



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS DE CAMINS,  
CANALS Y PORTS DE BARCELONA**



**TESIS DOCTORAL**

**Aseguramiento de la calidad de mezclas bituminosas  
mediante la aplicación del ensayo de tracción indirecta  
en el control de su ejecución**

**Autor: ADRIANA HAYDÉE MARTÍNEZ**

**Director: FÉLIX EDMUNDO PÉREZ JIMÉNEZ**

Barcelona, febrero de 2000.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abd El Halim, A. O., Field and laboratory evaluation of a new compaction technique, Mechanical tests for bituminous mixes, Characterization, design and quality control, Proceedings of the fourth international symposium held by RILEM, Budapest, Fritz & Eustachio, Chapman and Hall, Cambridge, 1990, pp. 37-54.
2. Asociación Española de la Carretera, Jornadas sobre nuevas especificaciones para productos bituminosos, el programa SHRP y las normativas europeas, llevadas a cabo en Barcelona en noviembre de 1995, Edit. AEC, Madrid, 1995.
3. Asphalt Institute, Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente, Serie de Manuales Nº 22 (MS-22), Asphalt Institute, Lexington, 1991.
4. Baladi, Gilbert y Harichandran Ronald, Asphalt mix design and the indirect test: a new horizon, Asphalt Concrete mix design: development of more rational approaches, ASTM STP 1041, W. Gartner Ed., American Society for Testing and Materials, 1989, pp. 86-105.
5. Ball, John, Training and commitment for contractor process control, Asphalt Paving Technology 1994, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Proceedings of the technical sessions, St. Louis, Missouri, Volumen 63, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1994, pp. 633-635.

6. Benish, Ervin y Weigel Jack, A contractor's approach to implementing process control, Asphalt Paving Technology 1994, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Proceedings of the technical sessions, St. Louis, Missouri, Volumen 63, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1994, pp. 619-631.
7. Bonvino, U., Evaluation of the cohesion of the bitumen mixtures by means of the indirect traction resistance test, Mechanical tests for bituminous mixes, Characterization, design and quality control, Proceedings of the fourth international symposium held by RILEM, Budapest, Fritz & Eustachio, Chapman and Hall, Cambridge, 1990, pp. 85-104.
8. Brown, Stephen, Gibb, Michael, Read, John y Scholz, Todd, Laboratory protocols for the design and evaluation of bituminous mixtures, Proceedings of the Eurasphalt & Eurobitume Congress, Strasbourg, 1996, N° 4088, pp. 1-11.
9. Cancela Rey, M. Dolores, Alcance del mercado de conformidad CE para los materiales asfálticos, X Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, noviembre de 1999, Asociación Española de la Carretera, Madrid, 1999, pp.2141-2147.
10. CEDEX Centro de estudios y experimentación de obras públicas, Normas españolas NLT, Ensayos de carreteras, Madrid, 1996.
11. Comisión CEN/CENELEC, Mandate M/124, Mandate to CEN/CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonized standards on road construction products related to floor beds, roads and other trafficked areas, 10 de febrero de 1999. <http://www.europa.eu.int/comm/dg03/directs/dg3d/d3/construc/en/techspec/cen/cenmand/man124/m124t.html>. Acceso 3 de junio de 1999.
12. Comisión CEN/CENELEC, Comprehensive table of Mandates addressed to CEN/CENELEC to produce harmonised standards, 5 de junio de 1999. <http://www.europa.eu.int/dg03/directs/dg3d/d3/construc/en/techspec/manlist.html>. Acceso 2 de junio de 1999.

13. Comisión de las Comunidades Europeas, Decisión de la Comisión relativa al procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción con arreglo al apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que concierne a los productos de construcción de carreteras, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, octubre 1989, N° L 287, pp. 41-45.
14. Consejo de las Comunidades Europeas, Directiva del Consejo 89/106/CEE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, febrero 1989, N° L 40, pp.12-25.
15. Consejo de las Comunidades Europeas, Directiva del Consejo 93/68/CEE modificación de la Directiva 89/106/CEE (productos de construcción), Diario Oficial de las Comunidades Europeas, agosto de 1993, N° L 220, pp.1-22.
16. Chemillier, Pierre, Directive "Produits de construction": les mandats, Revista Revue Générale des Routes N° 778, Revue Générale des Routes et Aerodromes SA, Paris, noviembre 1999, pp. 13-32.
17. Decker, Dale S., Field management of hot mix asphalt, Asphalt Paving Technology 1994, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Proceedings of the technical sessions, St. Louis, Missouri, Volumen 63, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1994, pp. 636-643.
18. European Standard, Draft prEN 13043, Aggregates for bituminous mixtures and surfaces dressings roads, airfields and other trafficked areas, European Committee for Standardization (CEN), 1997.
19. European Standard, Draft prEn 12591, Bitumen and bituminous binders, specifications for paving grade bitumens, European Committee for Standardization (CEN), 1997.
20. European Standard, Working draft 18, prEN 13108-1, Road, airfields and trafficked areas, Bituminous mixtures, materials specifications, European Committee for Standardization (CEN), 1999.

21. Garrick, Norman y Biskur, Ramesh, Effects of asphalt properties on indirect tensile strength, Transportation Research Record 1269, National Research Council, Washington D.C., 1990, pp. 26-39.
22. Goetz, William, The evolution of asphalt concrete mix design, Asphalt Concrete mix design: development of more rational approaches, ASTM STP 1041, W. Gartner Ed., American Society for Testing and Materials, 1989, pp. 5-14.
23. Gupta, Prasanta K., y Van Bramer, Thomas F., Resilient and tensile properties of New York State Asphalt Concrete Mixes, Final Report on Research Project 184-1, conducted in cooperation with the U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Research Report 152, U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1990.
24. Hadley, William O.; Hudson, Ronald y Kennedy, Thomas W., Correlation of indirect tensile test results with stability and cohesiometer values for asphalt-treated materials, Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists, Technical sessions held at Kansas City, Missouri, Volumen 39, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1970, pp. 745-765.
25. Huang, Yang H., Pavement analysis and design, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1993.
26. Jeuffroy, Georges, Proyecto y construcción de carreteras, Tomo II, Materiales, maquinaria, técnica de ejecución de las obras, Editores Técnicos Asociados, S.A., Barcelona, 1977.
27. Kandhal, Prithvi S., Evaluation of six AC-20 asphalt cements by use of the indirect tensile test, Transportation Research Record 712, Bituminous materials and skid resistance, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington D.C., 1979, pp. 1-8.
28. Kennedy, Thomas W., Characterization of asphalt pavement materials using the indirect tensile test, Proceedings Association of Asphalt Paving Technical

- Sessions, San Antonio, Texas, Volumen 46, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1977, pp. 133-150.
29. Kennedy, Thomas, White, Thomas y Epps Jon, Use of material tests and pavement design procedures to evaluate new paving binders, Properties of flexible pavement materials, ASTM STP 807, J. J. Emery, Ed., American Society for Testing and Materials, 1983, pp. 5-45.
30. Kennedy, Thomas, Roberts, Freddy y McGennis Robert, Effects of Compaction temperature and effort on the engineering properties of asphalt concrete mixtures, Placement and compaction of asphalt mistures, ASTM STP 829, F. T. Wagner, Ed. American Society for Testing and Materials, 1984, pp. 48-66.
31. Kennedy, Thomas, Von Quintus, Harold y Mitchell, Terry, pavement performance as affected by materials testing program, Transportation Research Record 1034, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 1985, pp. 153-158.
32. Kennedy, Thomas y Ping, Virgil, Comparison study of moisture damage test method for evaluating antistripping treatments in asphalt mixtures, Transportation Reserch Record 1323, National Research Council, Washington D.C., 1991, pp. 94-111.
33. Kennedy, Thomas, Ensayos y especificaciones de los ligantes bituminosos en el sistema Superpave, Revista Carreteras Nº 82, Asociación Española de la Carretera, Madrid, marzo-abril 1996, pp. 15-28.
34. Kennedy, Thomas, Sistema Superpave de dosificación de mezclas, Revista Carreteras Nº 82, Asociación Española de la Carretera, Madrid, marzo-abril 1996, pp. 29-43.
35. Khosla, Paul y Omer, M., Charcaterization of asphaltic mixtures for prediction of pavement performance, Transportation Research Record 1034, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 1985, pp. 47-55.

36. Lord, Byron, El programa estratégico de investigación en carreteras (SHRP) en Estados Unidos, Revista Carreteras Nº 82, Asociación Española de la Carretera, Madrid, marzo-abril 1996, pp. 9-14.
37. Lottman, Robert, Laboratory test method for predicting moisture-induced damage to asphalt concrete, Transportation Research Record 843, National Research Council, Washington D.C., 1982, pp. 88-94.
38. Margarit Prats, Francesc, Aplicació de la norma ISO 9001 a l'asegurament de qualitat d'una empresa constructora, Tesina de especialidad, Tutor: Félix Pérez Jiménez, 1997, Escuela Técnica Superior de caminos, canales y puertos de Barcelona, Universidad Politècnica de Catalunya.
39. Maupin, G. W. Jr., Implementation of stripping test for asphaltic concrete, Transportation Research Record 712, Bituminous materials and skid resistance, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington D.C., 1979, pp. 8-12.
40. Merchán Gabaldón, Faustino, Manual de control de calidad total en la construcción con normas de la unión europea y normas americanas, 2ª edición revisada y aumentada, Dossat 2000, Madrid, 1995.
41. Mirza, Waseem; Graul, Richard; Groeger, Jonathan y López, Aramis, Theroretical evaluation of Poisso's ratio and elastic modulus using indirect tensile test with emphasis on bituminous mixtures, Transportation Research Record 1590, TRB, National Research Council, Washington D.C., 1997, pp. 34-52.
42. Monismith, C., Finn, F. y Vallerga, B., A comprehensive asphalt concrete mixture design system, Asphalt concrete mix design: development of more rational approaches, ASTM STP 1041, W. Gartner, Jr., Ed., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1989, pp. 39-71.
43. MOPU (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España), Dirección General de Carreteras, Recomendaciones sobre mezclas bituminosas en caliente, Circular Nº 299/89T, Madrid, España, 23 de febrero de 1989.

44. Morilla Abad, Ignacio, Control de calidad en obras carreteras, SEOPAN, AIPCR Española y AEC, octubre 1989, pp. 645-719.
45. Patel, Arti; Thompson, Marshall; Harm, Eric y Sheftick, William, Developing QC/QA specifications for Hot Mix Asphalt Concrete in Illinois, Transportation Research Record 1575, TRB, National Research Council, Washington D.C., 1997, pp. 66-74.
46. Partl, M. y Francken, L., RILEM interlaboratory tests on stiffness properties of bituminous mixtures, Mechanical tests for bituminous materials, Recent improvements and future prospects, Proceedings of the fifth international RILEM symposium, Lyon, Di Benedetto & Francken, Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1997, pp. 9-14.
47. Pérez Jiménez; Kraemer, C. y Lacleta, A., Mezclas bituminosas porosas, Nota Técnica, Dirección General de Carreteras, MOPU, Madrid, 1982.
48. Read, John y Collop, Andrew, Practical fatigue characterization of bituminous paving mixtures, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Proceedings of the Technical Sessions, Salt Lake City, Utah, Volumen 66, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1997, pp. 74-108.
49. Roque, Reynaldo y Buttlar, William, The development of a measurement and analysis system to accurately determine asphalt concrete properties using the indirect tensile mode, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Proceedings of the Technical Sessions, St. Louis, Missouri, Volumen 63, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1992, pp. 305-332.
50. Said, S.F., Resilient modulus by indirect tensile test, Mechanical tests for bituminous mixes, Characterization, design and quality control, Proceedings of the fourth international symposium held by RILEM, Budapest, Chapman and Hall, Cambridge, 1990, pp. 590-606.
51. Said, S y Johansson S., Mechanical properties of bitumen roadbase mixes,



- Mechanical tests for bituminous materials, Recent improvements and future prospects, Proceedings of the fifth international RILEM symposium, Lyon, Di Benedetto & Francken, Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1997, pp. 211-215.
52. Sousa, Jorge, Dosificación de mezclas en base a su comportamiento y conceptos de control de calidad en carretera utilizando los ensayos SHRP, Revista Carreteras Nº 82, Asociación española de la carretera, Madrid, marzo-abril 1996, pp. 44-81.
53. Tesoriere, G. y Marino, S., Thermic effects for rupture tests at indirect tensile test on asphalt concrete, Mechanical tests for bituminous mixes, Characterization, design and quality control, Proceedings of the fourth international symposium held by RILEM, Budapest, Chapman and Hall, Cambridge, 1990, pp. 320-328.
54. Tuggle, Donald R., The national quality initiative and an overview of quality management, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Proceedings of the technical sessions, St. Louis, Missouri, Volumen 63, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1994, pp. 593-602.
55. Tunnicliff, David G., Quality control of bituminous paving from the beginning, Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists, Technical Sessions, Houston, Texas, Volumen 42, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1973, pp. 441-481.
56. Von Quintus, Harold L.; Scherocman Jim y Hughes, Chuck, Asphalt-aggregate mixtures analysis System: philosophy of the concept, Asphalt Concrete Mix Design: Development of more rational approaches, ASTM STP 1041, W. Gartner Ed., American Society for Testing and Materials, 1989, pp. 15-38.
57. Wolters, Richard O., Developing a quality management process, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Proceedings of the technical sessions, St. Louis, Missouri, Volumen 63, The Association of Asphalt Paving Technologists, Ann Arbor, 1994, pp. 603-618.
58. XXº Congrès mondial de la route, Question I: Vers une meilleure efficacité des Administrations routières, Rapport général, Rapports nationaux, Association

Internationale Permanente des Congrès de la Route (A.I. P.C.R.), 1995.

59. XX<sup>e</sup> Congrès mondial de la route, Question III: Obtention de la Qualité dans les Travaux routiers, Rapport général, Rapports nationaux, Association Internationale permanente des Congrès de la Route (A.I.P.C.R.), 1995.

60. Yoder, E. y Witzak, E., Principles of pavement design, John Wiley & Sons Inc., Second Edition, USA, 1975.

# ANEXO

## A1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y LAS MEZCLAS ESTUDIADAS

Mezcla	% que pasa por el tamiz de abertura en mm								
	40	25	20	10	5	2,5	0,63	0,32	0,08
D-8	100	100	100	100	80	57,5	26	18,5	7,5
D-12	100	100	100	79,5	57,5	42,5	24	18	6,5
D-12 obra	100	100	100	82	60	45	22	15	5,5
D-20	100	100	87,5	67,5	54,5	42,5	24	18	6,5
S-12	100	100	100	78,5	54,5	37,5	20	14	6
S-20 centro	100	100	87,5	67,5	50,5	37,5	20	14	6
S-20 inf.	100	100	80	60	43	30	15	10	4
S-20 obra	100	100	88,6	65,4	51,3	37,3	18,6	11,8	5
S-25	100	87,5	81,5	62,5	47,5	37,5	20	14	6
G-20	100	100	80	57	37	27,5	14	9,5	3
G-20 obra	100	100	86	58	43	32	15	11	4,9
G-25	100	85	75	50	35	27,5	14	9,5	2,5

Tabla A1.1: Granulometrías de los áridos utilizados en las mezclas estudiadas.

