

JORNADA TÉCNICA ARLITA – COLEGIO I.C.C.P. - 2017

RELLENOS NO CONVENCIONALES Y LIGEROS

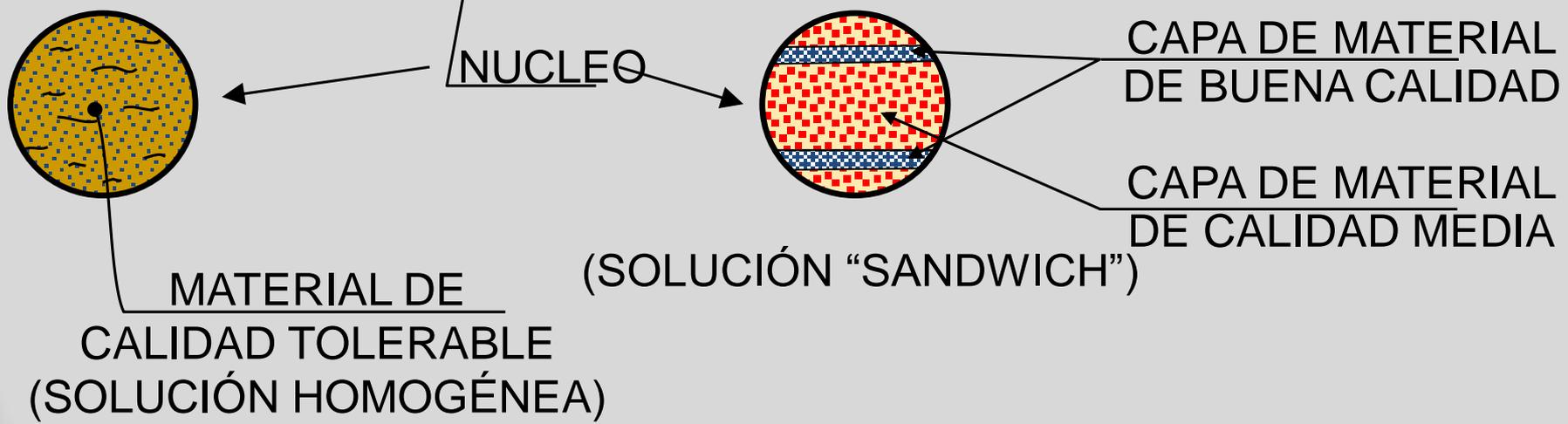
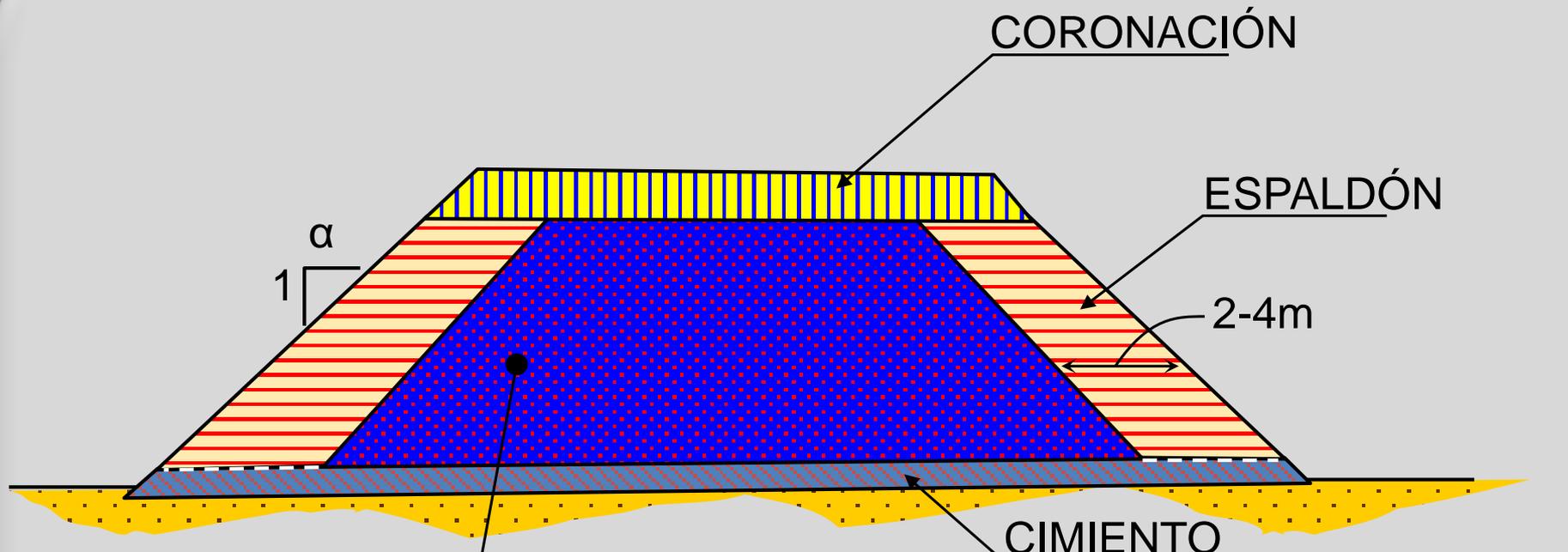
CARLOS OTEO MAZO
CATEDRÁTICO DE INGENIERÍA DEL TERRENO

□ GEOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

- PARTE DE LA GEOTECNIA DEDICADA AL APROVECHAMIENTO DE TODOS LOS MATERIALES Y DE SU REPERCUSIÓN EN EL M.A.
- ELIMINAR ESCOMBRERAS O DE HACERLAS VIABLES
- MATERIALES MARGINALES
- RELLENOS POCA SOBRECARGA

☐ EN ESTA CONFERENCIA

- ◉ CENIZAS VOLANTES
- ◉ ESCORIAS
- ◉ ESTÉRILES DE CARBÓN
- ◉ ESTÉRILES DE PIZARRA
- ◉ RESTOS DE DEMOLICIÓN
- ◉ VERTEDEROS
- ◉ ARCILLA CON CAL
- ◉ E. P. S.
- ◉ ARLITA ...



