



14^{vo} Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

2^{do} Congreso Iberoamericano de Pisos Industriales de Concreto



DISEÑO INTEGRAL DE PISOS Y PAVIMENTOS INDUSTRIALES: CLAVES TÉCNICAS PARA LA NUEVA DEMANDA

HUGO GONZALEZ
4PISOS
GUATEMALA/URUGUAY

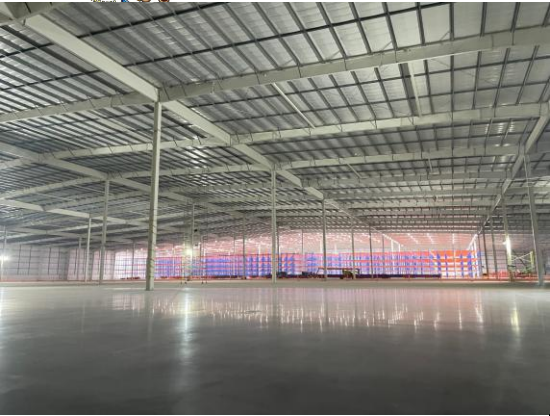
4pisos



11 de noviembre del 2021



Julio 17 de 2025
San José, Costa Rica



CONCEPTOS ...

OBJETIVOS DE LA CHARLA

- ¿Los pisos y pavimentos son lo mismo?
- ¿Puedo utilizar métodos de diseño de pavimentos para carreteras en pisos y pavimentos industriales?
- ¿Un pavimento para carreteras es lo mismo que un pavimento industrial?

“Los pisos y pavimentos son losas sobre el terreno (suelo)”



CONCRETO

CAPA SUELO 3

CAPA SUELO 2

CAPA SUELO 1

CAPA SUELO 0

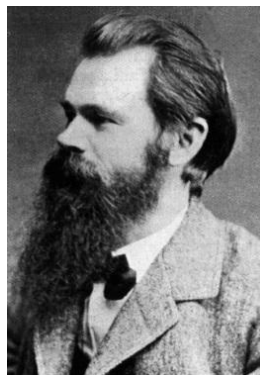
CONCRETO

CAPA SUELO 3

CAPA SUELO 2

CAPA SUELO 1

CAPA SUELO 0



Fundación de Winkler (1864)



Teoría de Westergaard
(1926/1948)



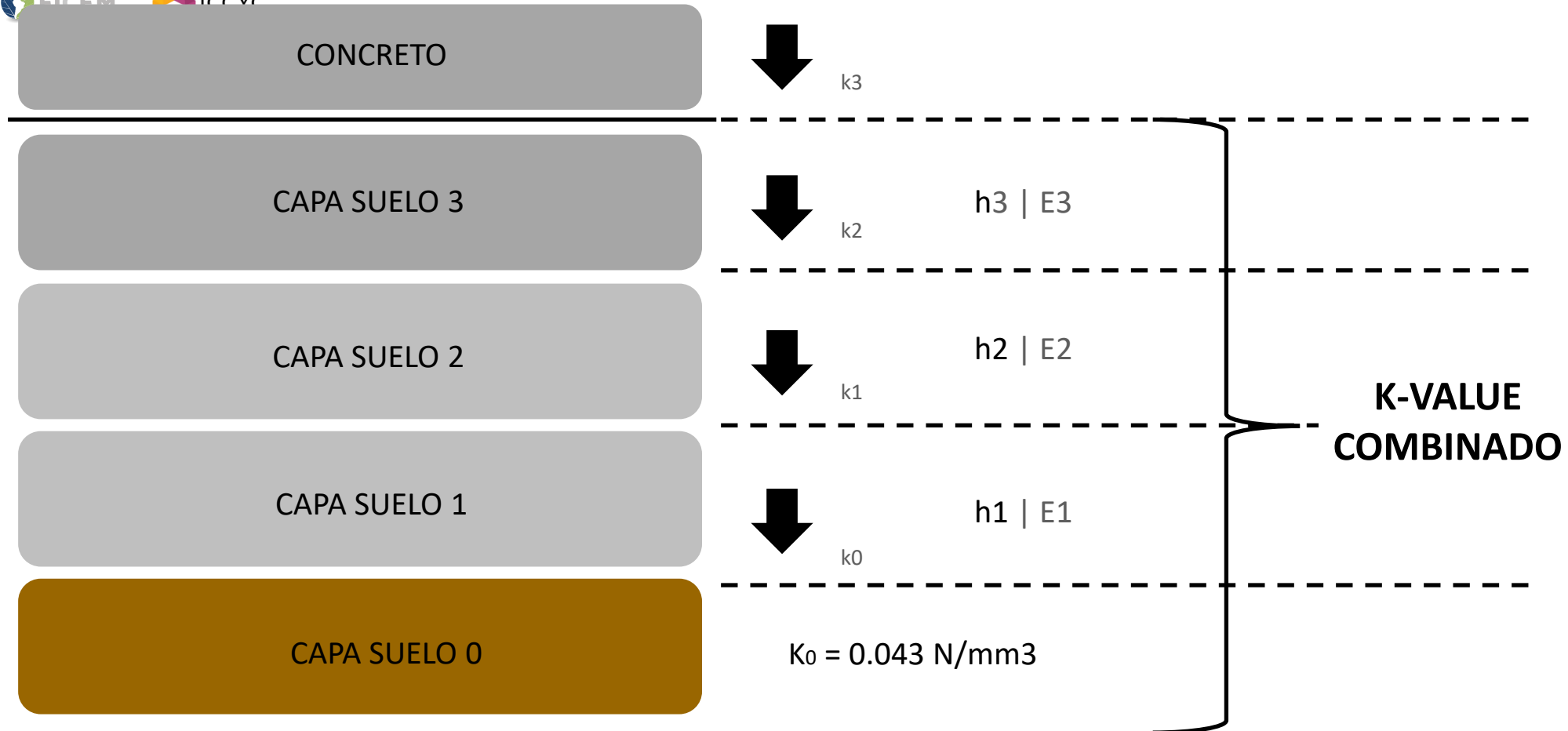
Sólido homogéneo,
isotrópico y elástico

Fundación Líquido
Denso (Winkler)

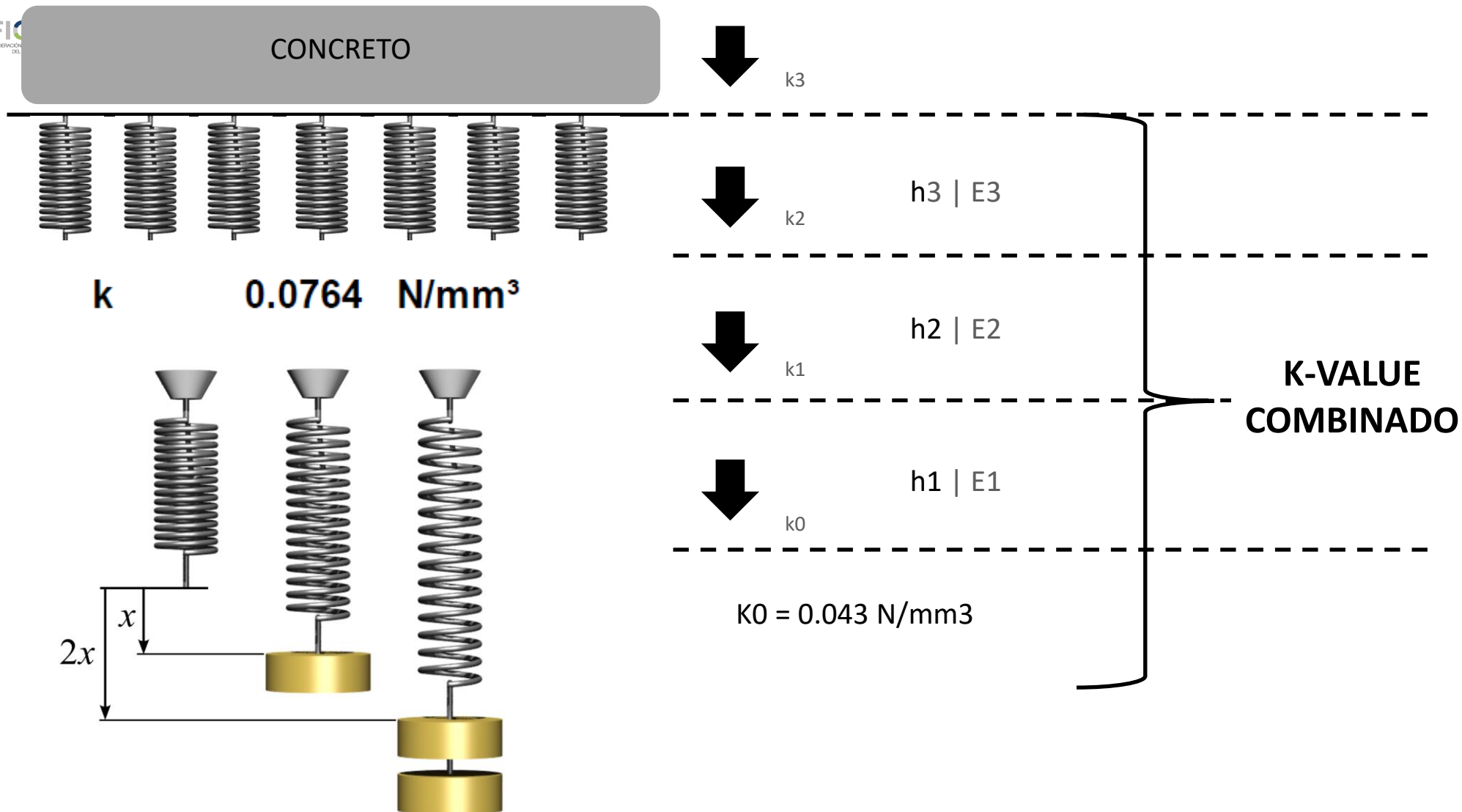
Losa con sección
transversal uniforme

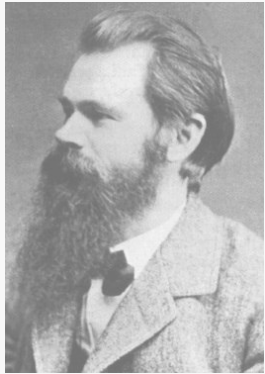
P normal a superficie

Fricción total entre capas



k **0.0764 N/mm³**





Fundación de Winkler
(1864)



Teoría de Westergaard
(1926/1948)



