

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO A. NORMATIVA NACIONAL.....	1
ANEXO B. MÉTODO SUDAFRICANO.....	10
ANEXO C. MÉTODO DE AUSTRALIANO.....	17
ANEXO D. MÉTODO DE ESPAÑA.....	32
ANEXO E. APLICACIÓN DE MÉTODOS Y RESULTADOS.....	37

ANEXO A. NORMATIVA NACIONAL

La formula general de diseño, en la Ecuación 1, relaciona la cantidad de ejes equivalentes (EE) solicitantes, con el número estructural, el módulo resiliente de la subrasante (M_R) y nivel de confianza, hasta que la estructura experimente una perdida de serviciabilidad determinada (p_f), a partir de una serviciabilidad inicial (p_i).

$$EE = (NE + 25,4)^{9,36} * 10^{-(16,40+Z_R \times S_0)} * M_R^{2,32} * [(p_i - p_f)/(p_i - 1,5)]^{1/\beta} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$\beta = 0,40 + [97,81 / (NE + 25,4)]^{5,19} \quad \text{Ec. (2)}$$

En que:

EE : Ejes equivalentes

NE : Número estructural (mm)

$$NE_T = a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot h_2 + a_3 \cdot m_3 \cdot h_3 \quad \text{Ec. (3)}$$

a_1, h_1 : Coeficiente estructural y espesor (mm) de cada una de las capas asfálticas o tratadas que componen el pavimento. Los subíndices 2 y 3 representan las capas granulares no tratadas.

m_2, m_3 : Coeficiente de drenaje de las capas no tratadas (bases y subbases granulares)

Z_R : Coeficiente estadístico que depende del nivel de confianza que se adopte

S_0 : Desviación estándar del error combinado de todas las variables que intervienen en el modelo

M_R : Módulo resiliente del suelo de la subrasante (MPa)

p_i : Índice de serviciabilidad inicial

p_f : Índice de serviciabilidad final

Datos de Entrada

Para obtener el NEt requerido es necesario conocer información de los ejes equivalentes solicitantes, serviciabilidad, nivel de confianza, módulos elásticos y resilientes y coeficientes estructurales y de drenaje.

Tránsito

Las solicitaciones de carga se expresan en EE acumulados para un periodo de diseño que se establece en la Tabla A1.

Tabla A1. Vida de Diseño

CLASIFICACIÓN DEL CAMINO	VIDA DE DISEÑO (Años)
De alto tránsito en zonas urbanas	20 - 30
Caminos nacionales	10 - 20
Regionales Principales	10 - 20
Regionales Secundarios	5 - 20

El procedimiento requiere la transformación de los diferentes tipos y pesos de ejes que circulan por un camino, a un eje patrón único (a un eje simple de rueda doble de 80 kN o 18 Kips de peso) a través de un Factor de Ejes Equivalente (FEE), que varía para distintas características del pavimento (según NE, pi y pf que se adopten), como se muestra en la Ecuación 4.

$$FEE_x = \frac{(\text{Número de ejes de } X \text{ peso (kN) que causan una det. pérdida de serviciabilidad})}{(\text{Número de EE de 80kN que causan la misma pérdida de serviciabilidad})} \quad \text{Ec. (4)}$$

El MCV3, especifica los FEE por tipo de vehículo, según datos de plazas de pesajes como se muestran en la Tabla A2.

Tabla A2. Ejes Equivalentes por Vehículo

Plaza Localización	Pistas	Camión Simple		Camión múltiple		Bus	
		pf = 2,0	pf = 2,5	pf = 2,0	pf = 2,5	pf = 2,0	pf = 2,5
Chacalluta	12	0,47	0,45	2,66	2,49	1,86	1,77
Ruta 5N km.2.081	34	0,52	0,52	2,16	2,03	1,47	1,41
La Negra	12	0,36	0,35	1,88	1,78	1,68	1,35
Ruta 5N km.1.351	34	0,49	0,48	2,02	1,93	2,04	1,93
La Serena	34	0,28	0,28	1,71	1,62	1,63	1,56
Ruta 5N km.475							
Lampa	12	0,38	0,38	1,97	1,88	1,71	1,65
Ruta 5N km.27,5	34	0,41	0,41	2,03	1,93	1,81	1,75
Curacaví	12	0,3	0,3	1,6	1,53	2,03	1,95
Ruta 68 km 55	34	0,3	0,3	1,45	1,39	2,11	2,03
El Monte	12	0,34	0,33	1,62	1,57	1,73	1,68
Ruta 78	34	0,34	0,34	1,67	1,58	1,74	1,68
San Francisco	12	0,71	0,7	2,01	1,92	1,9	1,84
Ruta 5 S km 63	34	0,62	0,61	2,93	2,78	2	1,92
Concepción	12	0,57	0,56	2,77	2,61	1,61	1,54
Ruta 148 km 10	34	0,3	0,3	2,3	2,16	1,38	1,33
Los Horcones	34	1,21	1,17	4,22	3,78	2,08	1,94
Ruta 160 km 60							
Los Ángeles	12	0,33	0,32	2,58	2,41	1,88	1,78
Ruta 5 S km 500	34	0,27	0,27	3,33	3,16	1,66	1,59
Pistas 12 : pista o pistas con tránsito alejándose de Santiago Pistas 34 : pista o pistas con tránsito acercándose a Santiago							

Los EE acumulados calculados en base a TMDA deben corregirse según el Factor de Pista de diseño (fp), de acuerdo a la distribución del tránsito pesado por las diferentes pistas. Los valores se presentan en la Tabla A3.

Tabla A3. Distribución porcentual del tránsito pesado en carreteras unidireccionales de dos o más pistas.

TMDA por dirección	2 PISTAS		3 o MAS PISTAS		
	Interna	Externa	Interna (1)	Central	Externa
2.000	6	94	6	12	82
4.000	12	88	6	18	76
6.000	15	85	7	21	72
8.000	18	82	7	23	70
10.000	19	81	7	25	68
15.000	23	77	7	28	65
20.000	25	75	7	30	63
25.000	27	73	7	32	61
30.000	28	72	8	33	59
35.000	30	70	8	34	58
40.000	31	69	8	35	57
50.000	33	67	8	37	55
60.000	34	66	8	39	53
70.000	-	-	8	40	52
80.000	-	-	8	41	51
100.000	-	-	9	42	49

(1) Porcentaje combinado para una o más pistas

Clima

La emperatura media anual ponderada del aire (TMAPA), depende de la localidad en estudio y es calculada a partir de las temperaturas medias mensuales del aire (TMMA), provenientes de antecedentes de estaciones meteorológicas. Los valores disponibles para Chile de TMMA y TMAPA se presentan en la Tabla A4.

Tabla A4. Temperaturas medias mensuales (TMMA) y temperaturas medias anuales ponderadas (TMAPA).

ESTACIÓN	TMMA (°C)												TMAPA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Arica – Chacalluta	22,0	22,3	21,4	19,5	17,6	16,4	15,6	15,7	16,3	17,5	19,1	20,6	19,0
Iquique - Diego Aracena	21,1	21,1	20,1	18,3	16,9	15,9	15,2	15,3	15,9	16,9	18,4	20,0	18,2
Calama - El Loa	15,1	14,9	13,9	12,1	10,3	8,7	8,6	9,4	11,2	12,7	14,1	14,8	12,5
Antofagasta - Cerro Moreno	20,0	19,9	18,7	16,8	15,2	14,0	13,4	13,7	14,3	15,5	16,9	18,7	16,8
Isla de Pascua – Mataverí	23,3	23,6	23,1	21,8	20,2	18,8	18,2	18,0	18,3	19,1	20,4	21,8	20,8
Copiapó – Chamonate	19,6	19,4	17,9	15,4	13,2	11,4	11,3	12,0	13,2	14,8	16,4	18,3	15,8
Vallenar – Aeródromo	18,6	18,6	17,1	14,9	13,1	11,7	11,4	12,2	13,0	14,5	15,6	17,5	15,3
La Serena - La Florida	17,1	16,9	15,6	13,7	12,3	10,9	10,7	10,9	11,6	12,9	14,3	16,1	13,9
Quintero	16,0	15,6	14,3	12,7	11,6	10,3	10,0	10,4	11,0	12,3	13,8	15,1	13,5
Valparaíso - Punta Angeles	17,0	16,8	15,6	14,2	13,3	12,0	11,4	11,7	12,1	13,2	14,7	16,2	14,3
Santiago - Pudahuel	20,2	19,1	16,7	13,1	10,0	7,7	7,3	8,6	10,6	13,6	16,6	19,2	14,9
Santiago - Quinta Normal	20,9	19,9	17,6	14,2	11,1	8,5	8,1	9,5	11,5	14,5	17,3	19,9	15,7
Santiago - Los Cerrillos	20,5	19,6	17,4	14,2	11,1	8,5	8,2	9,4	11,3	14,1	17,0	19,4	15,4
Isla Juan Fernández	18,5	18,7	17,9	16,6	15,3	13,7	12,7	12,3	12,4	13,4	14,9	17,0	15,6
Sewell	15,8	15,6	14,3	11,9	8,3	5,7	4,8	5,5	7,1	9,4	12,1	14,5	11,4
Parrón	18,9	18,1	15,9	12,4	10,0	7,5	7,3	7,8	9,3	12,2	15,1	17,6	13,8
Curicó - General Freire	19,9	18,9	15,9	12,1	9,5	7,4	7,2	8,2	10,1	13,0	15,9	18,7	14,4
Chillán – Gral.B. O'Higgins	19,1	18,3	15,8	12,3	9,6	7,7	7,3	8,2	9,7	11,9	14,9	17,7	13,8
Concepción - Carriel Sur	16,3	15,7	13,9	1,0	10,8	9,2	8,8	9,1	9,7	11,5	13,5	15,5	12,6
Temuco – Maquehue	15,8	15,4	13,5	11,0	9,4	7,5	7,2	7,7	8,8	10,6	12,7	14,7	11,8
Valdivia – Pichoy	15,8	15,2	13,2	10,5	9,3	7,4	7,0	7,4	8,6	10,4	12,7	14,9	11,7
Osorno - Cañal Bajo	15,2	14,5	12,6	10,2	6,7	6,7	6,5	7,1	8,2	10,1	12,3	14,3	11,1
Puerto Montt- El Tepual	14,3	13,6	12,1	10,1	8,8	6,7	6,8	6,8	7,8	9,6	11,6	13,4	10,6
Puerto Aysén –Aeródromo	13,6	13,2	11,5	9,2	6,7	4,3	3,9	5,1	6,9	9,1	11,4	12,9	9,7
Coyhaique - Teniente Vidal	13,6	13,2	11,2	8,2	5,2	2,6	2,0	3,8	5,9	8,4	11,0	12,6	9,1
Balmaceda – Aeropuerto	11,9	11,4	9,3	6,5	3,4	0,8	0,2	1,9	4,1	6,7	9,2	10,9	7,4
Chile Chico – Aeródromo	15,4	15,0	12,3	8,8	5,5	3,0	2,3	3,7	6,4	9,3	12,5	14,4	10,4
Cochrane - Aeródromo	13,6	13,2	10,5	7,4	4,0	1,1	0,9	3,0	5,8	8,5	11,1	12,7	8,9
Pta Arenas - Carlos Ibáñez	10,5	10,1	8,2	6,0	3,4	1,5	1,1	2,0	4,0	6,4	8,2	9,7	6,6
Isla Diego Ramírez	7,2	7,5	6,6	5,6	4,5	3,7	3,2	3,2	3,6	4,7	5,5	6,5	5,3

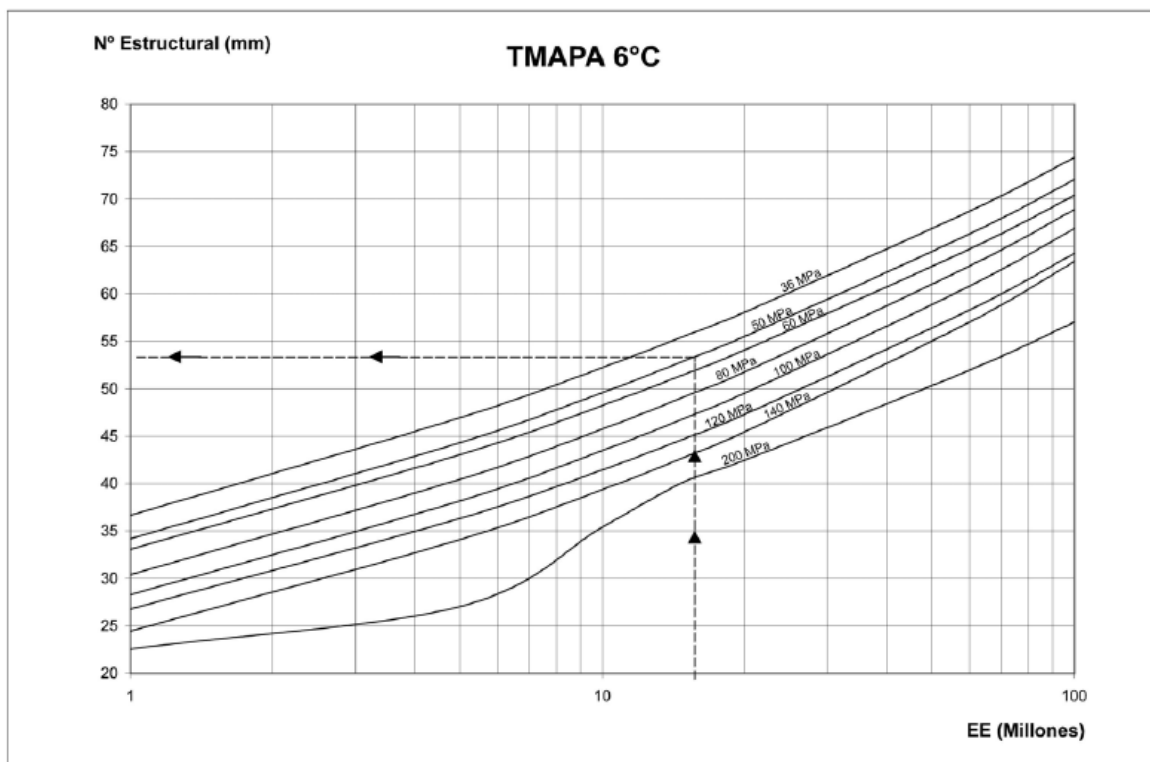


Figura A1. Número estructural capas asfálticas para TMAPA 6°C.