● CENIZAS VOLANTES

- SUBPRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN EN C. TÉRMICAS

- ESFERAS HUECAS O NO

- $SiO_2 = 50 - 18\%$ $Al_2O_3 = 30 - 12\%$

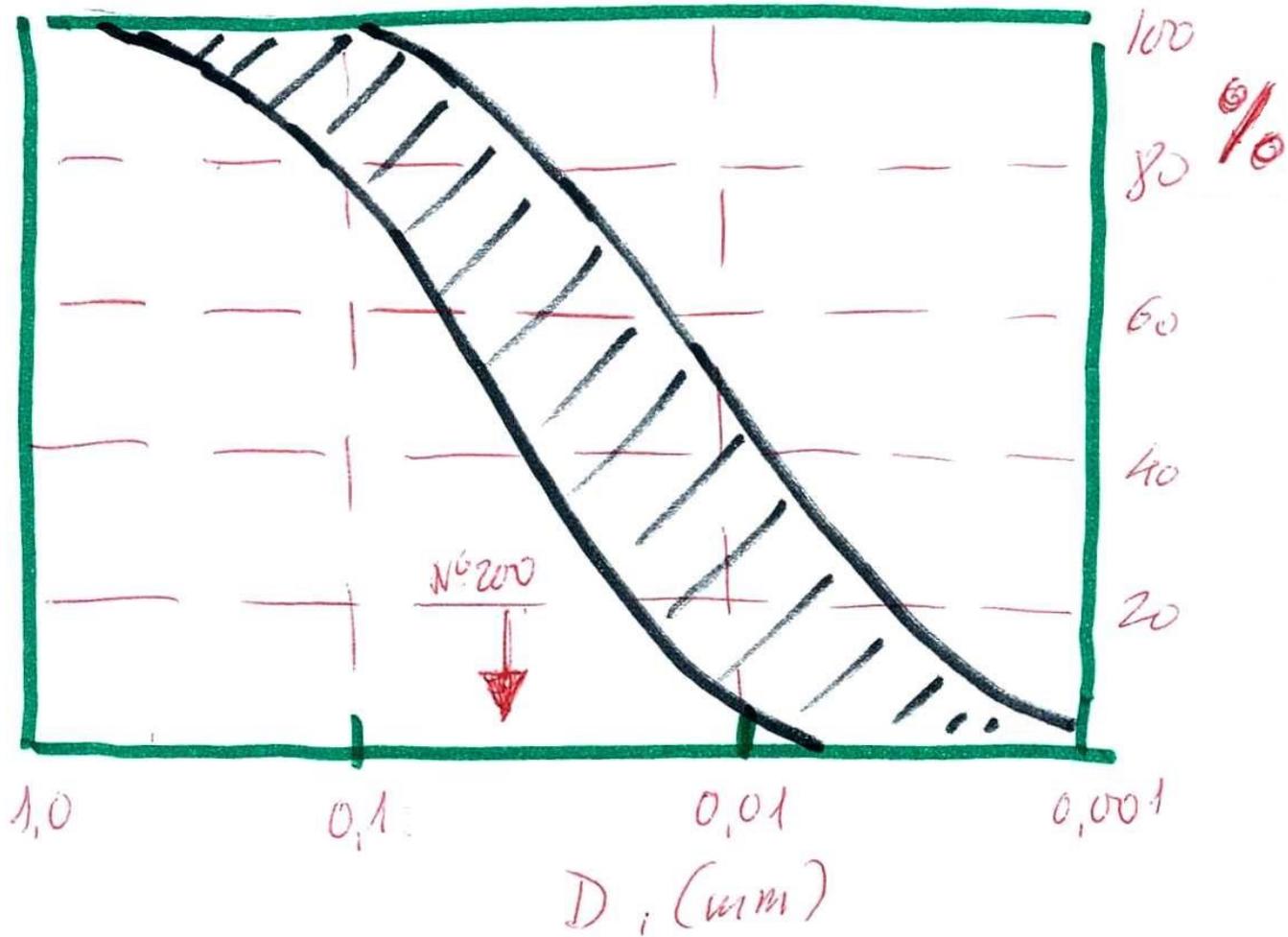
$Fe_2O_3 = 7\%$; $CaO = 2,5 - 45\%$

- DENSIDAD: 12-14 KN/m³

- HUMEDAD: 10-20%

- $C = 35 - 100$ KN/m²; $\varphi = 44 - 30^\circ$

$\gamma_{dopt} \approx 1440 \text{ KN/m}^3$ $w_{opt} = 15-25\%$



GRANULOMETRÍA CENTRAS VOLANTES

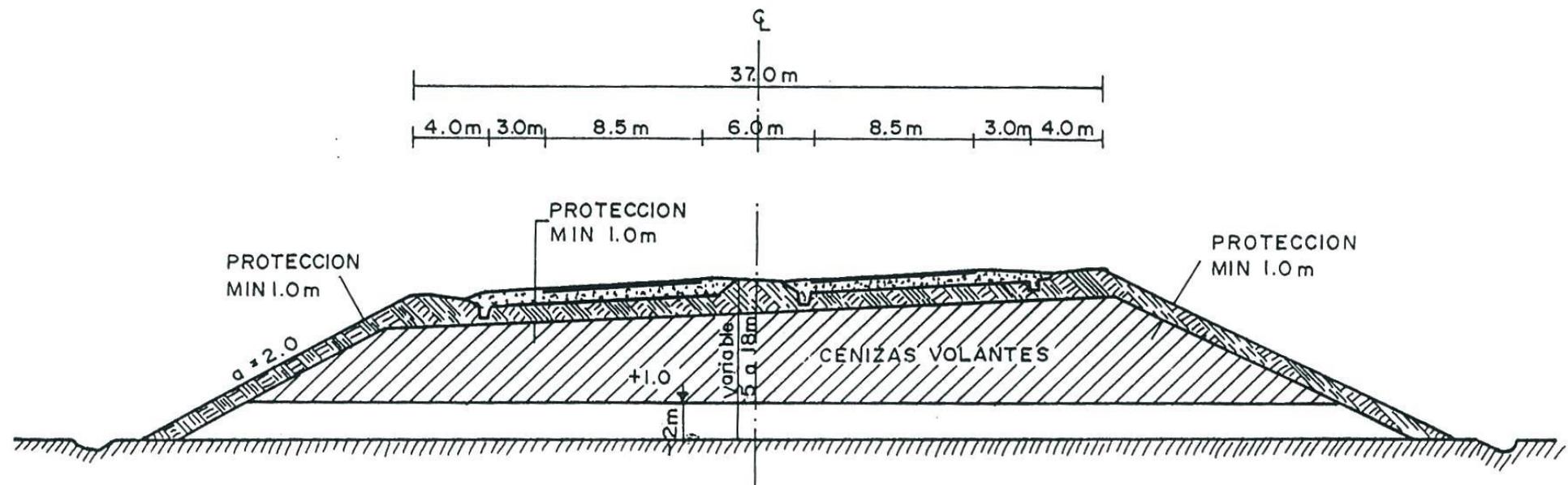
● COMPACTACIÓN

- RODILLOS VIBRATORIOS (4-6 PASADAS)
- TONGADAS=30-40 cm
- MÓDULO $E_{v2} = 55-65$ Mpa
- $K = E_{v2}/E_{v1} = 2,5-3,5$
- PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO Y
CONTRA ARRASTRES (CONTAMINACIÓN)



**Industria
Cenizas Volantes Central termica de Anllares Leon**

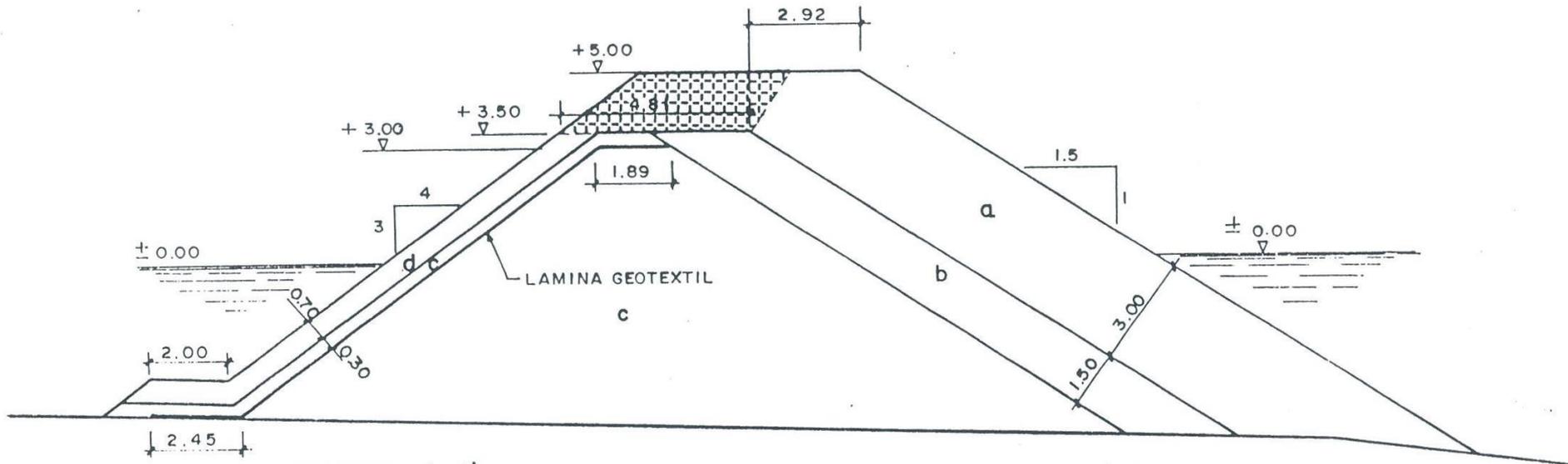




-  CENIZAS VOLANTES COMPACTADAS
-  SUB BASE $d_{50} = 0.2 \text{ mm}$
-  HORMIGON ASFALTICO
-  PROTECCION DE GRAVA
-  ARENA
-  TERRENO NATURAL

❑ SOLUCIÓN EN EL MAR





SECCION A-A'