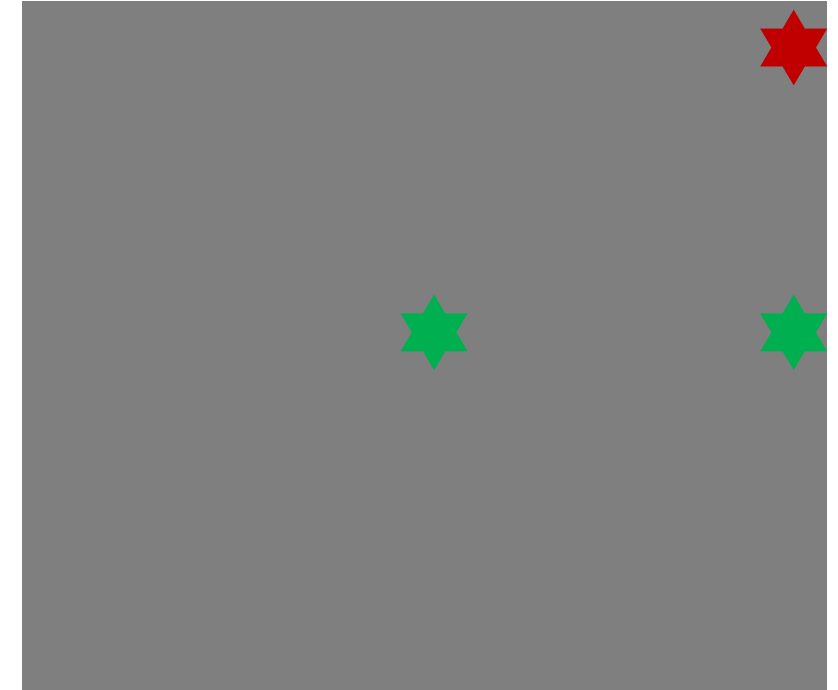
Sólido homogéneo,
isotrópico y elástico

Fundación Líquido
Denso (Winkler)

Losa con sección
transversal uniforme

P normal a superficie

Fricción total entre capas



- Esfuerzos predominantes a flexión.
- Ubicación crítica en discontinuidades.
- Condiciones de apoyo.

CONCRETO

CAPA SUELO 3

CAPA SUELO 2

CAPA SUELO 1

CAPA SUELO 0

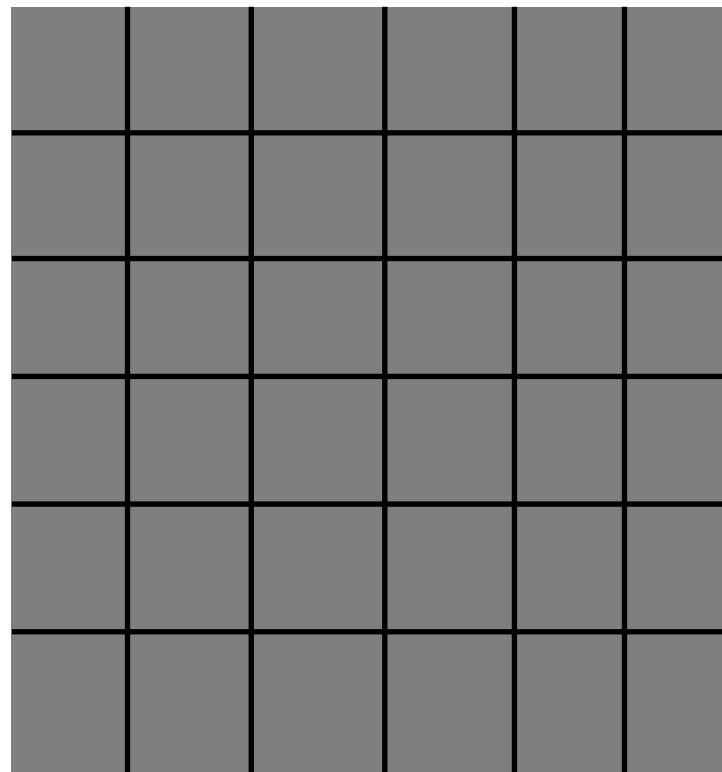
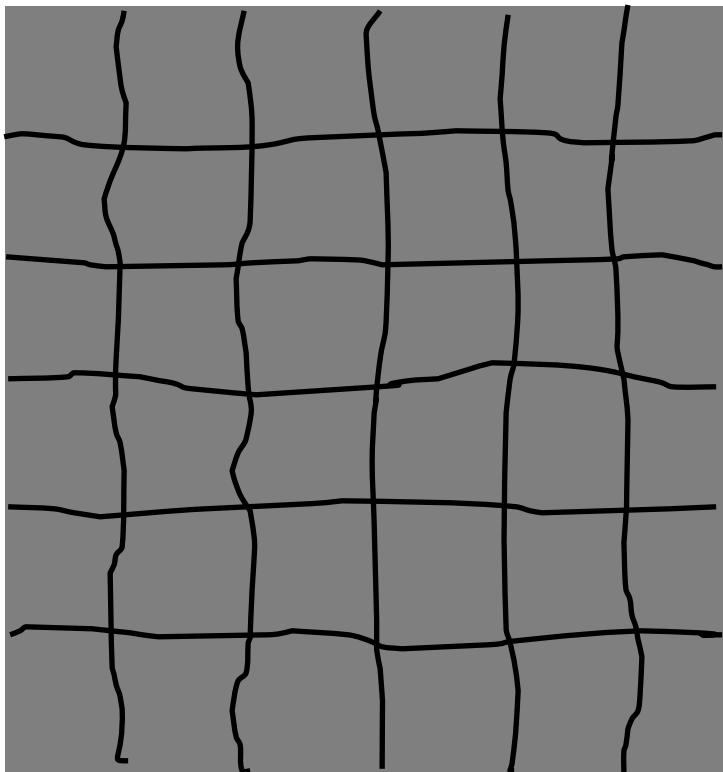
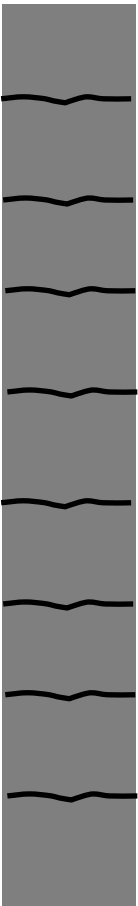
CONCRETO

