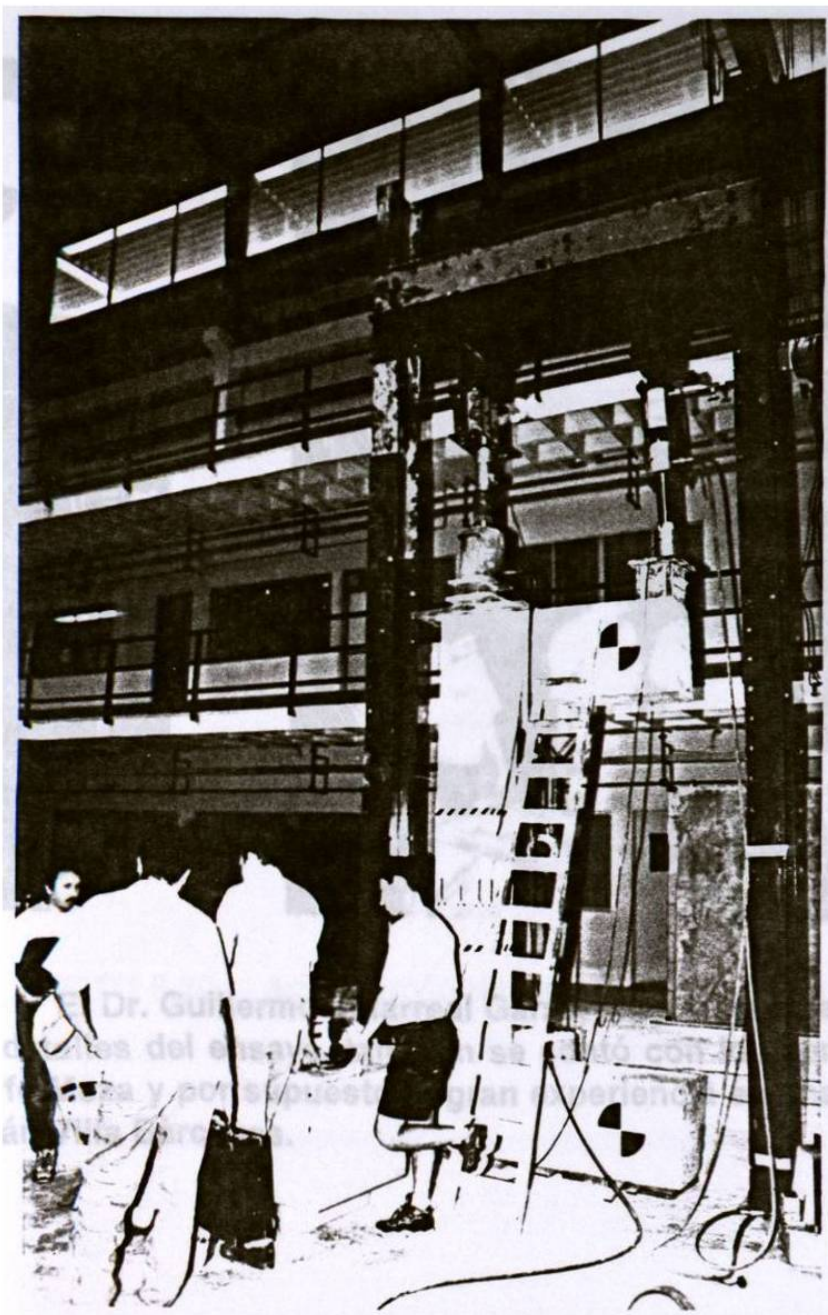
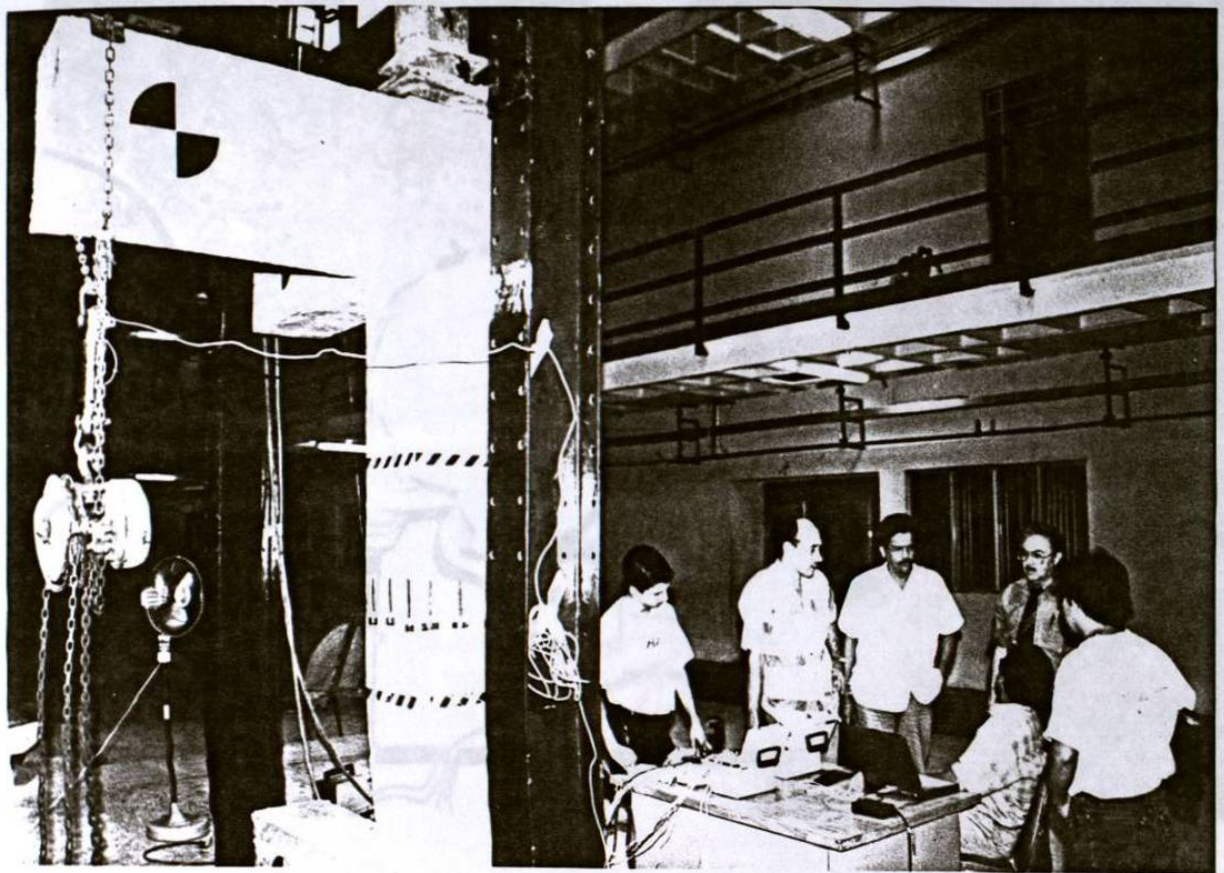


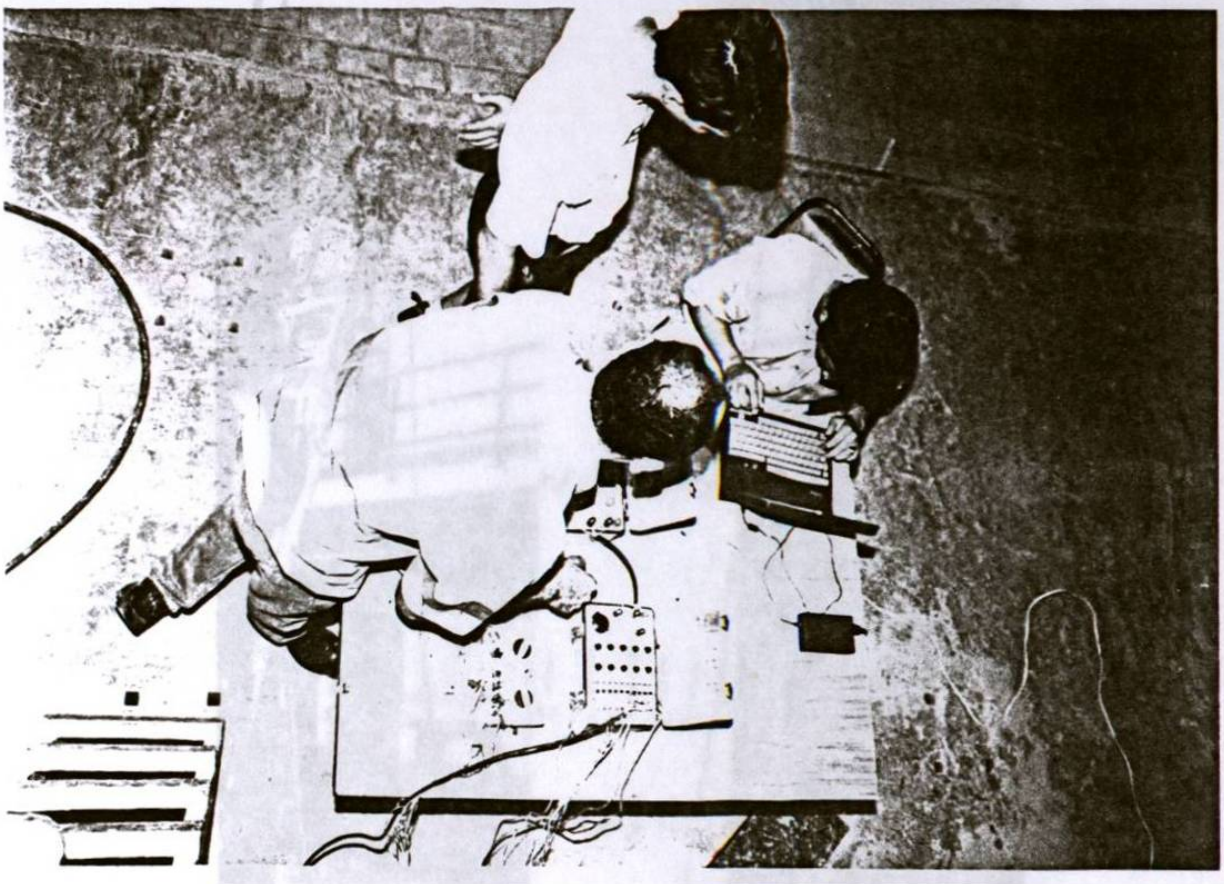
**FOTO 8.17 Colocación de todos los strain gages a las canaleras y de aquí al puente de Winston.**



