



DISEÑO DE PAVIMENTOS

Tecnología TCPAVEMENTS

Losas con geometría optimizada

CREACIÓN DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LAS CALLES Y
PASAJES DEL AH 31 DE ENERO, DISTRITO DE VEINTISEIS DE
OCTUBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA

Índice

1.	Variables de diseño	2
2.	Criterios de comportamiento.....	3
3.	Propiedades de los materiales de soporte para el diseño	3
3.1	Módulo de reacción	3
3.2	Fallas por agrietamiento	3
3.3	Numero de repeticiones de ejes equivalentes	4
3.4	Comportamiento mecánico predecible de falla	4
4.	Características estructurales.....	5
4.1	Sub base granular.....	5
4.1.1	Consideraciones de colocación de subbase granular	5
4.2	Capa de rodadura.....	5
4.2.1	Características estructurales de la capa de rodadura.....	5
5.	Diseño del pavimento	7
5.1	Parámetros de diseño	7
5.2	Diseño de pavimento metodológico TCP.....	10
5.3	Toma de decisiones.....	12
5.3.1	Trafico	12
5.3.2	Soporte sub rasante	12
6.	Consideraciones de construcción.....	14
6.1	Espesor y dimensiones de losas.....	14
6.2	Confinamiento lateral (dowells).....	14
6.3	Curado	14
6.4	Corte de juntas.....	15
6.5	Juntas de construcción.....	16
6.6	Sello de juntas	16
6.7	Apertura al tráfico.....	16
7.	Conclusiones y recomendaciones	17
8.	Patente de diseño	18

1. Variables de diseño

Las variables de diseño que se consideran en el programa de cálculo OPTIPAVE son las siguientes:

- Período de diseño
- Tráfico
- Capacidad de soporte conjunto suelo (K_c)
- Propiedades del hormigón
- Confiabilidad
- Porcentaje losas fisuradas al término de la vida útil de diseño
- Clima como % de tiempos de alabeos
- Diseño del Proyecto

Cada una de estas variables incluye a su vez “sub-variables”, las cuales son:

- Clasificación de Subrasante
- % CBR Subrasante
- Clasificación de Base
- %CBR de Base
- Espesor de Base
- Resistencia del hormigón a la flexo tracción
- Fibra Estructural
- Módulo Elasticidad
- Módulo Poisson
- Transferencia de Carga
- % de losas agrietadas al tiempo de diseño
- Tipo de Borde
- Largo de la losa

2. Criterios de comportamiento

El software utilizado por el método TCP incorpora el concepto de estructura equivalente, y utiliza un análisis de elementos finitos, para obtener valores del comportamiento mecánico de la estructura del pavimento ante las tensiones y deformaciones que sufre el material por carga, y proyectar el deterioro del mismo. A continuación, se mencionan los tres criterios que considera la metodología durante el diseño:

- Diseñar las dimensiones de las losas, tal que un sólo set de ruedas de los vehículos cargue una sola losa a la vez.
- Calcular tensiones generadas en el hormigón para diferentes condiciones (Alabeo, espesor, carga, tráfico, tipos de eje, etc). El cálculo se realiza en cuatro puntos críticos de la losa, para evaluar la peor condición.
- Identificar los valores del daño por fatiga generado en cada punto de control. Los datos de entrada son las características de los materiales y el espesor de cada capa. Se trabaja con el módulo de resiliencia de los materiales.

3. Propiedades de los materiales de soporte para el diseño

3.1 Módulo de reacción

El cálculo del módulo de reacción equivalente, deriva de la deflexión en la superficie, que se genera por una placa de carga rígida.

3.2 Fallas por agrietamiento

El agrietamiento obtenido por el software es de tres tipos, transversal, longitudinal y de esquina.

3.3 Numero de repeticiones de ejes equivalentes

El número de repeticiones de carga admisibles es una función de la tensión y la resistencia del hormigón, según la siguiente ecuación:

$$\log(N_{i,j,k,l}) = 2 * \left(\frac{\sigma_{i,j,k,l}}{MOR * C_1 * C_2} \right)^{-1.22}$$

Donde:

$N_{i,j,k,l}$ = Repeticiones de carga admisibles para la condición i, j, k, l

$\sigma_{i,j,k,l}$ = Tensión para la condición i, j, k, l

h_{pcc} = Espesor hormigon

C_{2-} = Factor por fibra estructural: $C_2 = \frac{f_{150}^{150}}{MOR} * SF * a$

C_1 = Factor por tipo de fractura: $C_1 = a * h_{pcc}^2 + b * h_{ppc} + c$

A, b, c = factores de calibración

MOR= Resistencia a la flexo tracción

3.4 Comportamiento mecánico predecible de falla

Dada la cantidad de ejes equivalentes admisibles, se calcula el porcentaje calculado de losas agrietadas con el modelo de diseño MEPDG -AASHTO 2002. Se realizan iteraciones hasta que se encuentre el resultado óptimo.

$$Crack (\%) = \frac{1}{1 + b * FD^a}$$

El daño por fatiga en tanto se obtiene por el coeficiente entre el número de pasadas reales de una cierta carga dividido por el número de pasadas admisibles:

$$FD = \sum \frac{n_{i,j,k,l}}{N_{i,j,k,l}}$$

FD= Daño por fatiga total

4. Características estructurales

4.1 Sub base granular

La base del pavimento deberá contar con un valor de CBR igual mayor a 80% de la densidad compactada del 98 % del Proctor Modificado y deberá ser granular con un porcentaje de finos inferior a 8% en malla 200 y un índice de plasticidad menor a 6.

4.1.1 Consideraciones de colocación de subbase granular

En el caso que exista agua en la subrasante, ya sea por napa freática o por lluvias de más de 1.0 mm. Al año, se colocará un geo textil entre la base granular y la subrasante. Esto se realiza con el fin de aislar la base de contaminación o migración de posibles finos que contenga el suelo natural.

En el caso de que no exista presencia de agua o ésta sea inferior a 1.0 mm, al año, la base se coloca directamente sobre la subrasante.

4.2 Capa de rodadura

Concreto premezclado (ASTM C-94) y especificaciones ACI emitidas para el efecto.

4.2.1 Características estructurales de la capa de rodadura

La apertura al tráfico se puede realizar cuando el concreto alcance una resistencia a la compresión de 250 Kg/cm². Esta resistencia indica un valor de MR= 4.2 Mpa. A continuación, se muestran diferentes resistencias a la compresión de pavimentos según valores de Modulo de rotura que poseen, para su apertura al público.

Table 7. Strength necessary to open concrete pavement to public traffic (Based on References 14 and 15).

Slab Thickness	Foundation Support*	Opening Strength**	
		Flexural (3rd-Point) MPa (psi)	Compressive*** MPa (psi)
150 mm (6.0 in.)	Granular	3.7 (540)	24.8 (3600)
	Stabilized	2.6 (370)	11.7 (1690)
200 mm (8.0 in.)	Granular	2.3 (330)	9.3 (1350)
	Stabilized	2.1 (300)	7.6 (1100)
250 mm (10.0 in.)	Granular	2.1 (300)	7.6 (1100)
	Stabilized	2.1 (300)	7.6 (1100)

* Granular foundation assumes a Modulus of Subgrade Reaction, $k=2.7$ MPa/m (100 psi/in.). Stabilized foundation assumes $k=1.35$ MPa/m (500 psi/in.).

** Assumes there will be 500 one-way equivalent single axle load (ESAL) repetitions between time of opening and time concrete reaches design strength (28-day strength).

