



# 60

## CONGRESO IBEROAMERICANO

# de Pavimentos de Hormigón



## Puerto Iguazú, Argentina

23 y 24  
de abril de  
2015

Organizan:



Federación Iberoamericana  
del Hormigón Premezclado



ASOCIACION  
ARGENTINA del  
HORMIGON  
ELABORADO

Co-sponsor:



**FIGEM**  
FEDERACION INTERAMERICANA  
DEL CEMENTO



# Pavimentos de bajo tráfico con losas cortas: Desempeño y competitividad



Ing. Mauricio Salgado Torres M.Sc.  
Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile - ICH

Puerto Iguazú, Argentina - 2015



**LONGITUD DE CAMINOS RED VIAL NACIONAL, SEGUN REGION Y TIPO DE CARPETA - DIC. 2013**

(Longitud en km.)

Región	Red Vial Pavimentada				Soluciones Básicas		Red Vial No Pavimentada		Total
	Asfalto	Hormigón	Asf./Horm.	Caminos Básicos Intermedios	Capa Protección (*)	Granular Estabilizado	Ripio	Tierra	
I	1.055,43	0,09	0,00	0,00	283,56	271,49	380,71	1.515,56	3.506,84
II	1.851,69	2,65	0,00	0,00	126,06	676,37	406,12	2.561,94	5.624,83
III	1.086,86	4,54	0,00	0,00	294,81	2.221,26	696,86	2.570,93	6.875,26
IV	1.300,37	41,08	10,28	30,71	97,17	796,57	1.886,21	829,64	4.992,03
V	1.131,69	211,32	22,58	2,43	1.052,74	0,00	492,87	262,92	3.176,55
VI	1.180,99	70,89	48,67	0,00	642,24	0,00	829,93	767,12	3.539,84
VII	1.499,47	166,07	74,67	78,72	305,63	324,74	2.861,20	1.616,68	6.927,18
VIII	2.054,63	146,85	30,41	0,00	376,14	89,94	4.786,87	1.575,73	9.060,57
IX	1.448,18	100,98	98,87	0,00	318,28	361,54	7.172,15	2.499,78	11.999,78
X	1.384,58	146,26	49,60	0,00	389,20	0,70	5.007,75	436,03	7.414,12
XI	227,32	151,06	0,00	0,00	19,83	190,57	2.106,46	203,24	2.898,48
XII	26,85	585,51	0,00	0,00	124,11	156,95	2.174,61	278,55	3.346,58
R.M.	1.182,60	188,86	86,83	37,23	748,07	0,54	351,97	173,05	2.769,15
XIV	649,66	61,19	99,29	3,40	229,46	0,00	1.778,13	299,70	3.120,83
XV	433,32	0,20	0,00	0,00	152,52	235,24	148,74	1.229,21	2.199,23
<b>Total</b>	<b>16.513,64</b>	<b>1.877,55</b>	<b>521,20</b>	<b>152,49</b>	<b>5.159,82</b>	<b>5.325,91</b>	<b>31.080,58</b>	<b>16.820,08</b>	<b>77.451,27</b>

Notas: - Los Caminos Pavimentados son aquellos que se realizan mediante proyectos específicos y/o poseen diseño de ingeniería.

(\*): Para efectos de los Usuarios de la Red Vial la Capa de Protección puede asimilarse a un Camino Pavimentado.

- Información a Diciembre del año 2013.



## RED VIAL NACIONAL

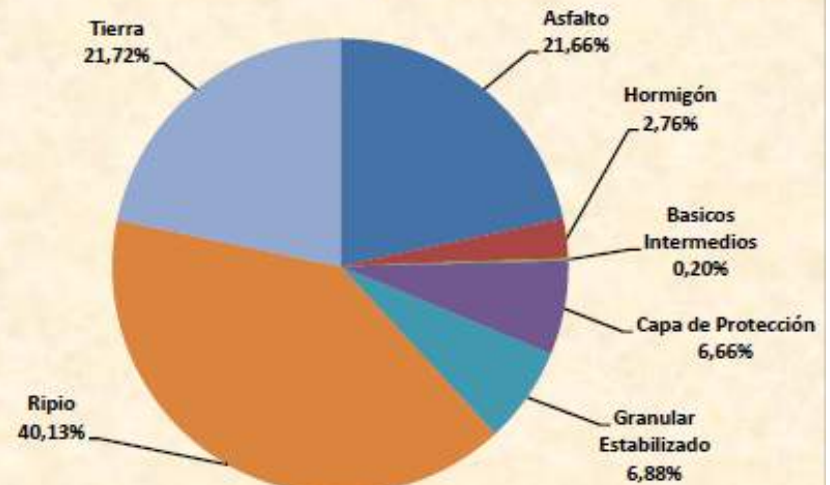
DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS



DEPARTAMENTO DE GESTIÓN VIAL  
SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO  
DIRECCIÓN DE VIALIDAD

DICIEMBRE 2013  
(EDITADO AGOSTO 2014)

Distribución de la Red Vial Nacional según Tipo de Carpeta de Rodadura  
Dic. 2013



Total Red: 77.451,27 km.



**LONGITUD DOBLES CALZADAS SEGUN REGION  
Y TIPO CARPETA - DIC. 2013**

(Longitud en km.)

Región	Asfalto	Hormigón	Asf./Horm.	Total
I	26,83	0,00	0,00	26,83
II	64,62	1,82	0,00	66,44
III	87,86	0,00	0,00	87,86
IV	272,45	6,26	10,28	288,99
V	280,06	21,93	22,45	324,44
VI	78,16	16,55	40,04	134,75
VII	118,61	7,67	74,65	200,93
VIII	294,88	69,34	30,41	394,63
IX	136,76	4,45	98,87	240,08
X	83,15	3,98	49,60	136,73
XI	0,90	2,33	0,00	3,23
XII	0,00	9,79	0,00	9,79
R.M.	410,09	67,08	86,83	564,00
XIV	26,38	8,31	99,29	133,98
XV	17,35	0,00	0,00	17,35
<b>Total</b>	<b>1.898,10</b>	<b>219,51</b>	<b>512,42</b>	<b>2.630,03</b>

Notas: - El tipo de carpeta Asfalto incluye a las mezclas asfálticas y los tratamientos asfálticos.  
- Información a Diciembre del año 2013.





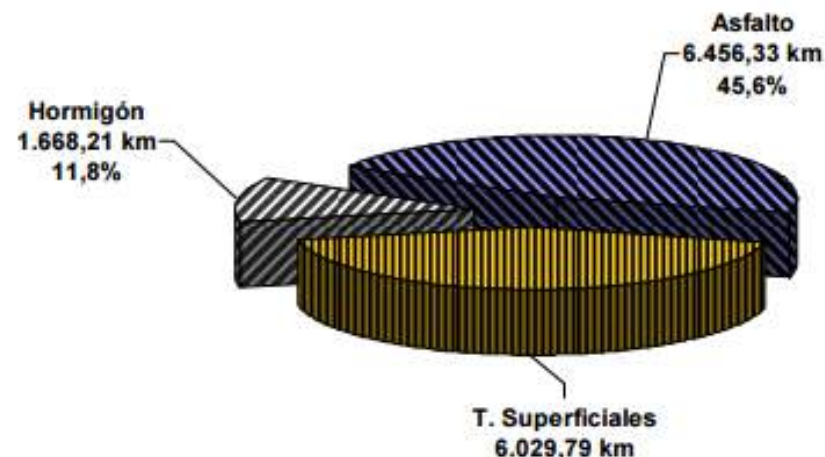
## Datos de la Red Vial Pavimentada de Chile

### Longitud de la Red Vial Pavimentada

Región	Longitud Red Pavimentada (1) km
XV	450,87
I	1.136,07
II	1.950,49
III	1.235,02
IV	1.640,72
V	1.683,93
R.M.	2.057,70
VI	1.466,75
VII	1.973,74
VIII	2.671,46
IX	1.922,00
XIV	959,62
X	1.806,14
XI	382,43
XII	594,49
<b>Total</b>	<b>21.931,43</b>

(1) Longitud total de calzadas de caminos Pavimentados a Diciembre de 2013. En los tramos con doble calzada, se consideran las longitudes de la calzada derecha e izquierda en forma independiente.

### Distribución por Carpeta de Rodadura de la Red Vial Evaluada Año 2014.



### Tipo de Conservación a aplicar en la Red Vial Nacional Pavimentada.

Región	Carpeta		Tipo de Conservación (*)			Total
			Rutinaria	Periódica	Mayor	
Total	Asfalto	km	5.559,82	376,16	520,35	6.456,33
	Tratamiento	km	0,00	5.211,14	818,65	6.029,79
	Hormigón	km	1.111,40	483,98	72,83	1.668,21
	Total	km	6.671,22	6.071,28	1.411,83	14.154,33
	Asfalto	%	86,1%	5,8%	8,1%	100,0%
	Tratamiento	%	0,0%	86,4%	13,6%	100,0%
Total	Hormigón	%	66,6%	29,0%	4,4%	100,0%
	Total	%	47,1%	42,9%	10,0%	100,0%

(\*) Las conservaciones tipo periódica y mayor incluyen la conservación rutinaria  
Fuente: Departamento de Gestión Vial.



## CAMINOS BASICOS

### INSTRUCTIVO PARA POSTULACION DE CAMINOS BASICOS INTERMEDIOS



se define una tipología llamada Caminos Básicos Intermedios (CBI), a la que se aplica este Instructivo, y corresponde a obras que persiguen los mismos beneficios mencionados antes, sólo que dadas sus actuales características precarias, es necesario ejecutar algunas obras de mejoramiento en las componentes de geometría, estructura, saneamiento y/o seguridad vial. Por sus características, este tipo de obras es calificado como Mejoramiento, por lo que requiere ingresar al Sistema Nacional de Inversiones para revisión y análisis técnico económico por parte de las SEREMIs de Desarrollo Social.

