



wavin

# GEOTRAINING

— CAPACÍTATE PARA INNOVAR —

Te invitamos a participar en **nuestro ciclo de capacitaciones**, el cual tendrás a tu alcance durante los próximos días

Presentes en toda Latinoamérica

**PAVCO**  
wavin

**AMANCO**  
wavin

**Bidim**  
wavin

# PAVCO

wavin



**1955 - Zwolle**

wavin | academy



wavin | academy



Plastic  
Road



PAVCO wavin

PLASTIC VANGER



Geosintético



**Desarrollando la infraestructura  
para las futuras generaciones**

**CONSTRUYENDO  
ENTORNOS  
SALUDABLES  
Y SOSTENIBLES**



Presentes en toda  
Latinoamérica



**AMANCO**  
wavin



**PAVCO**  
wavin



**Bidim**  
wavin



The image features a 3D architectural rendering of geosynthetic materials. The main text, 'GEOSINTÉTICOS', is rendered in large, metallic, embossed letters with a brushed metal texture. Below it, the phrase 'de última generación 3D' is written in a smaller, clean, sans-serif font. The background is a blue-tinted architectural blueprint with various lines, grids, and technical symbols, creating a professional and technical atmosphere. The lighting is soft and focused on the text, giving it a three-dimensional appearance as if it's floating above the blueprint.