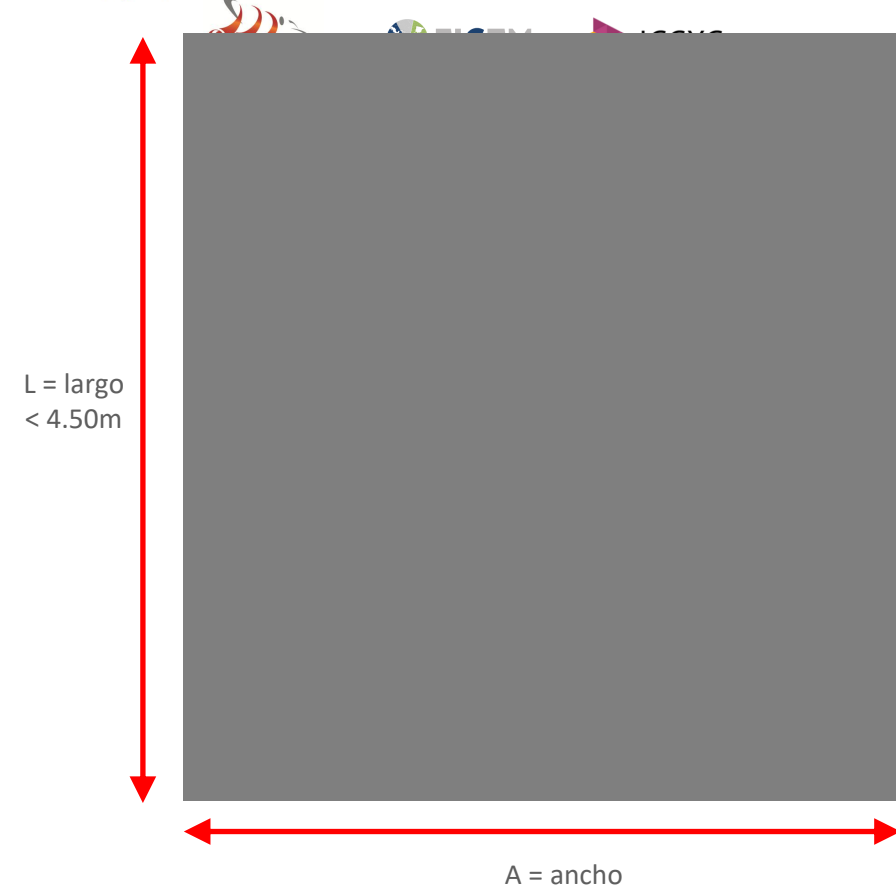
TENSIÓN 

COMPRESIÓN 



- MATERIAL FRÁGIL
- CAMBIOS VOLUMÉTRICOS

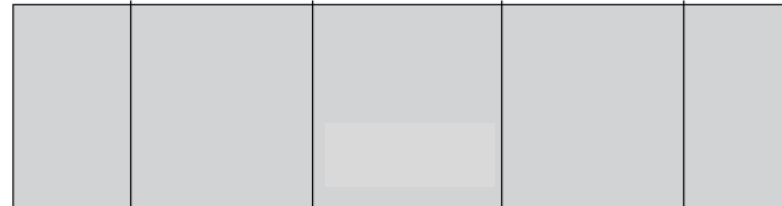




$L/A < 1.25$
**L MAX = 20 A 24 VECES EL
 ESPESOR**



Plan



Profile

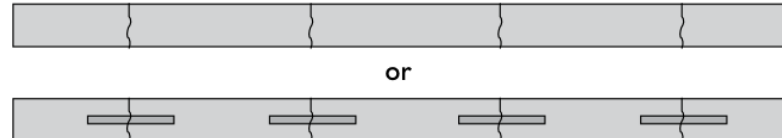
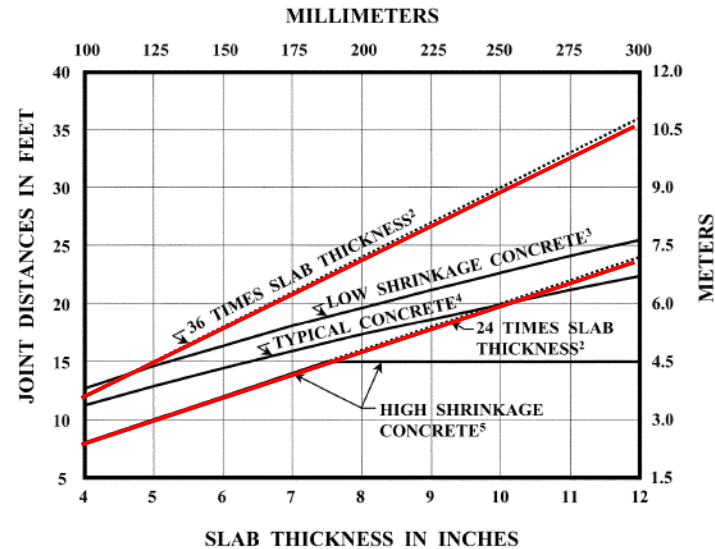
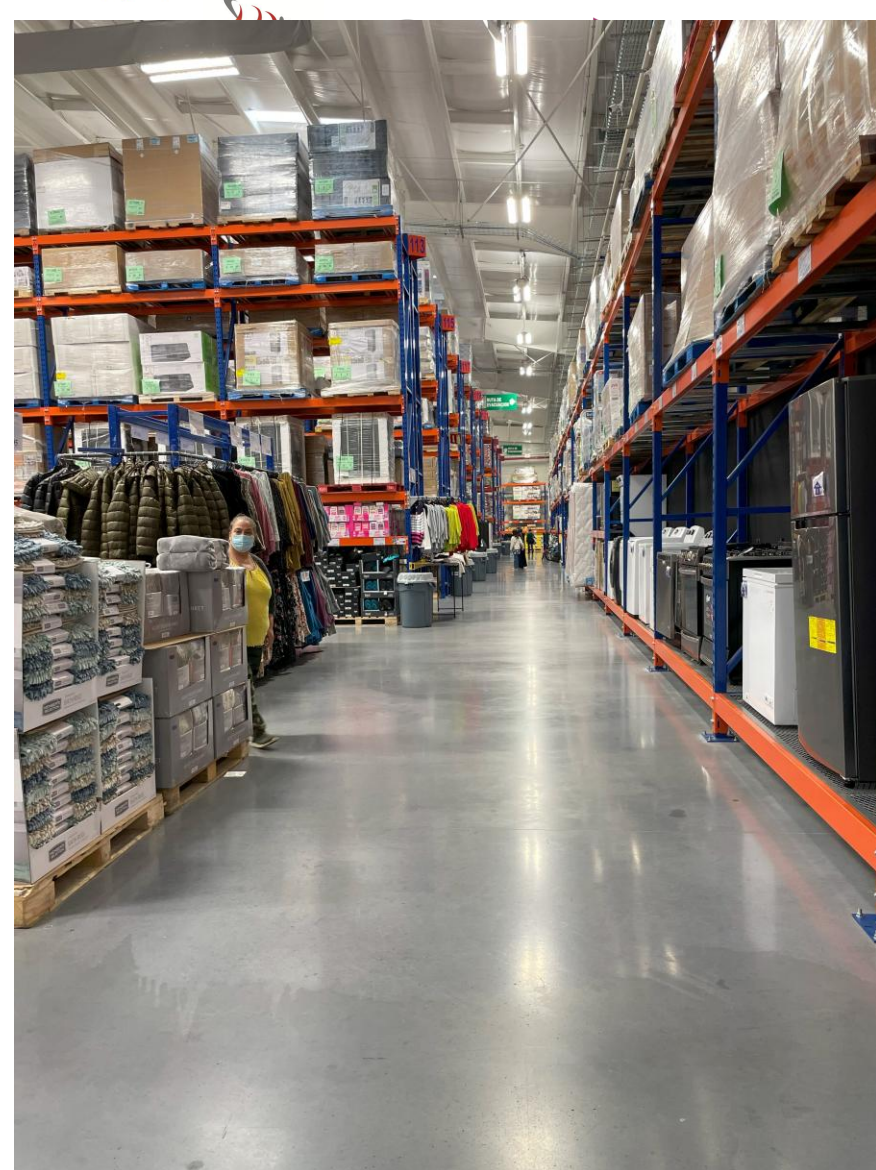


Figure 2.1 Jointed plain concrete pavement (JPCP) (courtesy: ACPA).

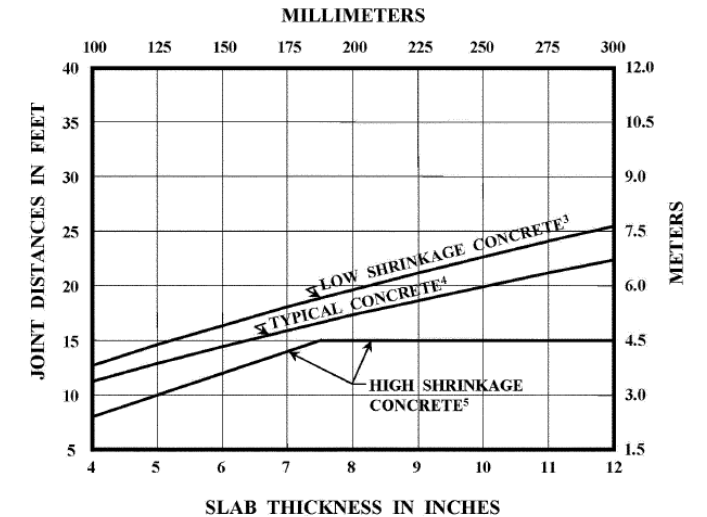
- Inducción agrietamiento natural CH.
- Geometría depende de D (20 a 24 veces).
- Transferencia de carga por trabazón de agregados o dovelas



NOTES:

1. Joint spacing recommendations based on reducing the curling stresses to minimize mid-panel cracking (Walker-Holland 2001). See discussion in Section 5.2 for joint spacing for aggregate interlock.
2. Joint spacing criteria of 36 and 24 times the slab thickness which has been utilized in the past is shown for reference.
3. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of less than 520 millionths placed on a dry base material.
4. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of 520 to 780 millionths placed on a dry base material.
5. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of 780 to 1100 millionths placed on a dry base material.

Fig. 5.6—Recommended joint spacing for unreinforced slabs.



NOTES:

1. Joint spacing recommendations based on reducing the curling stresses to minimize mid-panel cracking (Walker-Holland 2001). See discussion in Section 6.2 for joint spacing for aggregate interlock.
2. Joint spacing criteria of 36 and 24 times the slab thickness has been utilized in the past.
3. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of less than 520 millionths placed on a dry base material.
4. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of 520 to 780 millionths placed on a dry base material.
5. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of 780 to 1100 millionths placed on a dry base material.

Fig. 6.6—Recommended joint spacing for unreinforced slabs.



¿GARANTIZAN UN LTE ADECUADO?

$$L = 2 * D$$

L (pies)

D (in)

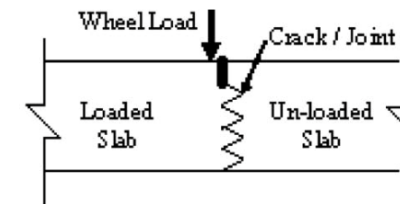
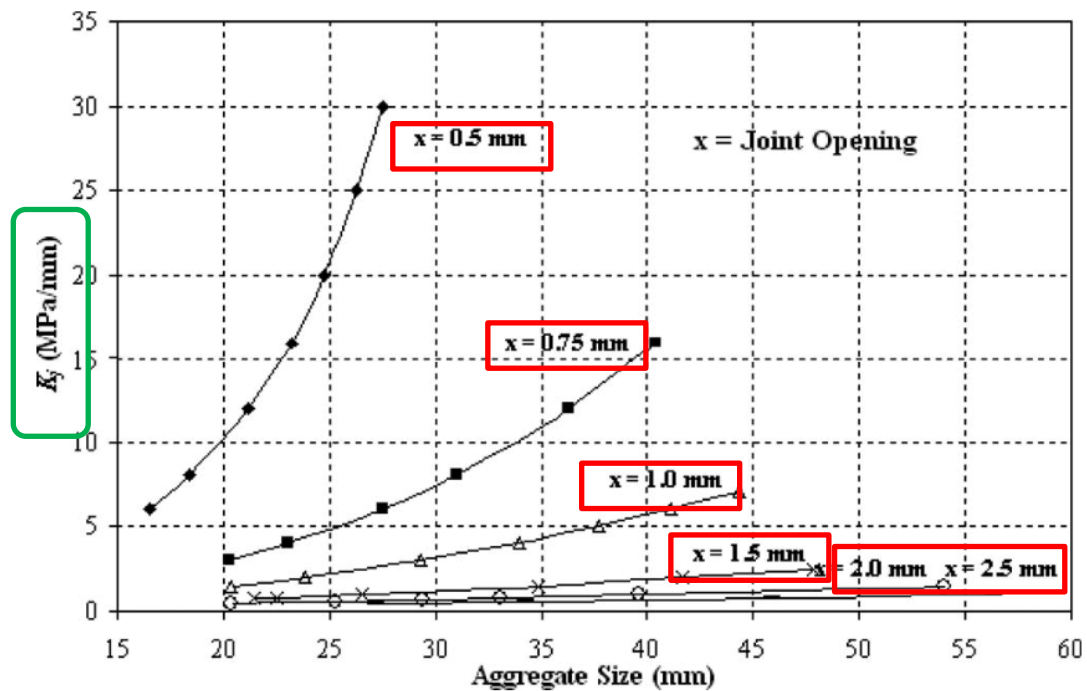
D (in)	L (ft)	D (cm)	L (m)
6	12	15	3.6
8	16	20	4.8
10	20	25	6
12	24	30	7
14	28	35	8.5

$$L = (21 \text{ a } 24) * D$$

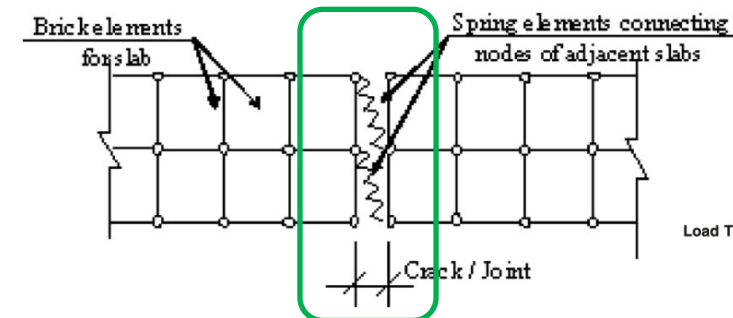
D (in)	L (ft)	D (cm)	L (m)
6	10.5	15	3.15
8	14.0	20	4.2
10	17.5	25	5.25
12	21.0	30	6.3
14	24.5	35	7.35