Mezcla	Peso específico
D-8 (Foj)	2,7129
D-12 (Foj)	2,7203
D-12 (Foj, etapa inmersión)	2,7129
D-12 (Foj, filler plástico)	2,7164
D-12 (alterado, filler calcáreo)	2,6891
D-12 (alterado, filler plástico)	2,7206
D-12 (Vic)	2,6686
D-20 (Foj)	2,7213
S-12 (Foj)	2,7213
S-20 (Foj)	2,7226
S-20 (Foj) límite inferior	2,7251
S-20 (Vic)	2,6692
S-25 (Foj)	2,7236
G-20 (Foj)	2,7271
G-20 (Vic)	2,6697
G-25 (Foj)	2,7278

Tabla A1.2: Pesos específicos de los áridos dosificados para las mezclas.

Características	Unidad	Norma NLT	Max.	Min.
<b>Betún original</b>				
Penetración	0,1 mm	124/84	60	70
Índice de penetración	°C	181/84	-1	+1
Punto de reblandecimiento	°C	125/84	48	57
Punto de fragilidad Fraass	°C	182/84		-8
Ductilidad a 25°C	cm	126/84	90	
Solubilidad en 1,1,1 tricloroetano	%	130/84	99,5	
Contenido de agua (en volumen)	%	123/84		0,2
Punto de inflamación	°C	127/84	235	
Densidad relativa a 25°C		122/84	1,00	
<b>Residuo de película fina</b>				
Variación de masa	%	185/84		0,8
Penetración	% pen.	124/84	50	
Aumento del punto de reblandecimiento	°C	125/84		9
Ductilidad a 25°C (5 cm/min)	cm	126/84	50	

Tabla A1.3: Propiedades del betún B-60/70.

## A2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA EN PROBETAS

Mezcla	Densidad	% Huecos	Resist.	Def
D-8	2.3948	5.5157	44.3	0.95
	2.3946	5.5236	45.0	0.95
	2.3986	5.3657	45.9	0.88
	2.3956	5.4841	45.2	0.84
D-12	2.4409	3.9299	41.6	0.86
	2.4341	4.1976	36.1	1.01
	2.4372	4.0756	38.5	0.81
	2.4331	4.2369	40.5	1.01
D-20	2.4603	3.1988	37.5	0.74
	2.4336	4.2493	37.8	1.19
	2.4281	4.4657	37.6	0.86
	2.4447	3.8126	41.3	0.88
S-12	2.4514	3.5489	42.3	0.79
	2.4495	3.6237	35.1	0.71
	2.4449	3.8047	40.5	0.79
	2.4522	3.5175	41.3	0.78
S-20	2.4500	3.6446	34.7	0.66
	2.4561	3.4047	38.6	0.65
	2.4570	3.3693	37.2	0.74
	2.4643	3.0822	40.8	0.81
S-25	2.4654	3.0706	42.7	0.79
	2.4694	2.9133	38.4	0.68
	2.4621	3.2003	39.3	0.74
	2.4610	3.2436	34.5	0.89
G-20	2.4563	3.5383	31.2	0.79
	2.4616	3.3302	34.3	0.75
	2.4622	3.3066	38.2	0.74
	2.4660	3.1574	37.2	0.77
G-25	2.4498	3.8163	35.6	0.82
	2.4443	4.0322	33.4	0.75
	2.4587	3.4668	33.1	0.73
	2.4559	3.5768	36.6	0.79

Betún: B-60/70

Contenido de betún: 4,5%

Árido: calizo

Granulometría: centro

Número de golpes: 75

Temperatura de compactación: 150°C

Altura nominal: 60 mm

Velocidad de carga: 50,8 mm/min

Temperatura de ensayo: 5°C

Granul.	Betún	Temp. comp.	Nº golpes	Densidad	Huecos	Resist.	Def.
centro	4.5	150	25	2.381	6.36	31.7	0.99
				2.362	7.11	25.9	0.72
				2.386	6.16	33.8	1.13
				2.375	6.59	30.2	0.82
centro	4.5	150	50	2.439	4.08	33.8	0.89
				2.432	4.35	35.6	0.82
				2.435	4.23	34.2	0.67
centro	4.5	150	75	2.449	3.68	33.3	0.69
				2.458	3.33	34.0	0.64
				2.458	3.33	36.1	0.75
				2.458	3.33	37.5	0.78
centro	4.5	120	25	2.343	7.8528	23.9	0.92
				2.356	7.1842	27.0	1.49
				2.306	7.4978	16.5	0.90
				2.353	7.4595	22.4	1.05
centro	4.5	120	50	2.421	4.7851	22.4	1.30
				2.418	4.9031	31.6	0.67
				2.421	4.7851	26.1	0.71
				2.428	4.5098	33.6	0.66
centro	4.5	120	75	2.433	4.3132	31.1	0.63
				2.425	4.6278	27.0	0.90
				2.426	4.5885	29.2	1.00
				2.417	4.9424	31.0	0.68
inferior	3.5	150	75	2.434	5.7114	22.4	1.22
				2.429	5.9051	24.9	0.63
				2.413	6.5249	23.8	0.56
				2.441	5.4402	28.6	0.78
inferior	4.5	150	75	2.459	3.3699	30.4	0.77
				2.458	3.4092	33.9	0.79
				2.457	3.4485	30.0	0.75
				2.453	3.6057	28.2	0.72
inferior	5.5	150	75	2.453	2.2620	31.3	0.78
				2.454	2.2222	30.6	0.86
				2.453	2.2620	30.6	0.88
				2.450	2.3815	26.6	1.18

Mezcla S-20

Betún: B-60/70

Árido: calizo

Altura nominal: 60 mm

Velocidad de carga: 50,8 mm/min

Temperatura de ensayo: 5°C

Mezcla	Granul.	Betún	Densidad	Huecos	Resist.	Def.
S-20	centro	4.5	2.398	4.0035	33.72	0.84
			2.381	4.6840	31.16	0.74
			2.390	4.3237	40.63	1.24
D-12	obra	4.8	2.370	4.7183	32.36	1.02
			2.366	4.8791	36.51	1.06
			2.366	4.8791	34.17	0.8
			2.373	4.5976	37.13	1.06
S-20	obra	4.6	2.391	4.1533	42.29	0.84
			2.381	4.1533	40.08	0.92
			2.377	4.7145	33.28	0.88
			2.397	3.9122	37.60	1.04
G-20	obra	4	2.379	5.4327	34.03	1.06
			2.384	5.2340	31.11	0.88
			2.383	5.2737	36.96	0.98
			2.372	5.7109	23.26	1.06

Betún: B-60/70

Árido: granítico

Número de golpes: 75

Temperatura de compactación: 150°C

Altura nominal: 60 mm

Velocidad de carga: 50,8 mm/min

Temperatura de ensayo: 5°C

Betún	Nº golpes	Densidad	Huecos	Resist.	Def.
3.5	75	2.403	6.793	32.5	0.60
		2.394	7.142	36.9	0.75
		2.405	6.716	33.6	0.71
		2.417	6.250	31.3	0.68
4.5		2.438	4.076	26.6	0.59
		2.449	3.643	33.0	0.75
		2.450	3.604	29.8	0.70
		2.451	3.564	39.0	0.73
5.5		2.442	2.582	36.9	0.94
		2.445	2.462	35.1	0.81
		2.446	2.422	32.9	0.84
		2.440	2.662	34.0	0.88
4.5	25	2.368	6.830	32.7	0.89
		2.359	7.184	26.7	0.81
		2.349	7.578	35.8	0.86
		2.339	7.971	28.2	0.78
4.5	50	2.408	5.256	35.0	0.65
		2.422	4.705	34.2	0.68
		2.420	4.784	37.5	0.81
		2.414	5.020	36.0	0.81
3	75	2.373	8.627	34.0	0.70
		2.356	8.283	30.7	0.72
		2.380	8.359	29.0	0.64
		2.381	8.321	32.2	0.72
4		2.429	5.104	37.6	0.84
		2.429	5.104	41.2	0.82
		2.433	4.948	38.4	0.66
		2.431	5.026	39.6	0.80
4.5		2.443	3.879	39.2	0.72
		2.447	3.722	36.9	0.70
		2.451	3.564	37.8	0.70
		2.443	3.879	39.2	0.80
5		2.449	2.970	36.5	0.75
		2.448	3.009	35.9	0.70
		2.447	3.049	39.2	0.89
		2.443	3.207	37.2	0.75

Mezcla: S-12

Betún: 60/70

Árido: calizo

Número de golpes: 75

Temperatura de compactación: 150°C

Altura nominal: 60 mm

Velocidad de carga: 50,8 mm/min

Temperatura de ensayo: 5°C



Tipo de betún	Densidad	Huecos	Resist.	Def.
20/30	2.430	4.380	41.9	0.59
	2.421	4.735	41.3	0.57
	2.423	4.656	43.7	0.52
	2.432	4.302	43.6	0.68
40/50	2.442	3.933	37.5	0.66
	2.428	4.484	41.2	0.70
	2.439	4.051	40.4	0.64
	2.428	4.484	40.3	0.68
80/100	2.442	3.928	36.2	0.80
	2.448	3.692	34.8	1.05
	2.451	3.574	36.4	1.02
	2.450	3.614	36.9	1.18

Mezcla: S-12

Betún: B-60/70

Contenido de betún: 4,5%

Árido: calizo

Número de golpes: 75

Temperatura de compactación: 150°C

Altura nominal: 60 mm

Velocidad de carga: 50,8 mm/min

Temperatura de ensayo: 5°C

Mezcla	Altura nominal	Altura	Densidad	Huecos	Resist.	Def.
D-12	60	58.3	2.445	3.8	39.8	0.833
	60	58.4	2.444	3.8	44.1	0.611
	60	58.4	2.439	4.0	41.0	0.694
	45	42.2	2.440	4.0	38.6	0.556
	45	42.3	2.445	3.8	41.5	0.694
	45	42.2	2.445	3.8	40.4	0.694
	30	31.5	2.461	3.1	51.7	0.694
	30	31.1	2.449	3.6	42.1	0.722
	30	31.4	2.464	3.0	41.7	0.639
D-8	60	60.8	2.3893	5.7	40.3	0.917
	60	60.6	2.3839	5.9	39.6	0.889
	60	60.5	2.3863	5.8	42.1	0.861
	45	43.1	2.4052	5.1	41.9	0.778
	45	43.0	2.4025	5.2	45.3	0.944
	45	42.8	2.4059	5.1	45.1	0.833
	30	32.0	2.4153	4.7	43.3	0.861
	30	32.1	2.4202	4.5	43.9	0.833
	30	32.2	2.4131	4.8	40.3	0.778

Árido: calizo

Betún: B-60/70

Betún: 4,5%

Temperatura de compactación: 150°C

Número de golpes: 75

Velocidad de craga: 50,8 mm/min

Temperatura de ensayo: 5°C

Betún	Velocidad de carga	Densidad	Huecos	Resist.	Def.	
3.5	5.08	2.412	6.4	10.4	0.806	
		2.411	6.5	10.3	0.722	
		2.423	6.0	11.0	0.778	
	50.8	2.410	6.5	17.7	0.750	
		2.421	6.1	18.7	0.917	
		2.423	6.0	19.1	0.889	
		2.408	6.6	28.8	0.889	
	254	2.419	6.2	29.5	0.917	
		2.423	6.0	28.3	0.972	
		4.5	5.08	2.457	3.1	8.6
2.452				3.3	8.5	1.194
2.451				3.3	7.6	1.194
50.8		2.452	3.3	15.8	1.278	
		2.451	3.3	15.2	1.194	
	2.454	3.2	15.4	1.250		
	254	2.448	3.4	26.9	1.028	
		2.455	3.1	26.8	1.139	
		2.454	3.2	26.0	1.083	
	5.5	5.08	2.447	2.1	6.1	1.667
2.446			2.2	6.0	1.805	
2.443			2.3	5.8	1.972	
50.8		2.443	2.3	12.6	1.417	
		2.443	2.3	13.3	1.528	
		2.448	2.1	12.4	1.667	
		254	2.447	2.1	22.6	1.306
2.446			2.1	21.2	1.389	
2.446		2.2	21.3	1.194		

Mezcla: D-12

Árido: calizo

Betún: B-60/70

Granulometría: centro

Número de golpes: 75

Temperatura de compactación: 150°C

Altura nominal: 60 mm

Temperatura de ensayo: 20°C

Árido	Filler	Condición	Densidad	Huecos	Resist.	Def.
calizo	calcáreo	seca	2.441	3.9	43.9	0.770
			2.447	3.7	41.3	0.797
			2.449	3.6	42.6	0.824
			2.454	3.4	42.3	0.810
		inmersión	2.439	4.0	40.8	0.810
			2.452	3.5	41.8	0.757
			2.472	2.7	43.2	0.703
			2.424	4.6	40.5	0.810
calizo	arcilla	seca	2.415	4.8	43.2	0.838
			2.411	5.0	43.6	0.838
			2.406	5.2	42.5	0.784
			2.407	5.2	42.0	0.810
		inmersión	2.406	5.2	36.5	1.027
			2.403	5.3	36.4	1.351
			2.405	5.2	36.7	1.216
			2.405	5.2	35.0	1.000
granítico	calcáreo	seca	2.375	5.5	39.1	1.000
alterado			2.391	4.9	40.0	1.000
			2.388	5.0	43.1	0.892
			2.377	5.5	42.7	0.892
		inmersión	2.376	5.5	27.3	1.000
			2.379	5.4	30.2	0.919
			2.395	4.7	28.1	0.973
			2.381	5.3	27.1	1.135
granítico	arcilla	seco	2.327	7.9	36.3	0.919
alterado			2.330	7.8	33.9	0.892
			2.330	7.7	33.2	1.000
			2.330	7.7	37.6	0.784
		inmersión	2.335	7.6	12.9	2.162
			2.321	8.1	15.0	1.676
			2.331	7.7	17.0	2.054
			2.324	8.0	11.9	1.676

Mezcla: D-12

Betún: B-60/70

Contenido de betún: 4,5%

Granulometría: centro

Número de golpes: 75

Temperatura de compactación: 150°C

Altura nominal: 60 mm

Velocidad de carga: 50,8 mm/min

Temperatura de ensayo: 5°C

## A3. RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA EN TESTIGOS

DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%

MEZCLA D-20  
OBRA I

2.282	30.56	95.9
2.223	22.45	93.4
2.233	22.82	93.8
2.307	33.13	96.9
2.284	26.42	96.0
2.295	26.48	96.4
2.229	18.75	93.7
2.249	26.50	94.5

MEZCLA D-20  
OBRA II

2.399	29.01	97.1
2.400	30.13	97.2
2.351	26.24	95.2
2.380	24.59	96.3
2.349	23.94	95.1
2.452	31.40	99.3
2.456	29.60	99.4
2.495	34.45	101.0
2.380	30.09	96.4
2.450	31.49	99.2
2.370	24.85	96.0

MEZCLA D-20  
OBRA III

2.340	31.84	100.0
2.340	33.58	100.0
2.340	32.17	100.0
2.320	32.06	99.2
2.270	19.62	96.6
2.320	26.03	98.7
2.310	27.49	98.3
2.358	26.70	99.9
2.335	32.70	98.9
2.328	33.00	98.6
2.248	22.20	95.3
2.321	28.90	98.8
2.262	25.80	96.3
2.209	21.20	94.0
2.296	32.90	97.3
2.274	28.30	97.0
2.274	26.30	96.4