**GEOSINTÉTICOS**  
de última generación 3D



**16.23 Millones de m<sup>3</sup>**

**Materiales de construcción  
calizas, arenas, gravas y recibos**





LINEA MEXICO - AER

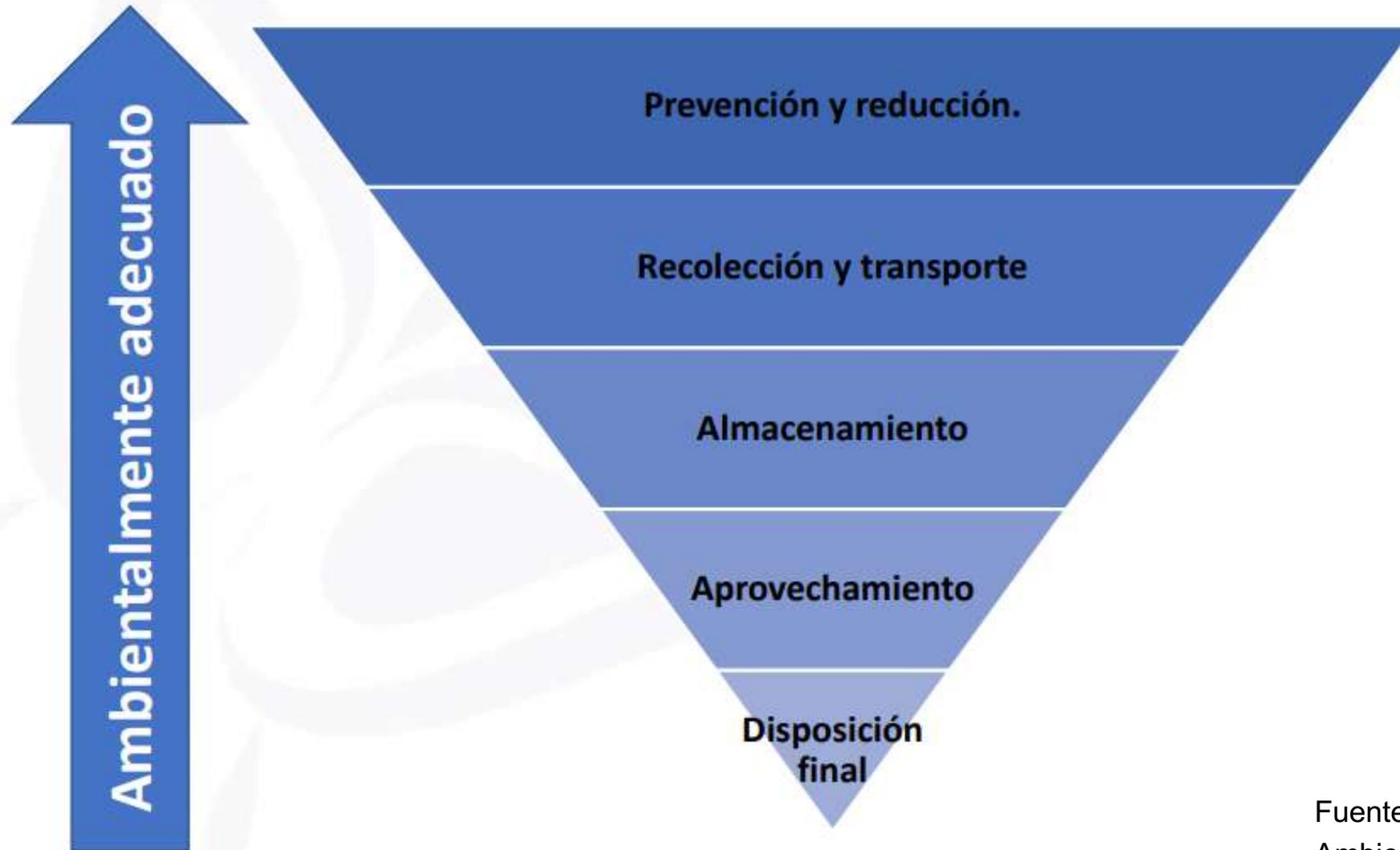
T035

Tren México

SITP



# ACTIVIDADES DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RCD.



Fuente Resolución 0472 – 17 Min Medio Ambiente

# 1959

FOTOS TOMADAS DEL  
VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ



# 2016

FOTOS TOMADAS DEL  
VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ







# PROBLEMAS????

# CONFINAMIENTO



**FATIGA**



**MIGRACIÓN DE FINOS**

# DISPONIBILIDAD DE MATERIALES



**wavin**

**Tec** Institute

**AMANCO**  
**wavin**

**PAVCO**  
**wavin**

**Bidim**  
**wavin**

# DISEÑO - Tráfico



# DISEÑO - Clima



# DISEÑO - Drenaje





**DURABILIDAD  
+ AÑOS**

**wavin**

Tec Institute

AMANCO  
**wavin**

PAVCO  
**wavin**

Bidim  
**wavin**

# < INVERSION





# < IMPACTO AMBIENTAL

# ALTERNATIVAS???



# Geotextil Tejido

## Plataforma de Trabajo



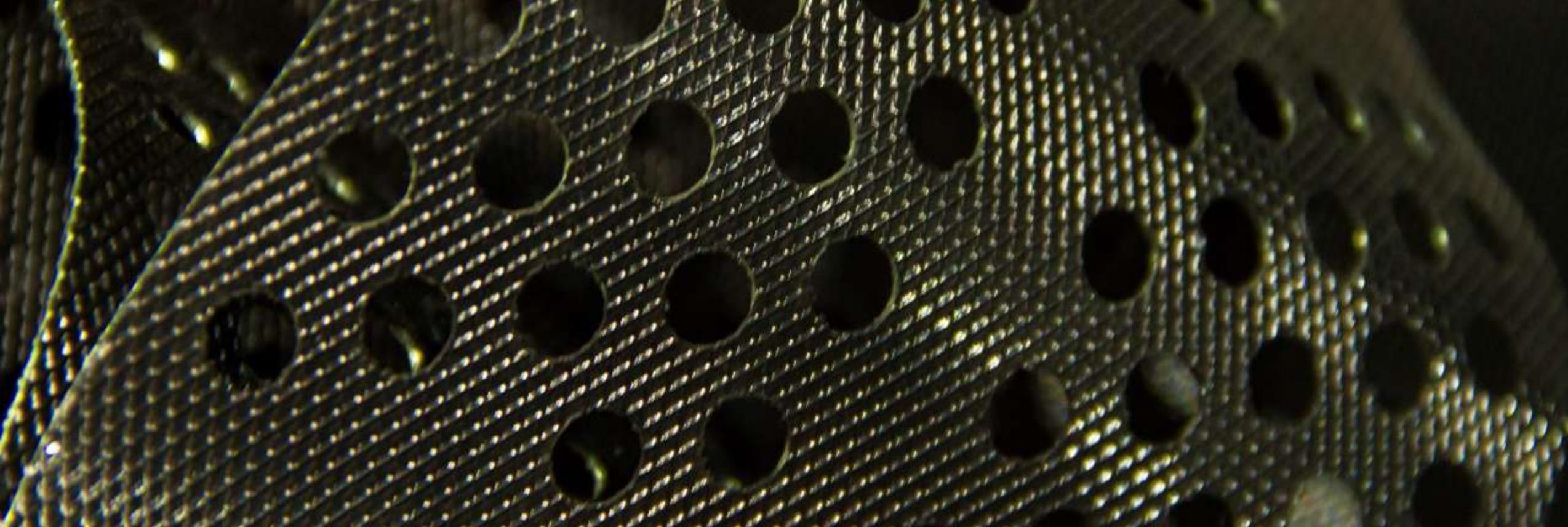
# Geomalla Biaxial





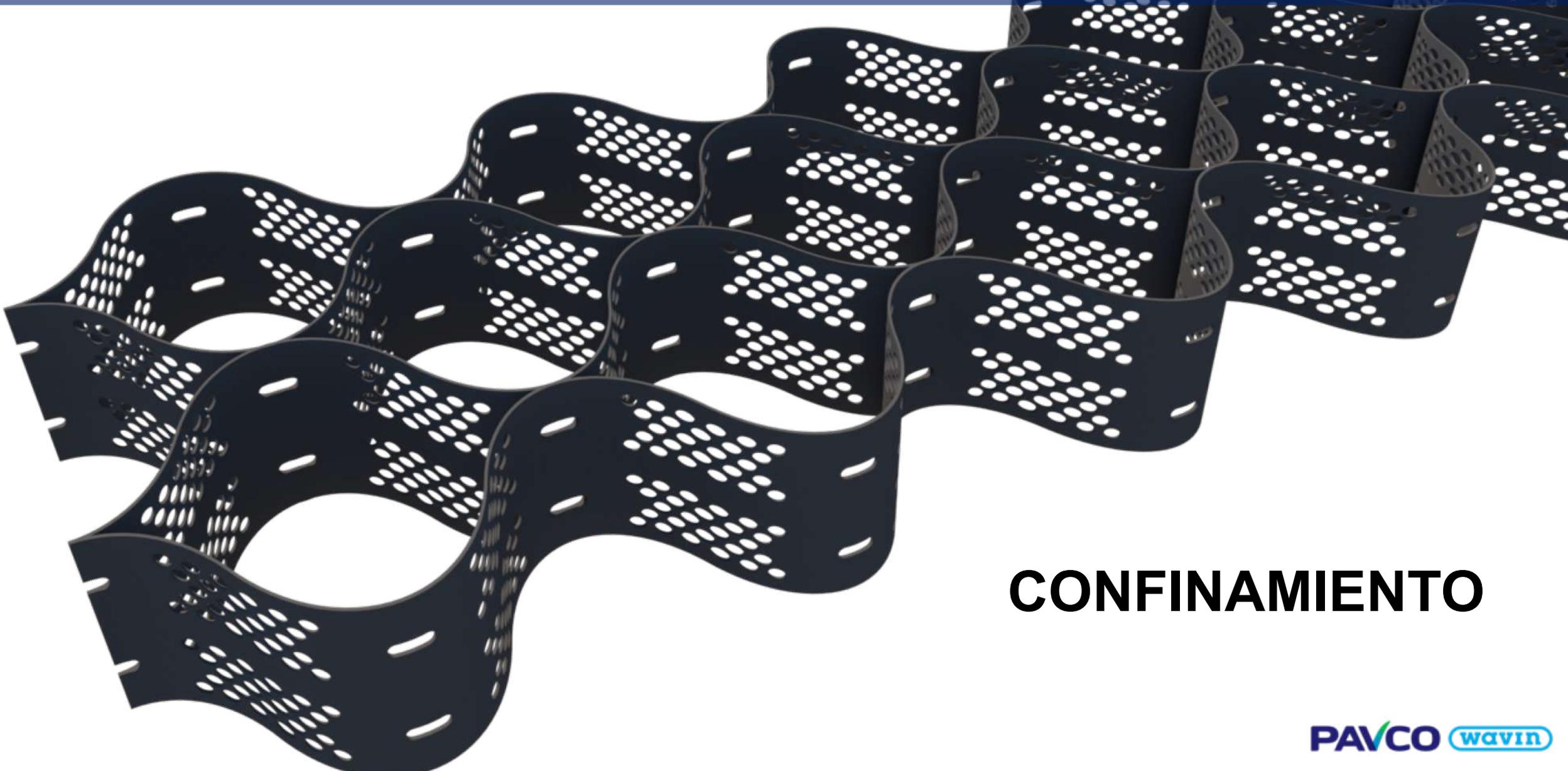
# Geocelda





**GEOCELDAS**

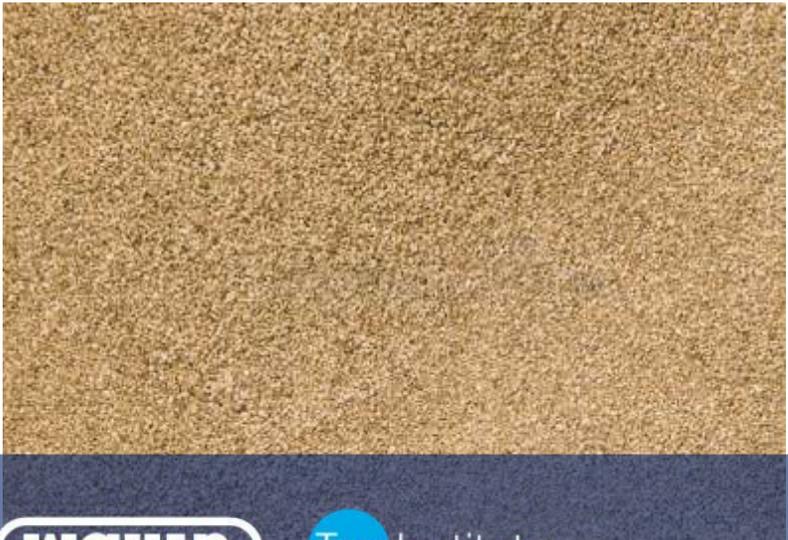
**PAVCO** **WAVIN**

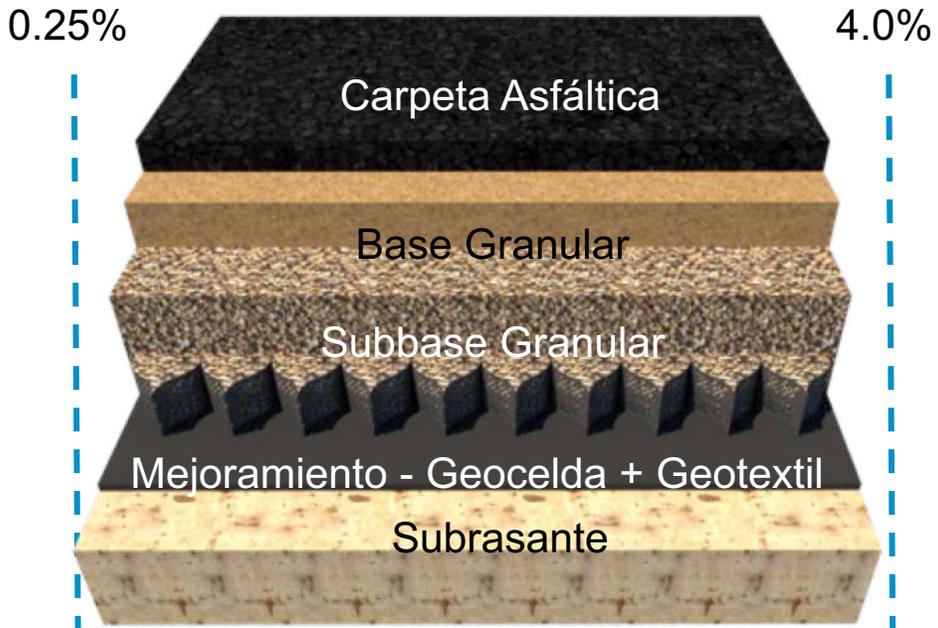


# CONFINAMIENTO



Qué material utilizar??

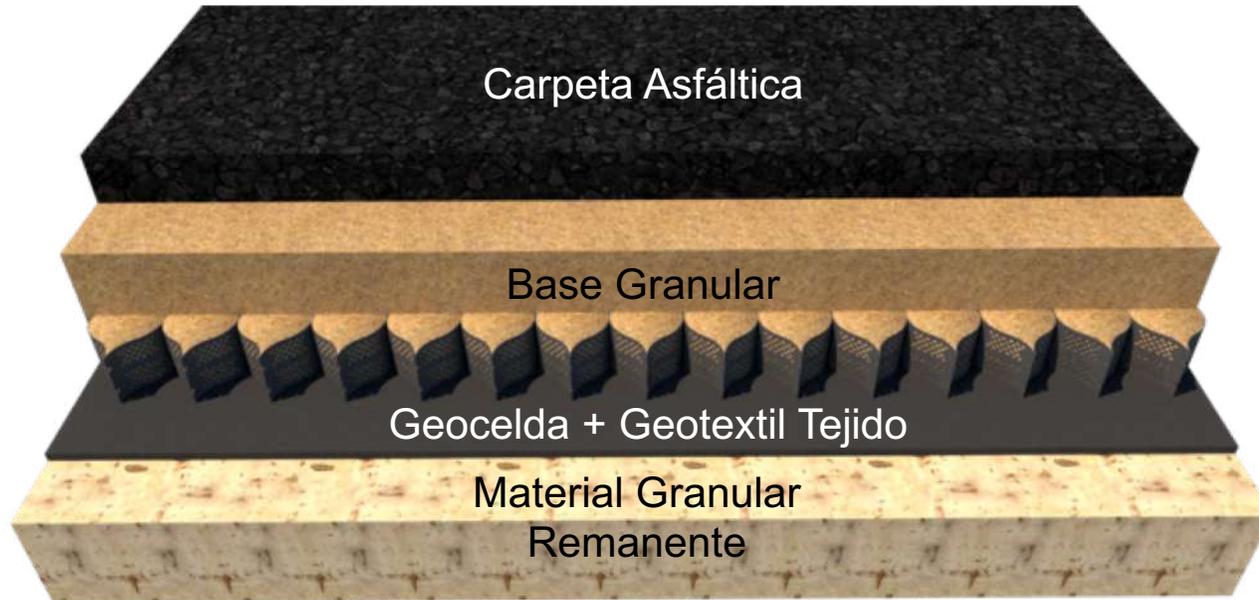




**REFUERZO EN SUBRASANTE O SUBBASE**

**CBR**

0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



**REFUERZO EN LA CAPA DE BASE**

# ESTABILIZACION CON GEOCELDA

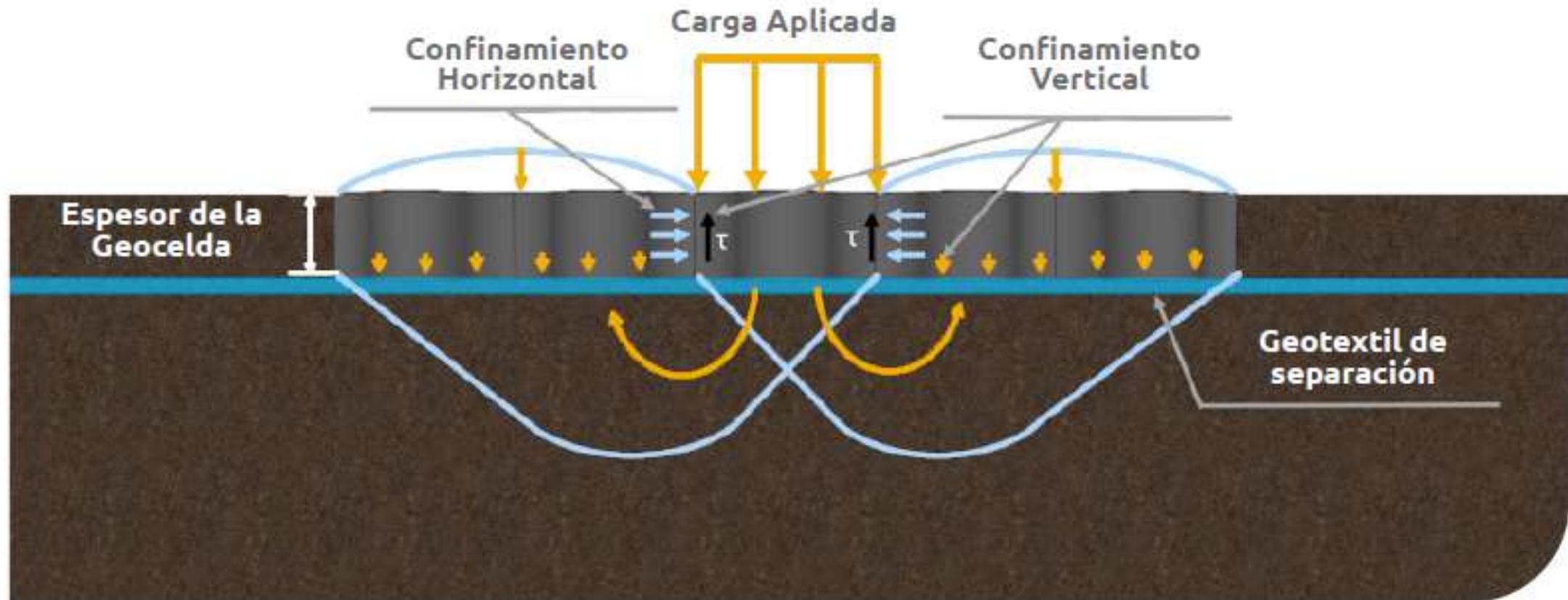


# Cuando Estabilizar ??



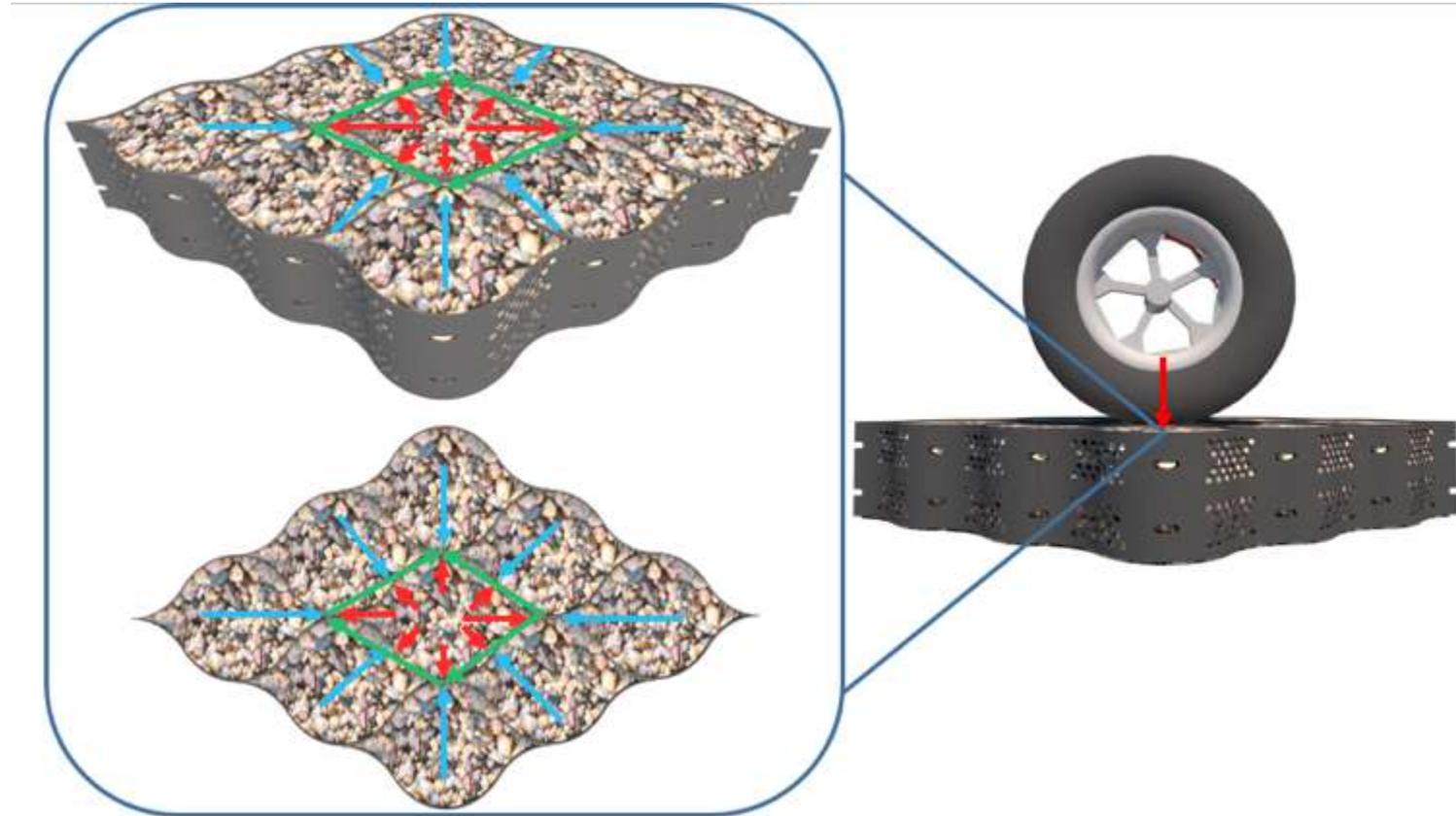
# Cuando Estabilizar ??



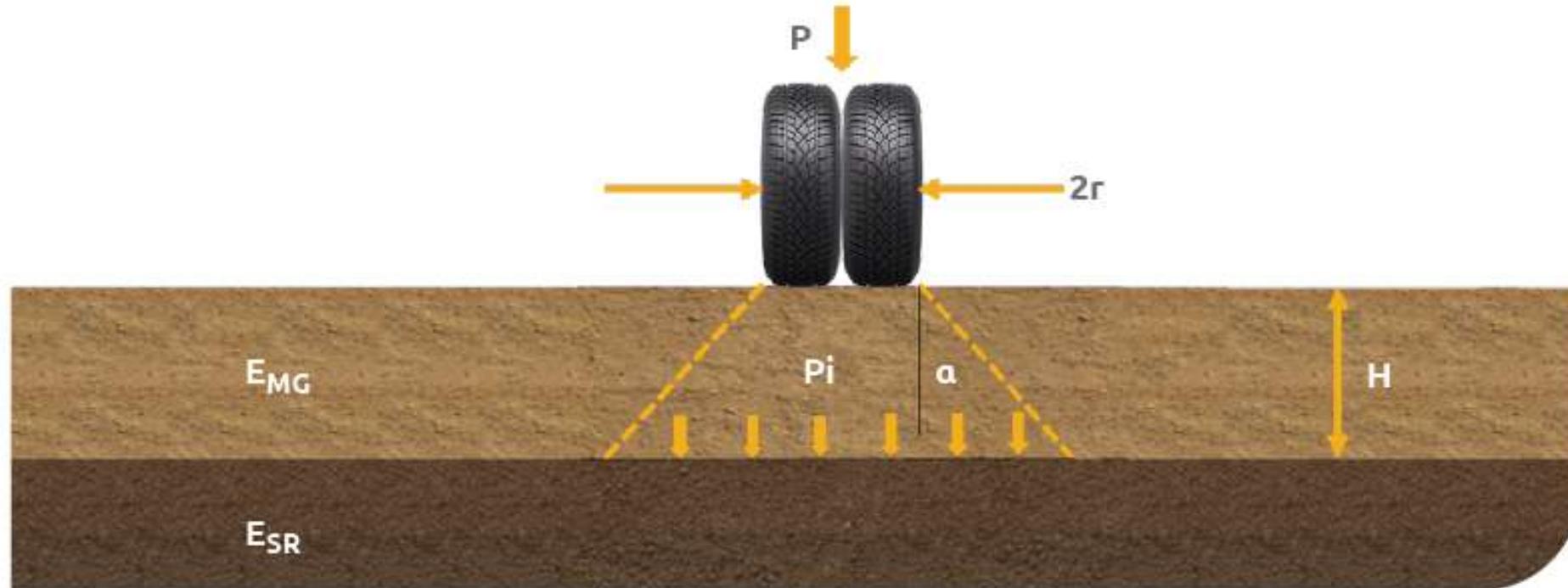


# Mecanismo de refuerzo en pavimentos

- 1) Aplicación de la carga
- 2) Distribución lateral del esfuerzo en las celdas adyacentes
- 3) Resistencia por esfuerzo pasivo lateral