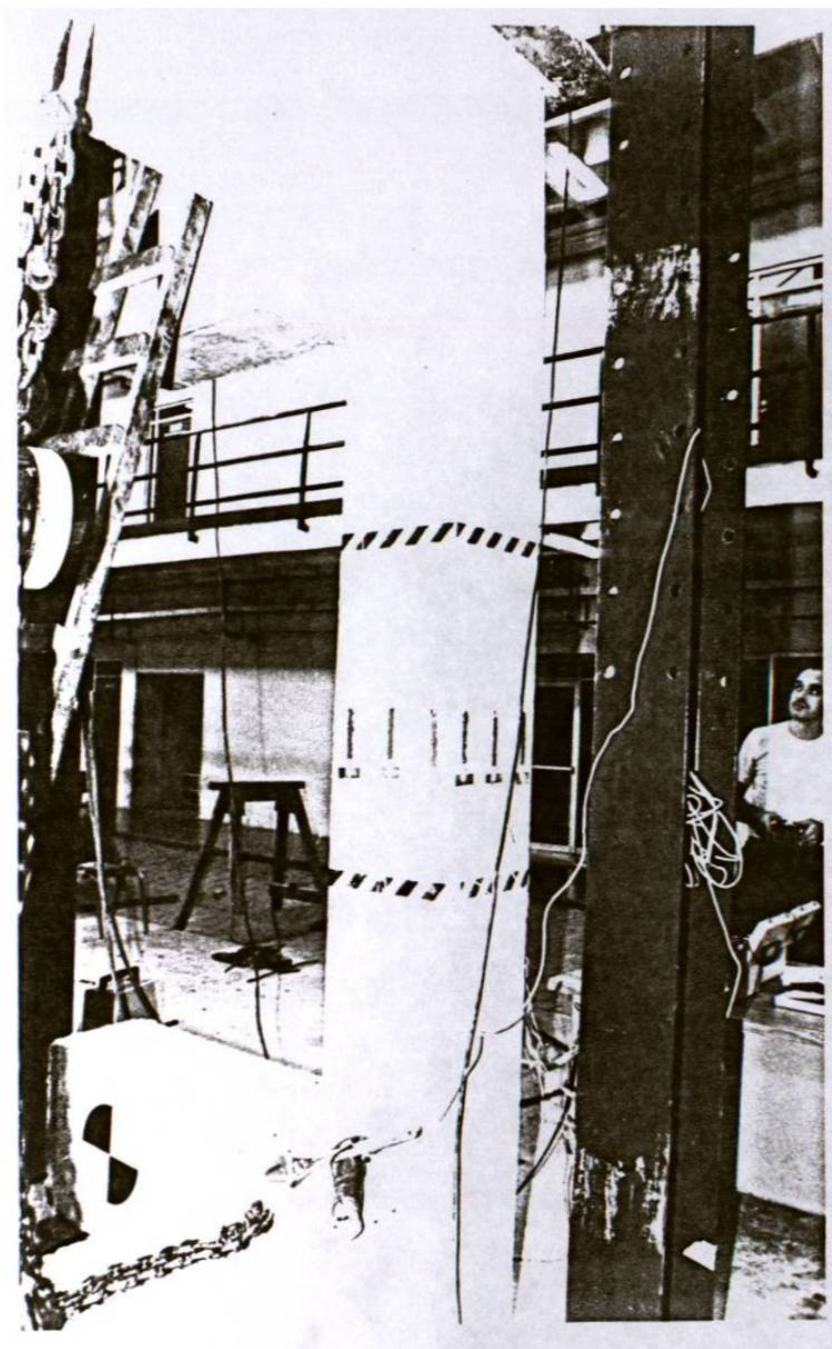
**FOTO 8.18** Una vez todo colocado y listo, conviene realizar una junta para prever todas las posibles eventualidades durante el ensaye.



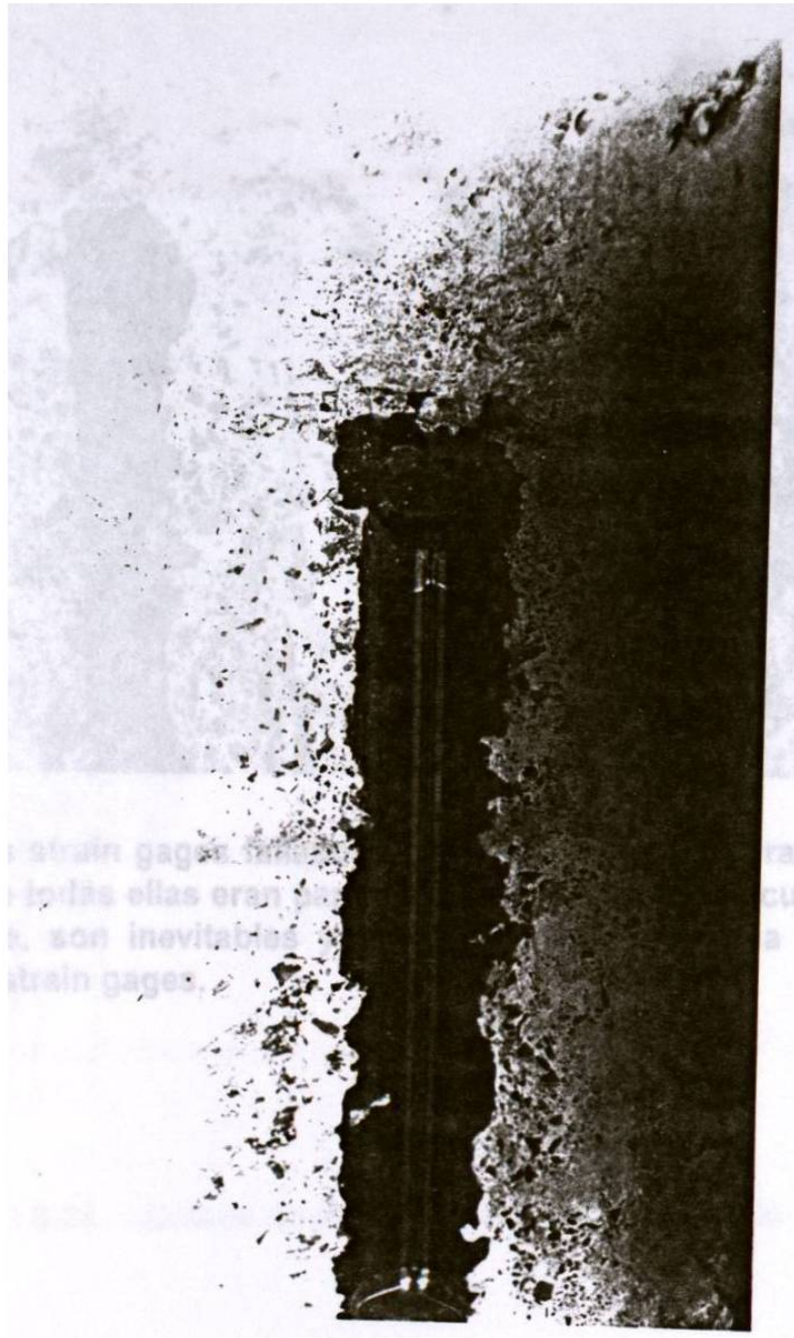
**FOTO 8.19 El Dr. Guillermo Villarreal Garza, asesor de ésta Tesis revisó todos los detalles del ensaye, también se contó con los comentarios del Ing. Rodolfo Meza y por supuesto la gran experiencia en ensayos del Ing. José Román Villa Bárcenas.**