Los CBI son caminos de bajo tránsito que reciben una solución de pavimento del tipo capa de protección asfáltica, concreto asfáltico u hormigón delgado



## CAMINOS BASICOS

### INSTRUCTIVO PARA POSTULACION DE CAMINOS BASICOS INTERMEDIOS

Las soluciones básicas posibles de emplear serán: Imprimación Reforzada, Tratamientos Superficiales Simples o Dobles, Lechada Asfáltica, Cape Seal y Otta Seal, mezcla asfáltica en caliente. Excepcionalmente, en algún(os) tramo(s) y con la debida justificación técnica se podrá aplicar, un pavimento de hormigón delgado u otra solución factible, fundamentado en la *innovación tecnológica* que permite competir con la mezcla asfáltica. Cada región, de acuerdo a calidades de materiales disponibles, tránsitos predominantes, climas y geometría de caminos, decidirá el tipo de solución a aplicar.







## CAMINOS BASICOS

### INSTRUCTIVO PARA POSTULACION DE CAMINOS BASICOS INTERMEDIOS

#### 1. INTRODUCCION

A través de la RES DV N° 1076 de 04.03.11, la Dirección de Vialidad instituyó oficialmente el programa denominado PROGRAMA CAMINOS BASICOS, según lo establecido por DIPRES en los compromisos posteriores a la evaluación del Programa realizado por el Panel de Expertos en 2009. En esta Resolución se distingue dos tipos de Caminos Básicos:

- Caminos Básicos por Conservación.
- Caminos Básicos Intermedios.

Para ambos tipos de Caminos Básicos se persigue obtener, entre otros, los siguientes beneficios:

- Proveer una superficie de rodadura confortable de mayor durabilidad que la tradicional.
- Disminuir o eliminar el polvo generado por los vehículos.
- Brindar una mejor calidad de vida a la gente que habita en los sectores rurales.
- Eliminar el efecto nocivo del polvo a los cultivos aledaños al camino.
- Menor cantidad de intervenciones de conservación.
- Menores efectos sobre el ambiente (menor extracción periódica de áridos).
- Crear condiciones propicias para el desarrollo local.

Los Caminos Básicos por Conservación (CBC) son intervenciones del tipo Capa de Protección Asfáltica o Adición de Supresores de Polvo (denominados también: Estabilizadores). En ambos tipos de solución se actúa sobre el mismo camino existente con pequeñas modificaciones, principalmente de geometría, cuyas restricciones se encuentran establecidas en el Acuerdo Interinstitucional firmado en Febrero 2011. Esta tipología se enmarca dentro del ámbito de la Conservación.

#### 5. ZONIFICACION PARA CAMINOS BÁSICOS INTERMEDIOS

Zona	Regiones
Norte - Centro	Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Región Metropolitana.
Centro - Sur	O'Higgins y Maule
Sur - Austral	Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes

#### 6. TABLA DE VALIDEZ DE EVALUACION DE CAMINOS BÁSICOS INTERMEDIOS

La forma de evaluar es válida en los rangos de inversión por Km y para un rango de TMDA entre 200 y 400 vehículos/día indicados en la Tabla siguiente:

Zonas	Costo Máximo (MM\$ / Km)
Norte - Centro	270
Centro - Sur	300
Sur - Austral	330

Moneda Base: Diciembre 2013

Las inversiones anteriormente citadas, corresponden a inversiones unitarias en moneda base de Diciembre 2013, e incluyen los costos finales de obras civiles, asesoría de inspección y expropiaciones.

MARIO FERNANDEZ RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil  
VºBº Director Nacional de Vialidad  
Ministerio de Obras Públicas

Ministerio de Desarrollo Social  
Jefe División Evaluación Social e Inversiones  
Ministerio de Desarrollo Social




## Instructivo de Difusión de Nuevas Tecnologías y Especificaciones Técnicas Pavimentos (LNV - Dirección de Vialidad)





## Instructivo de Difusión de Nuevas Tecnologías y Especificaciones Técnicas Pavimentos (LNV - Dirección de Vialidad)



**MOPT25**  
del MOP

ORD.: N° 9371/11

ANT.: No existe antecedente.

MAT.: Difusión nuevas tecnologías y especificaciones técnicas.

INCL.:  
- Anexo 1: Método de diseño de pavimentos de hormigón con losas de espesor optimizado.  
- Anexo 2: Hormigonado de pavimento en tiempo frío.  
- Anexo 3: Método de medición de madurez.  
- Anexo 4: Especificación técnica pavimento de hormigón delgado de cemento hidráulico con fibra estructural.  
- Anexo 5: Especificación técnica pavimento de hormigón delgado de cemento hidráulico.  
- Anexo 6: Especificación técnica subbase granular CBR ≥ 50% para pavimento de hormigón delgado.  
- Anexo 7: Especificación técnica geotextil para pavimento de hormigón delgado.  
- Anexo 8: Especificación técnica estación de monitoreo.

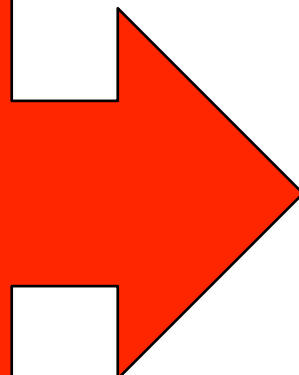
SANTIAGO, 10 AGO 2012

DE : DIRECTOR NACIONAL DE VIALIDAD

A : SEGÚN DISTRIBUCION

Los grandes avances en pavimentos de hormigón han permitido disminuir sustancialmente los espesores mediante la aplicación del nuevo método de diseño de pavimentos de hormigón con losas de espesor optimizado y mejorar las prácticas constructivas mediante la incorporación de complementos a las especificaciones técnicas vigentes en el Manual de Carreteras.

Dado que es necesario agilizar los procesos de innovaciones, mejoramiento y complementación de especificaciones técnicas en el ámbito vial y que el comportamiento observado ha sido satisfactorio en los contratos en que se han incorporado las nuevas tecnologías y especificaciones técnicas para ser incluidas en los proyectos de pavimentación de la Dirección de Vialidad.



ORD. :

N° 9371/11

ANT. :

No existe antecedente.

MAT. :

Difusión nuevas tecnologías y especificaciones técnicas.

INCL. :

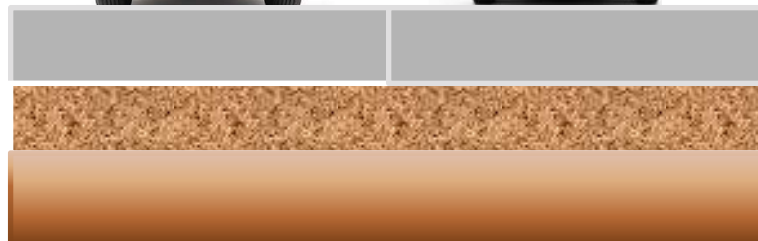
- Anexo 1: Método de diseño de pavimentos de hormigón con losas de espesor optimizado.
- Anexo 2: Hormigonado de pavimento en tiempo frío.
- Anexo 3: Método de medición de madurez.
- Anexo 4: Especificación técnica pavimento de hormigón delgado de cemento hidráulico con fibra estructural.
- Anexo 5: Especificación técnica pavimento de hormigón delgado de cemento hidráulico.
- Anexo 6: Especificación técnica subbase granular CBR ≥ 50% para pavimento de hormigón delgado.
- Anexo 7: Especificación técnica geotextil para pavimento de hormigón delgado.
- Anexo 8: Especificación técnica estación de monitoreo.

SANTIAGO,

10 AGO 2012



## Pavimentos de hormigón tradicionales Vs pavimentos de losas cortas



Subbase

Subrasante



Subbase

Subrasante

Pavimento Tradicional

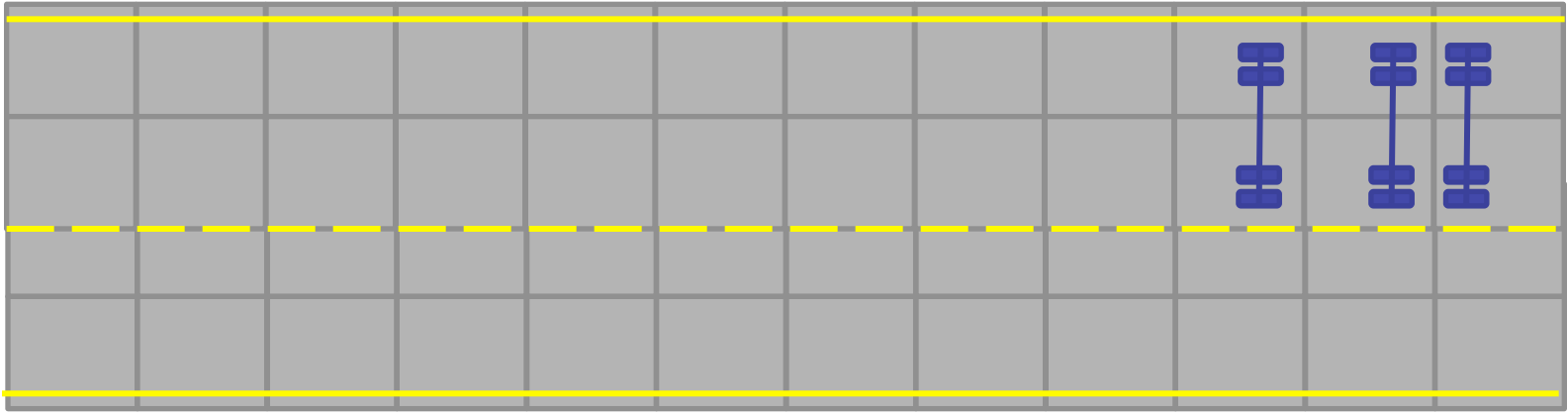
Pavimento Losa Corta

La tecnología de diseño y construcción de losas, dimensiona éstas de forma tal que ellas **nunca sean cargadas por más de un set de ruedas del camión**, logrando con esto disminuir significativamente las tensiones en dicha losa (Covarrubias).