- a = ESCOLLERA DE 2.5-3 TM
- b = ESCOLLERA DE 250-300 Kg
- c = TODO -UNO DE CANTERA
- d = MATERIAL SELECCIONADO

 SE REALIZA DESPUES DEL PRIMER RETACADO DE CENIZAS

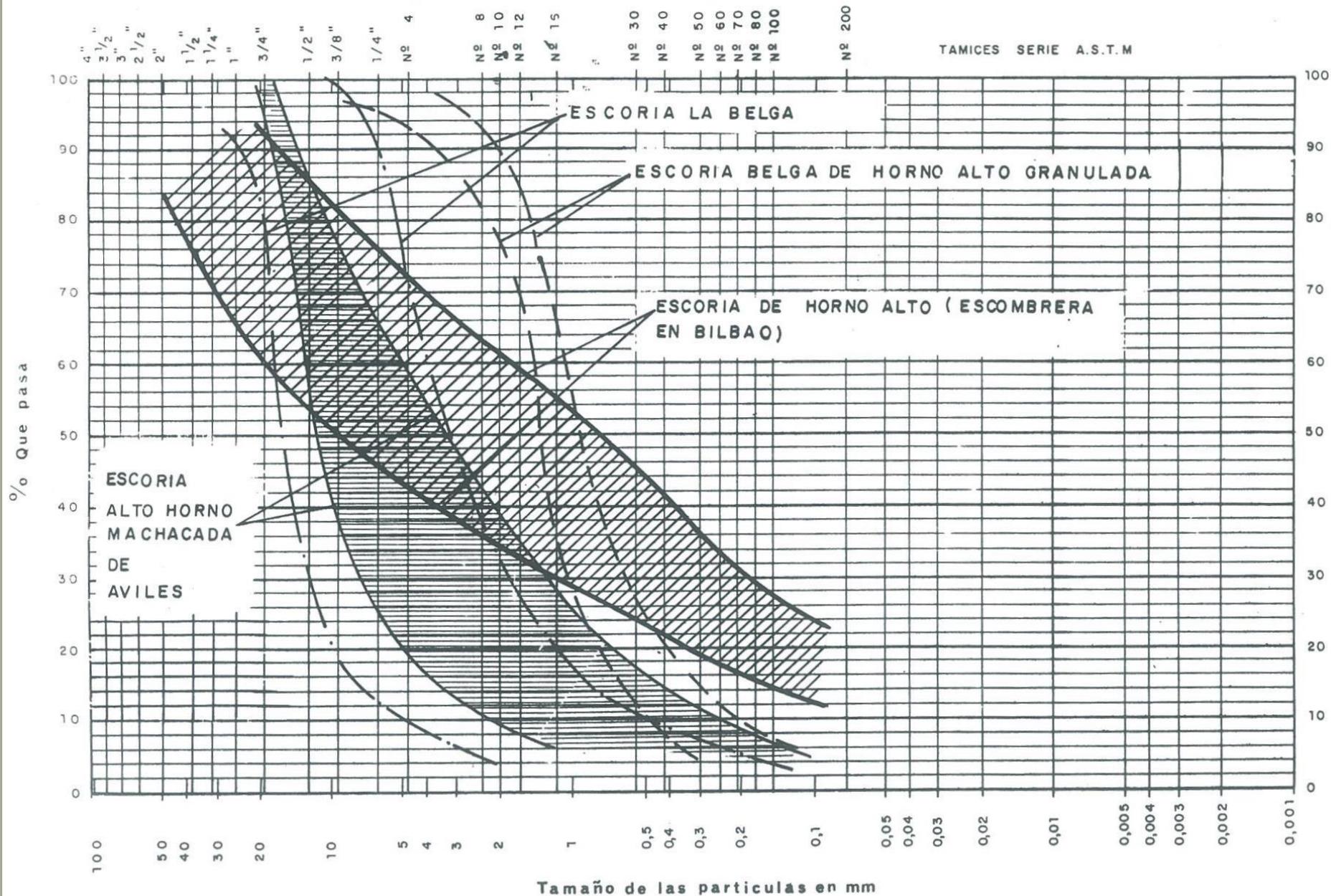
❑ ESCORIAS DE ALTO HORNO

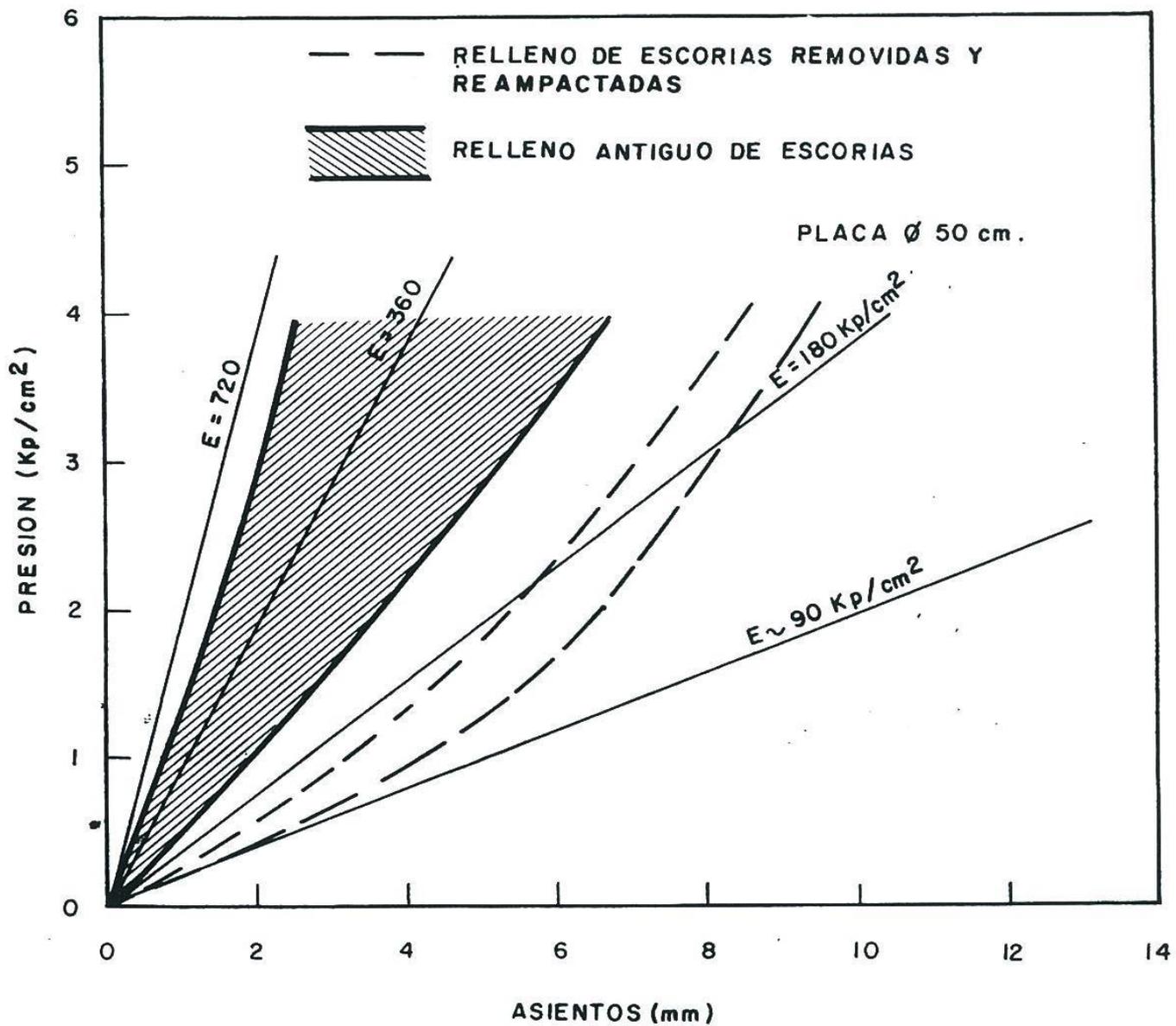


□ COMPOSICIÓN

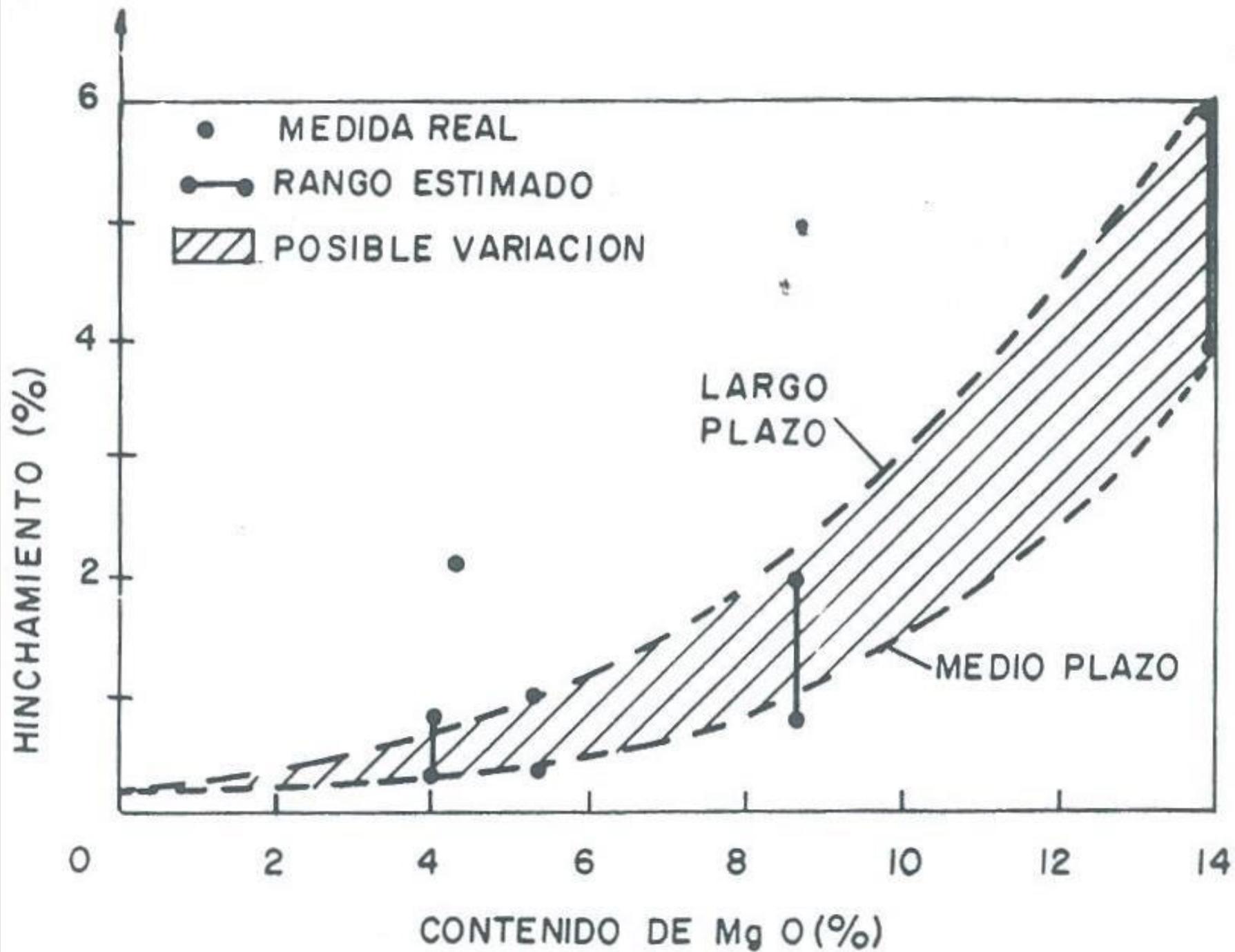
- $\text{SiO}_2 \rightarrow 35-60\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 1-12\%$
 $\text{FeO} \rightarrow 18-1\%$; $\text{CaO} \rightarrow 37-45\%$; $\text{MgO} \rightarrow 2-10\%$
- GRANULOMETRÍA GRAVAS ARENOSAS O DE ARENAS GRUESAS (% FINOS: 5-25%)
- NO SON PLÁSTICAS
- ENSAYOS COMPACTACIÓN \rightarrow CURVAS PLANAS (GOLPEO FRACCIONA PARTICULAS), CON POCAS INFLUENCIA HUMEDAD; $\gamma_{\text{dop}} 17,5-1,90 \text{ KN/m}^3$
- ELEVADO ROZAMIENTO (L.A. $\rightarrow 15-20$)

