



PROVINCIA DI RAVENNA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

Servizio Infrastrutture viarie e programmazione

RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. N. 302 BRISIGHELLESE - 2° Lotto CUP J74E05000010003

PROGETTO ESECUTIVO

Presidente: Sig. Michele De Pascale	Consigliere delegato Strade - Trasporti - Pianificazione Territoriale: Arch. Nicola Pasi
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio: Ing. Chiara Bentini

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Ing. Chiara Bentini	_____
		<i>Documento firmato digitalmente</i>
PROGETTISTA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE:	Ing. Gianfranco Marchi	_____
		<i>Firmato</i>
COORDINATORE SICUREZZA PROGETTAZIONE:	Ing. Giancarlo Guadagnini	_____
		<i>Firmato</i>

ELABORAZIONE GRAFICA DEL PROGETTO:



enser

ENSER SRL
C.F./P.IVA/Registro Imprese RA
02058800398

SEDE PRINCIPALE
Viale A. Baccarini, 29/2
48018 Faenza (RA)
Tel. (+39) 0546 663423

WEB: www.enser.it E-MAIL: ingegneria@enser.it
www.enser.fr P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it

0	EMISSIONE	A. Boschi	L. Samori	G. Marchi	30/03/2020
Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data

TITOLO ELABORATO:

**RETTIFICA STRADALE TRATTO S.P. N. 302
INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO
Relazione di calcolo della sovrastruttura stradale**

Elaborato num:	Revisione:	Data:	Scala:	Nome file:
09b1	000	30/03/2020	-	-



PROVINCIA DI RAVENNA

**RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON
ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. 302
BRISIGHELLESE (2° LOTTO)**



Elaborato 9.B1

INTERVENTO DI RETTIFICA STRADALE

Relazione di calcolo della sovrastruttura stradale

Codice	S15070-PE-RE09b1-0
--------	--------------------

Rev.	Data	Redatto	Controllato
0	04-12-219	A. Boschi	L. Samori
1			
2			

Approvato
G. Marchi



Sede Principale:
 Viale A. Baccharini,
 29/2
 48018 FAENZA (RA)
 Tel. (+39) 0546
 663423
 Fax (+39) 0546
 663428

Sede di Bologna:
 Via E. Zacconi, 16
 40127 BOLOGNA
 (BO)
 Tel. (+39) 051 245663
 Fax (+39) 0546
 663428

Sede di Santarcangelo:
 Via Andrea Costa, 115
 47822 SANTARCANGELO
 DI ROMAGNA (RN)
 Tel. (+39) 0546 663423

Succursale di Parigi:
 1 Rue de Stockholm
 75008 – PARIS
 N° SIRET 82140581800021
 TVA Intr. FR75821405818



INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	2
3.	ANALISI DEL TRAFFICO	3
4.	MATERIALI	4
4.1.	Sottofondo	4
4.2.	Rilevato	4
4.3.	Stabilizzato granulometrico	5
4.4.	Conglomerato bituminoso	5
5.	CALCOLO DELLA SOVRASTRUTTURA	7
5.1.	Risultati	7
6.	VITA UTILE	10

FIGURA 1

APPENDICE A: Elaborati di calcolo

1. PREMESSA

Nella presente relazione viene riportato il calcolo della pavimentazione per l'intervento di rettifica della ex s.s. n. 302.

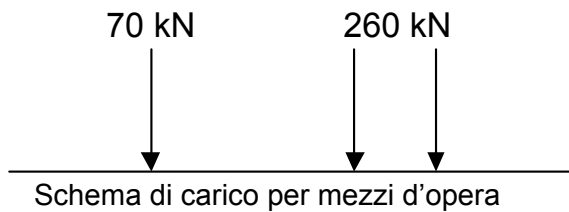
2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- D.M. 5 novembre 2001, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- AICAP, maggio 1993, "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce, Raccomandazioni.
- D.M. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione ". Circ. Min. LL.PP. n° 30483, 24 Settembre 1988.
- Legge 05.11.1971 n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- D.M. 16.01.1996, "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circolare n. 156AA/STC del 04.07.1996, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
- D.M. 14.02.1992, "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- Circolare n. 37406/STC del 24.06.1993, "Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al decreto ministeriale 14 febbraio 1992".
- D.M. 09.01.1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- Circolare n. 252 AA.GG./STC del 15.10.1996, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996".
- Legge 02.02.1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. 16.01.1996, "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Circolare n. 65/AA.GG. del 10.04.1997, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".