*** There was no compressive strength criteria in the original research (Reference 14). The values shown here were developed using the correlation equation described in this section with $C=9.0$. It is strongly recommended to develop a unique correlation between flexural and compressive strength for new mixtures.

Es importante precisar que para abrir al tráfico en el tiempo especificado, se debe conducir el tránsito sobre la losa, de tal modo, que este no pase a menos 30 cms del borde libre de la losa durante los primeros días. Esto se puede realizar mediante la colocación de señalética, barreras, veredas o borde.

5. Diseño del pavimento

Los datos considerados en el diseño corresponden a la información entregada por el solicitante y serán los incorporados como data del programa Optipave 2.5, para el diseño de pavimentos optimizados TCPavements®, correspondiente al diseño solicitado.

Las variables, cálculos y resultados del diseño del pavimento rígido del proyecto se muestran en la memoria de cálculo.

5.1 Parámetros de diseño

Para el presente proyecto: “CREACIÓN DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LAS CALLES Y PASAJES DEL AH 31 DE ENERO, DISTRITO DE VEINTISEIS DE OCTUBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA”, se ha considerado diseñar pavimento de losas optimizadas, teniendo en cuenta el estudio de tráfico y estudio de suelos, el cual se detallara en el siguiente sub capitulo.

Calle principal

- Periodo de diseño:
 - 20 años
- Tráfico
 - 7,658,974.00 EE
- CBR% del suelo:
 - 15.00%
- Módulo de rotura:
 - 4.8 Mpa
- Módulo de Reacción (Kc):
 - 75.00 Mpa/m
- Influencia del agua no afecta a la estructura (equivalente a Cd):
 - Geo textil entre sub-rasante: NO
- Propiedades de la Base (Afirmado):
 - Granular finos: $\leq 12.00\%$
 - % CBR Mejoramiento de suelo: NO
 - % CBR Base (Afirmado): $\geq 80\%$
 - Espesor de la Base (Afirmado): 15 cm
 - % Coeficiente traspaso de carga (equivalente a factor J): 3.8
- Propiedades del hormigón:
 - MR 4.8 Mpa. – Flexotracción (28 días): 4.8 (48kg/cm²)
 - Fibra de Polipropileno Estructural: NO

- Nivel de confianza: 80%
 - Tamaño máximo agregado (mm): 40
 - Módulo de elasticidad del hormigón: 29,000 MPa
 - Coeficiente de retracción térmica: $1 \times 10^{-5} \text{ 1/ } ^\circ\text{C}$
 - Retracción hidráulica del hormigón: 700 micrones a 90 días
- Confiabilidad: 80 %
- Clima como % de tiempos de alabeos:
 - Seleccionar según condiciones del proyecto
 - 0°C 15%
 - -5°C 25%
 - -10°C 30%
 - -15°C 30%
- Sello de juntas: NO
- Barras de traspaso de carga: NO
- Barras de amarre: NO
- Confinamiento lateral: Sardineles
- Modulación de paños: 1.80 x 1.80 m
- Espesor del Pavimento: 160 MM
- Fibra: NO

Calle secundaria

- Periodo de diseño:
 - 20 años
- Tráfico
 - 1,111,163.00 EE
- CBR% del suelo:
 - 15.00%
- Módulo de rotura:
 - 4.8 Mpa
- Módulo de Reacción (Kc):
 - 75.00 Mpa/m
- Influencia del agua no afecta a la estructura (equivalente a Cd):
 - Geo textil entre sub-rasante: NO
- Propiedades de la Base (Afirmado):
 - Granular finos: $\leq 12.00\%$
 - % CBR Mejoramiento de suelo: NO
 - % CBR Base (Afirmado): $\geq 80\%$
 - Espesor de la Base (Afirmado): 15 cm
 - % Coeficiente traspaso de carga (equivalente a factor J): 3.8
- Propiedades del hormigón:
 - MR 4.8 Mpa. – Flexotracción (28 días): 4.8 (48kg/cm²)
 - Fibra de Polipropileno Estructural: NO
 - Nivel de confianza: 80%
 - Tamaño máximo agregado (mm): 40
 - Módulo de elasticidad del hormigón: 29,000 MPa
 - Coeficiente de retracción térmica: $1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 - Retracción hidráulica del hormigón: 700 micrones a 90 días
- Confiabilidad: 80 %
- Clima como % de tiempos de alabeos:
 - Seleccionar según condiciones del proyecto
 - 0°C 15%
 - -5°C 25%
 - -10°C 30%
 - -15°C 30%
- Sello de juntas: NO
- Barras de traspaso de carga: NO
- Barras de amarre: NO
- Confinamiento lateral: Sardineles
- Modulación de paños: 1.80 x 1.80 m

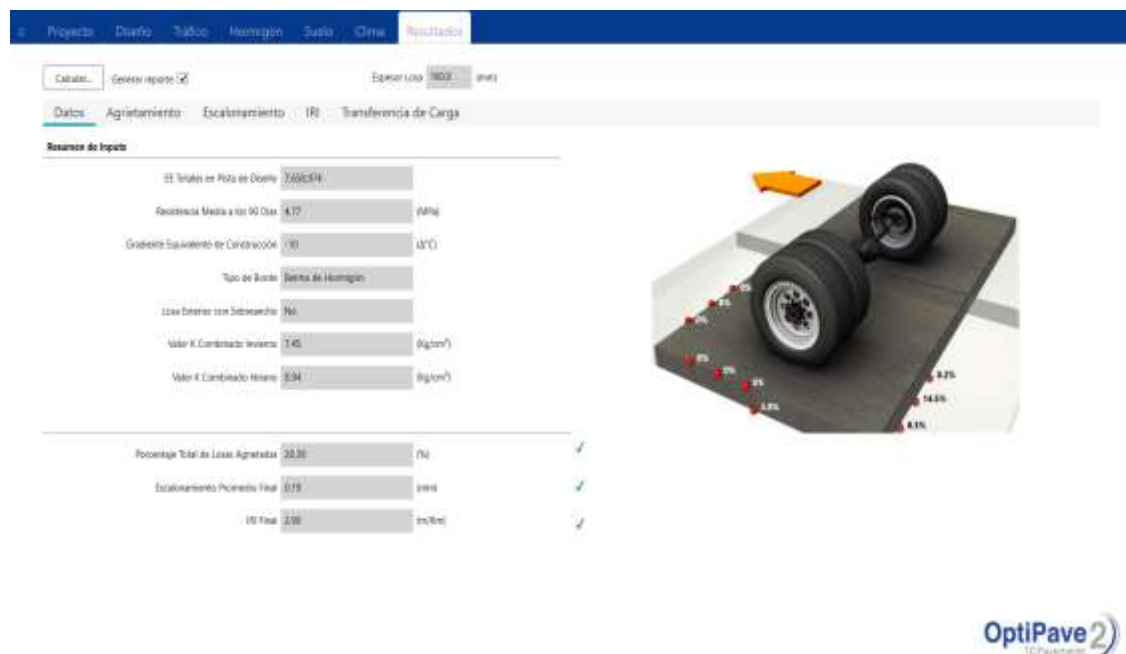
- Espesor del Pavimento: 128 MM
- Fibra: NO

5.2 Diseño de pavimento metodológico TCP

El diseño considera un set de ruedas apoyado encima de losa, lo que permite reducir tensiones en anchos de losas. Asimismo, el diseño permite reducir el espesor del pavimento.

