



# **AUTOSTRADA A13: BOLOGNA-PADOVA**

## **Ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia**

**TRATTA: Monselice – Padova Sud**

### **RELAZIONE TECNICA**

**Analisi delle caratteristiche strutturali della pavimentazione esistente**



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ANALISI DELLE CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI</b>	<b>4</b>
2.1	Valutazione della vita utile residua delle pavimentazioni	5
2.1.1	Dati di input	5
2.1.1.1	Moduli elastici e spessori della sovrastruttura;	5
2.1.1.2	Temperatura della pavimentazione	6
2.1.1.3	Flussi di traffico e numero di ripetizioni di carico di progetto	6
2.1.1.4	Database degli interventi di manutenzione con indicazione degli interventi di rifacimento dello strato di usura in sovrasspessore	7
2.1.2	Criteri di verifica	8
2.1.3	Risultati delle verifiche	8
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b>	<b>13</b>
	ALLEGATO 1 - Tronchi omogenei relativi allo strato dei conglomerati bituminosi, fondazione e sottofondo	14
	ALLEGATO 2 - Individuazione delle tratte con stesa dello strato di usura drenante in sovrasspessore	22
	ALLEGATO 3 - Elaborazione dei dati di temperatura	22
	ALLEGATO 4 - Elaborazione dei dati di traffico	23
	ALLEGATO 5 - Verifica strutturale delle pavimentazioni	24

## 1 PREMESSA

Nel presente documento viene illustrata la valutazione delle caratteristiche prestazionali delle pavimentazioni esistenti dell'Autostrada A13 Bologna-Padova nel tratto compreso fra lo Svincolo di Monselice (pk 88+600) e l'Interconnessione A13/A4 a sud di Padova (pk 100+850) nell'ambito della progettazione dell'intervento di ampliamento alla 3a corsia.

La verifica prestazionale della pavimentazione stradale attualmente in opera è stata definita a seguito di una campagna di indagini mediante carotaggi, un rilievo in continuo e prove di portanza (GPR e FWD).

Laddove si sono riscontrate caratteristiche strutturali inadeguate si sono individuati gli interventi di risanamento per i quali si rimanda alla relazione specifica "Dimensionamento delle nuove pavimentazioni e degli interventi di risanamento" allegata al presente progetto.

## 2 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

La valutazione delle caratteristiche strutturali è stata definita a seguito dei risultati ottenuti da una campagna costituita da carotaggi, prove di portanza (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 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 prevedere la realizzazione di un intervento di risanamento.

I carotaggi, le prove di GPR (Ground Penetration Radar) e FWD (Falling Weight Deflectometer) sono stati eseguiti secondo il seguente schema:

- Carreggiata Sud – direzione Bologna (prove GPR e FWD), corsia di marcia dal km 88+600 al km 100+800 per uno sviluppo di 12.2 km;
- Carreggiata Nord – direzione Padova (prove GPR e FWD), corsia di marcia dal km 88+600 al km 100+800 per uno sviluppo di 12.2 km;

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

- spessori complessivi degli strati legati a bitume ( $t_1$ ) e dello strato di fondazione ( $t_2$ ).
- moduli elastici, desunti mediante back-calculation, del pacchetto degli strati legati a bitume ( $E_1$ ) alla temperatura di riferimento di 20°C, dello strato della fondazione ( $E_2$ ) e del sottofondo ( $E_3$ ).

Nell'ALLEGATO 1 sono riportati per sezioni omogenee i dati sopra richiamati in forma tabulare. Sono stati inoltre redatti degli elaborati grafici, facenti parte del presente progetto, denominati "profili longitudinali pavimentazioni" nei quali in funzione del profilo della corsia di marcia esistente sono riportati gli spessori delle pavimentazioni in corrispondenza dei carotaggi (con relativa documentazione fotografica) e delle singole battute di FWD.

## 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
- 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  $E_3$ ).

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 2011-2014 nella configurazione attuale per un totale di 4 anni 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.
4. database degli interventi di manutenzione con indicazione degli interventi di rifacimento dello strato di usura drenante in sovrappessore

#### 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  $20^{\circ}\text{C}$ .

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

I parametri di riferimento sono:

- $E_t$  → modulo elastico dello strato in conglomerato bituminoso alla temperatura generica  $T$
- $E_0$  → modulo elastico a  $20^{\circ}\text{C}$  dello strato in conglomerato bituminoso;
- $T$  → temperatura espressa in  $^{\circ}\text{F}$  dello strato in conglomerato bituminoso
- $T_0$  → temperatura a  $20^{\circ}\text{C}$  espressa in  $^{\circ}\text{F}$

- $\alpha \rightarrow$  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 medi rilevati dalle seguenti stazioni meteo climatiche:

- di TREVISO/ISTRANA avente coordinate 45.68°N 12.10°E ed altitudine 45 m s.l.m.
- di VENEZIA TESSERA avente coordinate 45.50°N 12.3°E ed altitudine 2 m s.l.m.
- di VERONA VILLAFRANCA avente coordinate 45.40°N 10.90°E ed altitudine 67 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.

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

- Attuale (anno 2010) relativo al momento delle effettuazioni delle indagini
- Tendenziale (2011-2014);
- Progettuale (2015, 2025 e 2035)

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 2011-2014 (scenario tendenziale) nella configurazione attuale per un totale di 4 anni a cui si sommano 10 anni di esercizio nella configurazione di progetto.

Per quanto riguarda i carichi di traffico pesante, a partire dal dato di TGM bidirezionale, si è ipotizzata una suddivisione omogenea (50/50) tra le due direzioni di traffico. Nei tratti in ampliamento simmetrico è stata considerata una percentuale del traffico pesante transitante sulla corsia di marcia pari all'80% nello scenario tendenziale (trattandosi di una sezione a due corsie) e del 30% nello scenario progettuale (considerando la futura sezione con tre corsie); nei tratti in ampliamento asimmetrico (lato opposto a quello di ampliamento) è stata invece considerata una percentuale del traffico pesante transitante pari all'80% nello scenario tendenziale (trattandosi di una sezione a due corsie) e del 70% nello scenario progettuale (considerando la futura sezione con tre corsie).

Il traffico pesante di progetto transitante è stato successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN, secondo la metodologia proposta dall'Asphalt Institute [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.

Per ciascuna configurazione di progetto (ampliamento simmetrico, asimmetrico) e per ciascuna tratta elementare (Monselice-Terme Euganee, Terme Euganee – Allacciamento A4/A13) sono riportati nella seguente tabella i dati di traffico utilizzati per la verifica.

