

Relaciones entre el modulo de  
reacción de la subrasante (K),  
obtenido por Pruebas de Carga, el  
CBR y el Módulo Dinámico.

# SUMARIO

1. RAPIDAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS MODULOS
2. CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE
3. REQUERIMIENTOS DEL FAARFIELD
4. MODELOS EXISTENTES – E vs CBR y K vs CBR
5. ESTIMACION DE K y E COMO FUNCION DE CBR
6. SIMULACION DE ESPESOR DE BASES (FAARFIELD)
7. CONCLUSIONES



# EL MODULO DE RESILIENCIA

## Módulo Dinamico (E)

$$MR = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r}$$

## Módulo de Reacción de la Subrasante (WESTERGARD)

$$K = P/W$$

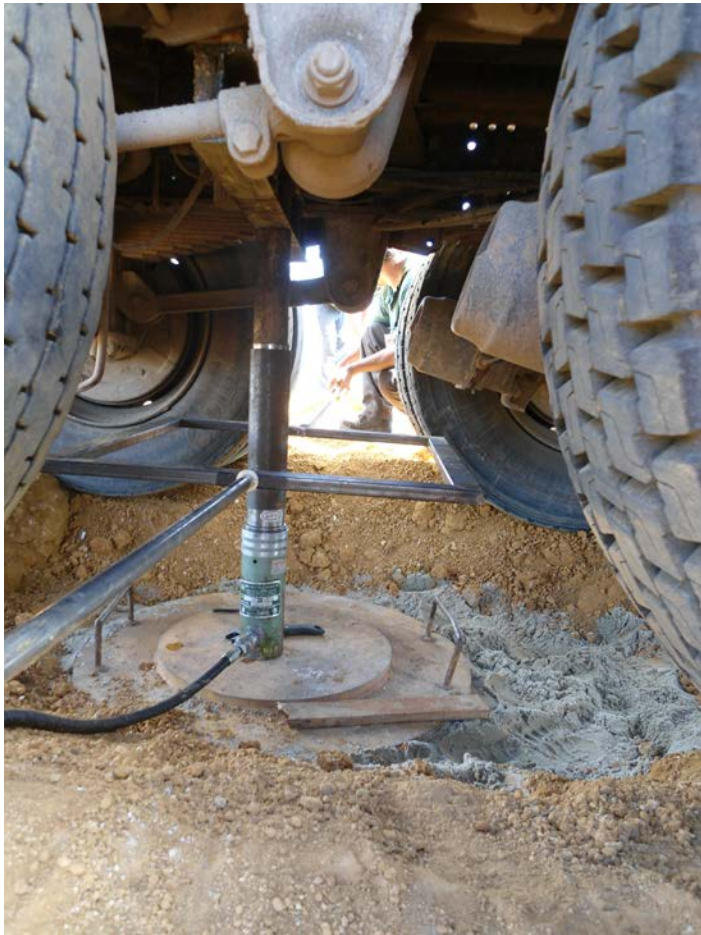
Donde:

P = presión aplicada a la capa considerada (B, SB, SR)