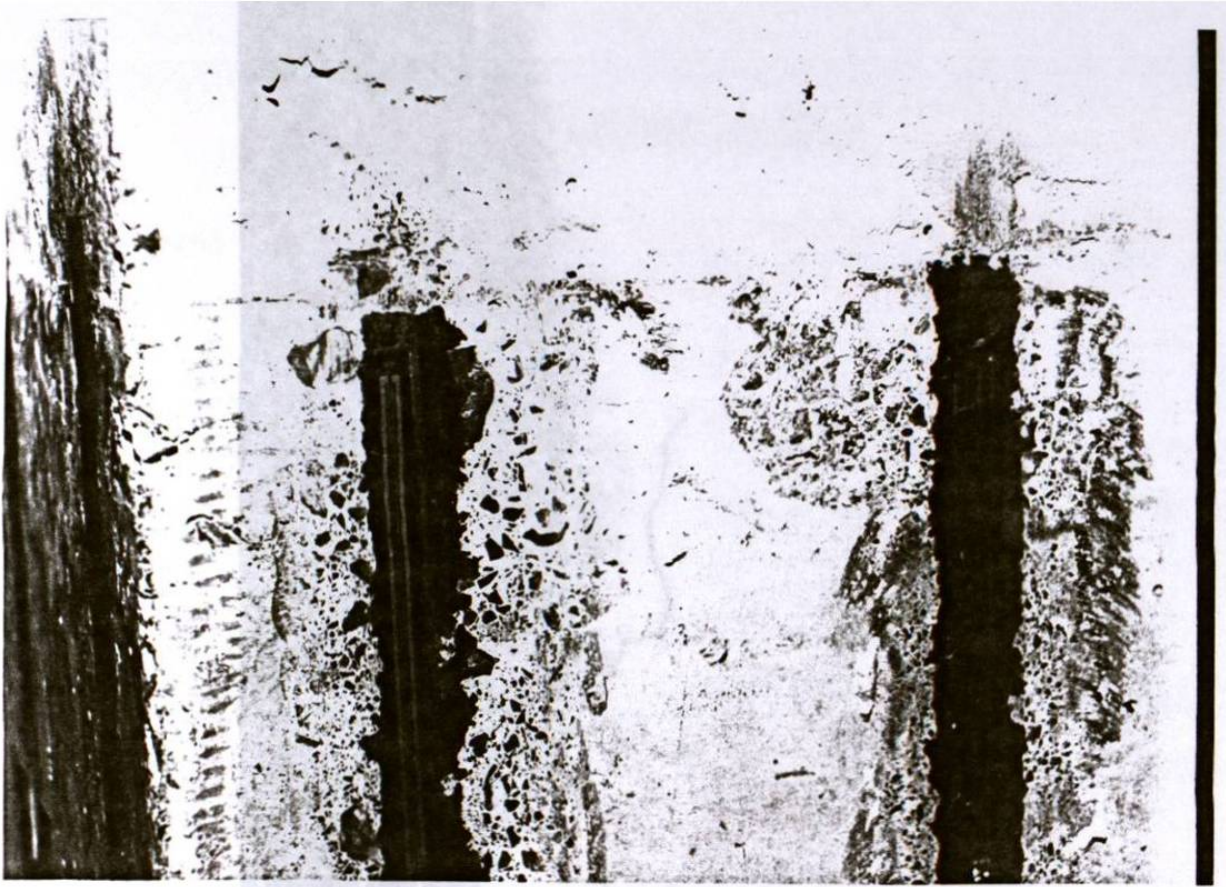
**FOTO 8.20 Adquisición de datos durante el ensaye.**



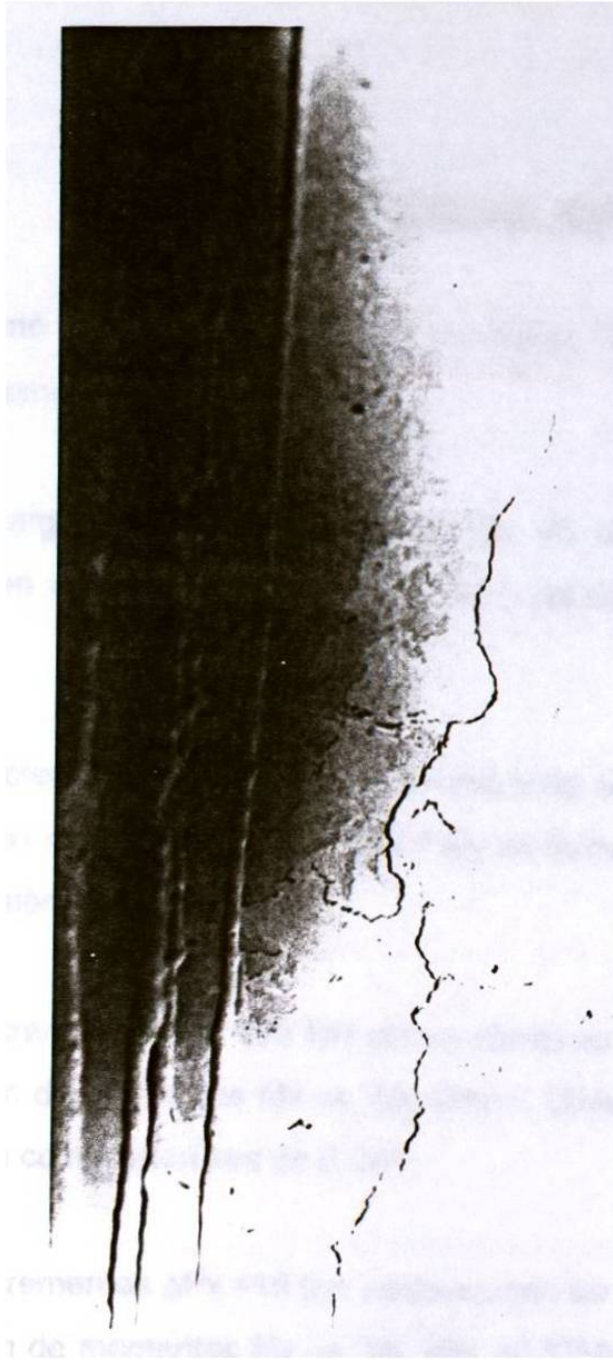
**FOTO 8.21** Se muestran grietas en la columna.



**FOTO 8.22** Detalle de strain gage fallado por el paso de una grieta transversal a él.



**FOTO 8.23** Dos strain gages fallados por grietas. La configuración de las grietas fue que todas ellas eran paralelas entre sí y perpendiculares el eje de la columna, son inevitables y representan un problema para la medición con los strain gages.



**FOTO 8.24** Detalle de grieta por flexión presentada.



## **DESCRIPCION DEL ENSAYE**

Se tomó como un parámetro invariable, la deformación máxima del concreto como  $\varepsilon = 0.001$ .

**1.-** Para cargas axiales de 0 ton, 10 ton, 20 ton, 30 ton y 40 ton, y cero momento en ambas direcciones, se leyeron las deformaciones en los 20 strain gages.

**2.-** Para incrementos  $\Delta P_x = 10$  ton comenzando en 0 ton hasta 40 ton, aplicar un momento igual en cada brazo  $M_x = M_y$  de forma que la fibra más esforzada en compresión sea de 0.001 .

**3.-** Para incrementos  $\Delta P_x = 10$  ton comenzando en 0 ton y hasta 40 ton, aplicar una relación de momentos  $M_x$  vs.  $M_y$  ( $M_x = 0.18M_y$ ) de forma que la fibra más esforzada a compresión sea de 0.001 .

**4.-** Para incrementos  $\Delta P_x = 10$  ton comenzando en 0 ton y hasta 40 ton, aplicar una relación de momentos  $M_x$  vs.  $M_y$  ( $M_x = 0.57M_y$ ) de forma que la fibra más esforzada en compresión sea de 0.001 .

**5.-** Para incrementos  $\Delta P_x = 10$  ton comenzando en 0 ton y hasta 40 ton, aplicar una relación  $M_x = 0$   $M_y$  de tal forma que la fibra más esforzada en compresión sea de 0.001 .

En las siguientes páginas se presenta el registro del ensaye de compresión del concreto del espécimen y su tabulación de esfuerzo contra deformación, para obtener el módulo de elasticidad; luego se presenta el registro de las mediciones en cada una de las celdas de carga y en cada strain gage.