	Monselice-Terme Euganee		Terme Euganee – Allacciamento A4/A13	
	Marcia		Marcia	
	SIMM	ASIMM	SIMM	ASIMM
TGM bidirezionale 2011	14212		14589	
TGM bidirezionale 2015	15099		15785	
TGM bidirezionale 2025	14050		14877	
TGM bidirezionale 2035	15363		16321	
N° assi equivalenti 80 kN/mese sulla corsia di indagine	212'733	398'096	222'990	418'720

Tabella 1 – Dati di traffico tratta Monselice-Padova Sud

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.

#### 2.1.1.4 Database degli interventi di manutenzione con indicazione degli interventi di rifacimento dello strato di usura in sovrappessore

La valutazione della vita utile residua ha tenuto conto dell'impostazione progettuale che prevede la fresatura delle pavimentazioni esistenti finalizzata alla rimozione degli strati di usura drenante posati in fasi successive ed anche in sovrappessore rispetto al precedente. Ai fini del calcolo ( $h_{CB \text{ calcolo}}$ ) gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso rilevati dalle indagini ( $h_{CB \text{ indagini}}$ ) sono stati diminuiti laddove sono stati realizzati interventi di manutenzione (eseguiti negli ultimi 10 anni) comportanti degli sovrappessori dello strato di usura ( $h_{UDRM}$ ), in funzione della ricarica effettuata decurtata di 4 cm rappresentante lo spessore della nuova usura drenante che verrà posata al termine dell'intervento.

$$h_{CB \text{ calcolo}} = h_{CB \text{ indagini}} - (h_{UDRM} - 4 \text{ cm}) \quad \text{per } h_{UDRM} \geq 4 \text{ cm}$$

L'individuazione delle tratte con stesa dello strato di usura drenante in sovrappessore e relativo spessore sono riportati nell'Allegato 2.

### 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 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.

### 2.1.3 Risultati delle verifiche

I risultati delle verifiche sono stati differenziati in funzione della carreggiata, per corsia e in relazione alla tipologia di ampliamento prevista.

In particolar modo sono state evidenziate le sezioni in cui la vita utile calcolata è risultata minore di 14 anni in corrispondenza delle quali si sono previsti interventi di risanamento delle corsie di marcia.

Si evidenzia come l'analisi è stata condotta fino alla pk 100+500 (in direzione Bologna) e pk 100+600 (direzione Padova) oltre le quali il presente progetto fa riferimento a quanto già previsto nell'ambito del progetto di adeguamento dell'interconnessione A4/A13 (Padova Sud).

Sono stati inoltre individuati i tratti in curva dove sono previsti interventi di imbottitura per l'adeguamento delle pendenze trasversali; laddove lo spessore medio sulla corsia è risultato maggiore di 10 cm non è stato previsto nessun intervento per la sezione considerata.

Nell'ALLEGATO 5 è riportato a titolo esemplificativo la verifiche strutturale della sezione 32 in corrispondenza della direzione Padova (avente una vita utile calcolata prossima a 14 anni).

Sul lato opposto a quello di ampliamento nei tratti in ampliamento asimmetrico (direzione Bologna) in assenza di una specifica campagna d'indagine sulla corsia di sorpasso è stato prevista la medesima tipologia individuato per la corsia di marcia.

In tali sezioni è previsto un intervento di risanamento profondo (RP); per il dimensionamento del pacchetto indicato e per le caratteristiche dei materiali di cui si prevede l'utilizzo si rimanda alla

relazione specifica “Dimensionamento delle nuove pavimentazioni e degli interventi di risanamento” allegata al presente progetto.

In funzione della tipologia di ampliamento (simmetrico-asimmetrico) è previsto l'utilizzo di due differenti sovrastrutture così composte:

Risanamento RP1 - Ampliamento simmetrico (h=62cm):

- 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 riciclata a freddo di 28 cm;
- Fondazione riciclata in situ mediante il riciclaggio delle demolizioni delle pavimentazioni esistenti e opportuna integrazione con inerti vergini con bitume schiumato e cemento di 25 cm.

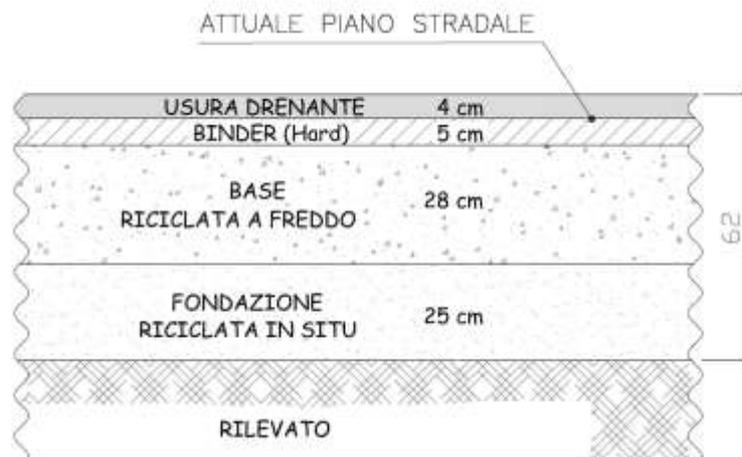


Figura 1 – Intervento di risanamento RP1

Risanamento RP2 - Ampliamento asimmetrico (h = 67cm):

- 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 riciclata a freddo di 33 cm;
- Fondazione riciclata in situ mediante il riciclaggio delle demolizioni delle pavimentazioni esistenti e opportuna integrazione con inerti vergini con bitume schiumato e cemento di 25 cm.


**Figura 2 - Intervento di risanamento RP2**

Nelle tabelle seguenti sono stati riportati i risultati secondo le modalità precedentemente indicate