DIVERSOS TIPOS DE ESCORIAS





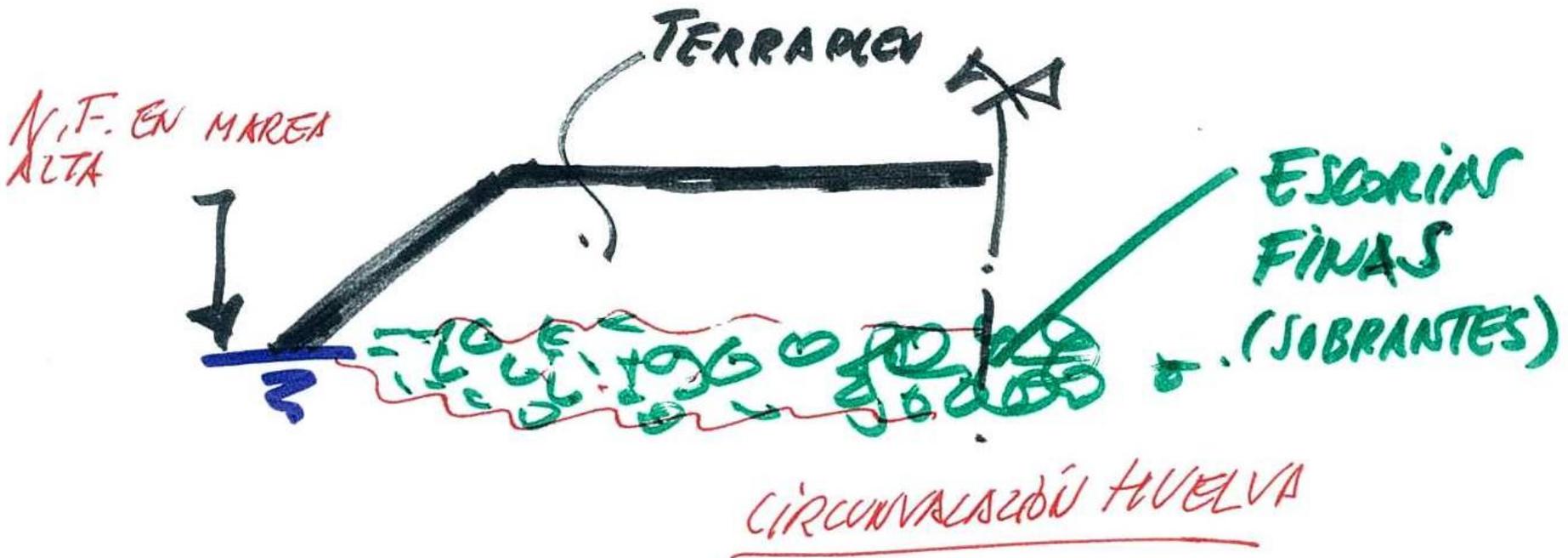
ENSAYOS DE CARGA SOBRE ESCORIAS REALIZADOS POR EL LAB. GEOTECNIA





**ESCORIAS NEGRAS SALIENDO DE LA TRITURADORA
(M. MORATA 2016 R.O.P.)**

- RELLENOS GRANULARES
- FIRMES
- HORMIGÓN
- CIMENTACIÓN TERRAPLENES
- CAPAS DE SUBBALASTO Y DEFORMA



● ESTÉRILES DE CARBÓN

- SUBPRODUCTO DEL LAVADO PARA OBTENER CARBÓN
- COMPOSICIÓN
- ROJOS
- NEGROS
- TERRAPLENES
- FIRMES
- TIERRA ARMADA
- BUENA COMPACT. (AGUA Y R.P.C.)

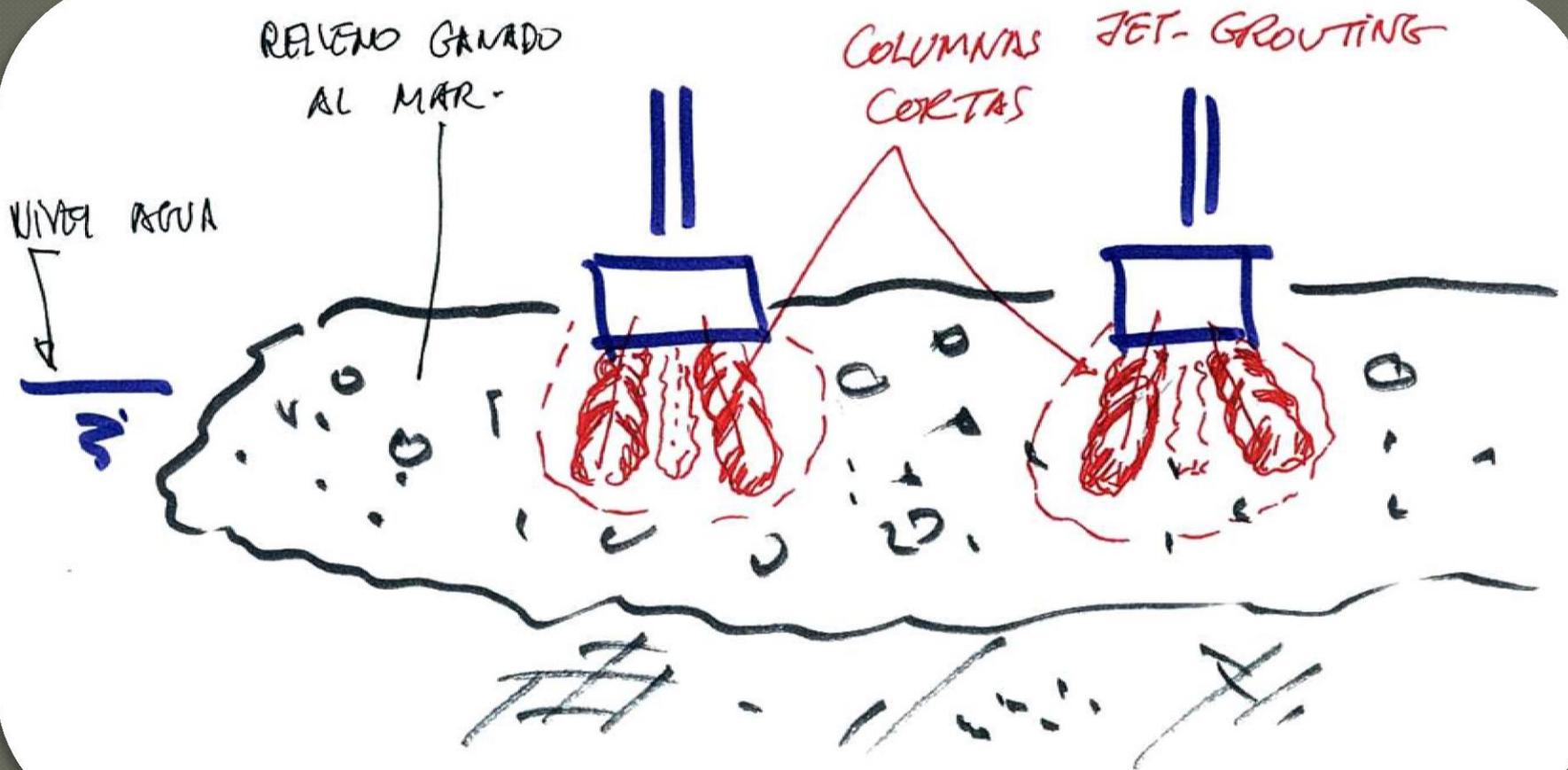
○ RESTOS DE DEMOLICIÓN

- ELIMINACIÓN PLÁSTICOS Y M.O.
- EL RESTO PUEDE HASTA UN MATERIAL SELECCIONADO
- M-45 II. SE APROVECHO UN VERTEDERO TAMIZANDO
- RELLENOS EN EL MAR (RESTOS DE MONTJUIC EN EL PUERTO DE BARCELONA)





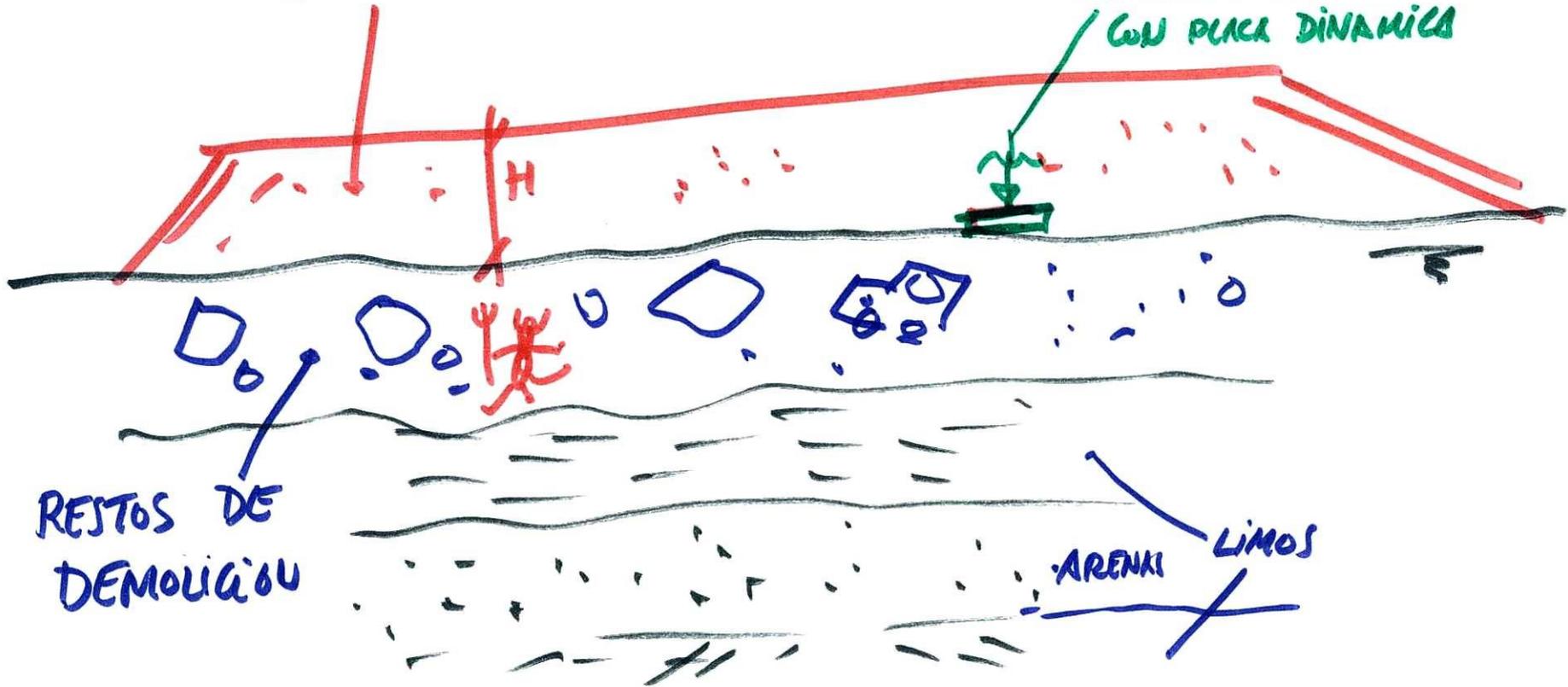
□ CIMENTACIÓN NAVES SOBRE RELLENOS GANADOS AL MAR