Para el presente diseño de acuerdo a los estudios previos al diseño de pavimentos (estudio de tráfico y suelos), se han considerado una propuesta final para 20 años de calles principales y calles secundarias:

Calles principales:

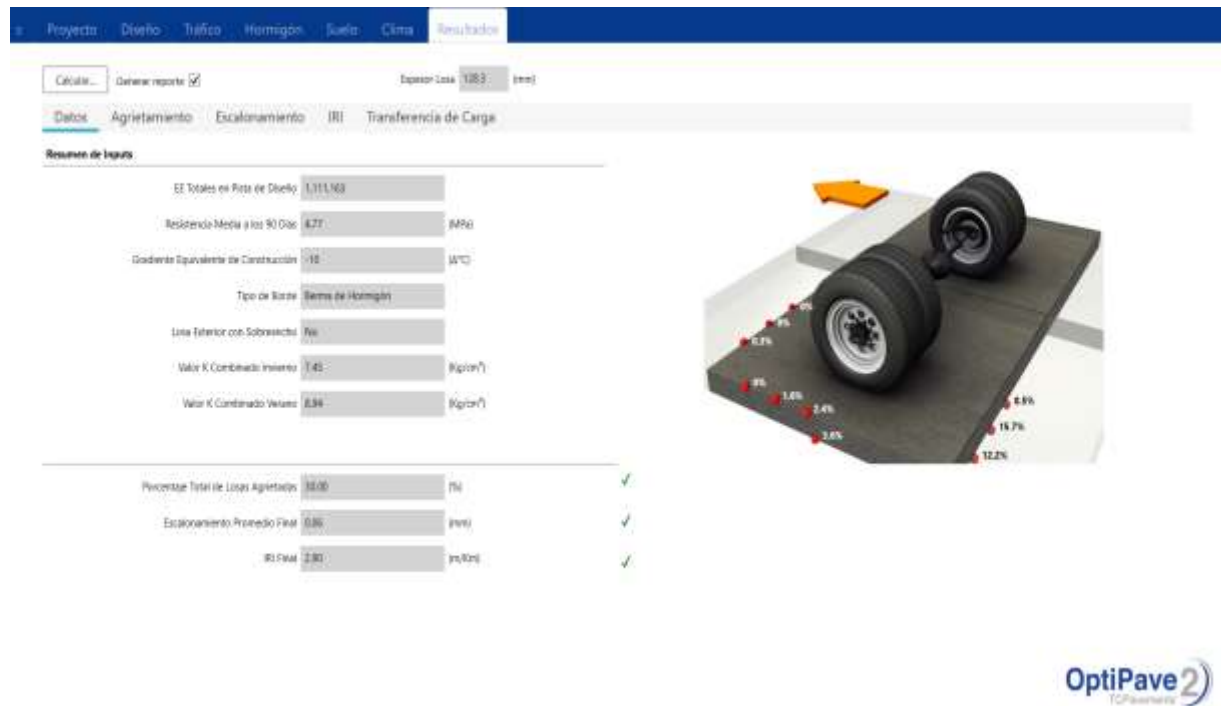


- 2.1.- Diseño: EE 7,658,974 / MR 4.8 Mpa:

Losas de 160 mm; de espesor con un MR de 4.8 Mpa (flexo tracción); a los 28 días y una modulación de 180 x 180 cms. de ancho x largo.

La base granular de 15.00 cms. con CBR>80%, suelo A-1-a.

Calles secundarias:



- 2.1.- Diseño: EE 1,111,163 / MR 4.8 Mpa:

Losas de 128 mm; de espesor con un MR de 4.8 Mpa (flexo tracción); a los 28 días y una modulación de 180 x 180 cms. de ancho x largo.

La base granular de 15.00 cms. con CBR>80%, suelo A-1-a.

5.3 Toma de decisiones

Para el presente diseño se han tenido en cuenta el estudio de tráfico y estudio de suelos con fines de pavimentación, los cuales reflejan tanto el tráfico actuante y tráfico futuro en la vía, además del suelo que será el apoyo para el pavimento a construir; En la presente sección se indica las consideraciones para el diseño de pavimentos de acuerdo a los estudios:

5.3.1 Trafico

Para el presente diseño, se ha considerado el estudio de tráfico, el cual realizo un conteo en 4 estaciones, las cuales han sido ubicadas dos de ellas en la misma calle, calle jazmines y las dos restantes ubicadas en diferentes calles obteniendo los siguientes resultados:

Estación	Ubicación	Ejes Equiv
Estación 01	C. los Jazmines	3,663,493.00
Estación 02	C. los robles	905,475.00
Estación 03	C. los Jazmines	7,658,974.00
Estación 04	C. los nogales	1,111,163.00

Teniendo en cuenta que el tráfico en las 4 estaciones, se ha considerado como calle principal el tráfico de la calle los jazmines por contar con el mayor tráfico y así uniformizar el espesor de la misma calle, y como calles secundarias al tener la estación 02 y 04 ejes equivalentes cercanos se escogió el mayor valor para el diseño.

Soporte sub rasante

De acuerdo al estudio de suelos, se tienen suelos SP-SM, teniendo en cuenta lo mencionado estos suelos tienen un CBR variable 10-20%

Muestra		Tipo de Suelo	C.B.R. (0.1)		C.B.R. (0.2)		Categoría Sub Rasante
Calicata	Prof. (m)		C.B.R. al 95 % de MDS	C.B.R. al 100% de MDS	C.B.R. al 95 % de MDS	C.B.R. al 100% de MDS	
C - 01	0.40 - 2.00	SP - SM	17.50	23.80	19.90	26.20	Buena a Muy Buena
C - 02	0.55 - 2.00	SP - SM	16.00	22.40	18.50	25.30	Buena a Muy Buena
C - 03	0.70 - 2.00	SP - SM	15.00	21.30	17.50	23.80	Buena a Muy Buena
C - 04	0.30 - 2.00	SP - SM	15.50	22.00	18.00	24.20	Buena a Muy Buena
C - 05	0.70 - 2.00	SP - SM	15.60	22.30	17.80	23.90	Buena a Muy Buena
C - 06	0.15 - 2.00	SP - SM	16.00	22.40	18.50	25.30	Buena a Muy Buena
C - 07	0.15 - 2.00	SP - SM	17.40	23.50	19.60	26.00	Buena a Muy Buena
C - 08	0.60 - 2.00	SP - SM	18.00	24.00	20.40	27.20	Buena a Muy Buena
C - 09	0.15 - 2.00	SP - SM	17.70	23.60	21.10	26.60	Buena a Muy Buena

Fuente: Certificados

Los resultados de CBR de las muestras extraídas son valores cercanos por lo que se ha escogido el mínimo valor de estos para obtener un diseño conservador.

CBR diseño 15.00%

6. Consideraciones de construcción

6.1 Espesor y dimensiones de losas

Se utilizará estrictamente los espesores y dimensiones de losas indicados en este informe, calculados por el método de diseño TCP® para pavimentos de losas optimizadas, (según patente de invención en Perú, INDECOPI N° 5940).

Para todos los efectos de recepción se utilizarán los criterios descritos en los códigos de buena práctica A.C.I. (American Concrete Institute) y/o ACPA (American Concrete Pavement Association).

6.2 Confinamiento lateral (dowells)

El pavimento no llevará barras de traspaso de carga, ni de amarre, en el caso que el pavimento este confinado por sardineles, veredas o cualquier otro tipo de confinamiento rígido.

Por otro lado, si no se tuviese confinamiento lateral, se colocarán 2 fierros de 16 mm de diámetro por losa de pavimento, colocados en forma vertical al costado externo de las losas, la longitud de estos fierros será de al menos 40 cm, pero de largo tal que asegure un buen anclaje en la base (la longitud dependerá del tipo de base). La ubicación será a 50 cms de la junta, pegados al concreto de la losa, estos fierros deberán enterrarse hasta que la parte superior quede 5 cms bajo la cota superior del pavimento.

