



Dirección  
de Vialidad  
Ministerio de  
Obras Públicas

# REGION DE MAGALLANES Y DE LA ANTARTICA CHILENA

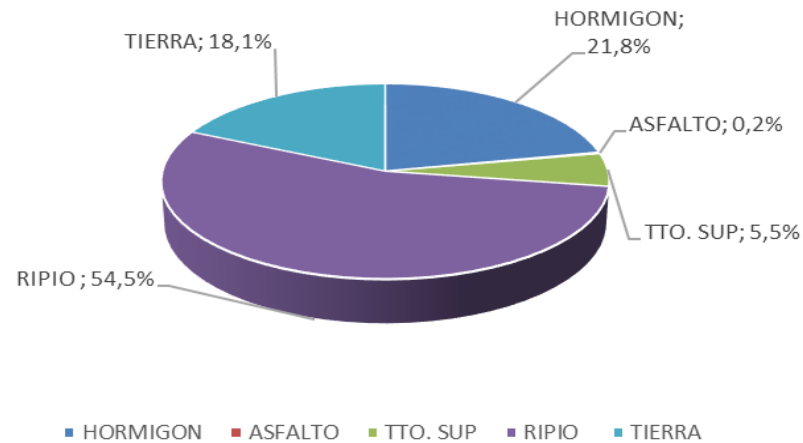
## PAVIMENTOS DE HORMIGÓN (EXPERIENCIA REGIONAL)

**JAIME TRIVIÑO P.**  
JEFE UNIDAD LABORATORIO  
REGIONAL Y CONTROL DE CALIDAD  
MAG.

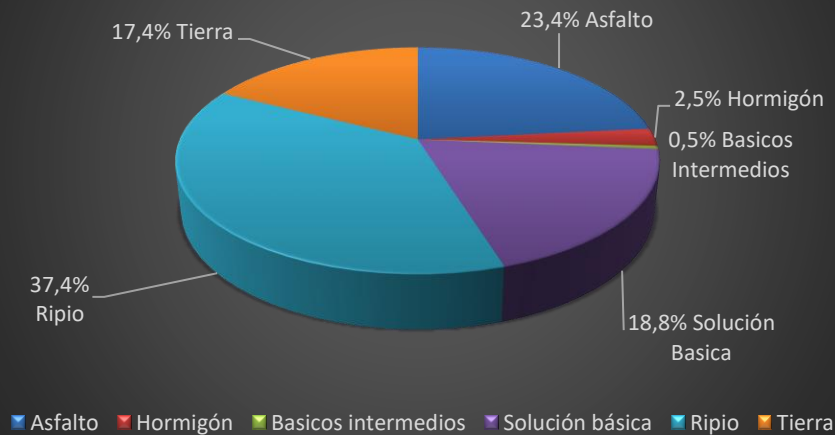
Agosto 2023

# INTRODUCCION

DISTRIBUCION RED REGIONAL POR TIPO DE CALZADA



Distribucion Nacional por tipo de calzada



- Clima Frío.
- Casos especiales de Exposición.
- Operaciones antihielo / neumáticos con cadenas.
- Mecanismo de deterioro (ciclos hielo/deshielo).
- Deterioros superficiales.
- Áridos / mezclas de hormigón de pavimento.
- Prácticas Constructivas.
- Medidas adoptadas.

# CONTEXTO – Casos Especiales (TIEMPO FRIO)



ORIGINAL

LIBRO DE OBRA

LIBRO N° 2 FOLIO N° 048

INSR. FISCAL

"MEJORAMIENTO RUTA 9, PUNTA ARENAS - FUERTE BULNES, ETAPA II, SECTOR RIO AMARILLO - FUERTE BULNES, TRAMO Km. 34.061 AL Km. 42.060, PROVINCIA DE MAGALLANES, REGION DE MAGALLANES Y ANTARTICA CHILENA"

EMPRESA CONTRATISTA: Constructora Villic S.A. FECHA: 10/06/10

SE INFORMA A LA EMPRESA QUE POR RESOLUCION DV. XUR N° 477 DE FECHA 9-06-2010 SE HA NOMBRADO AL PROFESIONAL DE LA DIRECCION DE VIALIDAD C. CIVIL FRANCISCO ORTIZO COMO INSPECTOR FISCAL DEL CONTRATO POR UN DIA 9 Y 10 DE JUNIO.

DICHO DOCUMENTO FUE ENVIADO A LA EMPRESA ADJUNTO AL OFICIO DV XUR N° 375 DE FECHA 09-06-10. SE ENVIARA COPIA DEL OFICIO Y DE LA RESOLUCION.

CON FECHA 10 DE JUNIO SE REALIZA UNA REUNION CON LA EMPRESA EN EL REINTO DE LA FID EN OBRA.

RESPECTO A UN PLAN DE HORMIGONADO DE PAVIMENTO DE HORMIGON LA EMPRESA HA DECIDIDO COMPLEMENTAR EL PROCEDIMIENTO PARA HORMIGON EN TIEMPO FRIO.

AL RESPECTO LA EMPRESA INDICA QUE COLOCARA TECTO SOBRE EL AREA HORMIGONADA, SOBRE EL CUAL MANTEN TERCERAS Y ADICIONALES

INGENIERO CIVIL  
PROFESIONAL RES

# CONTEXTO – Casos Especiales (TIEMPO FRIO)



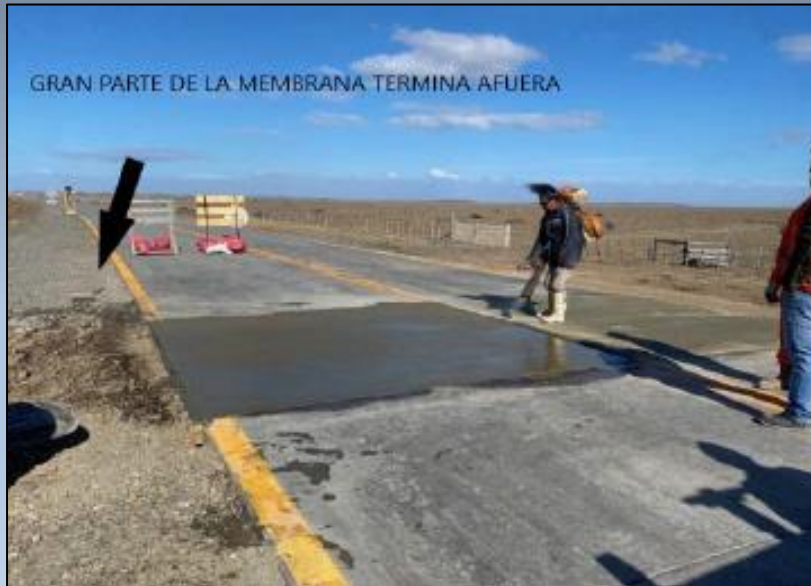
Día	Hora	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Temperatura
		Ambiente	Hormigón	Subbase	Microclima
11-06-2010	13:30	5,0	12,2	6,5	-
	14:30	4,6	10,7	5,9	-
	15:30	4,0	9,6	5,4	-
	16:30	3,2	9,2	5,5	9,8
	17:30	2,8	8,9	5,5	10,1
	18:30	4,1	8,8	5,6	10,1
	19:30	4,5	8,7	5,7	10,4
	20:30	5,1	8,5	5,5	10,8
	21:30	2,4	8,8	6,2	13,2
	22:30	2,1	8,7	6,1	12,6
12-06-2010	23:30	1,9	8,7	6,0	9,6
	0:30	3,4	8,7	6,1	10,3
	1:30	3,6	8,8	6,3	10,6
	2:30	3,9	8,9	6,3	10,9
	3:30	4,8	9,0	6,3	11,4
	4:30	3,8	9,0	6,4	11,6
	5:30	2,3	9,1	6,4	11,7
	6:30	0,0	9,2	6,5	10,4
	7:30	-0,3	9,3	6,6	10,2
	8:30	1,7	9,7	6,6	9,8
	9:30	1,9	9,6	6,7	9,7
	10:30	5,5	10,5	6,8	12,5
	11:30	7,8	10,7	7,0	12,6
	12:30				
13:30					

# CONTEXTO – Casos Especiales (TIEMPO FRIO)



CEPILLADO

# CONTEXTO – Casos Especiales (ALTA EVAPORACION)



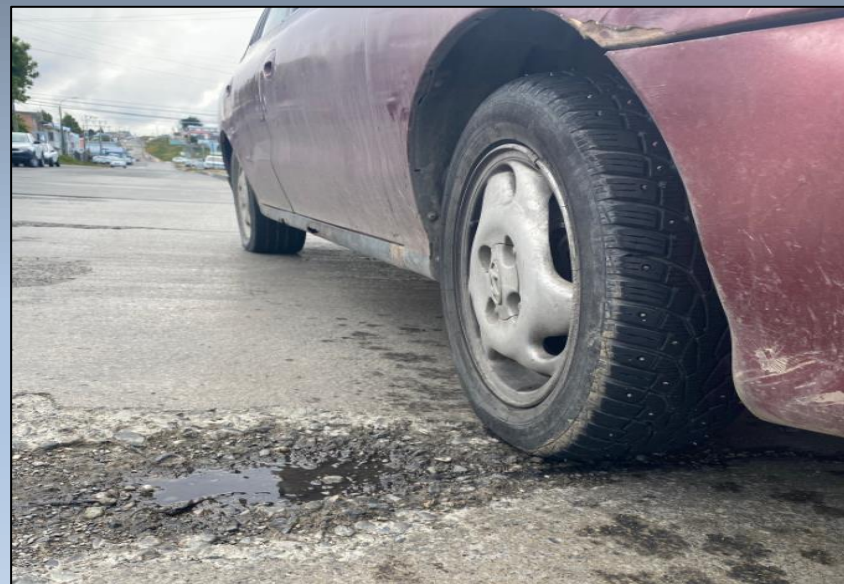
# CONTEXTO – Operaciones Antihielo



## DATOS

- Esparcido de sal (Na Cl) - Reactivo.
- **Riego antihielo - Preventivo.**
- Cobertura en zona de curvas, pendientes y sombras.
- **Rutas atendidas: Ruta 9, 250Ch, 255Ch y 257Ch**
- El 1er camión salero llega 2001 AD Mag y Ultima Esperanza.
- **2012 se adquieren mas tolvas saleras Mag y Ultima Esperanza.**
- 2013 y 2017 se incluyen las 1eras operaciones antihielos en los Contratos Globales de Magallanes y Tierra del Fuego.
- **2019 llega 1era tolva salera AD Tierra del Fuego.**