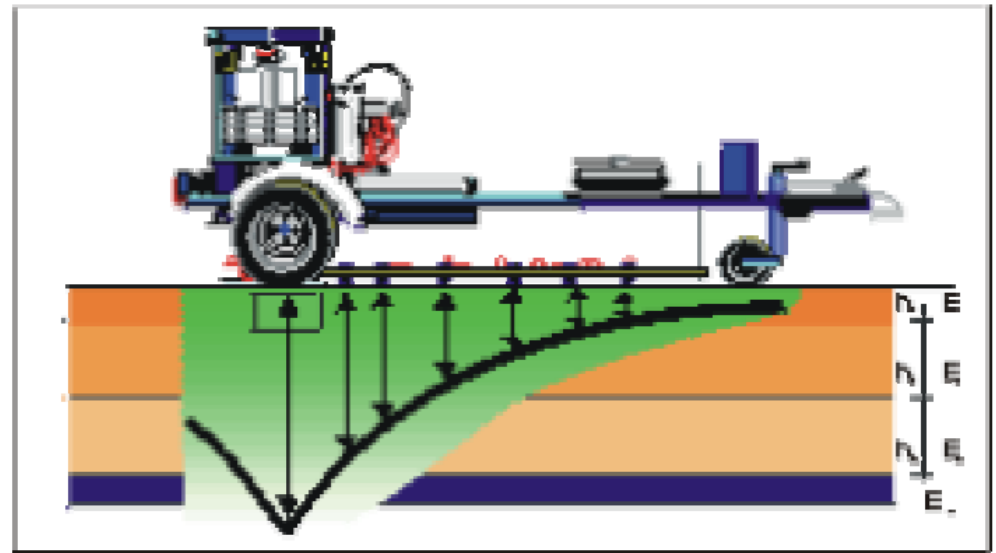
W = deformación



# PRUEBA DE CARGA



## ENSAYO DINÂMICO FWD





# SUELO DE LA SUBRASANTE (promedio; n=5)



Arcilla Roja Poco Plástica

CBR = 13,8%

Exp = 0,3%

K = 92 MPa/m



# FAARFIELD

$$E = 1,500 \times \text{CBR} \text{ (E in psi).}$$

$$E_{SG} = 26 k^{1.284}$$

If the  $k$ -modulus can be determined by plate load testing, or is otherwise available, then the  $k$ -value should be input directly into the FAARFIELD program without first converting to  $E$  modulus.

where:

$E_{SG}$	= Resilient modulus of the subgrade, psi
$k$	= Foundation modulus of the subgrade, pci

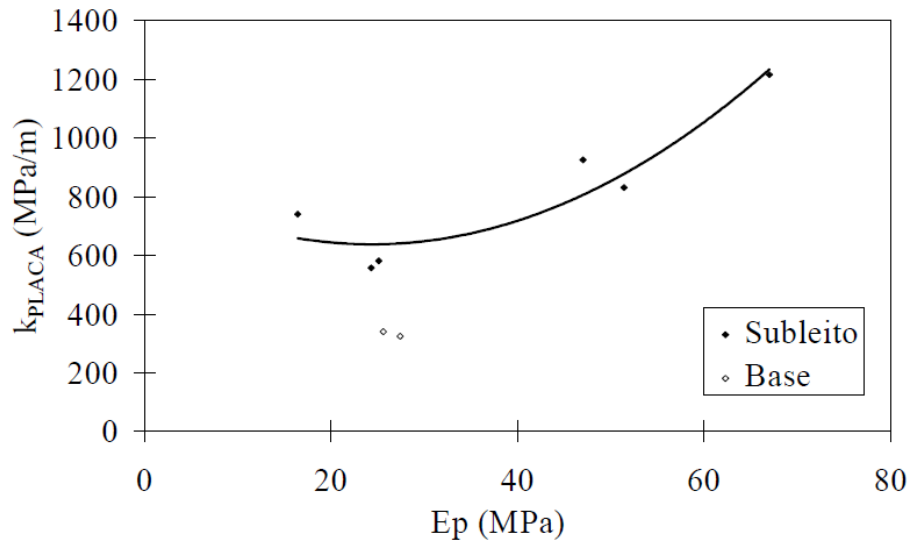
*“In cases where CBR data are available, the conversion from CBR to  $k$ -value for the subgrade can be achieved using the following formula”:*

$$k = \left[ \frac{(1500 \times \text{CBR})}{26} \right]^{0.7788} \quad (k \text{ in pci})$$

However, all structural computations are performed using the elastic modulus  $E$ .