La finalidad de estos fierros es evitar el desplazamiento lateral de las losas.

6.3 Curado

Una vez terminado el último trabajo de concreto, es decir realizado el rayado de la superficie del concreto, este se deberá curar, siendo las recomendaciones del diseño TCP en general, un curado en dos etapas:

- **Colocar retardador de fraguado:** Se debe de colocar sobre el concreto aún fresco, entre lapsos de espera durante la colocación superficial del concreto y/o la aplicación de la membrana de curado. Este producto evitará las primeras fisuras por retracción plástica y disminuirá el alabeo de construcción por secado de la superficie.
- **Colocar membrana de curado tradicional:** Una vez terminada la exudación del hormigón, se aplicará la membrana de curado.

En caso de que la temperatura en la noche sufra descensos importantes (mayor a 10°C) se recomienda complementar este curado, mediante la colocación de una aislación térmica superficial como geo textil grueso o polietileno con burbujas (las burbujas tocando la superficie del pavimento), materiales que deberán cubrir el concreto por lo menos la primera noche, colocado 1 hora después de realizada la última etapa de curado. Esta aislación permite disminuir el alabeo inicial de las losas, además de acelerar la apertura al tráfico.

6.4 Corte de juntas

Se deberán cortar las juntas de contracción longitudinal y transversal en el pavimento a partir del momento en que se pueda colocar una máquina de corte sobre la superficie de rodado sin dejar marcadas las huellas (aproximadamente 6 - 8 horas). Las juntas tanto transversales como longitudinales no serán selladas.

El corte se deberá realizarse continuamente, por lo menos, con 3 equipos con sierra delgada igual o menor a 3,0 mm de espesor, para evitar el ingreso de partículas dañinas al interior de la junta. Los discos deberán estar en buen estado y dentro de la tolerancia recomendada por el fabricante. En el caso de utilizar Soft-Cut se deberá cambiar el patín con cada sierra.

El contratista deberá considerar el endurecimiento del concreto y la temperatura ambiente para definir el momento cuando se debe efectuar el corte de juntas, el cual deberá realizarse lo antes posible para evitar fisuras por retraso de corte y disminuir tensiones de alabeo en las losas.

Se podrán utilizar máquinas de corte en fresco tipo Soft-Cut o tradicionales con agua. En ambos casos los equipos deberán estar funcionando según, las especificaciones y tolerancias recomendadas por el fabricante. En ningún caso la hoja podrá tener vibraciones.

Se deberá contar con la cantidad de recursos, equipos y sierras de corte necesarios para realizar esta tarea. En el caso, de que no se pueda disponer de una cantidad suficiente de equipos, se deberá comenzar cortando la junta o juntas longitudinales más cercanas a los bordes del pavimento construido (cuando se pavimenta a dos carriles a la vez) y transversales.

6.5 Juntas de construcción

Junta de construcción longitudinal: En caso de concretarse en 2 pistas, se colocarán barras de amarre de $\frac{1}{2}$ "; corrugadas con 65 cms. de largo. Se deberá colocar dos barras en cada losa, separadas a la mitad del largo de la losa y a un cuarto del largo de la losa de la junta transversal.

En el caso de construir el pavimento en el ancho total (2 pistas) estas barras no son necesarias. Luego se colocará el concreto procurando vibrar el borde contiguo a la junta realizada. Se debe cortar la parte superior de la junta de construcción longitudinal con la sierra descrita en el punto anterior.

Junta de construcción transversal: Llevará barras de traspaso de cargas lisas de 1" de diámetro y 40 cms. de longitud, colocadas cada 30 cm en la mitad del espesor de la losa, alineadas en el sentido longitudinal del camino.

6.6 Sello de juntas

El Diseño de pavimentos TCP no contempla sello de juntas. El corte con sierra de hasta 3.0 mm; evita el ingreso de partículas incompresibles y la base con menos de 8% de finos bajo # 200, es drenante, por lo que saca el agua bajo las losas. Esta base debe continuarse hasta el borde del camino y conectarla a los drenajes y en calles urbanas conectarla a las alcantarillas.

6.7 Apertura al tráfico

El pavimento se podrá abrir al tráfico cuando tenga una resistencia a compresión de 250 kg /cm²; para losas de espesor igual o mayor a 12 cm. Asimismo, losas menores de 12 cm, cuando tenga una resistencia de 350 kg /cm².

7. Conclusiones y recomendaciones

- Con esta nueva propuesta, donde se apoya un set de ruedas por cada losa, las tensiones se ven disminuidas con respecto a las producidas en las losas con dimensiones tradicionales. Esto permite adelgazar el espesor de los pavimentos según los cálculos expresados en los puntos anteriores.
- En climas calurosos es recomendable construir en horario donde la temperatura no esté tan elevada, recomendando empezar a partir de las 5:00pm los vaciados de concreto.
- Se deberá contar con la cantidad de recursos, equipos y sierras de corte necesarios para realizar esta tarea. En el caso, de que no se pueda disponer de una cantidad suficiente de equipos, se deberá comenzar cortando la junta o juntas longitudinales más cercanas a los bordes del pavimento construido (cuando se pavimenta a dos carriles a la vez) y transversales.
- El pavimento se podrá abrir al tráfico cuando tenga una resistencia a compresión de 250 kg /cm²; para losas de espesor igual o mayor a 12 cm. Asimismo, losas menores de 12 cm, cuando tenga una resistencia de 350 kg /cm²
- Se debe seguir todas las recomendaciones mencionadas en el presente documento en cada una de las secciones.

8. Patente de diseño

La tecnología TCP (Thin Concrete Pavements), el método de diseño y construcción de losas delgadas de concreto perfeccionadas para uso en pavimentación y demás derechos relacionados con dicha tecnología (software, know-how, secretos industriales, marcas comerciales, manuales, instructivos, etc.), son de propiedad exclusiva de Comercial TCPavements Ltda. Este método está protegido por las leyes y tratados internacionales vigentes en materia de Propiedad Industrial e Intelectual, en particular el Estados Unidos por la patente U.S. Patent N°7.571.581 y en la República del Perú por la patente, Indecopi N° 5940.

A continuación, se muestran las tarifas por la aplicación de la metodología TCP durante el diseño y construcción del proyecto en estudio.

Espesor de diseño TCP	Sin fibra	8 cm	9 - 12 cm	13 - 15 cm	16 - 18 cm	> 18 cm
	Con fibra	7 - 8 cm	9 - 11 cm	12 - 14 cm	15 - 17 cm	> 17 cm
Tarifa en Chile (m2)		0,015 UF	0,025 UF	0,031 UF	0,035 UF	0,04 UF
Tarifa internacional (m2)		US\$ 0,7	US\$ 1,1	US\$ 1,4	US\$ 1,6	US\$ 1,8