A13\_Bologna - Padova  
Tratti omogenei

Direzione Bologna

Tratta elementare	Tipologia ampliamento	Quota drenante	Imbottiture presenti in curva >10cm	N°	Pki [m]	Pkf [m]	L [m]	Tipologia intervento	Ecb [Mpa]	Ef [Mpa]	Es [Mpa]	t <sub>1</sub> [mm]	t <sub>2</sub> [mm]	Vita utile [anni]	
MONSELICE-TERME EUGANEE	Ampliamento simmetrico	88+670-88+940 h=8		1	88600	88651	51		8140	1645	163	277	316	32.56	
				2	88701	88850	149		5420	6281	183	295	228	23.53	
				3	88900	88940	40	RP1	2782	90	123	267	196	0.73	
				3 bis	88940	89138	198		2782	90	123	267	196	1.6	
				4	89199	89880	681		6900	1373	164	246	306	14.25	
				4bis	89880	90003	123								
				5	90055	90202	147								
				5bis	90202	90296	94		3997	3501	153	241	307	12.99	
				6	90348	90497	149		7630	2242	204	231	351	23.22	
				7	90549	90599	50		5447	6034	194	220	327	28.92	
				8	90653	90752	99		6209	1315	201	257	310	15.85	
				9	90833	92000	1167		5933	1607	168	272	279	17.18	
				10	92050	92145	95		4897	1351	170	273	294	12.85	
				10bis	92145	92956	811								
MONSELICE-TERME EUGANEE	Ampliamento simmetrico			11	93009	93390	381		3994	4114	181	281	277	21.37	
				12	93523	94102	579		5569	2242	191	280	274	22.14	
				13	94150	94300	150		4769	75	222	284	245	6.75	
				14	94350	94477	127		5469	2031	253	257	265	16.52	
				14bis	94477	94502	25	RP1	5469	2031	253	257	265	8.83	
				15	94546	94580	34		6213	1691	235	269	283	11.61	
				15bis	94580	94728	148								
				16	94798	95000	202		7951	1385	204	261	275	12.16	
				16bis	95000	95053	53		7951	1385	204	261	275	11.57	
				17	95102	95553	451		5510	2859	213	265	254	10.12	
				18	95599	95651	52		8388	149	230	265	283	7.9	
				19	95702	95750	48	RP2	3543	433	199	274	277	2.66	
				20	95800	96254	454		3444	1225	190	270	295	3.84	
				21	96303	96401	98		2743	4193	198	288	281	7.68	
22	96457	96526	69		1734	155	209	295	269	0.85					
23	96600	96775	175		4036	1801	203	282	266	6.59					
TERME EUGANEE- Allacciamento A13	Ampliamento asimmetrico (pk 94+477-97+155)			23	96775	97085	310								
				23bis	97085	97155	70		4036	1801	203	282	266	6.59	
				24	97155	97452	297		4036	1801	203	282	266	12.37	
				24	97504	97556	52		2820	281	170	293	228	3.73	
				25	97651	97945	294		5957	168	152	276	198	8.56	
				26	97990	98063	73		8707	689	153	270	229	18.81	
				27	98109	98603	494		6955	139	195	268	199	10.72	
				28	98644	98990	346		5580	98	154	278	202	7.34	
				29	99061	99105	44								
				30	99155	99225	70								
				30bis	99225	99522	297		7784	2045	228	305	267	>40	
				31	99604	99694	90		4845	8086	233	315	265	>40	
				32	99751	99946	195		7407	2530	281	307	276	>40	
				33	100000	100347	347	RP1	6260	273	163	269	212	9.22	
34	100399	100500	101		5105	2440	266	285	208	19.51					

Tabella 2 – Quadro riassuntivo dei risultati ottenuti nella carreggiata sud (direzione Bologna)

A13\_Bologna - Padova

Tratti omogenei

**Direzione Padova**

Tipologia ampliamento	Quota drenante	Imbottiture presenti in curva > 10cm	N°	Pki [m]	Pkf [m]	L [m]	Tipologia intervento	Ecb [Mpa]	Ef [Mpa]	Es [Mpa]	t1 [mm]	t2 [mm]	Vita utile [anni]	
Ampliamento simmetrico			1	88600	88650	50		4861	240	111	284	199	6.47	
			2	88702	88848	146		8819	716	188	281	199	26.87	
			3	88899	89353	454		6629	1857	163	295	207	23.94	
			4	89403	89851	448		7256	838	177	296	216	25.11	
			5	89900	90102	202		5966	3135	210	308	236	38.33	
			6	90153	90199	46		6604	8609	172	301	214	>40	
			7	90270	90351	81		5794	2212	208	291	225	23.77	
			8	90402	90601	199		8015	8109	181	311	206	>40	
			9	90651	90925	274		7983	5320	191	279	195	38.7	
			10	90950	91203	253		4549	2822	178	293	190	15.01	
			11	91250	91484	234	RP1	4936	3394	160	267	199	12.51	
			12	91597	91749	152		4754	1064	134	234	267	4.88	
			13	91798	92602	804		3305	1984	176	245	278	6.31	
			14	92743	93003	260		2842	35	161	310	170	3.33	
			15	93161	93541	380		4759	96	215	325	203	15.16	
			16	93594	94195	601		4726	134	233	317	226	14.25	
			17	94247	94297	50		4016	64	225	322	221	9.55	
			18	94346	94477	131		5743	444	283	303	214	22.12	
Ampliamento asimmetrico (pk 94+477-97+155)			18bis	94477	94538	61		5743	444	283	303	214		
			19	94596	94845	249		4348	1815	239	322	194		
			20	94884	95003	119		6175	773	235	314	212		
			21	95009	96299	1290		5303	139	231	299	205		
			22	96348	96592	244		5929	582	198	300	234		
			23	96644	96941	297		3588	890	284	315	257		
			24	97012	97155	143		5412	5229	212	296	268		
Ampliamento simmetrico			24bis	97155	97202	47		5412	5229	212	296	268	>40	
			25	97258	97400	142		5650	1269	208	299	316	24.97	
			26	97447	97555	108		8014	6351	166	295	319	>40	
			27	97601	97746	145		6262	3795	240	299	301	>40	
			28	97847	98146	299		7817	471	202	290	242	24.46	
			29	98201	98346	145		6383	855	247	278	201	17.16	
			30	98391	98942	551		6110	7595	241	302	187	>40	
			31	99008	99196	188	RP1	4326	554	244	308	208	13.6	
			32	99254	100000	746		6292	299	207	287	200	14.83	
		100+000-100+270 h=8		32 bis	100000	100098	98	RP1	6292	299	207	287	200	7.08
				33	100146	100270	124		5031	123	203	272	188	2.95
				33 bis	100270	100348	78		5031	123	203	272	188	6.49
				34	100394	100440	46		6219	7123	217	271	184	27.57
			35	100491	100600	109		5294	416	221	271	184	9.03	

Tabella 3 – Quadro riassuntivo dei risultati ottenuti nella carreggiata nord (direzione Padova)

In Tabella 4 è riportato il quadro riassuntivo con l'ubicazione degli interventi di risanamento profondo relativamente alla corsia di marcia e di sorpasso per ambedue le carreggiate.