# CONTEXTO – Neumáticos con clavos y cadenas.



**CAMPAÑA DE INVIERNO 2023**  
DIRECCIÓN DE VIALIDAD REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA

**CHC**  
LA MARCA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

**¡ADAPTA TU FORMA DE CONDUCIR Y TU AUTO AL CLIMA INVERNAL!**

**¡USE NEUMÁTICOS CON CLAVOS Y CADENAS!**

**ADVERTENCIA: La lluvia, el viento y la nieve afectan la visibilidad y estabilidad del vehículo.**

**CONSEJOS:** ¡INFÓRMATE: MOP Magallanes

**ANTES DE SALIR**

- Revisa el estado de tu auto: asegúrate que faros, cristales, líquido anticongelante y frenos estén en buen estado y en los niveles adecuados.
- Lleva cadenas, guantes y linterna.
- Utiliza neumáticos con clavos y cadenas.
- Llena bien el depósito de combustible.
- Revisa que las escobillas no estén dañadas. Un arañazo puede convertirse en una grieta.
- Prefiere transitar en horas con luz solar, con tiempo suficiente para el traslado y con los elementos que le permitan afrontar condiciones meteorológicas adversas.
- Planifica la ruta: Antes de salir decide el itinerario haciendo uso de carreteras que conozcas.
- Infórmate de estado de las carreteras antes de salir.

**MIENTRAS CONDUCE**

- Presta especial atención a las condiciones del camino en todo momento.
- Duplica la distancia de seguridad: sé consciente que durante el invierno se reduce el campo de visión y empeoran las condiciones de la carretera, por lo que debes aumentar la distancia entre tu auto y el resto.
- Reduce la velocidad: recuerda que a mayor velocidad, menos control de vehículo.
- No conduzcas con velocidad cruzada: evita fijar la velocidad constante usando el control de velocidad.
- Enciende las luces: en invierno hay peor visibilidad y menos horas de luz, por lo que es obligatorio por normativa prender las luces del auto.
- No usar el celular mientras conduces.

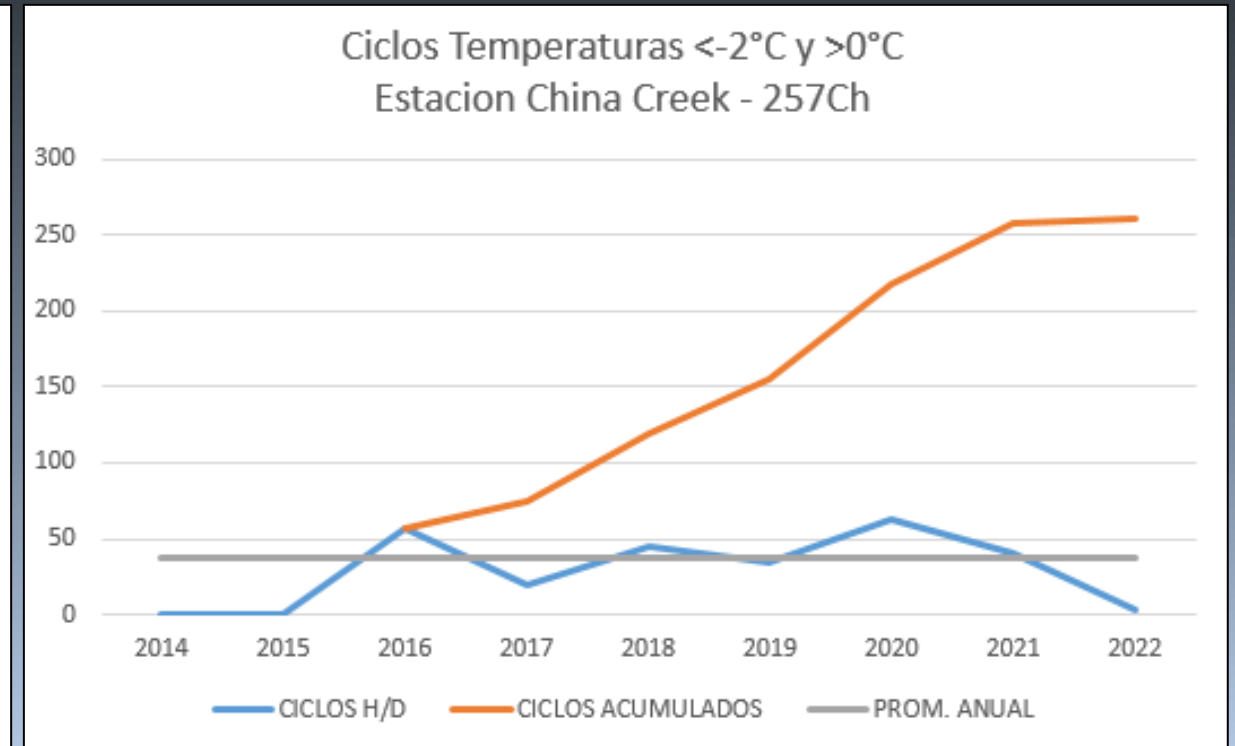
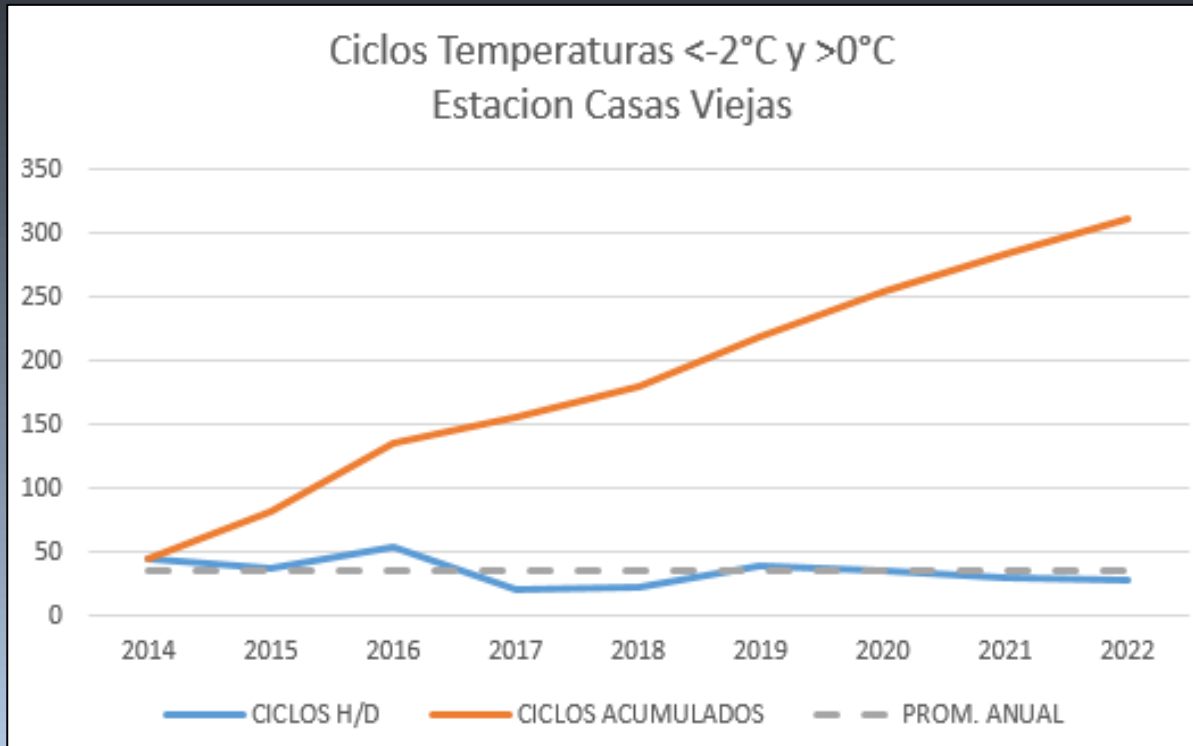
**EN CASO DE EMERGENCIA**

- Carabineros 133
- Bomberos 132
- Ambulancias 131
- Vialidad (61 2) 612052 (61 2) 612037

**EL INICIO DE PARENAS SERÁ A LAS 6:00 HRS.** y durante el desarrollo de las labores de curvas y sombras de nieve permanentes, el desajuste de nieve en rutas pavimentadas y de tierra a instalaciones de salubridad de advertencia de invierno.