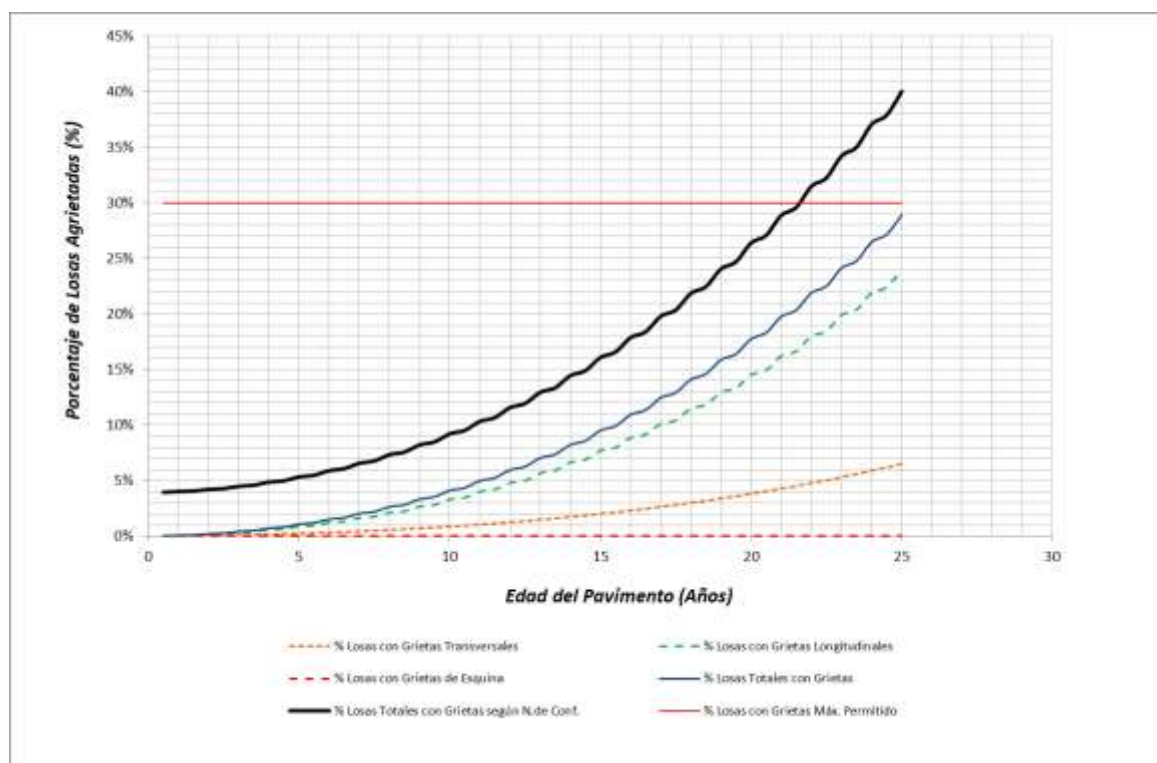
ANEXOS

Vías principales

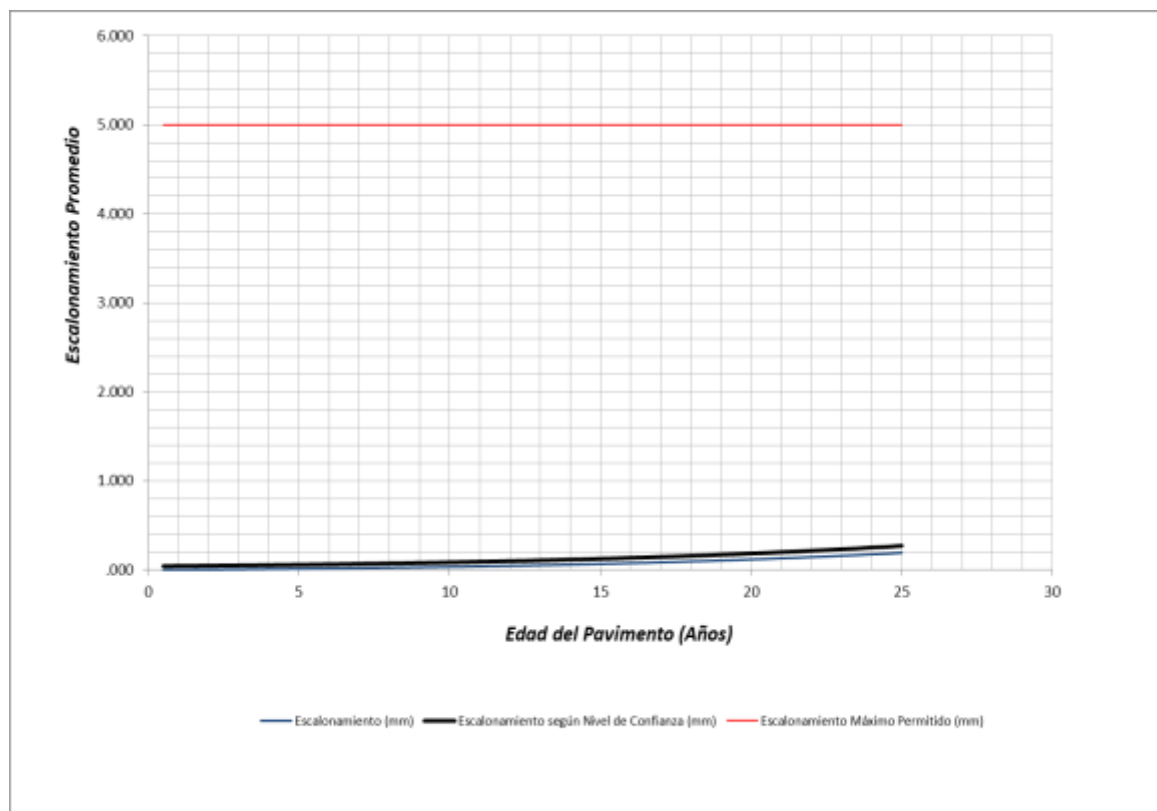
Resumen de Diseño	
<u>Características de la Capa de Hormigon</u>	
Largo Losa (m)	1.80
Espesor Losa de Hormigón (mm)	160
Resistencia a la Flexión (Mpa)	4.0
Fibra Estructural	No
<u>Tráfico</u>	
Ejes Equivalentes Totales	7,658,974
<u>Características de la Base</u>	
Tipo de Base	A-1-a
Módulo (Mpa)	210
Espesor (mm)	150
<u>Características de la Subrasante</u>	
Módulo Resiliente Invierno (Mpa)	100
Módulo Resiliente Verano (Mpa)	120
<u>Clima</u>	
Zona	dry_nonfreeze
<u>Resultado</u>	
Losas Agrietadas a Confiabilidad Especificada	26%
Escalonamiento Promedio a Confiabilidad Especificada (m/km)	0.19
IRI a Confiabilidad Especificada (m/km)	2.90
Diseño	
Vida de Diseño	20
Largo Losa (m)	1.80
Espesor Losa (mm)	160
Tipo de Borde	Berma de Hormigón
Losa Exterior con Sobreancho	No
Barras de Transferencia de Carga	No
Dren Lateral	No
Interfaz Pavimento-Base	No Adherido
IRI Inicial de Construcción (m/km)	2.2
Porcentaje Maximo de Losas Agrietadas Admisible	30%
IRI Máximo Permitido (m/Km)	3.5
Escalonamiento Promedio Máximo Permitido (mm)	5.0
Confiabilidad de Diseño	80%