# Metodología de Diseño



# Metodología de Diseño

Giroud – Han 2004.

$$h = \frac{\left\{ 0.868 + (0.661 - 1.006J^2) \left( \frac{r}{h} \right)^{1.5} \right\} \log N}{\eta \{ 1 + 0.204 [R_E - 1] \}} \times \left( \sqrt{\frac{P}{\pi r^2 \left( \frac{s}{f_s} \right) \left\{ 1 - \xi \exp \left[ -\omega \left( \frac{r}{h} \right)^n \right] \right\} N_c c_u} - 1} \right) r$$

Diseñada para Geosintéticos 2D

$R_E$  = Relación de Módulos Limitada a 5.0

$J$  = Rigidez torsional – aplica para la Geomalla

# Metodología de Diseño

Basado en Giroud – Han  
Yang 2010

$$h = \frac{(0.868 + k' \log N)}{\eta \{1 + 0.204(R_E - 1)\}} \times \left( \sqrt{\frac{P}{\pi r^2 m 5.14 c_u}} - 1 \right) r$$

$$k' = 0.50 \left[ \frac{r}{h} \right]^{1.5}$$

$$R_E = I_f \frac{E_{bc}}{E_{rg}} = \text{Max} \left\{ 7.6, I_f \left( \frac{3.48 CBR_{bc}^{0.3}}{CBR_{rg}} \right) \right\}$$

Diseñada para Geocelda 3D

$R_E$  = Relación de Módulos Limitada a 7.6

$I_f$  = Factor de mejora del Módulo

$k'$  = Factor de Calibración de la Geocelda

# BENEFICIOS

- Menor Excavación
- Empleo de material de menor especificación
- Menor Transporte de material

# 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Av Ciudad de Cali

2.5km

Sur de Bogotá D.C., Colombia:



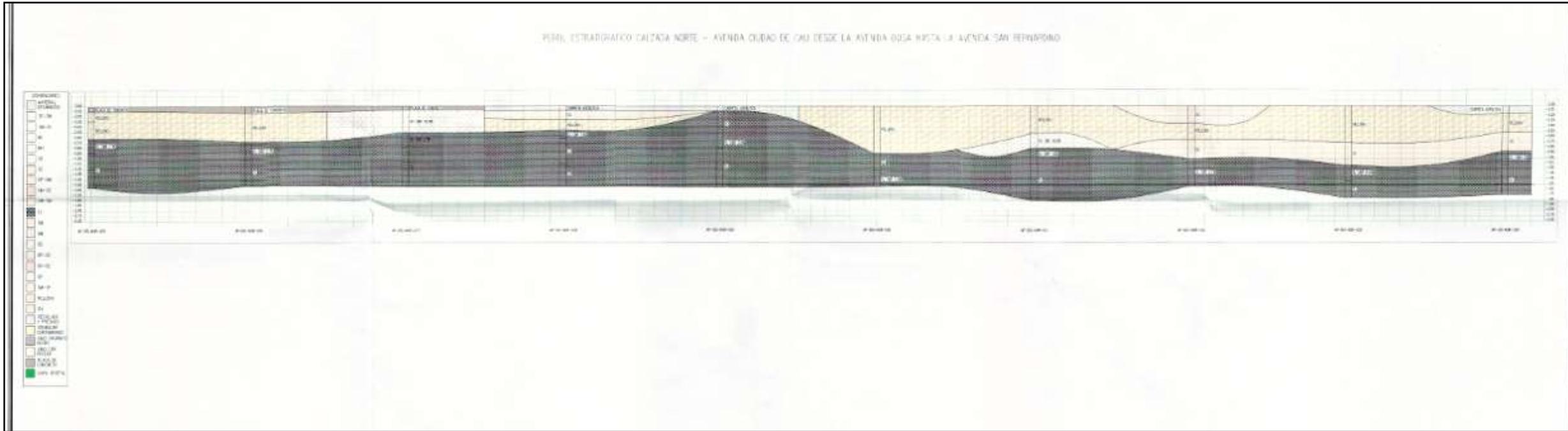
## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Suelos de subrasante muy blandos



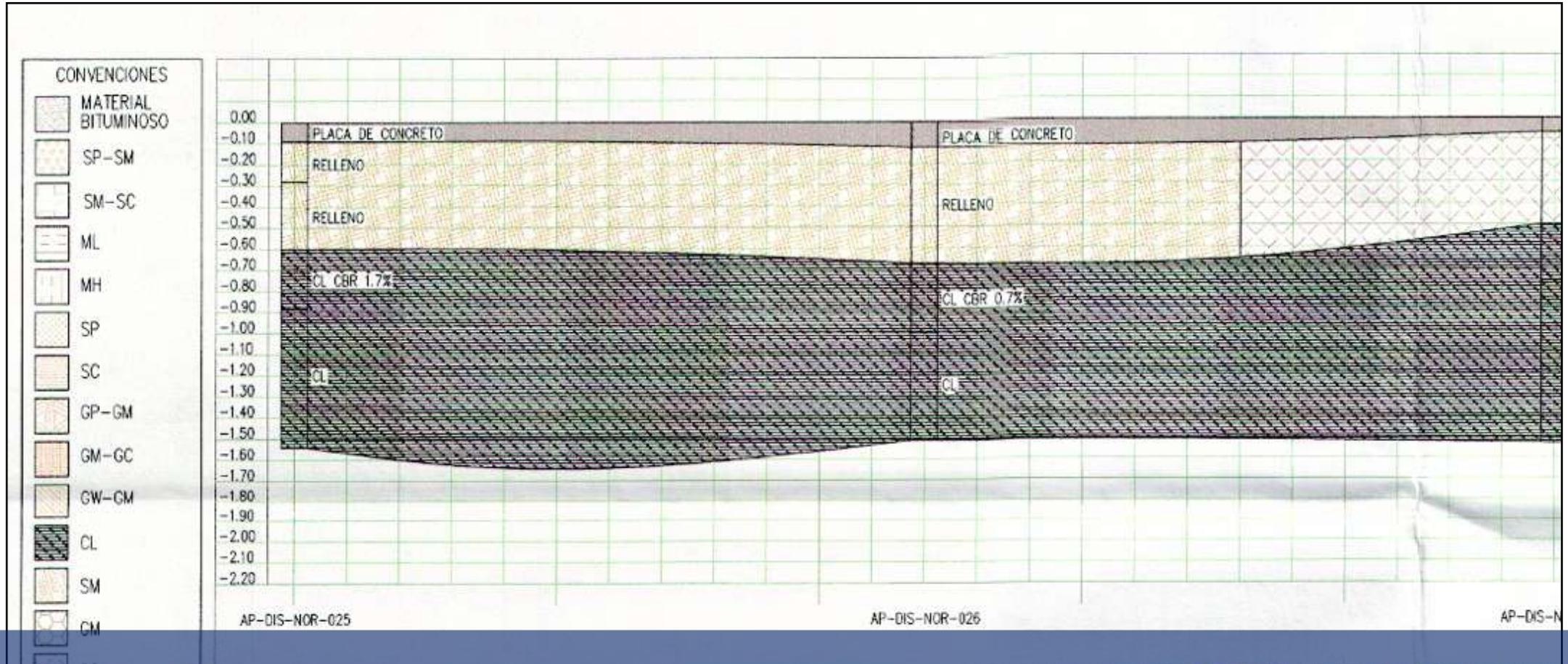
# 3. ETAPA DE DISEÑO

## Perfil estratigráfico



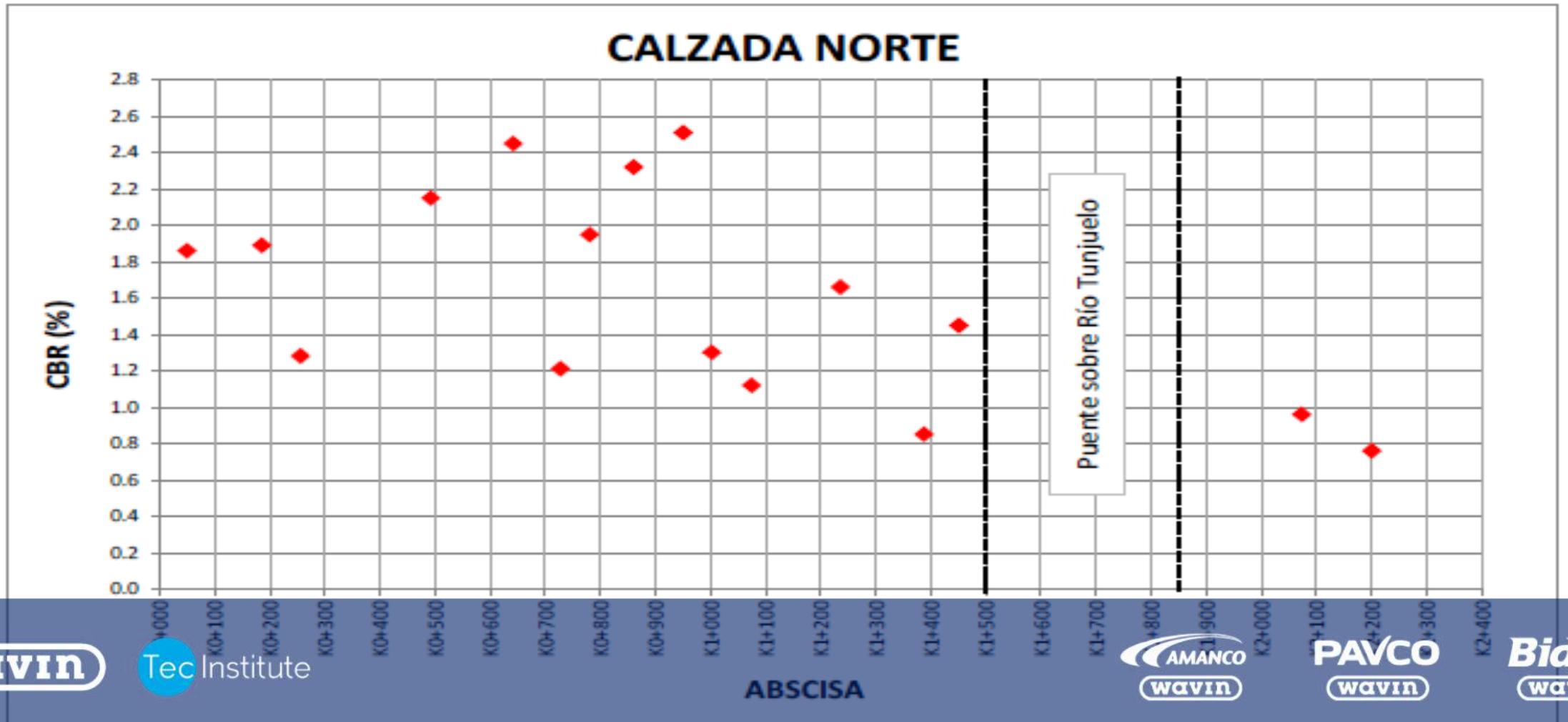
# 3. ETAPA DE DISEÑO

Perfil estratigráfico: CL: Arcilla de baja plasticidad  
No se encontró nivel freático.