Utilizar dimensiones de losas más pequeñas produce un menor agrietamiento de las mismas y una mayor tolerancia a la carga por eje del camión.



# Comparación en planta de la losa tradicional respecto de la losa corta





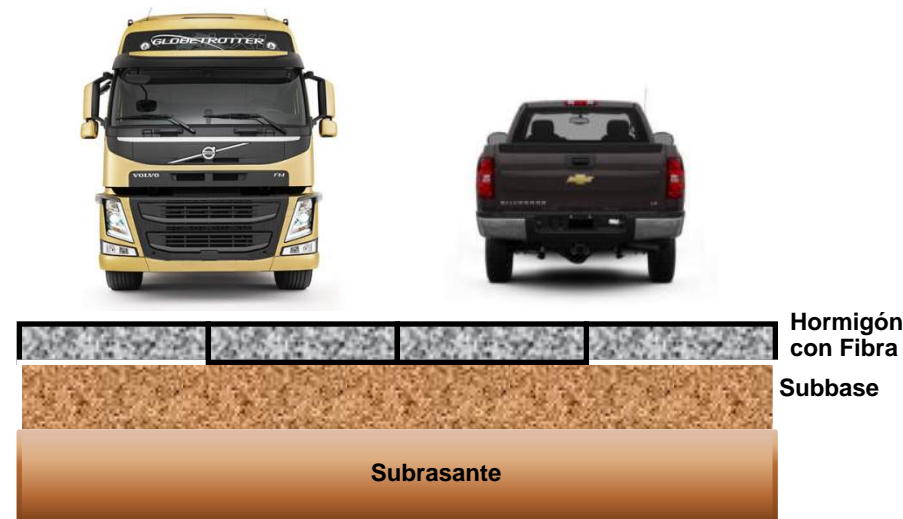
## Losas cortas Ho **sin** fibras

vs

## Losas Cortas **con** fibras



Pavimento Losa Corta



Pavimento Losa Corta con fibra

### Estructuras Equivalentes

La fibra se puede incluir si se quiere lograr alguno de los siguientes objetivos:

- Optimizar mucho más el diseño (reducir espesor)
- Controlar temas de retracción (en este caso no necesariamente se reduce el espesor)



## **Ruta 7 Carretera Austral El Toqui - La Zaranda Tramo de prueba de hormigones con fibras**

**2011**

El tramo de prueba consistió en la en la construcción de cuatro tramos de pavimento con la siguientes características:

**Tramo 1: Espesor 13 cm sin fibra,  
km 63.000 – km 64.020**

**Tramo 2: Espesor 11 cm con fibra  
sintética 1, km 64.020 – km 64.240**

**Tramo 3: Espesor 11 cm con fibra  
sintética 2, km 64.240 – km 64.460**

**Tramo 4: Espesor 11 cm con fibra  
metálica, km 64.460 – km 64.680.**





**Ruta 7 Carretera Austral  
El Toqui - La Zaranda**







## Ruta 7 Carretera Austral El Toqui - La Zaranda Tramo de prueba de hormigones con fibras

### MATERIALES

#### Hormigón

Resistencia a la flexo tracción de 4,8 MPa

TM 40 mm

Aire incorporado de 4%  $\pm$ 0,5%

Resistencia de residual de un 30% de la resistencia máxima a la flexotracción para una deflexión de L/150.

#### GEOMETRÍA

Losa interior: 1,75 m x 2,20 m

Losa exterior: 1,90 m x 2,20 m



## Pavimento ultradelgado de hormigón con fibras



Pavimento Losa Corta



Pavimento Ultradelgado de Ho con fibra

La solución es para vías de bajo tránsito pero con altos niveles de sollicitación de carga.

Se recomienda que se aplique en caminos donde el ripio o la tierra de la superficie actual de circulación ha sido consolidado por el paso de los vehículos en el tiempo



## Acceso a Obras de Construcción de la Clínica Universidad de los Andes (Santiago)

Construido Agosto 2011

8 cm de espesor

H 40 con fibra con Dm 40 mm

Sin Base, directo sobre el cerro

Tráfico de construcción



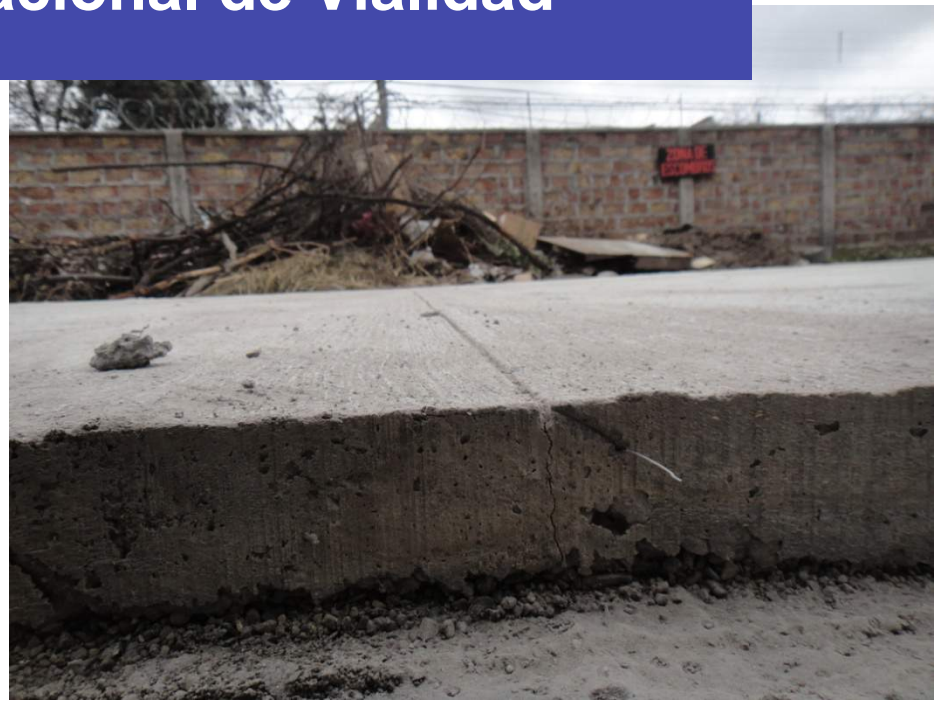


## Acceso a Obras de Construcción de la Clínica Universidad de los Andes (Santiago)





## Tramo de Hormigón con Fibras Metálicas - Laboratorio Nacional de Vialidad





Organizan:

América  
Argentina



ASOCIACIÓN  
ARGENTINA del  
HORMIGÓN  
ELABORADO

Co-sponsor:



## Tramo de Hormigón con Fibras Metálicas

**Laboratorio  
Nacional de  
Vialidad**





## Tramo de prueba de pavimento de Hormigón ultradelgado con fibras





## Tramo de Prueba de Pavimentos Ultradelgados de Hormigón con Fibras – El Trebal (Polpaico)







## Tramo de Prueba de Pavimentos Ultradelgados de Hormigón con Fibras – El Trebal (Polpaico)



**Tramo Prueba Losas Cortas El Trebal**

Largo Losa (m) -->	1	18	18	18	18	18	18	18
Ancho Losa (m) --> 3,4	0	1	2	3	4	5	6	7
Espesor de Losa (cm)	50	6	8	8	8	12	12	14
Dosificación Fibra (kg/m <sup>3</sup> )		2,5	2,5	3,0	2,7	2,5	Sin Fibra	Sin Fibra
Tipo de Fibra		Fibra 1 pp	Fibra 2 pp	Fibra 3 pp	Fibra 4 pp	Fibra 5 pp	Sin Fibra	Sin Fibra
Cantidad H* (m <sup>3</sup> /losa)	1,7	3,7	4,9	4,9	4,9	7,3	7,3	8,6
Cantidad Fibra (kg/losa)		13,43	12,24	14,69	13,22	18,36	---	---



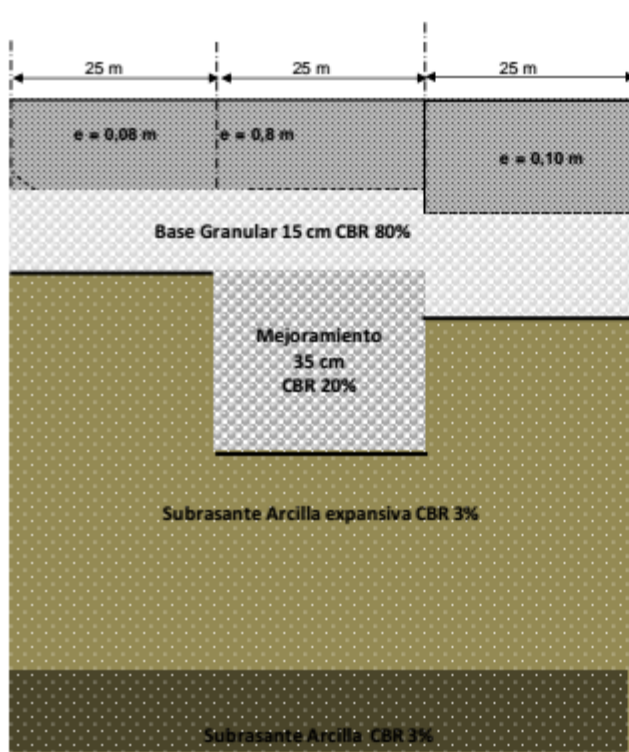
## Tramo de Prueba de Pavimentos Ultradelgados de Hormigón con Fibras – El Trebal (Polpaico)





# Prueba Melón – Brottec- Icafal

- Tramo 1: Tramo de 8 cm de hormigón con fibra y 15 cm de base
- Tramo de 8 cm de hormigón con fibra, 15 cm de base y 35 cm de mejoramiento
- Tramo de 10 cm de hormigón con fibra y 15 cm de base



Diseño Normal





# Prueba Melón – Brotec- Icafal

Camión de tres ejes, dos dobles (un eje triple con una rueda levantada) y uno simple. Se consideró que el material integral tiene un peso específico de 1,8 ton/m<sup>3</sup> y que el camión descargado pesa 15 toneladas.