	Tratta con risanamento profondo
	Nessun intervento

Carreggiata Nord (direzione Padova)				
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
88600	91205	2605	Marcia	
91205	93160	1955	Marcia	RP1
93160	98945	5785	Marcia	
98945	99255	310	Marcia	RP1
99255	100000	745	Marcia	
100000	100600	600	Marcia	RP1
tot		12000		

Carreggiata Sud (direzione Bologna)				
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
88600	88850	250	Marcia	
88850	89200	350	Marcia	RP1
89200	94100	4900	Marcia	
94100	94580	480	Marcia	RP1
94580	94730	150	Marcia	
94730	96775	2045	Marcia + Sorpasso	RP2
96775	97085	310	Marcia	
97085	98995	1910	Marcia	RP1
98995	99945	950	Marcia	
99945	100400	455	Marcia	RP1
100400	100500	100	Marcia	
tot		11900		

Tabella 4 - Quadro riassuntivo ubicazione degli interventi di risanamento

Nelle seguenti tabelle sono riportate le percentuali di risanamento differenziate per singola carreggiata e per corsia.

Direzione <b>Padova</b> (corsia di marcia)	
Tot risanamento RP1 [m]	2865
% risanamento	23.88

Direzione <b>Bologna</b> (corsia di marcia)	
Tot risanamento RP1 [m]	3195
% risanamento RP1	26.85
Tot risanamento RP2 [m]	2045
% risanamento RP2	17.18
Tot risanamento RP1+RP2 [m]	5240
% risanamento	44.03

% risanamento <b>media</b> (corsia di marcia)	33.95
---	-------

Tabella 5-Percentuali di risanamento corsia di marcia

Direzione <b>Bologna (corsia di sorpasso)</b>	
Tot risanamento RP2 [m]	2045
% risanamento RP2	<b>17.18</b>

Tabella 6-Percentuali di risanamento corsia di sorpasso

### 3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1]. *World Climate*, [www.worldclimate.com](http://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 dei conglomerati bituminosi, fondazione e sottofondo**
**A13 Bologna - Padova  
 Direzione: Bologna  
 marcia  
 km 100+800 - 88+600**
**Segmento omogeneo**

km 88,600 - km 88,651	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8613	2175	176	277	316
deviazione standard	473	530	13	8	4
85% profilo	8140	1645	163	-	-

km 88,701 - km 88,850	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6858	7431	203	295	228
deviazione standard	1438	1150	20	11	12
85% profilo	5420	6281	183	-	-

km 88,900 - km 89,138 (senza km 89,000)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	3996	125	131	267	196
deviazione standard	1214	35	8	6	8
85% profilo	2782	90	123	-	-

km 89,199 - km 90,003	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8074	2379	203	246	306
deviazione standard	1174	1006	39	11	13
85% profilo	6900	1373	164	-	-

km 90,055 - km 90,296	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5520	5306	195	241	307
deviazione standard	1523	1805	42	14	16
85% profilo	3997	3501	153	-	-

km 90,348 - km 90,497	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8177	3334	215	231	351
deviazione standard	547	1092	11	13	15
85% profilo	7630	2242	204	-	-

km 90,549 - km 90,599	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7458	6893	234	220	327
deviazione standard	2011	859	40	9	3
85% profilo	5447	6034	194	-	-

km 90,653 - km 90,752 (senza km 90,794)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7896	3252	213	257	310
deviazione standard	1687	1937	12	10	24
85% profilo	6209	1315	201	-	-

km 90,833 - km 92,000	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7430	3059	189	272	279
deviazione standard	1497	1452	21	12	11
85% profilo	5933	1607	168	-	

km 92,050 - km 92,956	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6198	1972	193	273	294
deviazione standard	1301	621	23	9	20
85% profilo	4897	1351	170	-	

km 93,009 - km 93,390	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	4899	6123	261	281	277
deviazione standard	905	2009	80	6	5
85% profilo	3994	4114	181	-	

km 93,523 - km 94,102	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6953	3995	259	280	274
deviazione standard	1384	1753	68	5	6
85% profilo	5569	2242	191	-	

km 94,150 - km 94,300	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6821	625	245	284	245
deviazione standard	2052	550	23	19	17
85% profilo	4769	75	222	-	

km 94,350 - km 94,502	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7590	3594	279	257	265
deviazione standard	2121	1563	26	8	10
85% profilo	5469	2031	253	-	

km 94,546 - km 94,728	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7876	2528	256	269	283
deviazione standard	1663	837	21	11	15
85% profilo	6213	1691	235	-	

km 94,798 - km 95,053	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8441	2394	228	261	275
deviazione standard	490	1009	24	12	35
85% profilo	7951	1385	204	-	

km 95,102 - km 95,553	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6678	5090	249	265	254
deviazione standard	1168	2231	36	12	18
85% profilo	5510	2859	213	-	

km 95,599 - km 95,651	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8764	630	230	265	283
deviazione standard	376	481	0	7	47
85% profilo	8388	149	230	-	

km 95,702 - km 95,750	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	4181	1176	200	274	277
deviazione standard	638	743	1	16	14
85% profilo	3543	433	199	-	

km 95,800 - km 96,254	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5443	2409	215	270	295
deviazione standard	1999	1184	25	11	16
85% profilo	3444	1225	190	-	

km 96,303 - km 96,401	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	3115	4900	249	288	281
deviazione standard	372	707	51	1	3
85% profilo	2743	4193	198	-	

km 96,457 - km 96,526	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	4421	479	240	295	269
deviazione standard	2687	324	31	11	14
85% profilo	1734	155	209	-	

km 96,600 - km 97,452	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5848	3872	236	282	266
deviazione standard	1812	2071	33	11	22
85% profilo	4036	1801	203	-	

km 97,504 - km 97,556 (senza km 97,600)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6039	345	188	293	228
deviazione standard	3219	64	18	28	26
85% profilo	2820	281	170	-	

km 97,651 - km 97,945	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7560	426	187	276	198
deviazione standard	1603	258	35	24	27
85% profilo	5957	168	152	-	

km 97,990 - km 98,063	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	9208	1955	210	270	229
deviazione standard	501	1266	57	4	16
85% profilo	8707	689	153	-	

km 98,109 - km 98,603	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8169	578	225	268	199
deviazione standard	1214	439	30	12	21
85% profilo	6955	139	195	-	-

km 98,644 - km 98,990	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7269	1433	209	278	202
deviazione standard	1689	1335	55	20	44
85% profilo	5580	98	154	-	-

km 99,061 - km 99,105	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	10140	7575	275	310	227
deviazione standard	1054	2934	6	9	16
85% profilo	9086	4641	269	-	-

km 99,155 - km 99,552	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8761	4446	271	305	267
deviazione standard	977	2401	43	13	14
85% profilo	7784	2045	228	-	-

km 99,604 - km 99,694	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7015	8883	276	315	265
deviazione standard	2170	797	43	7	5
85% profilo	4845	8086	233	-	-

km 99,751 - km 99,946	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8674	3451	297	307	276
deviazione standard	1267	921	16	10	13
85% profilo	7407	2530	281	-	-

km 100 - km 100,347 (senza km 100,096; 100,199, 100,399)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8514	400	254	269	212
deviazione standard	2254	127	91	55	54
85% profilo	6260	273	163	-	-

km 100,399 - km 100,751 (senza km 100,800-strato2, 100,546)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6223	3296	314	285	208
deviazione standard	1118	856	48	25	29
85% profilo	5105	2440	266	-	-