# MODELOS EXISTENTES

REZENDE, 1999



$$k_{PLACA} = 0,33E_p^2 - 15,96E_p + 832,77$$

$$R^2 = 0,89$$

(RODRIGUES, 2005)

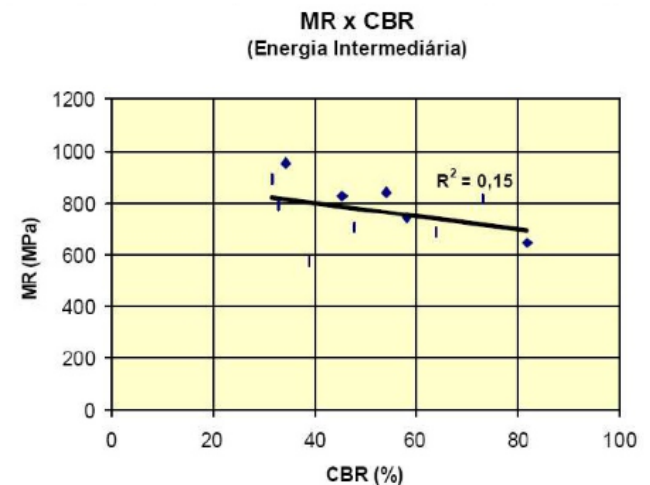


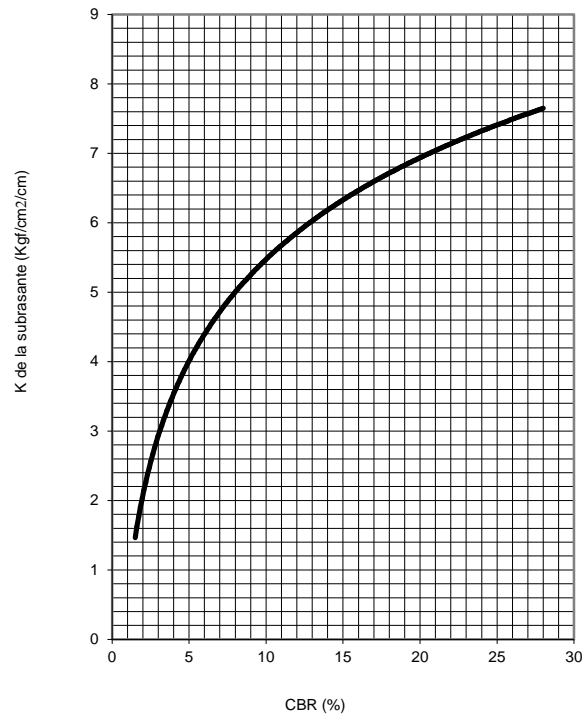
Figura 44 - Módulos de resiliência médios em função do CBR



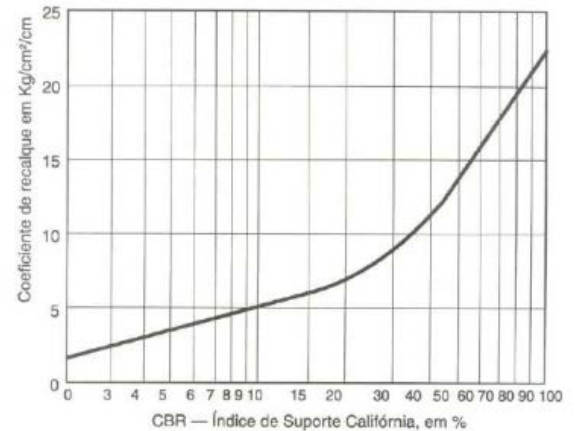
# MODELOS EXISTENTES

RODRIGUES E PITTA, 1995 (ABCP)

CBR vs MODULO DE REACCIÓN  
DE LA SUBRASANTE (K)



(SENÇO, 1997)