Peso total por camión estimado: 15 ton + 27m<sup>3</sup>\*1,8ton/m<sup>3</sup> = 63,6 ton.

Dado que se tienen 3 ejes, uno simple y dos dobles y considerando que el eje doble está cargado el doble de peso que el eje simple, los ejes considerados en el cálculo por cada pasada de camión fueron de:

2 ejes dobles de 25,44 ton  
1 eje simple de 12,72 ton.

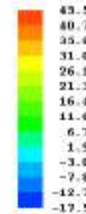
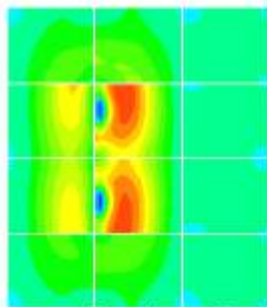
Fuente: Melón - TCPavements





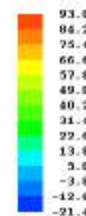
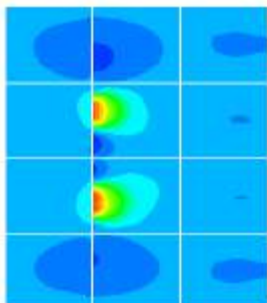
# Prueba Melón – Brotec- Icafal

Las tensiones de los camiones se obtuvieron por medio de ISLAB 2000 un programa de elementos finitos, especialmente diseñado para obtener tensiones en pavimentos rígidos. La tensión superior obtenida fue de 62,2 Kg/cm<sup>2</sup> y la inferior de 98,7 Kg/cm<sup>2</sup>.

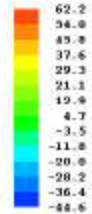
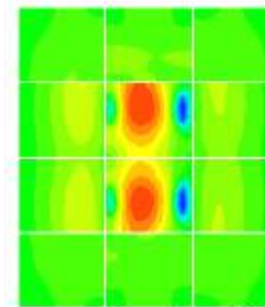


Tensiones Superiores Tramo 1 Eje Simple

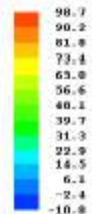
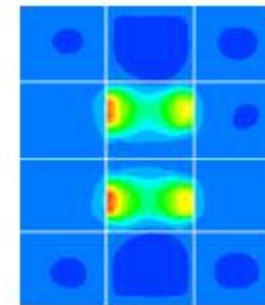
Stresses in X-direction



Tensiones Inferiores Tramo 1 Eje Simple



Tensiones Superiores Tramo 1 Eje Doble

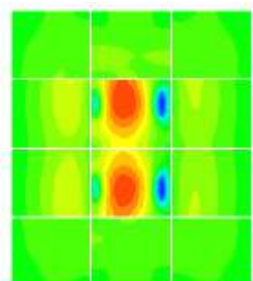
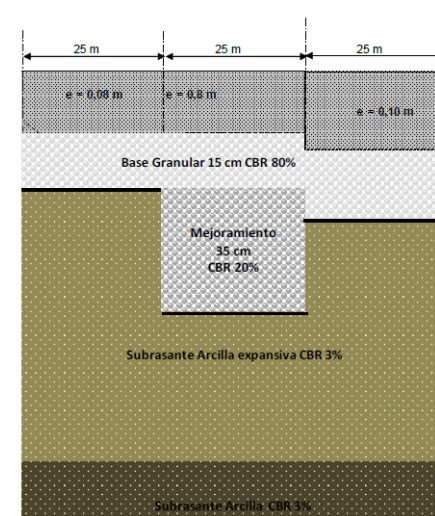


Tensiones Inferiores Tramo 1 Eje Doble

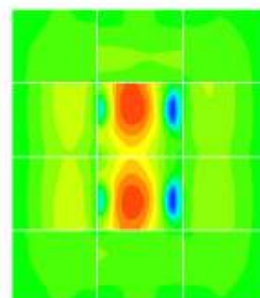


Las tensiones se resumen en la siguiente tabla:

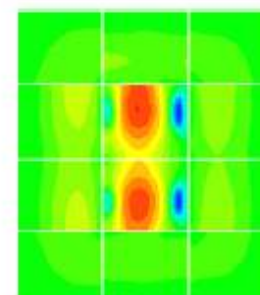
Tramo	Tensiones Superiores (kg/cm <sup>2</sup> )		Tensiones Inferiores (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Eje Simple	Eje Doble	Eje Simple	Eje Doble
1	45,5	62,2	93	98,7
2	40,6	53,6	74,3	78,4
3	34,2	46	68,5	73,6



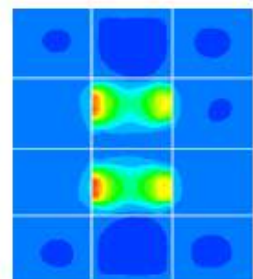
Tensiones Superiores Tramo 1 Eje Doble



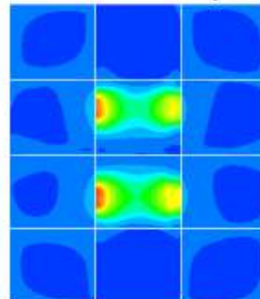
Tensiones Superiores Tramo 2 Eje Doble



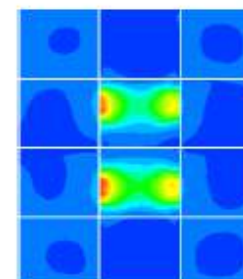
Tensiones Superiores Tramo 3 Eje Doble



Tensiones Inferiores Tramo 1 Eje Doble



Tensiones Inferiores Tramo 2 Eje Doble



Tensiones Inferiores Tramo 3 Eje Doble





## Soluciones para caminos de bajo tránsito







# Proyectos Licitados y Ejecutados por el MOP



CONSERVACIÓN RED COMUNAL  
**MAHUIDANCHE – MISIÓN INGLESA**  
CONVENIO QUEPE PELALES,  
SECTOR KM 0,000 – KM 7,970,  
Comuna de Freire, Provincia de Cautín,  
Región de la Araucanía



**CONSERVACIÓN RED COMUNAL  
MAHUIDANCHE – MISIÓN INGLESA  
CONVENIO QUEPE PELALES,  
SECTOR KM 0,000 – KM 7,970,  
Comuna de Freire, Provincia de Cautín,  
Región de la Araucanía**

El proyecto de conservación del camino a través de un **pavimento de hormigón delgado, con cemento hidráulico y fibra estructural. Entre el Km 0,000 al Km 1,120.**



Se confeccionó un hormigón con **cemento hidráulico de alta resistencia** y una dosis de cemento mínimo de **300 Kg/m<sup>3</sup>**.

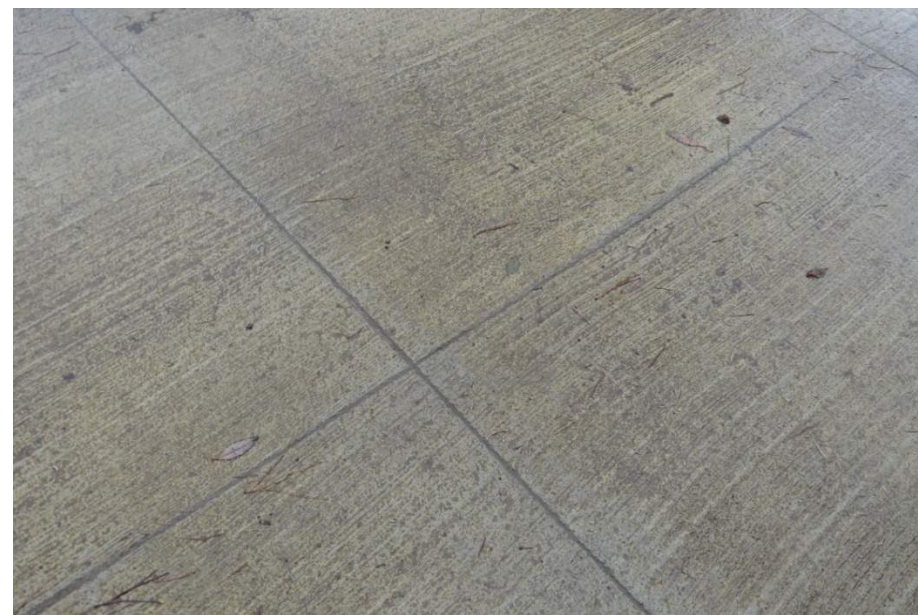
Se utilizó un árido grueso de **40 mm como tamaño máximo absoluto** y un **10%** respecto del total de los áridos.