**A13 Bologna - Padova**
**Direzione: Padova**
**marcia**
**km 88+600 - 100+800**
**Segmento omogeneo**

km 88,600 - km 88,650	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5466	240	159	284	199
deviazione standard	605	212	48	8	5
85% profilo	4861	-	111	-	-

km 88,702 - km 88,848 (senza km 88,751)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	9517	1730	190	281	199
deviazione standard	698	1014	2	6	3
85% profilo	8819	716	188	-	-

km 88,899 - km 89,353	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7866	3585	186	295	207
deviazione standard	1237	1728	23	17	13
85% profilo	6629	1857	163	-	-

km 89,403 - km 89,851	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8044	2780	210	296	216
deviazione standard	788	1942	33	23	17
85% profilo	7256	838	177	-	-

km 89,9 - km 90,102	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7377	5540	232	308	236
deviazione standard	1411	2405	22	24	28
85% profilo	5966	3135	210	-	-

km 90,153 - km 90,199	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7653	9131	200	301	214
deviazione standard	1049	522	28	2	12
85% profilo	6604	8609	172	-	-

km 90,270 - km 90,351	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6943	3898	218	291	225
deviazione standard	1149	1686	10	7	5
85% profilo	5794	2212	208	-	-

km 90,402 - km 90,601	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8584	10104	205	311	206
deviazione standard	569	1995	24	14	19
85% profilo	8015	8109	181	-	

km 90,651 - km 90,925	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8685	8513	226	279	195
deviazione standard	702	3193	35	23	14
85% profilo	7983	5320	191	-	

km 90,950 - km 91,203	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5904	4500	199	293	190
deviazione standard	1355	1678	21	12	14
85% profilo	4549	2822	178	-	

km 91,250 - km 91,484	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6708	3394	181	267	199
deviazione standard	1772	3714	21	14	11
85% profilo	4936	-	160	-	

km 91,597 - km 91,749 (senza km 91,706)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5360	1983	165	234	267
deviazione standard	606	919	31	3	13
85% profilo	4754	1064	134	-	

km 91,798 - km 92,602 (senza km 92,654; km 92,709)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	4569	3416	194	245	278
deviazione standard	1264	1432	18	11	14
85% profilo	3305	1984	176	-	

km 92,743 - km 93,003 (senza km 92,804, 92,903, 93,051)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	4600	198	180	310	170
deviazione standard	1758	163	19	23	13
85% profilo	2842	35	161	-	

km 93,161 - km 93,541	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5768	189	253	325	203
deviazione standard	1009	93	38	37	16
85% profilo	4759	96	215	-	

km 93,594 - km 94,195	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5709	518	275	317	226
deviazione standard	983	384	42	11	20
85% profilo	4726	134	233	-	

km 94,247 - km 94,297	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	4292	291	279	322	221
deviazione standard	276	227	54	8	13
85% profilo	4016	64	225	-	

km 94,346 - km 94,538	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7234	1466	333	303	214
deviazione standard	1491	1022	50	22	17
85% profilo	5743	444	283	-	

km 94,596 - km 94,845	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5952	3421	261	322	194
deviazione standard	1604	1606	22	25	12
85% profilo	4348	1815	239	-	

km 94,884 - km 95,003 (senza km 95,047)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7448	1389	266	314	212
deviazione standard	1273	616	31	18	8
85% profilo	6175	773	235	-	

km 95,099 - km 96,299	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6620	787	272	299	205
deviazione standard	1317	648	41	18	33
85% profilo	5303	139	231	-	

km 96,348 - km 96,592	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7261	1341	255	300	234
deviazione standard	1332	759	57	15	17
85% profilo	5929	582	198	-	

km 96,644 - km 96,941	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	5617	2755	338	315	257
deviazione standard	2029	1865	54	7	22
85% profilo	3588	890	284	-	

km 97,012 - km 97,202	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6577	6992	237	296	268
deviazione standard	1165	1763	25	18	13
85% profilo	5412	5229	212	-	

km 97,258 - km 97,400	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6539	4085	236	299	316
deviazione standard	889	2816	28	9	6
85% profilo	5650	1269	208	-	

km 97,447 - km 97,555	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	8244	7868	202	295	319
deviazione standard	230	1517	36	4	4
85% profilo	8014	6351	166	-	

km 97,601 - km 97,746 (senza km 97,799)	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7123	4675	269	299	301
deviazione standard	861	880	29	16	16
85% profilo	6262	3795	240	-	

km 97,847 - km 98,146	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7961	763	235	290	242
deviazione standard	144	292	33	11	35
85% profilo	7817	471	202	-	

km 98,201 - km 98,346	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7552	1589	260	278	201
deviazione standard	1169	734	13	3	7
85% profilo	6383	855	247	-	

km 98,391 - km 98,942	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7462	8469	271	302	187
deviazione standard	1352	874	30	10	4
85% profilo	6110	7595	241	-	

km 99,008 - km 99,196	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6191	1624	280	308	208
deviazione standard	1865	1070	36	7	21
85% profilo	4326	554	244	-	

km 99,254 - km 100,098	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7648	736	247	287	200
deviazione standard	1356	437	40	17	12
85% profilo	6292	299	207	-	

km 100,146 - km 100,348	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	6928	244	233	272	188
deviazione standard	1897	121	30	4	10
85% profilo	5031	123	203	-	

km 100,394 - km 100,440	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7456	8410	235	271	184
deviazione standard	1237	1287	18	0	0
85% profilo	6219	7123	217	-	

km 100,491 - km 100,800	E-module [MPa]			Spessori [mm]	
	strato 1	strato 2	strato 3	t1 mm	t2 mm
valore medio	7126	1923	341	271	184
deviazione standard	1832	1507	120	0	0
85% profilo	5294	416	221	-	

## ALLEGATO 2 - Individuazione delle tratte con stesa dello strato di usura drenante in sovrappessore

- Monselice - Padova Sud

### A13\_MONSELICE-PADOVA SUD

CARREGGIATA NORD	Pki	Pkf	L [m]	Quota drenante [cm]
	88080	90915	2835	Qo+4
	90915	93405	2490	Qo+4
	93405	94330	925	Qo
	94330	96190	1860	Qo+4
	96190	97700	1510	Qo
	97700	100000	2300	Qo+4
	100000	100270	270	Qo+8
	100270	100480	210	Qo+4
	100480	100800	320	Qo+4

NB: Qo = quota originaria = quota usura chiusa

CARREGGIATA SUD	Pki	Pkf	L [m]	Quota drenante [cm]
	88090	88700	610	Qo+4
	88700	88940	240	Qo+8
	88940	100010	11070	Qo+4
	100010	100270	260	Qo
100270	100800	530	Qo+4	

NB: Qo = quota originaria = quota usura chiusa

## 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:

Weather station TREVISO/ISTRANA, VENEZIA/TESSERA, VERONA VILLAFRANCA.