D (in)	L (ft)	D (cm)	L (m)	738 millonésimas	509 millonésimas	338 millonésimas
				jw	jw	jw
6	10.5	15	3.15	2.17 mm	1.55 mm	1.09 mm
8	14.0	20	4.2	2.89 mm	2.07 mm	1.46 mm
10	17.5	25	5.25	3.61 mm	2.59 mm	1.83 mm
12	21.0	30	6.3	4.34 mm	3.11 mm	2.20 mm
14	24.5	35	7.35	5.06 mm	3.63 mm	2.56 mm



Aggregate Interlocking at Crack / Joint



Load Transfer Characteristics of Aggregate Interlocking in Concrete Pavement

Swati Roy Maltra¹, K. S. Reddy², and L. S. Ramachandra³

Fig. 2. Variation of modulus of interlocking joint (K_j) with aggregate size for different joint openings (slab thickness=250 mm)

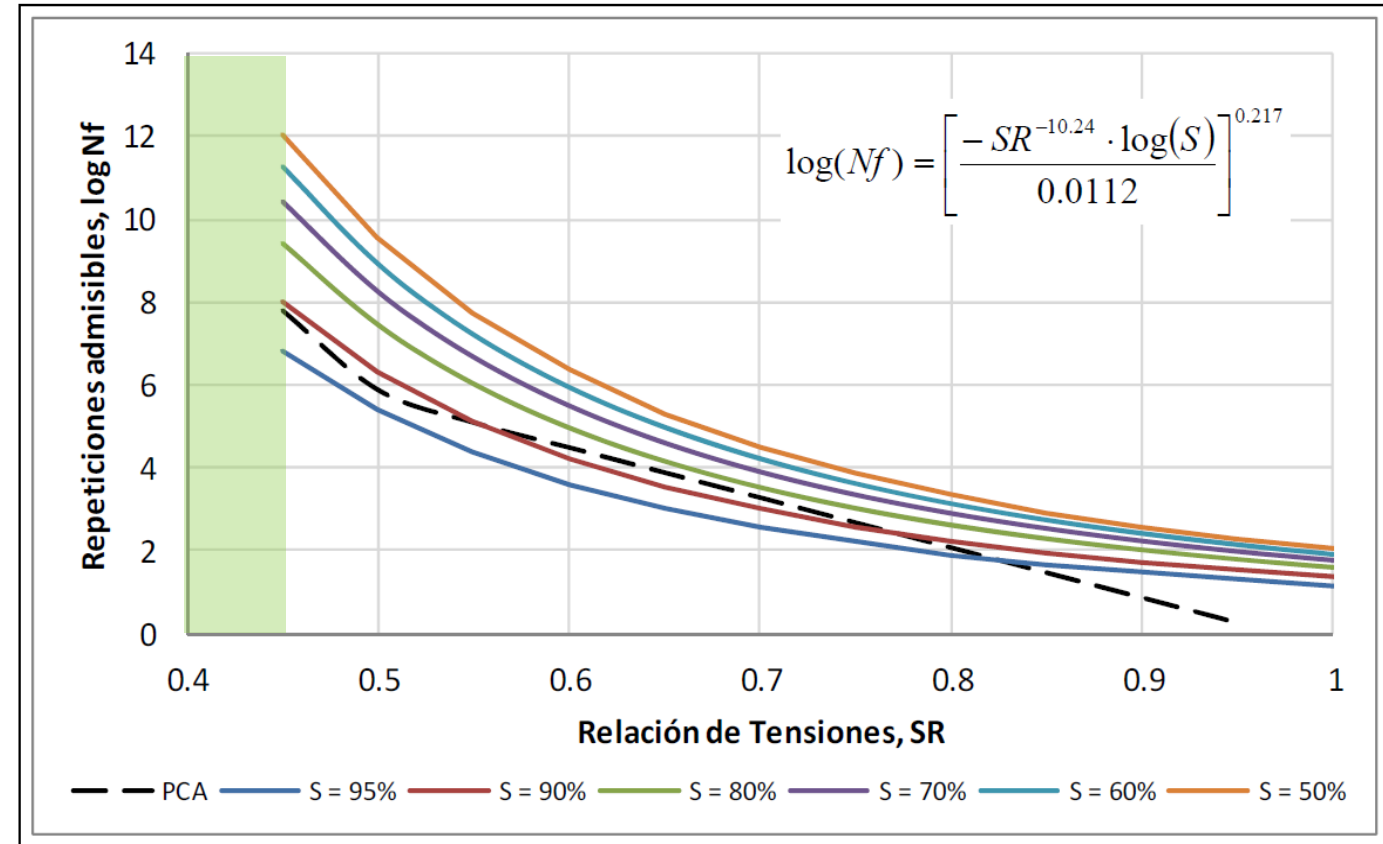
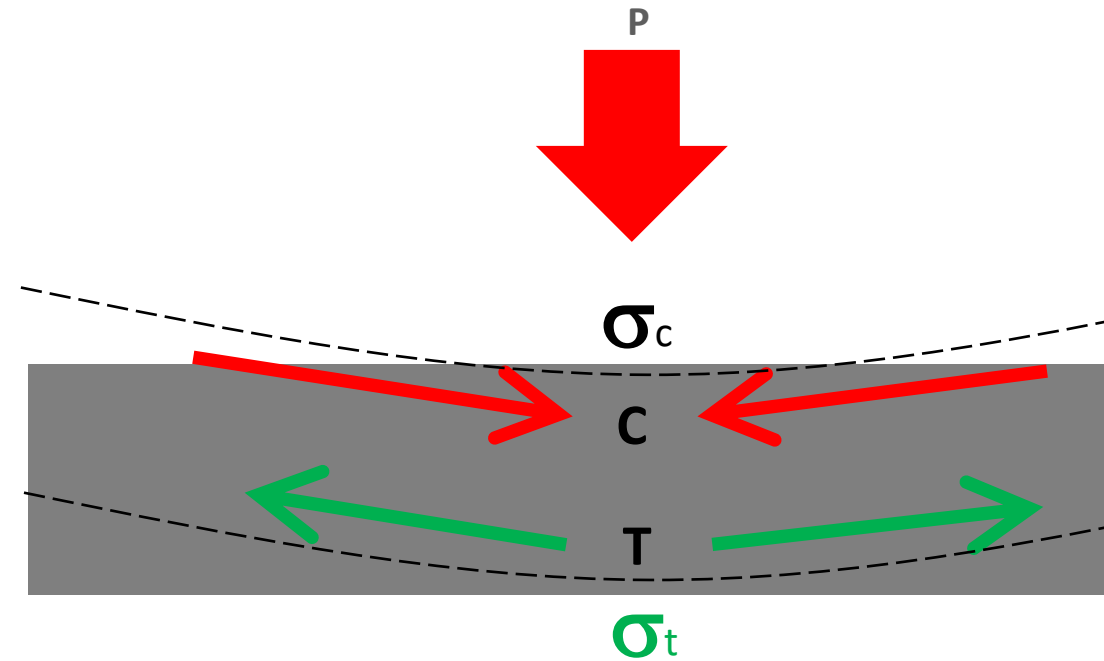
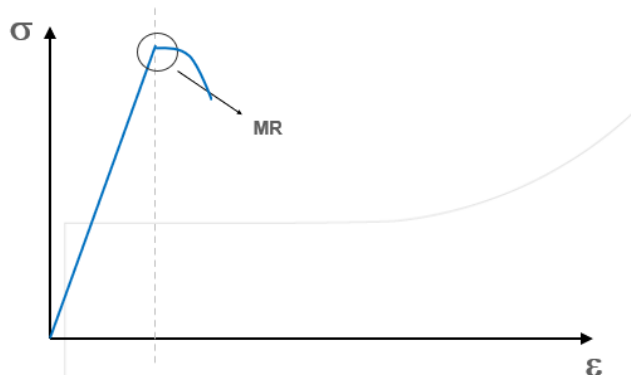
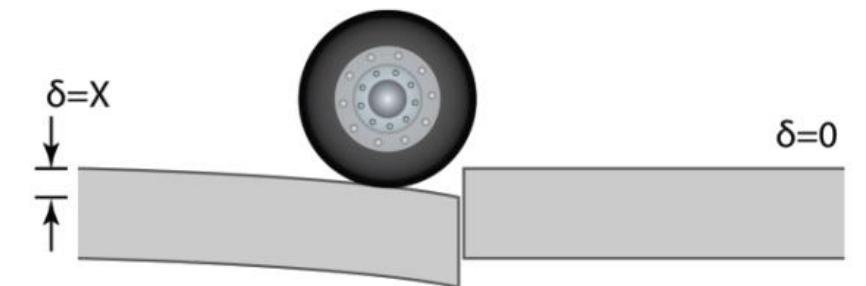


Figura N° 1. Curvas de Fatiga ACPA StreetPave para distintos valores de Confiabilidad

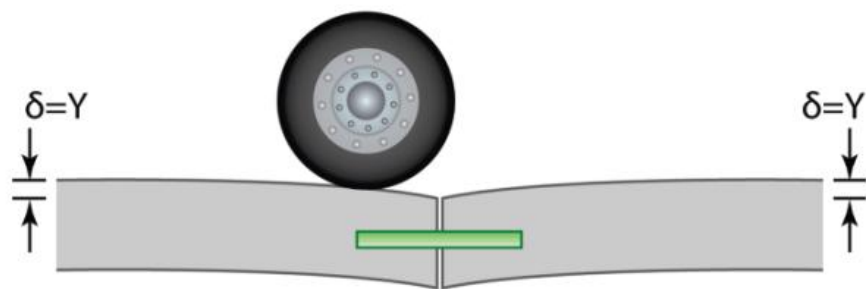


$$SR = \sigma_t / MR \quad SR < 0.45$$

DEFLEXIONES EN JUNTAS TRANSFERENCIA DE CARGA



Poor Load Transfer



Excellent Load Transfer



HAY UN TEMA CON LAS JUNTAS...



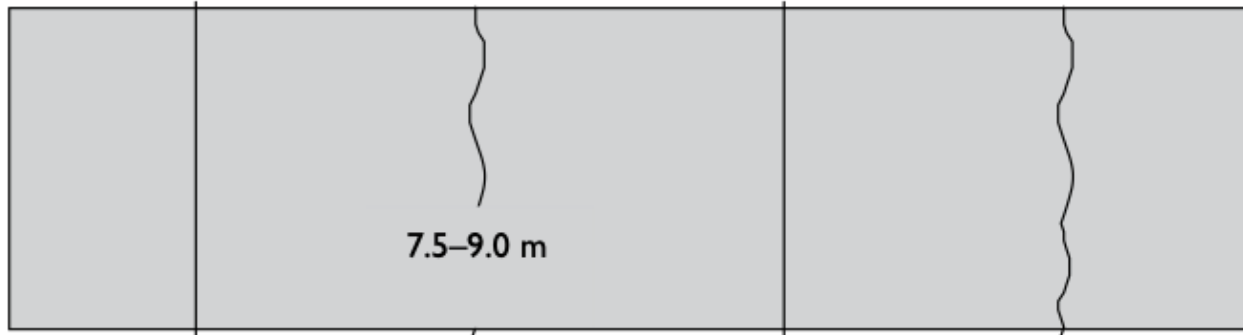
DESEO: DISMINUIR LA CANTIDAD DE JUNTAS...