3. ANALISI DEL TRAFFICO

Il traffico veicolare, ed in particolare il traffico veicolare pesante, è il primo responsabile del degrado delle pavimentazioni stradali. Nonostante la limitata entità delle sollecitazioni derivanti dal passaggio di carichi stradali anche elevati (asse da 120÷130 kN), occorre considerare la natura ciclica del carico e quindi procedere con una verifica a fatica che permetterà di tradurre il carico in numero possibile di passaggi di un dato asse.

Ai fini del calcolo delle pavimentazioni risultano significativi i soli mezzi con carico superiore a 35 kN. Lo schema di carico degli assi utilizzati per il calcolo è il seguente:



4. MATERIALI

I materiali componenti il pacchetto delle pavimentazioni sono caratterizzati dai valori delle costanti di deformabilità (E, ν), ovvero dal modulo dinamico e dal coefficiente di Poisson e da leggi di fatica che mettono in correlazione il numero di cicli e lo stato tensionale/deformativo dei diversi strati.

4.1. Sottofondo

Per la determinazione del modulo del sottofondo, è possibile utilizzare le seguenti relazioni di origine sperimentale:

noto l'indice CBR post saturazione, il modulo potrà essere valutato mediante l'espressione (Heukelomp e Klomp, 1962):

$$E_0 = 10 \cdot \text{CBR (MPa)}; \quad (4.1)$$

nel caso di terreni coesivi è possibile correlare il valore della coesione non drenata (c_u) all'indice CBR mediante l'espressione (Black e Lister, 1978):

$$c_u = 23 \cdot 10^{-3} \cdot \text{CBR (MPa)}; \quad (4.2)$$

raffrontando la 4.1 e la 4.2 risulta:

$$E_0 \cong 400 \cdot c_u. \quad (4.3)$$

Il coefficiente di Poisson, nel caso di terreni saturi, si assume in genere compreso nell'intervallo 0.45÷0.50.

Per il sottofondo in esame si assume:

$$E_0 = 40 \text{ MPa}; \quad \nu_0 = 0.45.$$

Affinchè non si verifichino fenomeni di ormaiamento in superficie conseguenti a cedimenti del sottofondo, occorre che sia verificata la seguente disuguaglianza :

$$\sigma_z \leq \frac{0.006 \cdot E_0}{1 + 0.7 \cdot \log N}, \quad (4.4)$$

dove σ_z rappresenta la tensione verticale all'estradosso del terreno naturale, caratterizzato dal modulo E_0 , causato dalla coppia di ruote gemellate appartenenti ad un asse da 130 kN applicato N volte.

4.2. Rilevato

Lo strato di rilevato è costituito da materiale appartenente ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃ della classifica CNR UNI 1006. Lo spessore minimo dello strato è pari a 500 mm. Si assume:

$$E_1 = 300 \text{ MPa} ; \nu_1 = 0.40.$$

4.3. Stabilizzato granulometrico

Per lo strato di fondazione si considera di utilizzare un frantumato con adeguata curva granulometrica posto in opera opportunamente compattato. Si considera in questo caso che il materiale di fondazione presenti un indice CBR post-saturazione nell'intervallo di umidità compreso tra ± 2 % rispetto all'umidità ottima non inferiore al 50 %, da cui:

$$E_2 = 500 \text{ MPa} ; \nu_2 = 0.40.$$

In realtà uno stabilizzato granulometrico composto da inerti non plastici e ben dosato granulometricamente presenta valori CBR nettamente superiori al 50 %, il valore considerato è quindi da ritenersi cautelativo.

La verifica a fatica, per lo strato di fondazione, tiene conto del legame intercorrente tra la ε_{zz} (deformazione specifica verticale) ed il numero di cicli e viene definita dalla seguente relazione:

$$\varepsilon_{zz} = 0.018 \cdot N^{-0.25}. \quad (4.5)$$

Si ammettono in questo strato trazioni in direzione orizzontale solo all'interfaccia con lo strato di conglomerato bituminoso (che verranno quindi da questo assorbite) e comunque non superiori a 0.01 MPa.