MEZCLA D-20  
OBRA IV

2.270	20.36	95.0
2.250	16.90	94.1
2.278	26.20	95.7
2.261	24.90	95.0
2.423	31.10	98.2
2.371	28.20	98.4
2.372	26.40	98.4
2.436	33.90	101.1
2.436	33.40	99.4
2.391	31.10	97.6
2.321	21.40	94.7
2.256	27.80	94.8
2.270	31.10	95.4
2.390	34.90	100.4
2.305	28.70	96.9
2.268	29.50	95.3
2.295	28.30	96.4
2.311	29.50	97.1
2.272	27.30	95.5
2.429	28.80	99.1
2.417	32.90	98.7
2.426	33.90	99.0
2.429	26.80	99.6
2.458	34.20	100.7
2.351	27.70	96.4
2.326	23.60	96.1
2.308	22.70	95.4
2.362	26.80	97.6
2.361	30.90	97.6
2.392	31.80	98.8
2.374	34.50	98.1
2.239	22.40	92.5
2.271	26.60	93.8
2.332	32.80	96.4
2.317	28.20	95.4
2.355	30.60	96.9
2.381	26.80	98.0
2.427	31.30	99.9
2.440	33.00	100.4
2.402	31.70	98.9
2.417	32.20	99.5
2.427	35.30	99.9
2.456	34.60	100.2
2.390	31.30	97.6
2.411	35.60	98.4
2.422	34.00	98.9
2.392	34.80	97.6
2.431	31.60	99.2
2.398	27.80	97.9
2.386	29.10	97.4
2.423	31.10	98.9
2.358	32.20	96.2
2.401	34.40	98.0
2.421	35.30	98.8

MEZCLA D-12  
OBRA III

DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%

2.263	15.30	95.1
2.261	18.69	95.0
2.249	16.83	94.5
2.260	20.40	95.0
2.230	17.00	93.7
2.280	19.60	95.8
2.280	20.00	95.8
2.250	19.00	94.5
2.250	19.00	94.5
2.246	16.70	94.4
2.205	15.90	92.6
2.224	17.80	93.4
2.255	16.80	94.7
2.261	23.20	95.0
2.303	32.10	96.8
2.162	18.10	90.8
2.272	26.10	95.5
2.263	20.00	95.1
2.249	20.30	94.5
2.286	23.00	96.1
2.200	14.40	92.4

MEZCLA D-12  
OBRA IV

2.210	19.78	94.0
2.290	27.85	97.4
2.250	23.12	95.7
2.290	23.77	97.4
2.210	16.80	94.0
2.279	16.48	97.0
2.250	14.57	95.7
2.290	18.53	97.4
2.200	13.56	93.6
2.170	12.24	92.3
2.220	13.21	94.5
2.260	14.81	96.2
2.190	11.77	93.2
2.240	18.63	95.3
2.260	14.97	96.2
2.280	14.60	97.0
2.222	13.61	94.6
2.195	11.62	93.4
2.218	12.52	94.4
2.245	16.50	95.5
2.330	21.17	98.7
2.341	24.53	98.4
2.298	20.30	97.4

---

2.222	13.50	94.2
2.304	22.60	97.6
2.281	18.50	96.7
2.291	18.60	97.5
2.231	14.84	94.9
2.218	12.23	94.4
2.238	15.54	95.2
2.270	18.60	96.2
2.290	22.30	97.0
2.270	19.70	96.2
2.280	18.70	96.6
2.290	20.80	97.0
2.250	19.40	95.3
2.270	21.00	96.2
2.280	21.40	96.6
2.310	24.40	97.9
2.210	16.40	93.6
2.210	18.20	93.6
2.190	17.10	92.8
2.240	18.00	95.3
2.240	17.00	95.3
2.404	20.00	102.6
2.270	17.00	96.6
2.240	17.00	95.3
2.300	19.00	97.9
2.260	17.00	96.2
2.240	19.00	95.3
2.220	19.00	94.5
2.270	20.00	96.2
2.180	14.00	92.4
2.270	19.00	96.2
2.210	19.80	93.6
2.250	23.40	95.3
2.190	16.70	92.8
2.280	25.20	96.6
2.260	24.90	95.8
2.310	27.50	97.9
2.210	15.20	93.6
2.300	22.00	97.5
2.220	13.10	94.1
2.220	12.20	94.1
2.290	18.50	97.0
2.320	24.00	98.3
2.269	24.00	96.6
2.242	25.00	95.4
2.193	18.50	93.3
2.264	21.60	96.3



MEZCLA S-20  
OBRA III

DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%

2.361	26.39	97.3
2.411	35.59	99.4
2.383	32.00	98.2
2.375	28.18	97.9
2.416	31.18	99.6
2.410	35.09	99.3
2.368	30.09	97.6
2.367	28.18	97.6
2.340	21.55	96.5
2.440	34.61	100.6
2.415	33.16	99.5
2.338	25.86	96.4
2.367	30.35	97.6
2.325	24.45	95.8
2.326	22.83	95.9
2.392	29.11	98.6
2.384	32.95	98.3
2.330	23.29	96.0
2.427	37.49	100.0
2.338	29.18	96.4
2.425	37.17	100.0
2.417	30.30	99.6
2.416	30.61	99.6
2.374	31.41	97.9
2.317	23.75	95.5
2.432	33.52	100.2
2.392	35.26	98.6
2.422	32.11	99.8
2.307	22.58	95.1
2.352	25.80	96.9
2.353	23.98	97.0
2.372	27.99	97.8
2.343	21.21	96.6
2.297	22.38	94.7
2.305	18.46	95.0
2.355	28.24	97.1
2.406	33.71	99.2

MEZCLA S-20  
OBRA VI

2.299	28.8	96
2.267	24.4	95
2.28	25.5	95
2.368	33.6	98.7
2.338	31.2	97.8
2.346	23.3	98.4
2.299	25.1	96.5
2.339	27	98.3
2.356	24	99

2.341	28	98.3
2.292	23	97.9
2.339	25.8	98.9
2.368	29.4	99.7
2.32	22.9	97.7
2.352	29.5	98.3
2.383	33.5	100.2
2.338	29	98.2
2.307	26	97.7
2.347	25.1	98.1
2.26	24.4	95.1
2.311	23.2	97.2
2.338	24	98.1
2.329	28.6	97.6
2.334	29	98.1
2.294	22.5	96.7
2.362	28.2	98.6
2.31	25.1	97
2.315	22.9	97.6
2.369	30	99.3
2.329	27.8	97.5
2.322	27.7	97.6
2.318	26.9	97.2
2.326	28.1	97.4
2.34	28.6	97.1
2.328	25	97.4
2.355	29.5	98.5

MEZCLA S-12 G  
OBRA VII

	17.0	96.2
	16.0	93.2
	16.0	95.8
	18.0	99.2
	22.0	100.4
	23.0	100
	18.0	96.2
	21.0	100
	18.0	97.52
	18.0	97.5
	16.0	92.8
	19.0	96.2
	22.0	99.2
	17.0	94.9
	17.0	94.12
	17.0	94.1
	22.0	98.3
	22.0	94.1
	19.0	95.4
	20.0	98.7
	26.0	97.9
	22.0	97
	23.0	101.3
	17.0	95.8

MEZCLA OBRA	S-12 G VIII	DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
		gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
		2.340	28.0	98.3
		2.270	19.0	95.4
		2.320	18.0	97.5
		2.340	22.0	98.3
		2.300	20.0	96.6
		2.290	20.0	96.2
		2.320	24.0	97.5

MEZCLA OBRA	S-12 G IX	DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
		gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
		2.230	15.0	93.7
		2.200	12.0	92.3
		2.260	15.0	94.9
		2.310	17.0	97
		2.300	22.0	96.6
		2.320	21.0	97.4
		2.270	18.0	95.4
		2.280	17.0	95.8

MEZCLA OBRA	S-12 G X	DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
		gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
		2.340	20.0	96.3
		2.280	24.0	93.9
		2.320	25.0	95.3
		2.270	19.0	93.4
		2.350	28.0	96.8
		2.321	25.0	95.32
		2.300	17.0	94.4
		2.290	18.0	94.2
		2.350	22.0	96.2
		2.360	31.0	96.5
		2.349	28.0	96.78
		2.360	28.0	97
		2.350	21.0	96.7
		2.380	32.0	98.1
		2.347	24.0	96.4
		2.398	34.0	98.5
		2.345	26.0	96.3
		2.367	24.0	97.2

MEZCLA G-25  
OBRA V

DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%

2.369	26.16	98.4
2.365	30.20	98.2
2.359	20.55	98.0
2.387	26.61	99.1
2.407	32.92	100.0
2.402	32.80	99.8
2.365	26.32	98.2
2.431	27.56	101.0
2.424	29.36	100.7
2.361	25.34	98.0
2.374	28.80	98.6
2.383	30.64	99.0
2.352	25.57	97.7
2.408	33.44	100.0
2.375	24.79	98.6
2.403	29.07	99.8
2.422	30.98	100.6
2.4	29.86	99.7
2.447	35.73	101.6
2.418	29.84	100.4
2.395	30.57	99.5
2.376	28.68	98.7
2.414	29.21	100.2
2.448	40.34	101.7
2.419	37.44	100.5
2.447	32.19	101.6
2.404	31.03	99.8
2.459	37.51	102.1
2.459	35.41	102.1
2.439	38.59	101.3
2.472	34.43	102.7
2.347	28.71	97.5
2.387	31.90	99.1
2.343	22.19	97.3
2.409	33.10	100.0
2.432	31.22	101.0
2.39	31.14	99.3
2.41	32.06	100.1
2.39	29.42	99.3
2.435	27.53	101.1
2.449	35.34	101.7
2.342	23.46	97.3
2.364	26.47	98.2
2.399	29.60	99.6
2.378	30.30	98.8
2.41	34.39	100.1
2.433	32.07	101.0
2.473	33.96	102.7
2.425	33.56	100.7

2.409	31.82	100.0
2.426	30.52	100.7
2.417	32.46	100.4
2.372	25.09	98.5
2.429	31.78	100.9
2.361	17.11	98.0
2.437	25.47	101.2
2.421	30.53	100.5
2.436	31.47	101.2
2.358	28.47	97.9
2.402	28.84	99.8
2.377	33.18	98.7
2.409	31.48	100.0
2.373	23.17	98.5
2.353	20.48	97.7
2.348	22.13	97.5
2.439	33.17	101.3
2.453	38.40	101.9
2.431	33.08	101.0
2.388	27.12	99.2
2.408	33.85	100.0
2.44	29.76	101.3
2.246	21.36	93.3
2.344	23.98	97.3
2.392	29.17	99.3
2.407	31.66	100.0
2.228	15.61	92.5
2.364	23.16	98.2
2.479	39.23	102.9
2.362	17.41	98.1
2.473	36.70	102.7

MEZCLA G-25  
OBRA VI

2.391	26.7	99.7
2.38	29.4	99.3
2.428	31	101.3
2.405	27	100.3
2.334	22	97.4
2.331	19	97.2
2.317	27	96.7
2.386	27	99.5
2.394	24.1	99.9
2.376	29.6	99.1
2.396	26.1	100.0
2.426	32.2	101.2
2.368	27	98.8
2.316	20	96.6
2.386	25	99.5
2.425	26	101.2
2.38	24	99.3
2.383	29	99.4

MEZCLA G-20  
OBRA I

DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
2.222	22.87	96.6
2.230	22.68	97.0
2.237	25.21	97.3
2.232	23.84	97.0
2.283	24.32	99.2
2.214	22.99	96.3
2.237	23.16	97.3
2.206	20.37	95.9
2.199	22.25	95.6
2.155	18.41	93.7
2.187	17.43	95.1
2.267	24.49	98.6
2.221	19.10	96.6
2.193	23.59	95.3
2.206	19.19	95.9
2.222	24.33	96.6
2.205	20.33	95.9
2.214	20.56	96.3
2.229	24.31	96.9
2.175	15.64	94.6
2.129	17.22	92.6
2.123	18.07	92.3
2.210	18.82	96.1
2.226	21.73	96.8
2.201	18.92	95.7

MEZCLA G-20  
OBRA II

2.381	22.416	99.2
2.406	27.331	100.3
2.393	27.213	99.7
2.342	21.97	97.6
2.395	20.558	99.8
2.380	18.438	99.2
2.390	21.101	99.6
2.430	26.159	101.3
2.340	19.022	97.5
2.353	22.837	98.0
2.410	30.231	100.4
2.351	22.903	98.0
2.438	28.464	101.6
2.446	27.239	101.9
2.412	24.324	100.5
2.350	22.903	97.9
2.368	24.483	98.7
2.384	25.493	99.3
2.365	22.054	98.5
2.393	26.585	99.7
2.411	25.748	100.5
2.437	23.303	101.5

MEZCLA OBRA	G-20 III	DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
		gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
		2.33	25.91	98.7
		2.30	20.80	97.5
		2.35	28.26	99.6
		2.29	24.06	97.0
		2.32	24.13	98.3
		2.30	21.24	97.0
		2.30	19.10	96.2

MEZCLA OBRA	G-20 IV	DENSIDAD	RESIST.	COMPACT.
		gr/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
		2.3	16.95	96.6
		2.32	17.69	99.6
		2.29	18.20	98.3
		2.281	18.47	97.9
		2.29	19.80	98.3
		2.281	12.73	97.9
		2.281	19.50	97.9
		2.269	16.32	97.4
		2.30	20.64	98.7
		2.29	22.61	98.3
		2.29	21.17	98.3
		2.27	19.08	97.4
		2.32	24.60	99.6
		2.25	20.15	96.6
		2.3	16.81	98.7
		2.29	15.62	98.3
		2.32	9.01	99.6
		2.27	13.74	97.4
		2.28	10.64	97.9
		2.26	12.06	97.0
		2.34	29.05	100.4
		2.3	20.40	98.7
		2.25	16.40	96.6
		2.3	23.86	98.7
		2.31	27.18	99.1
		2.33	25.70	100.0
		2.33	25.20	100.0
		2.31	19.50	99.1
		2.33	22.20	100.0
		2.31	21.70	99.1

**A3. RESULTADOS DEL ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE EN TESTIGOS**

MEZCLA	TRAMO	MOD.INST. kg/cm <sup>2</sup>	MOD. TOT. kg/cm <sup>2</sup>
D-20	II	64468	33683
	I	52419	28570
	III	76220	43818
S-20	V	65157	35858
S-20 G	V	50879	28163
S-12 G	V	63389	35201
G-20	II	58656	32197
	I	60571	34800
	XI - B2	44498	26760
	XI - B1	43255	26182
	III - B2	52026	31356
	III - B1	50793	31149
G-25	V	67992	40117



