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

1	0.25000	0.00012	184.687	184.687	-160.896	-115.059
	(STRAIN)	-8.459E-05	1.284E-04	1.284E-04	-8.459E-05	-5.634E-05
1	0.45010	0.00012	28.708	28.708	23.970	24.808
	(STRAIN)	2.115E-05	4.697E-05	4.697E-05	2.115E-05	2.572E-05
2	0.25000	0.00012	167.648	167.648	-167.995	-96.682
	(STRAIN)	-8.805E-05	1.188E-04	1.188E-04	-8.805E-05	-4.409E-05
2	0.45010	0.00012	30.352	30.352	25.436	26.135
	(STRAIN)	2.287E-05	4.966E-05	4.966E-05	2.287E-05	2.668E-05
3	0.25000	0.00012	155.655	155.655	-168.035	-85.730
	(STRAIN)	-8.790E-05	1.116E-04	1.116E-04	-8.790E-05	-3.717E-05
3	0.45010	0.00012	30.633	30.633	25.683	26.366
	(STRAIN)	2.315E-05	5.012E-05	5.012E-05	2.314E-05	2.686E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -8.805E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.414E+07 DAMAGE RATIO = 1.366E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 5.012E-05
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.434E+10 DAMAGE RATIO = 1.916E-05

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

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

1	0.25000	0.00012	181.218	181.218	-171.776	-124.870
	(STRAIN)	-7.935E-05	1.181E-04	1.181E-04	-7.935E-05	-5.311E-05
1	0.45010	0.00011	28.309	28.309	23.640	24.460
	(STRAIN)	2.087E-05	4.631E-05	4.632E-05	2.087E-05	2.534E-05
2	0.25000	0.00012	164.373	164.373	-179.240	-106.919
	(STRAIN)	-8.260E-05	1.096E-04	1.096E-04	-8.260E-05	-4.215E-05
2	0.45010	0.00012	29.919	29.919	25.074	25.762
	(STRAIN)	2.255E-05	4.895E-05	4.895E-05	2.255E-05	2.630E-05
3	0.25000	0.00012	152.565	152.565	-179.245	-95.915
	(STRAIN)	-8.249E-05	1.031E-04	1.031E-04	-8.249E-05	-3.587E-05
3	0.45010	0.00012	30.194	30.194	25.318	25.984
	(STRAIN)	2.282E-05	4.940E-05	4.940E-05	2.283E-05	2.646E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -8.260E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.877E+07 DAMAGE RATIO = 1.203E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.940E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.597E+10 DAMAGE RATIO = 1.796E-05

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

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

1	0.25000	0.00011	166.883	166.883	-217.358	-166.055
	(STRAIN)	-6.327E-05	8.752E-05	8.752E-05	-6.327E-05	-4.314E-05
1	0.45010	0.00011	26.646	26.646	22.262	23.012
	(STRAIN)	1.970E-05	4.359E-05	4.359E-05	1.971E-05	2.379E-05
2	0.25000	0.00011	150.904	150.904	-226.281	-149.811
	(STRAIN)	-6.589E-05	8.213E-05	8.213E-05	-6.589E-05	-3.588E-05
2	0.45010	0.00011	28.117	28.117	23.573	24.202
	(STRAIN)	2.124E-05	4.600E-05	4.600E-05	2.124E-05	2.467E-05
3	0.25000	0.00012	139.873	139.873	-226.120	-138.558
	(STRAIN)	-6.586E-05	7.776E-05	7.776E-05	-6.586E-05	-3.150E-05
3	0.45010	0.00011	28.366	28.366	23.794	24.403
	(STRAIN)	2.149E-05	4.641E-05	4.641E-05	2.149E-05	2.481E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -6.589E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6.027E+07 DAMAGE RATIO = 7.738E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.641E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.435E+10 DAMAGE RATIO = 1.358E-05