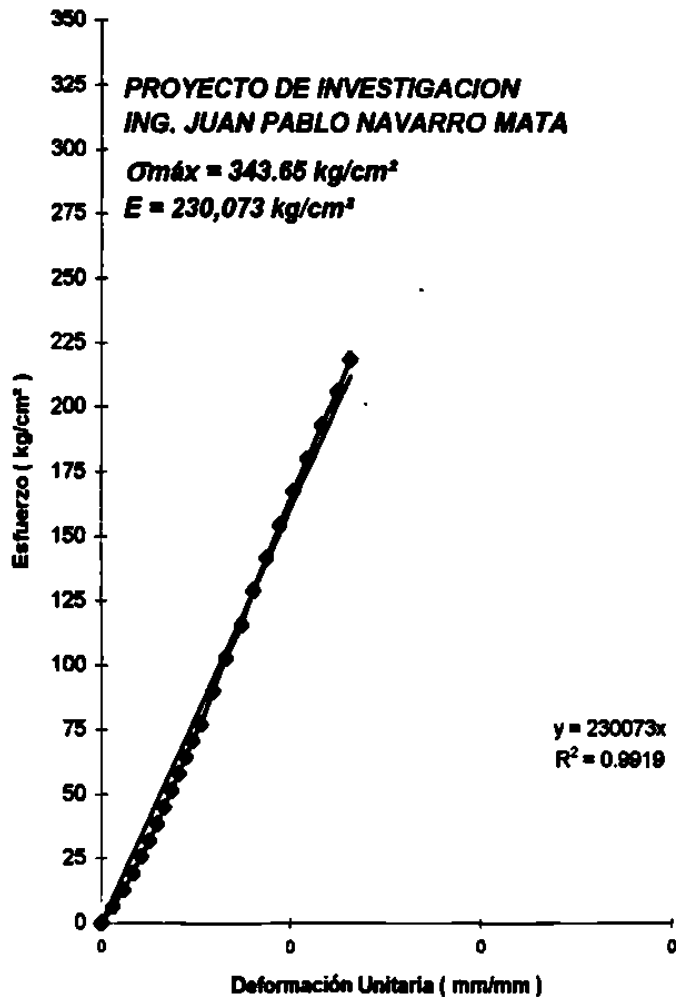
Se graficó, los diferentes niveles de esfuerzo reportado por cada strain gage del concreto y en cada gráfica se especifica cual fué el momento aplicado en cada dirección así como la carga axial. En la primera gráfica se explica la dirección de la aplicación de los momentos. La carga axial siempre fué de compresión.

En las gráficas los esfuerzos indicados como negativos representan los esfuerzos de compresión.

Cilindro No. Unico  
 Diámetro ( cm ) = 9.95  
 Area ( cm<sup>2</sup> ) = 77.76

Deformación Unitaria ( mm/mm )	Esfuerzo ( kg/cm <sup>2</sup> )
0.000000	0.00
0.000042	6.43
0.000081	12.86
0.000116	19.29
0.000147	25.72
0.000178	32.15
0.000207	38.58
0.000232	45.01
0.000260	51.44
0.000287	57.87
0.000312	64.30
0.000337	70.73
0.000365	77.16
0.000410	90.02
0.000459	102.89
0.000515	115.75
0.000559	128.61
0.000608	141.47
0.000658	154.33
0.000709	167.19
0.000762	180.05
0.000815	192.91
0.000874	205.77
0.000921	218.63
0.000972	231.49
0.001037	244.35
0.001044	257.21
0.001222	270.07
0.001286	282.94
0.001457	308.66
0.001705	334.38
<b>σ<sub>máx</sub> ( kg/cm<sup>2</sup> )</b>	<b>343.65</b>

## ENSAYE DE COMPRESION EN CILINDRO DE CONCRETO



CANAL		Px		Mx		My		
Increment	1 cel comp	P	2 cel mom	P	1om. (kg-m)	3 cel carr	P	mom(kg-m)
1	0	0	607	0	0	4283	9636.75	11498.5701
2	355	9340.05	543	-336	-409.651	4283	9636.75	11498.5701
3	1902	50041.62	0	-3186.75	-3885.29	0	0	0
4	1826	48042.06	-378	-5171.25	-6304.79	4280	9630	11490.516
5	0	0	0	-3186.75	-3885.29	0	0	0
6	0	0	-704	-6882.75	-8391.45	0	0	0
7	395	10392.45	-704	-6882.75	-8391.45	0	0	0
8	760	19995.6	-1062	-8762.25	-10682.9	0	0	0
9	1140	29993.4	-999	-8431.5	-10279.7	0	0	0
10	1520	39991.2	-1041	-8652	-10548.5	0	0	0
11	0	0	-587	-6268.5	-7642.56	-582	-1309.5	-1562.4954
12	380	9997.8	-881	-7812	-9524.39	-872	-1962	-2341.0584
13	780	20521.8	-817	-7476	-9114.74	-804	-1809	-2158.4988
14	1140	29993.4	-698	-6851.25	-8353.04	-734	-1651.5	-1970.5698
15	1520	39991.2	-712	-6924.75	-8442.66	-710	-1597.5	-1906.137
16	1900	49989	-629	-6489	-7911.39	-631	-1419.75	-1694.0457
17	-1824	-47989.4		-3186.75	-3885.29	-308	-693	-826.8876
18	380	9997.8	-1282	-9917.25	-12091.1	-215	-483.75	-577.2105
19	760	19995.6	-1067	-8788.5	-10714.9	-182	-409.5	-488.6154
20	1141	30019.71	-1024	-8562.75	-10439.7	-166	-373.5	-445.6602
21	1521	40017.51	-855	-7675.5	-9357.97	-150	-337.5	-402.705
22	1901	50015.31	-593	-6300	-7680.96	-106	-238.5	-284.5782
23	0	0	-737	-7056	-8602.68	-353	-794.25	-947.6991
24	380	9997.8	-640	-6546.75	-7981.8	-306	-688.5	-821.5182
25	760	19995.6	-700	-6861.75	-8365.85	-340	-765	-912.798
26	1141	30019.71	-542	-6032.25	-7354.52	-282	-634.5	-757.0854
27	1521	40017.51	-574	-6200.25	-7559.34	-285	-641.25	-765.1395
28	1901	50015.31	-487	-5743.5	-7002.48	-273	-614.25	-732.9231

1	1	1	2	2	2	3	3	3
1 acero	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm	2 acero	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm	3 acero	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm
-1345	0	0	-3843	0	0	-1928	0	0
-1365	-20	-42	-3881	-38	-79.8	-1958	-30	-63
-1500	-155	-325.5	-3988	-145	-304.5	-2069	-141	-296.1
-1457	-112	-235.2	-3768	75	157.5	-2298	-370	-777
1842	3187	6692.7	-1010	2833	5949.3	4270	6198	13015.8
-547	798	1675.8	-3571	272	571.2	-2187	-259	-543.9
-667	678	1423.8	-3850	-7	-14.7	-2243	-315	-661.5
-902	443	930.3	-3690	153	321.3	-2237	-309	-648.9
-1029	316	663.6	-3714	129	270.9	-2276	-348	-730.8
-1103	242	508.2	-3721	122	256.2	-2325	-397	-833.7
-1288	57	119.7	-3708	135	283.5	-975	953	2001.3
8612	9957	20909.7	-19850	-16007	-33614.7	-4204	-2276	-4779.6
261	1606	3372.6	-6004	-2161	-4538.1	-1187	741	1556.1
-1314	31	65.1	-3507	336	705.6	-640	1288	2704.8
-1411	-66	-138.6	-3467	376	789.6	-652	1276	2679.6
-1476	-131	-275.1	-3477	366	768.6	-677	1251	2627.1
33	1378	2893.8	-3300	543	1140.3	-1119	809	1698.9
-404	941	1976.1	-3349	494	1037.4	-1163	765	1606.5
-635	710	1491	-3406	437	917.7	-1220	708	1486.8
-572	773	1623.3	-3656	187	392.7	-1358	570	1197
-893	452	949.2	-3400	443	930.3	-1368	560	1176
-141	1204	2528.4	-3433	410	861	-1478	450	945
-450	895	1879.5	-3780	63	132.3	-797	1131	2375.1
-807	538	1129.8	-3306	537	1127.7	-788	1140	2394
-894	451	947.1	-3315	528	1108.8	-834	1094	2297.4
-1071	274	575.4	-3395	448	940.8	-1159	769	1614.9
-1067	278	583.8	-3389	454	953.4	-1144	784	1646.4
-1178	167	350.7	-3421	422	886.2	-1237	691	1451.1