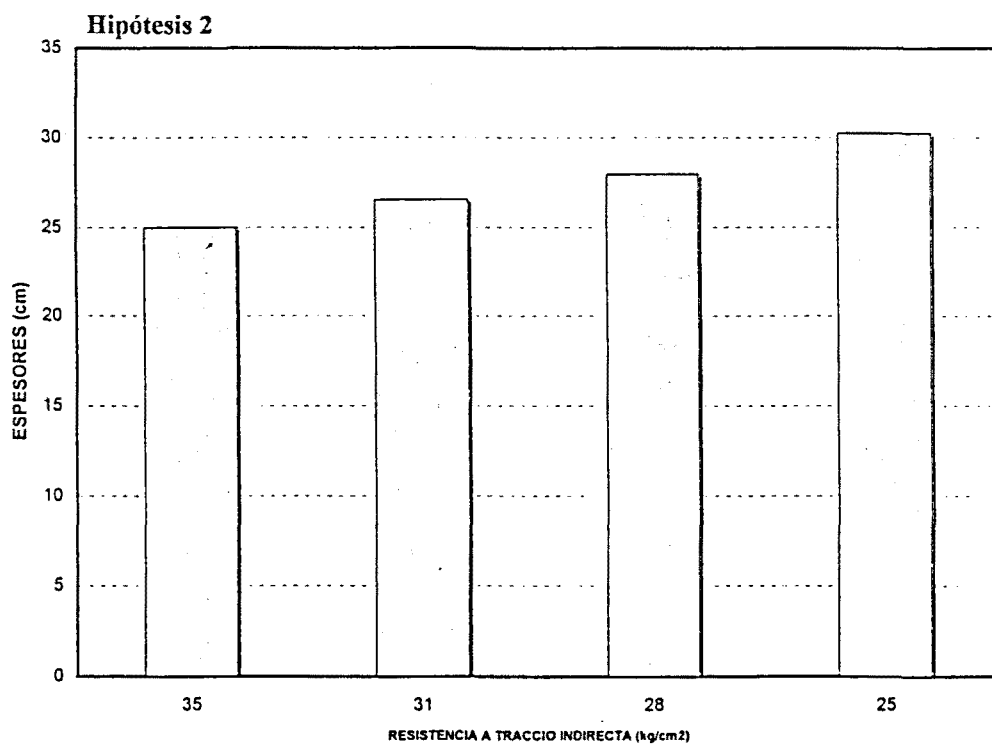
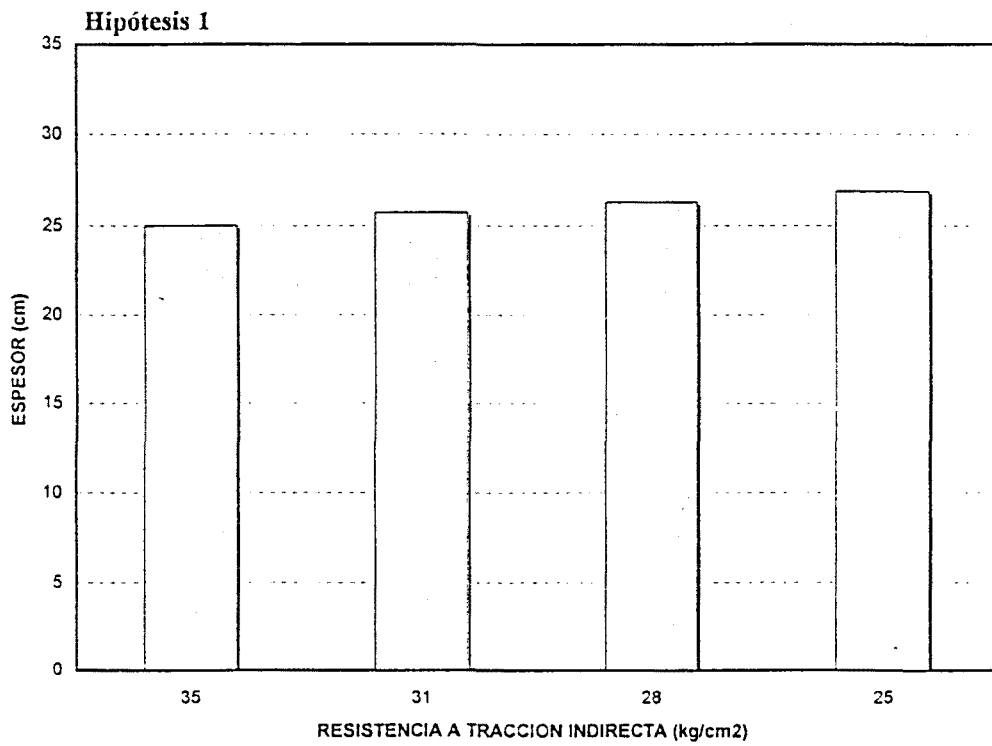
## A5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FATIGA

**CASO A/B-1 (Disminución de la resistencia de la 1<sup>era</sup> tongada de base)**

**Sección: 25 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>**

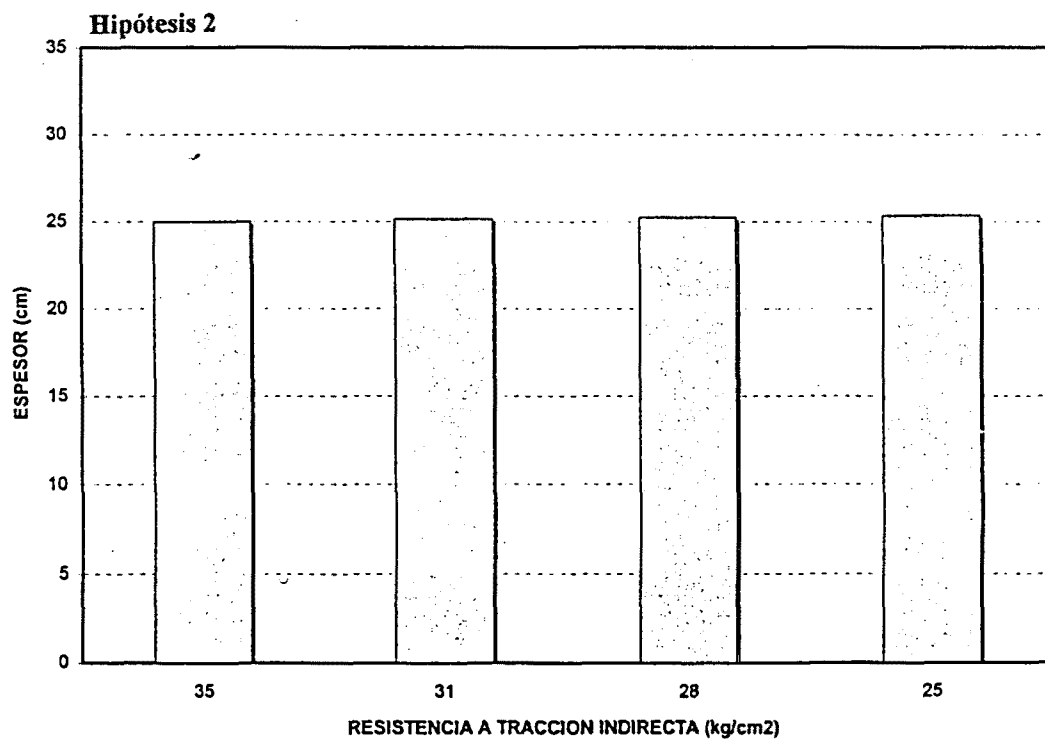
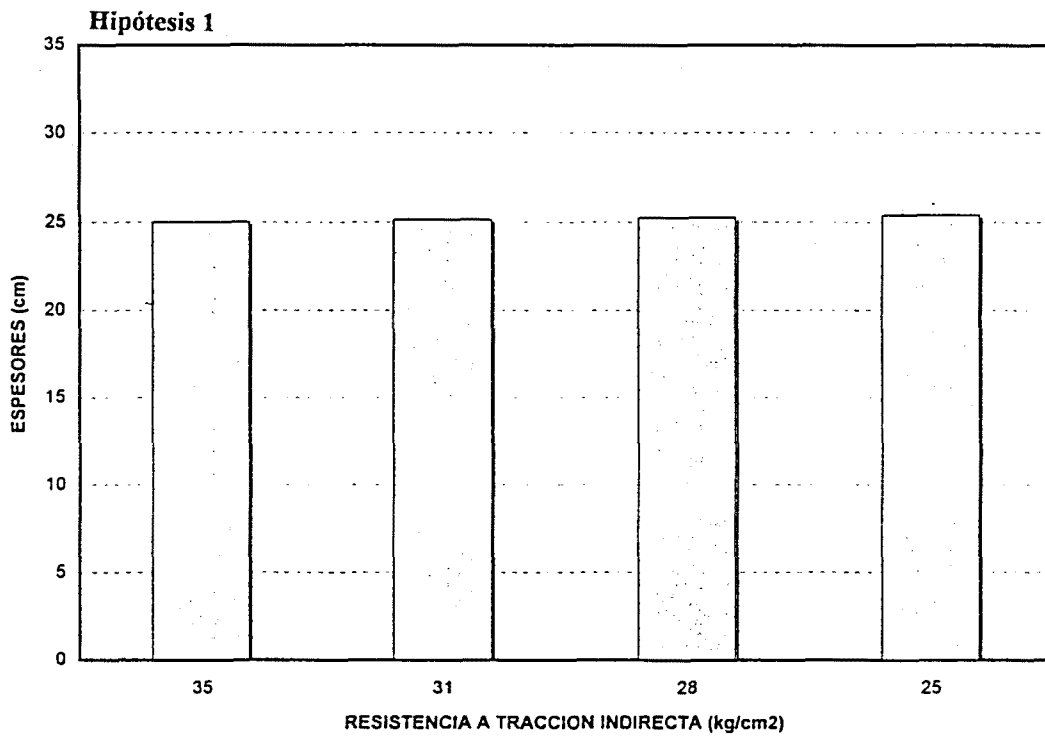


**CASO A/B-2 (Disminución de la resistencia de la 2ª tongada de base)**

Sección: 25 MB, 25 ZA, E3

Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P

Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>

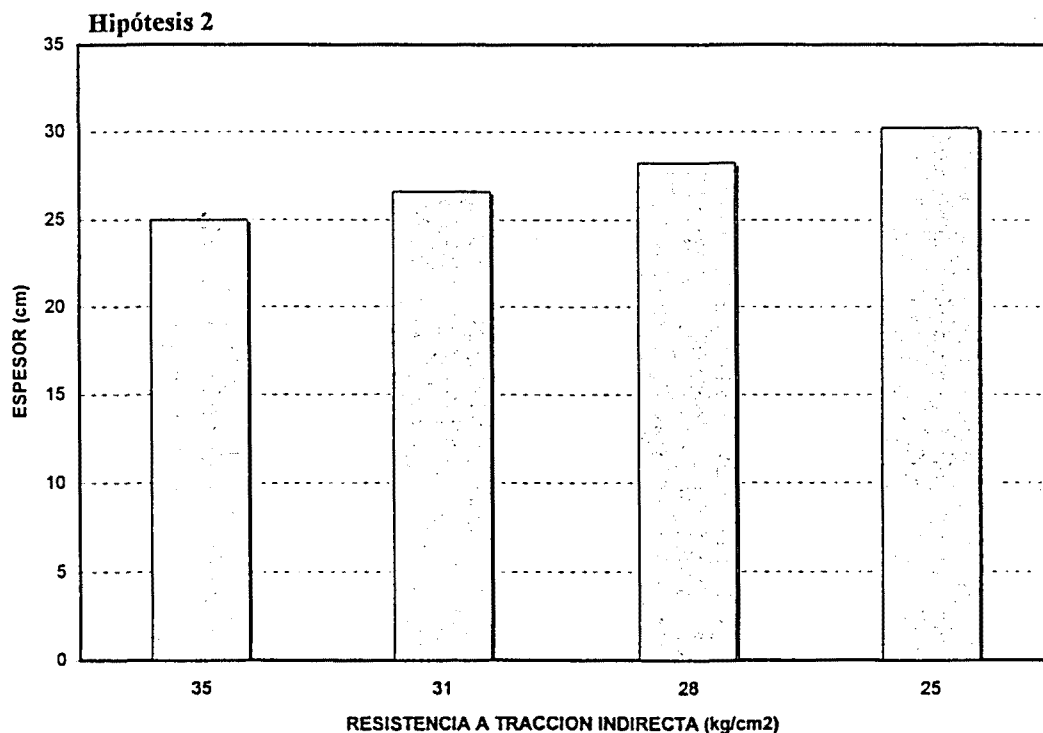
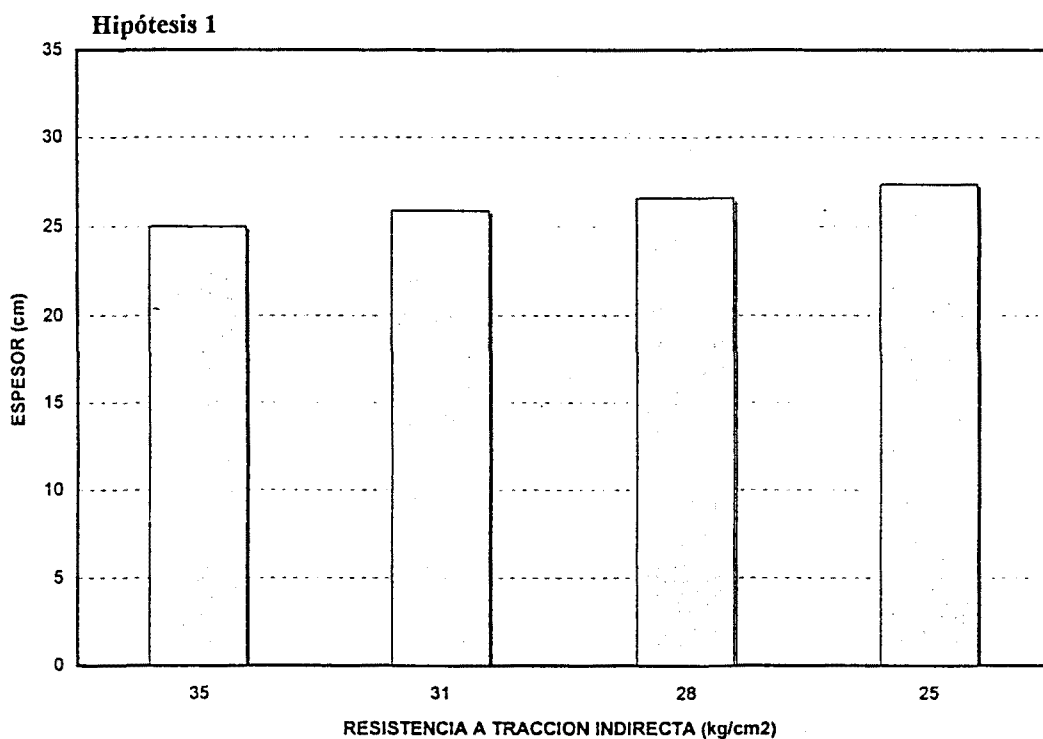