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

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

1	0.25000	0.00011	145.316	145.316	-288.198	-230.337
	(STRAIN)	-4.794E-05	6.063E-05	6.063E-05	-4.794E-05	-3.345E-05
1	0.45010	0.00010	24.089	24.089	20.141	20.789
	(STRAIN)	1.790E-05	3.941E-05	3.941E-05	1.790E-05	2.143E-05
2	0.25000	0.00011	130.812	130.812	-299.164	-216.468
	(STRAIN)	-4.994E-05	5.775E-05	5.775E-05	-4.994E-05	-2.923E-05
2	0.45010	0.00011	25.356	25.355	21.270	21.813
	(STRAIN)	1.922E-05	4.148E-05	4.148E-05	1.922E-05	2.218E-05
3	0.25000	0.00011	121.014	121.014	-298.694	-204.770
	(STRAIN)	-4.997E-05	5.514E-05	5.514E-05	-4.997E-05	-2.645E-05

3 0.45010 0.00011 25.563 25.563 21.454 21.982
(STRAIN) 1.943E-05 4.182E-05 4.182E-05 1.943E-05 2.231E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.997E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.020E+08 DAMAGE RATIO = 4.571E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.182E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.472E+10 DAMAGE RATIO = 8.523E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. P. STRAIN	VERTICAL (HORIZONTAL STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.25000 (STRAIN) -3.743E-05	0.00010 (STRAIN) -3.743E-05	123.840 4.408E-05	123.840 4.408E-05	-362.277 -3.743E-05	-297.954 -2.664E-05	
1	0.45010 (STRAIN) 1.603E-05	0.00010 (STRAIN) 1.603E-05	21.461 3.511E-05	21.461 3.511E-05	17.959 1.603E-05	18.507 1.901E-05	
2	0.25000 (STRAIN) -3.897E-05	0.00010 (STRAIN) -3.897E-05	111.010 4.254E-05	111.010 4.254E-05	-375.100 -3.897E-05	-286.224 -2.407E-05	
2	0.45010 (STRAIN) 1.714E-05	0.00010 (STRAIN) 1.714E-05	22.527 3.685E-05	22.527 3.685E-05	18.910 1.714E-05	19.368 1.964E-05	
3	0.25000 (STRAIN) -3.903E-05	0.00010 (STRAIN) -3.903E-05	102.507 4.091E-05	102.507 4.091E-05	-374.223 -3.903E-05	-273.960 -2.222E-05	
3	0.45010 (STRAIN) 1.731E-05	0.00010 (STRAIN) 1.731E-05	22.694 3.713E-05	22.694 3.713E-05	19.057 1.731E-05	19.504 1.974E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.903E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.634E+08 DAMAGE RATIO = 2.854E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.713E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.327E+10 DAMAGE RATIO = 5.001E-06

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

POINT NO.	VERTICAL DISPL. P. STRAIN	VERTICAL (HORIZONTAL STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.25000 (STRAIN) -3.256E-05	0.00010 (STRAIN) -3.256E-05	111.670 3.708E-05	111.670 3.708E-05	-406.333 -3.256E-05	-338.377 -2.343E-05	
1	0.45010 (STRAIN) 1.493E-05	0.00009 (STRAIN) 1.493E-05	19.926 3.260E-05	19.926 3.260E-05	16.685 1.493E-05	17.174 1.760E-05	
2	0.25000 (STRAIN) -3.390E-05	0.00010 (STRAIN) -3.390E-05	99.873 3.601E-05	99.873 3.601E-05	-420.125 -3.390E-05	-327.751 -2.148E-05	
2	0.45010 (STRAIN) 1.593E-05	0.00010 (STRAIN) 1.593E-05	20.881 3.416E-05	20.881 3.416E-05	17.536 1.594E-05	17.944 1.816E-05	
3	0.25000 (STRAIN) -3.395E-05	0.00010 (STRAIN) -3.395E-05	92.144 3.476E-05	92.144 3.476E-05	-418.963 -3.395E-05	-315.113 -1.999E-05	
3	0.45010 (STRAIN) 1.607E-05	0.00010 (STRAIN) 1.607E-05	21.023 3.439E-05	21.023 3.439E-05	17.661 1.607E-05	18.062 1.825E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.395E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.140E+08 DAMAGE RATIO = 2.179E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.439E-05
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.313E+11 DAMAGE RATIO = 3.551E-06

* SUMMARY OF DAMAGE ANALYSIS *

AT BOTTOM OF LAYER 1 SUM OF DAMAGE RATIO = 7.146E-02
AT TOP OF LAYER 3 SUM OF DAMAGE RATIO = 1.166E-04

MAXIMUM DAMAGE RATIO = 7.146E-02 DESIGN LIFE IN YEARS = 14