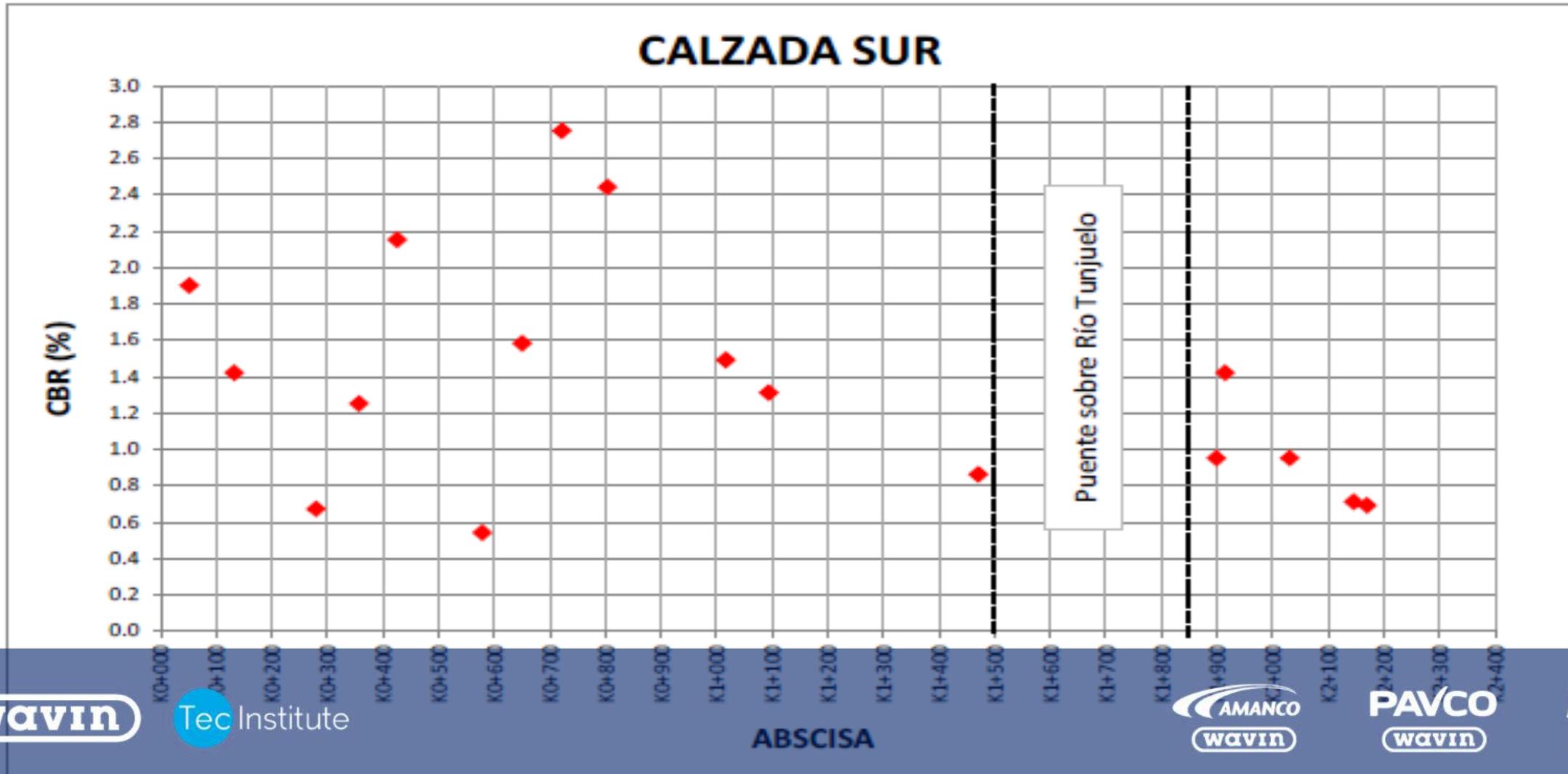
# 3. ETAPA DE DISEÑO

(CBR: 0.8% - 2.6%)



# 3. ETAPA DE DISEÑO

(CBR: 0.6% - 2.8%)

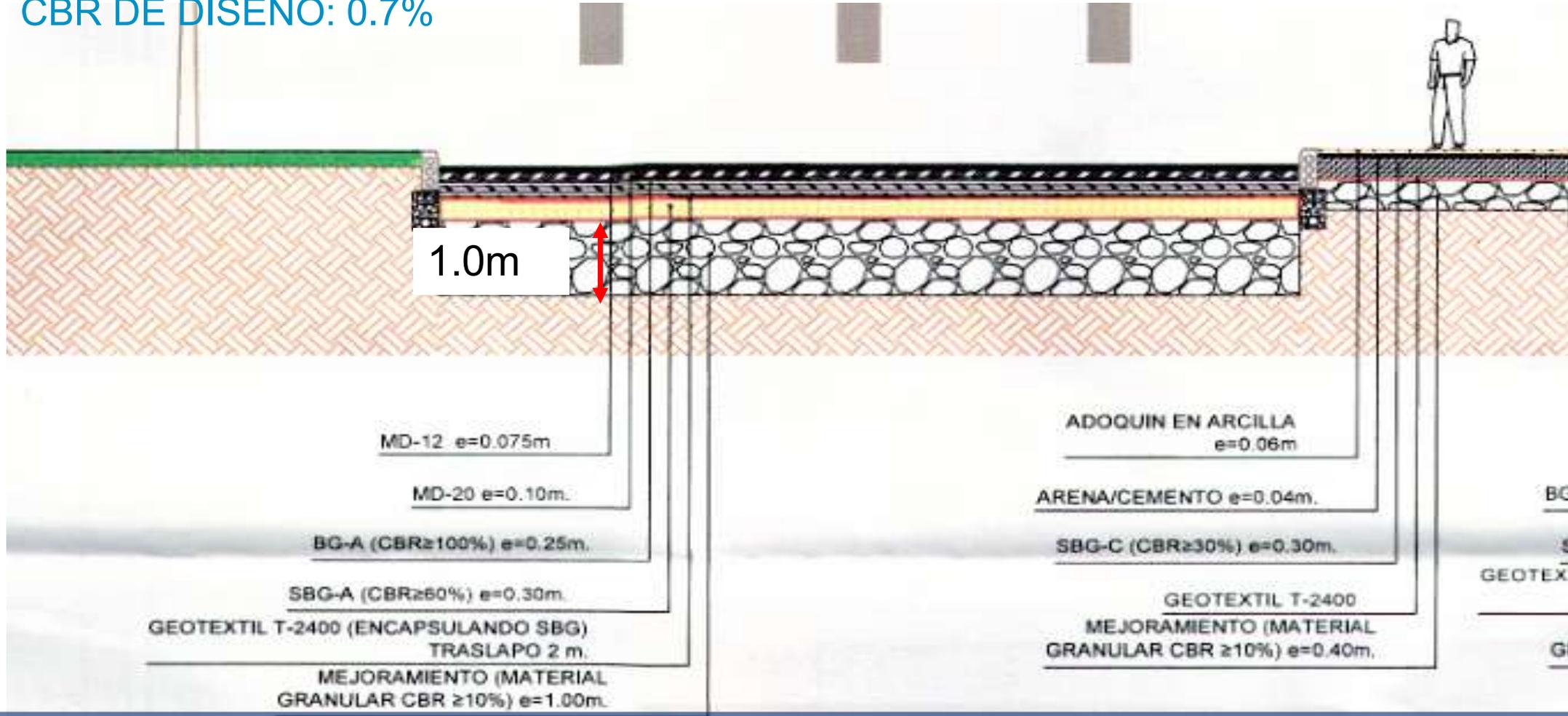


### 3. ETAPA DE DISEÑO - TRAFICO



# 3. ETAPA DE DISEÑO

CBR DE DISEÑO: 0.7%



CBR:10%

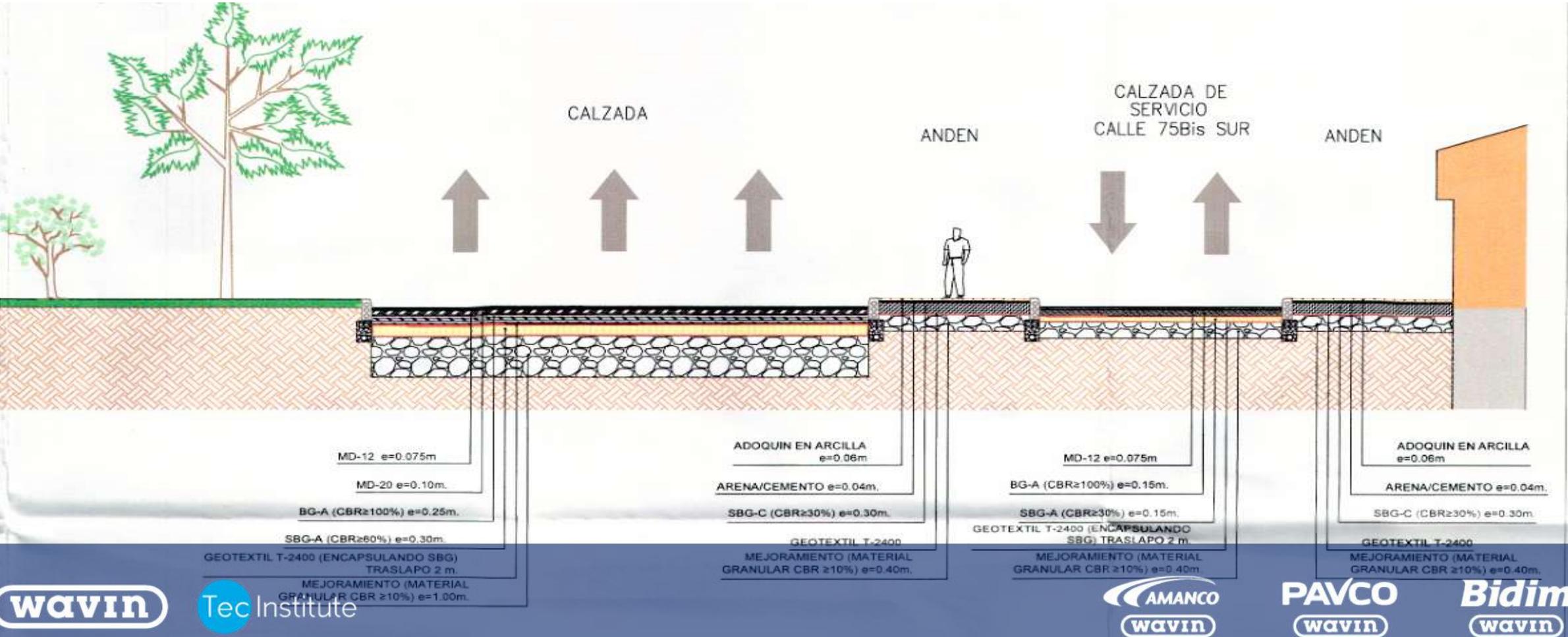
→ CBR:6%

51.000 m<sup>3</sup>



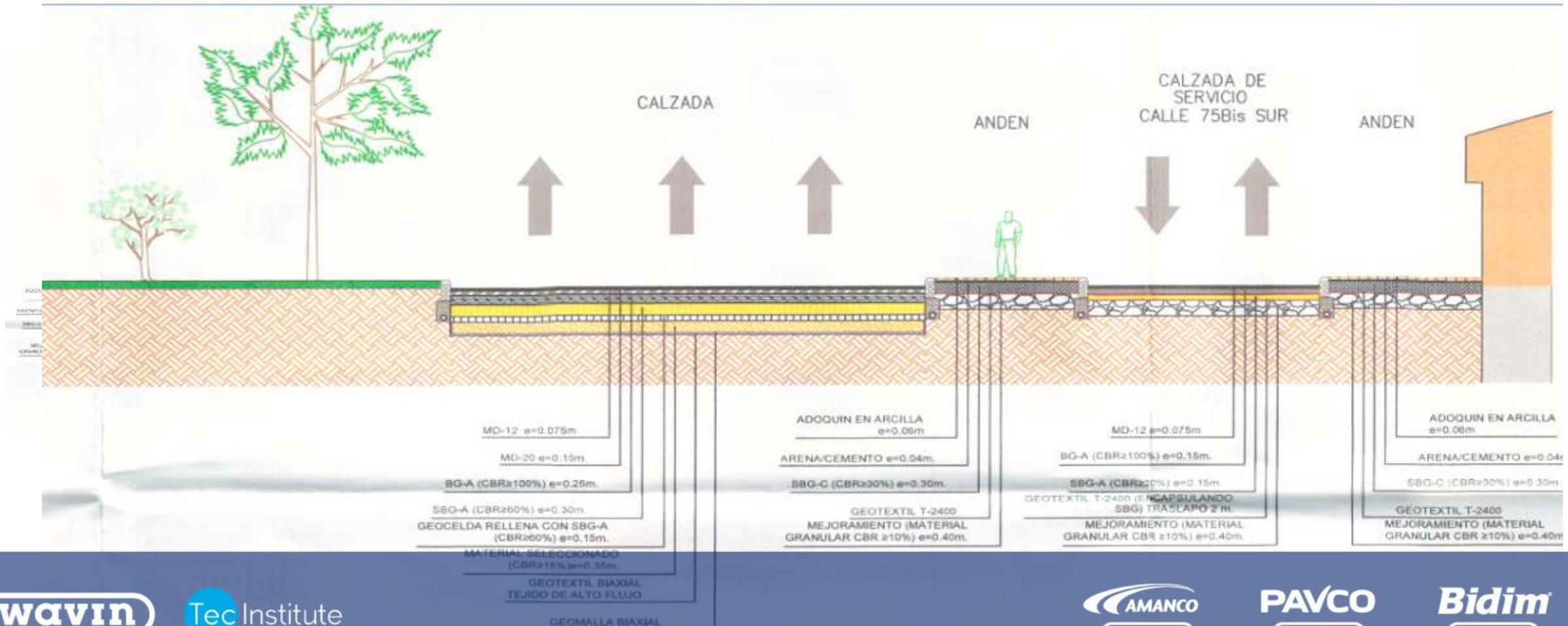
# Proyecto Av. Ciudad de Cali Alternativas de Estabilización.