4.4. Conglomerato bituminoso

Il conglomerato bituminoso si considera costituito da uno strato di base dello spessore finito di 100 mm e da uno strato di binder+usura dello spessore finito di 70 mm. Considerando le condizioni atmosferiche medie delle nostre latitudini, alla luce delle numerose esperienze svolte all'interno del Laboratorio sperimentale del DISTART dell'Università di Bologna, è possibile assumere il seguente modulo complesso (tiene conto degli effetti viscosi conseguenti alla presenza del bitume) ed il seguente coefficiente di Poisson:

- per lo strato di base:

$$E_b = 2500 \text{ MPa} ; \nu_b = 0.35;$$

- per gli strati di binder e usura:

$$E_b = 3500 \text{ MPa} ; \nu_b = 0.35.$$

Le verifiche a fatica vengono eseguite controllando la massima deformazione specifica orizzontale presente nello strato (in genere all'intradosso, sotto il carico dell'asse da 130 kN, dello strato di base) e correlandola al numero di cicli attraverso una legge del tipo:

$$\varepsilon = k \cdot N^{-\beta}, \quad (4.6)$$

dove k e β sono coefficienti sperimentali i cui valori, suggeriti dalla società Autostrade (Giannini e Camomilla, 1978) sono i seguenti : $k = 47 \cdot 10^{-4}$, $\beta = 0.234$. La verifica a fatica del c.b. è quella maggiormente significativa in quanto è quella che presenta il numero di cicli di carico N inferiore. E' buona norma che comunque la deformazione specifica radiale non sia superiore a valori di $2.0 \cdot 10^{-4}$ ÷ $2.5 \cdot 10^{-4}$. Si richiede inoltre che i valori di compressione (σ_c) e trazione (σ_t), in base alle indicazioni ottenute da numerose sperimentazioni eseguite all'interno del laboratorio sperimentale del DISTART, soddisfino alle seguenti limitazioni:

$$\sigma_c \leq 1.5 \text{ MPa}; \quad \sigma_t \leq 0.5 \text{ MPa}.$$

5. CALCOLO DELLA SOVRASTRUTTURA

Il calcolo delle sovrastrutture viene affrontato utilizzando il metodo razionale, o degli strati. La sovrastruttura stradale viene rappresentata attraverso un sistema multistrato a comportamento elastico lineare con le seguenti condizioni al contorno:

- a. gli strati, caratterizzati dalle costanti E (modulo elastico di Young) e ν (coefficiente di Poisson), sono infinitamente estesi sul piano orizzontale;
- b. il sottofondo ha profondità illimitata;
- c. il carico è trasmesso, sullo strato superficiale, da due impronte circolari sulle quali agisce una pressione uniforme, che simulano il contatto di una coppia di ruote di un asse da 130 kN (fig. 1). Si trascurano, in quanto di entità trascurabile, i contributi conseguenti alla presenza della coppia di ruote gemellate presenti all'estremità opposta dell'asse di calcolo.

Il codice di calcolo utilizzato è BISAR della Shell Research B.V. che risolve il sistema multistrato al continuo. I tabulati di calcolo prodotti dal codice, relativamente al caso esaminato, sono riportati in allegato.

5.1. Risultati

Per la verifica a fatica si è proceduto come indicato nei seguenti punti:

- a. calcolo delle deformazioni in direzione orizzontale alla base degli strati di conglomerato bituminoso in corrispondenza dei punti indicati nella fig. 1 allegata e, attraverso l'espressione 4.6, determinazione del numero di passaggi ammessi dal carico, utilizzando la massima deformazione specifica tra quelle calcolate;
- b. calcolo delle tensioni all'estradosso del sottofondo in asse alla coppia di ruote gemellate e determinazione del numero di passaggi ammessi affinché non sopraggiungano deformazioni plastiche nel sottofondo;
- c. calcolo dei cedimenti superficiali in asse alla coppia di ruote gemellate e verifica dei limiti di deformabilità. Dalle esperienze effettuate presso il laboratorio sperimentale di strade e geotecnica del DISTART dell'Università di Bologna è stato riscontrato che, in presenza di traffico pesante da medio a modesto, è opportuno che il cedimento superficiale sotto un asse da 130 kN non sia superiore a $0.60 \div 0.80$ mm (Bucchi et al., 1995).