# CONTEXTO – Ciclos Hielo / deshielo.



La instrumentación de losas de pavimento,  
con sensores en el hormigón fresco

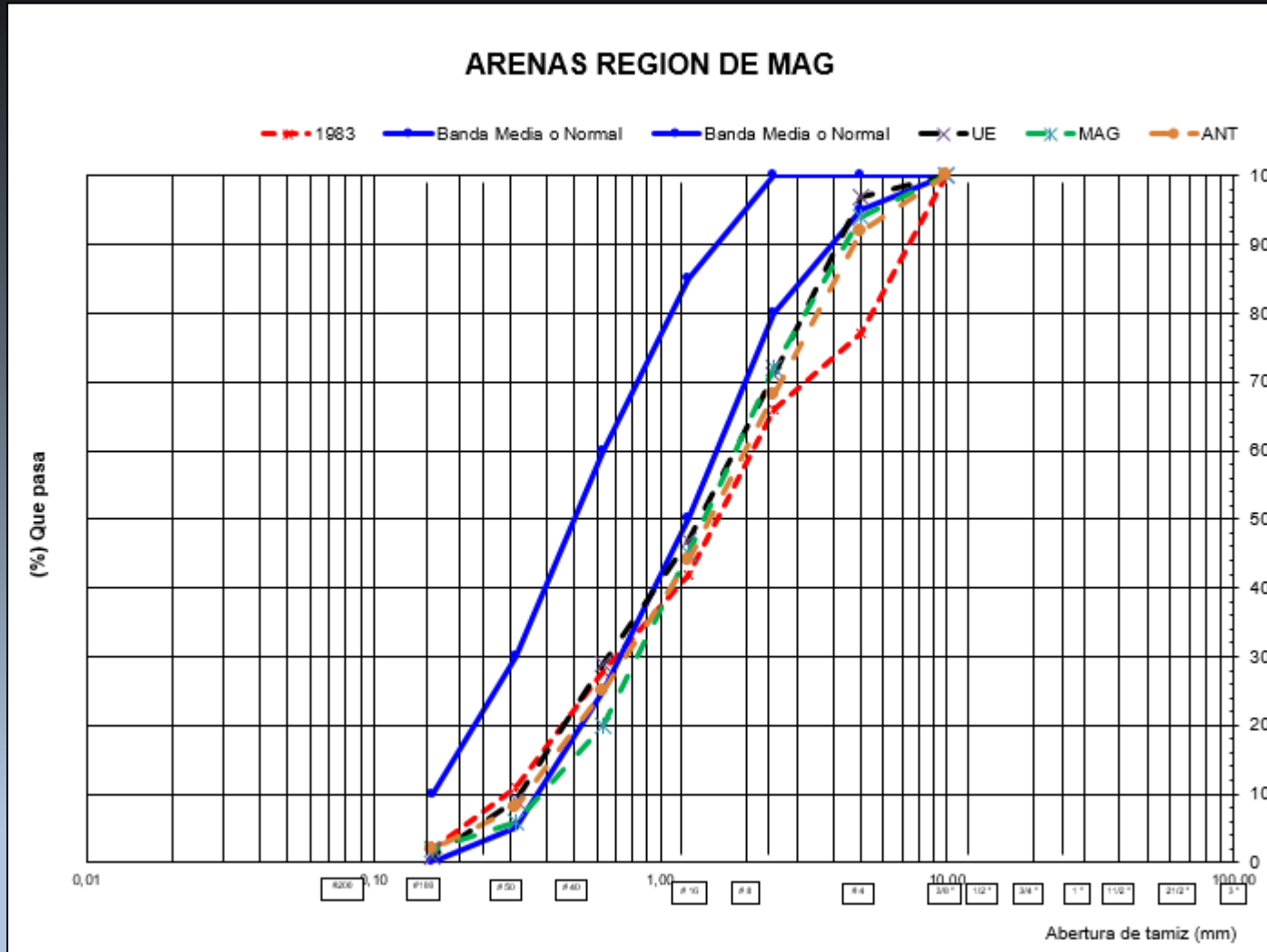
# CONTEXTO – Calidad de nuestros áridos.

Ensaye	Material	Resultados	Requisito
Desgaste de los Ángeles (%)	Gravas	16 - 22	Max. 35%
Índice de Trituración (%)	Gravas	2,7 - 13	Max. 20%
Índice de Trituración (%)	Arenas	0,8 – 1,3	Max. 4%
Desintegración por Sulfatos (%)	Gravas	2,6 - 7,0	Max. 10%
Desintegración por Sulfatos (%)	Arenas	2,0 - 9,0	Max. 10%



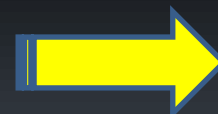
**ARIDOS DISPONIBLES LOCALMENTE**

# CONTEXTO – Calidad de nuestros áridos.

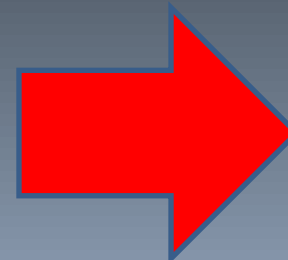
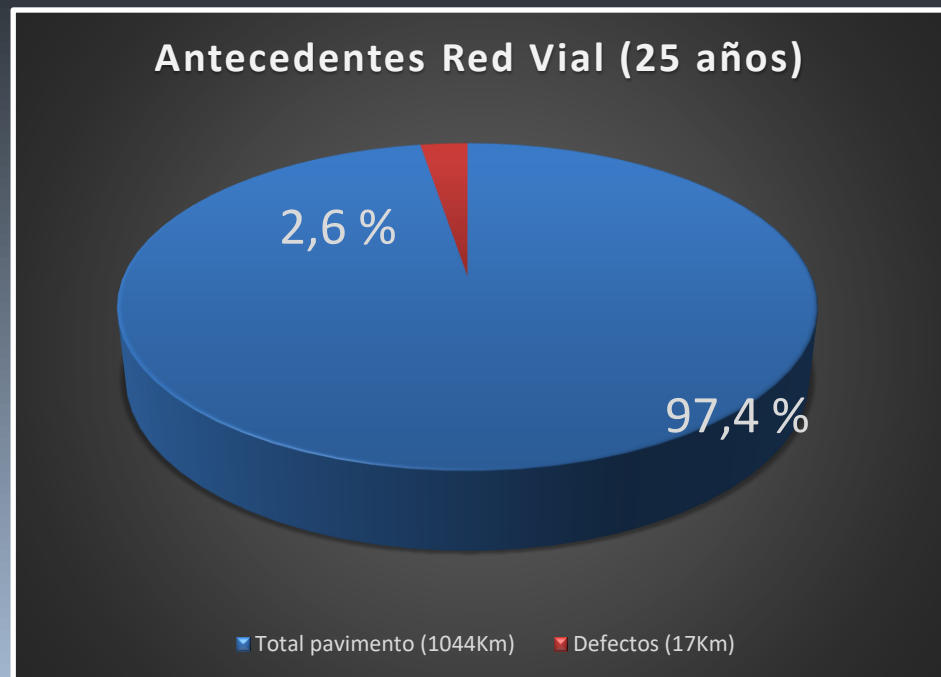


**ARIDOS DISPONIBLES LOCALMENTE**

# CONTEXTO – Deterioros Superficiales



## VARIABILIDAD



**DETERIOROS SUPERFICIALES  
¿ORIGEN, CAUSAS?**

## DURABILIDAD ←

# CONTEXTO – Forma de los deterioros (P.A).



# CONTEXTO – Forma de los deterioros (P.N.)



# CONTEXTO – Forma de los deterioros (VIALES)



# Deterioros Superficiales – Ruta Y-565 Km 0,0 – 8,69

- Fecha de inicio contrato 20/05/2009.
- Fecha de termino contrato 09/06/2011.
- Ord. LRV N°08 (29/01/15) – Evaluación Técnica pavimento.
- Ord. LRV N°41 (11/05/15) – Se envían testigos.
- Ord. LNV N°672 (25/08/2015) – Pronunciamiento posibles causas.
- Convenio regulador por obras en garantía (14/01/2016). Reparaciones.
- Marzo 2016 se publica Norma Nch 170 – 2016, que establece aspectos de Durabilidad.
- Ord. LRV N°89 (11/09/19) – Se envían nuevos testigos.
- **Ord. LNV N°245 (28/05/21) – Investigación posibles causas.**

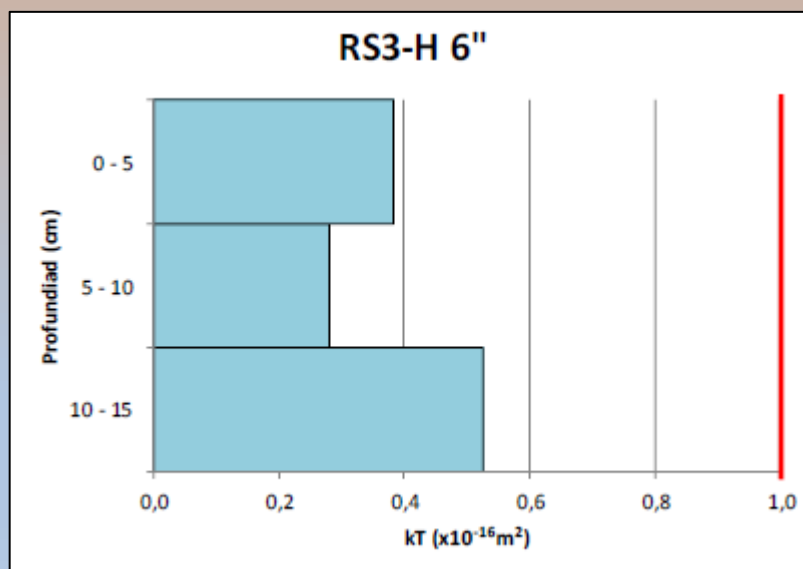




# Investigación - Ruta Y-565 Km 0,0 – 8,69

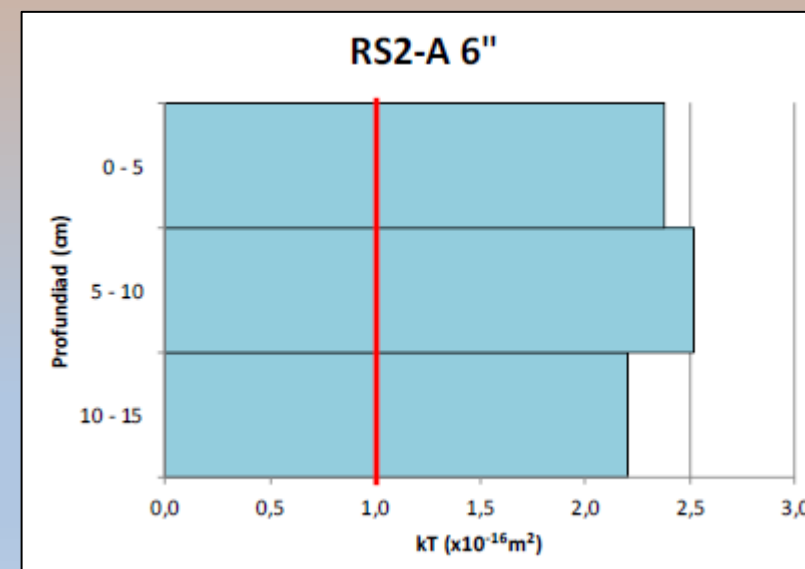
- Categorías de calidad del hormigón (fuente DURAR 2000).