**CASO A/B1+2 (Disminución de la resistencia de las dos tongadas de base)**

**Sección: 25 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>**

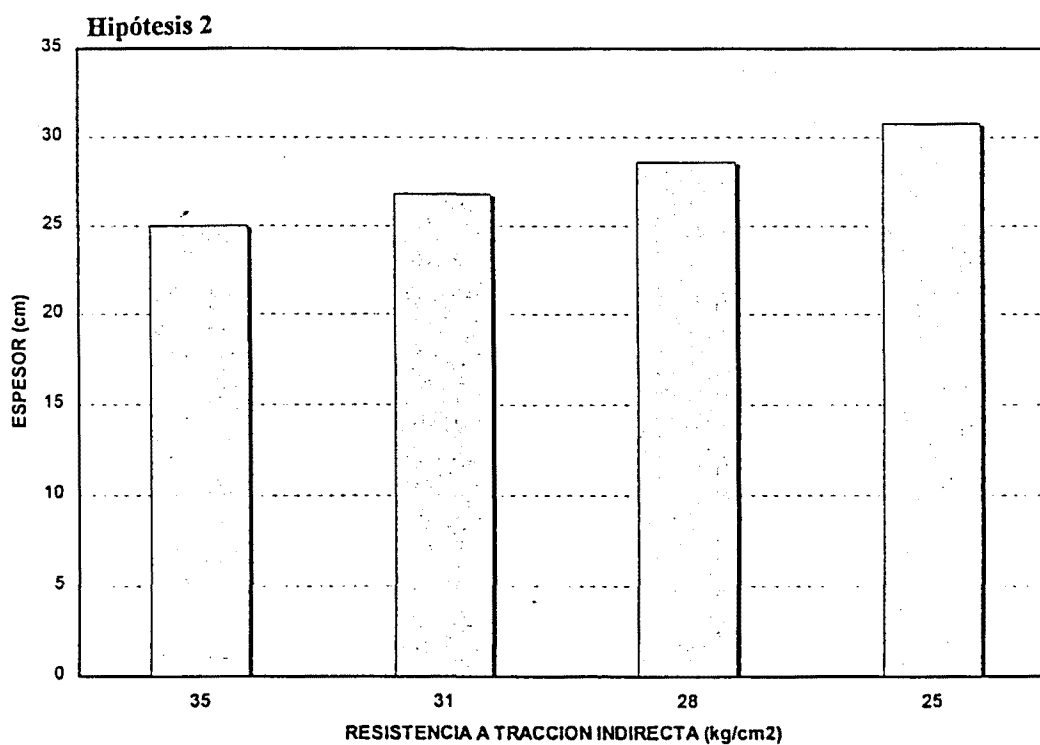
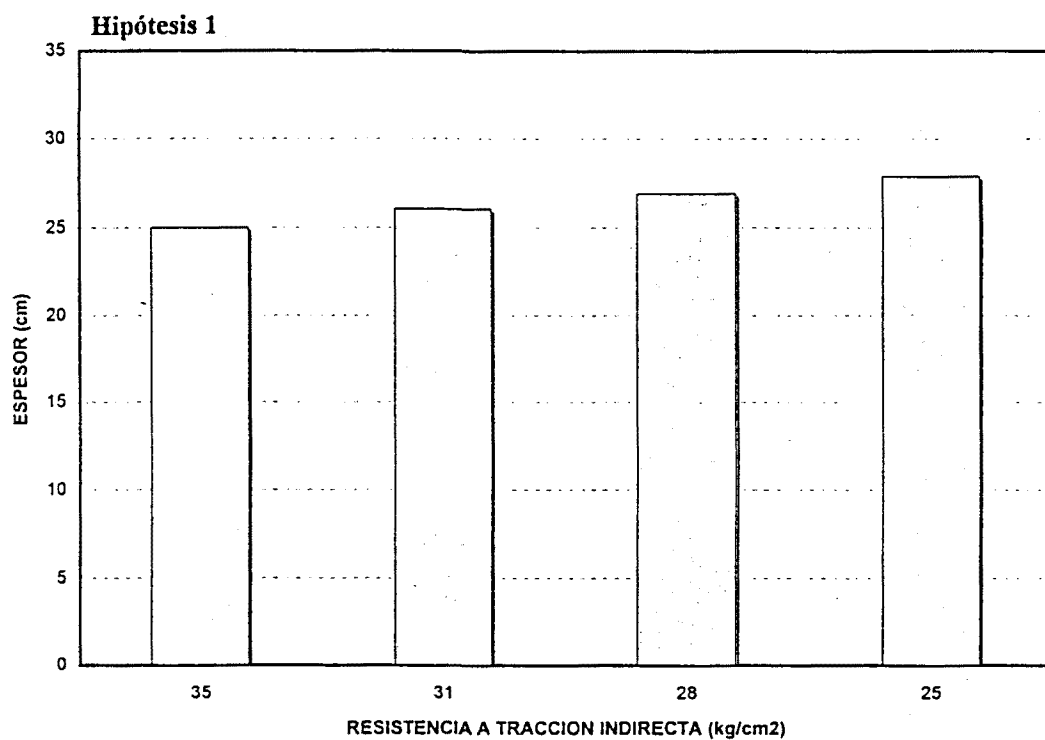


**CASO A/T (Disminución de resistencia de todas las capas asfálticas)**

**Sección: 25 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>**



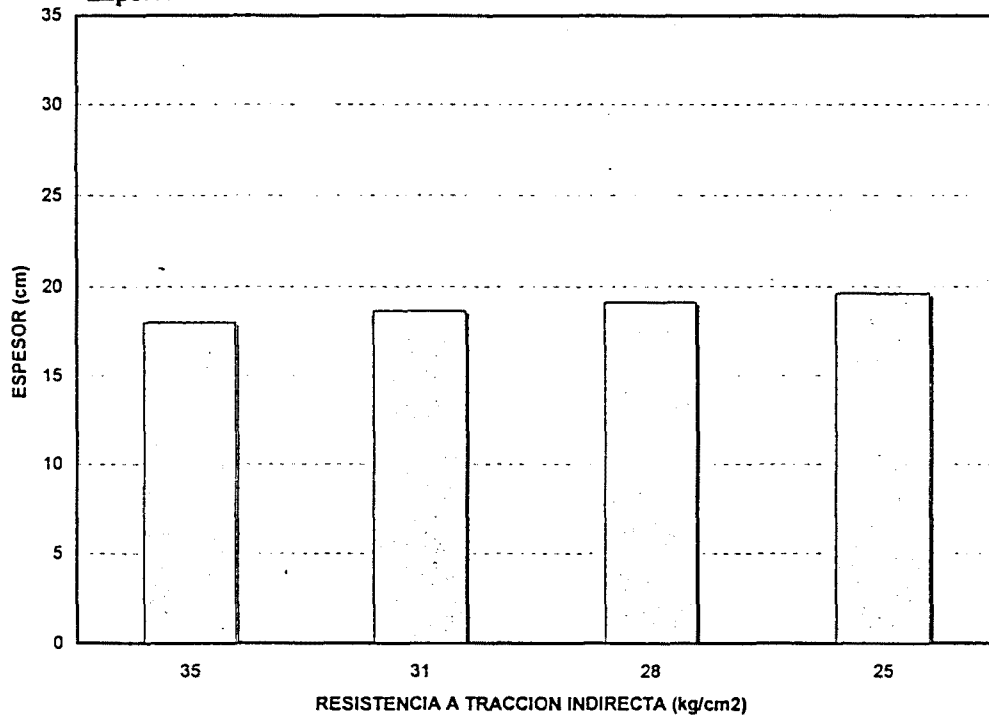
**CASO B/B-1 (Disminución de la resistencia de la 1<sup>era</sup> tongada de base)**

**Sección: 18 MB, 25 ZA, E3**

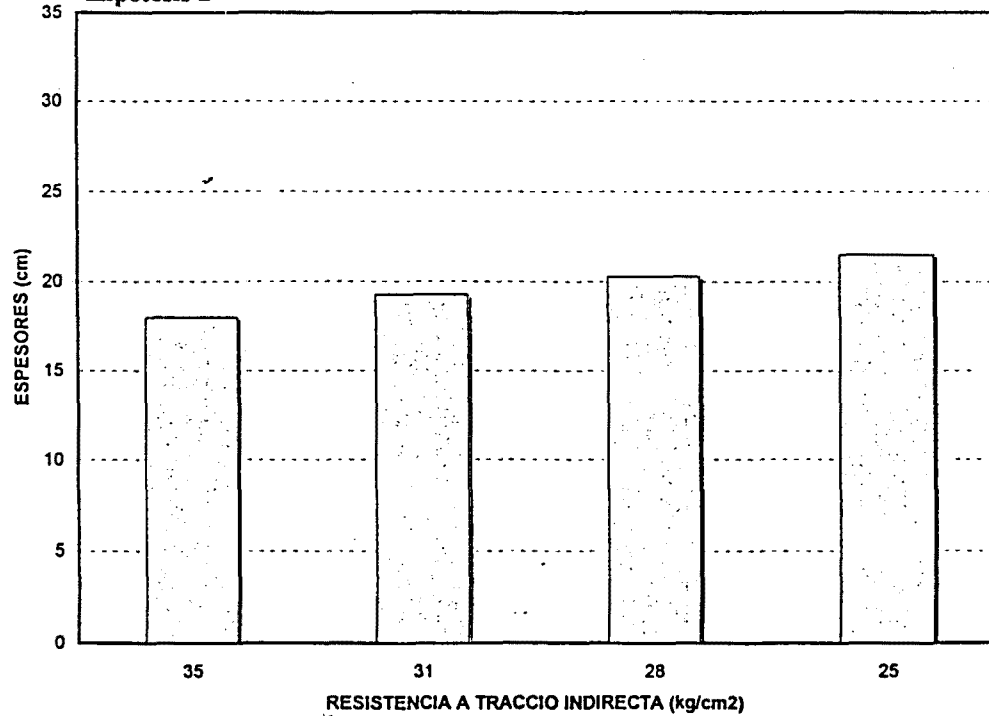
**Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Hipótesis 1**



**Hipótesis 2**

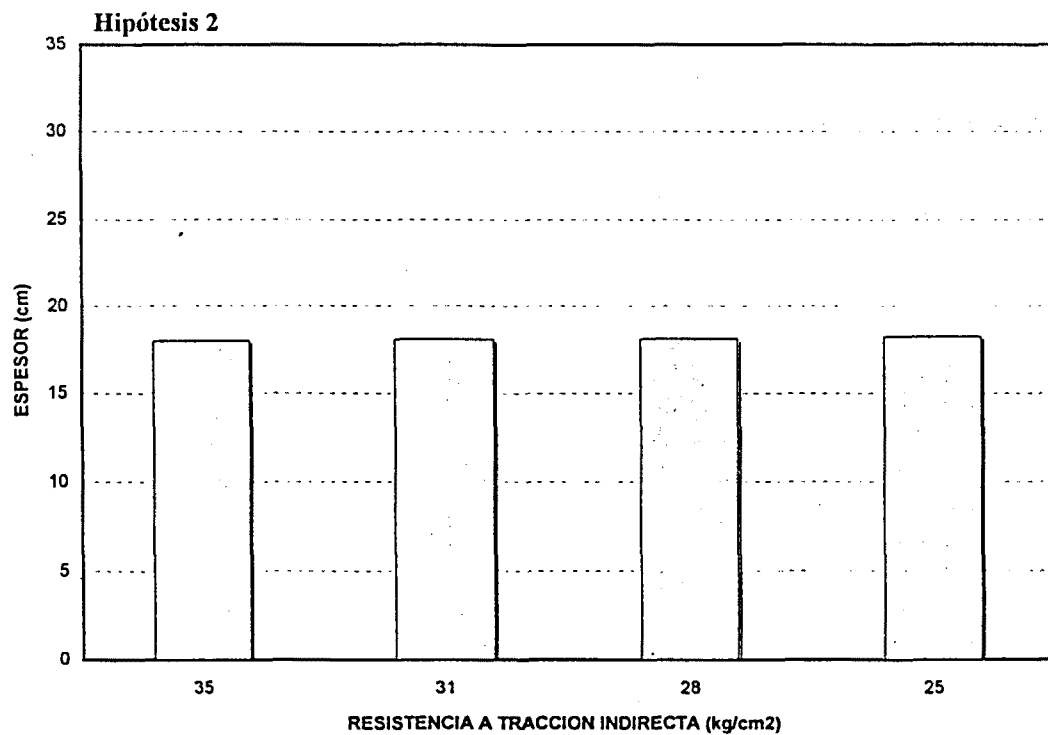
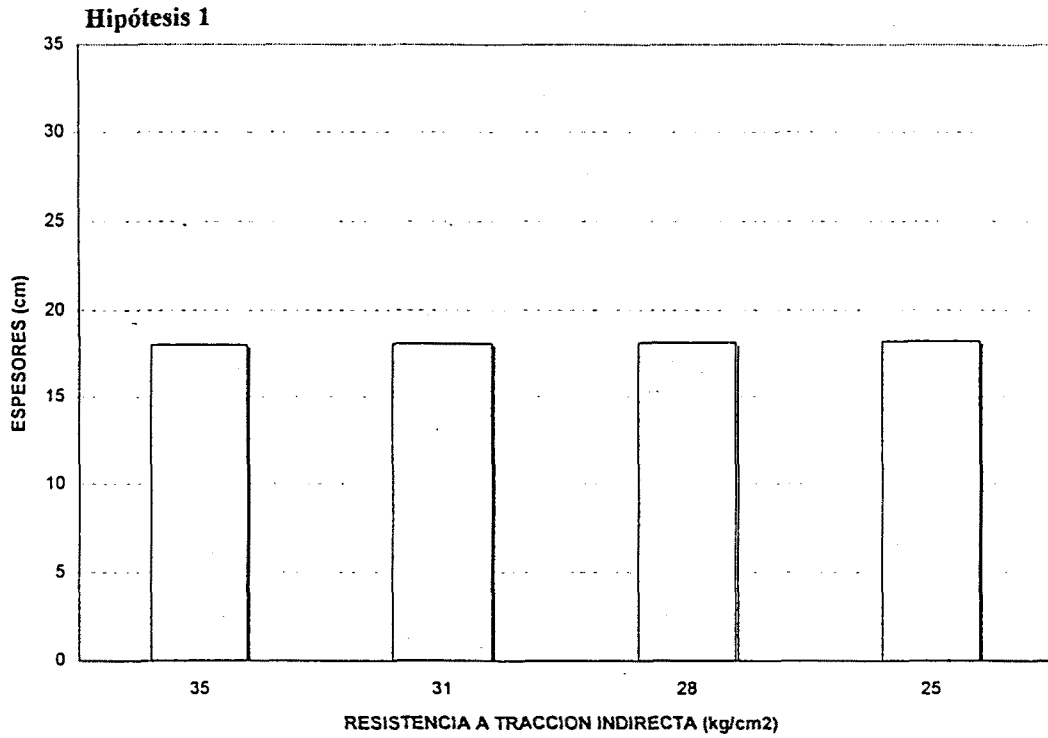