# MODELOS EXISTENTES

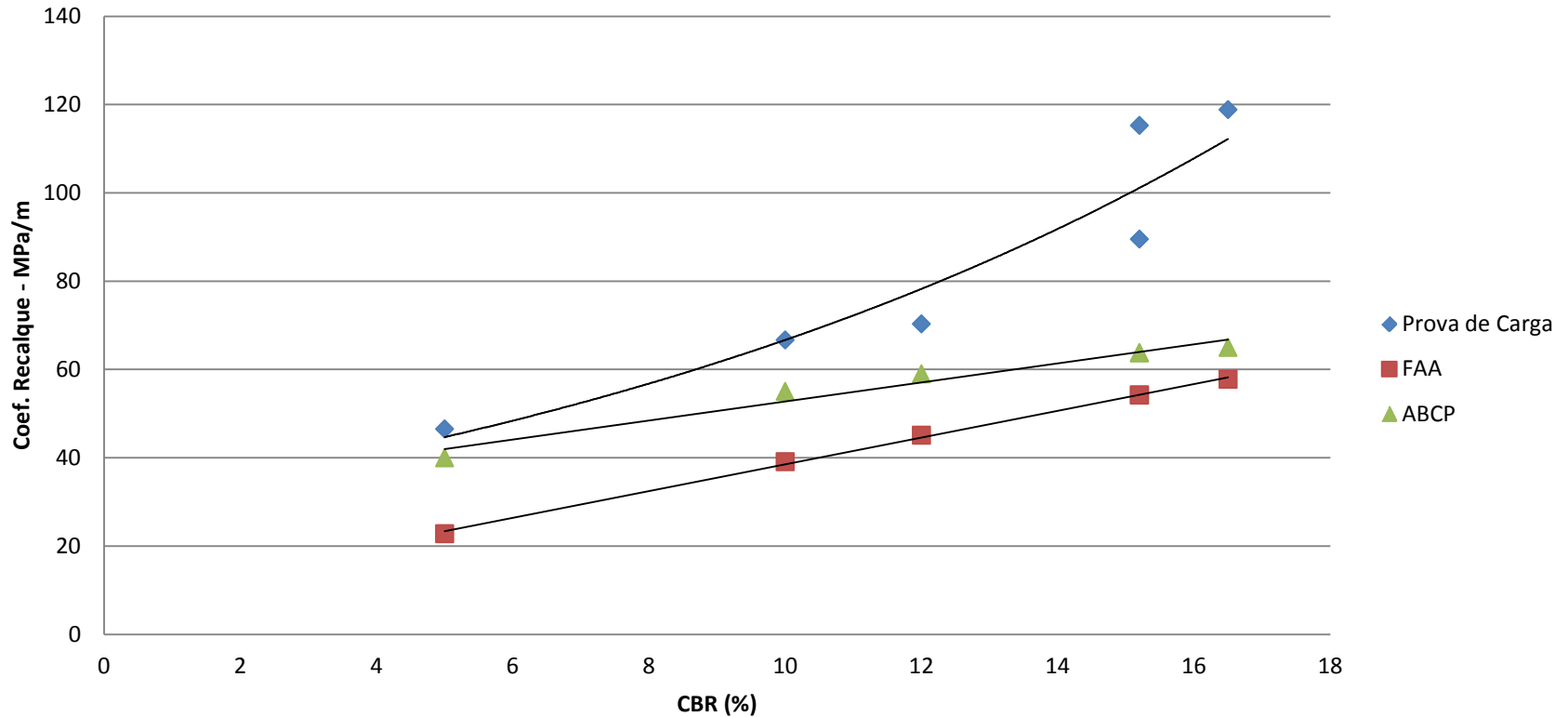
CARDOSO, 1997

ENSAIO DE PLACA			CBR medido nas proximidades do ensaio (%)	ECUACION FAA		CARDOSO, 1997 (EL MODULO ELASTICO)			
				K FAA (AC 5320/6e) em MPa/m	E FAA (AC 5320/6e) em Mpa	Eq. FAB (Cardoso & Wltczack, 1994) em Mpa	Cardoso, 1997)- Eq. N° 14 (MPa)	Cardoso, 1997)- Eq. N° 10 (MPa)	Cardoso, 1997)- Eq. N° 11 (MPa)
		K (Mpa/m)							
	PC 07	70,31	12	45,09	124,14	82,8	126,9571	27,96255	112,5492
	PC 05	66,69	10	39,12	103,45	69	111,2982	25,01936	95,79
PATIO 02	PC 04	89,53	15,2	54,20	157,24	104,88	150,5842	32,29987	136,3155
	PC 03	118,83	16,5	57,78	170,69	113,85	159,776	33,95795	144,8988
	PC 01	115,26	15,2	54,20	157,24	104,88	150,5842	32,29987	136,3155



# LOS DATOS OBTENIDOS

## Modulo K



# SIMULACIÓN

---

- Pavimento Rígido
- Mix de Aeronaves de acuerdo con el Aeropuerto
- Subbase constante
- CBR Local de cada Aeropuerto
- Modulo K conversión FAA vs real (o conversión ABCP)
- Dimensionamiento FAARFIELD
- Espesor del Hormigón



# SIMULACIÓN - CONFINES

Section Names

PatioBSBKBr  
PatioBSBKFAA  
**PatioCFNKBr**  
PatioCFNKFAA  
PatioFLNKBr  
PatioFLNKFAA  
PatioGRUKBr  
PatioGRUKFAA

ALACPA\_K PatioCFNKBr Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
PCC Surface	300.4	5.00
P-306 Econocrete	200.0	4,826.33
P-209 Cr Ag	200.0	524.67
Subgrade	k = 92.0	317.79

Total thickness to the top of the subgrade, t = 700.4 mm

Design Stopped  
410.68; 409.09

Airplane