Nella tabella 5.1 vengono riassunti gli spessori (s) ed i valori delle costanti elastiche (E , ν) per i diversi strati della sovrastruttura (con la sigla C.B. è stato indicato il conglomerato bituminoso, mentre con S.G. lo stabilizzato granulometrico).

Tab. 5.1

Strato	Spessore (mm)	E (MPa)	ν
C.B. binder +usura	70	3500	0.35
C.B. base	100	2500	0.35
S.G.	400	500	0.40
Rilevato	500	300	0.40
Sottofondo	-	40	0.45

Nella tabella 5.2 vengono riassunti i valori delle deformazioni e delle sollecitazioni nei punti di verifica rimandando ai tabulati riportati in allegato per ulteriori approfondimenti (positive le trazioni). Sono stati indicati con:

- w = cedimento superficiale in corrispondenza dell'asse tra le ruote gemellate (positivo verso il basso);
- $\epsilon_{xx,A}$ = deformazione specifica orizzontale in direzione normale al moto nel punto alla base degli strati in conglomerato bituminoso in corrispondenza dell'asse tra le ruote gemellate (positive le trazioni);
- $\epsilon_{yy,A}$ = deformazione specifica orizzontale in direzione parallela al moto nel punto alla base degli strati in conglomerato bituminoso in corrispondenza dell'asse tra le ruote gemellate (positive le trazioni);
- $\epsilon_{xx,B}$ = deformazione specifica orizzontale in direzione normale al moto nel punto alla base degli strati in conglomerato bituminoso in corrispondenza dell'asse della singola ruota (positive le trazioni);
- $\epsilon_{yy,B}$ = deformazione specifica orizzontale in direzione parallela al moto nel punto alla base degli strati in conglomerato bituminoso in corrispondenza dell'asse della singola ruota (positive le trazioni);
- σ_{zz} = tensione verticale all'estradosso del sottofondo in corrispondenza dell'asse tra le ruote gemellate (positive le trazioni).

Tab. 5.2

w (mm)	$\epsilon_{xx,A}$ (10^{-4})	$\epsilon_{yy,A}$ (10^{-4})	$\epsilon_{xx,B}$ (10^{-4})	$\epsilon_{yy,B}$ (10^{-4})	σ_{zz} (MPa)
0.496	0.442	1.750	1.000	1.670	-0.00693

Non sono state rilevate tensioni di trazione nello stabilizzato granulometrico (vedi tabulati in allegato).

Utilizzando le espressioni 4.6 e 4.4 vengono definiti in tabella 5.3 il numero di assi da 130 kN in cui viene indicato con N_0 il numero di assi ammesso dal terreno di sottofondo affinché non si abbiano sensibili deformazioni plastiche in superficie e con N_1 il numero di assi ammesso dallo strato bituminoso affinché questo non subisca rotture per flessione. Il numero di assi ammesso verrà quindi definito dall'espressione:

$$N = \min(N_0, N_1).$$

Tab. 5.3

N_0	N_1	N
$10^{48.05}$	$10^{6.10}$	$10^{6.10}$

6. VITA UTILE

Sulla base dei rilievi effettuati sulla sezione stradale della ex. ss 302 al km 91+200, fra Faenza e Brisighella e relativi all'anno 1990 risulta un traffico giornaliero medio pesante pari a:

$$TGM_{1990} \text{ pesante} = 474 \text{ v/gg.}$$

Il flusso riferito all'anno 2020 viene stimato con la relazione seguente:

$$TGM_{220} \text{ pesante} = TGM_{1990} \cdot (1+r)^t = 474 \cdot (1+0.01)^{30} = 638 \text{ v/gg.}$$

Tale valore è cautelativo in quanto riferito ad una sezione prossima ad un centro urbano e quindi caratterizzata da un flusso certamente più consistente.