$S = 8 \text{ t/m}^2 \rightarrow H \approx 4.0 \text{ m}$

PRECARGA

POSTERIOR CONTROL
CON PLACA DINAMICA



RESTOS DE
DEMOLICION

ARENAS / LIMOS

PUERTO BARCELONA





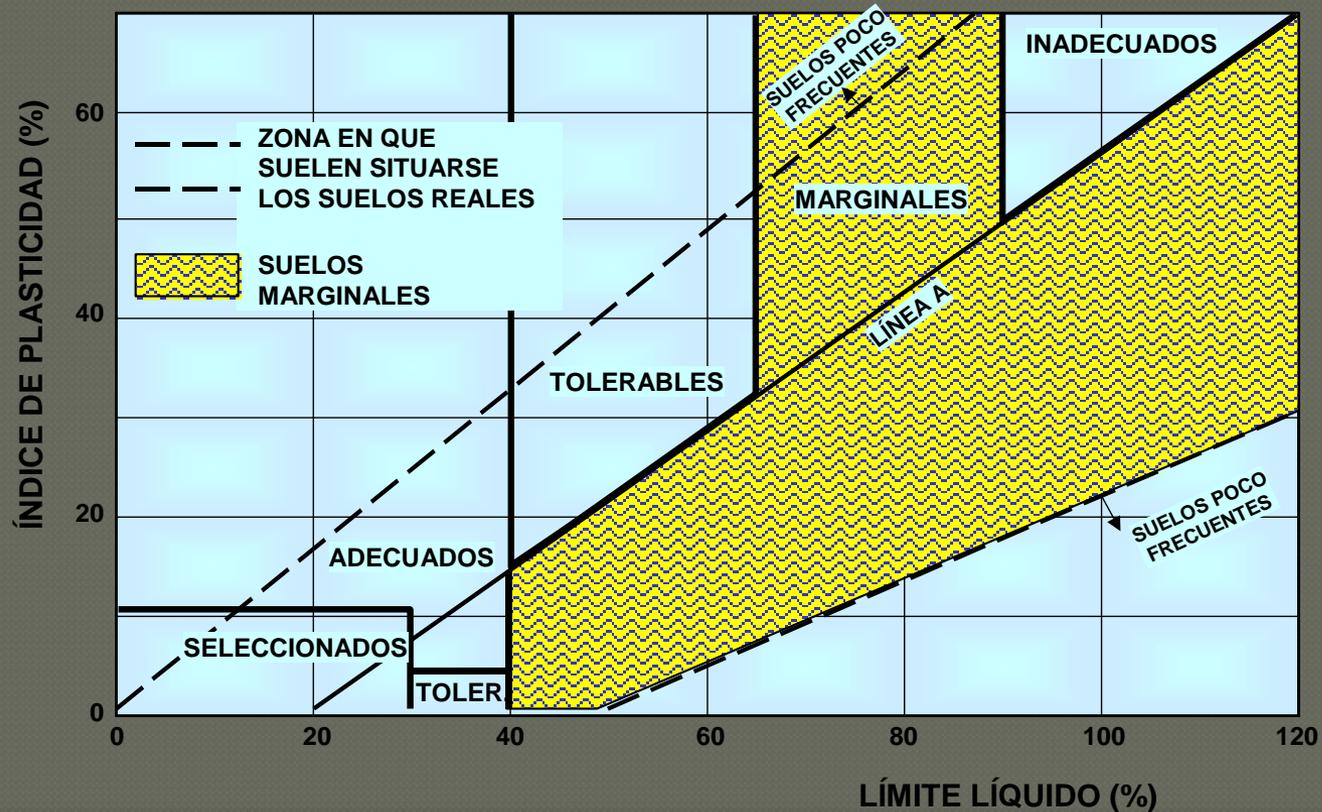


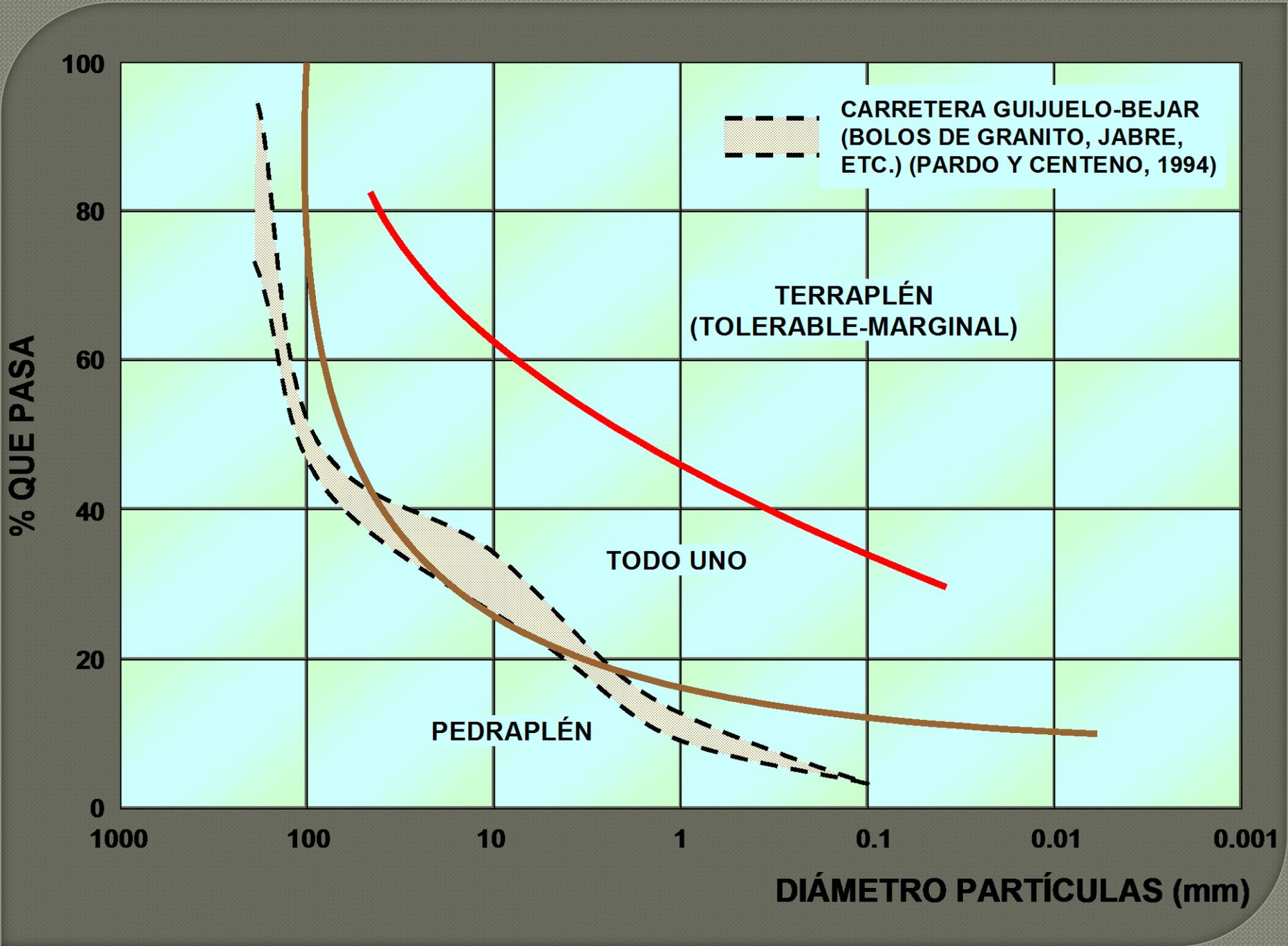




● MATERIALES MARGINALES

- ENTRE TOLERABLES E INADECUADOS (PLASTICIDAD).
- M.O. < 5%
- HINCHAMIENTO < 5%
- PROBLEMAS DE CURVA GRANULOMÉTRICA.





CARRETERA GUIJUELO-BEJAR
(BOLOS DE GRANITO, JABRE,
ETC.) (PARDO Y CENTENO, 1994)

TERRAPLÉN
(TOLERABLE-MARGINAL)

TODO UNO

PEDRAPLÉN

% QUE PASA

DIÁMETRO PARTÍCULAS (mm)

◉ USO M.M. →

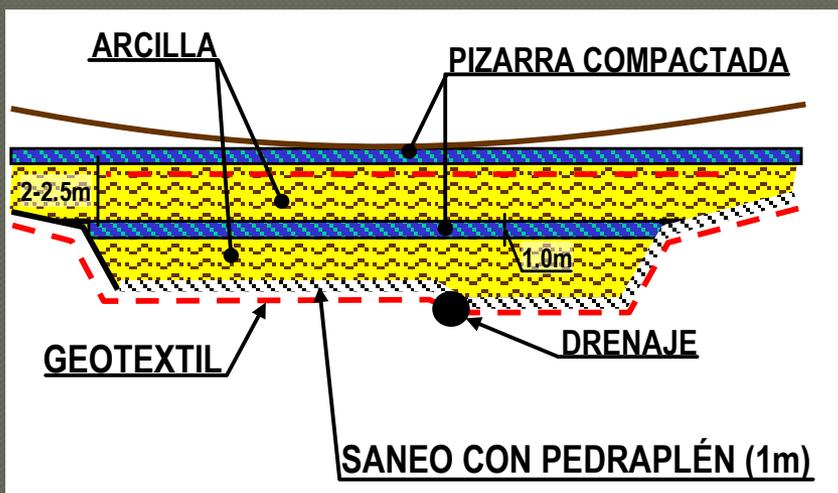
- PROPIEDADES QUE CONFIEREN CARÁCTER MARGINAL.
- INFLUENCIA DICHAS PROPS. EN EL USO DEL M.M.
- ESTUDIO DETALLADO DE RESIST. Y DEFORMAB., CON EL TIEMPO
- DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS Y PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA PUESTA EN OBRA.
- COMPROBACIÓN EVOLUCIÓN PROPIEDADES.
- ¿ENSAYOS LABORATORIO? → O.K. PERO CONSERVADORES EN EL CASO DE REFUERZO.