Se utilizó una fibra sintética según la norma ASTM C1116.



## CONSERVACIÓN RED COMUNAL **MAHUIDANCHE – MISIÓN INGLESA**

CONVENIO QUEPE PELALES,  
SECTOR KM 0,000 – KM 7,970,  
Comuna de Freire, Provincia de Cautín,  
Región de la Araucanía



**Las losas son de 140 cm de largo por 150 cm de ancho.**



CONSERVACIÓN RED COMUNAL  
**MAHUIDANCHE – MISIÓN INGLESA**

CONVENIO QUEPE PELALES,  
SECTOR KM 0,000 – KM 7,970,  
Comuna de Freire, Provincia de Cautín,  
Región de la Araucanía



2014



## Condición original de la Ruta G84





# Construcción Tramo Pavimento Ultradelgado de Hormigón con fibras. Ruta G84

Septiembre 2013

**OBRAS  
QUE UNEN  
CHILENOS**

[www.chilecumple.cl](http://www.chilecumple.cl)

Conservación de la Red Básica, Conservación Periódica Camino  
G-84, Provincia de San Antonio

**Inversión:** \$ 652.764.386.-

**Fecha Inicio:** 09 de Agosto de 2013

**Plazo Ejecución:** 150 días

**Contratista:** Empresa Constructora Tipaume S.A.  
[www.ctipaume.cl](http://www.ctipaume.cl)





## Construcción Tramo Pavimento Ultradelgado de Hormigón con fibras. Ruta G84





## Construcción Tramo Pavimento Ultradelgado de Hormigón con fibras. Ruta G84







## Construcción Tramo Pavimento Ultradelgado de Hormigón con fibras. Ruta G84





# Pavimento Ultradelgado de Hormigón con Fibras Ruta G-84





# Ruta G84



2014



# Ruta G 84

## Pavimento Ultradelgado de Hormigón con Fibras

2014



# Ruta G 84

## Pavimento Ultradelgado de Hormigón con Fibras





# Ruta G 84

## Pavimento Ultradelgado de Hormigón con Fibras



Junio 2013



Octubre 2014



# Algunos deterioros detectados en el DTS en la Ruta G84







# Algunos deterioros detectados en el DTS en la Ruta G84





# Algunos deterioros detectados en el DTS en la Ruta G84







## Ruta G-84 Sector con DTS



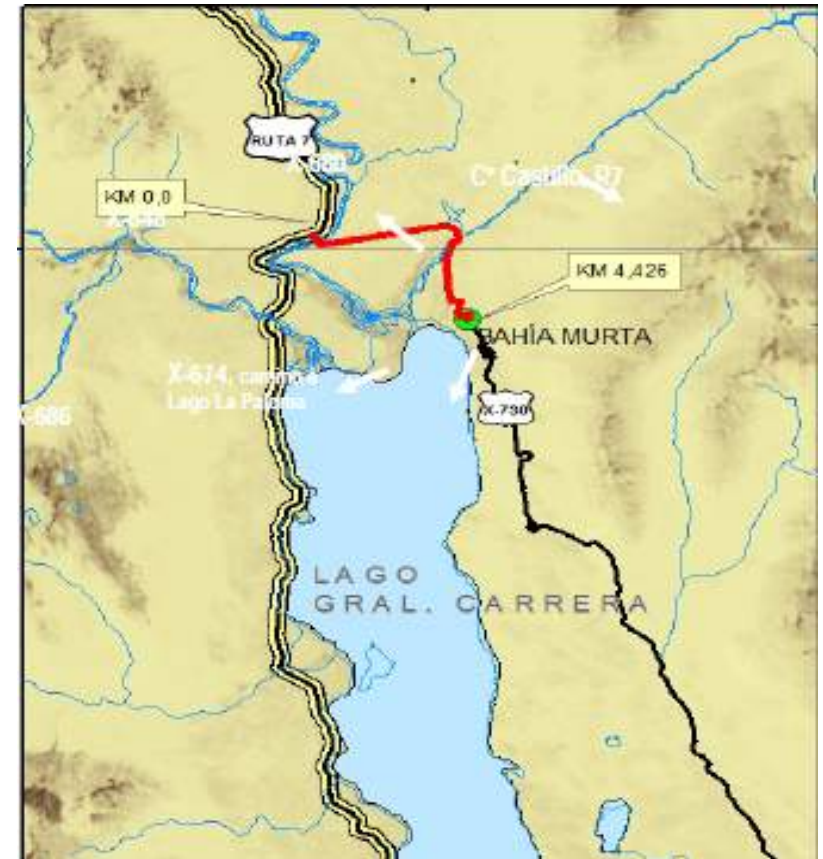
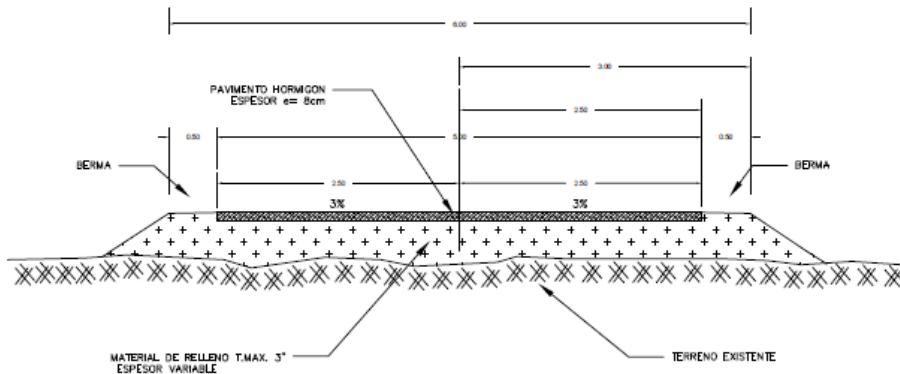


# Otros Proyectos e Iniciativas para Pavimentos Ultradelgados de Hormigón con Fibras



## MEJORAMIENTO CAMINO X-730, CRUCE RUTA 7- BAHÍA MURTA; TRAMO: KM 0,00 A KM 4,426; COMUNA DE RÍO IBAÑEZ, PROVINCIA GENERAL CARRERA, REGION DE AYSÉN

**Pavimentación de hormigón ultradelgado  
con fibra estructural de espesor 8 cm en  
una longitud de 4,4 kilómetros  
aproximadamente.**





## **MEJORAMIENTO CAMINO X-730, CRUCE RUTA 7- BAHÍA MURTA; TRAMO: KM 0,00 A KM 4,426; COMUNA DE RÍO IBAÑEZ, PROVINCIA GENERAL CARRERA, REGION DE AYSÉN**

### **Presupuesto Oficial**

Costo Directo	\$ 543.127.000.-
Gastos Generales y Utilidades	\$ <u>254.893.157.-</u>
SUBTOTAL 1	\$ 798.020.157.-
19% IVA	\$ <u>151.623.830.-</u>
SUBTOTAL 2	\$ 949.643.987.-
Valor Proforma	\$ <u>10.000.000.-</u>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 959.643.987.-</b>

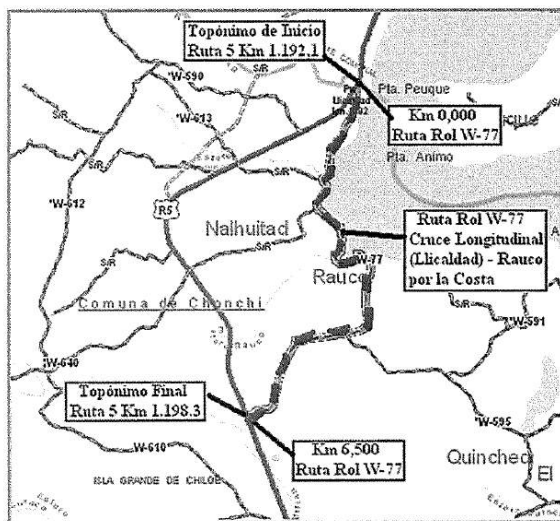
### **Oferta Ganadora**

Costo Directo	\$ 495.409.018.-
Gastos Generales y Utilidades	\$ <u>235.626.500.-</u>
SUBTOTAL 1	\$ 731.035.518.-
19% IVA	\$ <u>138.896.748.-</u>
SUBTOTAL 2	\$ 869.932.266.-
Valor Proforma	\$ <u>10.000.000.-</u>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 879.932.266.-</b>



## Mejoramiento camino Cruce Long.Licalda Rauco por la Costa (Ruta W77)

**6,5 km \* 6 m de ancho \* 10 cm de espesor**



ITEM	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT.	TOTAL (\$)	
<b>5.300</b>	<b>CAPAS GRANULARES</b>					
5.301-2	Subbase Granular CBR >= 50%	m3	10.629	13.000	138.177.000	
5.302-2	Base Granular CBR >= 100%	m3	101	16.000	1.616.000	<b>139.793.000</b>
<b>5.400</b>	<b>REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS</b>					
5.410-3	Pavimento de Hormigón Ultradelgado de Cemento Hidráulico con Fibra Estructural, e=100 mm	m3	4.096	150.000	614.400.000	
5.417-1	Aceras de Hormigón	m2	440	14.500	6.380.000	<b>620.780.000</b>
<b>SUBTOTAL NETO</b>						1.298.679.550
<b>19 % IVA</b>						246.749.115
<b>SUBTOTAL (19% IVA INCLUIDO)</b>						<b>1.545.428.665</b>
	<b>VALORES PROFORMA</b>					
5.101-14	Traslado de Postaciones	gl	1	14.500.000	14.500.000	14.500.000
900-10	Uso de Licencia para diseño de pavimentos delgados	gl	1	25.500.000	25.500.000	25.500.000
<b>TOTAL (19% IVA INCLUIDO)</b>						<b>1.585.428.665</b>