Dai valori riportati in tabella 5.3 è possibile stimare la vita utile della strada. Considerando 220 giorni lavorativi ed un transito di 638 assi da 130 kN al giorno, la vita utile della sovrastruttura risulta pari a:

$$\text{anni} = 1\,278\,638 / (220 \cdot 638) \cong 9.$$

Occorre comunque considerare che agenti atmosferici quali vento, neve e pioggia possono portare ad un decadimento della sovrastruttura in tempi minori di quelli relativi alla vita utile strutturale della pavimentazione.

La vita utile nel caso in esame essendo dipendente dal numero di assi N_1 (vedasi il capitolo precedente), è da intendersi come quel tempo oltre il quale si ha la fessurazione degli strati bituminosi. Per cui l'intervento di manutenzione che si rende necessario consiste nel rifacimento dei neri.

FIGURE

Figura 1 – Schema della pavimentazione

Schema della pavimentazione

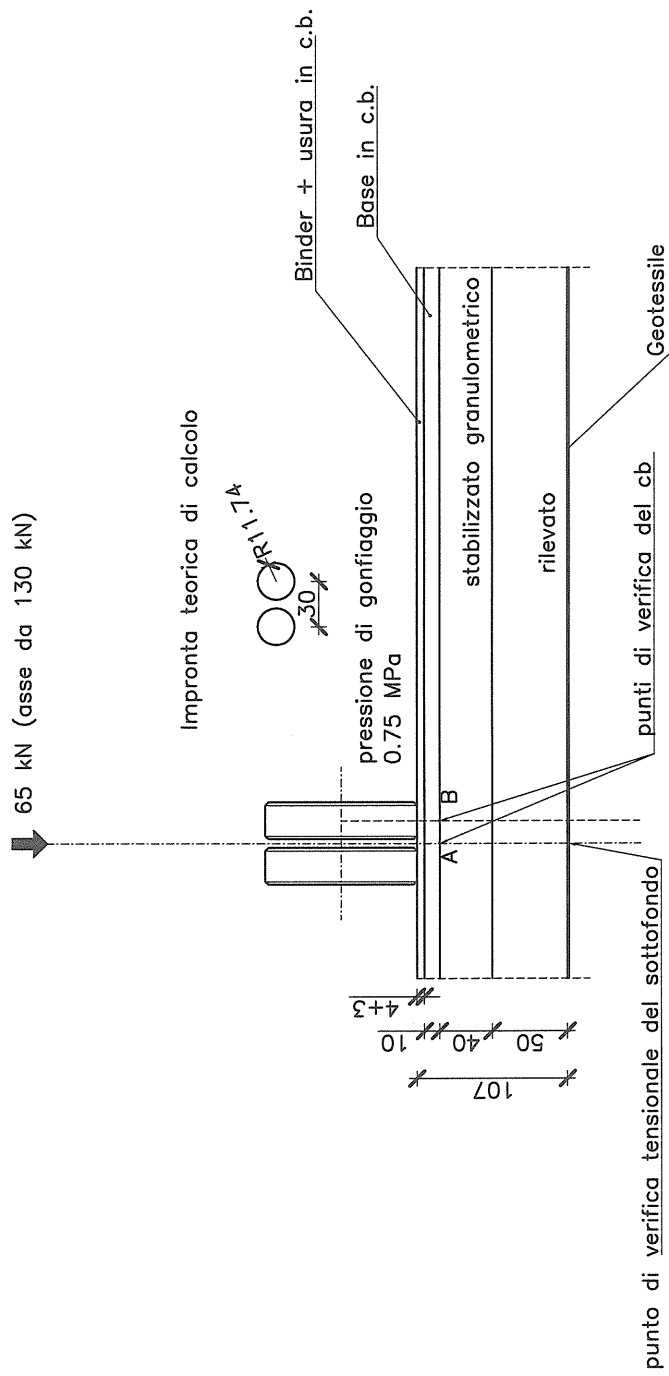


Figura 1

APPENDICE A

Elaborati di calcolo

SYSTEM NUMBER 1

LAYER NUMBER	CALCULATION METHOD	YOUNG'S MODULUS	POISSON'S RATIO	THICKNESS	REDUCED SPRINGCOMPL
1	ROUGH	.3500E+04	.3500E+00	.7000E+02	.0000E+00
2	ROUGH	.2500E+04	.3500E+00	.1000E+03	.0000E+00
3	ROUGH	.5000E+03	.4000E+00	.4000E+03	.0000E+00
4	ROUGH	.3000E+03	.4000E+00	.5000E+03	.0000E+00
5		.4000E+02	.4500E+00		