4	4	4	5	5	5	1	1	1
4 acero	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm	5 acero	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm	1 con	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm
80	0	0	-212	0	0	-2566	0	0
11	-69	-144.9	-258	-46	-96.6	-2582	-16	-3.792
-64	-144	-302.4	-361	-149	-312.9	-2759	-193	-45.741
511	431	905.1	-126	86	180.6	-2744	-178	-42.186
1208	1128	2368.8	969	1181	2480.1	-2631	-65	-15.405
2448	2368	4972.8	961	1173	2463.3	-2461	105	24.885
2128	2048	4300.8	867	1079	2265.9	-2524	42	9.954
2023	1943	4080.3	625	837	1757.7	-2541	25	5.925
1800	1720	3612	486	698	1465.8	-2562	4	0.948
1729	1649	3462.9	428	640	1344	-2592	-26	-6.162
1999	1919	4029.9	1242	1454	3053.4	-3121	-555	-131.535
1835	1755	3685.5	14760	14972	31441.2	-3241	-675	-159.975
2405	2325	4882.5	4037	4249	8922.9	-3300	-734	-173.958
2335	2255	4735.5	1629	1841	3866.1	-3337	-771	-182.727
2337	2257	4739.7	1578	1790	3759	-3442	-876	-207.612
2131	2051	4307.1	1409	1621	3404.1	-3248	-682	-161.634
1979	1899	3987.9	840	1052	2209.2	-2441	125	29.625
1907	1827	3836.7	730	942	1978.2	-2470	96	22.752
1876	1796	3771.6	692	904	1898.4	-2534	32	7.584
1860	1780	3738	886	1098	2305.8	-2589	-23	-5.451
1860	1780	3738	653	865	1816.5	-2689	-123	-29.151
1845	1765	3706.5	653	865	1816.5	-2780	-214	-50.718
1864	1784	3746.4	1093	1305	2740.5	-2648	-82	-19.434
1840	1760	3696	686	898	1885.8	-2761	-195	-46.215
1836	1756	3687.6	678	890	1869	-2876	-310	-73.47
1857	1777	3731.7	644	856	1797.6	-2946	-380	-90.06
1865	1785	3748.5	640	852	1789.2	-2951	-385	-91.245
1849	1769	3714.9	631	843	1770.3	-3049	-483	-114.471

2	2	2	3	3	3	4	4	4
2 con	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm)	3 con	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm)	4 con	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm)
-3450	0	0	-845	0	0	-3193	0	0
-3456	-6	-1.422	-750	1595	378.015	-3185	8	1.896
-3619	-169	-40.053	-617	228	54.036	-3309	-116	-27.492
-3894	-444	-105.228	-1074	-229	-54.273	-3813	-620	-146.94
-4145	-695	-164.715	-1250	-405	-95.985	-4204	-1011	-239.607
-3861	-411	-97.407	-1243	-398	-94.326	-4322	-1129	-267.573
-4007	-557	-132.009	-1270	-425	-100.725	-4313	-1120	-265.44
-4033	-583	-138.171	-1224	-379	-89.823	-4313	-1120	-265.44
-4089	-639	-151.443	-1243	-398	-94.326	-4313	-1120	-265.44
-4165	-715	-169.455	-1249	-404	-95.748	-4320	-1127	-267.099
-4264	-814	-192.918	-658	187	44.319	-3419	-226	-53.562
-4701	-1251	-296.487	-136	709	168.033	-3165	28	6.636
-4450	-1000	-237	-74	771	182.727	-3193	0	0
-4442	-992	-235.104	-167	678	160.686	-3154	39	9.243
-4450	-1000	-237	-496	349	82.713	-3248	-55	-13.035
-4536	-1086	-257.382	19	864	204.768	-3296	-103	-24.411
-4703	-1253	-296.961	-860	-15	-3.555	-4807	-1614	-382.518
-4441	-991	-234.867	-164	681	161.397	-4245	-1052	-249.324
-4450	-1000	-237	-1316	-471	-111.627	-4042	-849	-201.213
-4460	-1010	-239.37	-1308	-463	-109.731	-4047	-854	-202.398
-4450	-1000	-237	-1231	-386	-91.482	-4005	-812	-192.444
-4450	-1000	-237	-1045	-200	-47.4	-3961	-768	-182.016
-4450	-1000	-237	-1080	-235	-55.695	-3673	-480	-113.76
-4450	-1000	-237	-937	-92	-21.804	-3572	-379	-89.823
-4450	-1000	-237	-1034	-189	-44.793	-3654	-461	-109.257
-4450	-1000	-237	-1015	-170	-40.29	-3779	-586	-138.882
-4450	-1000	-237	-1124	-279	-66.123	-3829	-636	-150.732
-4450	-1000	-237	-1093	-248	-58.776	-3803	-610	-144.57

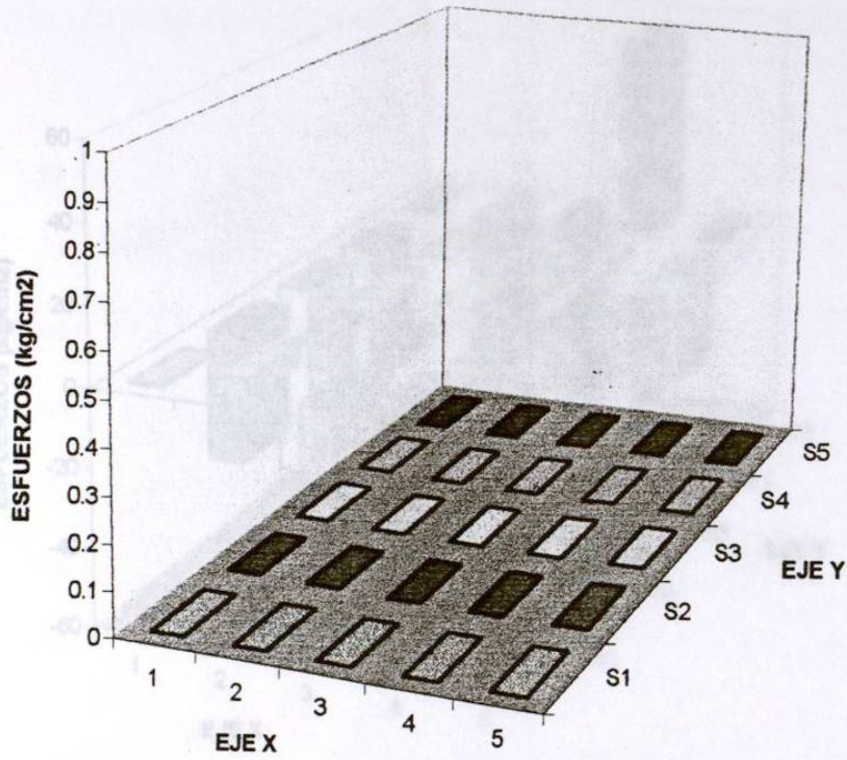
5	5	5	6	6	6	7	7	7
5 con	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm	6 con	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm	7 con	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm
-3049	0	0	-2567	0	0	-3073	0	0
-2955	94	22.278	-2583	-16	-3.792	-3100	-27	-6.399
-3165	-116	-27.492	-2597	-30	-7.11	-3147	-74	-17.538
-3703	-654	-154.998	-2892	-325	-77.025	-2950	123	29.151
-3944	-895	-212.115	-3073	-506	-119.922	-2991	82	19.434
-4218	-1169	-277.053	-3052	-485	-114.945	-2859	214	50.718
-4050	-1001	-237.237	-2997	-430	-101.91	-2902	171	40.527
-3987	-938	-222.306	-2999	-432	-102.384	-2920	153	36.261
-3862	-813	-192.681	-3017	-450	-106.65	-2946	127	30.099
-3779	-730	-173.01	-3021	-454	-107.598	-2946	127	30.099
-2643	406	96.222	-2374	193	45.741	-2608	465	110.205
-1004	2045	484.665	-1387	1180	279.66	0	0	0
1067	4116	975.492	-1442	1125	266.625	0	0	0
946	3995	946.815	-1454	1113	263.781	0	0	0
640	3689	874.293	-1487	1080	255.96	0	0	0
2284	5333	1263.921	-1543	1024	242.688	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0