Average Temperature

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
°C	2.3	4.4	8.4	12.8	17.7	21.1	23.9	23.3	19.6	14.2	7.8	3.6	2.3

#### ALLEGATO 4 - Elaborazione dei dati di traffico

**Terme Euganee-Allacciamento A13  
SEZIONE 32-Direzione Padova**

TGM 2010	14304
TGM 2015	15785
TGM 2025	14877
TGM 2035	16321

var med 2010/2015	1.99%
var med 2015/2025	-0.59%
var med 2025/2035	0.93%

TGM	
2011	14589
2012	14879
2013	15175
2014	15477
2015	15785
2016	15692
2017	15599
2018	15507
2019	15415
2020	15324
2021	15234
2022	15144
2023	15054
2024	14965
2025	14877
2026	15015
2027	15155
2028	15296
2029	15439
2030	15582
2031	15727
2032	15874
2033	16021
2034	16171
TOT	368997
MED 2011-2014 BID	15030
MED 2015-2034 BID	15444

TGM VP	
% corsia più caricata 2011-2014	80%
% corsia più caricata 2015-2034	30%
N assi giorno 2011-2034	7331

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

N assi mese	
GEN	227,266
FEB	205,273
MAR	227,266
APR	219,935
MAG	227,266
GIU	219,935
LUG	227,266
AGO	227,266
SET	219,935
OTT	227,266
NOV	219,935
DIC	227,266
Traffico medio	222,990

## ALLEGATO 5 - Verifica strutturale delle pavimentazioni

### Sezione 32 Direzione Padova

TITLE -A13\_Monselice\_Padova Sud direzione PD

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

THICKNESSES OF LAYERS (TH) ARE : 0.287 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 1.237E+07 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 2 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.122E+07 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 3 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.033E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 4 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 6.799E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 5 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 4.682E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 6 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.490E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 7 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.682E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 8 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 2.842E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 9 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.987E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 10 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 6.149E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 11 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 9.355E+06 2 2.990E+05  
 3 2.070E+05

FOR PERIOD NO. 12 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.166E+07 2 2.990E+05  
 3 2.070E+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 : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 2 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 3 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 4 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 5 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 6 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 7 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 8 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 9 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 10 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 11 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990  
LOAD REPETITIONS (TNLR) IN PERIOD 12 FOR EACH LOAD GROUP ARE : 222990

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

DAMAGE COEFFICIENTS (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.	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.28700	0.00011	17.041	17.041	-528.742	-457.400	
		(STRAIN) -3.029E-05	2.928E-05	2.928E-05	-3.029E-05	-2.250E-05	
1	0.48710	0.00010	14.932	14.932	12.537	12.837	
		(STRAIN) 1.361E-05	2.923E-05	2.923E-05	1.361E-05	1.557E-05	
2	0.28700	0.00011	17.375	17.375	-548.251	-464.679	
		(STRAIN) -3.167E-05	3.007E-05	3.007E-05	-3.167E-05	-2.255E-05	
2	0.48710	0.00010	15.548	15.547	13.088	13.332	
		(STRAIN) 1.440E-05	3.044E-05	3.044E-05	1.440E-05	1.599E-05	
3	0.28700	0.00011	17.279	17.279	-547.557	-457.306	
		(STRAIN) -3.182E-05	2.983E-05	2.983E-05	-3.182E-05	-2.197E-05	
3	0.48710	0.00010	15.623	15.623	13.156	13.392	
		(STRAIN) 1.450E-05	3.058E-05	3.058E-05	1.450E-05	1.604E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.182E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.218E+08 DAMAGE RATIO = 1.005E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.058E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.221E+11 DAMAGE RATIO = 1.004E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE P.	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (STRAIN)
1	0.28700	0.00011	18.103	18.103	-518.366	-447.319	
		(STRAIN) -3.282E-05	3.175E-05	3.175E-05	-3.282E-05	-2.427E-05	
1	0.48710	0.00010	15.790	15.790	13.252	13.580	
		(STRAIN) 1.436E-05	3.091E-05	3.091E-05	1.436E-05	1.650E-05	
2	0.28700	0.00011	18.464	18.464	-537.689	-454.330	
		(STRAIN) -3.434E-05	3.260E-05	3.260E-05	-3.434E-05	-2.430E-05	
2	0.48710	0.00010	16.460	16.460	13.852	14.118	
		(STRAIN) 1.522E-05	3.222E-05	3.222E-05	1.522E-05	1.695E-05	
3	0.28700	0.00011	18.362	18.362	-537.100	-447.045	
		(STRAIN) -3.451E-05	3.235E-05	3.235E-05	-3.451E-05	-2.367E-05	
3	0.48710	0.00010	16.546	16.546	13.929	14.188	
		(STRAIN) 1.533E-05	3.239E-05	3.239E-05	1.532E-05	1.701E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.451E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.846E+08 DAMAGE RATIO = 1.208E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.239E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.717E+11 DAMAGE RATIO = 1.298E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	0.28700	0.00012	20.685	20.685	-495.407	-425.073	
		(STRAIN)	-3.918E-05	3.796E-05	3.796E-05	-3.918E-05	-2.866E-05
1	0.48710	0.00011	17.847	17.847	14.965	15.361	
		(STRAIN)	1.614E-05	3.494E-05	3.494E-05	1.615E-05	1.873E-05
2	0.28700	0.00012	21.108	21.108	-514.281	-431.437	
		(STRAIN)	-4.104E-05	3.898E-05	3.898E-05	-4.104E-05	-2.865E-05
2	0.48710	0.00011	18.653	18.653	15.686	16.011	
		(STRAIN)	1.717E-05	3.652E-05	3.652E-05	1.717E-05	1.929E-05
3	0.28700	0.00012	20.992	20.992	-513.852	-424.284	
		(STRAIN)	-4.126E-05	3.867E-05	3.867E-05	-4.126E-05	-2.787E-05
3	0.48710	0.00011	18.770	18.770	15.791	16.104	
		(STRAIN)	1.732E-05	3.675E-05	3.675E-05	1.732E-05	1.936E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.126E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.233E+08 DAMAGE RATIO = 1.808E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.675E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.764E+10 DAMAGE RATIO = 2.284E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	0.28700	0.00013	24.599	24.599	-465.315	-396.057	
		(STRAIN)	-4.932E-05	4.796E-05	4.796E-05	-4.932E-05	-3.557E-05
1	0.48710	0.00012	20.900	20.900	17.502	18.012	
		(STRAIN)	1.876E-05	4.092E-05	4.092E-05	1.876E-05	2.208E-05
2	0.28700	0.00013	25.118	25.118	-483.523	-401.473	
		(STRAIN)	-5.174E-05	4.925E-05	4.925E-05	-5.174E-05	-3.545E-05
2	0.48710	0.00012	21.925	21.925	18.418	18.837	
		(STRAIN)	2.006E-05	4.293E-05	4.292E-05	2.005E-05	2.279E-05
3	0.28700	0.00013	24.976	24.976	-483.156	-394.339	
		(STRAIN)	-5.205E-05	4.885E-05	4.885E-05	-5.205E-05	-3.441E-05
3	0.48710	0.00012	22.089	22.089	18.563	18.970	
		(STRAIN)	2.026E-05	4.325E-05	4.325E-05	2.026E-05	2.291E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -5.205E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 7.319E+07 DAMAGE RATIO = 3.047E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.325E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.709E+10 DAMAGE RATIO = 4.735E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	0.28700	0.00015	30.785	30.785	-425.796	-358.221	
		(STRAIN)	-6.646E-05	6.518E-05	6.518E-05	-6.646E-05	-4.698E-05
1	0.48710	0.00013	25.582	25.582	21.385	22.083	
		(STRAIN)	2.271E-05	5.009E-05	5.009E-05	2.271E-05	2.727E-05
2	0.28700	0.00015	31.448	31.448	-442.981	-362.202	
		(STRAIN)	-6.988E-05	6.690E-05	6.690E-05	-6.988E-05	-4.659E-05