¿ENSAYOS CAMPOS O K PROBLEMAS DE

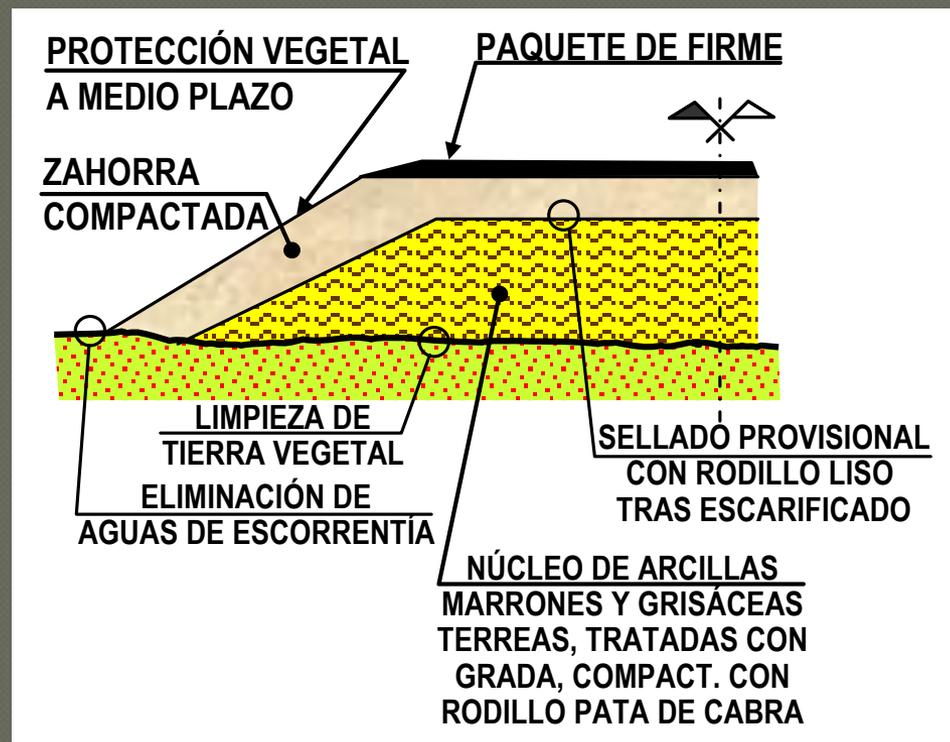
◉ ENSAYOS DE CAMPO

- BANDAS DE ENSAYO
 - HUMEDAD INICIAL.
 - DESMENUZAMIENTO.
 - PASADAS.
 - APORTACIÓN DE AGUA.
 - ¿ADITIVOS?
- CONTROL DE PROCEDIMIENTO
- ESTUDIO EVOLUTIVO
 - EXCAVACIÓN.
 - SONDEOS + ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS.
 - ENSAYOS PENETRACIÓN CONTINUA.
 - ENSAYOS GEOFÍSICOS.