- DISMINUIR PUNTOS CRÍTICOS EN LAS LOSAS
- AUMENTAR CAPACIDAD ESTRUCTURAL / DESEMPEÑO
- DISMINUIR COSTOS DE MANTENIMIENTO/OPERACIÓN

CONCRETO ARMADO CON JUNTAS (JRCP)

PAVIMENTOS

Plan



Profile



- Disminuir juntas transversales.
- Refuerzo **No** Estructural.
- Controlar agrietamiento.
- Recomendación juntas no más de 9.00 m.
- As $\pm 0.2\%$ Área Transversal. Menos sufre corrosión (ACPA no recomienda)

Figure 2.2 Jointed reinforced concrete pavement (JRCP) (courtesy: ACPA).

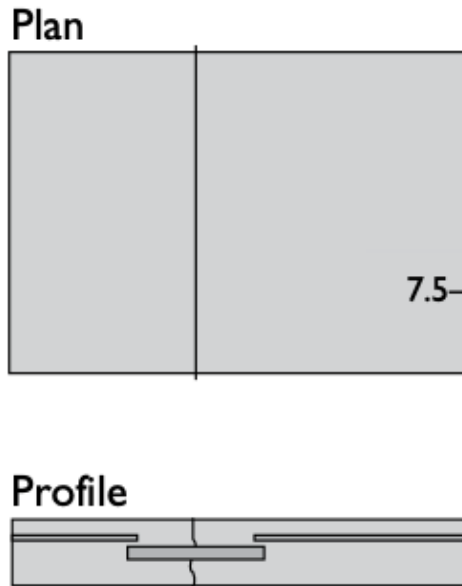


Figure 2.2 Jointed reinforced



ersales.

al.

o.

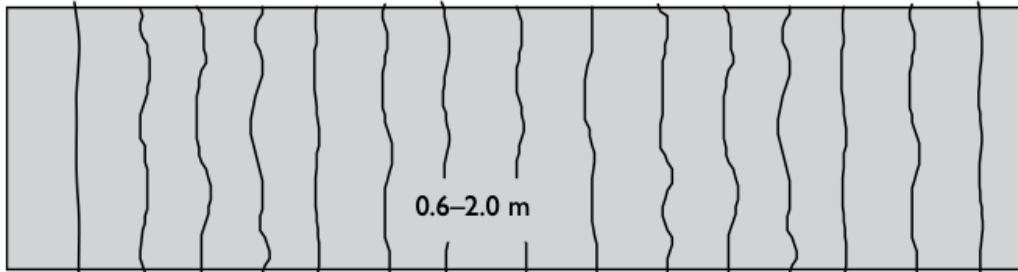
no más de 9.00

nsversal. Menos
no recomienda)

CONCRETO CONTINUAMENTE REFORZADO (CRCP)

PAVIMENTOS

Plan



Profile



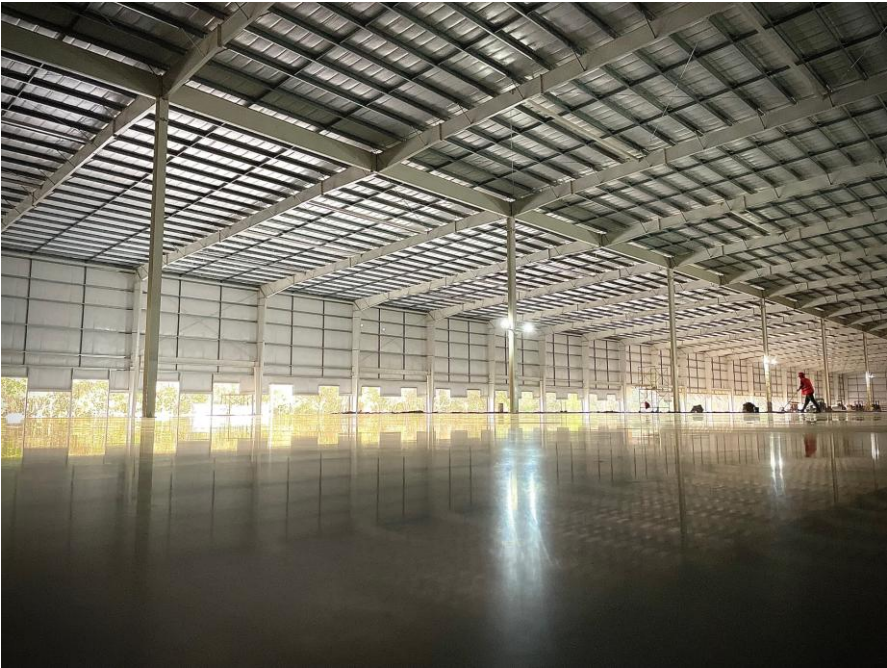
Figure 2.3 Continuously reinforced concrete pavement (CRCP) (courtesy: ACPA).

- SIN juntas transversales.
- Refuerzo No Estructural.
- Controlar agrietamiento.
- $0.6\% A_t < A_s < 0.9\% A_t$
- Periodos de vida útil mayores a 40 años con muy poco mantto.



- Pisos de concreto con juntas de contracción
(Sawcut) < ±6m
- Pisos sin juntas de contracción (Jointless) < 50m
- Pisos sin juntas de ningún tipo* (Seamless) < ±100m

CS	CRF	REF	ESP	POST
✓	✓	✓		
	✓	✓	✓	✓
	✓	✓		✓



CS = Concreto Simple

CRF = Concreto Reforzado con Fibras

REF = Concreto con Refuerzo convencional (NO estructural)

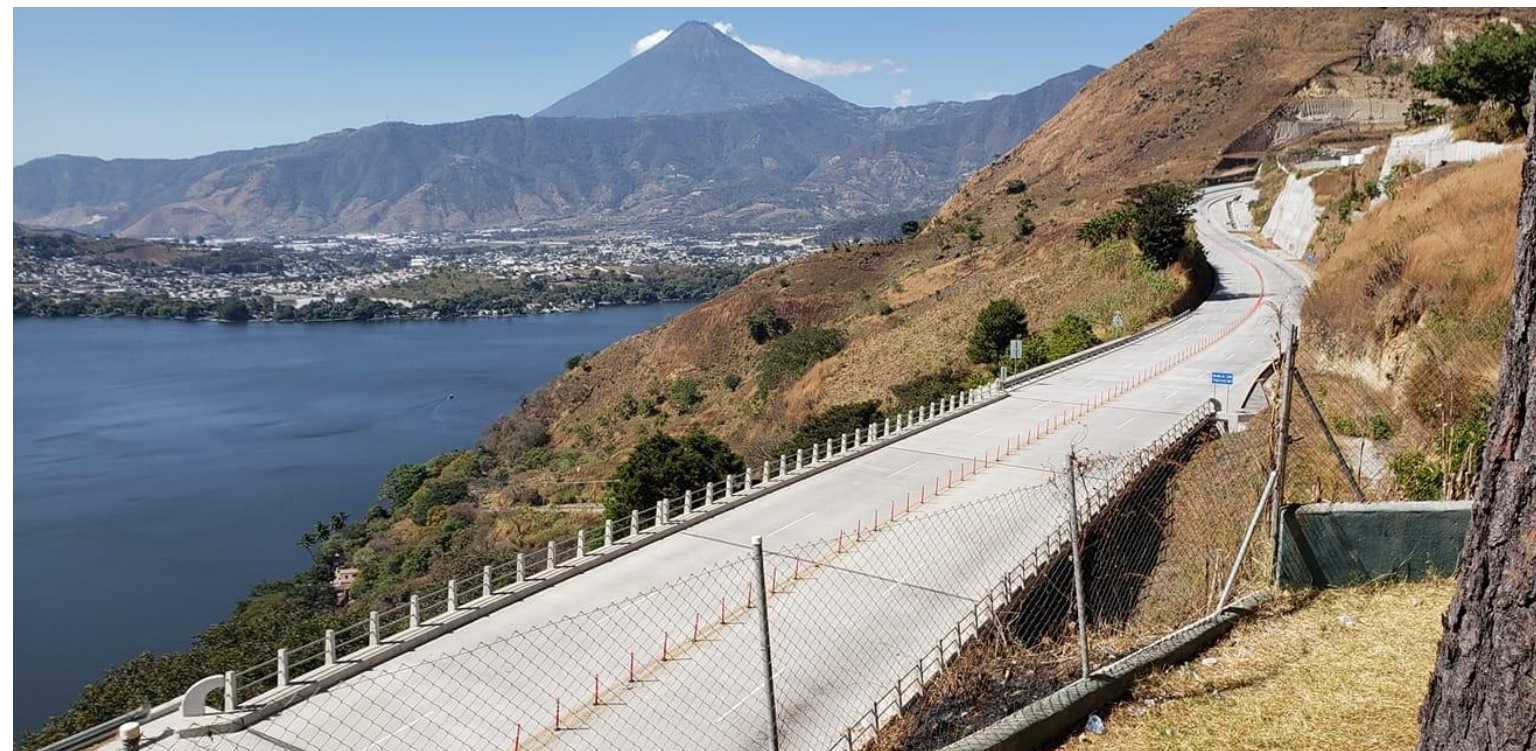
ESP = Concretos Especiales

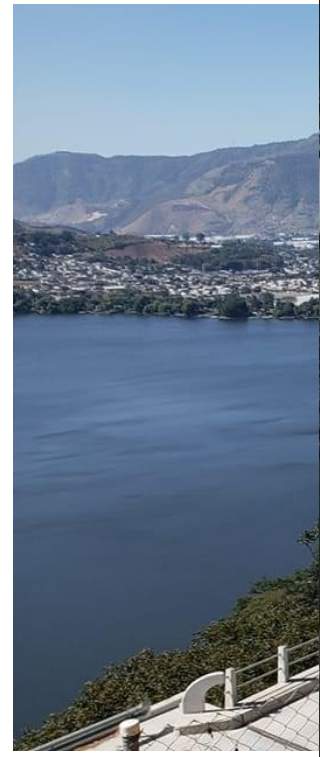
POST = Concreto Postensado

DIFERENCIAS PRINCIPALES EN EL PROCESO DE DISEÑO



DIFERENCIAS PRINCIPALES EN EL PROCESO DE DISEÑO









PAVIMENTOS
VIALES / CARRETERAS

CARGAS VEHICULARES PESADAS



Carga en eje delantero: 5.5 ton.
Carga en eje simple trasero: 10 ton.