**"CAMINOS BÁSICOS POR CONSERVACIÓN, RUTA P-46 SARA DE LEBU-PANGUE,  
RUTA P-590 AERÓDROMO-LOS PEHUENCHES Y PASADA POR VILLA LOS RIOS S/R,  
PROVINCIA DE ARAUCO, REGIÓN DEL BIOBIO"**

**PRESUPUESTO OFICIAL**

**A) RUTA P-46, SARA DE LEBU-PANGUE, COMUNA DE LOS ÁLAMOS, PROVINCIA DE ARAUCO.**

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>5.100</b>	<b>PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO</b>				
101-8	REMOCIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL LATERAL	Nº	5,0	10.000	50.000
102-1	DESPEJE Y LIMPIEZA DE LA FALSA	km	2,7	1.000.000	2.700.000
<b>5.200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
201-3	EXCAVACIÓN DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA	m3	242,2	4.500	1.090.900
205-1	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES	m3	1.235,0	15.000	18.525.000
<b>5.300</b>	<b>CAPAS GRANULARES</b>				
302-1	BASE GRANULAR, CBR >= 60%	m3	3.612,4	31.000	111.984.400
<b>5.400</b>	<b>REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS</b>				
401-1	IMPRIMACIÓN	m2	15.544,0	1.500	23.316.000
407-5	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE CON POLÍMERO	m2	15.080,0	6.000	90.480.000
410-4	PAVIMENTO DE HORMIGÓN ULTRADELGADO DE CEMENTO HIDRÁULICO	m3	208,8	190.000	39.292.000
<b>5.500</b>	<b>PUNTES Y ESTRUCTURAS</b>				
501-4	HORMIGÓN H-20	m3	8,0	170.000	1.360.000
<b>5.600</b>	<b>DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA</b>				
607-3	SOLERAS TIPO "C"	m	275,0	18.000	4.950.000
613-1	CONSTRUCCIÓN DE FOSOS Y CONTRAFOSOS SIN REVESTIR DE 0,50 x 0,50 m	m	360,0	5.000	1.750.000
619-1A	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D= 0,40 M	m	20,0	175.000	3.500.000
<b>5.700</b>	<b>ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD</b>				
702-1a	SEÑALIZACIÓN VERTICAL LATERAL DE CUALQUIER TIPO	Nº	24,0	150.000	3.600.000
704-1	DEMARCACIÓN DE PAVIMENTO, LÍNEA DE EJE CONTÍNUA	km	0,70	1.100.000	770.000
704-2	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LÍNEA DE EJE SEGMENTADA	km	1,60	1.000.000	1.600.000
704-5	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LÍNEA LATERAL CONTÍNUA	km	4,60	1.000.000	4.600.000
				<b>SUB TOTAL A</b>	<b>\$ 309.567.300</b>
				<b>IVA 19%</b>	<b>\$ 58.817.787</b>
<b>VALORES PROFORMA</b>					
900-10	USO DE LICENCIA PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS DELGADOS	GL	1,0	1.500.000	1.500.000
				<b>VALORES PROFORMA</b>	<b>\$ 1.500.000</b>
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 369.885.087</b>



(CODIGO SAFI N° 225.152)  
(CODIGO MERCADOPUBLICO N° 2261-86-LP14)

**"CONSERVACION CAMINOS BASICOS MELIPEUCO –  
ICALMA Y OTROS, COMUNA DE MELIPEUCO,  
PROVINCIA DE CAUTIN, REGION DE LA ARAUCANÍA"**

**CONTRATO** CONSERVACIÓN CAMINO BASICO MELIPEUCO - ICALMA Y OTROS, COMUNA DE MELIPEUCO, PROVINCIA DE CAUTÍN, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

**CONTRATISTA**

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO NETO
	Capas Granulares				
5.302-2	Base Granular CBR > 100 %	m3	1,999.00	11,285	22,558,715
	Revestimientos y Pavimentos				
5.401-1	Imprimación	m2	39,355.00	1,026	40,378,230
5.405-1	Sello Bituminoso	m2	9,348.00	2,836	26,510,928
5.407-2	Tratamiento superficial Doble	m2	30,007.00	5,146	154,416,022
5.410-4	Pavimento de hormigón delgado de cemento hidráulico con fibra estructural en caminos de bajo tránsito	m3	174.00	200,000	34,800,000
7.304-2a	Bacheo Superficial Manual con Mezclas en Caliente	m2	200.00	5,146	1,029,200

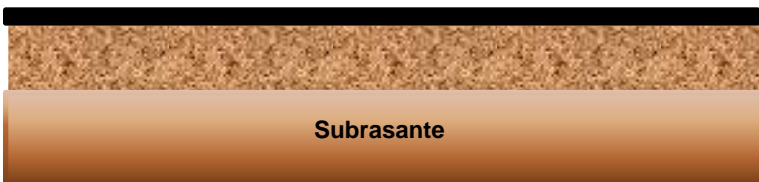


## Dobles Tratamientos Superficiales (DTS) vs Pavimento ultradelgado de hormigón con fibras



DTS

Subbase

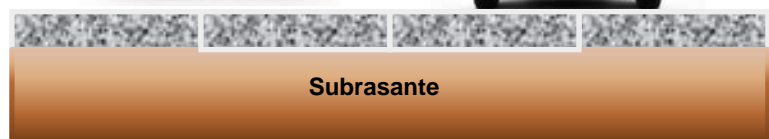


Subrasante

Tratamiento Superficial



Hormigón con Fibra



Subrasante

Pavimento Ultradelgado de Ho con fibra



# Estudio Comparativo de proyectos con DTS vs pavimento ultradelgado de hormigón con fibras

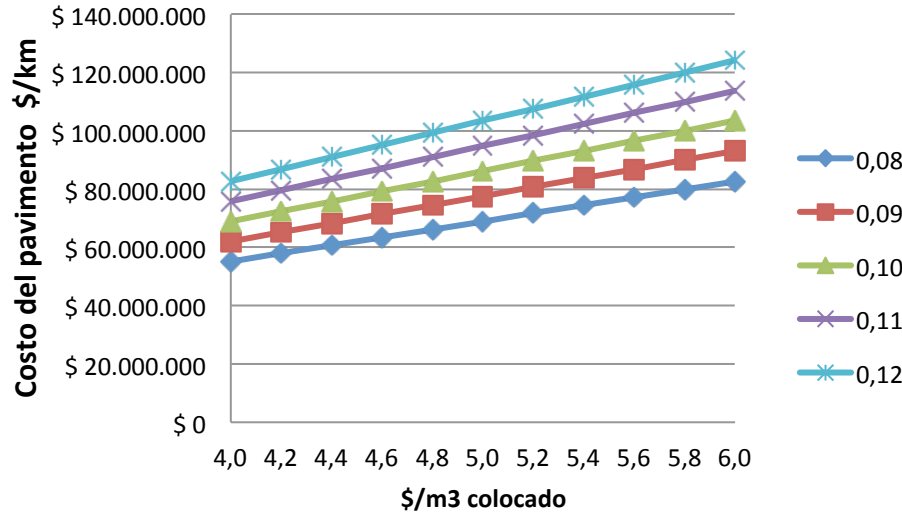
## Resumen de Proyectos

UF	24627,1									
	Ruta G84 Analisis Tramo con DTS	Mahuidanche - Misión Inglesa 2	Cuesta Las Raíces- Prov. Malleco	Cmo. Bas. Pillanlelbun- Quintripe	Cmo. Bas. Niagara- Alambrado	Mejoramiento Ruta S-75 Cunco- Lago Colico	Ruta O-250 Dichato-Menque	R837 Selva Oscura - Villa Cautin	R 660 Lumaco- Chanco	Cam. Bas. Inter. T-45
<b>Presupuesto oficial</b>	\$ 717.800.914	\$ 711.327.261	\$ 552.606.845	\$ 730.089.874	\$ 576.389.150	\$ 2.663.322.000	\$ 938.073.663	\$ 1.404.987.969	\$ 497.159.604	\$ 1.329.905.058
Longitud (m)	5.450	7.067	5.002	7.850	6.244	5.138	7.950	12.500	10.000	16.000
Superficie aprox (m2)	34.041	45.241	30.014	47.871	39.582	51.577	49.393	75.000	27.942	106.960
UF/km	5,348	4,087	4,486	3,777	3,748	21,047	4,791	4,564	2,019	3,375
UF/m2	<b>0,86</b>	<b>0,64</b>	<b>0,75</b>	<b>0,62</b>	<b>0,59</b>	<b>2,10</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	<b>0,72</b>	<b>0,50</b>
<b>Costo DTS</b>	\$ 310.076.536	\$ 441.278.108	\$ 303.267.944	\$ 405.967.130	\$ 341.300.350	\$ 432.672.500	\$ 543.824.900	\$ 736.587.500	\$ 278.211.600	\$ 986.610.334
UF/km	2,310	2,536	2,462	2,100	2,220	3,419	2,778	2,393	1,130	2,504
UF/m2	<b>0,37</b>	<b>0,40</b>	<b>0,41</b>	<b>0,34</b>	<b>0,35</b>	<b>0,34</b>	<b>0,45</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,37</b>
Valor % del DTS	43,20%	62,04%	54,88%	55,61%	59,21%	16,25%	57,97%	52,43%	55,96%	74,19%
<b>Costo pav. UHF</b>	\$ 324.265.026	\$ 423.376.888	\$ 280.882.015	\$ 447.991.084	\$ 370.420.151	\$ 482.672.936	\$ 462.234.413	\$ 701.872.350	\$ 261.489.563	\$ 1.000.963.554
Espesor (m)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>UF/m3 colocado</b>	<b>3,80</b>	<b>3,8</b>	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>
UF/km	2,416	2,433	2,280	2,317	2,409	3,814	2,361	2,280	1,062	2,540
UF/m2	<b>0,39</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>
<b>Valor Oferta Min.</b>	\$ 655.180.086	\$ 578.317.420	\$ 483.253.749	\$ 593.430.612	\$ 477.713.084	\$ 2.326.828.301				\$ 1.297.716.633
Costo DTS aparente	\$ 283.025.512	\$ 358.764.286	\$ 265.207.303	\$ 329.977.625	\$ 282.870.770	\$ 378.007.097	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 962.730.861
UF/km	2,109	2,061	2,153	1,707	1,840	2,987	-	-	-	2,443
UF/m2	<b>0,34</b>	<b>0,32</b>	<b>0,36</b>	<b>0,28</b>	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	-	-	-	<b>0,37</b>
<b>Valor Oferta Media.</b>	\$ 797.299.105	\$ 696.476.444	\$ 592.966.265	\$ 725.600.176	\$ 581.369.020	\$ 3.111.930.186				\$ 1.446.631.760
Costo DTS aparente	\$ 344.418.264	\$ 432.065.273	\$ 325.416.997	\$ 403.470.629	\$ 344.249.107	\$ 505.551.568	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.073.205.817
UF/km	2,566	2,483	2,642	2,087	2,239	3,995	-	-	-	2,724
UF/m2	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	<b>0,44</b>	<b>0,34</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	-	-	-	<b>0,41</b>