Referencia: MOP, 2012.

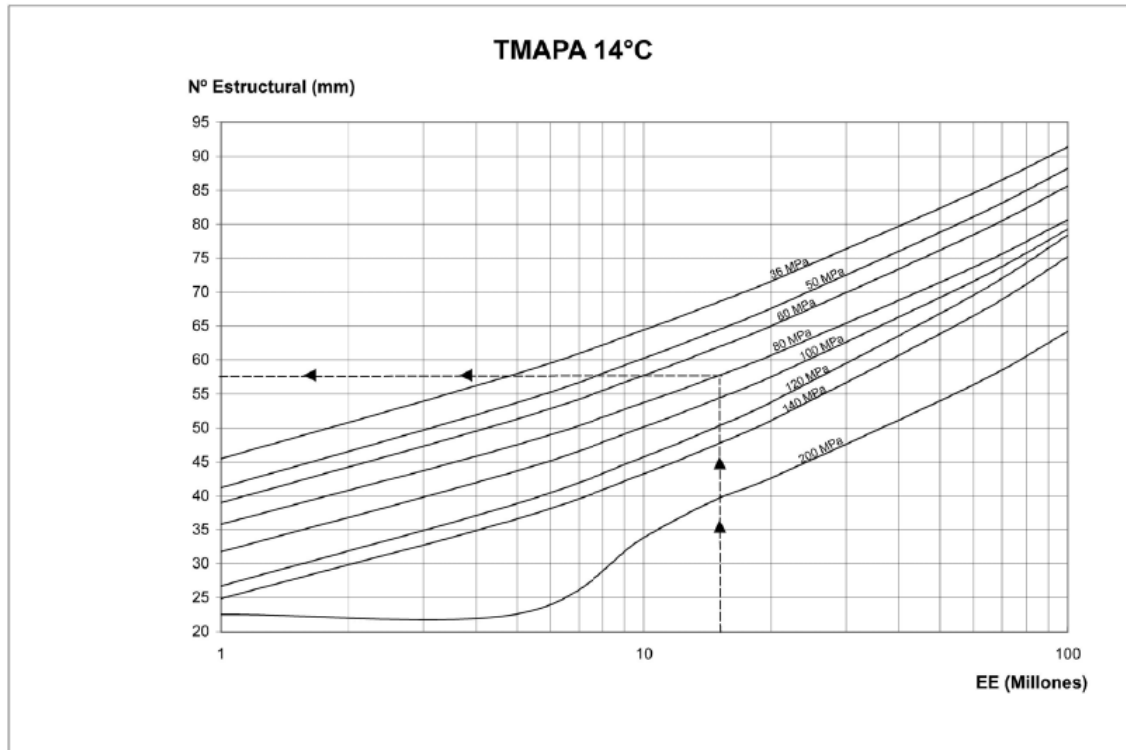


Figura A2. Número estructural capas asfálticas para TMAPA 14°C.

Referencia: MOP, 2012.

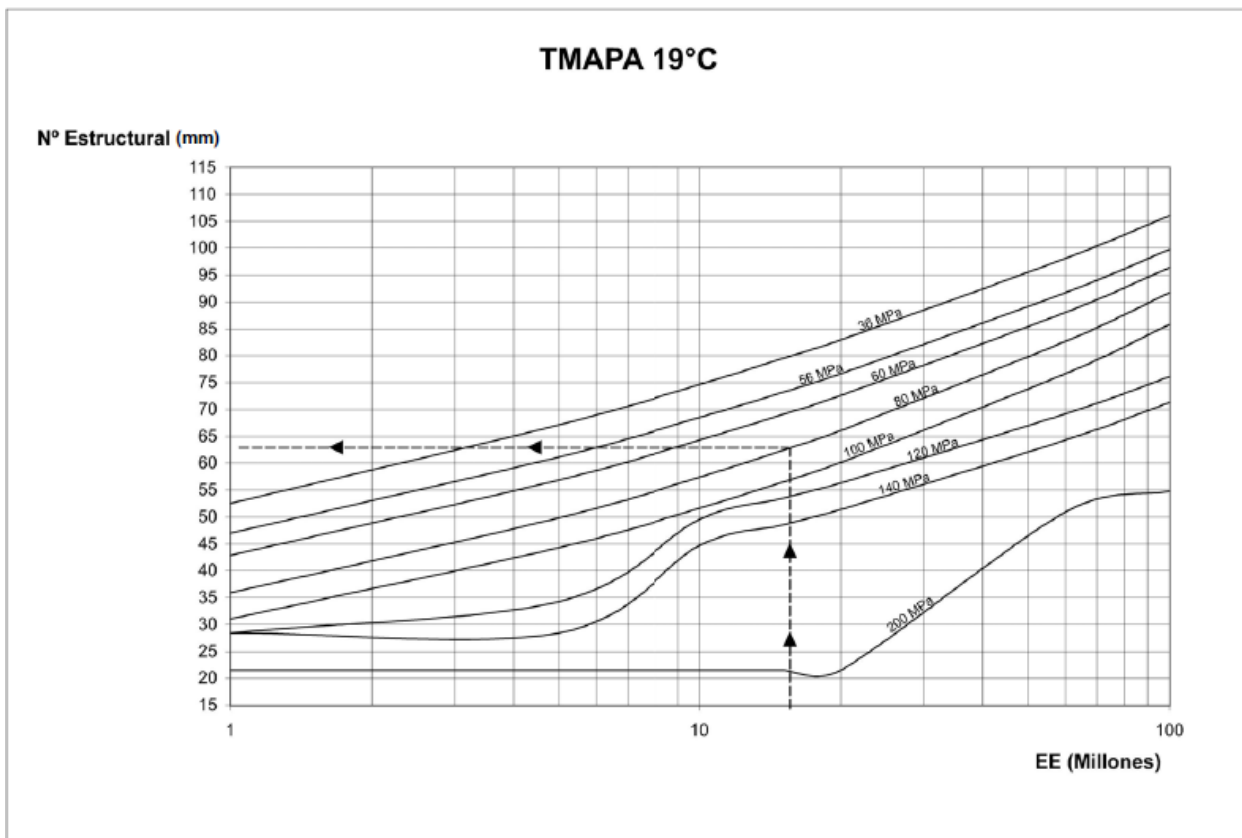


Figura A3. Número estructural capas asfálticas para TMAPA 19°C.

Referencia: MOP, 2012.

Los coeficientes de drenaje (mi) permite ajustar el coeficiente estructural de las capas granulares no tratadas, en función de la “calidad del drenaje” o tiempo que demora una base o subbase saturada en evacuar el 50% del agua. Los valores propuestos por el MCV3 se describen en la Tabla A5.

Tabla A5. Coeficientes de Drenaje

Región	Precipitación	Base Permeable	Base: Finos hasta 10%		Base: más de 10% finos	
			Subras. Gran	Subras finos	Subras. Gran	Subras finos
IV	≤ 100 mm	1,40 - 1,35	1,35 - 1,25	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,05
	> 100 mm	1,40 - 1,35	1,35 - 1,25	1,35 - 1,25	1,15 - 1,00	1,05 - 0,80
V a VI	≤ 150 mm	1,40 - 1,35	1,35 - 1,25	1,35 - 1,25	1,15 - 1,00	1,00
	> 150 mm	1,40 - 1,35	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,00	1,00 - 0,80
VII a IX	≤ 350 mm	1,40 - 1,35	1,35 - 1,25	1,35 - 1,25	1,00	0,80
	> 350 mm	1,40 - 1,35	1,25 - 1,15	1,25 - 1,15	1,00 - 0,80	0,80
X	≤ 1500 mm	1,40 - 1,35	1,25 - 1,15	1,15	1,00 - 0,80	0,80 - 0,60
	> 1500 mm	1,35 - 1,30	1,15 - 1,00	1,15 - 1,00	0,80	0,60
XI a XII	≤ 500 mm	1,40 - 1,35	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,00	1,00 - 0,80
	> 500 mm	1,40 - 1,35	1,25 - 1,15	1,15	0,80	0,80

Base permeable: menos de 3% de finos y/o coeficiente de permeabilidad > 0,01 cm/s
 Subrasante granular: máximo 35% pasa tamiz de 0,08 mm
 Subrasante Final: subrasante de suelo fino

Propiedades de los materiales

Las fórmulas que relacionan el Mr con el ensayo CBR, se expresan en las Ecuaciones 5 y 6. Éstas son utilizadas sólo para calcular el Módulo Resiliente de los suelos que conforman la subrasante.

$$M_R (MPa) = 17,6 (CBR)^{0,64} \quad \text{para } CBR < 12 \% \quad \text{Ec (5)}$$

$$M_R (MPa) = 22,1 (CBR)^{0,55} \quad 12 \leq CBR < 80 \% \quad \text{Ec (6)}$$

Los coeficientes estructurales (ai) se asignan a cada capa de pavimento, considerando las propiedades reales de los materiales y dependen directamente del módulo elástico del material. Para condiciones normales de diseño se emplean los valores indicados en la Tabla A6.

Tabla A6. Coeficientes Estructurales para las capas de pavimento

CAPA	CARACTERÍSTICAS	COEFICIENTE ESTRUCTURAL
Subbase Granular	CBR = 40%	0,12
Base Granular	CBR = 80%	0,13
Base Asfáltica Grad. Gruesa	6.000 N	0,33
Base Asfáltica Grad. Abierta		0,28
Grava-emulsión		0,30
C. Asfáltico, Capa Interm	8.000 N	0,41
C. Asfáltico de Superficie	9.000 N	0,43
Mezclas drenantes		0,32
Microaglomerado discontinuo caliente		0,40
Mezcla SMA (Stone Mastic Asphalt)		0,43

Confiabilidad

En la Tabla A7 se indican valores recomendados en función de las solicitudes esperadas y el coeficiente de variación.

Tabla A7. Nivel de Confiabilidad y Valor de So

EE Solicitantes (millones)	Confiabilidad (%)	Zr	So en función del coef. de variación de los suelos				
			15%	20%	30%	40%	50%
< 5	60	-0,253	0,45	0,46	0,47	0,49	0,5
5 - 15	60 - 70	-0,253 - 0,524	0,45	0,46	0,47	0,49	0,5
15 - 30	60 - 75	-0,253 - 0,674	0,45	0,46	0,47	0,49	0,5
30 - 50	70 - 80	-0,524 - 0,841	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
50 - 70	70 - 85	-0,524 - 1,037	0,42	0,43	0,44	0,47	0,48
70 - 90	70 - 90	-0,524 - 1,282	0,40	0,41	0,42	0,45	0,46

Serviciabilidad

En la Tabla A8 se recomiendan valores de índices de serviciabilidad que comúnmente son adoptados.

Tabla A8. Índice de Serviabilidad

Índice de serviciabilidad Inicial (pi)	4,2
Índice de serviciabilidad Final (pf)	2,0

ANEXO B. MÉTODO SUDAFRICANO

Tabla B1. Características y Categoría del camino

Categoría	A	B	C	D
Descripción	Principales autopistas interurbanas y carreteras	Colectores interurbanos y principales caminos rurales	Caminos rurales con tráfico ligero, carreteras estratégicas	Estructuras ligeras de pavimento,
Nivel Servicio	Muy alto	alto	moderado	medio a bajo
Confiabilidad	95%	90%	80%	50%
Trafico Equivalente	3 - 100 millones	0.3 - 10 millones	< 3 millones	< 1 millón
Tráfico diario	> 4000	600 - 1000	< 600	< 500
Ahuellamiento final	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm

Datos de Entrada

Tránsito

La Tabla B2, indica la cantidad de ejes equivalentes en cada caso y la nomenclatura o clase de acuerdo a lo que se establece en el TRH4 y es empleando en el software mePADS.

Tabla B2. Clasificación del tráfico según TRH4:1996, en software mePADS

Clase tráfico	Rango de carga de tráfico EE	Clase tráfico	Rango de carga de tráfico EE
ES 0.003	0 - 3.000	ES 1	300.000 a 1.000.000
ES 0.01	3.000 - 10.000	ES 3	1.000.000 a 3.000.000
ES 0.03	10.000 - 30.000	ES 10	3.000.000 a 10.000.000
ES 0.1	30.000 - 100.000	ES 30	10.000.000 a 30.000.000
ES 0.3	100.000 a 300.000	ES 100	30.000.000 a 100.000.000

Clima

Tabla B3. Valores sugeridos para C_{term} y φ_{term} para material granular

Código del Material	Condición de Humedad					
	Seca		Moderada		Mojada	
	φ_{term}	C_{term}	φ_{term}	C_{term}	φ_{term}	C_{term}
G1	8,61	392	7,03	282	5,44	171
G2	7,06	303	5,76	221	4,46	139
G3	6,22	261	5,08	188	3,93	115
G4	5,50	223	4,40	160	3,47	109
G5	3,60	143	3,30	115	3,17	83
G6	2,88	103	2,32	84	1,76	64
EG4	4,02	140	3,50	120	3,12	100
EG5	3,37	120	2,80	100	2,06	80
EG6	1,63	100	1,50	80	1,40	60

Propiedades de los materiales

La caracterización de los materiales consiste en identificar los valores para el módulo elástico que se presentan en las Tabla B4 a Tabla B7 y módulo de Poisson. Este último para material asfáltico corresponde a 0.44, mientras que en materiales granulares y de subrasante es de 0.35.