LOAD NUMBER	NORMAL STRESS	SHEAR STRESS	RADIUS OF LOADED AREA	LOAD - POSITION X	POSITION Y	SHEAR DIRECTION
1	.7500E+00	.0000E+00	.1174E+03	.1500E+03	.0000E+00	.0000E+00
2	.7500E+00	.0000E+00	.1174E+03	-.1500E+03	.0000E+00	.0000E+00

POSITION NUMBER 1

LAYER NUMBER 1

COORDINATES

X Y Z
.0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

DISTANCE TO LOAD-AXIS(1)
.1500E+03

THETA
.3142E+01

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
-.1433E-01 .0000E+00 .2480E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.1545E+00 -.3884E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.5306E-05 -.9552E-04 .5429E-04 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

DISTANCE TO LOAD-AXIS(2)
.1500E+03

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
-.1433E-01 .0000E+00 .2480E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.1545E+00 -.3884E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.5306E-05 -.9552E-04 .5429E-04 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

XX YY ZZ YZ XZ XY UX UY UZ
T O T A L S T R E S S -.309E+00 -.777E+00 .000E+00 .000E+00 .000E+00 .000E+00
T O T A L S T R A I N -.106E-04 -.191E-03 .109E-03 .000E+00 .000E+00 .000E+00
T O T A L D I S P L A C E M E N T .000E+00 .000E+00 .496E+00

STRAIN ENERGY .7585E-04
STRAIN ENERGY OF DISTORTION .5900E-04

POSITION NUMBER 2

LAYER NUMBER 2

COORDINATES

X Y Z
.0000E+00 .0000E+00 .1700E+03

DISTANCE TO LOAD-AXIS(1)
.1500E+03

THETA
.3142E+01

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.1314E-01 .0000E+00 .2452E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.9860E-01 .2199E+00 -.9610E-01 .0000E+00 -.4917E-01 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.2211E-04 .8761E-04 -.8303E-04 .0000E+00 -.2655E-04 .0000E+00

DISTANCE TO LOAD-AXIS(2)
.1500E+03

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.1314E-01 .0000E+00 .2452E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.9860E-01 .2199E+00 -.9610E-01 .0000E+00 -.4917E-01 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.2211E-04 .8761E-04 -.8303E-04 .0000E+00 -.2655E-04 .0000E+00

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
T O T A L S T R E S S	.197E+00	.440E+00	-.192E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
T O T A L S T R A I N	.442E-04	.175E-03	-.166E-03	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
T O T A L D I S P L A C E M E N T							.000E+00	.000E+00	.490E+00

STRAIN ENERGY .5885E-04
STRAIN ENERGY OF DISTORTION .5489E-04

POSITION NUMBER 3

LAYER NUMBER 2

COORDINATES

X Y Z
.1500E+03 .0000E+00 .1700E+03

DISTANCE TO LOAD-AXIS(1)
.0000E+00

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.0000E+00 .0000E+00 .2673E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.4056E+00 .4056E+00 -.1755E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.1300E-03 .1300E-03 -.1838E-03 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

DISTANCE TO LOAD-AXIS(2)
.3000E+03

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.1100E-01 .0000E+00 .2137E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.6395E-01 .5900E-01 -.2941E-01 .0000E+00 -.2906E-01 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.2972E-04 .3667E-04 -.1107E-04 .0000E+00 -.1569E-04 .0000E+00

T O T A L S T R E S S	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
	.342E+00	.465E+00	-.205E+00	.000E+00	-.291E-01	.000E+00			
T O T A L S T R A I N	.100E-03	.167E-03	-.195E-03	.000E+00	-.157E-04	.000E+00			
T O T A L D I S P L A C E M E N T							.110E-01	.000E+00	.481E+00