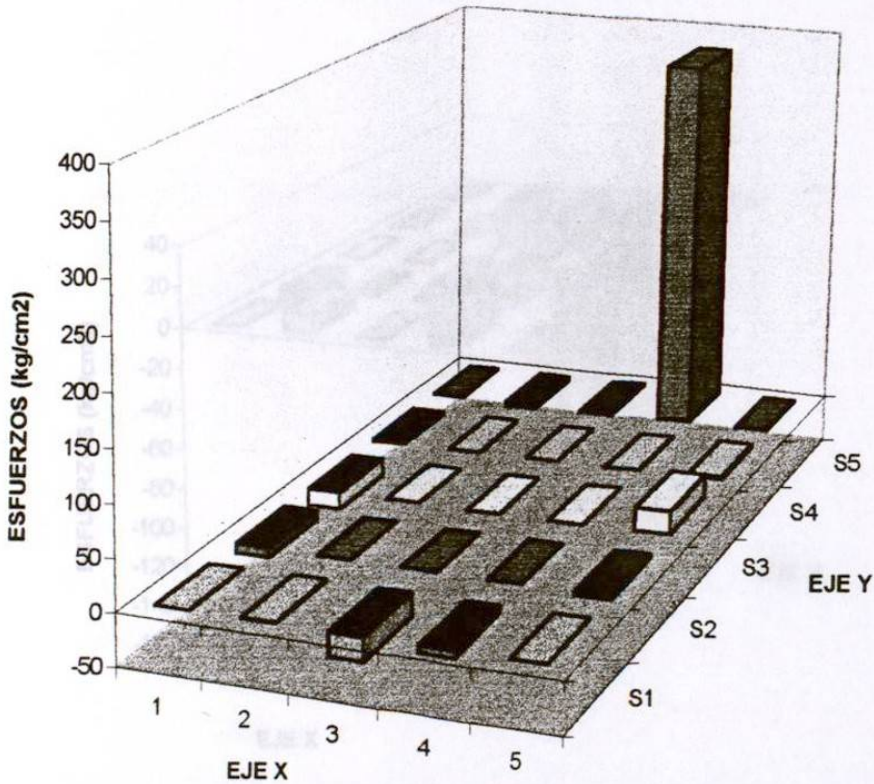
8	8	8	9	9	9	10	10	10
8 con	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm)	9 con	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm)	10 con	Def.uni.(m)	Esf.(kg/cm)
-2214	0	0	-3682	0	0	-3284	0	0
-2307	-93	-22.041	-3678	4	0.948	-3324	-40	-9.48
-2397	-183	-43.371	-3662	20	4.74	-3425	-141	-33.417
0	0	0	-3643	39	9.243	-3318	-34	-8.058
0	0	0	-3671	11	2.607	-3325	-41	-9.717
0	0	0	0	0	0	-3334	-50	-11.85
0	0	0	0	0	0	-3342	-58	-13.746
0	0	0	0	0	0	-3346	-62	-14.694
0	0	0	0	0	0	-3353	-69	-16.353
0	0	0	0	0	0	-3336	-52	-12.324
0	0	0	0	0	0	-3678	-394	-93.378
0	0	0	0	0	0	-3069	215	50.955
0	0	0	0	0	0	-3082	202	47.874
0	0	0	0	0	0	-3029	255	60.435
0	0	0	0	0	0	-3073	211	50.007
0	0	0	0	0	0	-3085	199	47.163
0	0	0	0	0	0	-3154	130	30.81
0	0	0	0	0	0	-3119	165	39.105
0	0	0	0	0	0	-3088	196	46.452
0	0	0	0	0	0	-3089	195	46.215
0	0	0	0	0	0	-3081	203	48.111
0	0	0	0	0	0	-3106	178	42.186
0	0	0	0	0	0	-3086	198	46.926
0	0	0	0	0	0	-3049	235	55.695
0	0	0	0	0	0	-3074	210	49.77
0	0	0	0	0	0	-3067	217	51.429
0	0	0	0	0	0	-3111	173	41.001
0	0	0	0	0	0	-3119	165	39.105

11	11	11	12	12	12			
11 con	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm	12 con	Def.uni.(m	Esf.(kg/cm2)			
-4044	0	0	-3014	0	0			
-4115	-71	-16.827	-3022	-8	-1.896			
-4257	-213	-50.481	-3179	-165	-39.105			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0			

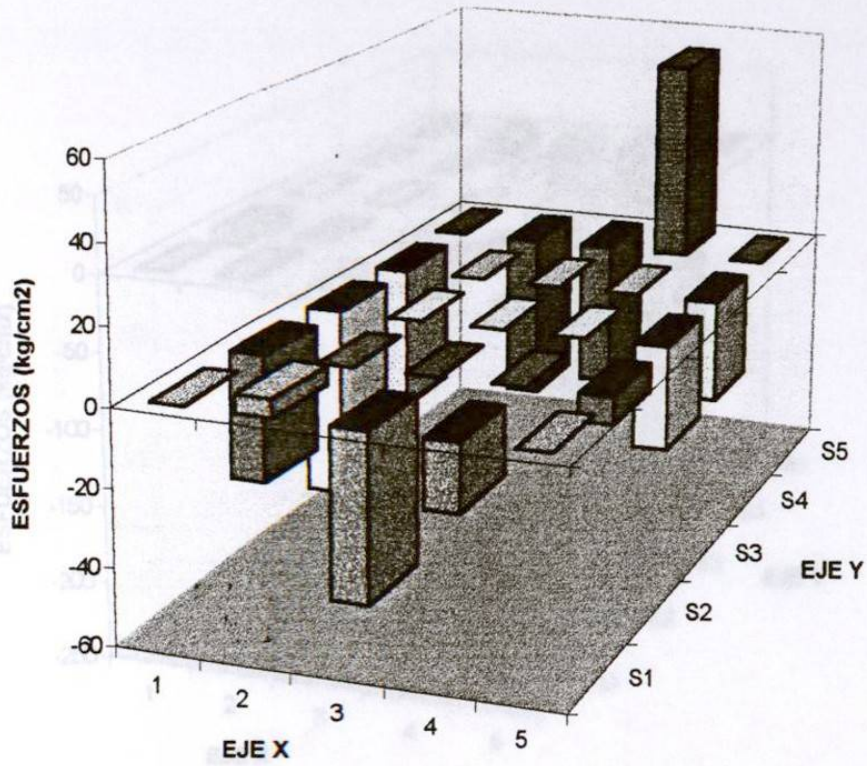
GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=0$  ,  $M_y=0$  ,  $M_x=0$  kg-m



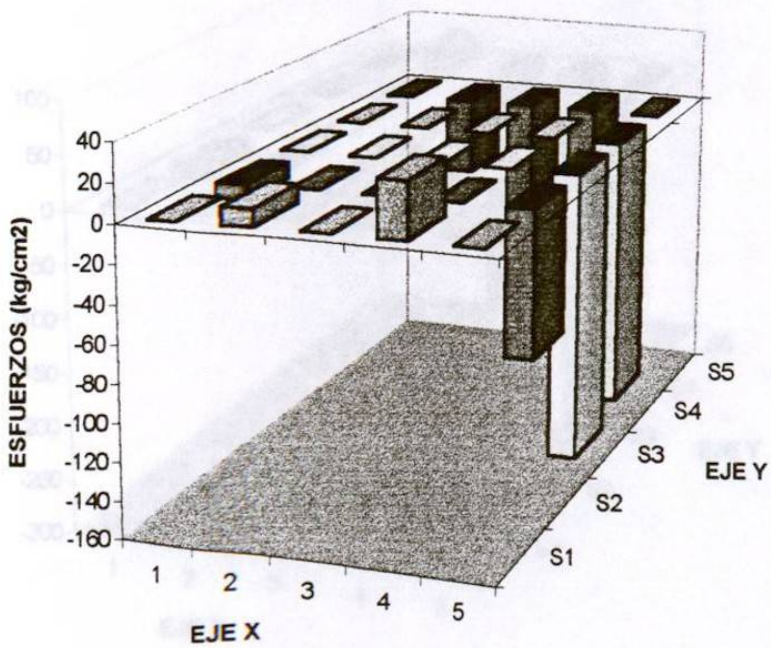
GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=9.34$  ton. ,  $M_x=0.4096$  ton.-m ,  $M_y=11.4905$  ton.-m



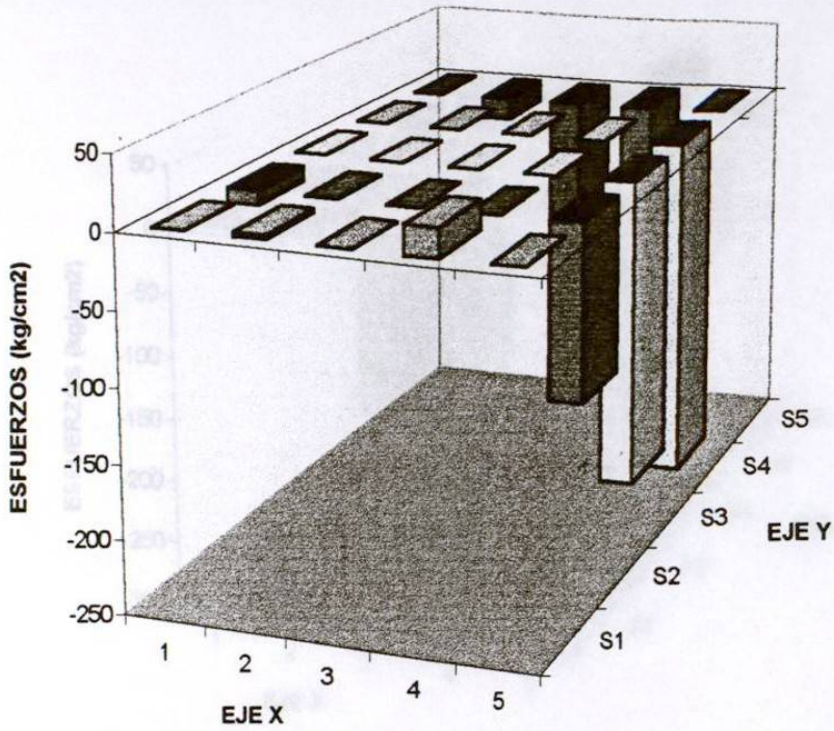
**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=50$  ton. ,  
 $M_x=3.885$  ton.-m ,  $M_y=0$  ton.-m**