Tabla B4. Módulos Elásticos para capas asfálticas sugeridos por Freeme.

Tipo de material	Profundidad desde la superficie	Valores del Modulo de rigidez (Mpa), basado en la temperatura y en la condición del material					
		Condición buena o material nuevo		Rígido, mezcla seca		Agrietado	
		20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
Graduación discontinua	0-50	4000	1500	5000	1800	1000	500
	50-150	6000	3500	7000	4000	1000	500
	150-250	7000	5500	8000	6000	1000	500
Graduación Continua	0-50	6000	2200	7000	4000	750	500
	50-150	8000	5500	9000	6000	1000	750
	150-250	9000	7500	10000	8000	1000	750

Tabla B5. Módulos Elásticos para capas asfálticas sugeridos por Jordaan.

Tipo de material	Profundidad desde la superficie	Valores del Modulo de rigidez (Mpa), basado en la temperatura y en la condición del material					
		Condición buena o material nuevo		Rígido, mezcla seca		Agrietado	
		20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
Graduación discontinua	0-50	1000	200	2000	300	600	200
	50-150	2000	300	3000	400	750	300
	150-250	3000	400	4000	500	800	400
Graduación Continua	0-50	2000	300	3000	300	750	300
	50-150	4000	400	5000	600	800	400
	150-250	6000	1000	7000	1500	1000	750

Tabla B6. Módulo Elástico para materiales granulares (MPa) con valores esperados entre paréntesis.

Código del Material	Descripción del Material	Capa Cementada superior en el estado de la losa	Capa granular superior o equivalente	Condición de humedad	
				Buen soporte	Soporte Pobre
G1	Piedra chancada de alta calidad	250 - 1000 (450)	150 - 600 (300)	50 - 250 (250)	40 - 200 (200)
G2	Piedra chancada	200 - 800 (400)	100 - 400 (250)	50 - 250 (250)	40 - 200 (200)
G3	Piedra chancada	200 - 800 (350)	100 - 350 (230)	50 - 200 (200)	40 - 150 (150)
G4	Grava natural (calidad base)	100 - 600 (300)	75 - 350 (225)	50 - 200 (200)	30 - 150 (150)
G5	Grava Natural	50 - 400 (250)	40 - 300 (200)	30 - 150 (150)	20 - 120 (120)
G6	Grava Natural (calidad subbase)	50 - 200 (200)	30 - 200 (150)	20 - 150 (150)	20 - 120 (120)

Tabla B7. Módulo Elástico para materiales de la subrasante (MPa).

Código del Material	CBR sumergido	Descripción Material	Valor Sugerido	
			Condición seca	Condición Mojada
G7	≥ 15	Grava - Suelo	30 - 200	20 - 120
G8	≥ 10	Grava - Suelo	30 - 180	20 - 90
G9	≥ 7	Suelo	30 - 140	20 - 70
G10	≥ 3	Suelo	20 - 90	10 - 45

Modelos de Deterioro.

Material granular

El material granular experimenta deformaciones por densificaciones y corte gradual bajo repeticiones de carga y bajo el concepto de fallas por corte se desarrolla el “Factor de Seguridad” que representa la razón entre la fuerza de corte del material y el esfuerzo aplicado para dicho corte. Las variables involucradas y cálculo del factor de seguridad se expresan en la Ecuación 1 del Anexo B.

$$F = \frac{\sigma_3 \left\{ K \cdot \left[\tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) - 1 \right] \right\} + 2 \cdot K \cdot C \cdot \tan \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)}{(\sigma_1 - \sigma_3)} \tag{Ec. (1)}$$

Ecuación simplificada.

$$F = \frac{\sigma_3 \cdot \varphi_{term} + C_{term}}{(\sigma_1 - \sigma_3)} \tag{Ec. (2)}$$

Donde.

σ_1, σ_3 : corresponden a los esfuerzos principales, mayor y menos respectivamente, actuando en un punto de la capa granular (esfuerzo de compresión es positivo y tracción negativo).

C : Cohesión

φ : Angulo de fricción interna

K : Constante : 0,65 : para condiciones saturadas
 : 0,8 : para condiciones moderadas de humedad
 : 0,95 : para condiciones normales de humedad

Las Ecuaciones 3 a 6, representan las funciones de transferencia que relacionan el factor de seguridad con el número de repeticiones de carga que pueden ser soportadas con este valor, según la categoría del camino.

Funciones de transferencia material granular

$$N_A = 10^{(2.605122 \cdot F + 3.480098)} \quad \text{para caminos de categoría tipo A.} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$N_A = 10^{(2.605122 \cdot F + 3.707667)} \quad \text{para caminos de categoría tipo B.} \quad \text{Ec. (4)}$$

$$N_A = 10^{(2.605122 \cdot F + 3.983324)} \quad \text{para caminos de categoría tipo C.} \quad \text{Ec. (5)}$$

$$N_A = 10^{(2.605122 \cdot F + 4.510819)} \quad \text{para caminos de categoría tipo D.} \quad \text{Ec. (6)}$$

Material Asfáltico

Las funciones de transferencia son para capas de superficie de granulometría continua con módulos de rigidez entre 1000 MPa y 8000 MPa, estas se expresan de acuerdo a la categoría del camino en las Ecuaciones 7 a 10.

Capas asfálticas continuamente graduadas

$$N_f = 10^{17,40 \left(1 - \frac{\log \varepsilon_t}{3.40}\right)} \quad \text{Para caminos de categoría A} \quad \text{Ec. (7)}$$

$$N_f = 10^{17,46 \left(1 - \frac{\log \varepsilon_t}{3.41}\right)} \quad \text{Para caminos de categoría B} \quad \text{Ec. (8)}$$

$$N_f = 10^{17,54 \left(1 - \frac{\log \varepsilon_t}{3.46}\right)} \quad \text{Para caminos de categoría C} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$N_f = 10^{17,71 \left(1 - \frac{\log \varepsilon_t}{3.46}\right)} \quad \text{Para caminos de categoría D} \quad \text{Ec. (10)}$$

Bases Asfálticas gruesas

La Ecuación 11, representa las funciones de transferencia para el inicio del agrietamiento por fatiga, según parámetros de regresión expuestos en la Tabla B8.

$$N_f = 10^A \left(1 - \frac{\log \epsilon_t}{B}\right) \quad \text{Para todas las categorías de caminos} \quad \text{Ec. (11)}$$

Tabla B8. Coeficientes de regresión para la función de transferencia de bases asfálticas gruesas.

Rigidez para mezclas asfálticas calientes (MPa)	Categoría del camino / Nivel de servicio	A	B
1000	A	16,44	3,378
	B	16,81	3,453
	C	17,25	3,543
	D	17,87	3,671
2000	A	16,09	3,357
	B	16,43	3,428
	C	16,71	3,487
	D	17,17	3,583
3000	A	15,78	3,334
	B	16,11	3,403
	C	16,26	3,435
	D	16,68	3,524
5000	A	15,52	3,317
	B	15,73	3,362
	C	15,83	3,383
	D	16,10	3,441
8000	A	15,08	3,227
	B	15,30	3,272
	C	15,39	3,291
	D	15,65	3,346

Material Subrasante

La Ecuación 12, entrega la forma general de la función de transferencia para condiciones terminales de 10 o 20 mm de ahuellamiento superficial, cuyos coeficientes de regresión se expresan en la Tabla B9.

$$N_f = 10^{(A-10 \cdot \log \varepsilon_v)} \quad \text{Para todas las categorías de caminos} \quad \text{Ec. (12)}$$

Tabla B9. Coeficientes de regresión para la función de transferencia de la subrasante.

Condición Terminal	Categoría del camino/ Nivel de servicio	A
10	A	33,30
	B	33,38
	C	33,47
	D	33,70
20	A	36,30
	B	36,38
	C	36,47
	D	36,70

ANEXO C. MÉTODO DE AUSTRALIANO

Datos de entrada

Tabla C1. Valores de entrada típicos, Módulos.

Material	Módulos (Mpa)	Módulo de Poisson
Asfalto (> 75 mm de espesor)	1500 - 4500 (*)	0,4
Base granular	200 - 450	0,35
Subbase granular	150 - 300	0,35
Subrasante	10 - 250	0,45
(*) Los valores dependen de las propiedades de la mezcla asfáltica y velocidad de los vehículos		

Tránsito

Para conocer las solicitaciones de tránsito del diseño de la carretera, el método emplea una ecuación general de diseño.

Ecuación general de Tráfico de diseño.

$$N_{DT} = AADT \cdot \frac{\%HV}{100} \cdot DF \cdot LDF \cdot 365 \cdot CGF \cdot N_{HVAG} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde.

N_{DT} : Ejes acumulados de un grupo de vehículos pesados (HVAG), en la pista de diseño durante el periodo de diseño.

$AA DT$: Tráfico diario medio anual (TMDA) en vehículos por día en el primer año.

$\%HV$: Porcentaje promedio de vehículos pesados.

DF : Factor de dirección en proporción al AADT de dos vías viajando en la dirección del tráfico de diseño.

LDF : Factor de distribución por pista, en proporción a vehículos pesados en la pista de diseño.

CGF : Factor de crecimiento acumulado.

N_{HVAG} : Número promedio de grupos de ejes por vehículo pesado.

Factor de Crecimiento acumulado:

Considera la carga repetitiva estándar acumulada en el periodo de diseño.

$$CGF = \frac{[(1+GR)^n - 1]}{GR} \quad \text{Ec. (2)}$$

GR : Tasa de crecimiento del tráfico en el periodo de diseño.

n : Periodo en año para el diseño de pavimentos.

En la Tabla C2 se presentan valores característicos del tránsito según el camino donde se han aplicado mediciones de pesaje en movimiento – weigh in motion (WIM), realizados en el año 2011.

Tabla C2. Características del tráfico en el sur de Australia con pesaje en movimiento

Camino	ID	Localidad	Dirección	pista	Nhva g	ESA/HVAG	ESA/HV	SAR5/ESA	SAR7/ESA	SAR12/ESA
Barrier Highway	OWN	Oodla Wirra	N	OL	3,74	1,54	5,77	1,29	2,38	21,46
Barrier Highway	OWS	Oodla Wirra	S	OL	3,71	1,48	5,5	1,26	2,2	15,87
Dukes Highway	BTE	Bordertown	E	OL	3,41	1,13	3,86	1,17	1,73	6,15
Dukes Highway	BTW	Bordertown	W	OL	3,43	1,31	4,49	1,23	2,05	11,72
Eyre Highway	IKE	Iron Knob	E	OL	3,92	1,37	5,37	1,24	2,11	16,57
Eyre Highway	IKW	Iron Knob	W	OL	3,9	1,3	5,06	1,18	1,79	9,98
South East Highway	MOE	Monarto	E	OL	3,17	1,21	3,85	1,23	2,03	10,6
South East Highway	MOW	Monarto	W	OL	3,14	1,32	4,14	1,2	1,82	7,09
Stuart Highway	PIN	Pimba	N	OL	4,64	1,91	8,87	1,32	2,45	16,35
Stuart Highway	PIS	Pimba	S	OL	4,55	1,05	4,77	1,21	1,92	10,25
Sturt Highway	TEA	Truro	E	OL	3,5	1,29	4,53	1,21	1,89	7,57
Sturt Highway	TEB	Truro	E	IL	3,43	1,33	4,56	1,42	3,2	34,19
Sturt Highway	TRW	Truro	W	OL	3,48	1,25	4,33	1,16	1,63	4,8
Riddoch Highway	NAN	Naracorte	N	OL	3,1	1,26	3,89	1,19	1,78	6,26
Riddoch Highway	NAS	Naracorte	S	OL	3,11	0,97	3,01	1,14	1,56	4,47

Port River Ezpressway	WI1	Wingfield	E	OL	2,96	1,23	3,64	1,23	1,97	9,76
Port River Ezpressway	WI2	Wingfield	E	IL	3	0,95	2,85	1,22	2,01	9,9
Port River Ezpressway	WI3	Wingfield	W	OL	2,86	1,18	3,38	1,24	2,09	12,26
Port River Ezpressway	WI4	Wingfield	W	IL	3,14	1,08	3,38	1,2	1,87	8,01

Tabla C3. Periodo de diseño para pavimentos asfálticos nuevos.

Tipo de Camino	Periodo de diseño (años)
Autopistas	30
Carreteras y caminos principales	30
Otros Caminos	20

La determinación de los factores de daño se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$SAR_{mij} = \frac{L_{ij}^m}{SL_i} \tag{Ec. (3)}$$

SAR_{mij} : Número de repeticiones de eje estándar (o pasadas de eje estándar) que causa la misma cantidad de daño que una pasada de un grupo de ejes tipo “i” con carga “Lij” cuando el exponente de carga de daño es “m”.

SL_i : Carga estándar por grupo de ejes tipo “i” (Tabla C4).

L_{ij} : j^{th} Magnitud de carga por grupo de ejes tipo “i”.

m : exponente de carga de daño por tipo de daño (fatiga y criterios de tensión) en Tabla C5

Las cargas transportadas por cada configuración de grupo de ejes se muestran en la Tabla C4.