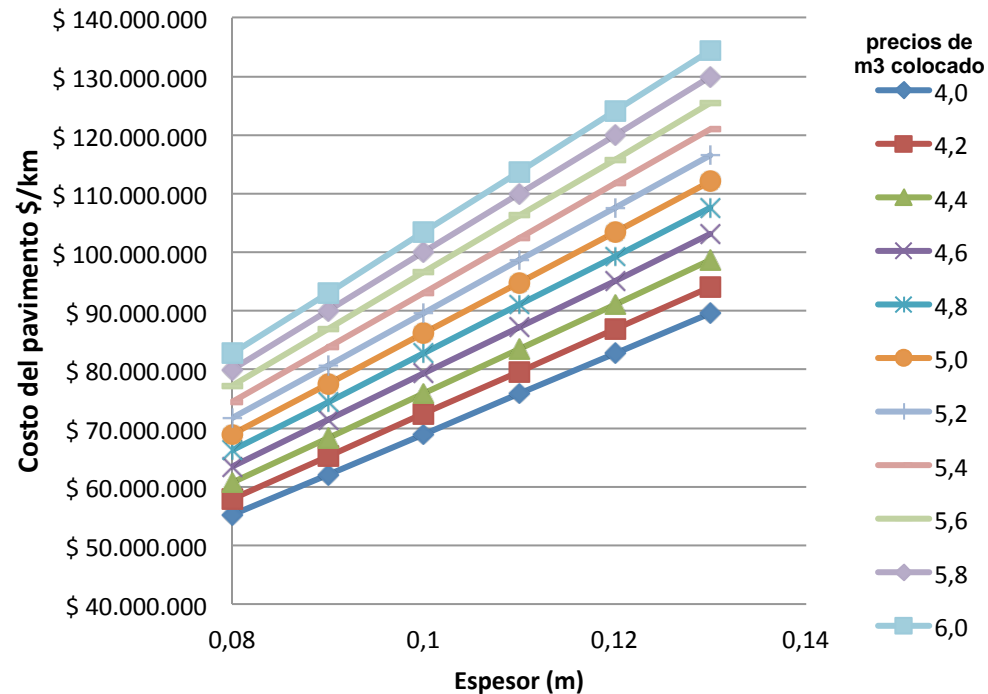
**Tabla referencial solo para  
efectos de la explicación**



**Costo \$/km del pavimento UHF según el precio de m3 colocado para diferentes espesores**



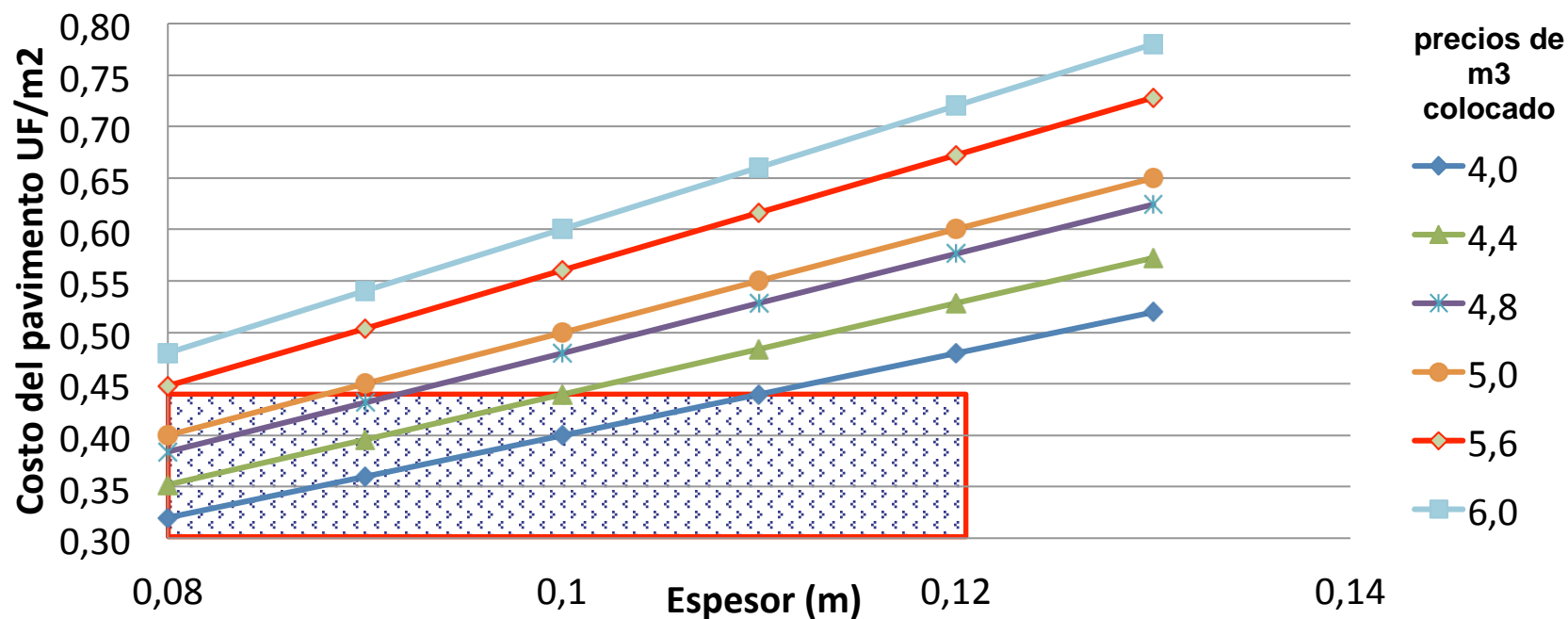
**Costo \$/km del pavimento UHF según el espesor para diferentes precios de m3 colocado**



**Análisis de Sensibilidad del precio de un pavimento ultadelgado de hormigón con fibras**



## Costo UF/m<sup>2</sup> del pavimento UHF según el espesor para diferentes precios de m<sup>3</sup> colocado





## GUÍA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS DELGADOS CON FIBRA PARA CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO



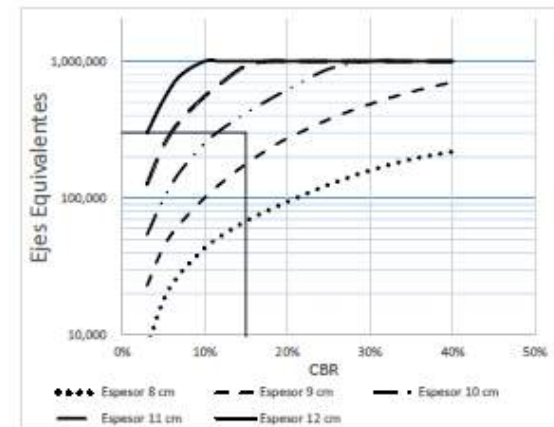
La tecnología TCP (Thin Concrete Pavements), el método de diseño y construcción de losas delgadas de hormigón perforadas para uso en pavimentación y demás técnicas relacionadas con dicha tecnología, tales como programas computacionales, know-how, secretos industriales, y manuales instructivos, entre otros, son de propiedad exclusiva de Comercial TCPavements Ltda. y están protegidos por las leyes y tratados internacionales vigentes en materia de Propiedad Industrial e Intelectual, en particular por el registro de patente industrial Nos. 44820 en Chile, patente No. 7.571.581 en Estados Unidos, y solicitud internacional PCT/EP2006/064732. TCP\* y TCPAVEMENTS\* son marcas comerciales, registradas en Chile bajo los números 815.883, 815.884, 818.884, 815.885, 815.886, 815.887, 818.888, y 815.889, 821.195, 821.216, de propiedad exclusiva de Comercial TCPavements Ltda. Su utilización no autorizada se encuentra sancionada civil y penalmente por las leyes del Estado de Chile, y demás países en donde se encuentren reconocidas.