Categoría	Permeabilidad	kT ( $10^{-16} \text{ m}^2$ )
Muy Malo	Muy Alta	> 10
Malo	Alta	1.0 - 10
Normal	Moderada	0.1 - 1.0
Bueno	Baja	0.01 - 0.1
Muy Bueno	Muy Baja	< 0.01



**LOSAS SANAS**

PERMEABILIDAD NORMAL

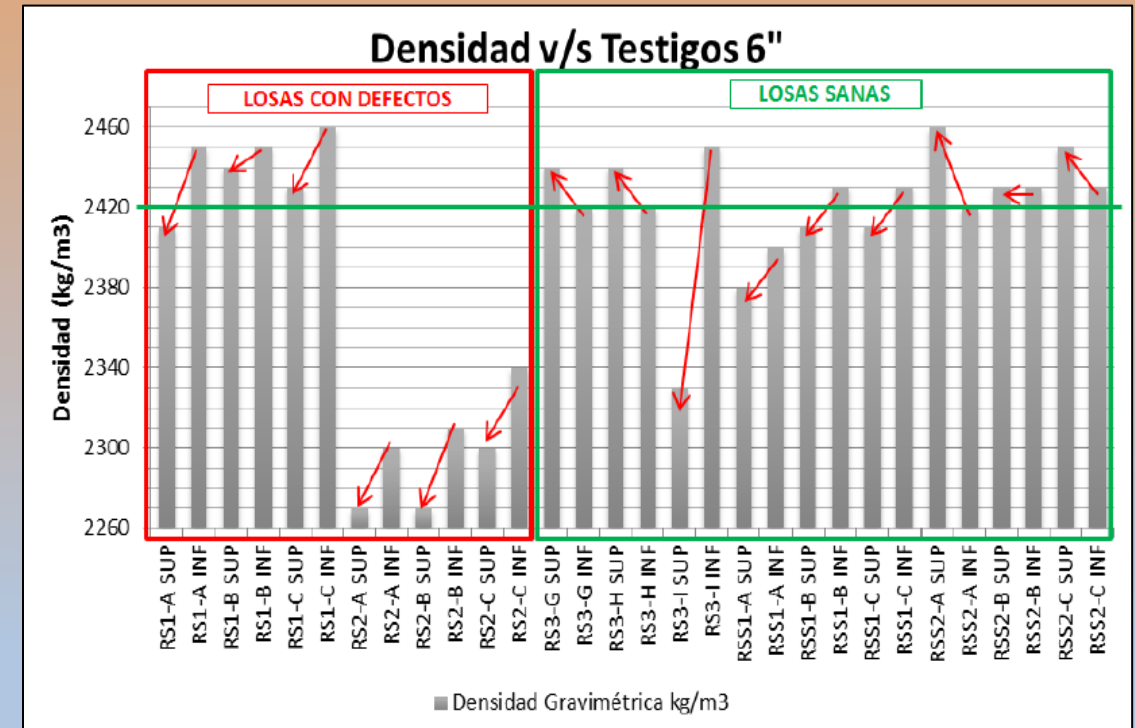
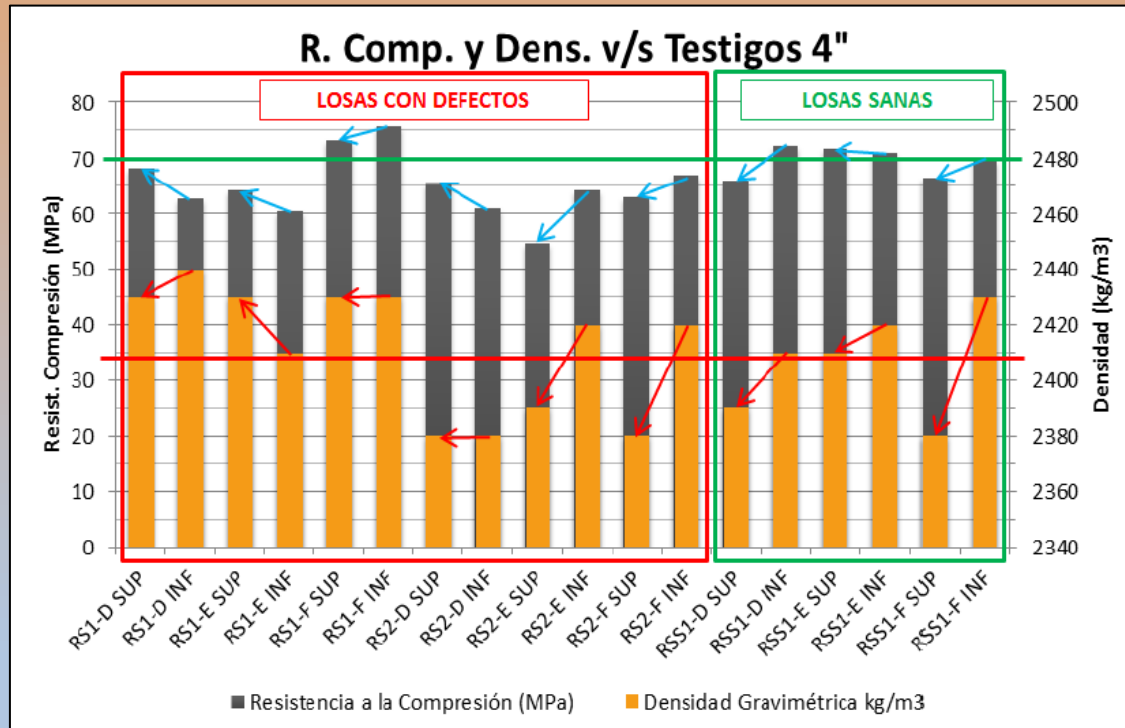


**LOSAS DEFECTOS**

PERMEABILIDAD MALA

# Investigación - Ruta Y-565 Km 0,0 – 8,69

- Medición de densidad y resistencia en testigos de hormigón endurecido en losas sanas y con defectos.



DENSIDADES BAJAS LOSAS CON DEFECTOS

# – Uso de retardador de evaporación (febrero 2009).



# ¿Los pavimentos antiguos son mejores?



N° DE INGRESO:LRVH - 2123		Punta Arenas, 20 de diciembre de 2022			
<b>CERTIFICADO DE ENSAYE N° 14107</b>					
<b>INFORME</b>	Visación de Dosificación de Hormigón.				
<b>OBRA / PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO RUTA 9, SECTOR CERRO CASTILLO - BIFURCACION RUTA Y-150, TRAMO DM. 317.920.000 AL DM. 334.890.000, COMUNA TORRES DEL PAINE, PROVINCIA DE ULTIMA ESPERANZA, REGION DE MAGALLANES Y DE LA ANTARTICA CHILENA.				
<b>CONTRATISTA</b>	INGENIERIA CIVIL VICENTE S.A.				
<b>RESOLUCION</b>	RES. D.V. N° 049 DEL 31-12-2020				
<b>SAFICODIGO</b>	N° 303.083 / BIP N° 30137844-0				
<b>ASESORIA</b>	INGELOG				
<b>ITEM O TIPO DE MATERIAL</b>	S.410-1PAVIMENTO DE HORMIGÓN CEMENTO HIDRAULICO HF-5.0				
<b>METODOLOGIA</b>	Los procedimientos para la preparación de las mezclas de prueba de hormigón fueron realizados por el personal de la Unidad de Laboratorio y Gestión de Calidad, de acuerdo a la sección 8.402.14 del MC-V8.				
<b>SOLICITUD REFERENCIA</b>	N° Documento	ICVSA-CC2-129-22	Fecha Documento		
	N° Proceso	16391947	Fecha Recepción		
			06/10/2022		
			11/10/2022		
<b>1. ANTECEDENTES DEL HORMIGÓN DE PRUEBA EN LABORATORIO.</b>					
<b>Identificación Dosificación</b>	HF-5.0 (10)40-03 CON FIBRA ESTRUCTURAL. RAZON A/C: 0.42				
<b>MUESTRA N°</b>	1	2	3		
<b>TIPO</b>	GRAVA CHANCADA	GRAVILLA CHANCADA	ARENA		
<b>Dosificación Teórica (1m³)</b>	554Kg	498Kg	793Kg		
<b>Asentamiento de Cono-Diseño</b>	S ± 2,0cm		Contenido Aire Especificado (%)		
<b>PROCEDENCIA</b>	POZO Km. 334340				
<b>FECHA DE MUESTREO</b>	18/10/2022				
<b>FECHA DE ENSAYE</b>	31/10/2022				
<b>2. GRANULOMETRIA SECCION 8.202.3 MC-V8</b>					
<b>TAMIZ</b>	Grava Chancada	Gravilla Chancada	ARENA	Mezcla que pasa (30/27/43%)	Banda de Trabajo
(mm)	(us)				
50	2"				
40	1 1/2"	100	100	100	100
25	1"	41	100	82	80-90
20	3/4"	9	97	72	68-78
12.5	1/2"	2	69	62	59-69
10	3/8"	1	44	55	51-61
5	N°4		8	42	38-48
2.5	N°8		3	31	27-35
1.25	N°16			20	16-24
0.630	N°30			11	7-15
0.315	N°50			4	0-6
0.160	N°100			1	0-3
<b>3. ENSAYES MÉTODOS PARA AGREGADOS PETREOS SECCION 8.202 MC-V8</b>					
<b>ENSAYES</b>	Grava Chancada	Gravilla Chancada	ARENA	Requisitos Tabla 8.201.1A MC-V8	
<b>Densidad Real Secca (Kg/m³)</b>	2.653	2.651	2.616		
<b>Partículas Chancadas (%)</b>	70	70	—		
<b>Chancado ponderado (%)</b>	70	—	—	Entre 80% y 90 %	
<b>Partícula Laja (%)</b>	0.2	1.5	—		



**Conservación año 2009  
Cepillado Superficial**

REPUBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
REGIONAL  
PUNTA ARENAS, 19 ENE. 1983

CERTIFICADO DE ENSAYE N°3079.

Informe sobre chequeo de dosificación de hormigón preparado por la Empresa Contratista Ingeniería Civil Vicente, para ser usado en la confección del pavimento en el camino Punta Arenas Puerto Natales, por Km 202 al 223, Provincia de Última Esperanza, XlIIa. Región.