Tabla C4. Cargas por Eje estándar

Tipo de grupo de ejes	Load (kN)
Eje simple con rueda simple (CET)	53
Eje simple con rueda doble (TDAA)	80
Eje doble con rueda simple (TADT)	90
Eje doble con rueda doble (TADT)	135
Eje triple con rueda doble (TRDT)	181
Cuatro ejes con rueda doble (QADT)	221

Tabla C5. Valores del exponente de daño de cargas “m”.

Tipo de daño	Exponente "m"
Agrietamiento asfalto	5
Deformación permanente	7
Agrietamiento material cementado	12

Propiedades de los materiales

La elección de la configuración del pavimento de diseño se realiza a través de las Tabla C6 a la Tabla C10.

Tabla C6. Tipos de pavimentos: Aplicación

Type	Location	Average daily ESA in design lane in year of opening ¹				
		< 10	10 to < 100	100 to < 1000	1000 to < 3000	≥ 3000
Permanent pavement	Rural	SG(D) ^{2,3} AG(C) ³	SG(C) ^{2,3} AG(C) ^{2,3}	SG(B) ^{2,3} AG(A-C) ³ ASt(A)	HILI SG(A) ^{2,3}	HILI
	Urban	SG(D) ^{2,3} AG(C) ³	SG(C) ^{2,3} AG(C) ^{2,3}	SG(B) ^{2,3} AG(A-C) ³ ASt(A)	HILI	HILI
Temporary pavement	Rural and urban	SG(D) ^{2,3} AG(C) ³	SG(C) ^{2,3} AG(C) ³	SG(B) ^{2,3} AG(A-C) ³	ASt(B) AG(A)	ASt(B) AG(A)
Abbreviations						
HILI	High Load Intensity, Low Intervention pavement as defined in Table 2.3-2.					
AG(A) AG(B) AG(C) AG(A-C)	Asphalt over granular pavement as defined in Table 2.3-3. AG(A-C) can be any standard that suits the circumstances, including budget and whole-of-life costing.					
SG(A) SG(B) SG(C) SG(D)	Spray sealed granular pavement as defined in Table 2.3-4.					
ASt(A) ASt(B)	Asphalt over cement stabilised (Cat 1 or Cat 2) pavement as defined in Table 2.3-5.					

Notes:

- 1) The average daily ESA in the design lane in the year of opening used in this table and elsewhere in this manual are based on a heavy vehicle growth rate not exceeding 10.0% per annum. If the heavy vehicle growth rate exceeds 10.0% per annum in any of the first five years after opening, then the average daily ESA in the design lane for the first five years after opening shall be used instead.
- 2) Asphalt over granular pavement or HILI pavement instead of spray sealed granular pavement is required in areas with high horizontal shear stresses such as intersections, grades and curves.
- 3) Pavements incorporating unbound granular material must not be used where there is an in-service exposure of the unbound material to water to the extent that the water content of the granular material is likely to rise above the specified maximum degree of saturation.

Tabla C7. Detalles de tipos de pavimentos: HILI (High load intensity low intervention)

Type	Surface ^{1,2}	Binder	Base	Subbase	Subgrade
Jointed plain (unreinforced) concrete	(asphalt surface not recommended)	–	Jointed plain (unreinforced) concrete	Lean mix concrete (150 mm)	Refer Section 3.6 and Chapter 5
Jointed reinforced concrete pavement	(asphalt surface not recommended)	–	Jointed reinforced concrete		
Continuously reinforced concrete pavement	OG10 (min 30 mm); or OG14 (min 40 mm) (if required)	DG14HS ³ (if required)	Continuously reinforced concrete		
	DG14HS ³ (if required)	–			
Full depth asphalt	OG10 (min 30 mm); or OG14 (min 40 mm)	DG14HS ³	DG20HM ^{4,5}	–	
	DG14HS ³				
Deep strength asphalt	OG10 (min 30 mm); or OG14 (min 40 mm)			DG14HS ³	
	DG14HS ³	Lean mix concrete ⁸ (175 to 250 mm)			
Flexible composite	OG10 (min 30 mm); or OG14 (min 40 mm)		DG14HS ³		DG20HM ^{4,5}
	DG14HS ³				

Notes:

- 1) Surface must comply with the Main Roads pavement surface property standards given in the MR *Pavement Surfacing Manual*. Asphalt over jointed plain concrete or jointed reinforced concrete not recommended because of reflective cracking. Asphalt over continuously reinforced concrete used if required (usually to reduce noise). Special prime over concrete required for any asphalt surface.
- 2) All surface asphalt must have an underlying S4.5S polymer modified seal (refer Section 3.5).
- 3) The minimum thickness of DG14HS for both surface and binder layers is 50 mm, except where the base layer is concrete in which case the minimum thickness is 45 mm (surface layer) and 40 mm (binder layer).
- 4) The DG20HM base layer may be replaced with a different mix (DG14HS, DG14(320), DG20(320) or DG20(600)), subject to the total thickness of binder layer plus surface layer being at least 100 mm where the base layer is not DG20HM or DG14HS. DG28 cannot be used in HILI pavements.
- 5) The minimum thickness of the base layer in deep strength asphalt and flexible composite pavements must be such that the total thickness of dense graded asphalt (base plus binder plus surface) is a minimum of 175 mm.
- 6) At this time, these material types are only available for project specific work with the MR project specific supplementary specification for unbound granular materials. Contact Pavements & Materials branch for advice on their use.
- 7) A prime plus a SAMI (incorporating S4.5S polymer modified binder) must be included above the stabilised granular subbase.
- 8) A 10 mm Class 170 bitumen seal protection layer must be included above the lean mix concrete.

Tabla C8. Detalles de tipos de pavimento: Asfalto sobre granular.

Standard ¹	Surface ^{2,3}	Binder	Base	Subbase	Subgrade
AG(A) ⁵	OG10 (min 30 mm) or OG14 (min 40 mm)	DG14 (min 50 mm)	DG14 ⁴ (min 50 mm)	SB1 ⁸ (min 125 mm) SB2 ⁹ (min 125 mm)	Refer Section 3.6 and Chapter 5
			DG20 ⁴ (min 50 mm)	SB1 ⁸ (min 125 mm) SB2 ⁹ (min 125 mm)	
			DG28 ⁴ (min 70 mm)	SB1 ⁸ (min 125 mm) SB2 ⁹ (min 125 mm)	
	DG14 (min 50 mm)	-	DG14 ⁴ (min 50 mm)	SB1 ⁸ (min 125 mm) SB2 ⁹ (min 125 mm)	
			DG20 ⁴ (min 50 mm)	SB1 ⁸ (min 125 mm) SB2 ⁹ (min 125 mm)	
			DG28 ⁴ (min 70 mm)	SB1 ⁸ (min 125 mm) SB2 ⁹ (min 125 mm)	
AG(B) ⁶	OG10 (min 30 mm) or OG14 (min 40 mm)	DG14 (min 40 mm)	B1 ⁸ (min 150 mm)	SB2 ⁹ (min 125 mm)	
			B2 ⁹ (min 150 mm)		
	DG14 (min 45 mm)	-	B1 ⁸ (min 150 mm)		
			B2 ⁹ (min 150 mm)		
AG(C) ⁷	DG10 (min 35 mm)	-	B2 ⁸ (min 125 mm)	SB4 ⁹ (min 100 mm)	
			B3 ⁹ (min 125 mm)		
	DG14 (min 45 mm)		B2 ⁸ (min 125 mm)		
			B3 ⁹ (min 125 mm)		

Notes:

- 1) Thin asphalt-surfaced granular options may have a low asphalt fatigue life, which decreases significantly with increasing load intensities. Frequently, where an asphalt surface is required for the whole project, a HILI pavement or a sealed granular pavement, as relevant, provides the lowest whole-of-life cost. However, an asphalt over granular pavement may be the appropriate choice where other factors dominate, such as when there is a restricted initial budget, short sections are to be constructed (e.g. for high stress areas) or there is an absence of suitable materials for the HILI or sealed granular options. All asphalt over granular pavements must only be constructed in an Unbound Granular Acceptable Environment.
- 2) Surface must comply with the Main Roads pavement surface property standards in the MR *Pavement Surfacing Manual*.
- 3) All surface asphalt must have an underlying seal (refer Section 3.5). Where the layer below the asphalt surface is also asphalt, the seal must comprise S4.5S polymer modified binder. Where the layer below the asphalt surface is unbound granular material, the unbound material must first be primed and the seal must comprise Class 170 bitumen and minimum 10 mm size cover aggregate.
- 4) DG14, DG20 or DG28 mix shall be selected to suit the situation.
- 5) The unbound subbase must be primed and sealed with a minimum 10 mm nominal size Class 170 bitumen seal. For asphalt over granular temporary pavements, where the average daily ESA in the design lane in the year of opening exceeds 1000, A5S binder shall be used in the surface and binder asphalt layers. The unbound subbase can be replaced with a working platform, in which case the pavement is called a full depth asphalt pavement. An unbound subbase shall not be used over a working platform.
- 6) The unbound base must be primed and sealed with a minimum 10 mm nominal size Class 170 bitumen seal.
- 7) The unbound base must be primed and sealed with a minimum 10 mm nominal size Class 170 bitumen seal.
- 8) At this time, these material types are only available for project specific work with the MR project specific supplementary specification for unbound granular materials. Contact Pavements & Materials branch for advice on their use.
- 9) A new MR specification for unbound granular pavement types is being developed. Until the new specification is issued, the current standard specification types that can be used are given in Table 2.3-6.

Tabla C9. Detalles de tipos de pavimento: tratamiento superficial sobre granular.

Standard	Project location ^{1, 2}	Minimum material quality ⁴				Subgrade
		Surface ³	Base	Upper subbase	Lower subbase	
SG(A)	AE	sprayed seal	B1 ⁵	SB1 ⁵	LSB1 ⁵	Refer Section 3.6 and Chapter 5
SG(B)	AE	sprayed seal	B2	SB2	LSB2	
SG(C)	AE	sprayed seal	B3	SB3	LSB3	
SG(D)	AE	sprayed seal	B4	SB4	LSB4	
	Low pavement water-content	sprayed seal	B5	SB5	LSB5	

Notes:

- 1) AE: Unbound Granular Acceptable Environment (refer definitions).
- 2) In low pavement water-content environments the subbase layers can be assessed with an unsoaked CBR.
- 3) Surface must comply with the Main Roads pavement surface property standards given in the *MR Pavement Surfacing Manual*.
- 4) A new MR specification for unbound granular pavement types is being developed. Until the new specification is issued, the current standard specification types that can be used are given in Table 2.3-6.
- 5) At this time, these material types are only available for project specific work with the MR project specific supplementary specification for unbound granular materials. Contact Pavements & Materials branch for advice on their use.

Tabla C10. Detalles de tipos de pavimento: Asfalto sobre granular estabilizado

Standard	Surface ^{1,2}	Binder	Base	Subbase	Subgrade
ASt(A) ³	OG10 (min 30 mm) or OG14 (min 40 mm)	DG14 (min 45 mm)	DG14 ⁵	Cat 1 ⁶ or Cat 2 stabilised granular ⁷ (150 to 200 mm)	Refer Section 3.6 and Chapter 5
			DG20 ⁵	Cat 1 ⁶ or Cat 2 stabilised granular ⁷ (150 to 200 mm)	
			DG28 ⁵	Cat 1 ⁶ or Cat 2 stabilised granular ⁷ (150 to 200 mm)	
	DG14 (min 45 mm)	-	DG14 ⁵	Cat 1 ⁶ or Cat 2 stabilised granular ⁷ (150 to 200 mm)	
			DG20 ⁵	Cat 1 ⁶ or Cat 2 stabilised granular ⁷ (150 to 200 mm)	
			DG28 ⁵	Cat 1 ⁶ or Cat 2 stabilised granular ⁷ (150 to 200 mm)	
ASt(B) ⁴	OG10 (min 30 mm) or OG14 (min 40 mm)	DG14 (min 50 mm)	Cat 1 ⁶ or Cat 2 stabilised granular ⁸ (min 150 mm)	-	
	DG14 (min 50 mm)	-	Cat 1 ⁵ or Cat 2 stabilised granular ⁸ (min 150 mm)		

Notes:

- 1) Surface must comply with the Main Roads pavement surface property standards given in the MR *Pavement Surfacing Manual*.
- 2) All surface asphalt must have an underlying S4.5S polymer modified seal (refer Section 3.5)
- 3) The minimum thickness of the base layer in ASt(A) pavements must be such that the total thickness of dense graded asphalt (base plus binder plus surface) is a minimum of 175 mm.
- 4) Standard ASt(B) is only suitable for use as temporary pavement and not permanent pavement. Where the average daily ESA in the design lane in the year of opening exceeds 1000, A5S binder shall be used in the surface and binder asphalt layers.
- 5) DG14, DG20 or DG28 mix shall be selected to suit the situation.
- 6) At this time, these material types are only available for project specific work with the MR project specific supplementary specification for unbound granular materials. Contact Pavements & Materials branch for advice on their use.
- 7) A prime plus a SAMI (incorporating S4.5S polymer modified binder) must be included above the stabilised granular subbase.
- 8) A prime and seal (minimum 14 mm nominal size with C170 bitumen) must be included above the stabilised granular base.