### 4.1- Ejemplo de Aplicación Abaco de Diseño

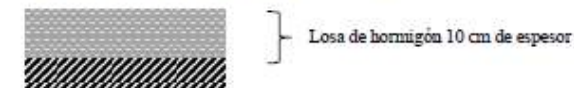
#### 4.1-1. Ejemplo Plataforma Existente:

Se requiere diseñar un pavimento delgado con fibra sobre el terreno natural compactado. El terreno tiene CBR 15%, el tráfico de diseño son 300.000 Ejes Equivalentes y está ubicado en la zona sur del país. Dado las características del proyecto, el ábaco de diseño a utilizar es el ábaco N°5.



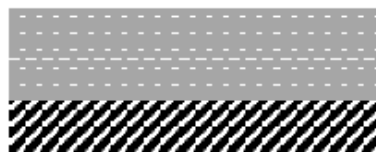
El punto que interseca un CBR 15% con 300.000 Ejes Equivalentes se encuentra entre la curva de 9 y 10 cm. Por lo tanto, se considera como espesor de la losa de hormigón un espesor de 10 cm de espesor.

Con esto el paquete estructural queda como:



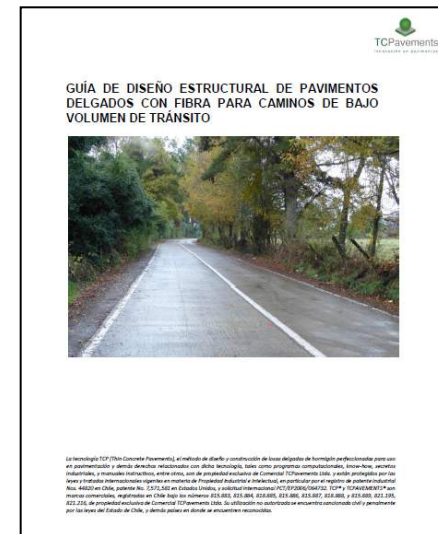


## Pavimento Delgado de Hormigón con Fibra sobre plataforma existente

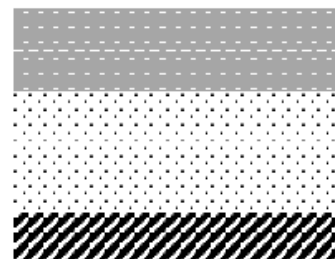


Pavimento de Hormigón con Fibra

- No considera subbase bajo el pavimento, se coloca directamente sobre el terreno natural nivelado y compactado
- Se debe mejorar la carpeta existente solo en zona deficientes o ensanches
- Cortes deben hacerse entre 1,4 y 1,75 m de largo y media pista de ancho
- No se coloca sello en las juntas



## Pavimento Delgado de Hormigón con Fibra Nuevos Sobre Base Granular



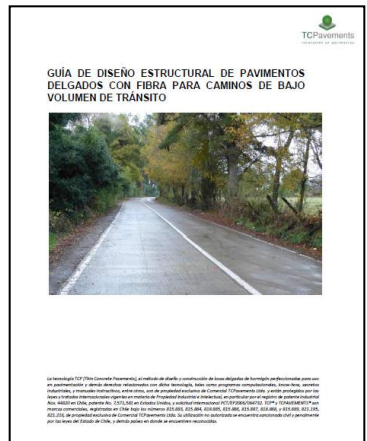
Pavimento de Hormigón con Fibra



Base Granular

- Cortes deben hacerse entre 1,4 y 1,75 m de largo y media pista de ancho
- No se coloca sello en las juntas



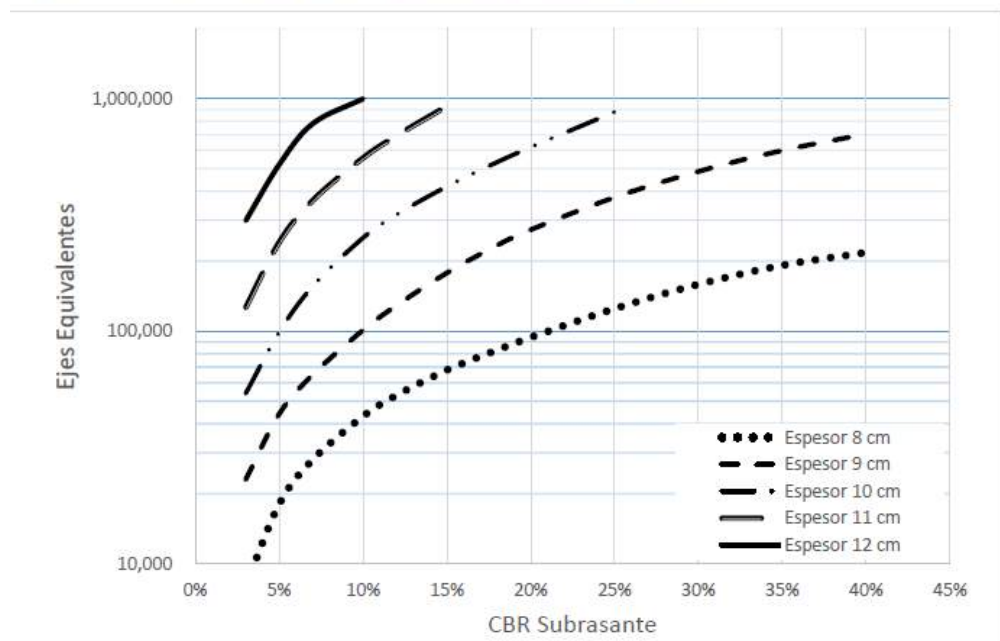


## Propiedades del Hormigón con Fibra

Pavimento Rígido	Resistencia (Mpa)
Resistencia a la Compresión	35 Mpa
Resistencia Residual de la Fibra*	1 Mpa

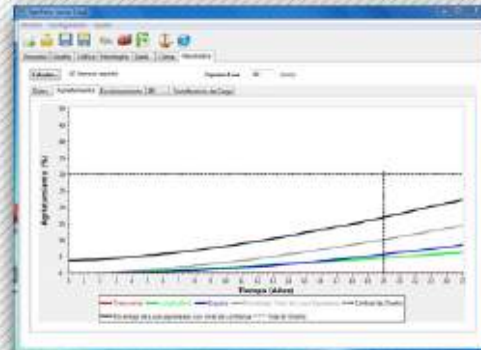
\*Según Norma ASTM-1609

Ábaco N° 5: Pavimento sobre Plataforma Existente Zona Sur



## Zonas Climáticas

Zona	Sobre Plataforma Existente	Sobre Base Granular
Norte	Cartilla N°1	Cartilla N°2
Centro	Cartilla N°3	Cartilla N°4
Sur	Cartilla N°5	Cartilla N°6
Extremo Sur	Cartilla N°7	Cartilla N°8



Propiedad	Valor	Unidad
Módulo de Elasticidad (Mpa)	29.000	
Peso Específico (Kg/cm3)	2.400	
Módulo de Poisson	0,15	
Coefficiente de Dilatación Térmica (1/°C)	8,00E-06	
Retracción a 365 Días (micr)	600	
Contenido de Aire	3%	
Relación Agua/Cemento	0,45	
Resistencia Final (Mpa)	5,1	
Fibra Estructural	Sí	
Método Calculo Fibra	ASTM 1609	
Resistencia Residual (Mpa)	1	

## Inputs De Diseño

OptiPave 2  
TCPavements

Largo Losa (m)	1,75
Tipo de Borde	Libre
Losa Exterior con Sobrancho	No
Barras de Transferencia de Carga	No
Interfaz Pavimento-Base	No Adherido
Porcentaje Maximo de Losas Agrietadas Admisible	50%
Confiability Porcentaje de Losas Agrietadas	60%

## Tráfico

Método de Análisis de Tráfico	Ejes Equivalentes
Clasificación del Tráfico	STREETPAVE MAJOR ARTERIAL
Distancia Huella a Línea de Demarcación (cm)	450
Desv. Estándar de la Distribución Lateral del Tráfico (cm)	250

## Hormigón

Módulo de Elasticidad (Mpa)	29.000
Peso Específico (Kg/cm3)	2.400
Módulo de Poisson	0,15
Coefficiente de Dilatación Térmica (1/°C)	8,00E-06
Retracción a 365 Días (micr)	600
Contenido de Aire	3%
Relación Agua/Cemento	0,45
Resistencia Final (Mpa)	5,1
Fibra Estructural	Sí
Método Calculo Fibra	ASTM 1609
Resistencia Residual (Mpa)	1

## Suelo

N° Capas	1
Resistencia a la Erosión	4
Coefficiente de fricción Pavimento-Base	0,65
Porcentaje Material Fino	8%



## CONCLUSIONES

- El uso de la tecnología de pavimentos ultradelgado de hormigón con fibra es una alternativa de solución competitiva para caminos de bajo tránsito.
- La comparación que debe plantearse es un pavimentos ultradelgado de hormigón con fibra versus DTS+Base granular.
- Cada proyecto es diferente y por ende su aplicación y el nivel de ahorro es distinto.
- Como cualquier pavimento de hormigón una parte clave del éxito de su desempeño esta en una adecuada ejecución.

[e juntas en pisos industriales](#) » 
 [Próxima generación de pavimentos de hormigón promete carreteras más silenciosas](#) » 
 [El pavimento de piso industrial más plan](#)

**25 MAYO 2015**  
**SANTIAGO DE CHILE**

**ICH** Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile

**ISCP**

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN CON PAVIMENTOS DE HORMIGÓN**

**Seminario Internacional Construcción y Rehabilitación con Pavimentos de Hormigón**



Video destacado de hoy - ICH TV





**Muchas Gracias!!!**

**Mauricio Salgado Torres**  
**msalgado@ich.cl**

**[www.pavimentando.cl](http://www.pavimentando.cl)**

**[www.ich.cl](http://www.ich.cl)**