Hormigón	
<i>Tipo de Ensayo de Resistencia</i>	<i>Flexotracción</i>
<i>Edad de Ensayo</i>	<i>28 Días</i>
<i>Resistencia (Mpa)</i>	<i>4.0</i>
<i>Confiabilidad Diseño de Hormigón</i>	<i>80%</i>
<i>Desviación Estándar Diseño de Hormigón (Mpa)</i>	<i>0.4</i>
<i>Aumento Resistencia 29 a 90 Días</i>	<i>1.1</i>
<i>Módulo de Elasticidad (Mpa)</i>	<i>29,000</i>
<i>Peso Específico (Kg/cm3)</i>	<i>2,400</i>
<i>Módulo de Poisson</i>	<i>0.15</i>
<i>Coeficiente de Dilatación Térmico (1/°C)</i>	<i>1.00E-05</i>
<i>Retracción a 365 Días (micr)</i>	<i>700</i>
<i>Contenido de Aire</i>	<i>3%</i>
<i>Relación Agua/Cemento</i>	<i>0.45</i>
<i>Resistencia Final (Mpa)</i>	<i>4.8</i>
<i>Fibra Estructural</i>	<i>No</i>
Clima	
<i>País</i>	<i>generic</i>
<i>Zona</i>	<i>dry_nonfreeze</i>
<i>Gradiente Equivalente de Construcción (°C)</i>	<i>-10</i>
<i>Temperatura Media Invierno (°C)</i>	<i>23.4</i>
<i>Temperatura Media Verano (°C)</i>	<i>33</i>
<i>Temperatura Fraguado del Hormigón (°C)</i>	<i>45</i>
<i>N° de Días al año Con Precipitaciones</i>	<i>161</i>
<i>Índice de Congelamiento de la Base</i>	<i>0%</i>
Suelo	
<i>N° Capas</i>	<i>1</i>
<i>Resistencia a la Erosión</i>	<i>4</i>
<i>Coeficiente de fricción Pavimento-Base</i>	<i>0.65</i>
<i>Porcentaje Material Fino</i>	<i>0%</i>
<i>Subrasante</i>	
<i>Módulo Resiliente Invierno (Mpa)</i>	<i>99.7</i>
<i>Módulo Resiliente Verano (Mpa)</i>	<i>120</i>
<i>Módulo Poisson</i>	<i>0.35</i>
<i>Base</i>	
<i>Módulo Resiliente (Mpa)</i>	<i>210</i>
<i>Módulo de Poisson</i>	<i>0.35</i>
<i>Espesor (mm)</i>	<i>150.0</i>