Tabla C11. Uso actual de granulares estándar en carreteras principales

New unbound granular types	Current MRS11.05 materials to be used ²	
	Any environment (unrestricted)	Low pavement water-content environment only (low moisture)
Base materials		
B1	Note 1	–
B2	1.1, 2.1	–
B3	1.1, 2.1	–
B4	1.1, 2.1	3.1
B5	2.2	3.2, 4.2
Subbase materials		
SB1	Note 1	–
SB2	1.2, 2.3	–
SB3	2.3	–
SB4	2.3	3.3
SB5	2.4	3.4, 4.4
Lower subbase materials		
LSB1	Note 1	–
LSB2	2.5	–
LSB3	2.5	–
LSB4	2.5	3.5
LSB5	2.5	3.5, 4.5

Notes:

- 1) At this time, material types B1, SB1 and LSB1 are only available for project specific work with the MR project specific supplementary specification for unbound granular materials. Contact Pavements & Materials branch for advice on their use.
- 2) A new MR specification for unbound granular pavement types is being developed. Until the new specification is issued, the current standard specification types that can be used are given in this table.

Hay una serie de factores que no son considerados las tablas anteriores y los cambios que sean realizados deben ser a partir de las configuraciones de las tablas.

Algunos de los factores que no se consideran son:

- a) Esfuerzos horizontales de corte sobre pendientes, curvas e intersecciones
- b) La disponibilidad de los materiales
- c) La disponibilidad y eficacia de los equipos de construcción, materiales y experiencia.
- d) Las limitaciones constructivas.

- e) Los cambios en la red de carreteras durante el periodo de diseño
- f) Requisitos funcionales como seguridad, ruido, etc.
- g) Características actuales y futuras del tráfico.
- h) Cambios de volumen (asentamiento)
- i) Costos
- j) Las capas granulares no tratadas

Las capas granulares modificadas no se incluyen en las tablas de diseño, pero pueden ser utilizadas teniendo en cuenta algunos criterios como:

- a) El espesor completo de la capa granular debe ser modificada
- b) El módulo de diseño de la base debe determinarse a partir de pruebas de repetición de carga triaxial y del análisis de deflexión in situ de un pavimento similar. Cuando el análisis in situ no esta disponible, el máximo módulo de diseño será de 350 MPa y el máximo módulo de diseño absoluto será de 600 MPa

Módulo Elástico

El máximo módulo de diseño para la subrasante esta limitado como se indica en la Tabla C12, según diferentes procedimientos.

Tabla C12. Máximo módulo de diseño en subrasante

Subgrade material	Maximum vertical design moduli (MPa)
Capping	30
Select fill CBR \geq 10%	100
Select fill CBR \geq 15%	150
In situ untreated subgrade	150
Drainage layer	150
Stabilised subgrade	200
Sound rock floor	200

Los máximos módulos de diseño para los materiales granulares están dados por la Tabla C13.

Tabla C13. Máximo módulo de diseño vertical para materiales granulares no ligados

Material type	Maximum vertical design modulus (MPa)
B1	500
B2, B3, B4	350
B5, SB1	300
SB2, SB3, SB4	250
SB5, LSB1	200
LSB2, LSB3, LSB4, LSB5	150

En el caso de los asfaltos, el módulo elástico de diseño para carreteras principales está dado por la Tabla C14, según el tipo de mezcla, la velocidad de operación a una temperatura de servicio de 32°C.

Tabla C14. Módulo de diseño del asfalto a WMAPT de 32°C

Asphalt mix type	Binder type	Volume of binder (%)	Asphalt modulus at heavy vehicle operating speed (MPa)			
			10km/h	30km/h	50km/h	80km/h
OG10	A5S	11	800	800	800	800
OG14	A5S	11	800	800	800	800
DG10(320)	C320	11	1000	1250	1500	1800
DG10(A5S)	A5S	11	1000	1000	1150	1350
DG14(320)	C320	10	1000	1550	1850	2200
DG14(600)	C600	10	1250	1900	2250	2700
DG14(A5S)	A5S	10	1000	1150	1400	1650
DG14HM	C600	10	1250	1900	2250	2700
DG14HS	A5S	10	1000	1150	1400	1650
DG20(320)	C320	10	1100	1700	2000	2400
DG20(600)	C600	10	1350	2050	2450	2900
DG20(A5S)	A5S	10	1000	1250	1500	1800
DG20HM	C600	10	1350	2050	2450	2900
DG28(320)	C320	9	1200	1800	2200	2600
DG28(600)	C600	9	1450	2150	2600	3100

Donde la velocidad de operación se obtiene de la Tabla C15.

Tabla C15. Presunta velocidad de operación de vehículos pesados

Project location	Presumptive heavy vehicle operating speed (km/h)	
	Flat and up to 5% grade	Over 5% grade
Speed limit > 80 km/h	80	50
Speed limit 50–80 km/h	50	30
Roundabouts and approaches	30	10
Signalised intersections and approaches	10	10

A excepción de los asfaltos graduados, el modulo elástico para otras localidades esta dado por la ecuación 4 y es redondeando en múltiplos de 50 MPa.

$$E_{WMAPT} = \max\left(1000, E_{32^{\circ}C} \times e^{(-0.08 \times [WMAPT - 32])}\right)$$

where,

E_{WMAPT} = asphalt modulus at the WMAPT (MPa)

$E_{32^{\circ}C}$ = asphalt modulus at 32°C (MPa)

WMAPT = WMAPT in °C

Ec. (4)

El módulo de Poisson usado en mezclas asfálticas es de 0,4. En el caso de materiales estabilizados con cemento e isotrópicos es 0,2, mientras los que se consideran anisotrópicos tienen un valor de 0,35.

Confiabilidad

Los niveles mínimos de confiabilidad para los distintos niveles de tránsito o categoría de la vía se encuentran expuestos en la Tabla C16, tanto para pavimentos permanentes como temporales.

Tabla C16. Niveles mínimos de Confiabilidad

Clasificación del camino	% Confiabilidad
Todas las carreteras o tramos de carretera, donde los costos de intervención son muy altos o el tráfico de gestión es muy difícil	97,5
Autopistas, autovías y carreteras principales con pistas AADT>2000	97,5
Autopistas y carreteras principales con pistas 500 < AADT ≤ 2000	95
Carreteras secundarias con pista AADT ≤ 500	90

Es importante destacar que los modelos de deterioro para cada material tienen asociado factor que depende del nivel de confiabilidad del diseño.

Modelos de deterioros

Mezclas asfálticas

$$N = RL \left[\frac{6918 \cdot (0,856 \cdot Vb + 1,08)}{S_{mix}^{0,36} \cdot \mu\varepsilon} \right]^5 \tag{Ec. (5)}$$

Donde:

- N : Número permitido de repeticiones de carga (SAR).
- $\mu\varepsilon$: Tensión producida por la carga (micro tensión).
- Vb : Porcentaje en volumen de mezcla en el asfalto (%)
- S_{mix} : Rigidez de la mezcla o módulo (MPa)
- RL : Factor de confiabilidad por fatiga del asfalto (Tabla C17).

Tabla C17. Factores de Confiabilidad para fatiga del asfalto.

Confiabilidad del proyecto de diseño				
80%	85%	90%	95%	97,5%
2,5	2,0	2,5	1,0	0,67

Subrasante:

$$N = \left(\frac{9300}{\mu\varepsilon} \right)^7 \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

N : Número permitido de repeticiones de un estándar a esta tensión, antes que el nivel de daño consiga un nivel inaceptable.

$\mu\varepsilon$: Tensión vertical en la parte superior de la subrasante (micro tensión).

ANEXO D. MÉTODO DE ESPAÑA

Tabla D1. Categorías de tráfico pesado

Categorías de tráfico pesado	IMDp (veh. Pesados/día)
T00	≥ 4000
T0	$2000 \leq \text{IMDp} < 4000$
T1	$800 \leq \text{IMDp} < 2000$
T2	$200 \leq \text{IMDp} < 800$
T31	$100 \leq \text{IMDp} < 200$
T32	$50 \leq \text{IMDp} < 100$
T41	$25 \leq \text{IMDp} < 50$
T42	< 25

Tabla D2. Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga

Categoría Explanada	E1	E2	E3
Ev2 (Mpa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Tabla D3. Materiales para la formación de las explanadas

Símbolo	Definición del material	Artículo del PG-3	Prescripciones Complementarias
IN	Suelo inadecuado o marginal	330	Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2
0	suelo tolerable	330	CBR ≥ 3 Contenido en materia orgánica $< 1\%$ Contenido en sulfatos solubles (SO3) $< 1\%$ Hinchamiento libre $< 1\%$
1	suelo adecuado	330	CBR ≥ 5
2	suelo seleccionado	330	CBR ≥ 10
3 S-EST 1 S-EST 2 S-EST 3	suelo seleccionado suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	330 512	CBR ≥ 20 Espesor mínimo. 25 cm Espesor máximo: 30 cm

Tabla D4. Formación de la explanada o de la obra de tierra subyacente (terraplenes, pedraplenes o rellenos todo-uno).

		Tipos de suelos de la explanación (desmontes)				
		Suelos inadecuados y marginales (IN)	Suelos tolerables (0)	Suelos adecuados (1)	Suelos selec. (2) y (3)	Roca (R)
Categoría de la Explanada	E1					
	E2					
	E3					

Tabla D5. Valores de CBR, según tipo de explanada

Tipo de Terraplén	CBR
E1	5 < CBR < 10
E2	10 < CBR < 20
E3	CBR > 20

Tabla D6. Valores de Deflexión Patrón según tipo de explanada

Categoría terraplén	E1	E2	E3
Deflexión patrón (10 ⁻² mm)	≤ 250	≤ 200	≤ 125

Tabla D7. Catálogo de secciones para las categorías de tráfico pesado T00 a T2, en función de la categoría de la explanada.

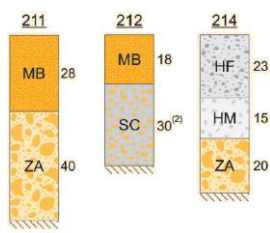
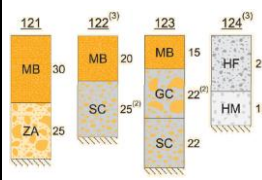
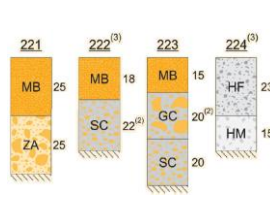
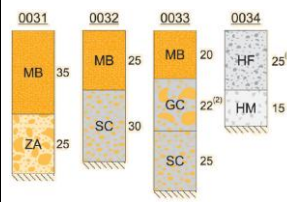
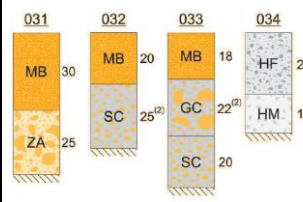
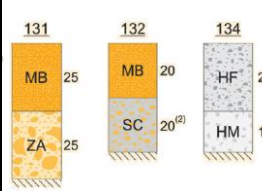
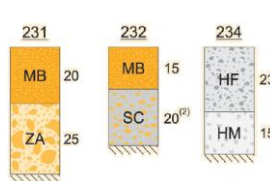
		Categoría de tráfico pesado			
		T00	T0	T1	T2
Categoría de la Explanada	E 1				
	E 2				
	E 3				
		MB: Mezclas bituminosas GC: Gravacemento Esesores mínimos en cm.	HF: hormigón firme SC: Suelocemento	HM: Hormigón magro vibrado ZA: Zahorra artificial	

Tabla D8. Catálogo de secciones para categorías de tráfico pesado T3 y T4 en función de la categoría de explanada.

		Categoría de tráfico pesado			
		T31	T32	T41	T42
Categoría de la Explanada	E 1				
	E 2				
	E 3				
		MB: Mezclas bituminosas ZA: Zahorra artificial Espesores mínimos en cm.	HF: hormigón de firme	SC: Suelocemento	

Tabla D9. Espesor de capas de mezclas asfálticas en caliente

Material	Coefficiente de equivalencia	Ley de fatiga
Mezclas asfálticas en caliente (D, S y G).	1	$\epsilon_t = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$
Mezclas asfálticas discontinuas en caliente (M y F).	1	-
Mezclas asfálticas drenantes (PA)	1	-
Mezclas asfálticas abiertas en frío (AF)	1	-
Mezclas asfálticas de alto módulo (MAM)	1,25	$\epsilon_t = 6,617 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$

Tabla D10. Características de los materiales

Tipo de capa	Tipo de mezcla	Categoría de tráfico pesado		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5 - 10		
Base	S y G	7 - 15		
	MAM	7 - 13		

ANEXO E. APLICACIÓN DE MÉTODOS Y RESULTADOS

Información para la aplicación de los métodos

Tabla E1. Nomenclatura utilizada en la matriz de escenarios.

Nomenclatura	Descripción
M1	Método Nacional - MOP
M2	Método Español
M3	Método Sudafricano
M4	Método Australiano
C1	Clima de Concepción
C2	Clima de Chillán
T1	Tránsito Bajo - (3.449.535 EE)
T2	Tránsito Medio - (10.280.684 EE)
T3	Tránsito Alto - (30.918.801 EE)
T4	Tránsito muy alto - (60.696.157 EE)

Tabla E2. Clasificación del tránsito en la Región del Biobío.