Carga en eje delantero: 5.0 ton.
Carga en ejes tandem: 16 ton.



Carga en eje delantero: 5.0 ton.
Carga en eje tandem: 16 ton.
Carga en eje trídem: 20 ton.

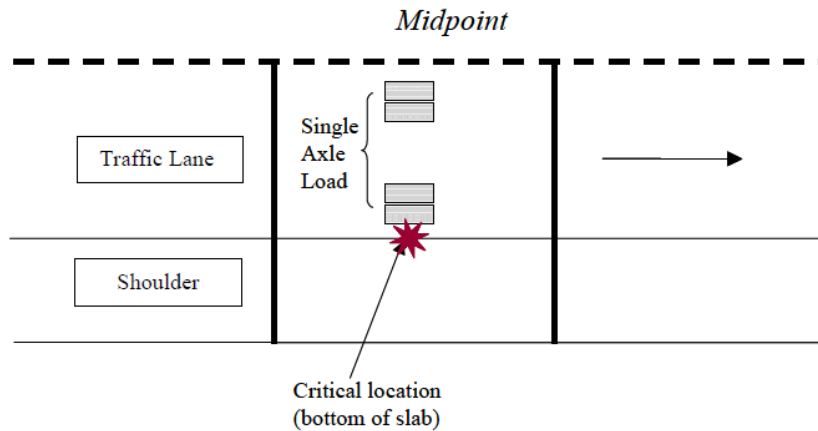


Figure 3.4.5. Critical load and structural response location for JPCP bottom-up transverse cracking.

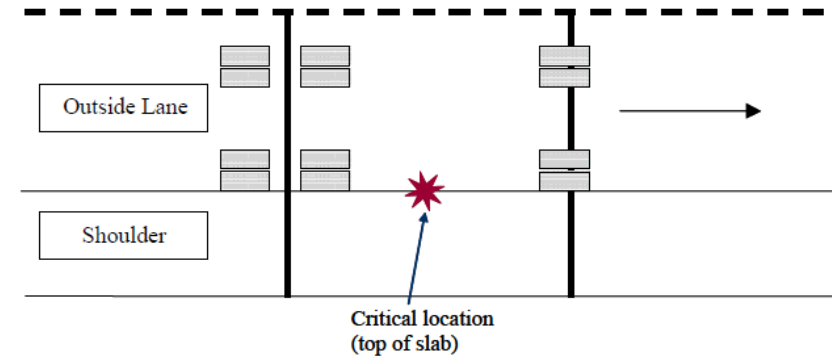
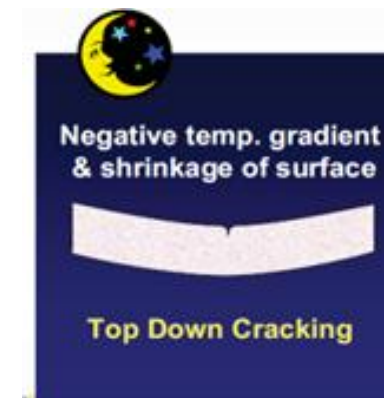
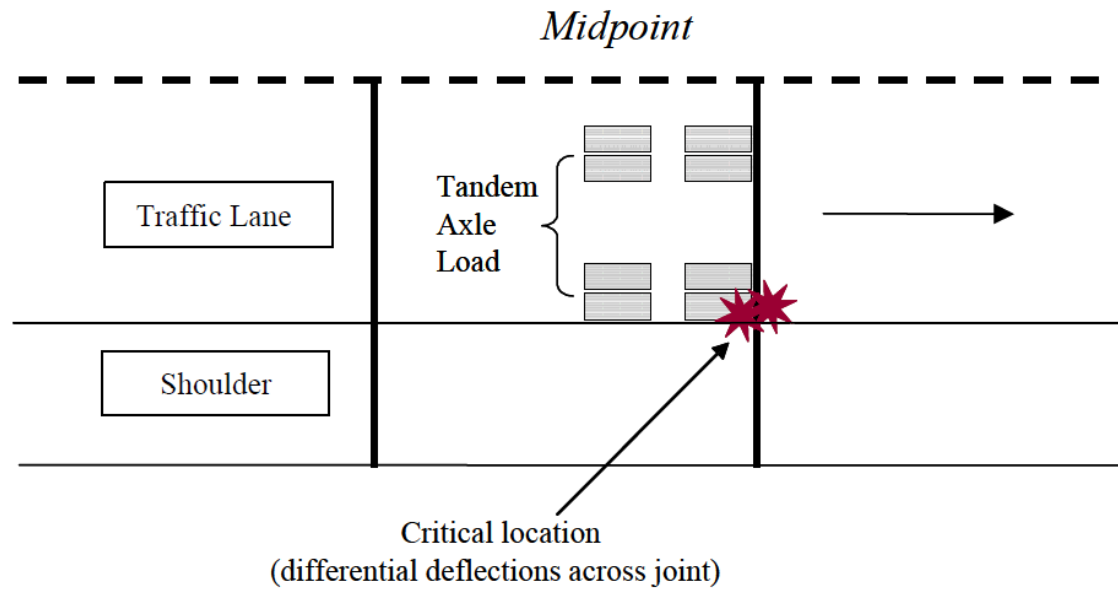


Figure 3.4.6. Critical load and structural response location for JPCP top-down transverse cracking.



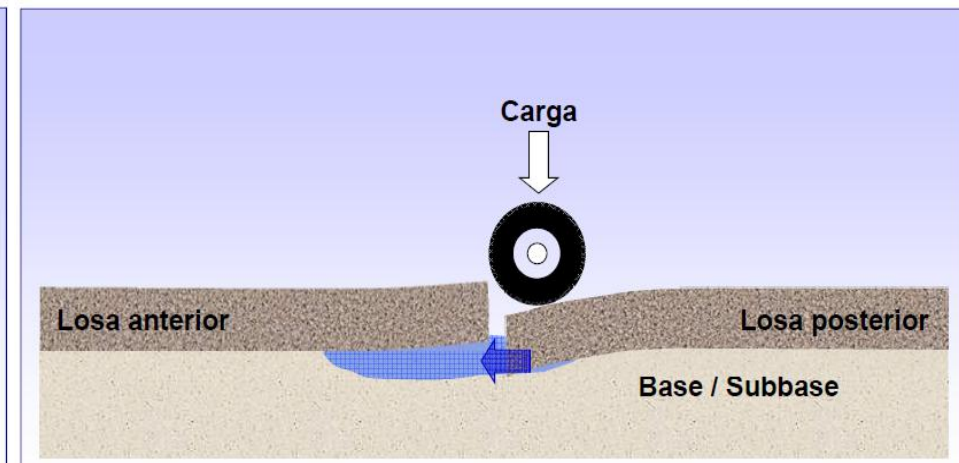
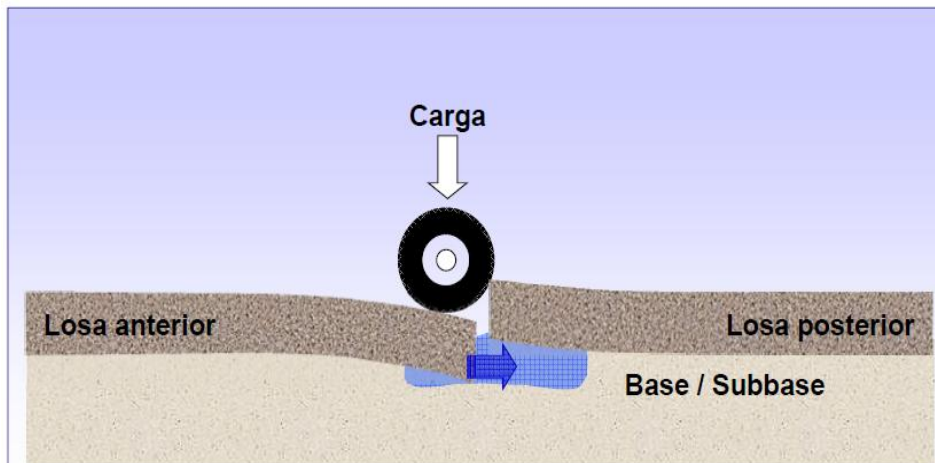
TIPO DE DETERIORO: AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL

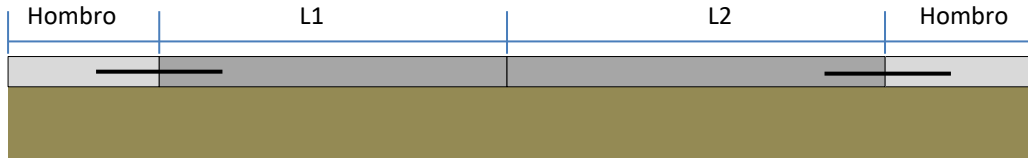


**TIPO DE DETERIORO:
ESCALONAMIENTO**

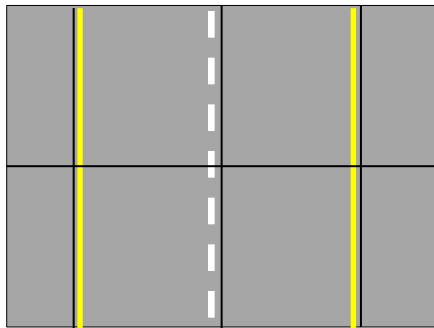
Figure 3.4.7. Critical load and structural response location for JPCP joint faulting analysis.

Diego Calo - ICPA

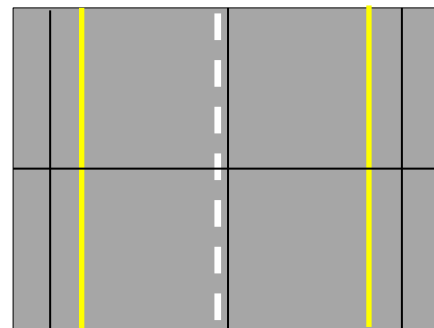
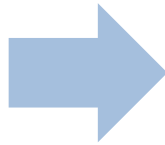




Hombros atados / integrales
 (tied shoulders)



Ancho de losa = ancho de carril



Ancho de losa > ancho de carril

Losas con sobreancho
 (widened slabs)





PAVIMENTOS USOS INDUSTRIALES

CARGAS VEHICULARES PESADAS



Carga en eje delantero: 5.5 ton.
Carga en eje simple trasero: 10 ton.



Carga en eje delantero: 5.0 ton.
Carga en ejes tandem: 16 ton.