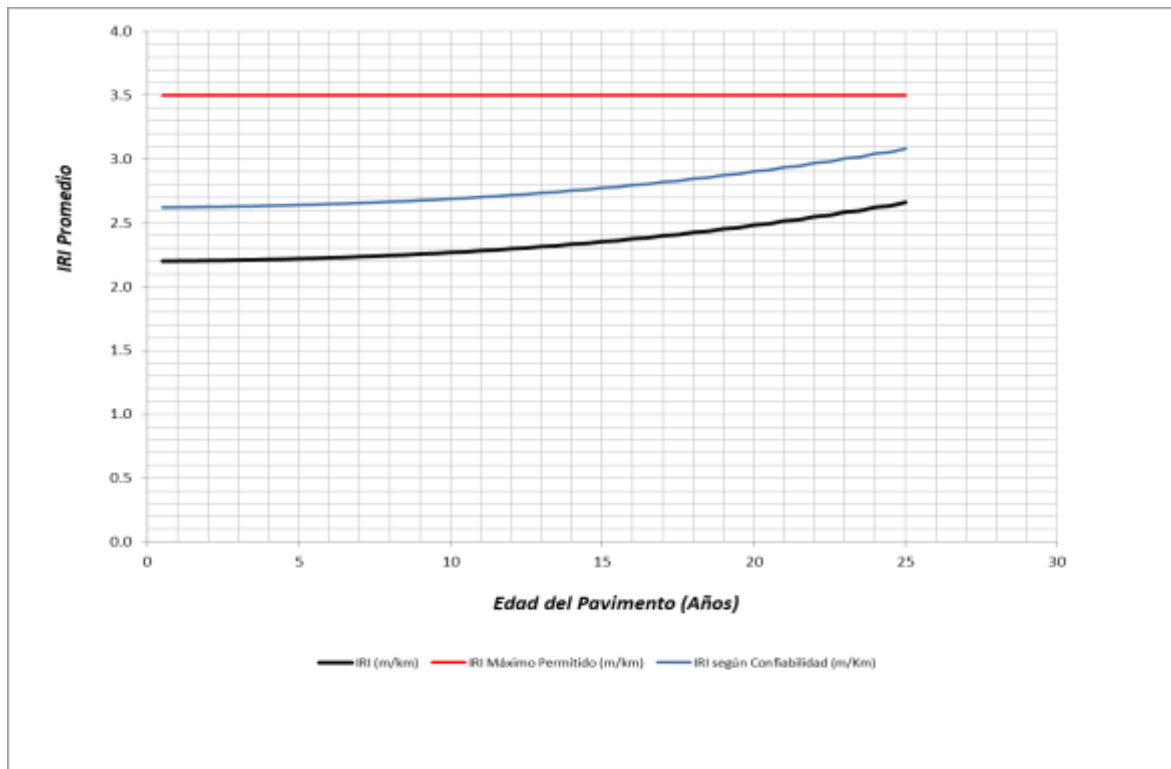
Agrietamiento



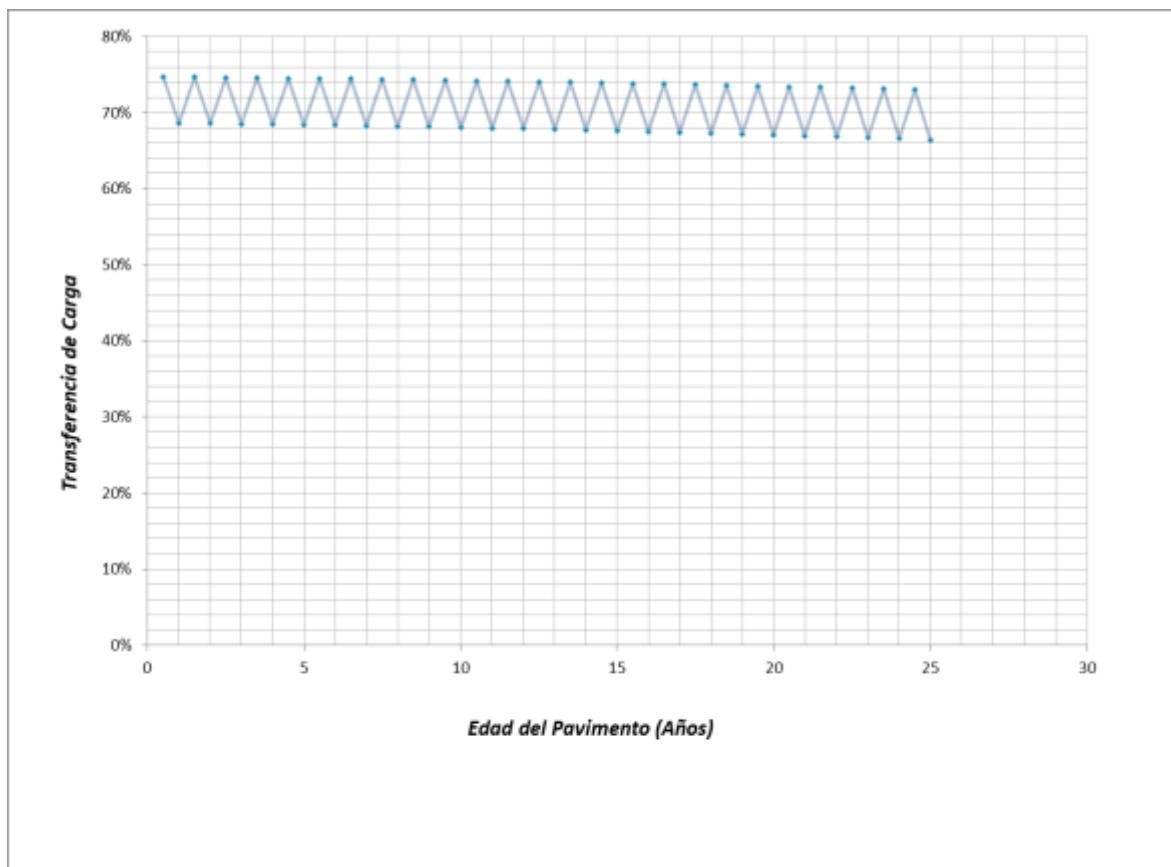
Escalonamiento



IRI



Transferencia de carga



Vías secundarias

Resumen de Diseño	
<u>Características de la Capa de Hormigon</u>	
Largo Losa (m)	1.80
Espesor Losa de Hormigón (mm)	128
Resistencia a la Flexión (Mpa)	4.0
Fibra Estructural	No
<u>Tráfico</u>	
Ejes Equivalentes Totales	1,111,163
<u>Características de la Base</u>	
Tipo de Base	A-1-a
Módulo (Mpa)	210
Espesor (mm)	150
<u>Características de la Subrasante</u>	
Módulo Resiliente Invierno (Mpa)	100
Módulo Resiliente Verano (Mpa)	120
<u>Clima</u>	
Zona	dry_nonfreeze
<u>Resultado</u>	
Losas Agrietadas a Confiabilidad Especificada	30%
Escalonamiento Promedio a Confiabilidad Especificada (m	0.06
IRI a Confiabilidad Especificada (m/km)	2.90

Diseño	
<i>Vida de Diseño</i>	20
<i>Largo Losa (m)</i>	1.80
<i>Espesor Losa (mm)</i>	128
<i>Tipo de Borde</i>	Berma de Hormigón
<i>Losa Exterior con Sobreancho</i>	No
<i>Barras de Transferencia de Carga</i>	No
<i>Dren Lateral</i>	No
<i>Interfaz Pavimento-Base</i>	No Adherido
<i>IRI Inicial de Construcción (m/km)</i>	2.2
<i>Porcentaje Maximo de Losas Agrietadas Admisible</i>	30%
<i>IRI Máximo Permitido (m/Km)</i>	3.5
<i>Escalonamiento Promedio Máximo Permitido (mm)</i>	5.0
<i>Confiabilidad de Diseño</i>	80%
Tráfico	
<i>Método de Análisis de Tráfico</i>	Ejes Equivalentes
<i>Clasificación del Tráfico</i>	STREETPAVE COLLECTOR
<i>Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico</i>	4%
<i>Distancia Huella a Línea de Demarcación (cm)</i>	450
<i>Desv. Estándar de la Distribución Lateral del Tráfico (cm)</i>	250

Hormigón

<i>Tipo de Ensayo de Resistencia</i>	<i>Flexotracción</i>
<i>Edad de Ensayo</i>	<i>28 Días</i>
<i>Resistencia (Mpa)</i>	<i>4.0</i>
<i>Confiabilidad Diseño de Hormigón</i>	<i>80%</i>
<i>Desviación Estándar Diseño de Hormigón (Mpa)</i>	<i>0.4</i>
<i>Aumento Resistencia 29 a 90 Días</i>	<i>1.1</i>
<i>Módulo de Elasticidad (Mpa)</i>	<i>29,000</i>
<i>Peso Específico (Kg/cm3)</i>	<i>2,400</i>
<i>Módulo de Poisson</i>	<i>0.15</i>
<i>Coeficiente de Dilatación Térmico (1/°C)</i>	<i>1.00E-05</i>
<i>Retracción a 365 Días (micr)</i>	<i>700</i>
<i>Contenido de Aire</i>	<i>3%</i>
<i>Relación Agua/Cemento</i>	<i>0.45</i>
<i>Resistencia Final (Mpa)</i>	<i>4.8</i>
<i>Fibra Estructural</i>	<i>No</i>

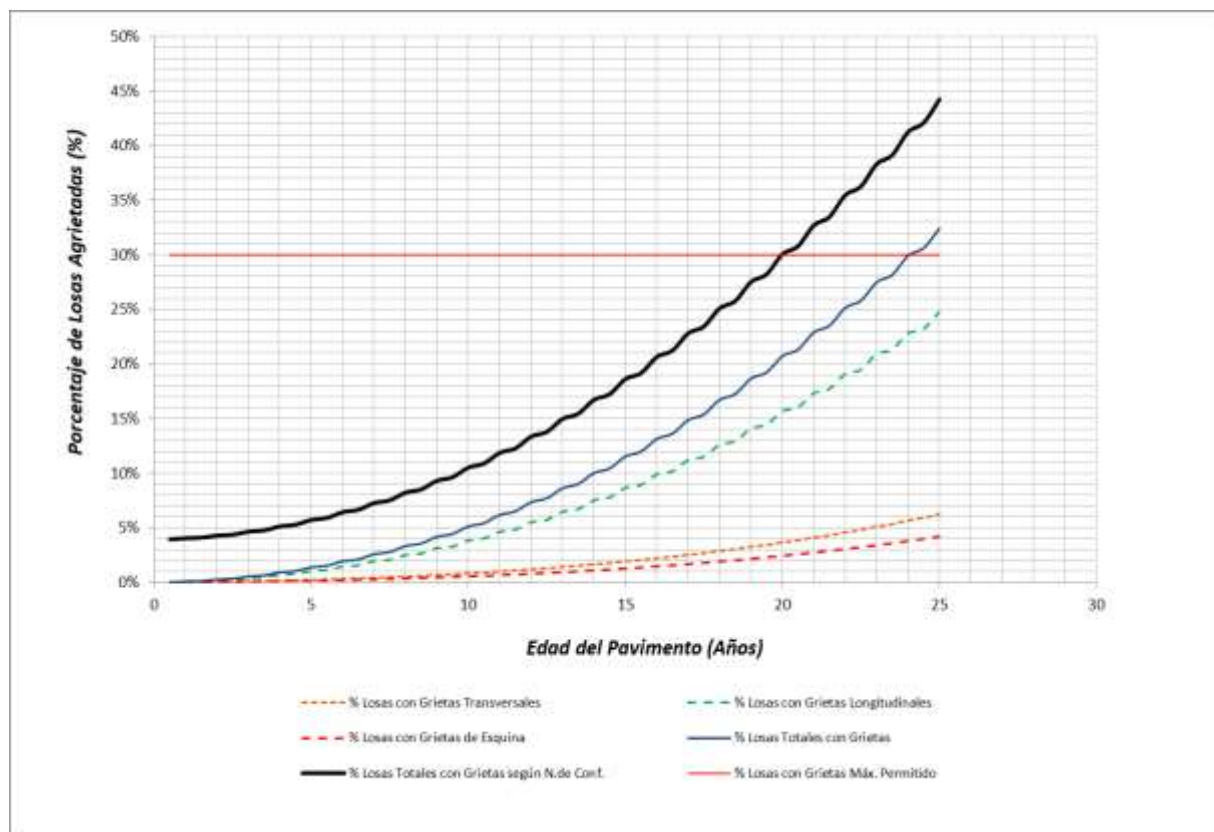
Clima

<i>Pais</i>	<i>generic</i>
<i>Zona</i>	<i>dry_nonfreeze</i>
<i>Gradiente Equivalente de Construcción (°C)</i>	<i>-10</i>
<i>Temperatura Media Invierno (°C)</i>	<i>23.4</i>
<i>Temperatura Media Verano (°C)</i>	<i>33</i>
<i>Temperatura Fraguado del Hormigón (°C)</i>	<i>45</i>
<i>N° de Días al año Con Precipitaciones</i>	<i>161</i>
<i>Índice de Congelamiento de la Base</i>	<i>0%</i>