## 1. Estabilización con Material Granular Tipo Rajón.



# Proyecto Av. Ciudad de Cali Alternativas de Estabilización.

## 2. Alternativa con Geosintéticos



# 3. ETAPA DE DISEÑO

Estabilización con Geosintéticos. **CBR DE DISEÑO: 0.7%**

Rodadura	7.5cm
Base asfáltica	10cm
Base Granular	25cm
Subbase Granular	30cm
Piedra	100cm

Rodadura	7.5cm
Base asfáltica	10cm
Base Granular	25cm
Subbase Granular	30cm
Geocelda H=15cm (Subbase)	
Afirmado	35cm
Geomalla biaxial 30x30	
Geotextil TR3000	

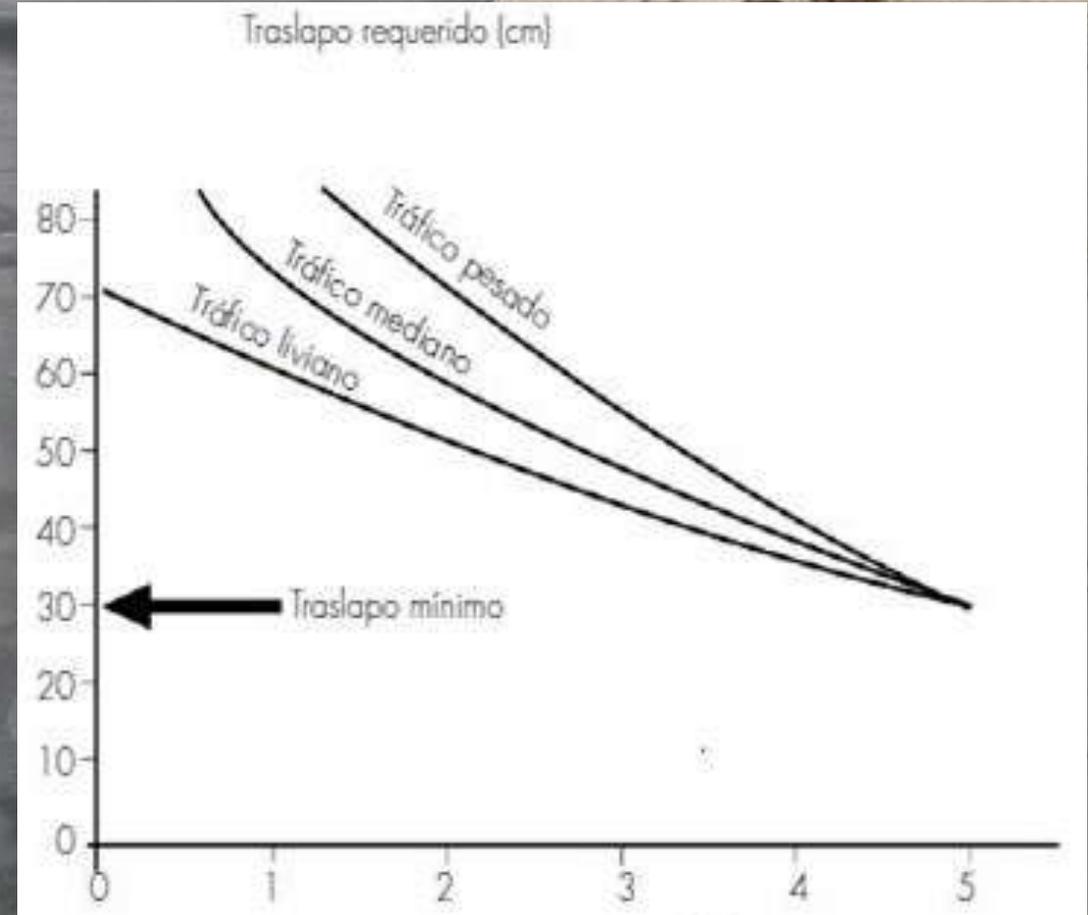
**CBR 6%**

# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Geotextil de Separación



# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



Geomalla Biaxial Coextruida



# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



Extensión de la Geocelda.





## PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Varillas 1/2"

Paneles plegados unidos con grapas

# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



**wavin**

Tec Institute

AMANCO  
wavin

PAVCO  
wavin

Bidim  
wavin

# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

**wavin**

**Tec** Institute

**AMANCO**  
**wavin**

**PAVCO**  
**wavin**

**Bidim**  
**wavin**

# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



**wavin**

Tec Institute

AMANCO  
**wavin**

PAVCO  
**wavin**

Bidim  
**wavin**



**PROCESO DE CONSTRUCCIÓN**

# TOMA DE ENSAYOS











**70.000 m<sup>2</sup>**

**Geotextil Tejido  
Geomalla Biaxial  
Geocelda H=15cm**



**wavin**

**Tec** Institute

**AMANCO**  
**wavin**

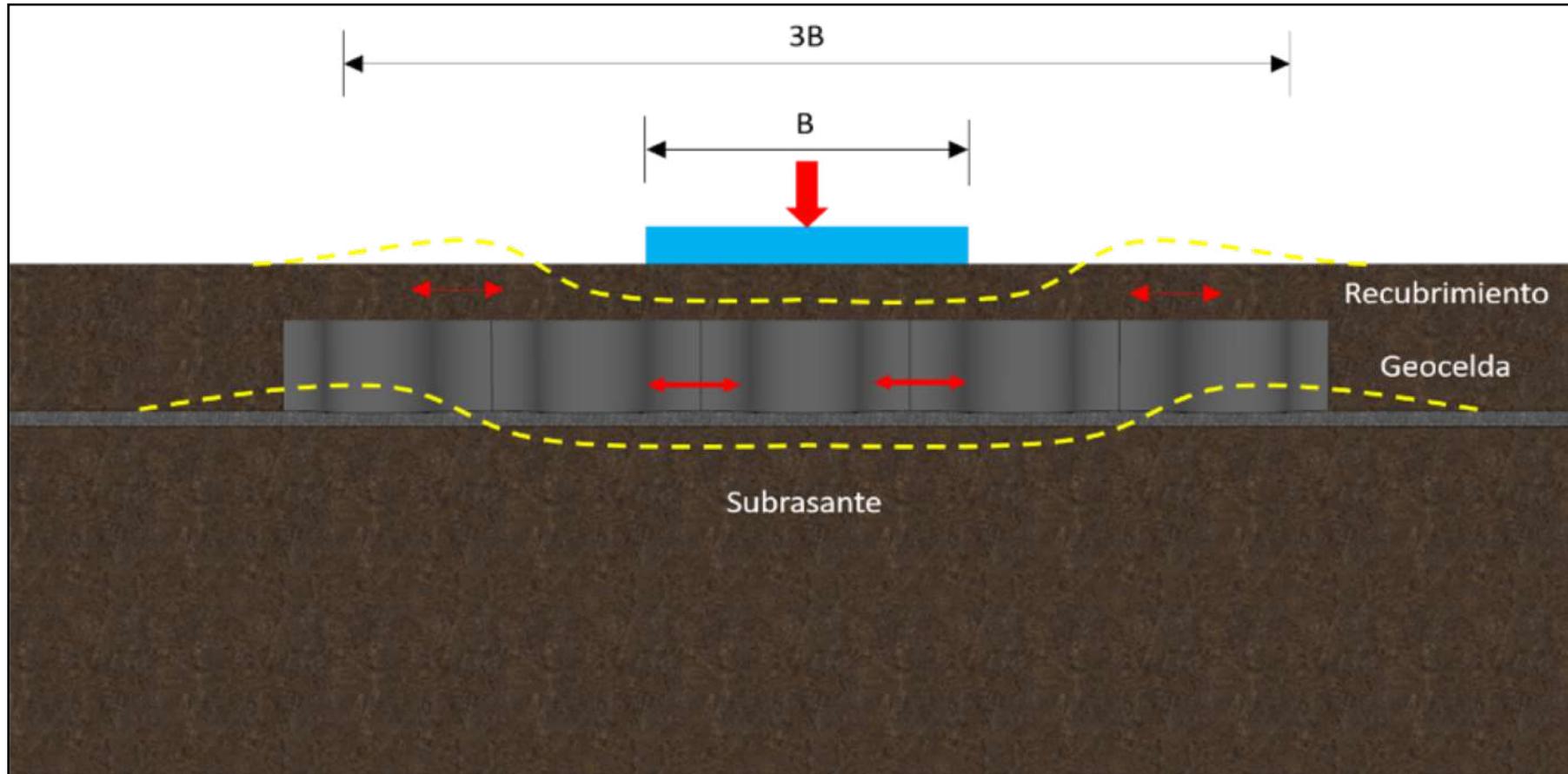
**PAVCO**  
**wavin**

**Bidim**  
**wavin**

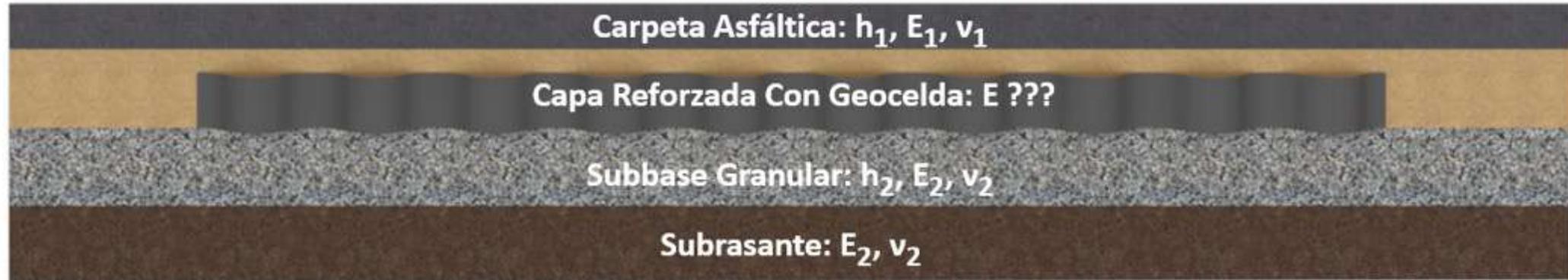
# REFUERZO CON GEOCELDA



# Distribución de esfuerzos



# METODOLOGIA DE DISEÑO



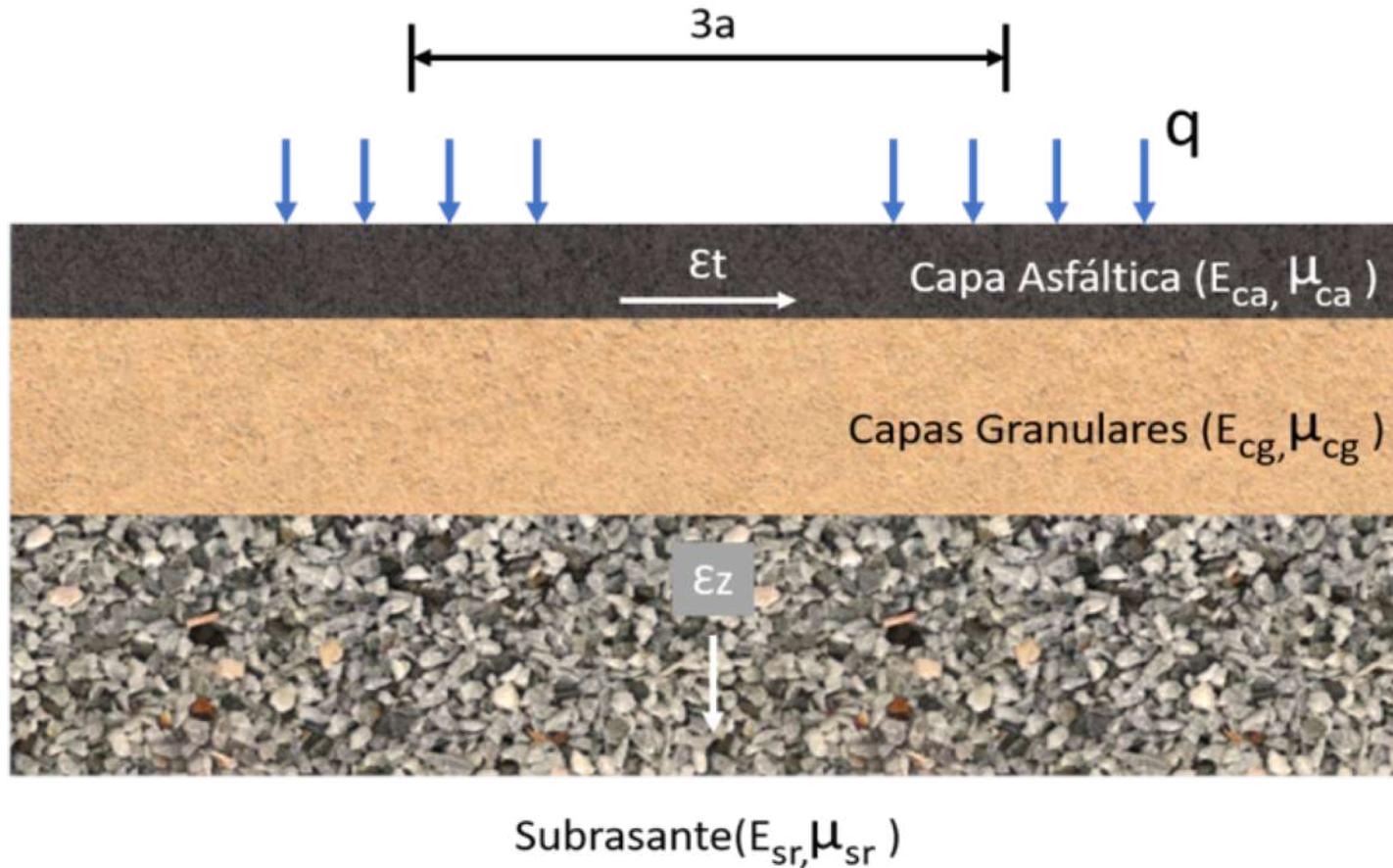
$$LMR = \frac{E_{Re\ forzado}}{E_{Sin-refuerzo}}$$

LMR (Layer Modulus Ratio)

Tabla 7.1 Valores típicos del LMR

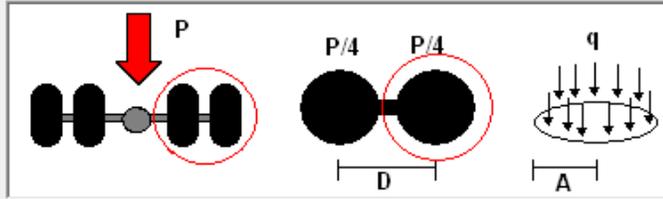
MÓDULO CAPA DE SOPORTE (Mpa)	MÓDULO MATERIAL DE LLENO (Mpa)				
	80	100	150	200	300
30	3,0	2,6	2,0	1,5	1,2
50	3,2	2,8	2,2	1,8	1,3
100	3,5	3,0	2,4	1,9	1,4
200	3,8	3,2	2,6	2,1	1,6
300	4,0	3,4	2,8	2,3	1,8

# METODOLOGIA DE DISEÑO



# CALCULO MECANICISTA,

Geometría del semieje de carga sobre el pavimento



Modelo	P(ton.)	A (cm)	D (cm)	q (kgf/cm <sup>2</sup> )
<input checked="" type="radio"/> MOPT UNICAUCA	8.200	10.8	32.4	5.594
<input type="radio"/> ASPHALT INSTITUTE	8.164	11.5	34.5	4.912
<input type="radio"/> SHELL OIL	8.156	10.5	31.5	5.887
<input type="radio"/> GUÍA FRANCESA 1994	13.26	12.5	37.5	6.752
<input type="radio"/> RUEDA SENCILLA	8.200	15.0	0.00	5.800
<input type="radio"/> Definido por el usuario	8.200	10.8	32.4	5.594

Para una rueda sencilla emplee D = 0.0 cm.

El programa calcula la presión de contacto.