**CASO B/B-2 (Disminución de la resistencia de la 2ª tongada de base)**

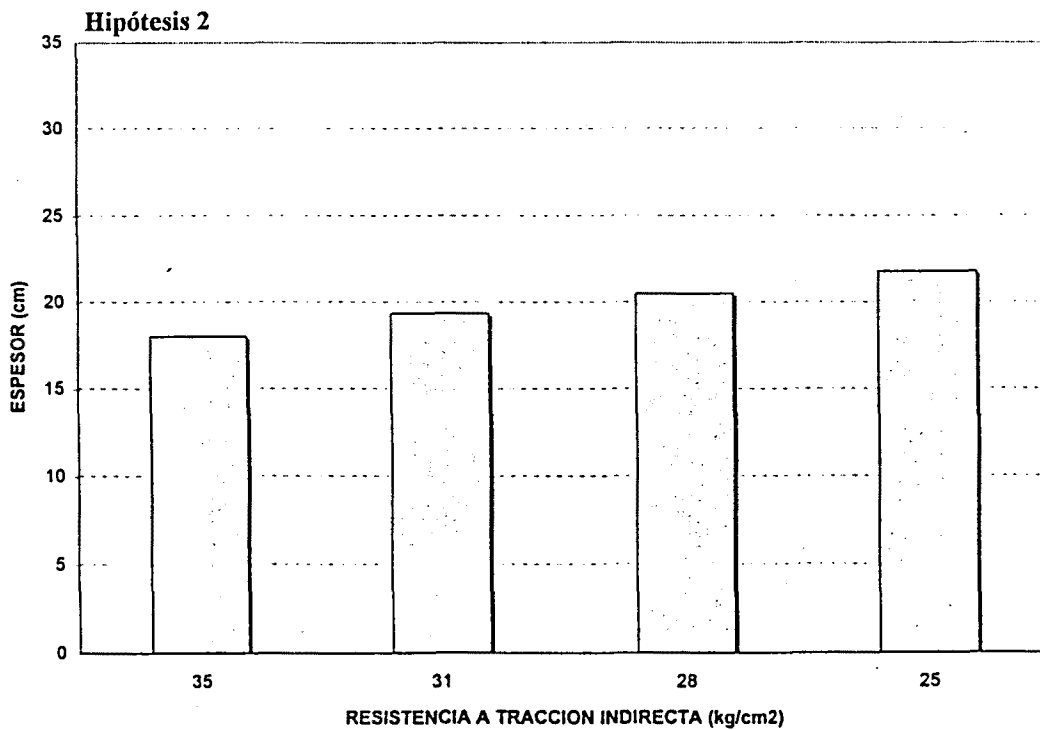
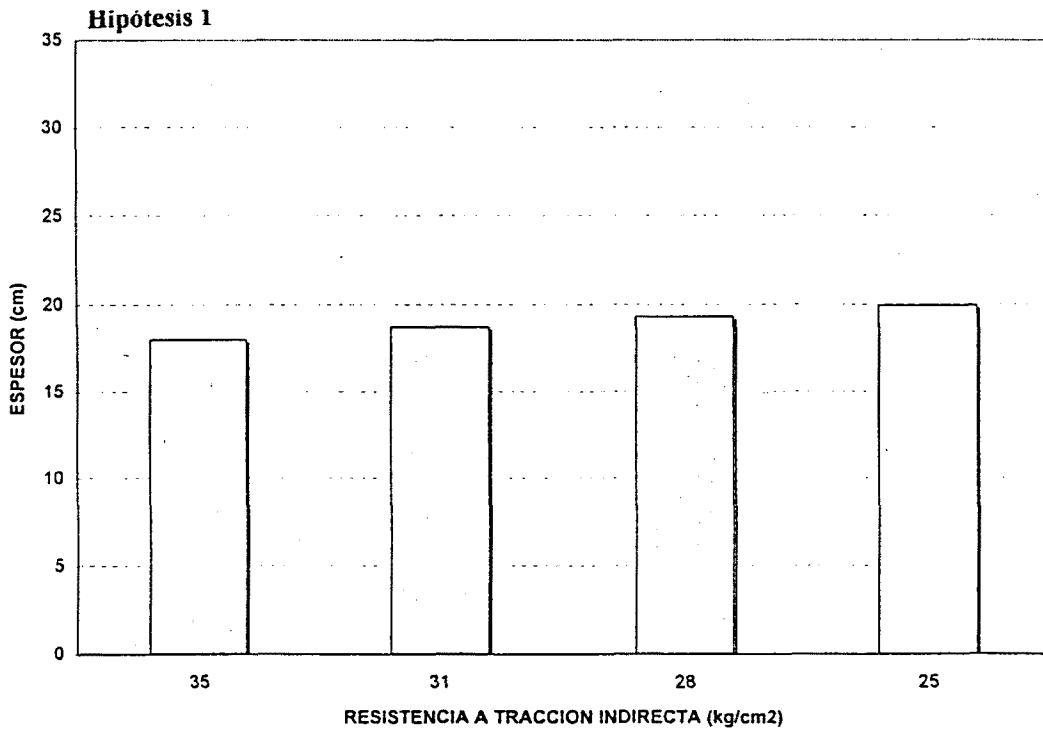
Sección: 18 MB, 25 ZA, E3

Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P

Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>



**CASO B/B1+2 (Disminución de la resistencia de las dos tongada de base)**  
**Sección: 18 MB, 25 ZA, E3**  
**Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P**  
**Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>**

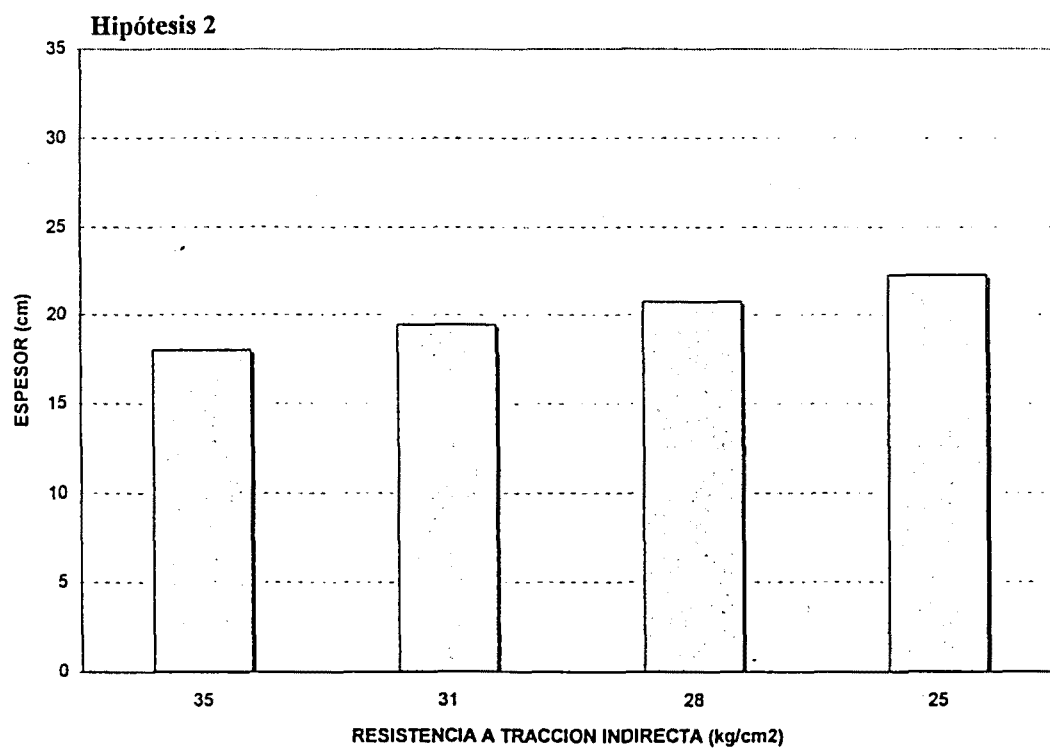
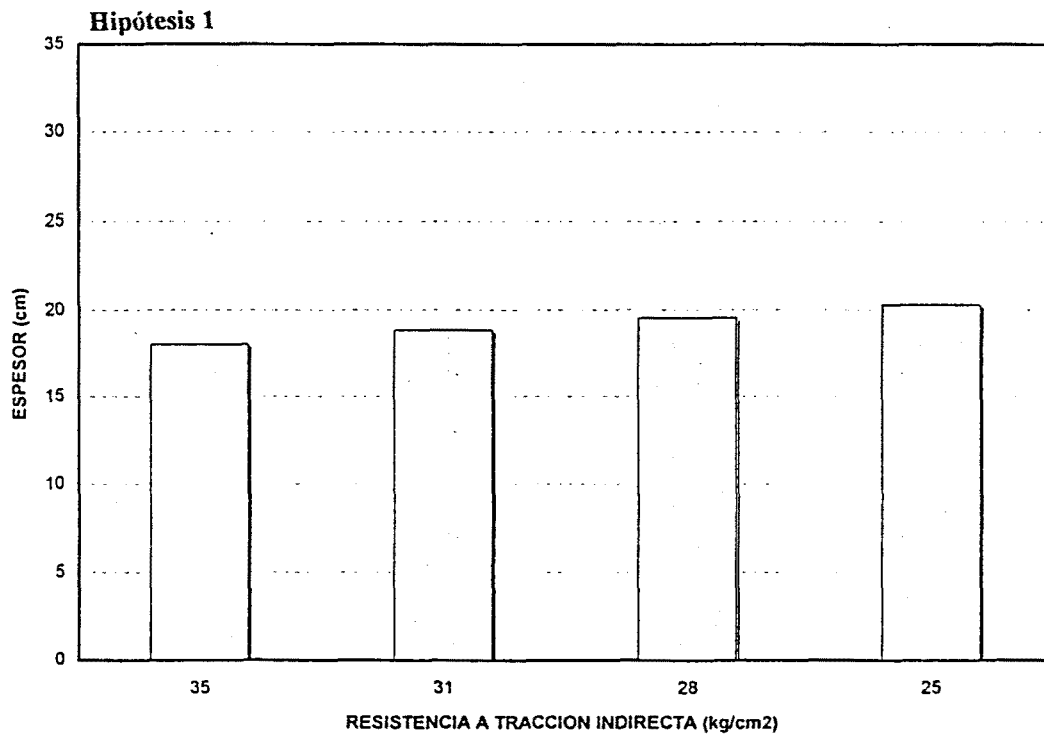


**CASO B/T (Disminución de la resistencia de todas las capas asfálticas)**

Sección: 18 MB, 25 ZA, E3

Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P

Resistencia Proyecto MB= 35 Kg/cm<sup>2</sup>



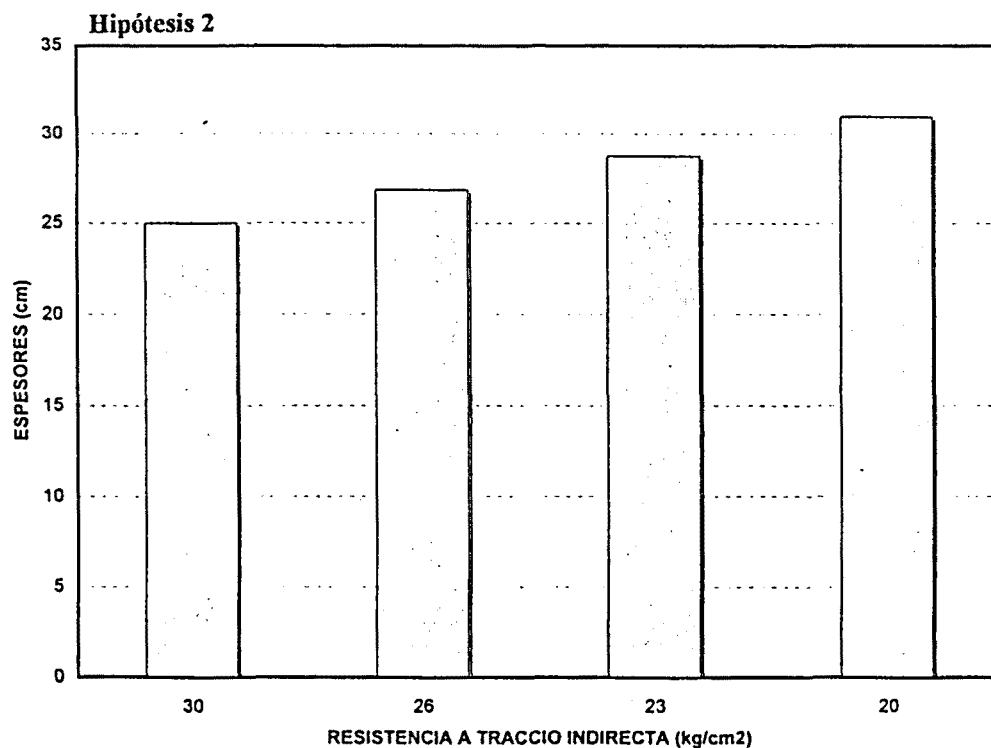
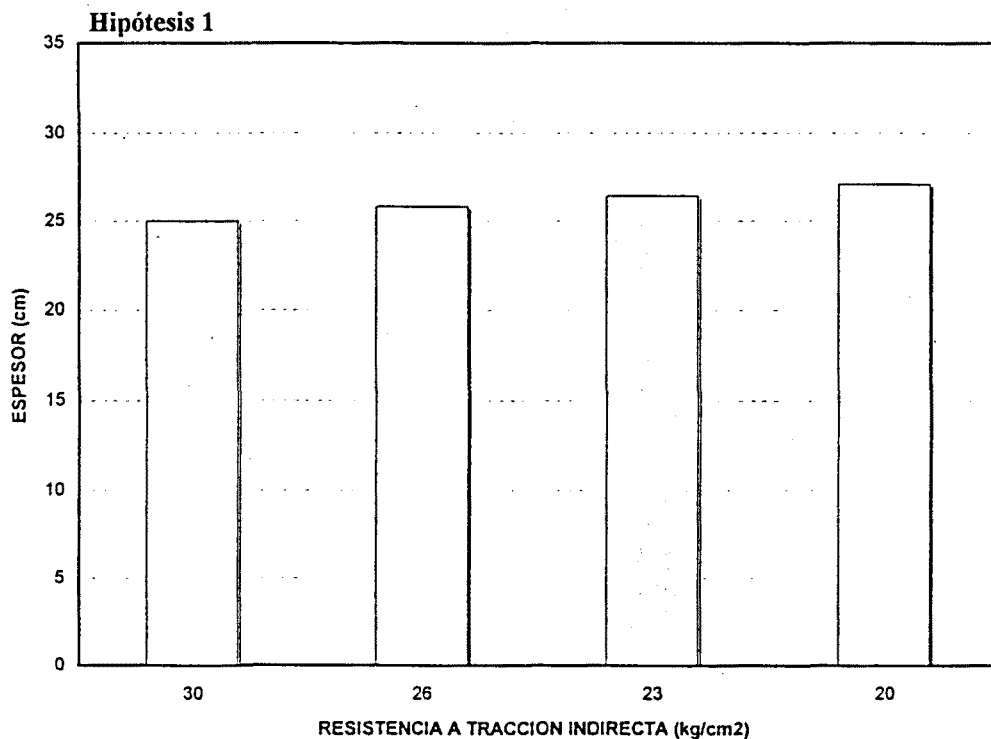