Ruta	Estaciones	TMDA 2010 (Veh/día)	Prom. TMDA	EE	Prom. EE (miles)	Nivel de tránsito	PORCENTAJE					
							C2E	C+ 2E	ART SEMI RE	BUS	% Veh pes.	Prom % Veh pes.
160	Conce - 55	5845		67447770			8,2	2,8	7,3	9,9	28,2	
160	55 - 54	5021	4815	60696157	62027,4	MA	8,2	2,6	8,3	11,2	30,3	31,90
160	54 - 122	3579		57938413			7,5	2,2	8,9	18,6	37,2	
Q - 50	49 - Cabrero	1596		41189790			7,5	3,8	40	6,4	57,7	
148	Conce - 49	1892		40774349			9,8	3,9	28,3	7,6	49,6	
180	L. A. - 86	1748		3449535			8,4	3,9	15	11	38,3	
160	67-97	1390	1451	30918801	25936,4	A	10,4	7,3	24	9,6	51,3	44,94
160	122-69	1711		26754309			7	2,5	9,9	23,4	42,8	
180	102 - Renaico	893		19243300			8,8	5,2	18,6	8,1	40,7	
152	ITATA	927		19224678			5,9	6,3	11,5	10,5	34,2	
180	86 - 100	836		16234586			8,8	4	14,4	10,1	37,3	
160	97-124	705		12597143			9,8	5,2	12,2	14,6	41,8	
180	100 - 102	679		12444895			8,7	4	12,6	12,4	37,7	
150	Conce - Tomé	857	658,4	10280684	10816,4	M	8,9	2,5	3,6	14,2	29,2	35,91
126	24 - 13	494		9764432			11	3,3	17,7	7,4	39,4	
126	34 - 24	403		8108362			11,2	2,7	20,4	8	42,3	
148	45 - 5 Sur	635		6284520			12,4	1,9	2	7,4	23,7	
160	124-Lebu	406	246,6	6092164	3653,4	B	10,3	3,7	8,1	17,7	39,8	31,57
148	44 - 45	445		5453632			14,5	2,9	4,9	7,5	29,8	

126	11 - Cauquenes	227	4616835	12	4,3	17,8	4,8	38,9
156	128 - 75	207	3449535	7,3	2,7	6,7	7,3	24
156	75 - Coihue	136	2871480	6,3	4,1	9,5	3,4	23,3
148	49 - 44	214	1675731	18,4	2,2	0,9	9,5	31
126	Tome - 34	91	1414321	12,5	3,8	8,5	9,4	34,2

Tabla E3. Matriz de escenarios con los módulos elásticos para el método Sudafricano

	CLIMA 1 : CONCEPCIÓN /wet			CLIMA 2 : CHILLÁN / moderate		
	S1 = CBR 10	S2 = CBR 20	S3 = CBR 30	S1 = CBR 10	S2 = CBR 20	S3 = CBR 30
E10	AC : 6000 G4 : 225 Soil : 77	AC : 6000 G4 : 225 Soil : 115	AC : 6000 G4 : 225 Soil : 143	AC : 6000 G4 : 225 Soil : 77	AC : 6000 G4 : 225 Soil : 115	AC : 6000 G4 : 225 Soil : 143
E30	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 77	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 115	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 143	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 77	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 115	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 143
E30	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 77	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 115	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 143	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 77	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 115	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 143
E100	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 77	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 115	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 143	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 77	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 115	AC : 7500 G4 : 225 Soil : 143

Tabla E4. Matriz de escenarios con los módulos elásticos para el método Australiano

	CLIMA 1 : CONCEPCIÓN			CLIMA 2 : CHILLÁN		
	S1 = CBR 10	S2 = CBR 20	S3 = CBR 30	S1 = CBR 10	S2 = CBR 20	S3 = CBR 30
T1	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300
T2	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300
T3	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300
T4	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 100	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 200	AC : 3000 G4 : 200 Soil : 300

Resultados

Tabla E5. Resultados del método Nacional

Método	Clima	Tránsito	Suelo	Espesores en mm		terraplén	Espesor Total	Costos	
				Capas ligadas	Capas no ligadas			Total	en millones
M1	C1	T1	S1	110	190		300	\$ 11.080.000	11,08
M1	C1	T1	S2	90	180		270	\$ 9.360.000	9,36
M1	C1	T1	S3	80	180		260	\$ 8.560.000	8,56
M1	C1	T2	S1	130	220		350	\$ 13.040.000	13,04
M1	C1	T2	S2	120	180		300	\$ 11.760.000	11,76
M1	C1	T2	S3	110	170		280	\$ 10.840.000	10,84
M1	C1	T3	S1	170	240		410	\$ 16.480.000	16,48
M1	C1	T3	S2	160	180		340	\$ 14.960.000	14,96
M1	C1	T3	S3	150	160		310	\$ 13.920.000	13,92
M1	C1	T4	S1	190	250		440	\$ 18.200.000	18,20
M1	C1	T4	S2	190	250		440	\$ 18.200.000	18,20
M1	C1	T4	S3	180	180		360	\$ 16.560.000	16,56
M1	C2	T1	S1	110	190		300	\$ 11.080.000	11,08
M1	C2	T1	S2	100	150		250	\$ 9.800.000	9,80
M1	C2	T1	S3	90	150		240	\$ 9.000.000	9,00
M1	C2	T2	S1	140	200		340	\$ 13.600.000	13,60
M1	C2	T2	S2	140	200		340	\$ 13.600.000	13,60
M1	C2	T2	S3	120	180		300	\$ 11.760.000	11,76
M1	C2	T3	S1	150	160		310	\$ 13.920.000	13,92
M1	C2	T3	S2	170	240		410	\$ 16.480.000	16,48
M1	C2	T3	S3	150	160		310	\$ 13.920.000	13,92
M1	C2	T4	S1	190	250		440	\$ 18.200.000	18,20
M1	C2	T4	S2	190	250		440	\$ 18.200.000	18,20
M1	C2	T4	S3	180	130		310	\$ 15.960.000	15,96
PROMEDIO				142,1	193,3		335,42	\$ 13.686.667	13,69

Tabla E6. Resultados del método Español

Método	Clima	Tránsito	Suelo	Espesores en mm		terraplén	Espesor Total	Costos	
				Capas ligadas	Capas no ligadas			Total	en millones
M2	C1	T1	S1	250	250	100	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C1	T1	S2	200	250	250	450	\$ 19.000.000	19,00
M2	C1	T1	S3	200	250	250	450	\$ 19.000.000	19,00
M2	C1	T2	S1	300	250	100	550	\$ 27.000.000	27,00
M2	C1	T2	S2	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C1	T2	S3	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C1	T3	S1	300	250	100	550	\$ 27.000.000	27,00
M2	C1	T3	S2	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C1	T3	S3	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C1	T4	S1	350	250	300	600	\$ 31.000.000	31,00
M2	C1	T4	S2	350	250	250	600	\$ 31.000.000	31,00
M2	C1	T4	S3	350	250	250	600	\$ 31.000.000	31,00
M2	C2	T1	S1	250	250	100	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C2	T1	S2	200	250	250	450	\$ 19.000.000	19,00
M2	C2	T1	S3	200	250	250	450	\$ 19.000.000	19,00
M2	C2	T2	S1	300	250	100	550	\$ 27.000.000	27,00
M2	C2	T2	S2	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C2	T2	S3	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C2	T3	S1	300	250	100	550	\$ 27.000.000	27,00
M2	C2	T3	S2	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C2	T3	S3	250	250	250	500	\$ 23.000.000	23,00
M2	C2	T4	S1	350	250	300	600	\$ 31.000.000	31,00
M2	C2	T4	S2	350	250	250	600	\$ 31.000.000	31,00
M2	C2	T4	S3	350	250	250	600	\$ 31.000.000	31,00
PROMEDIO				275,0	250,0		525,00	\$ 25.000.000	25,00

Tabla E7. Resultados del método Sudafricano

Método	Clima	Tránsito	Suelo	Espesores en mm		terraplén	Espesor Total	Costos	
				Capas ligadas	Capas no ligadas			Total	en millones
M3	C1	T1	S1	150	190		340	\$ 14.280.000	14,28
M3	C1	T1	S2	150	120		270	\$ 13.440.000	13,44
M3	C1	T1	S3	140	260		400	\$ 14.320.000	14,32
M3	C1	T2	S1	170	180		350	\$ 15.760.000	15,76
M3	C1	T2	S2	170	120		290	\$ 15.040.000	15,04
M3	C1	T2	S3	160	240		400	\$ 15.680.000	15,68
M3	C1	T3	S1	200	120		320	\$ 17.440.000	17,44
M3	C1	T3	S2	190	200		390	\$ 17.600.000	17,60
M3	C1	T3	S3	190	120		310	\$ 16.640.000	16,64
M3	C1	T4	S1	210	260		470	\$ 19.920.000	19,92
M3	C1	T4	S2	210	110		320	\$ 18.120.000	18,12
M3	C1	T4	S3	210	120		330	\$ 18.240.000	18,24
M3	C2	T1	S1	150	190		340	\$ 14.280.000	14,28
M3	C2	T1	S2	150	120		270	\$ 13.440.000	13,44
M3	C2	T1	S3	140	260		400	\$ 14.320.000	14,32
M3	C2	T2	S1	170	180		350	\$ 15.760.000	15,76
M3	C2	T2	S2	170	120		290	\$ 15.040.000	15,04
M3	C2	T2	S3	160	240		400	\$ 15.680.000	15,68
M3	C2	T3	S1	200	120		320	\$ 17.440.000	17,44
M3	C2	T3	S2	190	200		390	\$ 17.600.000	17,60
M3	C2	T3	S3	190	120		310	\$ 16.640.000	16,64
M3	C2	T4	S1	210	560		770	\$ 23.520.000	23,52
M3	C2	T4	S2	210	120		330	\$ 18.240.000	18,24
M3	C2	T4	S3	210	120		330	\$ 18.240.000	18,24
PROMEDIO				179,2	182,9		362,08	\$ 16.528.333	16,53

Tabla E8. Resultados del método Australiano

Método	Clima	Tránsito	Suelo	Espesores en mm		terraplén	Espesor Total	Costos	
				Capas ligadas	Capas no ligadas			Total	en millones
M4	C1	T1	S1	155	310		465	\$ 16.120.000	16,12
M4	C1	T1	S2	145	135		280	\$ 13.220.000	13,22
M4	C1	T1	S3	140	380		520	\$ 15.760.000	15,76
M4	C1	T2	S1	190	160		350	\$ 17.120.000	17,12
M4	C1	T2	S2	165	420		585	\$ 18.240.000	18,24
M4	C1	T2	S3	165	415		580	\$ 18.180.000	18,18
M4	C1	T3	S1	230	230		460	\$ 21.160.000	21,16
M4	C1	T3	S2	205	200		405	\$ 18.800.000	18,80
M4	C1	T3	S3	200	420		620	\$ 21.040.000	21,04
M4	C1	T4	S1	250	330		580	\$ 23.960.000	23,96
M4	C1	T4	S2	230	120		350	\$ 19.840.000	19,84
M4	C1	T4	S3	220	240		460	\$ 20.480.000	20,48
M4	C2	T1	S1	155	310		465	\$ 16.120.000	16,12
M4	C2	T1	S2	145	135		280	\$ 13.220.000	13,22
M4	C2	T1	S3	140	380		520	\$ 15.760.000	15,76
M4	C2	T2	S1	190	160		350	\$ 17.120.000	17,12
M4	C2	T2	S2	165	420		585	\$ 18.240.000	18,24
M4	C2	T2	S3	165	415		580	\$ 18.180.000	18,18
M4	C2	T3	S1	230	230		460	\$ 21.160.000	21,16
M4	C2	T3	S2	205	200		405	\$ 18.800.000	18,80
M4	C2	T3	S3	200	420		620	\$ 21.040.000	21,04
M4	C2	T4	S1	250	330		580	\$ 23.960.000	23,96
M4	C2	T4	S2	230	120		350	\$ 19.840.000	19,84
M4	C2	T4	S3	220	240		460	\$ 20.480.000	20,48
PROMEDIO				191,3	280,0		471,25	\$ 18.660.000	18,66

Análisis Estadístico

Tabla E9. Resultados de análisis de prueba t para dos muestras: costo y método. (Fuente: Infostat)

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Método	Costo	{M1}	{M2}	24	24	13,69	25	-11,31	-13,48	-9,15	9,74	18,09	0,1449	-10,51	<0,0001	Bilateral
Método	Costo	{M1}	{M3}	24	24	13,69	16,53	-2,84	-4,43	-1,25	9,74	5,29	0,1511	-3,59	0,0008	Bilateral
Método	Costo	{M1}	{M4}	24	24	13,69	18,66	-4,97	-6,7	-3,24	9,74	8	0,641	-5,79	<0,0001	Bilateral
Método	Costo	{M2}	{M3}	24	24	25	16,53	8,47	6,47	10,47	18,09	5,29	0,0046	8,58	<0,0001	Bilateral
Método	Costo	{M2}	{M4}	24	24	25	18,66	6,34	4,24	8,44	18,09	8	0,0561	6,08	<0,0001	Bilateral
Método	Costo	{M3}	{M4}	24	24	16,53	18,66	-2,13	-3,63	-0,63	5,29	8	0,3288	-2,86	0,0063	Bilateral

Tabla E10. Resultados de análisis de prueba t para dos muestras: costo y método – clima. (Fuente: Infostat)

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Método*Clima	Costo	{M1:C1}	{M1:C2}	12	12	13,58	13,79	-0,21	-2,91	2,49	11,12	9,21	0,7592	-0,16	0,8713	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C1}	{M2:C1}	12	12	13,58	25	-11,42	-14,7	-8,14	11,12	18,91	0,3925	-7,22	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C1}	{M2:C2}	12	12	13,58	25	-11,42	-14,7	-8,14	11,12	18,91	0,3925	-7,22	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C1}	{M3:C1}	12	12	13,58	16,37	-2,79	-5,11	-0,48	11,12	3,79	0,0877	-2,51	0,0201	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C1}	{M3:C2}	12	12	13,58	16,68	-3,1	-5,67	-0,54	11,12	7,22	0,4853	-2,51	0,0199	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C1}	{M4:C1}	12	12	13,58	18,66	-5,08	-7,72	-2,44	11,12	8,36	0,6438	-3,99	0,0006	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C1}	{M4:C2}	12	12	13,58	18,66	-5,08	-7,72	-2,44	11,12	8,36	0,6438	-3,99	0,0006	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C2}	{M2:C1}	12	12	13,79	25	-11,21	-14,4	-8,03	9,21	18,91	0,2482	-7,32	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C2}	{M2:C2}	12	12	13,79	25	-11,21	-14,4	-8,03	9,21	18,91	0,2482	-7,32	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C2}	{M3:C1}	12	12	13,79	16,37	-2,58	-4,74	-0,42	9,21	3,79	0,1563	-2,48	0,0213	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C2}	{M3:C2}	12	12	13,79	16,68	-2,89	-5,32	-0,46	9,21	7,22	0,6942	-2,47	0,0217	Bilateral