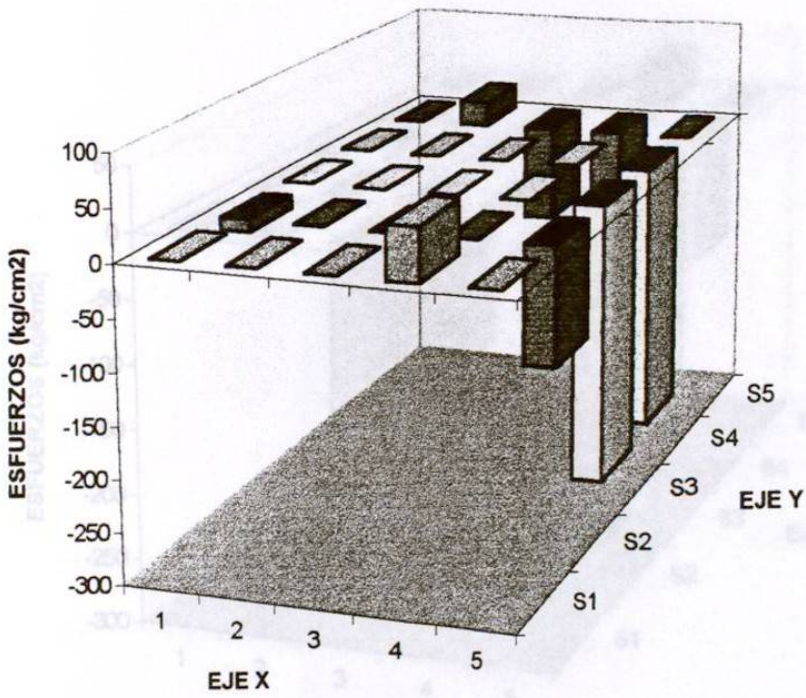
**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=48.042$  ton. ,  $M_x=6.304$  ton.-  
m ,  $M_y=11.482$  ton.-m**



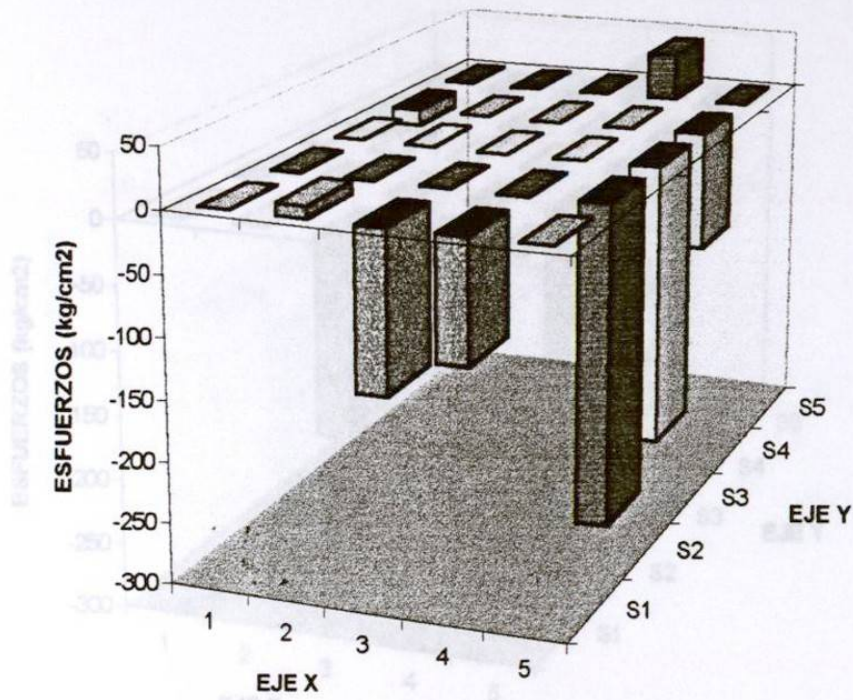
GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=0$  ton. ,  
 $M_x=3.855$  ton.-m ,  $M_y=0$  ton. -m



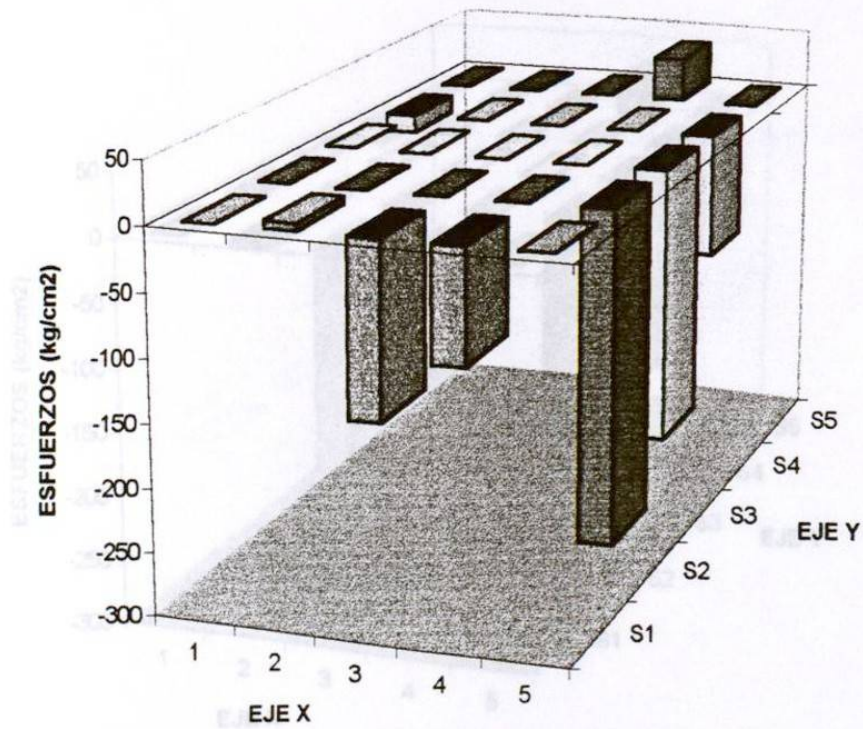
GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=0$  ton. ,  
 $M_x=8.391$  ton.-m ,  $M_y=0$  ton.-m



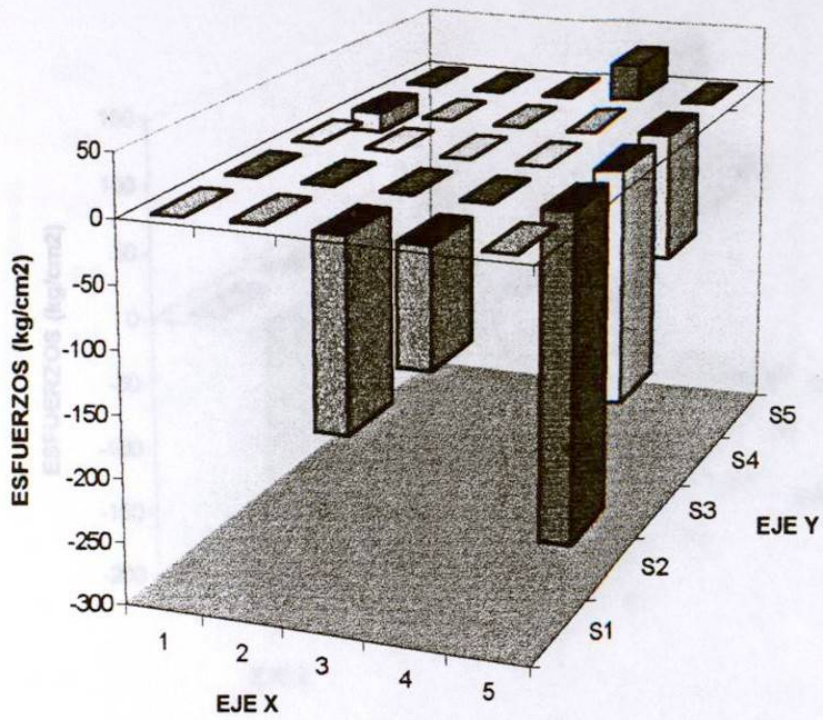
**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=10.392$  ton. ,  $M_x=8.391$  ton.-m ,  $M_y=0$  ton.-m**