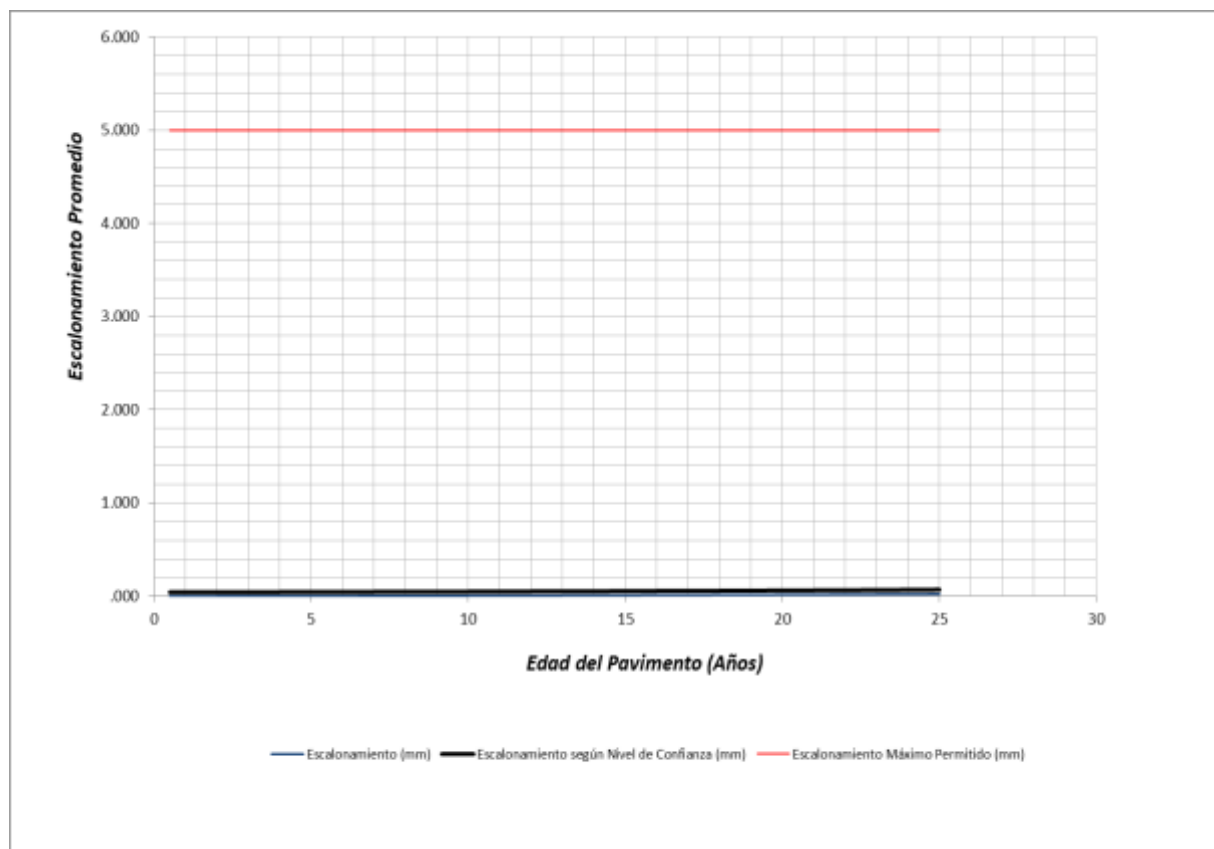
Suelo

<i>N° Capas</i>	<i>1</i>
<i>Resistencia a la Erosión</i>	<i>4</i>
<i>Coeficiente de fricción Pavimento-Base</i>	<i>0.65</i>
<i>Porcentaje Material Fino</i>	<i>0%</i>
<i>Subrasante</i>	
<i>Módulo Resiliente Invierno (Mpa)</i>	<i>99.7</i>
<i>Módulo Resiliente Verano (Mpa)</i>	<i>120</i>
<i>Módulo Poisson</i>	<i>0.35</i>
<i>Base</i>	
<i>Módulo Resiliente (Mpa)</i>	<i>210</i>
<i>Módulo de Poisson</i>	<i>0.35</i>
<i>Espesor (mm)</i>	<i>150.0</i>

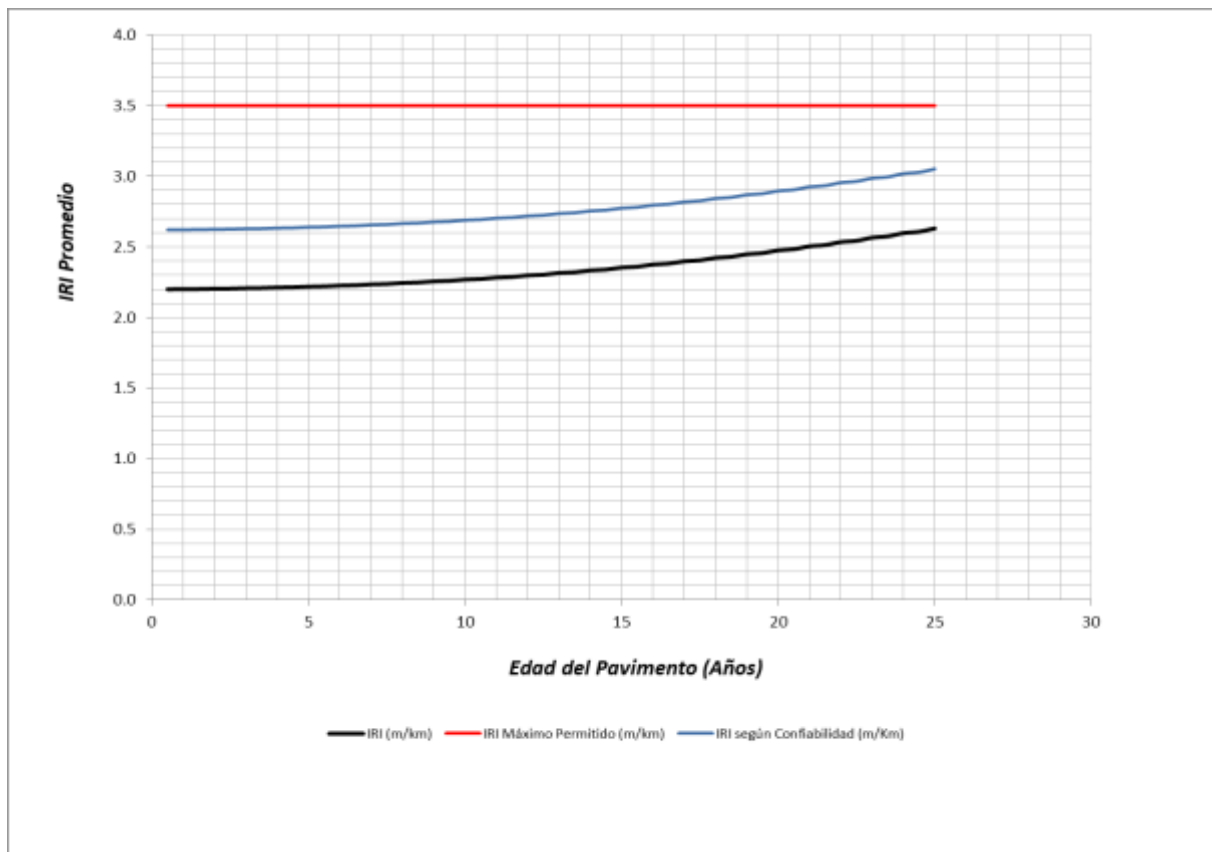
Agrietamiento



Escalonamiento



IRI



Transferencia de carga