● EJEMPLOS OBRAS CON M.M. SIN TRATAR



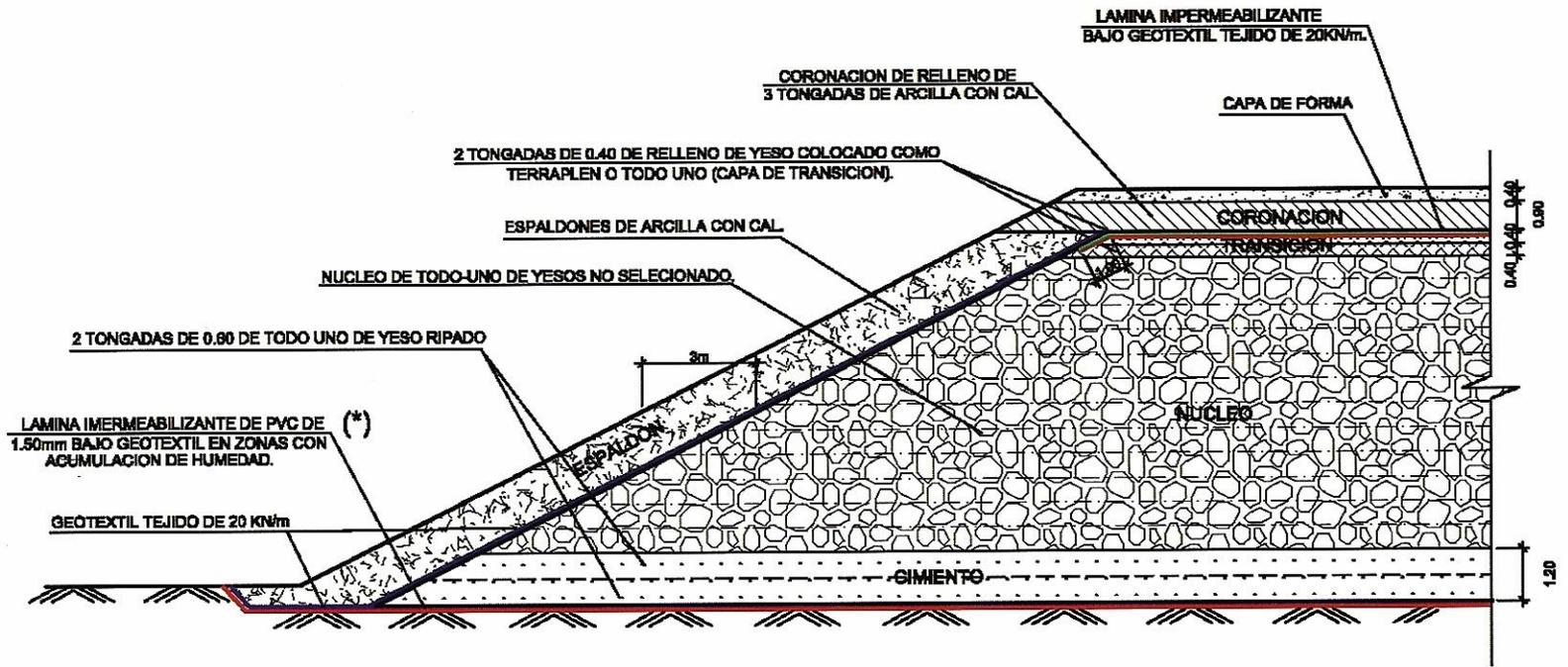
PARQUE TECNOLÓGICO
ANDALUCÍA



VENTA DE BAÑOS

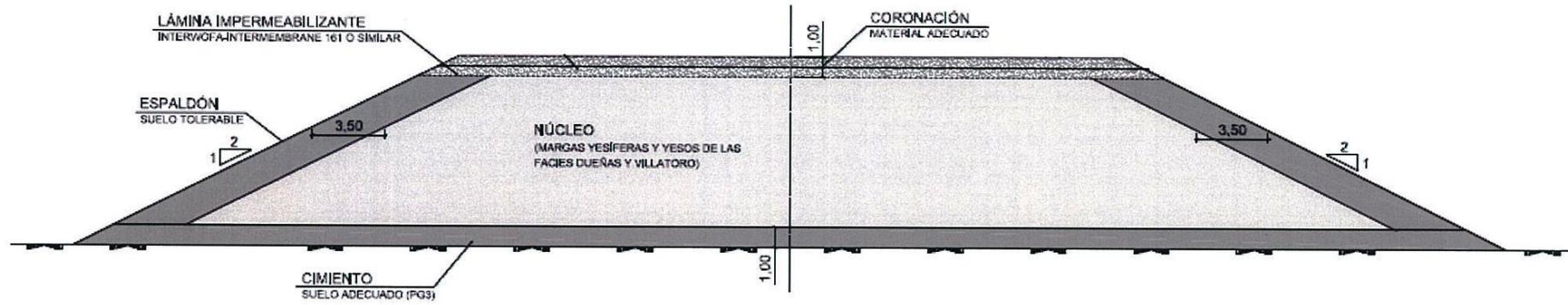






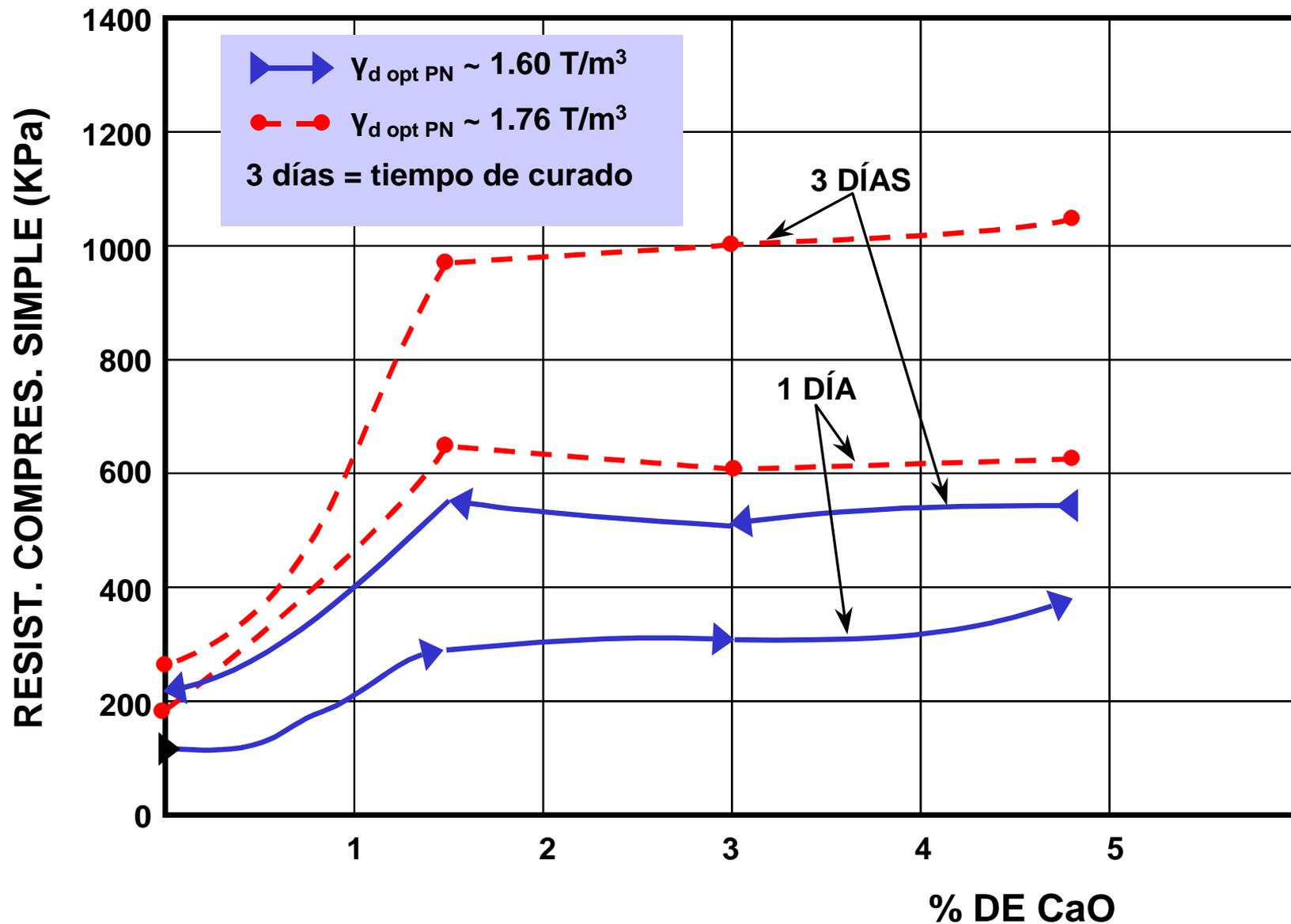
(*) EN CIMENTO ENCHARCABLE LA LAMINA DE PVC Y GEOTEXTIL NO TEJIDO, PUEDE SUSTITUIRSE POR UNA LAMINA DE POLIPROPILENO QUE CUMPLA AMBAS FUNCIONES.

SECCION TIPO
ENCAPSULADO DE YESOS

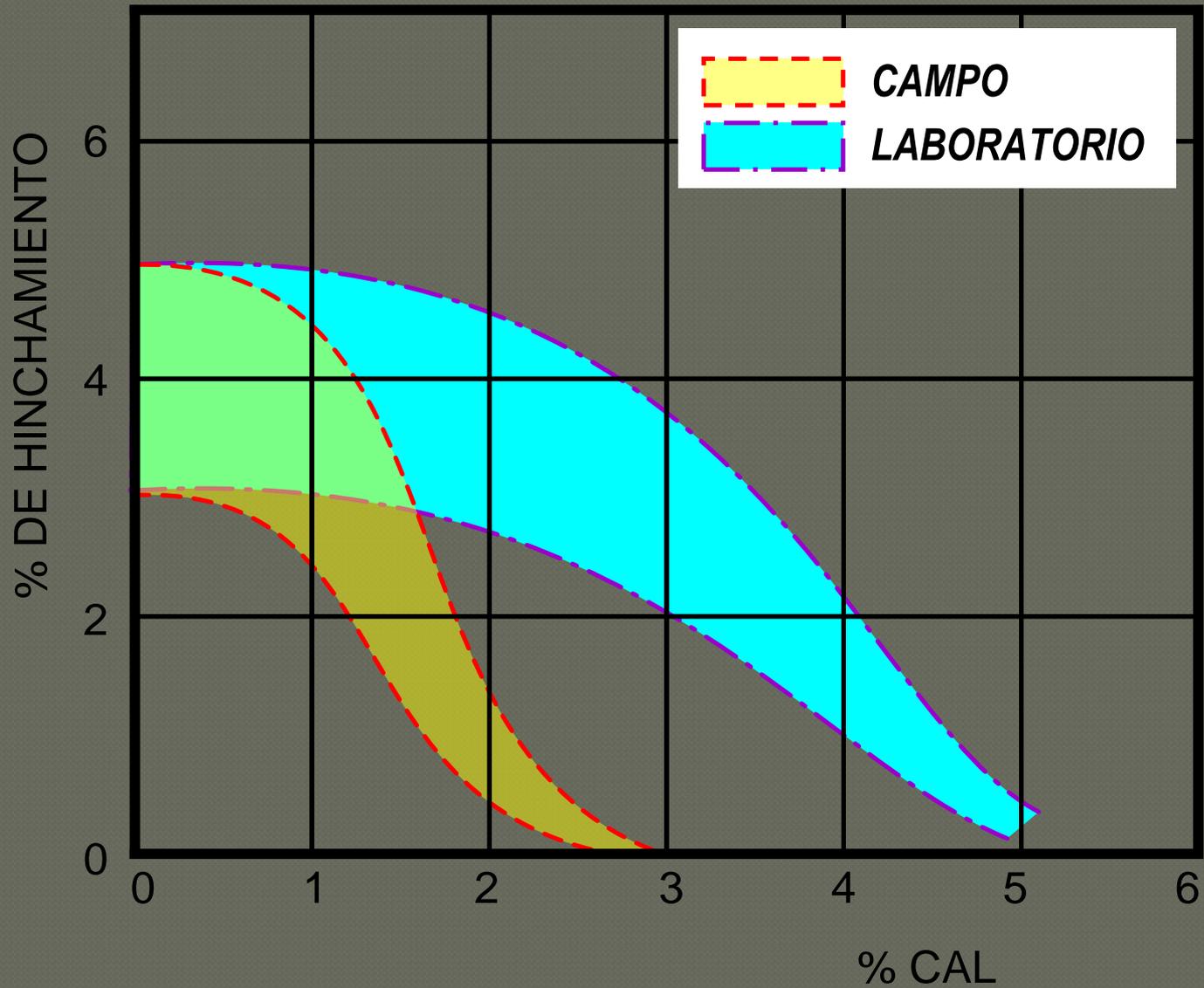


◉ REFUERZO CON CAL

- EFECTO DEL ADITIVO
 - AUMENTAR “COHESIÓN” CORTO Y LARGO PLAZO.
 - ESTRUCTURA MENOS PLÁSTICA Y MENOS EXPANSIVA.
 - AUMENTO RESIST. FRENTE ACCIÓN AMBIENTAL.
- NO SE TRATA DE “ESTABILIZAR” PLATAFORMAS ARCILLOSAS SINO DE REFORZAR LA ESTRUCTURA DEL MATERIAL.



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE MUESTRAS DE LA FACIES "TIERRA DE CAMPOS" (PALENCIA), CON DIFERENTES PROPORCIONES DE CAL