Sistema de carga		Posición del valor máximo para una carga		Gráficos de respuesta	
Radio de las ruedas (cm)	10.80	A Bajo una rueda simple B Bajo una de las ruedas de la carga C Al centro de la carga		<input type="button" value="Gráficos de respuesta"/>	
Distancia entre los centros de las ruedas (cm)	32.40			<input type="button" value="Exportar resultados a Excel (csv)"/>	
Presión de contacto de las ruedas (kg/cm <sup>2</sup> )	5.594				

Respuestas estructurales en las interfases y evaluación del comportamiento por fatiga y ahuellamiento.											
Número de capas:		4									
No.	E (kgf/cm <sup>2</sup> )	ν	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm <sup>2</sup> )		Sigma Z (kgf/cm <sup>2</sup> )		Tracción (fatiga)		Compresión	
								Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)
1	1.530E+04	0.35	0.00	8.341E+00	B	5.598E+00	A	245.0	B	-140.0	C
	Continua		17.00	-3.814E+00	B	1.244E+00	B	-209.0	B	237.0	B
2	2.651E+03	0.40	17.00	-8.994E-03	C	1.244E+00	B	-209.0	B	450.0	B
	Continua		42.00	-4.670E-01	C	3.559E-01	C	-170.0	C	265.0	C
3	1.265E+03	0.40	42.00	-9.891E-02	C	3.559E-01	C	-170.0	C	333.0	C
	Continua		72.00	-2.192E-01	C	1.285E-01	C	-148.0	C	236.0	C
4	4.007E+02	0.45	72.00	-4.058E-04	C	1.285E-01	C	-148.0	C	316.0	C

Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm)	54.19
Radio de curvatura (m)	225.18
Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100)	12202.0

# SOLICITUDES DE PAVIMENTO

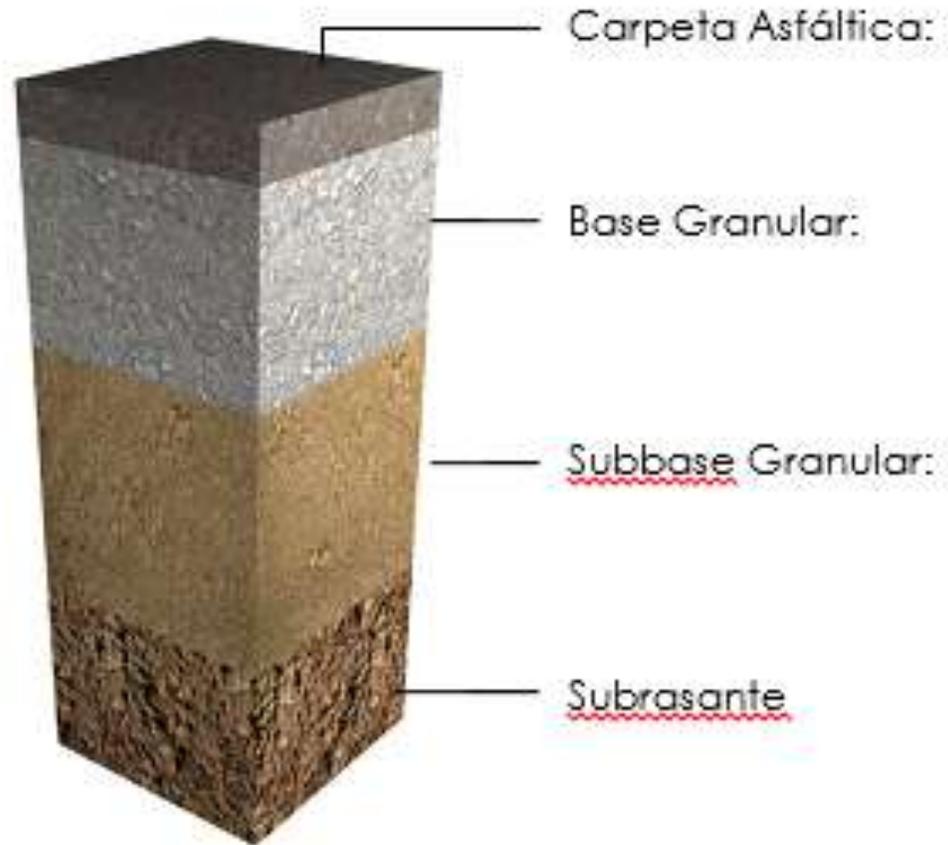
## Fatiga por la ecuación de la Shell

$$\varepsilon_t = (0.856V_b + 1.08) \times S^{-0.36} \times N^{-0.20}$$

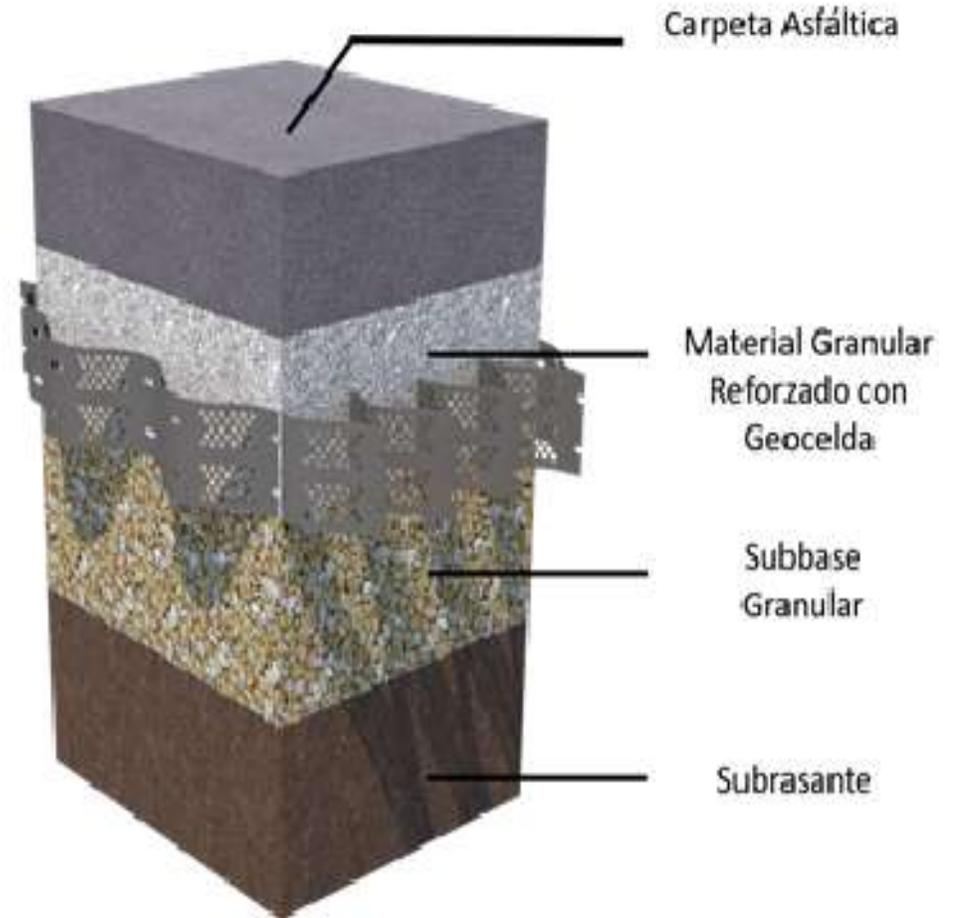
## Ahuellamiento por la ecuación de Shell con la confiabilidad del 95%

$$\varepsilon_z = 1.79E^{-2} \times N^{-0.25}$$

## Estructura sin Refuerzo



## Estructura Reforzada



# AUTOVIA NEIVA – GIRARDOT UF 3 – Sector Natagaima

## Extensión Geotextil

wavin

Tec Institute

AMANCO  
wavin

PAVCO  
wavin

Bidim  
wavin



# Geocelda de Refuerzo



# Descargue del Material



**wavin**

Tec Institute

AMANCO  
**wavin**

PAVCO  
**wavin**

*Bidim*  
**wavin**



# Llaves Conectoras



# Extensión y Nivelación del Material



# Compactación



# Extensión del Asfalto



# Carpeta Asfáltica





**wavin**

**Tec** Institute

**AMANCO**  
**wavin**

**PAVCO**  
**wavin**

**Bidim**  
**wavin**

# NORMATIVIDAD GRI ESTÁNDAR GS 15\*



**Table 1 –Geocells Made From High Density Polyethylene Strips**

Test Properties	Test Method	Test Value (S.I. Units)	Testing Frequency (minimum)	Test Value Standard (US) Units	Testing Frequency (minimum)
Wall Thickness Nominal – 10%)	GRI-GS14	1.25 mm	per bundle	50 mils	per bundle
Density (min. ave.)	ASTM D 1505/D 792	0.940 g/cc	90,000 kg	0.940 g/cc	200,000 lb
Seam Efficiency (min. ave.)	GRI-GS13	100%	9,000 kg	100%	20,000 lb
Tensile Properties (min. ave.) (1) • yield strength • break strength • yield elongation • break elongation	ASTM D 6693 Type IV	18 kN/m 13 kN/m 12% 100%	9,000 kg	105 lb/in. 75 lb/in. 12% 100%	20,000 lb
Tear Resistance (min. ave.)	ASTM D 1004	155 N	20,000 kg	35 lbs	45,000 lb
Puncture Resistance (min. ave.)	ASTM D 4833	330 N	20,000 kg	75 lbs	45,000 lb
Direct Shear Friction Angle (4)	ASTM D5321	30°	20,000 kg	30°	45,000 lb
Carbon Black Content (range) (2)	ASTM D 4218	2-3%	9,000 kg	2-3%	20,000 lb
Carbon Black Dispersion (3)	ASTM D 5596	note (5)	20,000 kg	note (5)	45,000 lb
Oxidative Induction Time (OIT) (min. ave.) (5) (a) Standard OIT — or — (b) High Pressure OIT	ASTM D 3895 ASTM D 5885	100 min. 400 min.	90,000 kg	100 min. 400 min.	200,000 lb
Oven Aging at 85°C (5) (a) Standard OIT (min. ave.) - % retained after 90 days — or — (b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 90 days	ASTM D 5721 ASTM D 3895 ASTM D 5885	55% 80%	per formulation	55% 80%	per formulation
UV Resistance (6) (a) Standard OIT (min. ave.) — or — (b) High Pressure OIT (min. ave.) - % retained after 1600 hrs (8)	ASTM D 7238 ASTM D 3895 ASTM D 5885	N.R. (7) 50%	per formulation	N.R. (7) 50%	per formulation

(1) Machine direction (MD) and cross machine direction (XMD) average values should be on the basis of five test specimens each direction.

Yield elongation is calculated using a gage length of 33 mm

Break elongation is calculated using a gage length of 50 mm

(2) Other methods such as D 1603 (tube furnace) or D 6370 (TGA) are acceptable if an appropriate correlation to D 4218 (muffle furnace) can be established.

(3) Carbon black dispersion (only near spherical agglomerates) for 10 different views:

9 in Categories 1 or 2 and 1 in Category 3

(4) Actual geocell strip against well graded sand (see Section 5.3)

(5) The manufacturer has the option to select either one of the OIT methods listed to evaluate the antioxidant content in the geomembrane.

(6) Test condition: 20 hr. UV cycle at 75°C followed by 4 hr. condensation at 60°C.

(7) Note the high temperature of the Std-OIT test produces an unrealistic result for some of the antioxidants in the UV exposed samples.

(8) UV resistance is based on percent retained value regardless of the original HP-OIT value.