Back Help Life Modify Structure Design Structure Save Structure

Section Names

PatioBSBKBr  
PatioBSBKFAA  
PatioCFNKBr  
**PatioCFNKFAA**  
PatioFLNKBr  
PatioFLNKFAA  
PatioGRUKBr  
PatioGRUKFAA

ALACPA\_K PatioCFNKFAA Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
PCC Surface	364.2	5.00
P-306 Econocrete	200.0	4,826.33
P-209 Cr Ag	200.0	328.70
Subgrade	k = 49.3	142.51

N = 2; PCC CDF = 1.00; t = 764.2 mm

Design Stopped  
435.99; 434.95

Airplane

Back Help Life Modify Structure Design Structure Save Structure

# SIMULACIÓN

AEROPUERTO	CBR (%)	K (Mpa/m) FAA	K (Mpa/m) ABCP*	Diferencia en Espesor del Hormigón (cm)
GUARULHOS	8,3	33,2	50	3,5
FLORIANOPOLIS	6,0	25,8	43,7	5,2
BRASILIA	9,5	36,9	54,0	3,0
CONFINS*	13,7	49,3	92,0*	7,5

\*K real medido en Confins





# CONCLUSIONES

---

- Las conversiones/simplificaciones han que ser abalizadas
- Ensayos y pesquisas geotécnicas son fundamentales
- Softwares son herramientas la ingeniería es tuya
- Mucho se puede desarrollar
- Impacto en el Bolsillo (\$\$\$\$)
- Cambio de experiencia



# MUCHAS GRACIAS !!!

## Contactos:

André do Valle Abreu - +55 21 8101.2804 , 21 3259.6895  
[andre@iqsengenharia.com.br](mailto:andre@iqsengenharia.com.br) – Oficina Rio de Janeiro

Guilherme M. Machado - +55 61 9976.0303, 61 3032281  
[guilherme@iqsengenharia.com.br](mailto:guilherme@iqsengenharia.com.br) – Oficina Brasília

Samuel H. Cardoso - +55 21 9177.6726  
[shautequest@gmail.com](mailto:shautequest@gmail.com)