Contratista: Ingeniería Civil Vicente S.A.  
Resolución: D.G.O.P. N°254 del 19/10/82

Muestreo y ensayos practicados por personal del Laboratorio Regional, XlIIa. Región

Agregados Gruesos:  
Muestra N°: 1  
Material: Grava y Gravilla  
Procedencia: Planta Rfo Tranquilo  
Ubicación: Acopio Planta

a) GRANULOMETRIA (% que pasa) Especificaciones

Tamiz, mm	(2")	100	100
50	(1")	50	20-55
20	(3/4")	28	0-15
12.5	(1/2")	1	70
10	(3/8")		0-5
5	(N°4)		0-10
2.5	(N°8)		0-5

b) CONSTANTES FISICAS.

Densidad aparente suelta Kg/m <sup>3</sup>	1.532	1.447
Densidad Real secca Kg/m <sup>3</sup>	2.738	2.730
Huecos, X:	44	47
Absorción X	0.4	0.7
Material menor a 0.08 mm X	0.4	0.5
Desintegración por el método de los sulfatos, X	4.0	2.7

Máx. 2  
Máx.0.  
Máx.12

# ¿Los pavimentos antiguos son mejores?

2023 (HF 5,0)

Moldes deslizantes

Cemento Melón 340 Kg/m<sup>3</sup>

Subbase granular (15cm)

**Requisito Chancado 70-90%**

Razón a/c = 0,42

**Requisito Aire: 5,0 ± 0,5%**

Operaciones antihielo

Exigencias de textura.

Cono: 6,0cm

Aire: 4,9%



1983 (H-30)

Moldes fijos

**Cemento Heidelberg 340 Kg/m<sup>3</sup>**

Base granular estabilizada con cemento (20cm)

**Requisito Chancado 50%**

Razón a/c = 0,34

**Requisito Aire: 3,5 ± 0,5%**

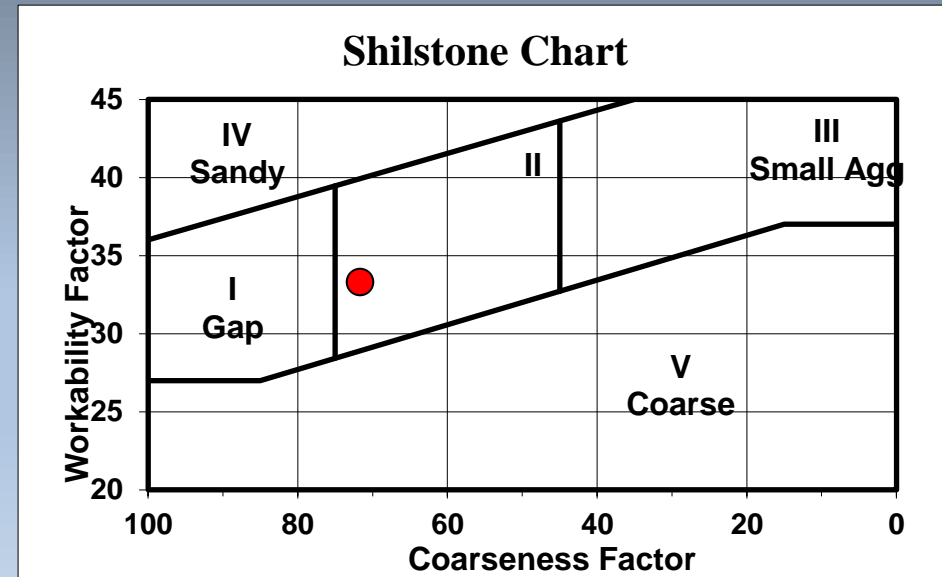
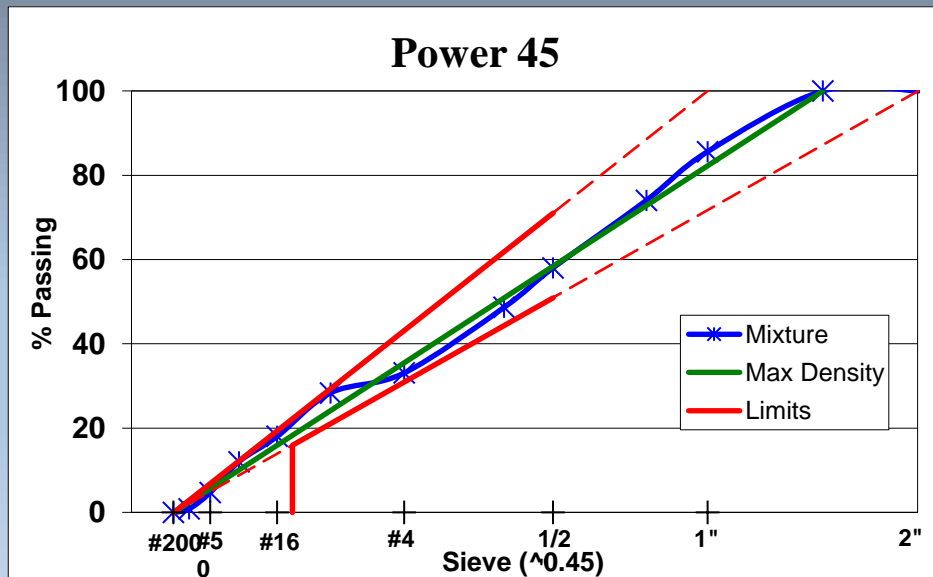
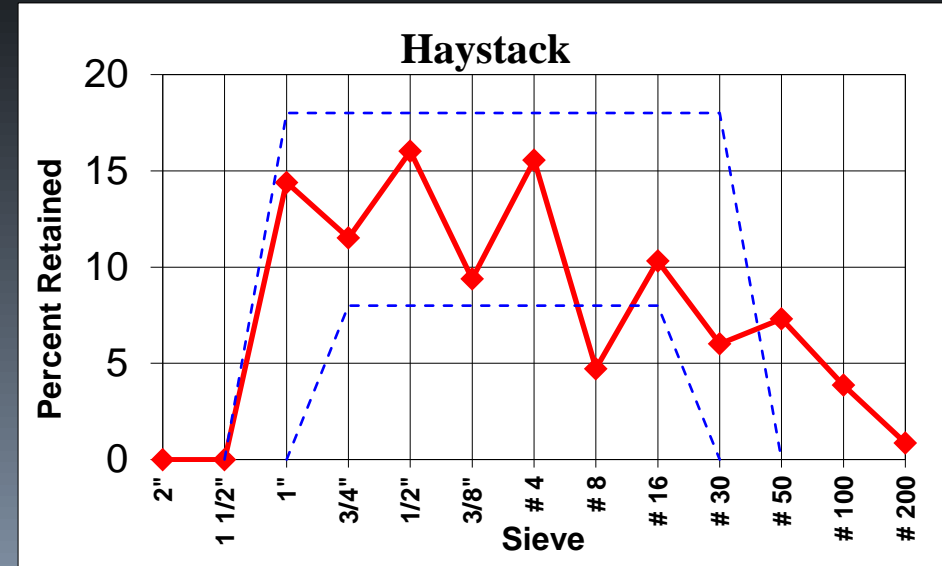
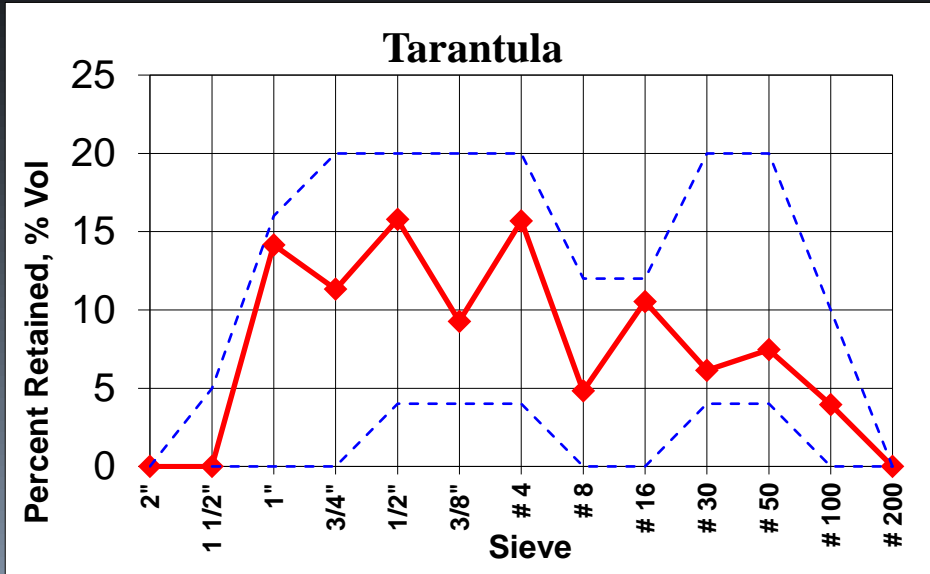
Sin operaciones antihielo

Sin requisitos de textura.