2 0.48710 0.00013 26.970 26.970 22.622 23.204  
(STRAIN) 2.446E-05 5.281E-05 5.281E-05 2.445E-05 2.825E-05

3 0.28700 0.00015 31.249 31.249 -442.529 -354.927  
(STRAIN) -7.032E-05 6.628E-05 6.628E-05 -7.032E-05 -4.506E-05

3 0.48710 0.00013 27.208 27.208 22.834 23.397  
(STRAIN) 2.474E-05 5.327E-05 5.327E-05 2.474E-05 2.842E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -7.032E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.740E+07 DAMAGE RATIO = 5.963E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 5.327E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.852E+10 DAMAGE RATIO = 1.204E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 6 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
-----------	--------------------------------	--------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------

1 0.28700 0.00016 36.612 36.612 -394.611 -328.606  
(STRAIN) -8.378E-05 8.302E-05 8.302E-05 -8.378E-05 -5.825E-05

1 0.48710 0.00014 29.849 29.849 24.913 25.804  
(STRAIN) 2.625E-05 5.845E-05 5.845E-05 2.625E-05 3.207E-05

2 0.28700 0.00017 37.401 37.401 -410.869 -331.308  
(STRAIN) -8.825E-05 8.514E-05 8.514E-05 -8.825E-05 -5.747E-05

2 0.48710 0.00015 31.598 31.598 26.471 27.218  
(STRAIN) 2.844E-05 6.187E-05 6.187E-05 2.843E-05 3.330E-05

3 0.28700 0.00017 37.130 37.130 -410.289 -323.860  
(STRAIN) -8.880E-05 8.426E-05 8.426E-05 -8.880E-05 -5.537E-05

3 0.48710 0.00015 31.902 31.902 26.739 27.466  
(STRAIN) 2.880E-05 6.247E-05 6.247E-05 2.879E-05 3.353E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -8.880E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.230E+07 DAMAGE RATIO = 1.000E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 6.247E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 9.079E+09 DAMAGE RATIO = 2.456E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 7 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
-----------	--------------------------------	--------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------

1 0.28700 0.00017 42.630 42.630 -366.614 -302.213  
(STRAIN) -1.028E-04 1.032E-04 1.032E-04 -1.028E-04 -7.041E-05

1 0.48710 0.00015 34.130 34.130 28.444 29.545  
(STRAIN) 2.975E-05 6.683E-05 6.683E-05 2.975E-05 3.693E-05

2 0.28700 0.00018 43.536 43.536 -381.950 -303.668  
(STRAIN) -1.085E-04 1.057E-04 1.057E-04 -1.085E-04 -6.907E-05

2 0.48710 0.00016 36.261 36.261 30.341 31.268  
(STRAIN) 3.239E-05 7.100E-05 7.100E-05 3.240E-05 3.844E-05

3 0.28700 0.00018 43.173 43.173 -381.250 -296.060  
(STRAIN) -1.092E-04 1.045E-04 1.045E-04 -1.092E-04 -6.628E-05

3 0.48710 0.00016 36.632 36.632 30.668 31.573  
(STRAIN) 3.283E-05 7.173E-05 7.173E-05 3.283E-05 3.873E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -1.092E-04  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.415E+07 DAMAGE RATIO = 1.576E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 7.173E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 4.888E+09 DAMAGE RATIO = 4.562E-05

DAMAGE ANALYSIS OF PERIOD NO. 8 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
-----------	--------------------------------	--------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------

NO.	COORDINATE	DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	STRESS
1	0.28700	0.00017	41.236	41.236	-372.788	-308.016	
	(STRAIN)	-9.832E-05	9.835E-05	9.835E-05	-9.832E-05	-6.755E-05	
1	0.48710	0.00015	33.150	33.150	27.637	28.687	
	(STRAIN)	2.896E-05	6.491E-05	6.491E-05	2.896E-05	3.581E-05	
2	0.28700	0.00018	42.116	42.116	-388.332	-309.749	
	(STRAIN)	-1.037E-04	1.008E-04	1.008E-04	-1.037E-04	-6.635E-05	
2	0.48710	0.00015	35.191	35.191	29.453	30.339	
	(STRAIN)	3.149E-05	6.891E-05	6.891E-05	3.149E-05	3.726E-05	
3	0.28700	0.00018	41.776	41.776	-387.661	-302.182	
	(STRAIN)	-1.043E-04	9.965E-05	9.965E-05	-1.043E-04	-6.373E-05	
3	0.48710	0.00015	35.547	35.547	29.767	30.629	
	(STRAIN)	3.191E-05	6.960E-05	6.960E-05	3.191E-05	3.753E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -1.043E-04  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.563E+07 DAMAGE RATIO = 1.426E-02