# OTRAS APLICACIONES CON GEOCELDA



# OTRAS APLICACIONES



# Canchas Deportivas





**wavin**

**Tec** Institute

**AMANCO**  
**wavin**

**PAVCO**  
**wavin**

**Bidim**  
**wavin**



**wavin**

**Tec** Institute

**AMANCO**  
**wavin**

**PAVCO**  
**wavin**

**Bidim**  
**wavin**



# Senderos Peatonales y Ciclorutas



# Aplicación en Taludes





**wavin**

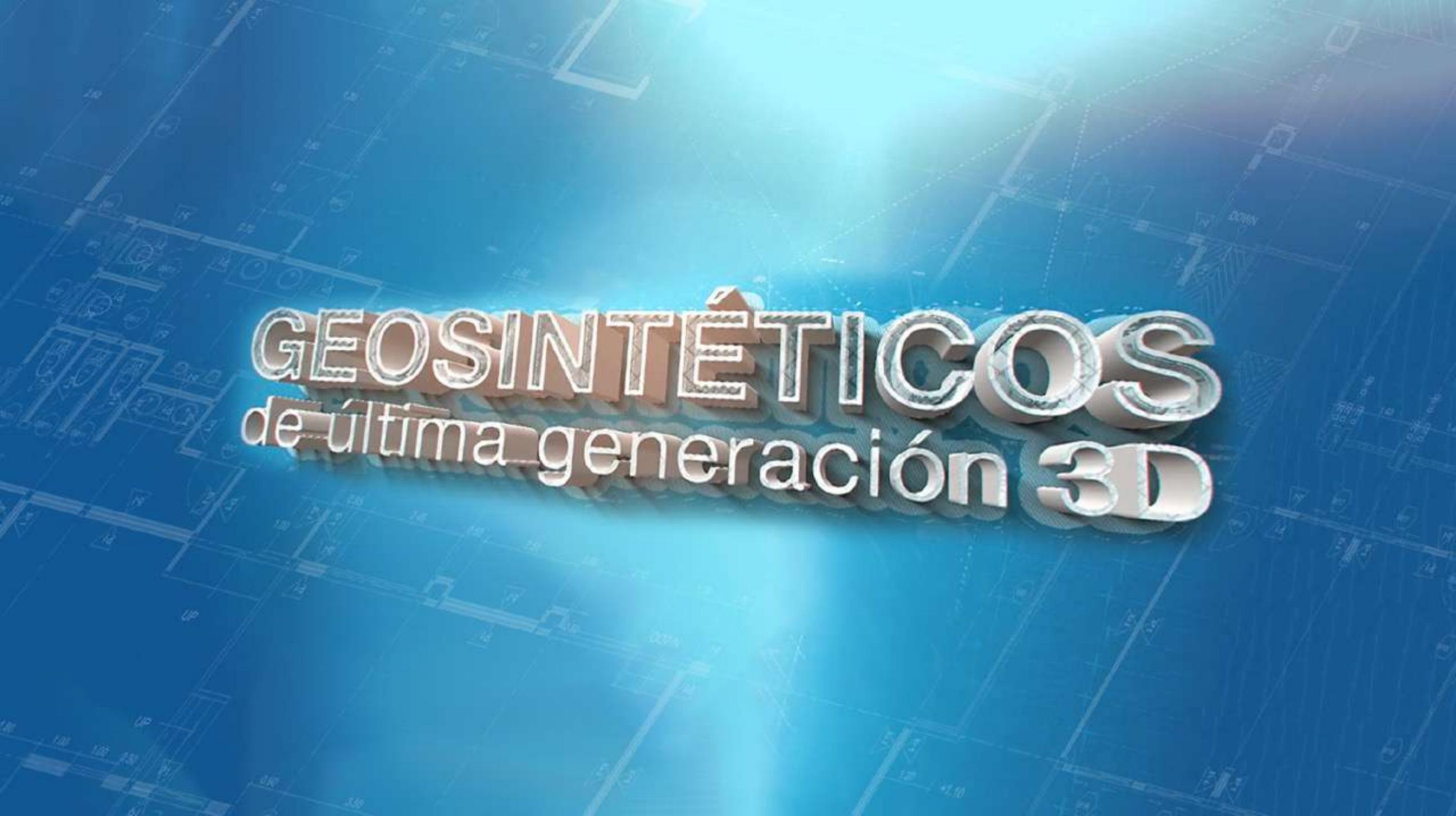
Tec Institute

AMANCO  
**wavin**

PAVCO  
**wavin**

**Bidim**  
**wavin**



The image features a 3D architectural rendering of geosynthetic materials. The main text, 'GEOSINTÉTICOS', is rendered in large, metallic, embossed letters with a brushed metal texture. Below it, the phrase 'de última generación 3D' is written in a smaller, clean, sans-serif font. The background is a blue-tinted architectural blueprint with various lines, grids, and technical symbols, creating a professional and technical atmosphere. The lighting is soft and focused on the text, giving it a three-dimensional appearance as if it's floating above the blueprint.

**GEOSINTÉTICOS**  
de última generación 3D



# TecDren

**Alta Capacidad Drenante**

# ESPECIFICACIONES

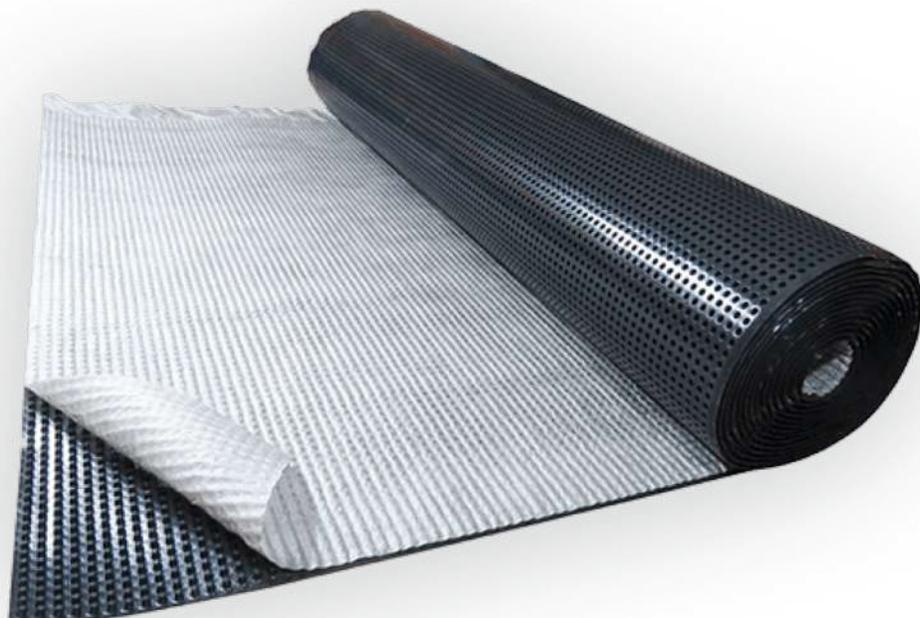
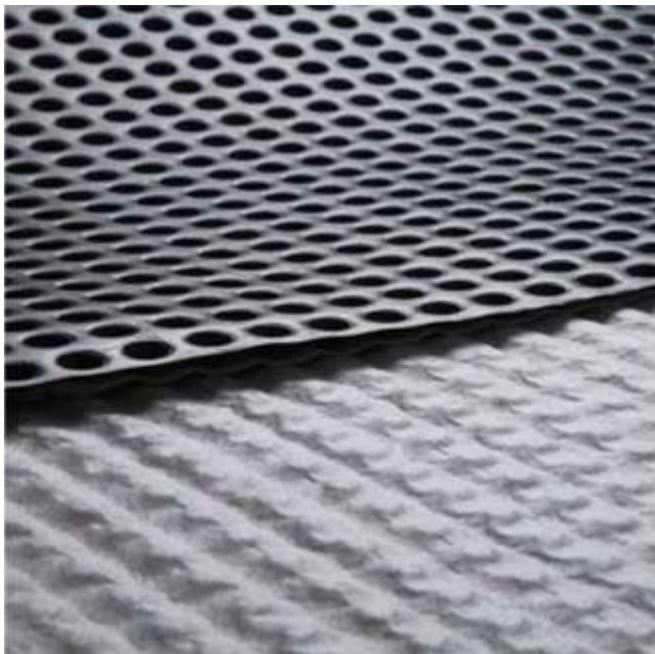


Lámina drenante con alta resistencia a la compresión y a la acción de agentes químicos.

Diseñada para la filtración, captación, conducción y “evacuación” de fluidos de manera segura y continua en aplicaciones verticales y horizontales.

DIMENSIONES DEL ROLLO TecDren			
PROPIEDADES HIDRAÚLICAS	NORMA	UNIDAD	VALOR
Ancho	Medido	m	2.0 ± 1%
Largo	Medido	m	20 ± 1%
Área	Medido	m <sup>2</sup>	40 ± 2%
Peso	Medido	kg	24.5 ± 3%
Espesor: Lámina + Geotextil	Medido	mm	8.45 ± 1%

# ESPECIFICACIONES



- Unión de dos Geocompuestos mediante tratamiento térmico especial:
- Geotextil en polipropileno (Tipo Calandrado):
  - Filtración
  - Retención de partículas del suelo
  - Permitir el paso de fluidos

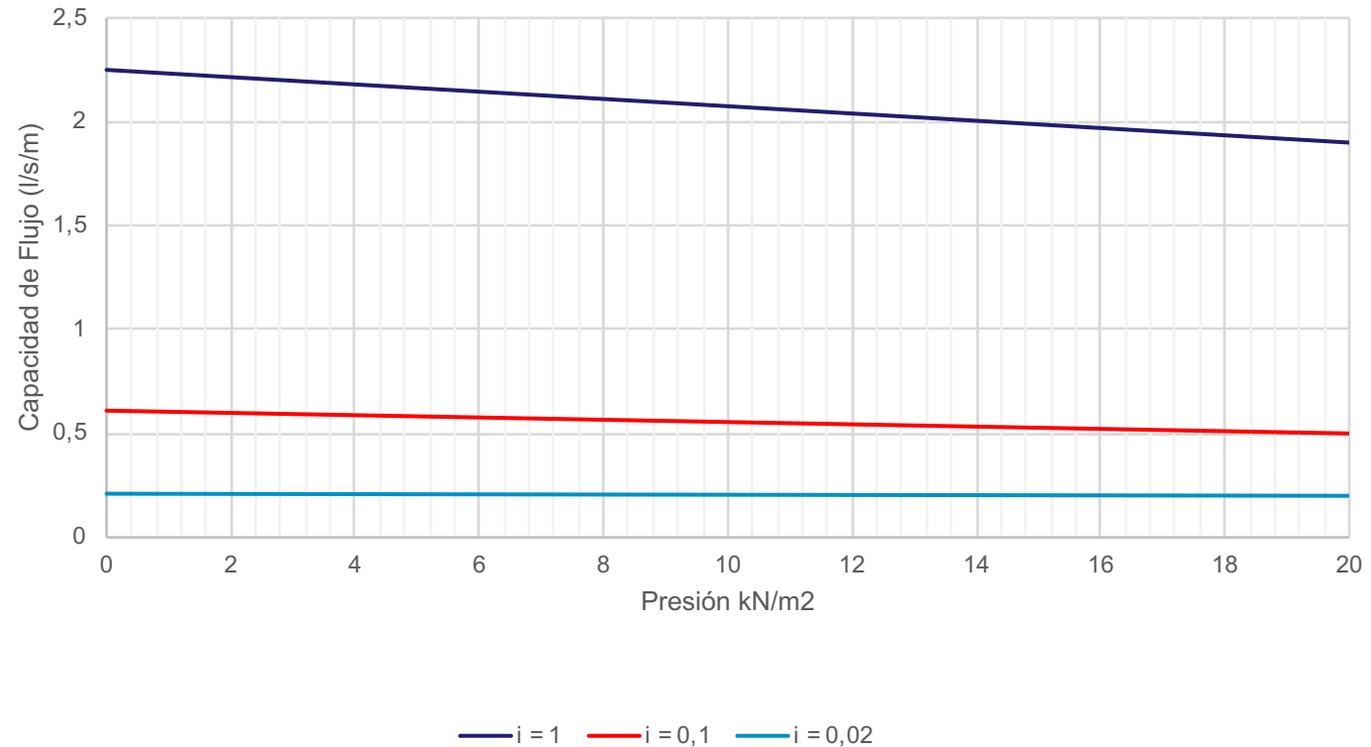
GEOTEXTIL NO TEJIDO DE FILTRO (PP)			
PROPIEDADES HIDRAÚLICAS	NORMA	UNIDAD	VALOR
Tamaño de apertura aparente	ASTM D4751	mm	0.140
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	$70 \times 10^{-3}$
Tasa de flujo	ASTM D4491	l/min/m <sup>2</sup>	6600

# ESPECIFICACIONES

## Capacidad hidráulica

PROPIEDADES HIDRÁULICAS l/s/m TecDren		
GRADIENTE	PRESIÓN	
	0 kN/m <sup>2</sup>	20 kN/m <sup>2</sup>
i=1	2.25	1.9
i=0.1	0.61	0.5
i=0.02	0.21	0.2