Cono: 1,3cm

Aire: 3,0%

# Análisis proporciones de la mezcla ICV 1983

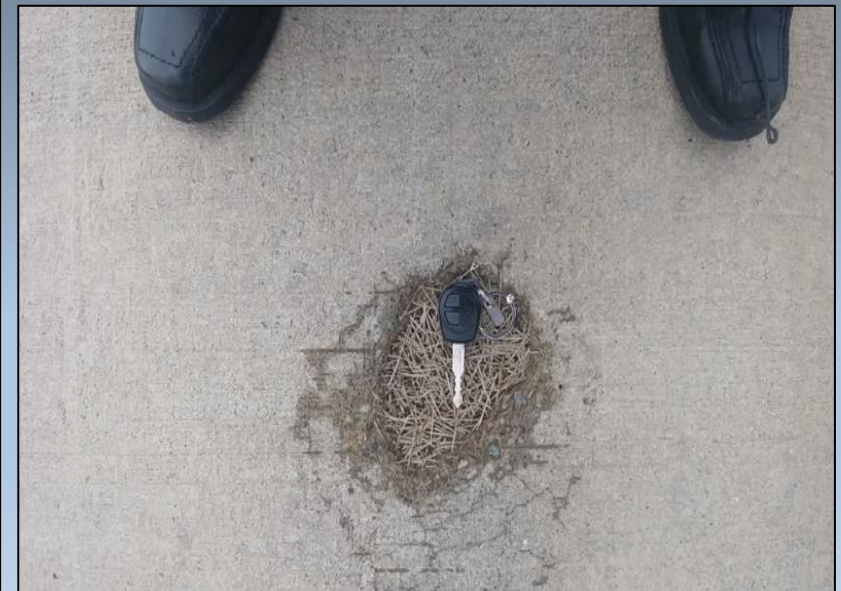








# CONTEXTO – Fibrorefuerzo.



# ¿Los pavimentos antiguos son mejores?

HF 5,0-5 / R9 Cast. II / 2023

Moldes deslizantes

Cemento Melón 340 Kg/m<sup>3</sup>

**Razón a/c = 0,42**

Requisito Aire: 5,0 ± 0,5%

**57% Grava<sub>ch</sub> / 43% Arena**

**Volumen Agregados = 70,7%**

Masa Agregados = 1845Kg

Vacíos combinado = 40,4%

Volumen vacíos = 28,6%

**Cantidad pasta = 102,6%**

Cono: 6,0cm / Aire: 4,9%

OBRA



FM = 52%

26

FM = 47%

H-30 / R9 Pun-Nat / 1983

Moldes fijos

Cemento Heidelberg 340 Kg/m<sup>3</sup>

**Razón a/c = 0,34**

Requisito Aire: 3,5 ± 0,5%

**57% Grava<sub>ch</sub> / 43% Arena**

**Volumen Agregados = 74,7%**

Masa Agregados = 1957Kg

Vacíos combinado = 41,4%

Volumen vacíos = 30,9%

**Cantidad pasta = 81,9%**

Cono: 1,3cm / Aire: 3,0%

OBRA

# DOSIFICACIONES POR PROVINCIA (U.E.)

HF 4,8 / R9 251-263 / 2002	HF 4,8 / R9 BCF / 2006	HF 4,8 / R9 291-305 / 2008
Moldes deslizantes	Moldes deslizantes	Moldes deslizantes
Cemento Tailandés 320 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Bio Bio (ARI) 320 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Comodoro 330 Kg/m <sup>3</sup>
Razón a/c = 0,42	Razón a/c = 0,42	Razón a/c = 0,42
Requisito Aire: 4,0 ± 0,5%	Requisito Aire: 4,0 ± 0,5%	Requisito Aire: 4,0 ± 0,5%
<b>60% Grava<sub>ch</sub> / 40% arena</b>	<b>55% Grava<sub>ch</sub> / 45% arena</b>	<b>70% Grava / 30% arena<sub>2</sub></b>
<b>Volumen Agregados = 75,2%</b>	Volumen Agregados = 72,6%	Volumen Agregados = 75,4%
Masa Agregados = 2103Kg	Masa Agregados = 1867Kg	Masa Agregados = 2165Kg
Vacíos combinado = 39,7%	Vacíos combinado = 41,6%	Vacíos combinado = 40,4%
Volumen vacíos = 29,8%	Volumen vacíos = 30,2%	Volumen vacíos = 30,5%
<b>Cantidad pasta = 83,3%</b>	<b>Cantidad pasta = 90,7%</b>	<b>Cantidad pasta = 80,8%</b>
Cono: 3,7cm / Aire: 4,2%	Cono: 4,5cm / Aire: 3,8%	Cono: 3,5cm / Aire: 4,7%
OBRA	OBRA	OBRA

# DOSIFICACIONES POR PROVINCIA (U.E.)

HF 4,6-4 / R9 Bories / 2012	HF 5,0-5 / 250Ch / 2017	HF 5,0-4 / R9 Cast I / 2019
Moldes deslizantes	Moldes deslizantes	Moldes deslizantes
Cemento Comodoro 320 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Comodoro 330 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Comodoro 330 Kg/m <sup>3</sup>
Razón a/c = 0,42	Razón a/c = 0,44	Razón a/c = 0,42
Requisito Aire: 4,0 ± 0,5%	Requisito Aire: 5,0 ± 0,5%	Requisito Aire: 5,0 ± 0,5%
<b>53% Grava / 47% arena</b>	<b>59% Grava / 41% arena</b>	<b>58% Grava<sub>ch</sub> / 42% arena</b>
Volumen Agregados = 72,9%	Volumen Agregados = 71,2%	<b>Volumen Agregados = 74,0%</b>
Masa Agregados = 1864Kg	Masa Agregados = 1873Kg	Masa Agregados = 2104Kg
Vacíos combinado = 35,6%	Vacíos combinado = 39,5%	Vacíos combinado = 40,4%
Volumen vacíos = 26,0%	Volumen vacíos = 28,1%	Volumen vacíos = 29,9%
Cantidad pasta = 104,2%	Cantidad pasta = 102,6%	<b>Cantidad pasta = 86,9%</b>
Cono: 5,5cm / Aire: 4,1%	Cono: 4,0cm / Aire: 4,8%	Cono: 5,0cm / Aire: 4,1%
Concremag Natales	OBRA	OBRA

# DOSIFICACIONES POR PROVINCIA (MAG.)

HF 4,6-6 / R9 Aer III / 2014	HF 5,0-5 / Y-580 / 2016	HF 4,8-4 / Y-565 / 2009
Moldes deslizantes	Moldes deslizantes	Moldes deslizantes
Cemento Comodoro 325 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Comodoro 330 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Comodoro 330 Kg/m <sup>3</sup>
Razón a/c = 0,42	Razón a/c = 0,41	Razón a/c = 0,42
Requisito Aire: 4,0 ± 0,5%	Requisito Aire: 5,0 ± 0,5%	Requisito Aire: 4,0 ± 0,5%
<b>57% Grava / 43% arena</b>	<b>57% Grava / 43% arena</b>	<b>58% Grava / 42% arena</b>
Volumen Agregados = 73,9%	Volumen Agregados = 71,9%	Volumen Agregados = 71,2%
Masa Agregados = 1899Kg	Masa Agregados = 1901Kg	Masa Agregados = 1861Kg
Vacíos combinado = 36,3%	Vacíos combinado = 38,1%	Vacíos combinado = 39,8%
Volumen vacíos = 26,3%	Volumen vacíos = 27,4%	Volumen vacíos = 28,3%
Cantidad pasta = 104,9%	Cantidad pasta = 102,6%	Cantidad pasta = 101,5%
Cono: 4,0cm / Aire: 4,0%	Cono: 5,0cm / Aire: 4,2%	Cono: 5,0cm / Aire: 4,1%
Concremag	Concremag	Concremag / Elva

# DOSIFICACIONES POR PROVINCIA (T.F.)

HF 5,0-4 / Y-65 0-25 / 2023	HF 5,0-4 / Y-71 / 2020	HF 5,0-6 / 257Ch OIV/ 2016
Moldes deslizantes	Moldes deslizantes	Moldes deslizantes
Cemento Comodoro 340 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Comodoro 330 Kg/m <sup>3</sup>	<b>Cemento Comodoro 341 Kg/m<sup>3</sup></b>
Razón a/c = 0,40	Razón a/c = 0,40	Razón a/c = 0,45
Requisito Aire: 6,0 ± 1,5%	Requisito Aire: 5,0 ± 0,5%	Requisito Aire: 5,0 ± 0,5%
<b>60% Grava<sub>3</sub> / 40% arena</b>	<b>56% Grava / 44% arena</b>	<b>57% Grava / 43% arena</b>
Volumen Agregados = 70,8%	Volumen Agregados = 72,2%	Volumen Agregados = 69,6%
Masa Agregados = 1877Kg	Masa Agregados = 1901Kg	Masa Agregados = 1814Kg
Vacíos combinado = 38,5%	Vacíos combinado = 35,4%	Vacíos combinado = 38,7%
Volumen vacíos = 27,2%	Volumen vacíos = 25,5%	Volumen vacíos = 26,9%
Cantidad pasta = 107,4%	Cantidad pasta = 109,0%	Cantidad pasta = 112,7%
Cono: 6,0cm / Aire: 6,5%	Cono: 5,0cm / Aire: 4,6%	Cono: 7,0cm / Aire: 4,3%
OBRA	OBRA	OBRA

# RANGO DE PROPORCIONES SUGERIDA

## PARA DISEÑOS DE MEZCLA

Áridos /Mezcla	Requisito
GRAVA	(57 – 60%)
Arena	(40 – 43%)
Árido Combinado	1900 – 2100 Kg/m <sup>3</sup>
Volumen Agregados Combinados	72 – 75 %
Rendimiento de pasta (Vp/Vv)	85 a 95%
a/c	0,40 – 0,42

NOTA: Usar 2 graduaciones distintas de gravas.