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 6.960E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 5.593E+09 DAMAGE RATIO = 3.987E-05

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

NO.	COORDINATE	DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	0.28700	0.00015	33.860	33.860	-408.751	-342.006	
	(STRAIN)	-7.546E-05	7.439E-05	7.439E-05	-7.546E-05	-5.287E-05	
1	0.48710	0.00014	27.850	27.850	23.262	24.059	
	(STRAIN)	2.460E-05	5.453E-05	5.453E-05	2.461E-05	2.981E-05	
2	0.28700	0.00016	34.591	34.591	-425.441	-345.301	
	(STRAIN)	-7.942E-05	7.633E-05	7.633E-05	-7.942E-05	-5.229E-05	
2	0.48710	0.00014	29.427	29.427	24.667	25.334	
	(STRAIN)	2.658E-05	5.762E-05	5.762E-05	2.657E-05	3.092E-05	
3	0.28700	0.00016	34.356	34.356	-424.923	-337.936	
	(STRAIN)	-7.992E-05	7.558E-05	7.558E-05	-7.992E-05	-5.047E-05	
3	0.48710	0.00014	29.700	29.700	24.909	25.555	
	(STRAIN)	2.690E-05	5.815E-05	5.815E-05	2.691E-05	3.112E-05	

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -7.992E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 2.815E+07 DAMAGE RATIO = 7.922E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 5.815E-05  
ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.251E+10 DAMAGE RATIO = 1.783E-05

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

NO.	COORDINATE	DISPL. (HORIZONTAL P. STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	0.28700	0.00013	26.142	26.142	-454.673	-385.837	
	(STRAIN)	-5.347E-05	5.209E-05	5.209E-05	-5.347E-05	-3.836E-05	
1	0.48710	0.00012	22.084	22.084	18.486	19.039	
	(STRAIN)	1.977E-05	4.324E-05	4.324E-05	1.977E-05	2.338E-05	
2	0.28700	0.00014	26.697	26.697	-472.623	-390.886	
	(STRAIN)	-5.613E-05	5.349E-05	5.349E-05	-5.613E-05	-3.819E-05	
2	0.48710	0.00012	23.197	23.197	19.479	19.936	
	(STRAIN)	2.117E-05	4.542E-05	4.542E-05	2.117E-05	2.415E-05	
3	0.28700	0.00014	26.544	26.544	-472.246	-383.727	
	(STRAIN)	-5.647E-05	5.304E-05	5.304E-05	-5.647E-05	-3.704E-05	
3	0.48710	0.00012	23.380	23.379	19.641	20.085	

(STRAIN) 2.140E-05 4.577E-05 4.577E-05 2.140E-05 2.429E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -5.647E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 6.098E+07 DAMAGE RATIO = 3.657E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 4.577E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 3.652E+10 DAMAGE RATIO = 6.106E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	0.28700	0.00012	20.245	20.245	-499.118	-428.663	
		(STRAIN)	-3.807E-05	3.688E-05	3.688E-05	-3.807E-05	-2.791E-05
1	0.48710	0.00011	17.499	17.499	14.675	15.061	
		(STRAIN)	1.584E-05	3.426E-05	3.426E-05	1.584E-05	1.836E-05
2	0.28700	0.00012	20.658	20.658	-518.068	-435.135	
		(STRAIN)	-3.987E-05	3.787E-05	3.787E-05	-3.987E-05	-2.790E-05
2	0.48710	0.00011	18.282	18.282	15.376	15.690	
		(STRAIN)	1.684E-05	3.579E-05	3.579E-05	1.684E-05	1.889E-05
3	0.28700	0.00012	20.544	20.544	-517.620	-427.969	
		(STRAIN)	-4.009E-05	3.757E-05	3.757E-05	-4.009E-05	-2.715E-05
3	0.48710	0.00011	18.393	18.393	15.475	15.779	
		(STRAIN)	1.698E-05	3.601E-05	3.601E-05	1.698E-05	1.896E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -4.009E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.316E+08 DAMAGE RATIO = 1.695E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.601E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.069E+11 DAMAGE RATIO = 2.086E-06

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

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISPL. (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR STRESS (STRAIN)	MINOR STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS
1	0.28700	0.00011	17.677	17.677	-522.455	-451.290	
		(STRAIN)	-3.180E-05	3.075E-05	3.075E-05	-3.180E-05	-2.356E-05
1	0.48710	0.00010	15.447	15.447	12.966	13.283	
		(STRAIN)	1.406E-05	3.024E-05	3.024E-05	1.406E-05	1.613E-05
2	0.28700	0.00011	18.027	18.027	-541.852	-458.407	
		(STRAIN)	-3.326E-05	3.158E-05	3.158E-05	-3.326E-05	-2.360E-05
2	0.48710	0.00010	16.095	16.095	13.546	13.804	
		(STRAIN)	1.489E-05	3.151E-05	3.151E-05	1.489E-05	1.657E-05
3	0.28700	0.00011	17.928	17.928	-541.224	-451.090	
		(STRAIN)	-3.342E-05	3.133E-05	3.133E-05	-3.342E-05	-2.298E-05
3	0.48710	0.00010	16.176	16.176	13.621	13.867	
		(STRAIN)	1.500E-05	3.167E-05	3.167E-05	1.500E-05	1.661E-05

AT BOTTOM OF LAYER 1 TENSILE STRAIN = -3.342E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.984E+08 DAMAGE RATIO = 1.124E-03

AT TOP OF LAYER 3 COMPRESSIVE STRAIN = 3.167E-05  
 ALLOWABLE LOAD REPETITIONS = 1.900E+11 DAMAGE RATIO = 1.174E-06

\*\*\*\*\*  
 \* SUMMARY OF DAMAGE ANALYSIS \*  
 \*\*\*\*\*

AT BOTTOM OF LAYER 1 SUM OF DAMAGE RATIO = 6.745E-02  
 AT TOP OF LAYER 3 SUM OF DAMAGE RATIO = 1.586E-04

**MAXIMUM DAMAGE RATIO = 6.745E-02 DESIGN LIFE IN YEARS = 14.83**