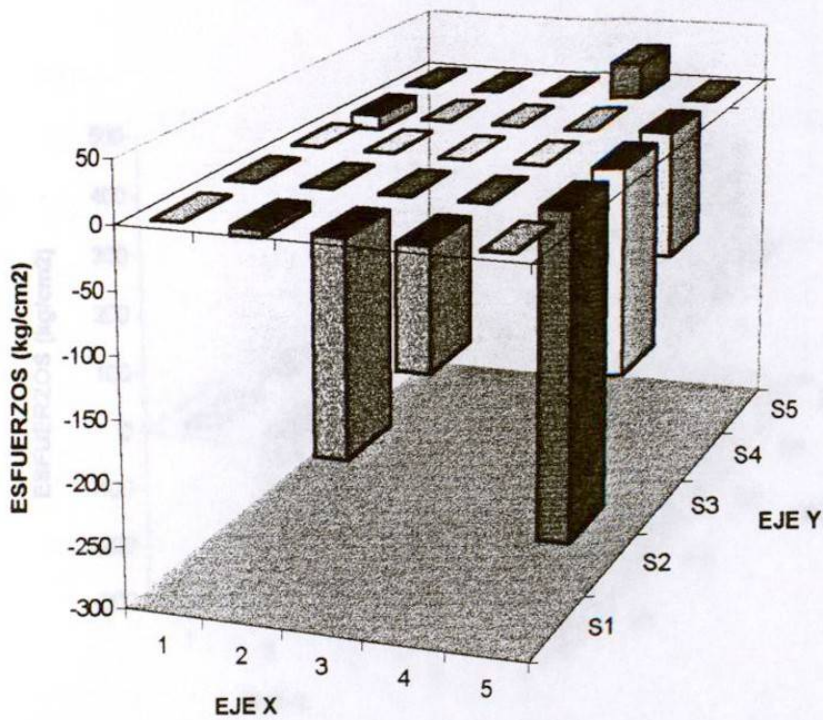
**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=20$  ton. ,  $M_x=10.682$  ton.-m ,  $M_y=0$  ton.-m**



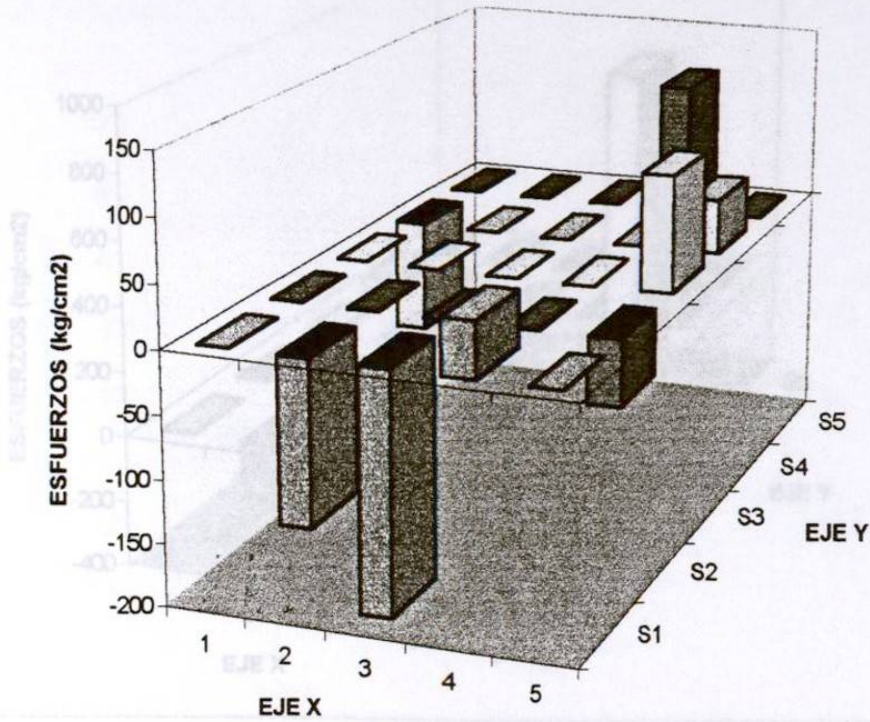
**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para Px=30 ton. ,  
Mx=10.279 ton.-m , My=0 ton.-m**



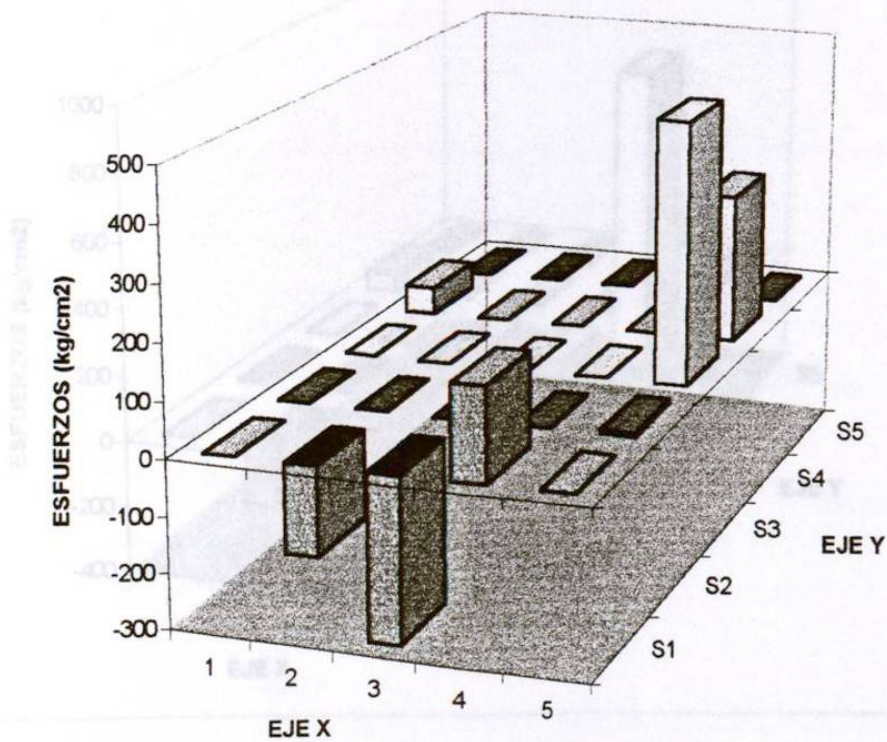
**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para Px=40 ton. , Mx=10.548 ton.-m ,  
My=0 ton.-m**



**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=0$  ton. ,  
 $M_x=7.642$  ton.-m ,  $M_y=1.57$  ton.-m**

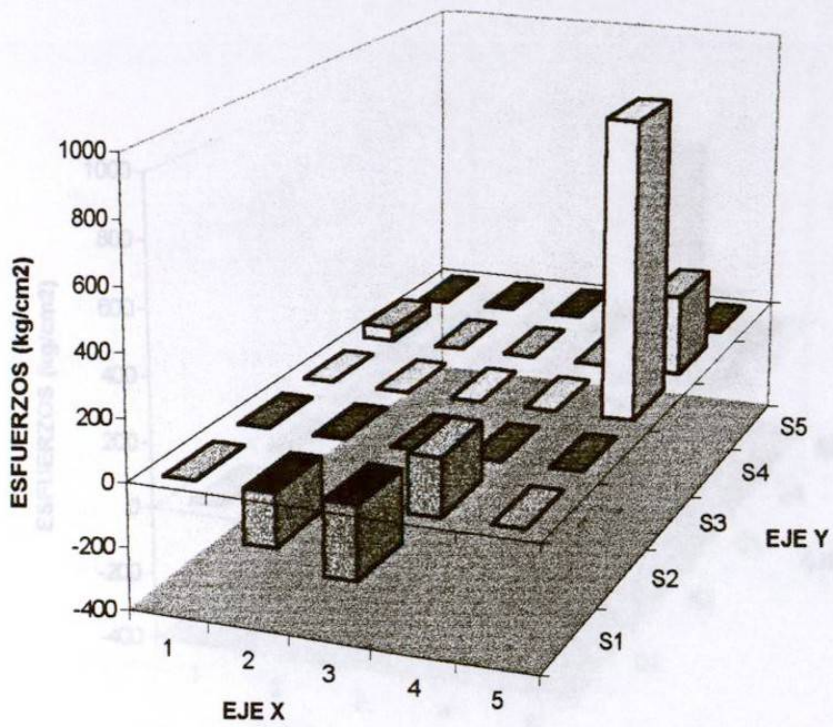


**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para  $P_x=10$  ton. ,  
 $M_x=9.524$  ton.-m ,  $M_y=2.349$  ton.-m**





**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para Px=20 ton. ,  
Mx=9.114 ton.-m , My=2.166 ton.-m**



**GRAFICA DE ESFUERZOS (kg/cm<sup>2</sup>) para Px=30 ton. ,  
Mx=8.353 ton.-m , My=1.978 ton.-m**