**CASO a/B-1 (Disminución de la resistencia de la 1<sup>era</sup> tongada de base)**

Sección: 25 MB, 25 ZA, E3

Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P

Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>

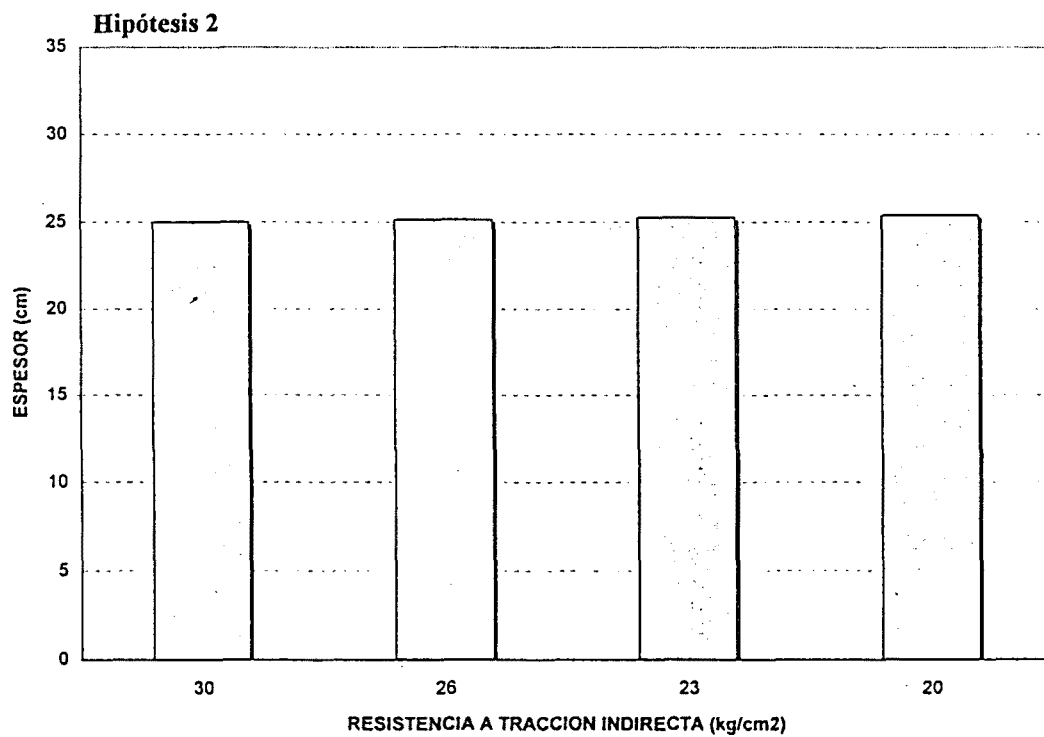
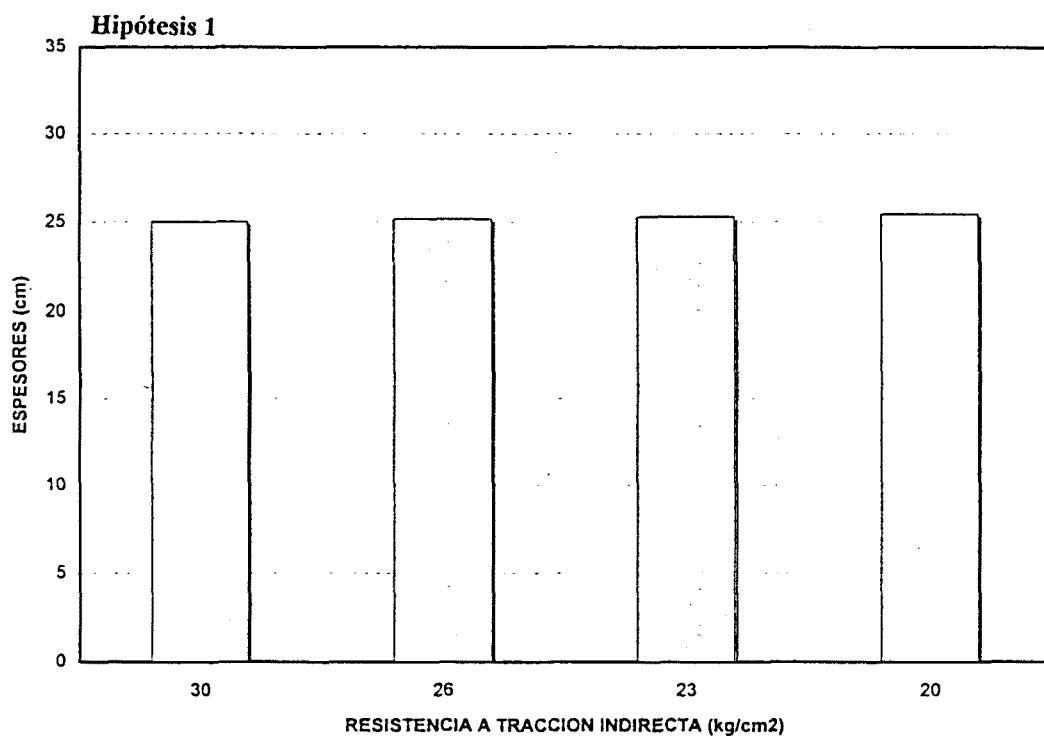


**CASO a/B-2 (Disminución de la resistencia de la 2ª tongada de base)**

**Sección: 25 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>**

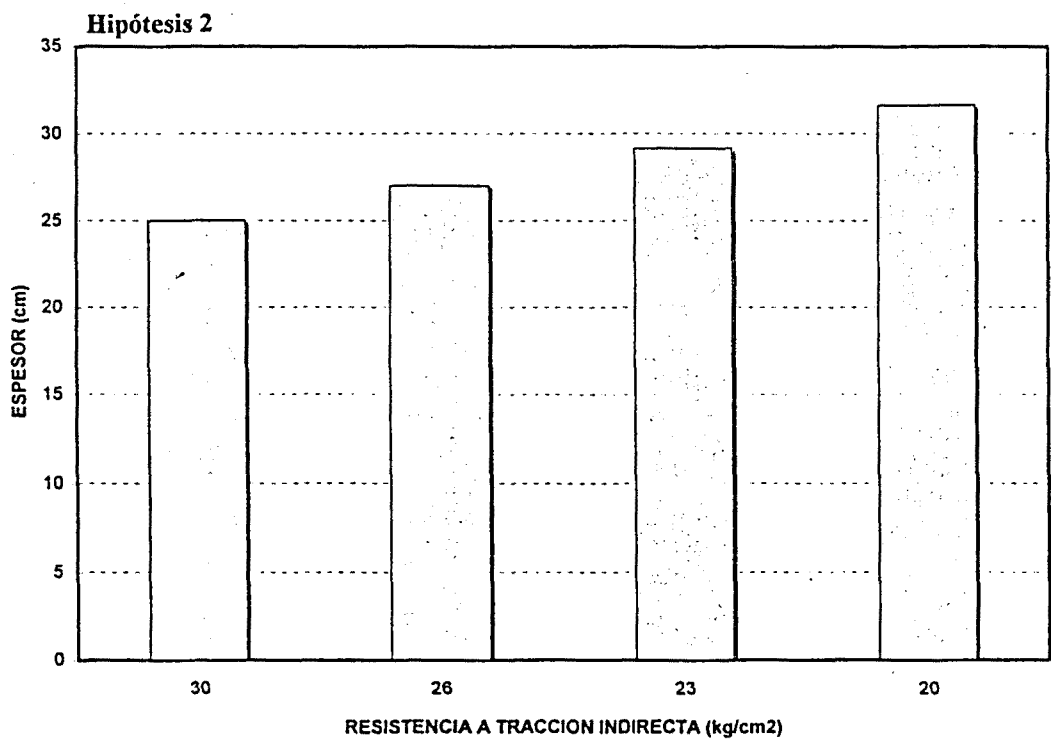
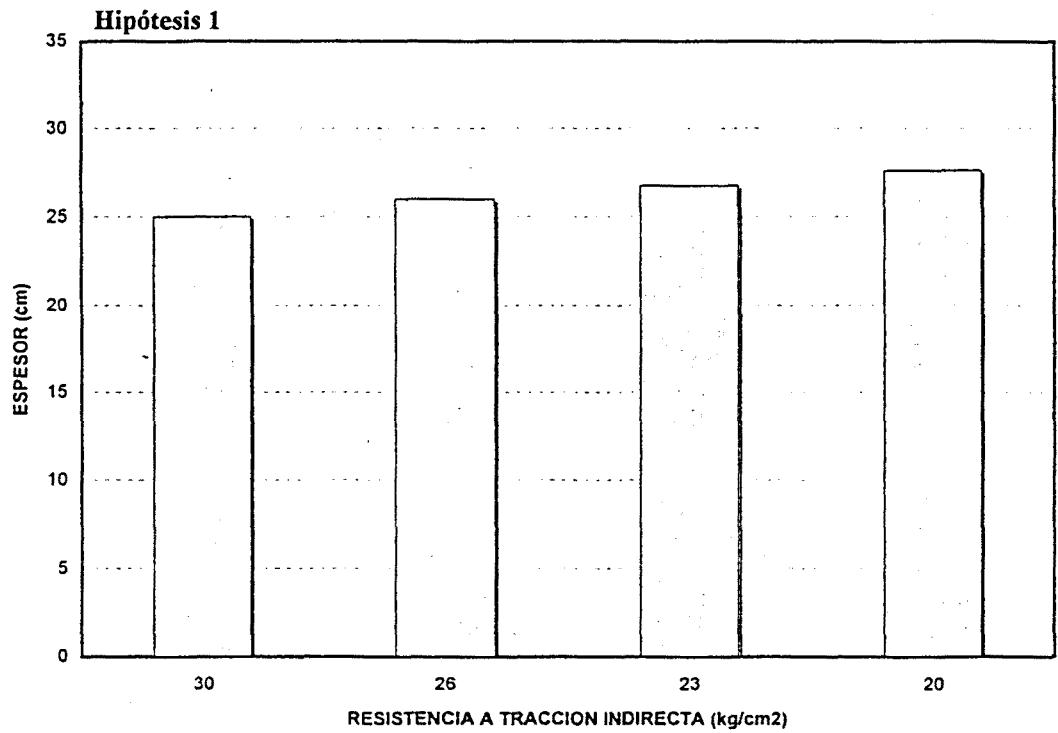


**CASO a/B1+2 (Disminución de la resistencia de las dos tongadas de base)**

**Sección: 25 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>**

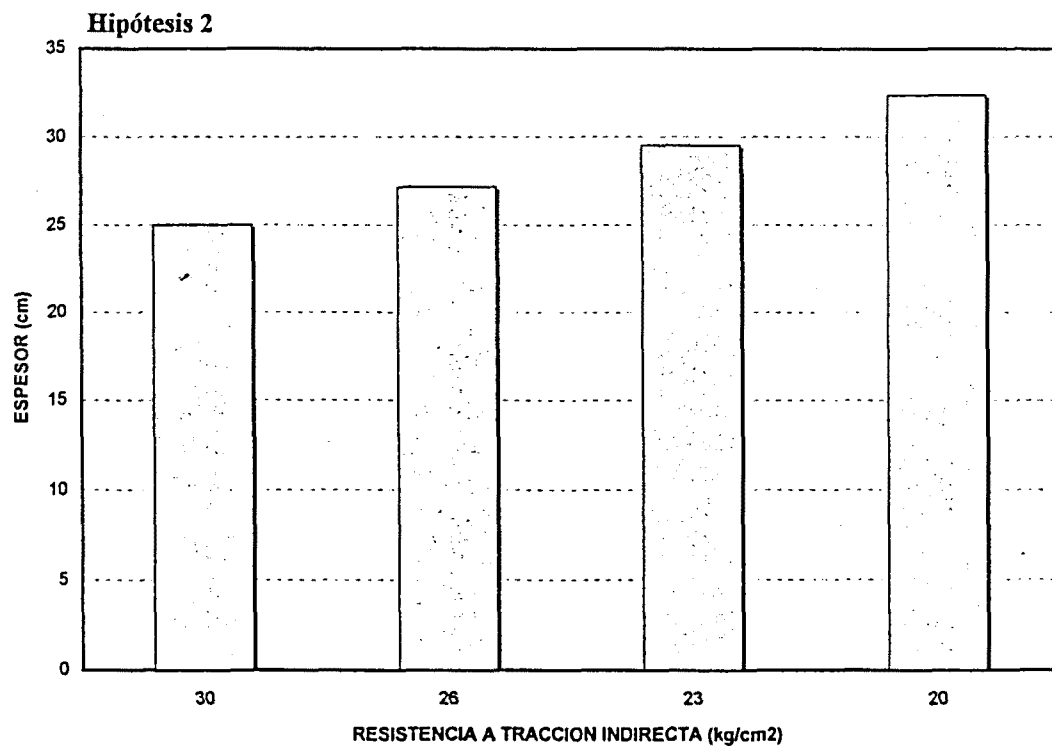
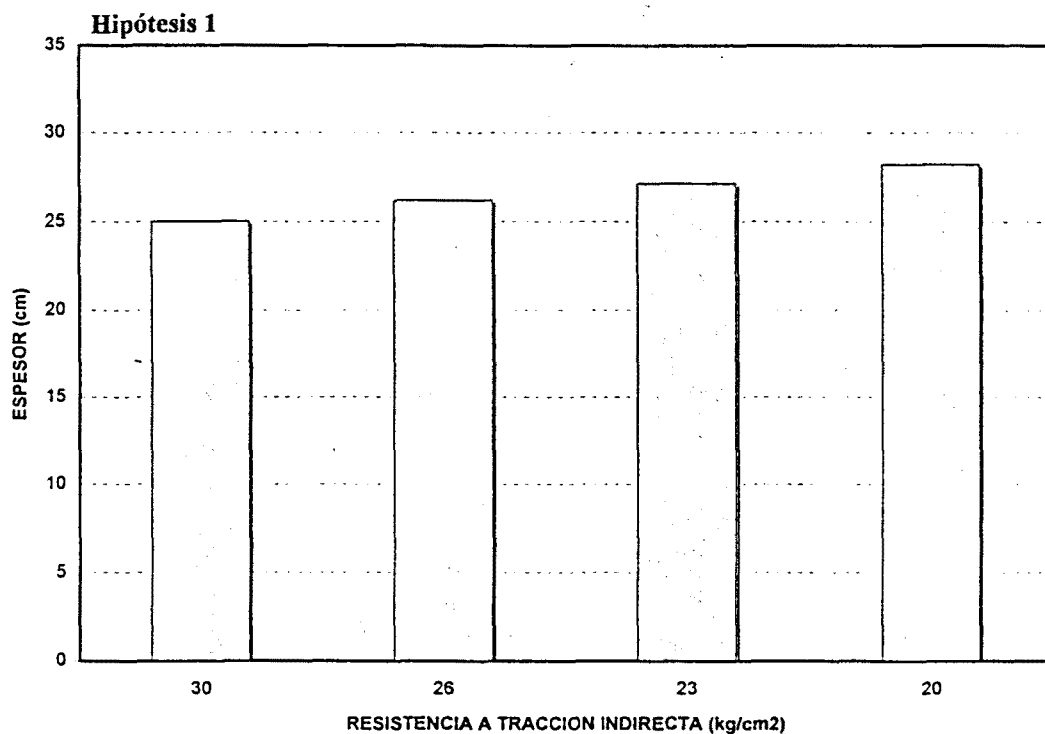


**CASO a/T (Disminución de resistencia de todas las capas asfálticas)**

**Sección: 25 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 10 cm B-1, 9 cm B-2, 6 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>**