Método*Clima	Costo	{M1:C2}	{M4:C1}	12	12	13,79	18,66	-4,87	-7,38	-2,36	9,21	8,36	0,8757	-4,02	0,0006	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M1:C2}	{M4:C2}	12	12	13,79	18,66	-4,87	-7,38	-2,36	9,21	8,36	0,8757	-4,02	0,0006	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C1}	{M2:C2}	12	12	25	25	0	-3,68	3,68	18,91	18,91	>0,9999	0	>0,9999	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C1}	{M3:C1}	12	12	25	16,37	8,63	5,71	11,54	18,91	3,79	0,0129	6,27	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C1}	{M3:C2}	12	12	25	16,68	8,32	5,26	11,38	18,91	7,22	0,1254	5,64	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C1}	{M4:C1}	12	12	25	18,66	6,34	3,21	9,47	18,91	8,36	0,1916	4,21	0,0004	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C1}	{M4:C2}	12	12	25	18,66	6,34	3,21	9,47	18,91	8,36	0,1916	4,21	0,0004	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C2}	{M3:C1}	12	12	25	16,37	8,63	5,71	11,54	18,91	3,79	0,0129	6,27	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C2}	{M3:C2}	12	12	25	16,68	8,32	5,26	11,38	18,91	7,22	0,1254	5,64	<0,0001	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C2}	{M4:C1}	12	12	25	18,66	6,34	3,21	9,47	18,91	8,36	0,1916	4,21	0,0004	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M2:C2}	{M4:C2}	12	12	25	18,66	6,34	3,21	9,47	18,91	8,36	0,1916	4,21	0,0004	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M3:C1}	{M3:C2}	12	12	16,37	16,68	-0,31	-2,3	1,68	3,79	7,22	0,2995	-0,32	0,7493	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M3:C1}	{M4:C1}	12	12	16,37	18,66	-2,29	-4,37	-0,2	3,79	8,36	0,2049	-2,27	0,0332	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M3:C1}	{M4:C2}	12	12	16,37	18,66	-2,29	-4,37	-0,2	3,79	8,36	0,2049	-2,27	0,0332	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M3:C2}	{M4:C1}	12	12	16,68	18,66	-1,98	-4,34	0,39	7,22	8,36	0,8125	-1,73	0,0968	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M3:C2}	{M4:C2}	12	12	16,68	18,66	-1,98	-4,34	0,39	7,22	8,36	0,8125	-1,73	0,0968	Bilateral
Método*Clima	Costo	{M4:C1}	{M4:C2}	12	12	18,66	18,66	0	-2,45	2,45	8,36	8,36	>0,9999	0	>0,9999	Bilateral

Tabla E11. Resultados de análisis de prueba t para dos muestras: costo y método – suelo. (Fuente: Infostat)

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M1:S2}	8	8	14,45	14,05	0,4	-3,04	3,85	8,28	12,38	0,6084	0,25	0,8047	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M1:S3}	8	8	14,45	12,57	1,89	-1,27	5,04	8,28	9,08	0,9066	1,28	0,2214	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M2:S1}	8	8	14,45	27	-12,55	-15,7	-9,38	8,28	9,14	0,8992	-8,5	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M2:S2}	8	8	14,45	24	-9,55	-13,7	-5,4	8,28	21,71	0,2266	-4,93	0,0002	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M2:S3}	8	8	14,45	24	-9,55	-13,7	-5,4	8,28	21,71	0,2266	-4,93	0,0002	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M3:S1}	8	8	14,45	17,3	-2,85	-6,07	0,37	8,28	9,8	0,8299	-1,9	0,0788	Bilateral

Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M3:S2}	8	8	14,45	16,07	-1,62	-4,3	1,07	8,28	4,22	0,3941	-1,29	0,2173	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M3:S3}	8	8	14,45	16,22	-1,77	-4,24	0,7	8,28	2,33	0,1164	-1,54	0,1466	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M4:S1}	8	8	14,45	19,59	-5,14	-8,5	-1,78	8,28	11,34	0,6882	-3,28	0,0055	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M4:S2}	8	8	14,45	17,53	-3,08	-6,08	-0,07	8,28	7,44	0,8911	-2,19	0,0456	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S1}	{M4:S3}	8	8	14,45	18,87	-4,42	-7,18	-1,65	8,28	4,99	0,5195	-3,43	0,0041	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M1:S3}	8	8	14,05	12,57	1,48	-2,03	4,99	12,38	9,08	0,6922	0,9	0,3815	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M2:S1}	8	8	14,05	27	-12,96	-16,5	-9,44	12,38	9,14	0,6991	-7,9	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M2:S2}	8	8	14,05	24	-9,96	-14,4	-5,53	12,38	21,71	0,4761	-4,82	0,0003	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M2:S3}	8	8	14,05	24	-9,96	-14,4	-5,53	12,38	21,71	0,4761	-4,82	0,0003	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M3:S1}	8	8	14,05	17,3	-3,26	-6,83	0,32	12,38	9,8	0,7651	-1,95	0,0709	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M3:S2}	8	8	14,05	16,07	-2,02	-5,11	1,07	12,38	4,22	0,179	-1,4	0,1827	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M3:S3}	8	8	14,05	16,22	-2,18	-5,2	0,85	12,38	2,33	0,0425	-1,6	0,1399	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M4:S1}	8	8	14,05	19,59	-5,55	-9,24	-1,85	12,38	11,34	0,9109	-3,22	0,0062	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M4:S2}	8	8	14,05	17,53	-3,48	-6,86	-0,1	12,38	7,44	0,5172	-2,21	0,0442	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S2}	{M4:S3}	8	8	14,05	18,87	-4,82	-7,98	-1,66	12,38	4,99	0,253	-3,27	0,0056	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M2:S1}	8	8	12,57	27	-14,44	-17,7	-11,2	9,08	9,14	0,9925	-9,57	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M2:S2}	8	8	12,57	24	-11,44	-15,6	-7,23	9,08	21,71	0,2725	-5,83	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M2:S3}	8	8	12,57	24	-11,44	-15,6	-7,23	9,08	21,71	0,2725	-5,83	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M3:S1}	8	8	12,57	17,3	-4,74	-8,03	-1,44	9,08	9,8	0,9223	-3,08	0,0081	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M3:S2}	8	8	12,57	16,07	-3,5	-6,27	-0,73	9,08	4,22	0,334	-2,71	0,0168	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M3:S3}	8	8	12,57	16,22	-3,66	-6,22	-1,09	9,08	2,33	0,0935	-3,06	0,0085	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M4:S1}	8	8	12,57	19,59	-7,03	-10,5	-3,6	9,08	11,34	0,776	-4,4	0,0006	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M4:S2}	8	8	12,57	17,53	-4,96	-8,04	-1,88	9,08	7,44	0,7995	-3,45	0,0039	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M1:S3}	{M4:S3}	8	8	12,57	18,87	-6,3	-9,14	-3,46	9,08	4,99	0,4476	-4,75	0,0003	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M2:S2}	8	8	27	24	3	-1,21	7,21	9,14	21,71	0,2764	1,53	0,1489	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M2:S3}	8	8	27	24	3	-1,21	7,21	9,14	21,71	0,2764	1,53	0,1489	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M3:S1}	8	8	27	17,3	9,7	6,4	13	9,14	9,8	0,9298	6,3	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M3:S2}	8	8	27	16,07	10,94	8,16	13,71	9,14	4,22	0,3295	8,46	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M3:S3}	8	8	27	16,22	10,78	8,21	13,35	9,14	2,33	0,0919	9	<0,0001	Bilateral

Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M4:S1}	8	8	27	19,59	7,41	3,98	10,84	9,14	11,34	0,7832	4,63	0,0004	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M4:S2}	8	8	27	17,53	9,48	6,39	12,56	9,14	7,44	0,7922	6,58	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S1}	{M4:S3}	8	8	27	18,87	8,14	5,28	10,99	9,14	4,99	0,4421	6,12	<0,0001	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S2}	{M2:S3}	8	8	24	24	0	-5	5	21,71	21,71	>0,9999	0	>0,9999	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S2}	{M3:S1}	8	8	24	17,3	6,7	2,44	10,96	21,71	9,8	0,3156	3,38	0,0045	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S2}	{M3:S2}	8	8	24	16,07	7,94	3,92	11,95	21,71	4,22	0,0463	4,41	0,0013	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S2}	{M3:S3}	8	8	24	16,22	7,78	3,78	11,78	21,71	2,33	0,0087	4,49	0,002	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S2}	{M4:S1}	8	8	24	19,59	4,41	0,05	8,77	21,71	11,34	0,411	2,17	0,0478	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S2}	{M4:S2}	8	8	24	17,53	6,48	2,38	10,57	21,71	7,44	0,1808	3,39	0,0044	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S2}	{M4:S3}	8	8	24	18,87	5,14	1,22	9,05	21,71	4,99	0,071	2,81	0,0139	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S3}	{M3:S1}	8	8	24	17,3	6,7	2,44	10,96	21,71	9,8	0,3156	3,38	0,0045	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S3}	{M3:S2}	8	8	24	16,07	7,94	3,92	11,95	21,71	4,22	0,0463	4,41	0,0013	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S3}	{M3:S3}	8	8	24	16,22	7,78	3,78	11,78	21,71	2,33	0,0087	4,49	0,002	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S3}	{M4:S1}	8	8	24	19,59	4,41	0,05	8,77	21,71	11,34	0,411	2,17	0,0478	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S3}	{M4:S2}	8	8	24	17,53	6,48	2,38	10,57	21,71	7,44	0,1808	3,39	0,0044	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M2:S3}	{M4:S3}	8	8	24	18,87	5,14	1,22	9,05	21,71	4,99	0,071	2,81	0,0139	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S1}	{M3:S2}	8	8	17,3	16,07	1,24	-1,6	4,07	9,8	4,22	0,2891	0,93	0,3666	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S1}	{M3:S3}	8	8	17,3	16,22	1,08	-1,56	3,72	9,8	2,33	0,0776	0,88	0,3952	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S1}	{M4:S1}	8	8	17,3	19,59	-2,29	-5,78	1,2	9,8	11,34	0,8516	-1,41	0,1807	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S1}	{M4:S2}	8	8	17,3	17,53	-0,22	-3,37	2,92	9,8	7,44	0,7254	-0,15	0,8803	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S1}	{M4:S3}	8	8	17,3	18,87	-1,57	-4,48	1,35	9,8	4,99	0,3927	-1,15	0,2689	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S2}	{M3:S3}	8	8	16,07	16,22	-0,15	-2,1	1,79	4,22	2,33	0,4515	-0,17	0,8665	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S2}	{M4:S1}	8	8	16,07	19,59	-3,53	-6,52	-0,53	4,22	11,34	0,2155	-2,53	0,0242	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S2}	{M4:S2}	8	8	16,07	17,53	-1,46	-4,05	1,13	4,22	7,44	0,4725	-1,21	0,2465	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S2}	{M4:S3}	8	8	16,07	18,87	-2,8	-5,1	-0,5	4,22	4,99	0,8319	-2,61	0,0206	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S3}	{M4:S1}	8	8	16,22	19,59	-3,37	-6,17	-0,57	2,33	11,34	0,0535	-2,58	0,0219	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S3}	{M4:S2}	8	8	16,22	17,53	-1,31	-3,67	1,06	2,33	7,44	0,1488	-1,18	0,2573	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M3:S3}	{M4:S3}	8	8	16,22	18,87	-2,65	-4,7	-0,59	2,33	4,99	0,3372	-2,77	0,0152	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M4:S1}	{M4:S2}	8	8	19,59	17,53	2,07	-1,22	5,35	11,34	7,44	0,5912	1,35	0,1991	Bilateral

Método*Suelo	Costo	{M4:S1}	{M4:S3}	8	8	19,59	18,87	0,73	-2,34	3,79	11,34	4,99	0,3003	0,51	0,6197	Bilateral
Método*Suelo	Costo	{M4:S2}	{M4:S3}	8	8	17,53	18,87	-1,34	-4,01	1,33	7,44	4,99	0,6108	-1,08	0,3004	Bilateral

Tabla E11. Resultados de análisis de prueba t para dos muestras: costo y método – tránsito. (Fuente: Infostat)