# Prácticas constructivas – Juntas pavimentos.

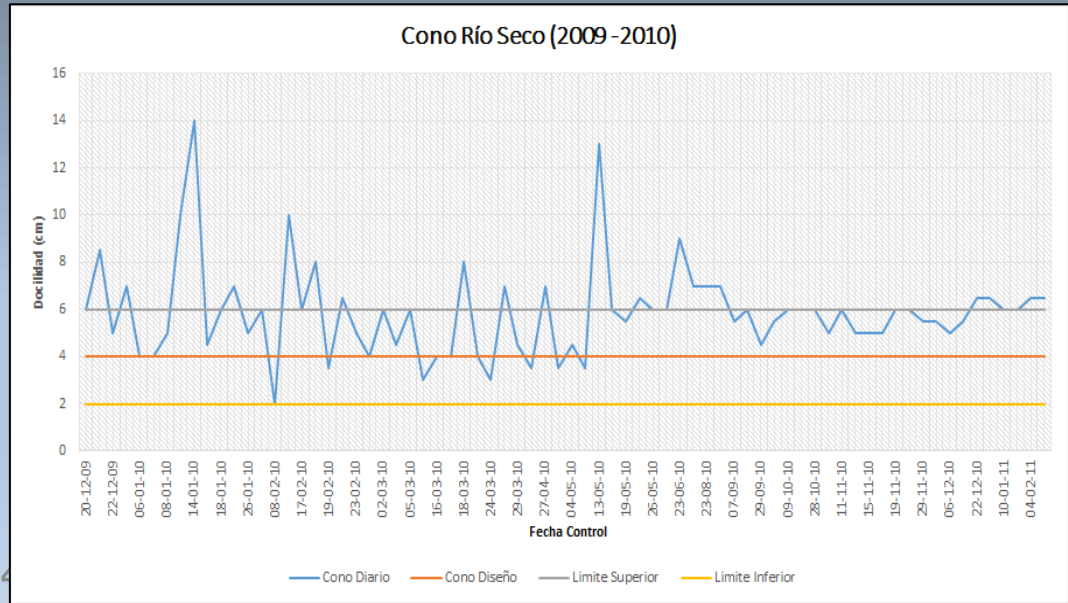
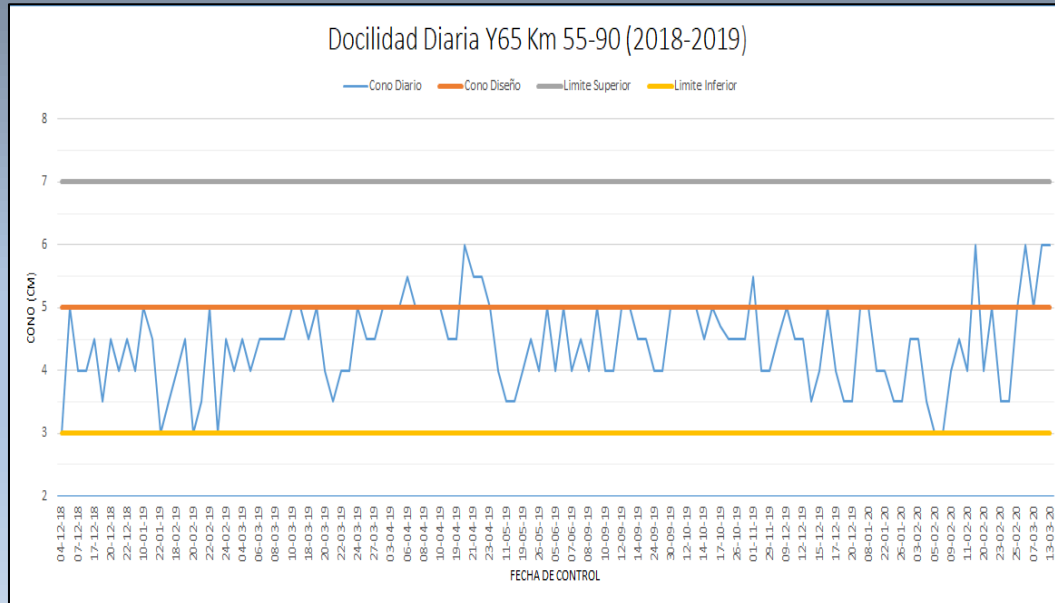
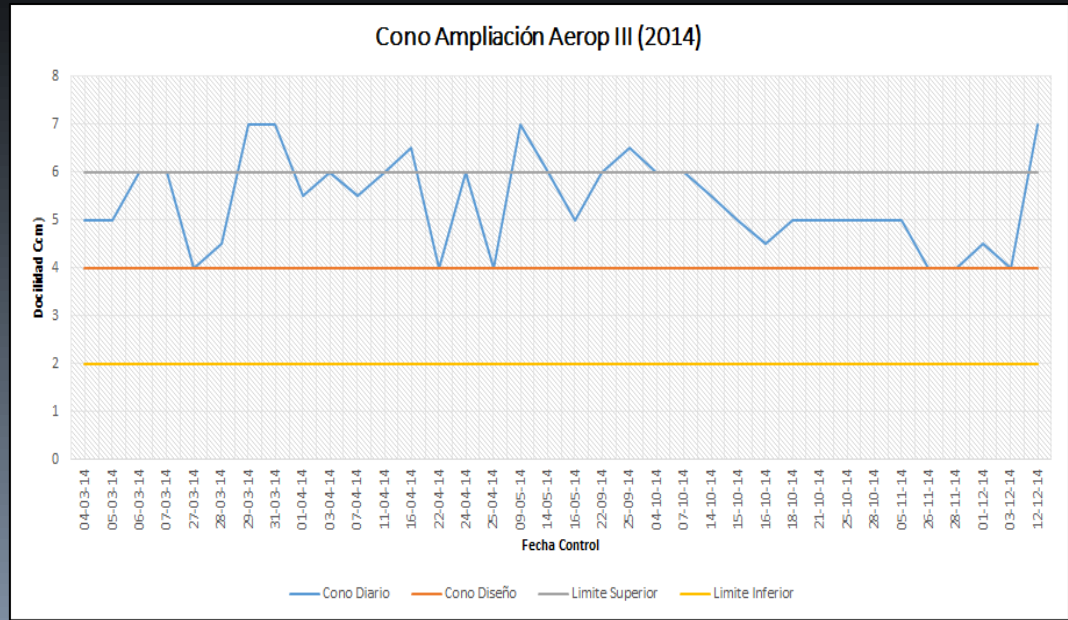
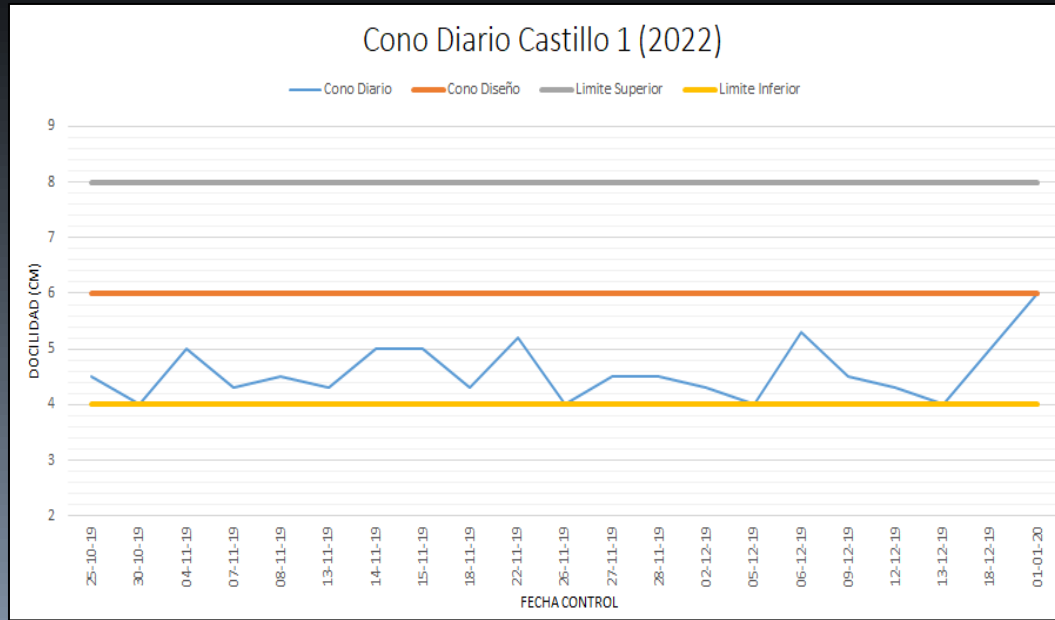




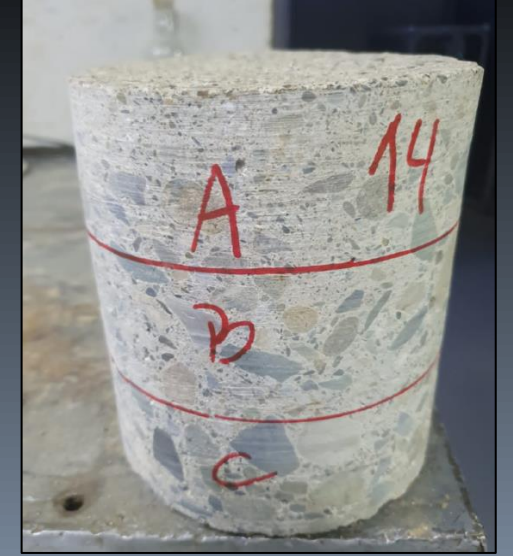
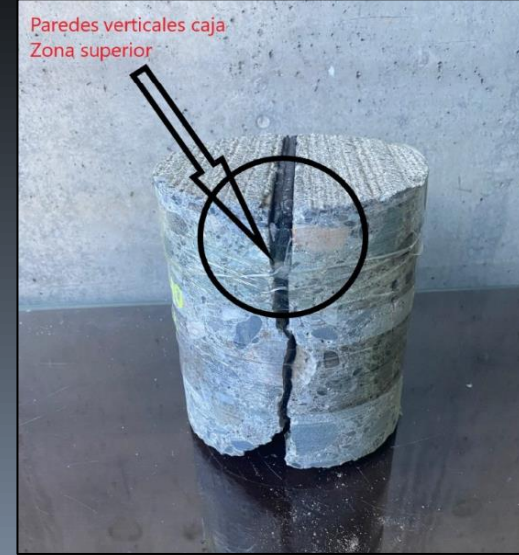
# Prácticas constructivas – Juntas pavimentos.