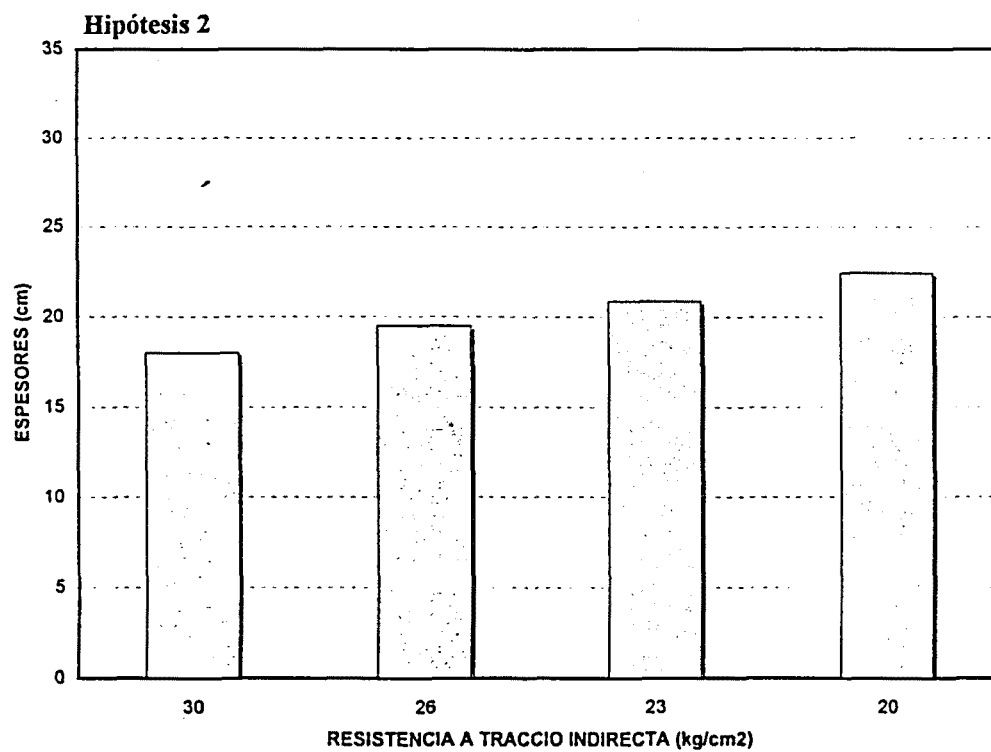
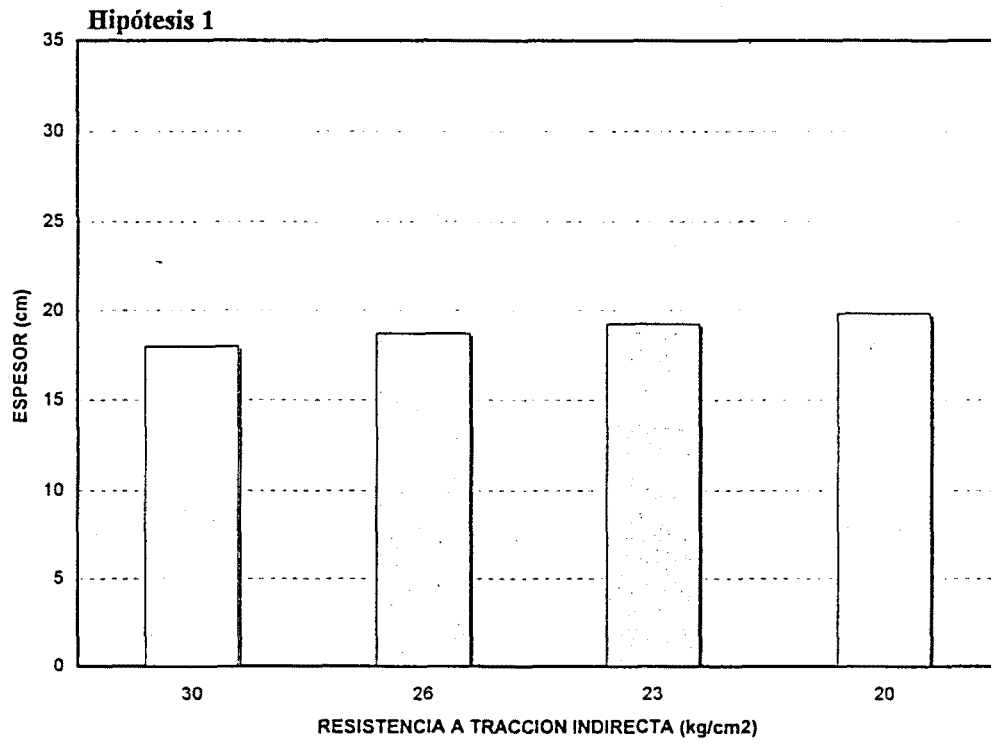


**CASO b/B-1 (Disminución de la resistencia de la 1<sup>era</sup> tongada de base)**

**Sección: 18 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>**

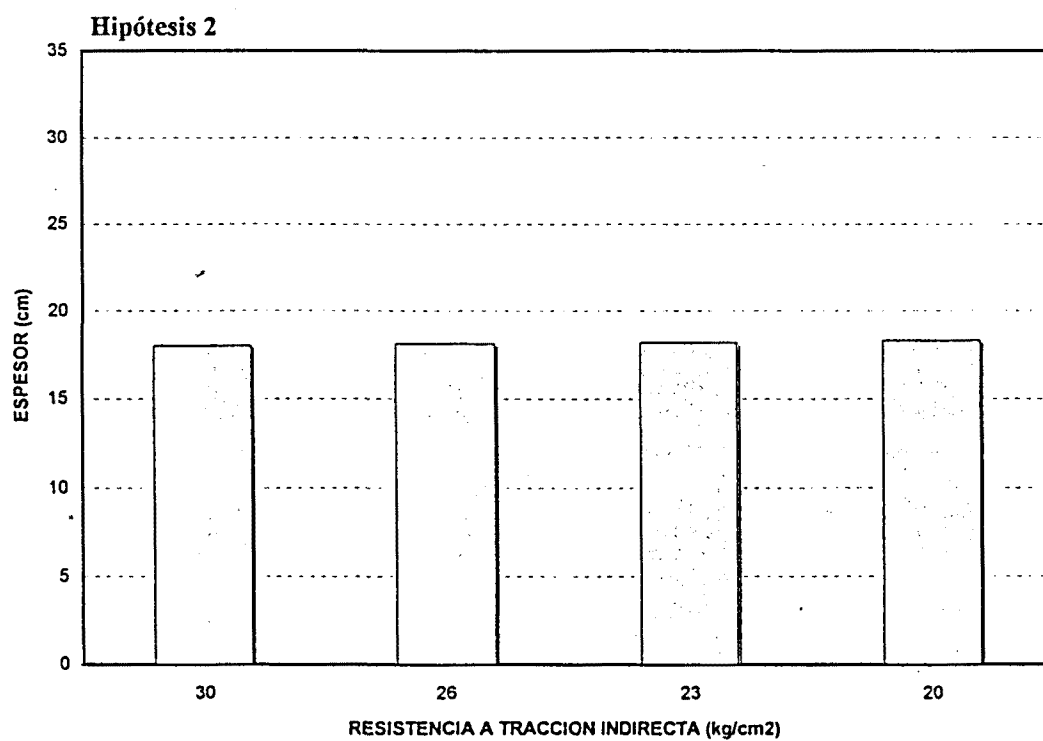
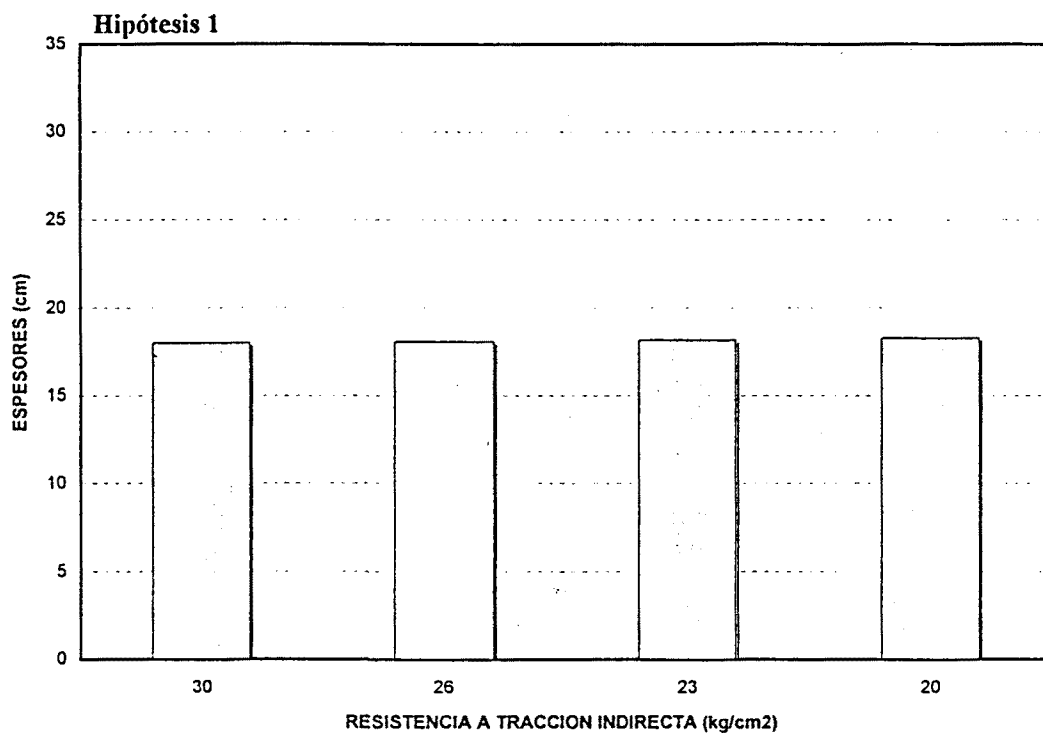


**CASO b/B-2 (Disminución de la resistencia de la 2ª tongada de base)**

**Sección: 18 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>**



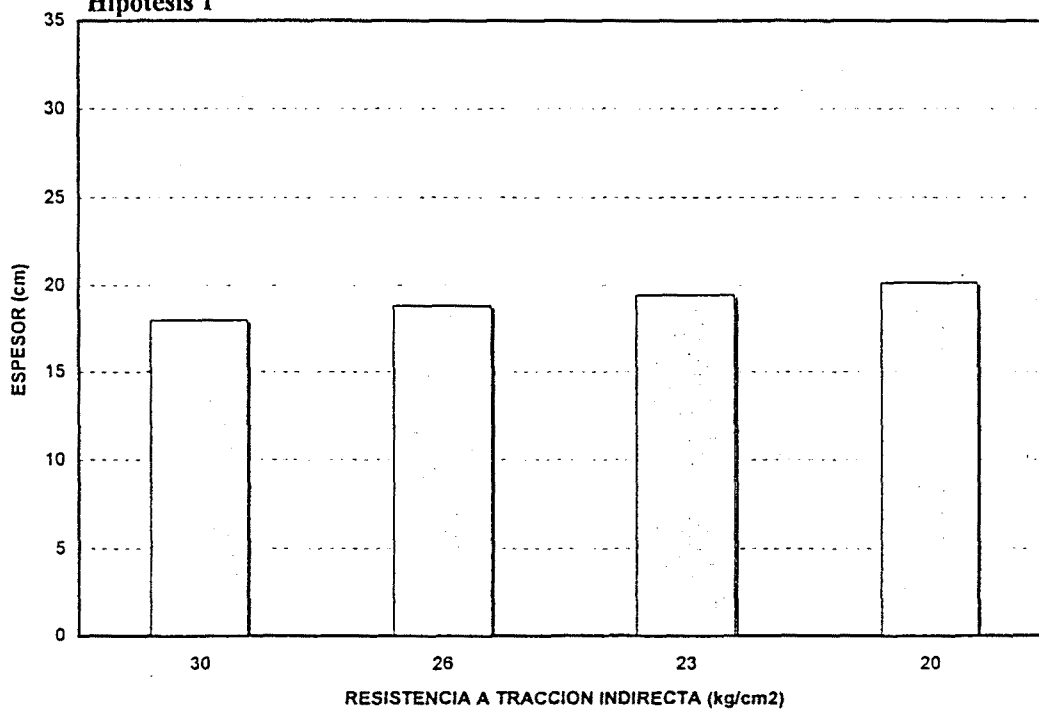
**CASO b/B1+2 (Disminución de la resistencia de las dos tongada de base)**

**Sección: 18 MB, 25 ZA, E3**

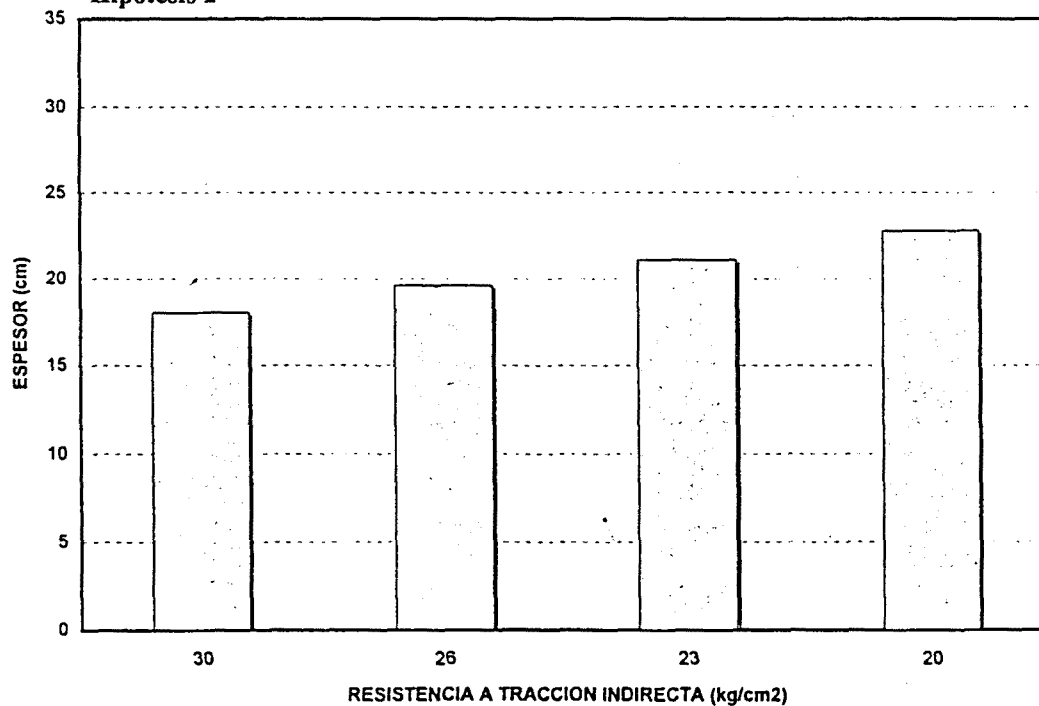
**Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Hipótesis 1**



**Hipótesis 2**



**CASO b/T (Disminución de la resistencia de todas las capas asfálticas)**

**Sección: 18 MB, 25 ZA, E3**

**Tongadas MB: 7 cm B-1, 6 cm B-2, 5 cm P**

**Resistencia Proyecto MB= 30 Kg/cm<sup>2</sup>**