Carga en eje delantero: 5.0 ton.
Carga en eje tandem: 16 ton.
Carga en eje trídem: 20 ton.









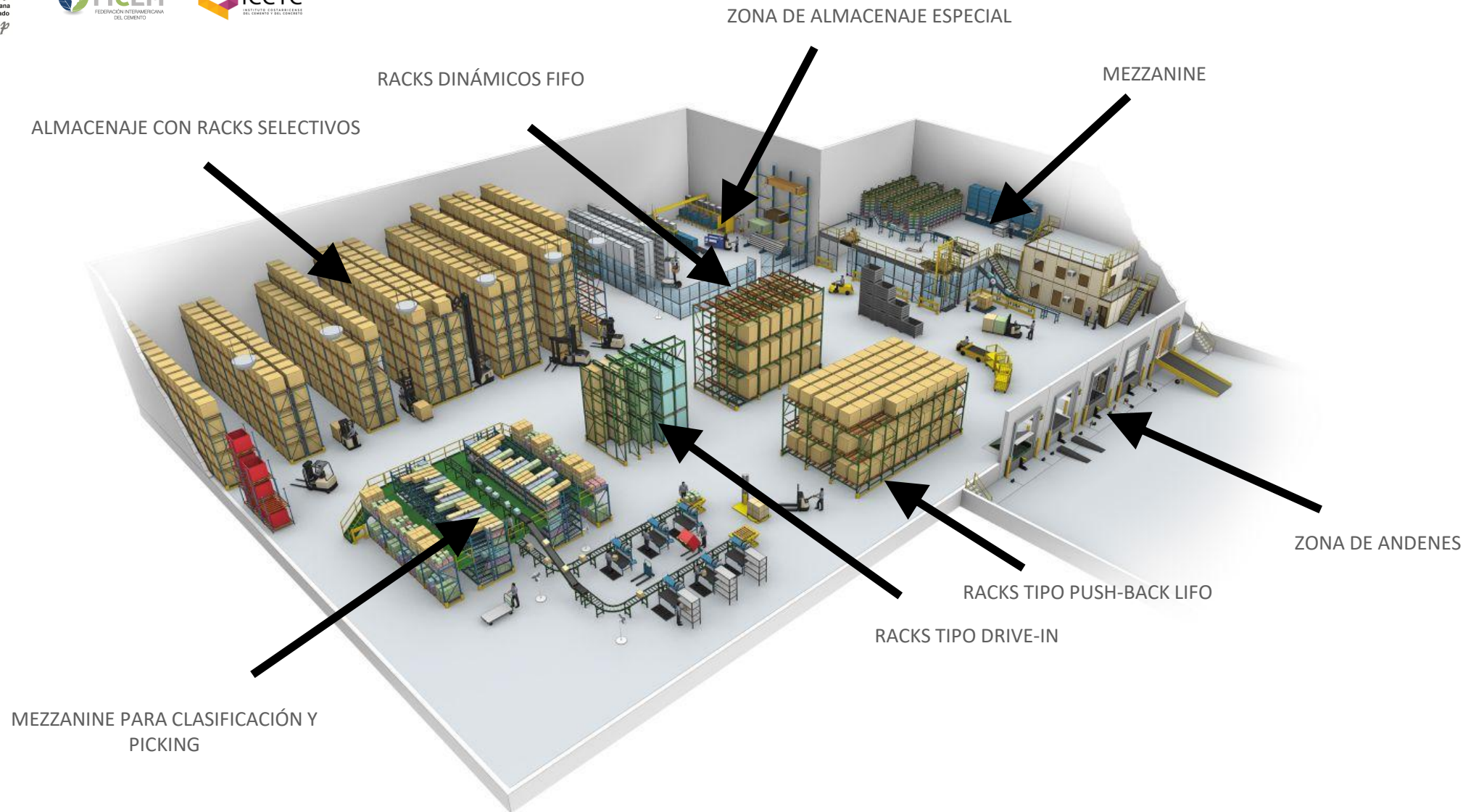
**14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto**

**2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto**

Federa
del Hor



PISOS INDUSTRIALES



MHE – EQUIPOS PARA MANIPULACIÓN DE CARGAS



LI-ION
technology



LI-ION
technology

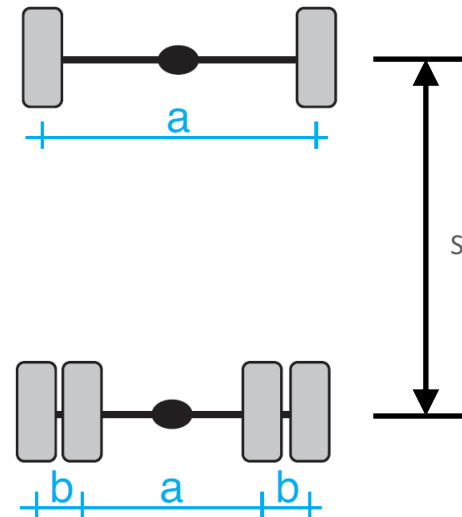




PISOS INDUSTRIALES

ÓN DE CARGAS





NEUMÁTICA



1 N/mm²

SÓLIDA



1.8 N/mm²

RÍGIDAS



6.9 N/mm²

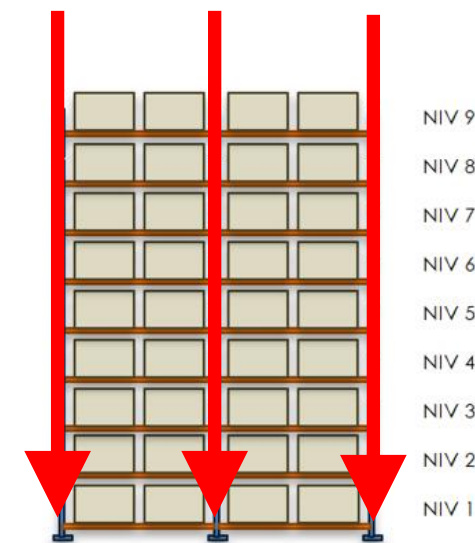
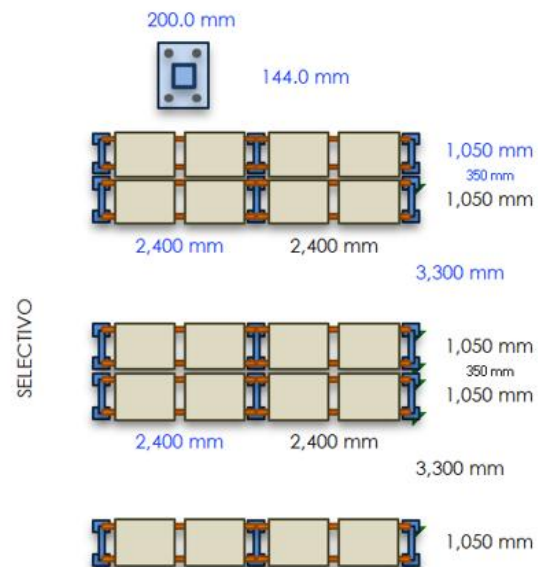
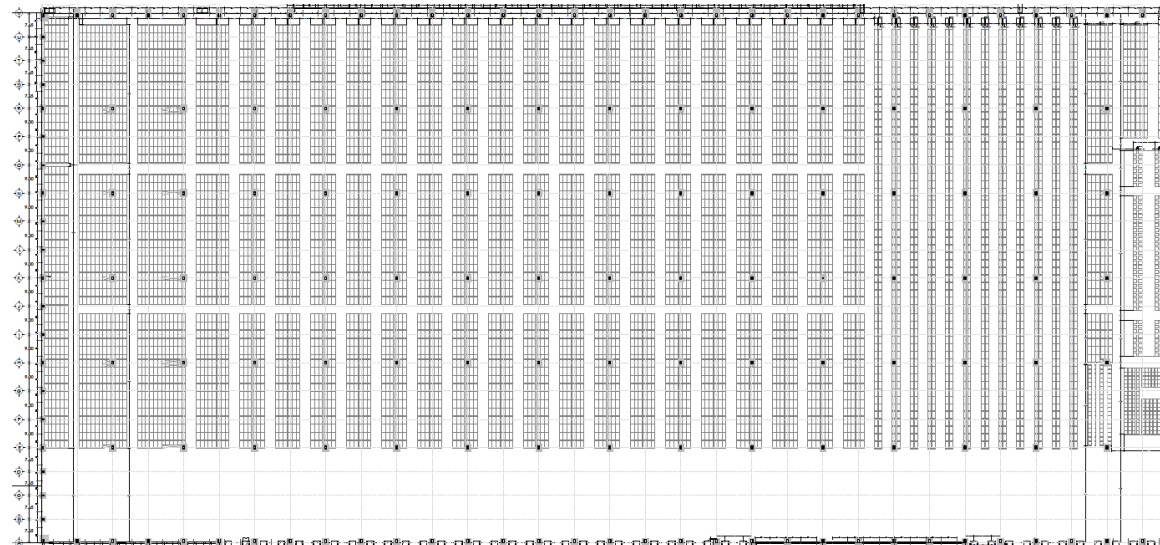
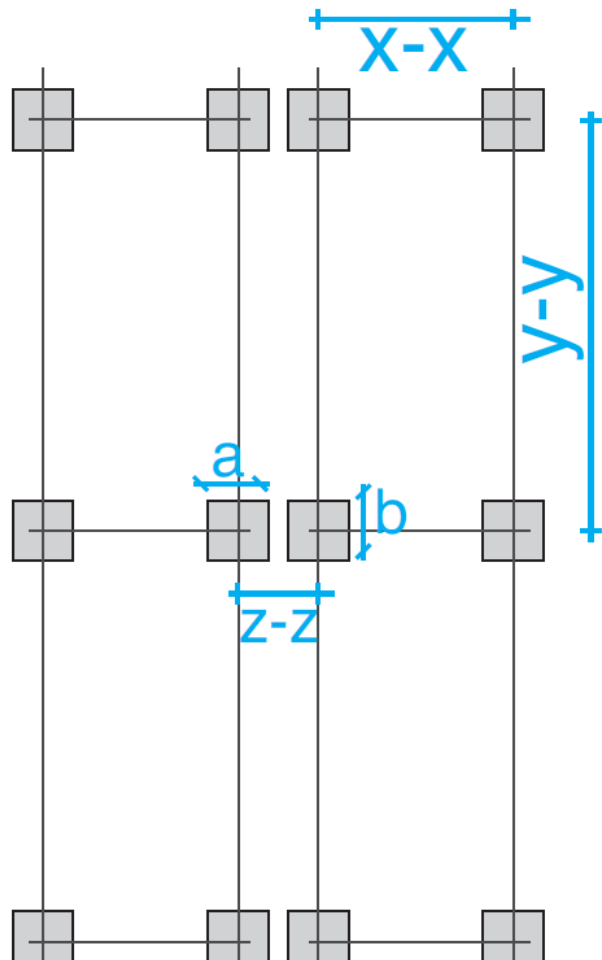
ESTANTERÍAS (RACKS)