STRAIN ENERGY .7627E-04
STRAIN ENERGY OF DISTORTION .6904E-04

POSITION NUMBER 4

LAYER NUMBER 3

COORDINATES

X Y Z
.0000E+00 .0000E+00 .1700E+03

DISTANCE TO LOAD-AXIS(1)
.1500E+03

THETA
.3142E+01

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.1314E-01 .0000E+00 .2452E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.3005E-01 -.6651E-02 -.9610E-01 .0000E+00 -.4917E-01 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.2211E-04 .8761E-04 -.1628E-03 .0000E+00 -.1377E-03 .0000E+00

DISTANCE TO LOAD-AXIS(2)
.1500E+03

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.1314E-01 .0000E+00 .2452E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.3005E-01 -.6651E-02 -.9610E-01 .0000E+00 -.4917E-01 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.2211E-04 .8761E-04 -.1628E-03 .0000E+00 -.1377E-03 .0000E+00

XX YY ZZ YZ XZ XY UX UY UZ
T O T A L S T R E S S -.601E-01 -.133E-01 -.192E+00 .000E+00 .000E+00 .000E+00
T O T A L S T R A I N .442E-04 .175E-03 -.326E-03 .000E+00 .000E+00 .000E+00
T O T A L D I S P L A C E M E N T .000E+00 .000E+00 .490E+00

STRAIN ENERGY .2880E-04
STRAIN ENERGY OF DISTORTION .2410E-04

POSITION NUMBER 5

LAYER NUMBER 3

COORDINATES

X Y Z
.1500E+03 .0000E+00 .1700E+03

DISTANCE TO LOAD-AXIS(1)
.0000E+00

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.0000E+00 .0000E+00 .2673E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.8663E-02 -.8660E-02 -.1755E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.1300E-03 .1300E-03 -.3372E-03 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

DISTANCE TO LOAD-AXIS(2)
.3000E+03

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.1100E-01 .0000E+00 .2137E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.2857E-01 -.4856E-02 -.2941E-01 .0000E+00 -.2906E-01 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.2972E-04 .3667E-04 -.3208E-04 .0000E+00 -.8136E-04 .0000E+00

TOTAL STRESS XX YY ZZ YZ XZ XY UX UY UZ
-.372E-01 -.135E-01 -.205E+00 .000E+00 -.291E-01 .000E+00
TOTAL STRAIN .100E-03 .167E-03 -.369E-03 .000E+00 -.814E-04 .000E+00
TOTAL DISPLACEMENT .110E-01 .000E+00 .481E+00

STRAIN ENERGY .3720E-04
STRAIN ENERGY OF DISTORTION .3285E-04

POSITION NUMBER 6

LAYER NUMBER 5

COORDINATES

X Y Z
.0000E+00 .0000E+00 .1070E+04

DISTANCE TO LOAD-AXIS(1)
.1500E+03

THETA
.3142E+01

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.5792E-02 .0000E+00 .1745E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.9593E-04 -.5807E-04 -.3466E-02 .0000E+00 -.3404E-03 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.3724E-04 .3862E-04 -.8491E-04 .0000E+00 -.1234E-04 .0000E+00

DISTANCE TO LOAD-AXIS(2)
.1500E+03

THETA
.0000E+00

DISPLACEMENTS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL
.5792E-02 .0000E+00 .1745E+00

STRESSES

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
-.9593E-04 -.5807E-04 -.3466E-02 .0000E+00 -.3404E-03 .0000E+00

STRAINS

RADIAL TANGENTIAL VERTICAL RAD./TANG. RAD./VERT. TANG./VERT.
.3724E-04 .3862E-04 -.8491E-04 .0000E+00 -.1234E-04 .0000E+00

TOTAL STRESS XX YY ZZ YZ XZ XY UX UY UZ
-.192E-03 -.116E-03 -.693E-02 .000E+00 .000E+00 .000E+00
TOTAL STRAIN .745E-04 .772E-04 -.170E-03 .000E+00 .000E+00 .000E+00
TOTAL DISPLACEMENT .000E+00 .000E+00 .349E+00

STRAIN ENERGY .5769E-06
STRAIN ENERGY OF DISTORTION .5551E-06