# Prácticas constructivas – Docilidad.



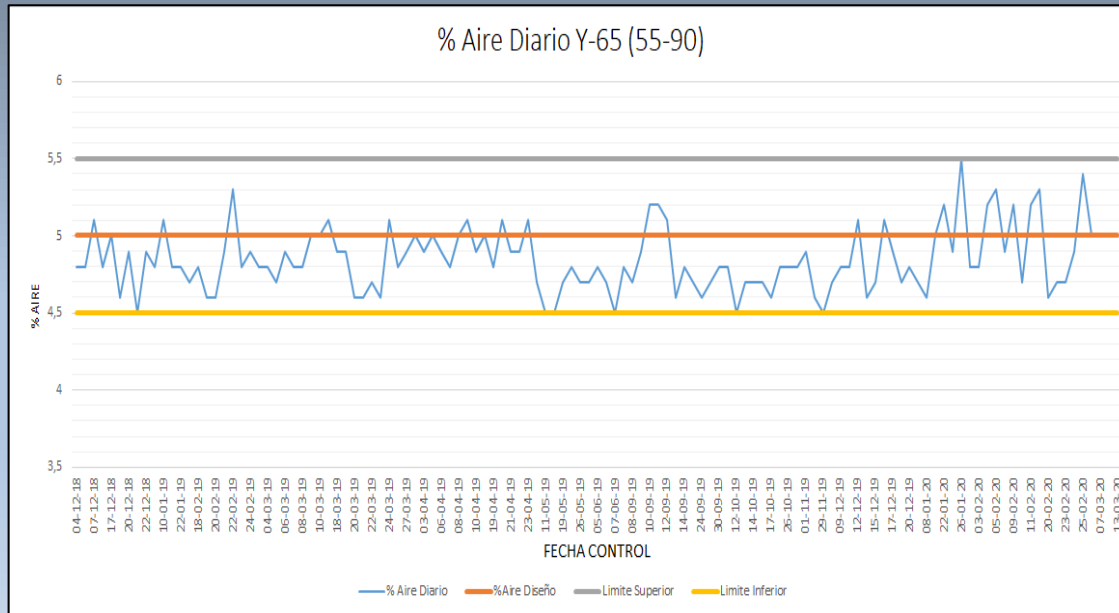
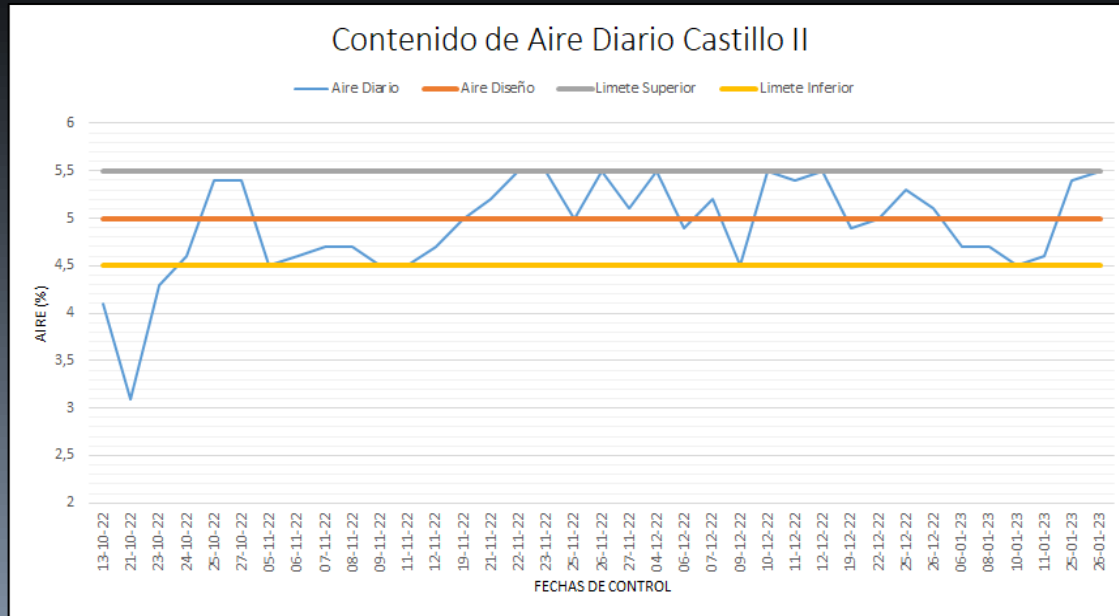
# Prácticas constructivas – Juntas pavimentos.



Se enviaron testigos de hormigón al DICTUC para evaluar por microscopia los vacíos en el hormigón endurecido.

**ASTM C457**

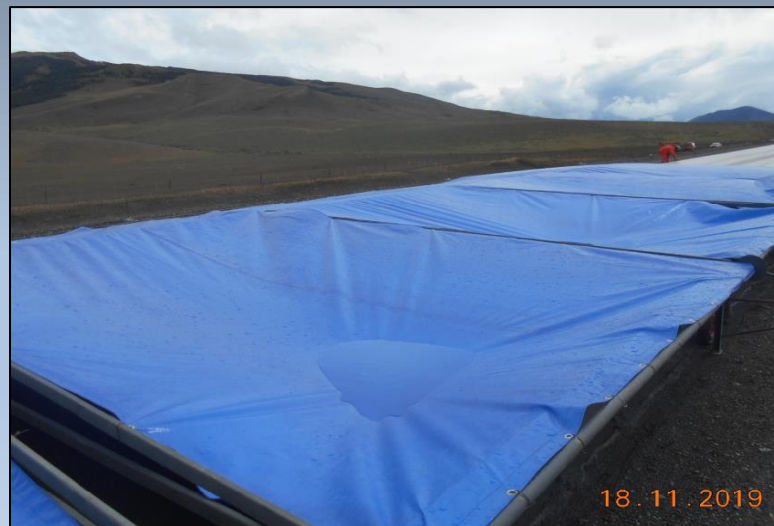
# Prácticas constructivas – Aire.



# Prácticas Constructivas – Plantas de hormigón.



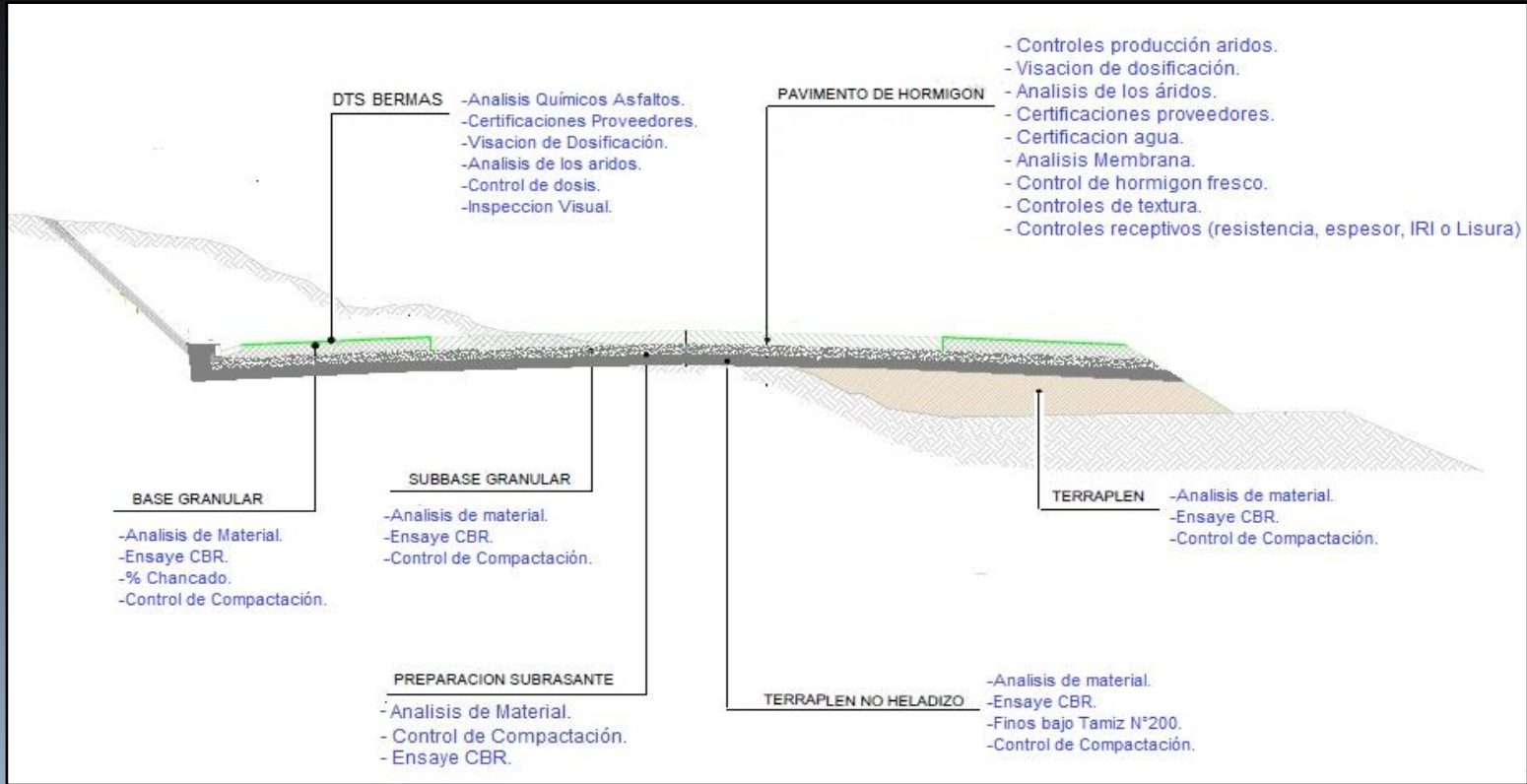
# Prácticas constructivas – Puesta en servicio.



# Prácticas Constructivas – Reparaciones.



# SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PAVIMENTOS





# MEDIDAS ADOPTADAS

## EJECUCIÓN PAVIMENTOS HORMIGON

- Se aumentó del % de inclusión de aire al Hormigón a  $6,0\% \pm 1,5\%$
- Se fijó en las ETE especiales de pavimento una relación de agua/cemento más reducida ( $A/C_{max} = 0,40$  a  $0,42$ ) con el propósito de disminuir la porosidad de la pasta de cemento, reduciendo la permeabilidad del hormigón.
- Se fija un proceso más estricto diseño de mezclas de hormigón, lo que es esencial para la resistencia al hielo/deshielo de la mezcla. Optimización de las granulometrías mediante el método Shilstone.
- Se prohibió el uso de los retardadores de evaporación en los contratos viales
- La implementación de canchas de calibración al inicio de las obras de pavimentos, para prevenir prácticas constructivas deficientes y evaluar propiedades del hormigón endurecido al inicio

# IMPLEMENTACION DE UN LABORATORIO DE FRIO

## EJECUCIÓN PAVIMENTOS HORMIGON

EQUIPO	VALOR
Mezcladora planetaria 500lt	\$7.740.000
Equipo cámara Climática	\$6.500.000
Equipo Gabinete Congelación/Descongelación	\$59.489.850
Máquina perforadora alto rendimiento	\$70.959.000
Permeabilidad al aire Torrent	\$22.671.000
Permeabilidad al agua	\$5.386.000
Resistividad eléctrica (Resipod)	\$6.672.450
Equipo penetración iones cloruro	\$25.248.230
<b>TOTAL</b>	<b>\$204.666.530</b>

# MUCHAS GRACIAS

Agosto 2023



**Dirección  
de Vialidad**

Ministerio de  
Obras Públicas