TASA DE FLUJO A DIFERNTES GRADIENTES Y PRESIONES



# SISTEMA DE DRENAJE 3D

## EDIFICIO SIGMA

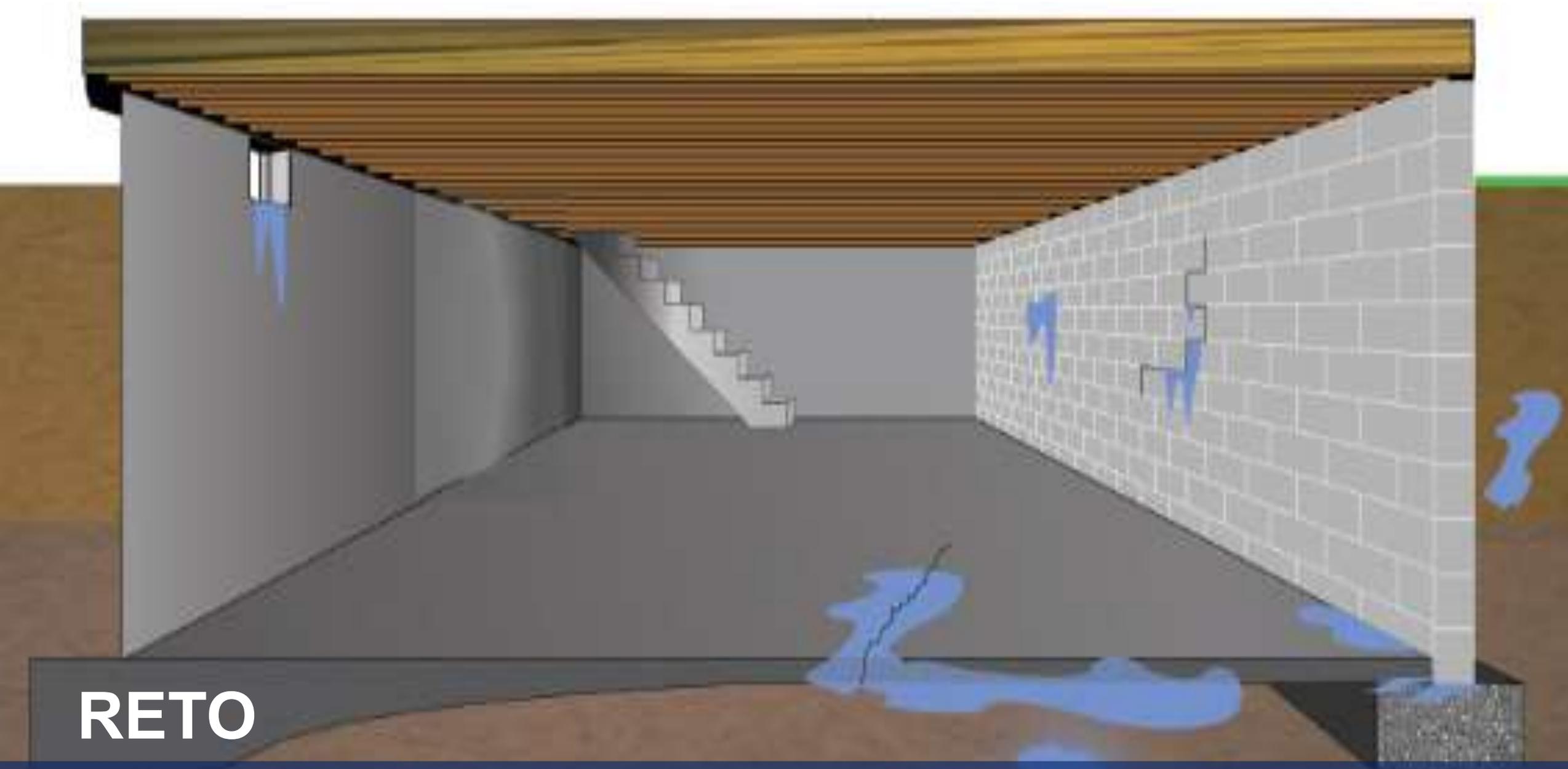
ZUMM JAVI RIATI

# EL RETO



3 4 5

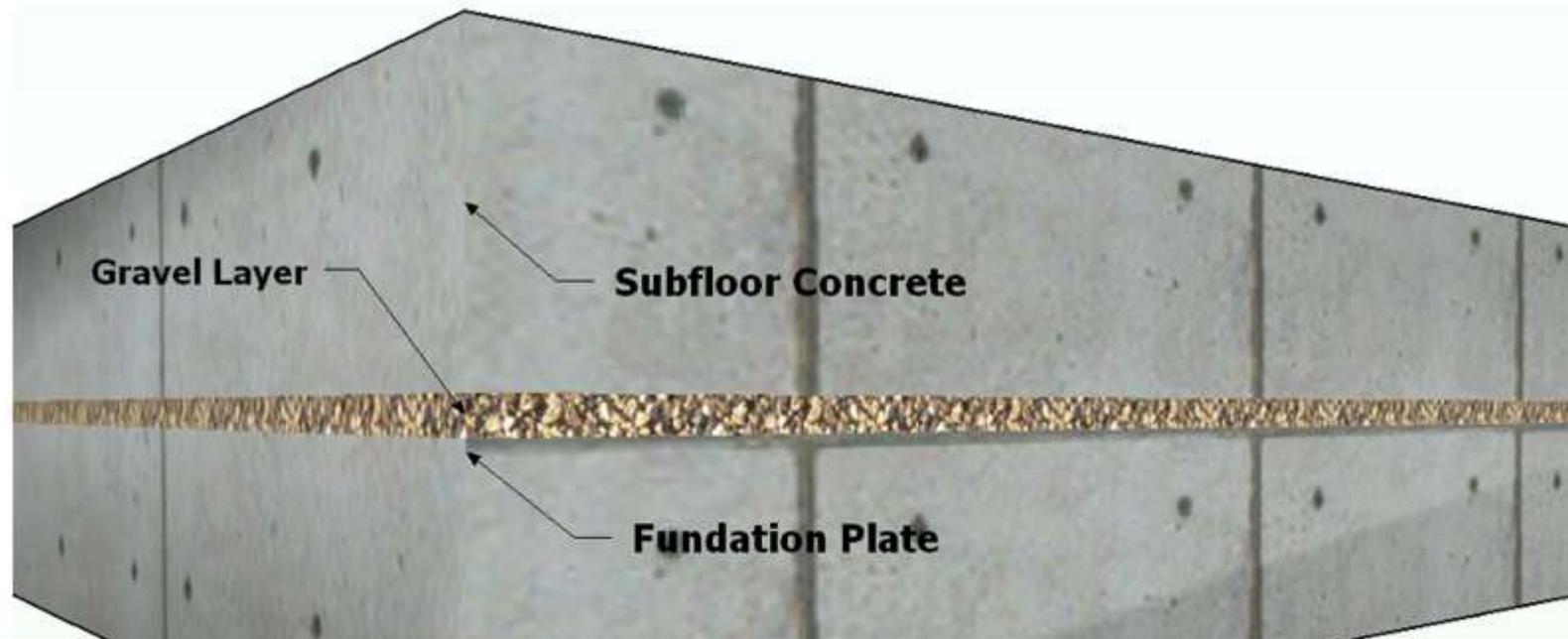




# RETO

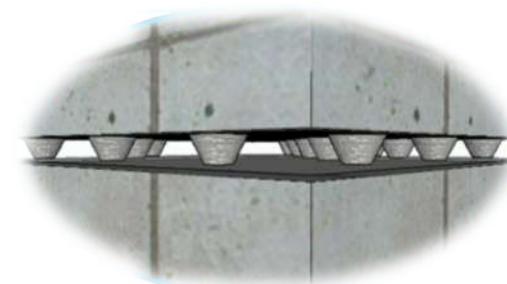
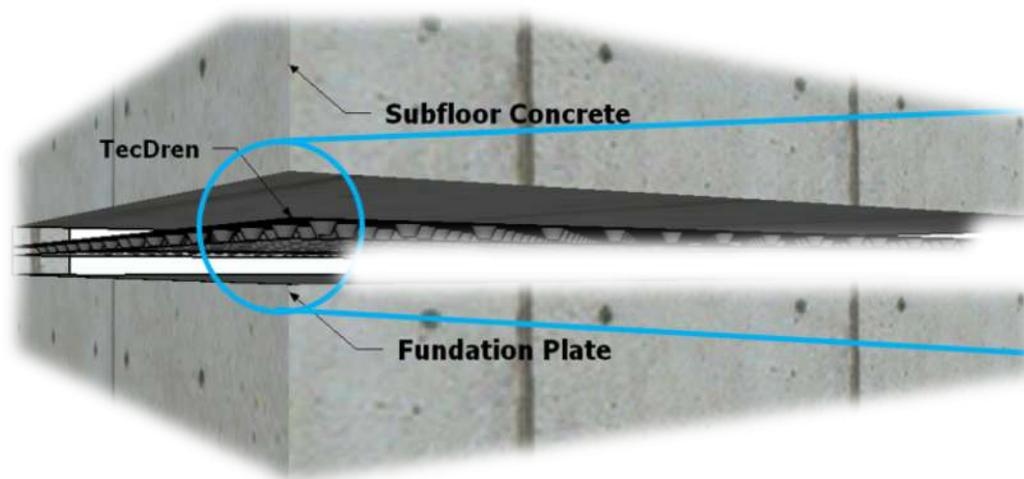


# SOLUCION TRADICIONAL



# TecDren

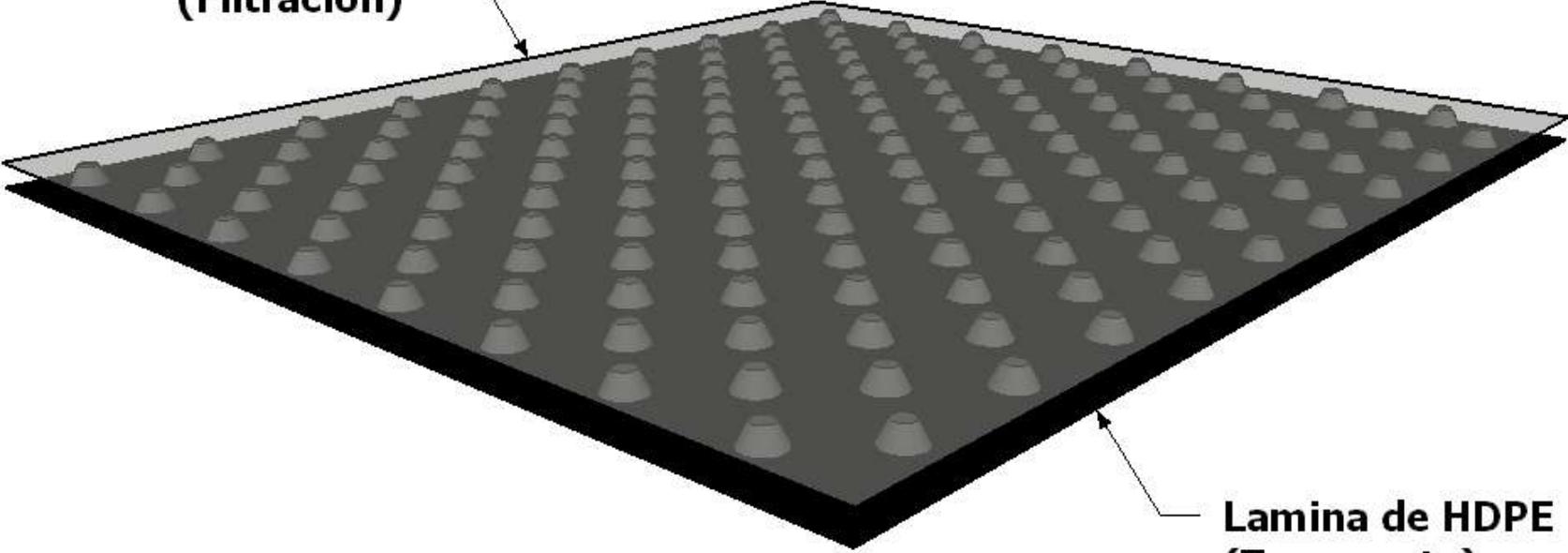
High drainage capacity



# TecDren

High drainage capacity

Geotextil en Polipropileno  
(Filtración)



Lamina de HDPE  
(Transporte)



**30% Costo**

**50% Rápido**

# MENOS IMPACTO AMBIENTAL

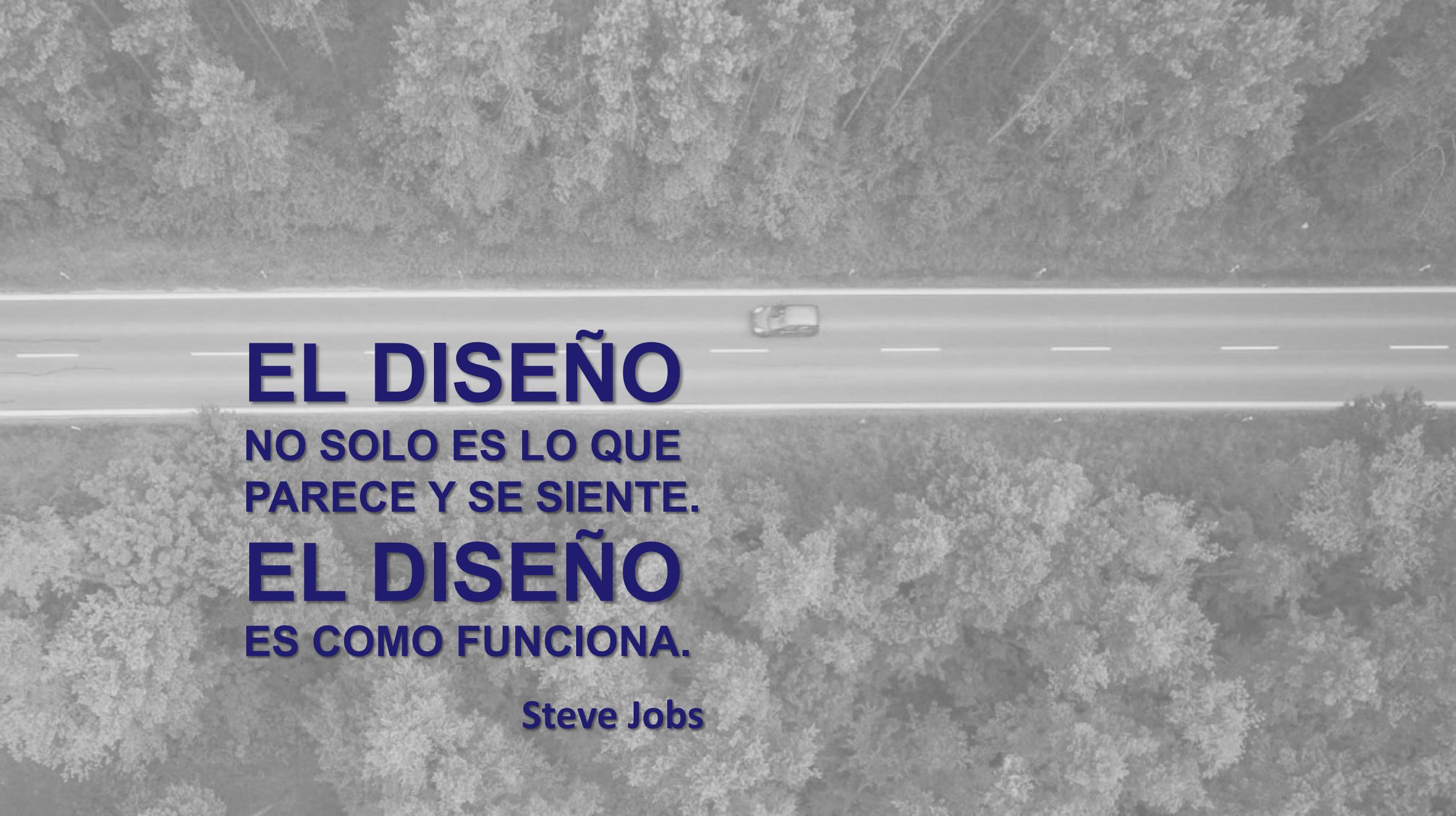




# Proyecto Cancha de Fútbol Normandia





An aerial photograph of a two-lane road with a white dashed center line and solid white edge lines. A single car is visible in the right lane, moving away from the viewer. The road is flanked by dense, lush green trees. The entire image is in grayscale, with the text overlaid in a dark blue color.

**EL DISEÑO**

**NO SOLO ES LO QUE  
PARECE Y SE SIENTE.**

**EL DISEÑO**

**ES COMO FUNCIONA.**

**Steve Jobs**

Soluciones que construyen  
**un mundo mejor**



**wavin**

TecInstitute

CAPACÍTATE PARA INNOVAR  
**GEOTRAINING**

Ya puedes **descargar las presentaciones**  
de nuestros últimos Geotraining en:

**Amanco:** [www.amancowavingeosinteticos.com](http://www.amancowavingeosinteticos.com)

**Pavco:** [www.pavcowavingeosinteticos.com](http://www.pavcowavingeosinteticos.com)

**Bidim:** Canal de Youtube/ Wavin Geosynthetics

Presentes en toda Latinoamérica





[Carolina.ibanez@wavin.com](mailto:Carolina.ibanez@wavin.com)



Gracias