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M1:T2}	6	6	9,81	12,43	-2,62	-4,04	-1,2	1,13	1,31	0,8765	-4,11	0,0021	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M1:T3}	6	6	9,81	14,95	-5,13	-6,63	-3,64	1,13	1,57	0,7251	-7,65	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M1:T4}	6	6	9,81	17,55	-7,74	-9,08	-6,4	1,13	1,04	0,9298	-12,9	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M2:T1}	6	6	9,81	20,33	-10,52	-12,6	-8,41	1,13	4,27	0,171	-11,1	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M2:T2}	6	6	9,81	24,33	-14,52	-16,6	-12,4	1,13	4,27	0,171	-15,3	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M2:T3}	6	6	9,81	24,33	-14,52	-16,6	-12,4	1,13	4,27	0,171	-15,3	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M3:T1}	6	6	9,81	14,01	-4,2	-5,25	-3,15	1,13	0,2	0,0785	-8,93	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M3:T2}	6	6	9,81	15,49	-5,68	-6,8	-4,56	1,13	0,12	0,0303	-12,4	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M3:T3}	6	6	9,81	17,23	-7,41	-8,47	-6,36	1,13	0,21	0,0899	-15,7	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M3:T4}	6	6	9,81	19,38	-9,57	-11,7	-7,39	1,13	4,58	0,1504	-9,8	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M4:T1}	6	6	9,81	15,03	-5,22	-6,83	-3,61	1,13	2	0,5462	-7,23	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M4:T2}	6	6	9,81	17,85	-8,03	-9,13	-6,94	1,13	0,32	0,19	-16,4	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M4:T3}	6	6	9,81	20,33	-10,52	-12	-9,07	1,13	1,41	0,8115	-16,2	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T1}	{M4:T4}	6	6	9,81	21,43	-11,61	-13,7	-9,57	1,13	3,93	0,1971	-12,6	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M1:T3}	6	6	12,43	14,95	-2,51	-4,06	-0,97	1,31	1,57	0,844	-3,63	0,0046	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M1:T4}	6	6	12,43	17,55	-5,12	-6,51	-3,73	1,31	1,04	0,8077	-8,19	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M2:T1}	6	6	12,43	20,33	-7,9	-10,1	-5,75	1,31	4,27	0,2201	-8,2	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M2:T2}	6	6	12,43	24,33	-11,9	-14,1	-9,75	1,31	4,27	0,2201	-12,4	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M2:T3}	6	6	12,43	24,33	-11,9	-14,1	-9,75	1,31	4,27	0,2201	-12,4	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M3:T1}	6	6	12,43	14,01	-1,58	-2,7	-0,46	1,31	0,2	0,0586	-3,16	0,0102	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M3:T2}	6	6	12,43	15,49	-3,06	-4,26	-1,86	1,31	0,12	0,022	-6,26	0,0008	Bilateral

Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M3:T3}	6	6	12,43	17,23	-4,79	-5,91	-3,67	1,31	0,21	0,0673	-9,53	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M3:T4}	6	6	12,43	19,38	-6,95	-9,15	-4,74	1,31	4,58	0,1948	-7,01	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M4:T1}	6	6	12,43	15,03	-2,6	-4,25	-0,95	1,31	2	0,6525	-3,5	0,0057	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M4:T2}	6	6	12,43	17,85	-5,41	-6,57	-4,25	1,31	0,32	0,1466	-10,4	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M4:T3}	6	6	12,43	20,33	-7,9	-9,4	-6,4	1,31	1,41	0,9337	-11,7	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T2}	{M4:T4}	6	6	12,43	21,43	-8,99	-11,1	-6,91	1,31	3,93	0,252	-9,62	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M1:T4}	6	6	14,95	17,55	-2,61	-4,08	-1,14	1,57	1,04	0,6606	-3,95	0,0027	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M2:T1}	6	6	14,95	20,33	-5,39	-7,58	-3,19	1,57	4,27	0,2975	-5,46	0,0003	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M2:T2}	6	6	14,95	24,33	-9,39	-11,6	-7,19	1,57	4,27	0,2975	-9,51	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M2:T3}	6	6	14,95	24,33	-9,39	-11,6	-7,19	1,57	4,27	0,2975	-9,51	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M3:T1}	6	6	14,95	14,01	0,93	-0,4	2,26	1,57	0,2	0,0399	1,72	0,1366	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M3:T2}	6	6	14,95	15,49	-0,55	-1,85	0,75	1,57	0,12	0,0146	-1,03	0,3437	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M3:T3}	6	6	14,95	17,23	-2,28	-3,61	-0,95	1,57	0,21	0,0461	-4,18	0,0058	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M3:T4}	6	6	14,95	19,38	-4,43	-6,69	-2,18	1,57	4,58	0,2654	-4,38	0,0014	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M4:T1}	6	6	14,95	15,03	-0,09	-1,81	1,63	1,57	2	0,799	-0,11	0,9128	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M4:T2}	6	6	14,95	17,85	-2,9	-4,15	-1,65	1,57	0,32	0,1038	-5,17	0,0004	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M4:T3}	6	6	14,95	20,33	-5,39	-6,96	-3,81	1,57	1,41	0,9095	-7,64	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T3}	{M4:T4}	6	6	14,95	21,43	-6,48	-8,61	-4,35	1,57	3,93	0,3373	-6,76	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M2:T1}	6	6	17,55	20,33	-2,78	-4,88	-0,68	1,04	4,27	0,1474	-2,96	0,0144	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M2:T2}	6	6	17,55	24,33	-6,78	-8,88	-4,68	1,04	4,27	0,1474	-7,21	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M2:T3}	6	6	17,55	24,33	-6,78	-8,88	-4,68	1,04	4,27	0,1474	-7,21	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M3:T1}	6	6	17,55	14,01	3,54	2,53	4,55	1,04	0,2	0,0924	7,8	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M3:T2}	6	6	17,55	15,49	2,06	0,98	3,14	1,04	0,12	0,0361	4,68	0,0034	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M3:T3}	6	6	17,55	17,23	0,33	-0,69	1,34	1,04	0,21	0,1054	0,72	0,4908	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M3:T4}	6	6	17,55	19,38	-1,83	-3,98	0,33	1,04	4,58	0,1292	-1,89	0,0885	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M4:T1}	6	6	17,55	15,03	2,52	0,93	4,11	1,04	2	0,4904	3,54	0,0053	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M4:T2}	6	6	17,55	17,85	-0,29	-1,35	0,77	1,04	0,32	0,219	-0,62	0,5512	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M4:T3}	6	6	17,55	20,33	-2,78	-4,2	-1,36	1,04	1,41	0,7442	-4,35	0,0014	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M1:T4}	{M4:T4}	6	6	17,55	21,43	-3,87	-5,9	-1,84	1,04	3,93	0,1706	-4,25	0,0017	Bilateral

Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M2:T2}	6	6	20,33	24,33	-4	-6,66	-1,34	4,27	4,27	>0,9999	-3,35	0,0073	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M2:T3}	6	6	20,33	24,33	-4	-6,66	-1,34	4,27	4,27	>0,9999	-3,35	0,0073	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M3:T1}	6	6	20,33	14,01	6,32	4,1	8,54	4,27	0,2	0,0043	7,33	0,0007	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M3:T2}	6	6	20,33	15,49	4,84	2,64	7,04	4,27	0,12	0,0014	5,66	0,0024	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M3:T3}	6	6	20,33	17,23	3,11	0,89	5,33	4,27	0,21	0,005	3,6	0,0156	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M3:T4}	6	6	20,33	19,38	0,95	-1,75	3,66	4,27	4,58	0,9393	0,78	0,4507	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M4:T1}	6	6	20,33	15,03	5,3	3,02	7,58	4,27	2	0,425	5,19	0,0004	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M4:T2}	6	6	20,33	17,85	2,49	0,35	4,63	4,27	0,32	0,0127	2,84	0,0294	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M4:T3}	6	6	20,33	20,33	0	-2,17	2,17	4,27	1,41	0,2506	0	>0,9999	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T1}	{M4:T4}	6	6	20,33	21,43	-1,09	-3,7	1,51	4,27	3,93	0,9309	-0,94	0,3717	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M2:T3}	6	6	24,33	24,33	0	-2,66	2,66	4,27	4,27	>0,9999	0	>0,9999	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M3:T1}	6	6	24,33	14,01	10,32	8,1	12,54	4,27	0,2	0,0043	11,96	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M3:T2}	6	6	24,33	15,49	8,84	6,64	11,04	4,27	0,12	0,0014	10,33	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M3:T3}	6	6	24,33	17,23	7,11	4,89	9,33	4,27	0,21	0,005	8,23	0,0004	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M3:T4}	6	6	24,33	19,38	4,95	2,25	7,66	4,27	4,58	0,9393	4,08	0,0022	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M4:T1}	6	6	24,33	15,03	9,3	7,02	11,58	4,27	2	0,425	9,1	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M4:T2}	6	6	24,33	17,85	6,49	4,35	8,63	4,27	0,32	0,0127	7,42	0,0003	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M4:T3}	6	6	24,33	20,33	4	1,83	6,17	4,27	1,41	0,2506	4,11	0,0021	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T2}	{M4:T4}	6	6	24,33	21,43	2,91	0,3	5,51	4,27	3,93	0,9309	2,49	0,0322	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M3:T1}	6	6	24,33	14,01	10,32	8,1	12,54	4,27	0,2	0,0043	11,96	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M3:T2}	6	6	24,33	15,49	8,84	6,64	11,04	4,27	0,12	0,0014	10,33	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M3:T3}	6	6	24,33	17,23	7,11	4,89	9,33	4,27	0,21	0,005	8,23	0,0004	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M3:T4}	6	6	24,33	19,38	4,95	2,25	7,66	4,27	4,58	0,9393	4,08	0,0022	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M4:T1}	6	6	24,33	15,03	9,3	7,02	11,58	4,27	2	0,425	9,1	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M4:T2}	6	6	24,33	17,85	6,49	4,35	8,63	4,27	0,32	0,0127	7,42	0,0003	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M4:T3}	6	6	24,33	20,33	4	1,83	6,17	4,27	1,41	0,2506	4,11	0,0021	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M2:T3}	{M4:T4}	6	6	24,33	21,43	2,91	0,3	5,51	4,27	3,93	0,9309	2,49	0,0322	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T1}	{M3:T2}	6	6	14,01	15,49	-1,48	-2	-0,96	0,2	0,12	0,6253	-6,39	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T1}	{M3:T3}	6	6	14,01	17,23	-3,21	-3,8	-2,63	0,2	0,21	0,9416	-12,3	<0,0001	Bilateral

Método*Tránsito	Costo	{M3:T1}	{M3:T4}	6	6	14,01	19,38	-5,37	-7,66	-3,07	0,2	4,58	0,0036	-6,01	0,0018	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T1}	{M4:T1}	6	6	14,01	15,03	-1,02	-2,5	0,46	0,2	2	0,0239	-1,69	0,1428	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T1}	{M4:T2}	6	6	14,01	17,85	-3,83	-4,49	-3,18	0,2	0,32	0,6151	-13,1	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T1}	{M4:T3}	6	6	14,01	20,33	-6,32	-7,59	-5,05	0,2	1,41	0,0499	-12,2	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T1}	{M4:T4}	6	6	14,01	21,43	-7,41	-9,55	-5,28	0,2	3,93	0,0052	-8,94	0,0003	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T2}	{M3:T3}	6	6	15,49	17,23	-1,73	-2,26	-1,21	0,12	0,21	0,5751	-7,32	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T2}	{M3:T4}	6	6	15,49	19,38	-3,89	-6,16	-1,61	0,12	4,58	0,0012	-4,39	0,0071	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T2}	{M4:T1}	6	6	15,49	15,03	0,46	-1,07	1,99	0,12	2	0,0085	0,77	0,4743	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T2}	{M4:T2}	6	6	15,49	17,85	-2,35	-2,96	-1,75	0,12	0,32	0,3276	-8,67	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T2}	{M4:T3}	6	6	15,49	20,33	-4,84	-6,08	-3,6	0,12	1,41	0,0186	-9,56	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T2}	{M4:T4}	6	6	15,49	21,43	-5,93	-8,05	-3,82	0,12	3,93	0,0017	-7,22	0,0008	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T3}	{M3:T4}	6	6	17,23	19,38	-2,15	-4,45	0,14	0,21	4,58	0,0042	-2,41	0,061	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T3}	{M4:T1}	6	6	17,23	15,03	2,19	0,71	3,68	0,21	2	0,0277	3,61	0,0112	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T3}	{M4:T2}	6	6	17,23	17,85	-0,62	-1,28	0,04	0,21	0,32	0,667	-2,09	0,0634	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T3}	{M4:T3}	6	6	17,23	20,33	-3,11	-4,27	-1,95	0,21	1,41	0,0574	-5,97	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T3}	{M4:T4}	6	6	17,23	21,43	-4,2	-6,34	-2,06	0,21	3,93	0,0061	-5,05	0,0039	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T4}	{M4:T1}	6	6	19,38	15,03	4,35	2,01	6,68	4,58	2	0,3836	4,15	0,002	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T4}	{M4:T2}	6	6	19,38	17,85	1,53	-0,79	3,86	4,58	0,32	0,0108	1,7	0,1505	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T4}	{M4:T3}	6	6	19,38	20,33	-0,95	-3,18	1,27	4,58	1,41	0,2226	-0,95	0,3628	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M3:T4}	{M4:T4}	6	6	19,38	21,43	-2,05	-4,7	0,61	4,58	3,93	0,8706	-1,72	0,1166	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M4:T1}	{M4:T2}	6	6	15,03	17,85	-2,81	-4,2	-1,43	2	0,32	0,0648	-4,53	0,0011	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M4:T1}	{M4:T3}	6	6	15,03	20,33	-5,3	-6,98	-3,62	2	1,41	0,7131	-7,03	<0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M4:T1}	{M4:T4}	6	6	15,03	21,43	-6,39	-8,61	-4,18	2	3,93	0,4755	-6,43	0,0001	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M4:T2}	{M4:T3}	6	6	17,85	20,33	-2,49	-3,68	-1,29	0,32	1,41	0,1269	-4,63	0,0009	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M4:T2}	{M4:T4}	6	6	17,85	21,43	-3,58	-5,64	-1,52	0,32	3,93	0,0153	-4,25	0,0054	Bilateral
Método*Tránsito	Costo	{M4:T3}	{M4:T4}	6	6	20,33	21,43	-1,09	-3,2	1,01	1,41	3,93	0,2858	-1,16	0,2737	Bilateral