PISOS INDUSTRIALES



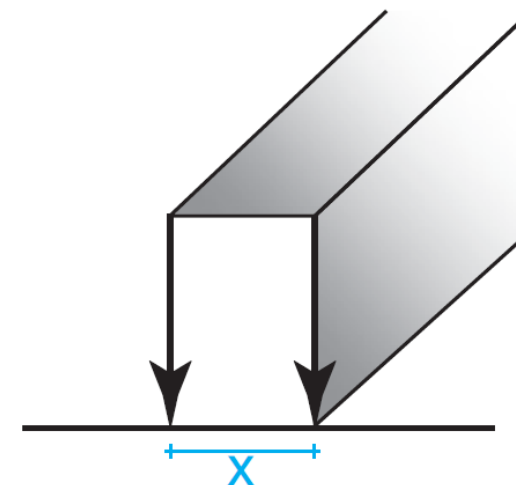
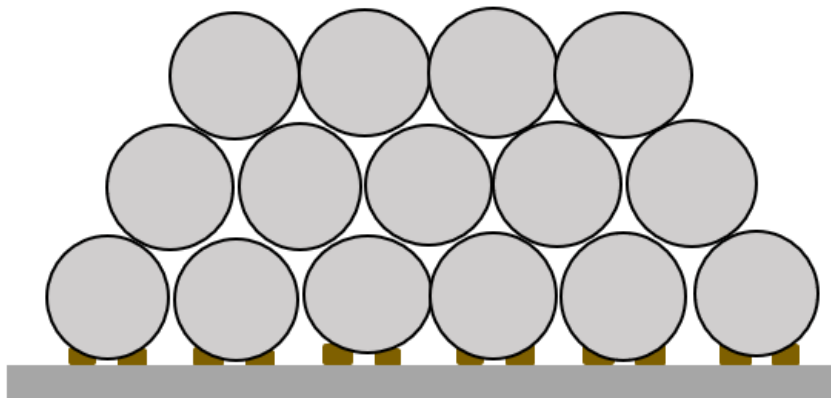
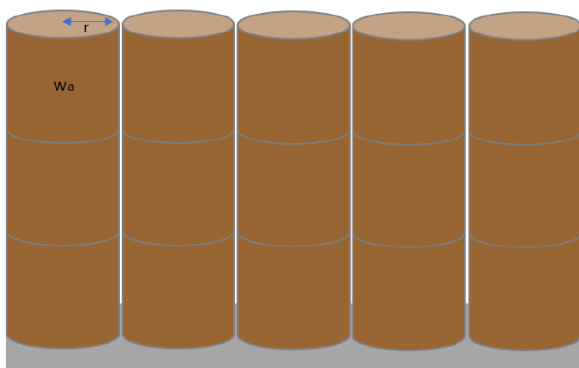
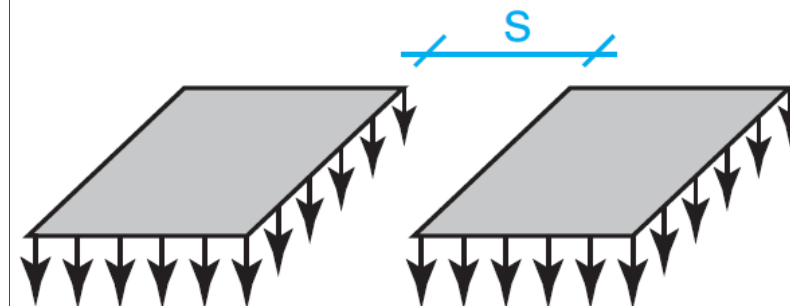
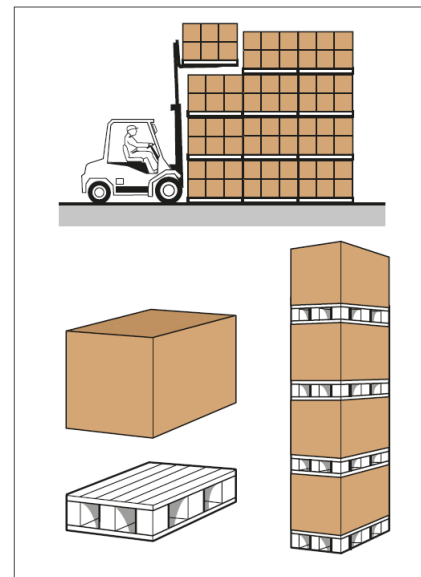
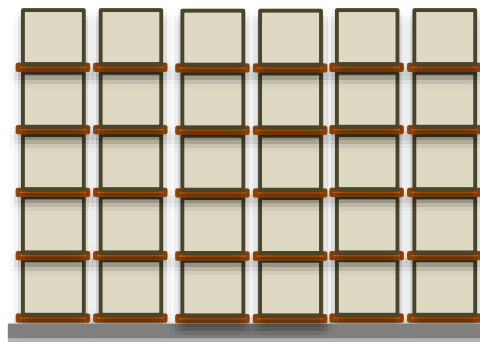
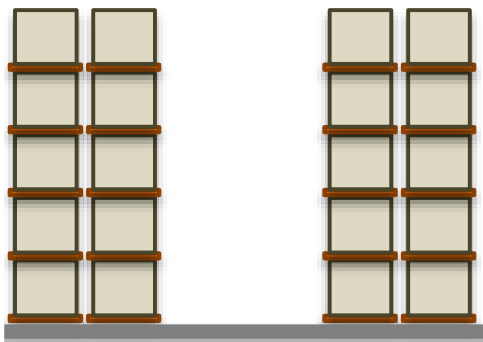
ESTANTERÍAS (RACKS)

PISOS INDUSTRIALES



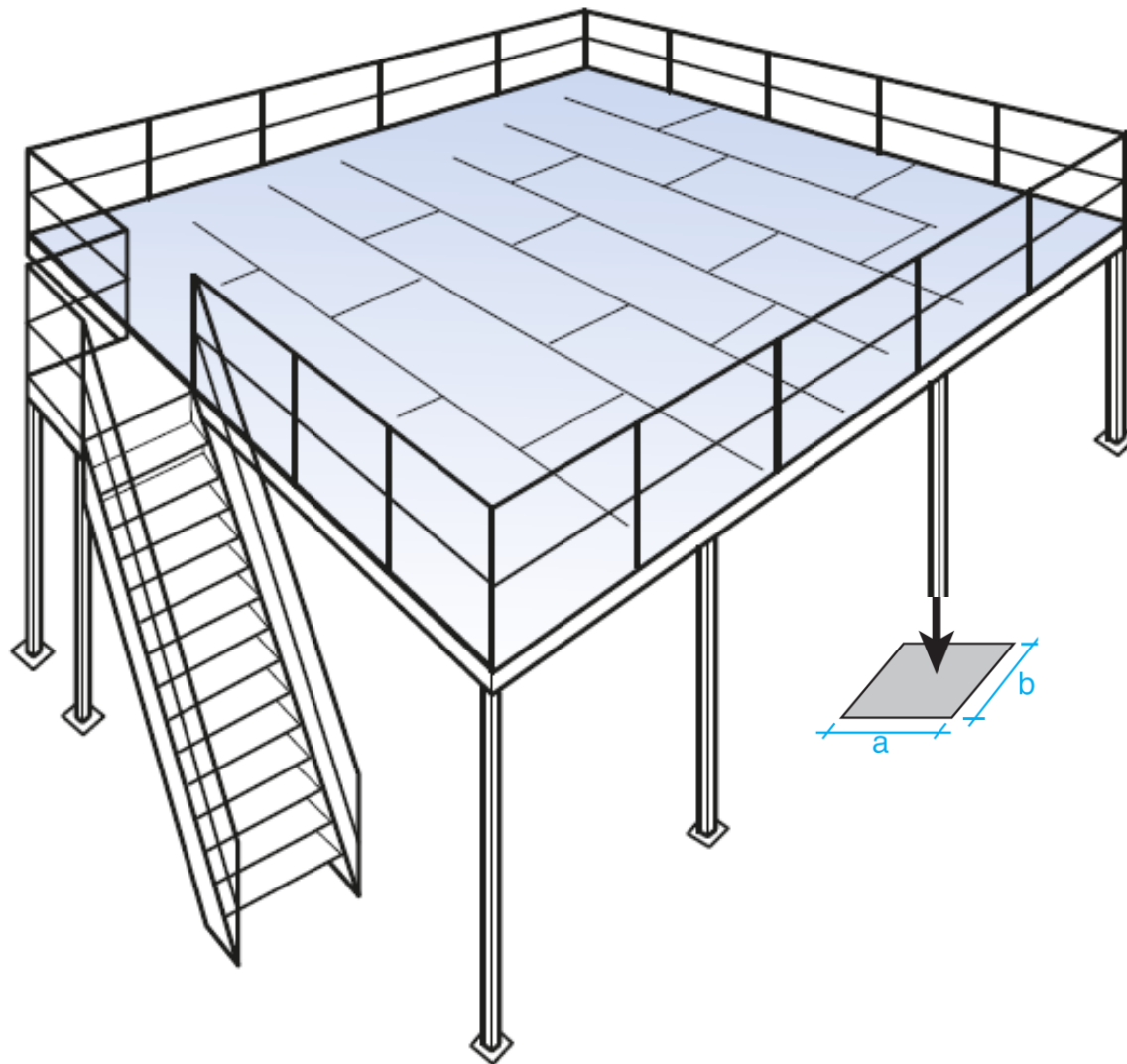
CARGAS DISTRIBUIDAS Y LINEALES

PISOS INDUSTRIALES



MEZZANINE

PISOS INDUSTRIALES



CARGAS VEHICULARES PESADAS



Carga en eje delantero: 5.5 ton.

Carga en eje simple trasero: 10 ton.



Carga en eje delantero: 5.0 ton.

Carga en ejes tandem: 16 ton.



Carga en eje delantero: 5.0 ton.

Carga en eje tandem: 16 ton.

Carga en eje trídem: 20 ton.



“Los pisos y pavimentos son losas sobre el terreno (suelo)”



CONCRETO

CAPA SUELO 3

CAPA SUELO 2

CAPA SUELO 1

CAPA SUELO 0



**14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto**

**2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto**



GRACIAS

Hugo González
4pisos - Guatemala
hjg@4pisos.com