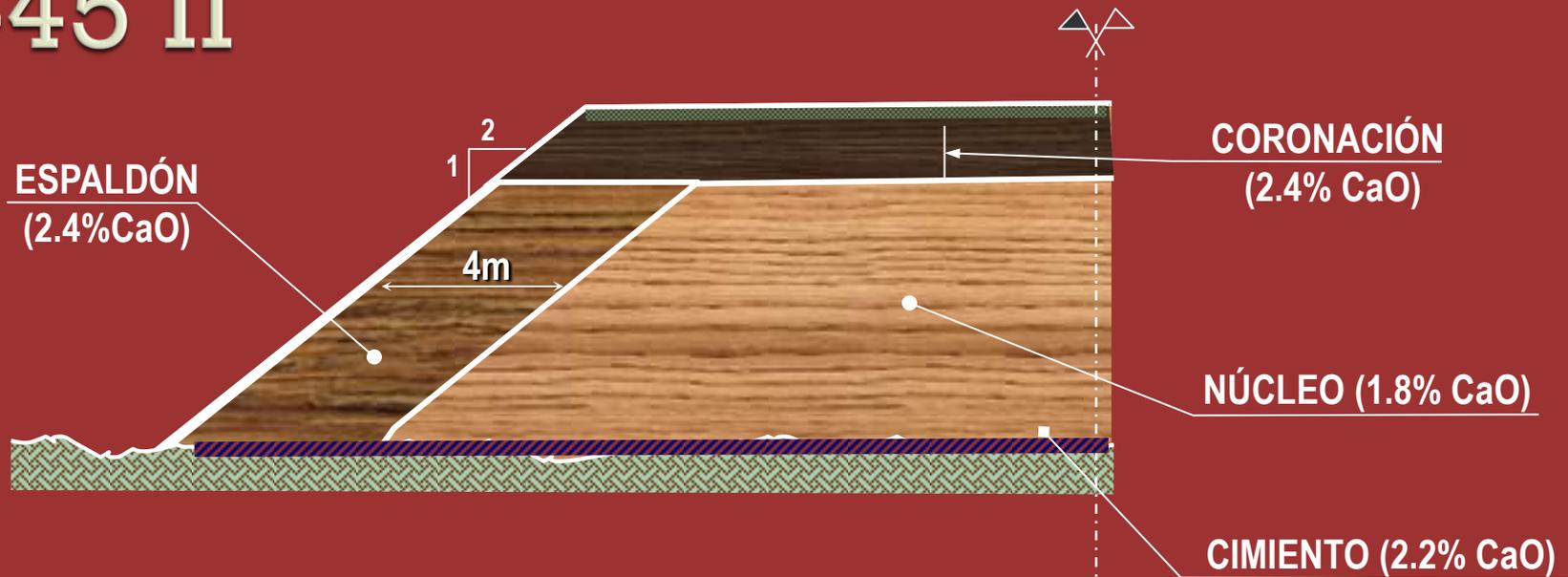


VARIACIÓN APROXIMADA DE LA EXPANSIVIDAD DE ARCILLAS SEPIOLÍTICAS CON EL CONTENIDO DE CAL

● METODOLOGÍA DEL REFUERZO CON CAL EN CAMPO

- GRADO DISGREGACIÓN → TAMAÑO TERRONES < 5-6cm
- HUMEDAD INICIAL → L.P + 2-3%
- AGUA A AÑADIR (2-3 VECES) → 8-10 l/m² (?) (OJO TEMP.).
- MAQUINARIA
 - ARRANQUE → PALAS CON CADENAS.
 - COMPACTACIÓN → RODILLO “PATA DE CABRA” (30T).
- NÚMERO PASADAS → 5 A 7 DOBLES.
- APORTACIÓN CAL → 1.5-3% (SALVO SUELOS GRANULARES).
- REPARTO CAL (1 ó 2 VECES).
- ESPESOR TONGADA < 30cm.

M-45 II

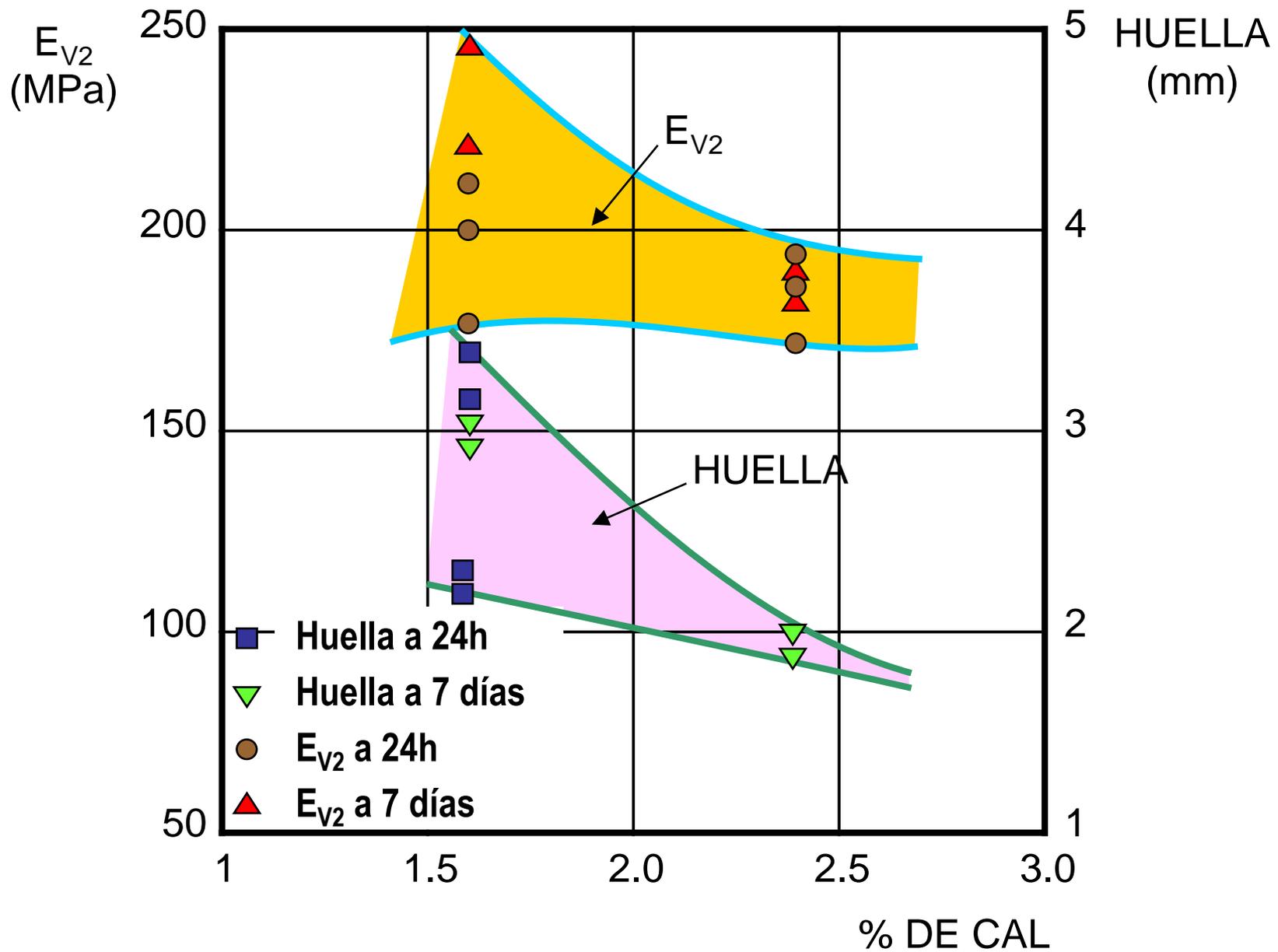


ARCILLA SEPIOLÍTICA: $\gamma_d \sim 0.85 - 1.0 \text{ T/m}^3$
 $W_L \sim 80-120\%$
 $W_P \sim 50-65\%$
 $W \sim 20-30\%$
 $\% \text{ SO}_3 < 1\%$

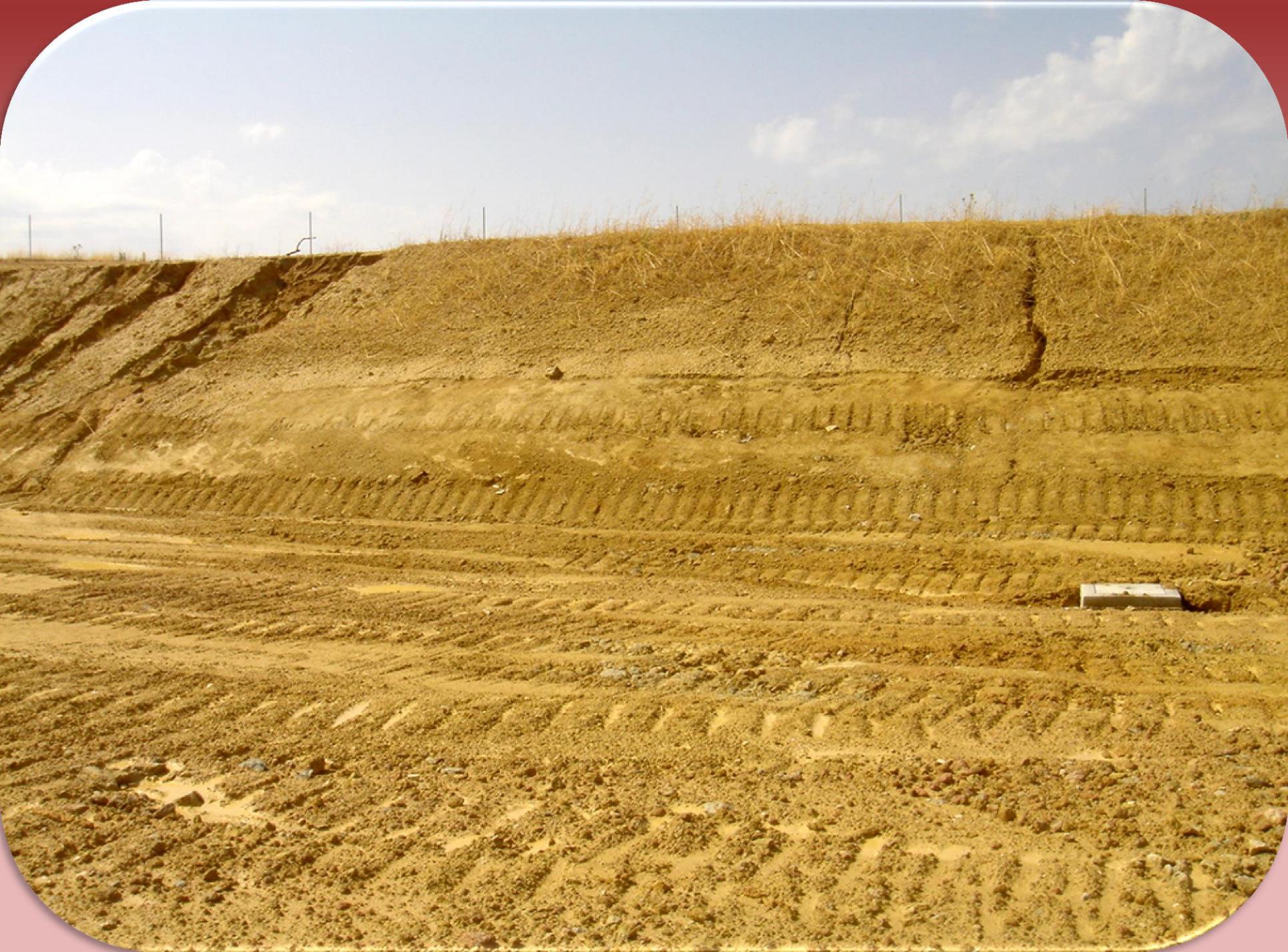


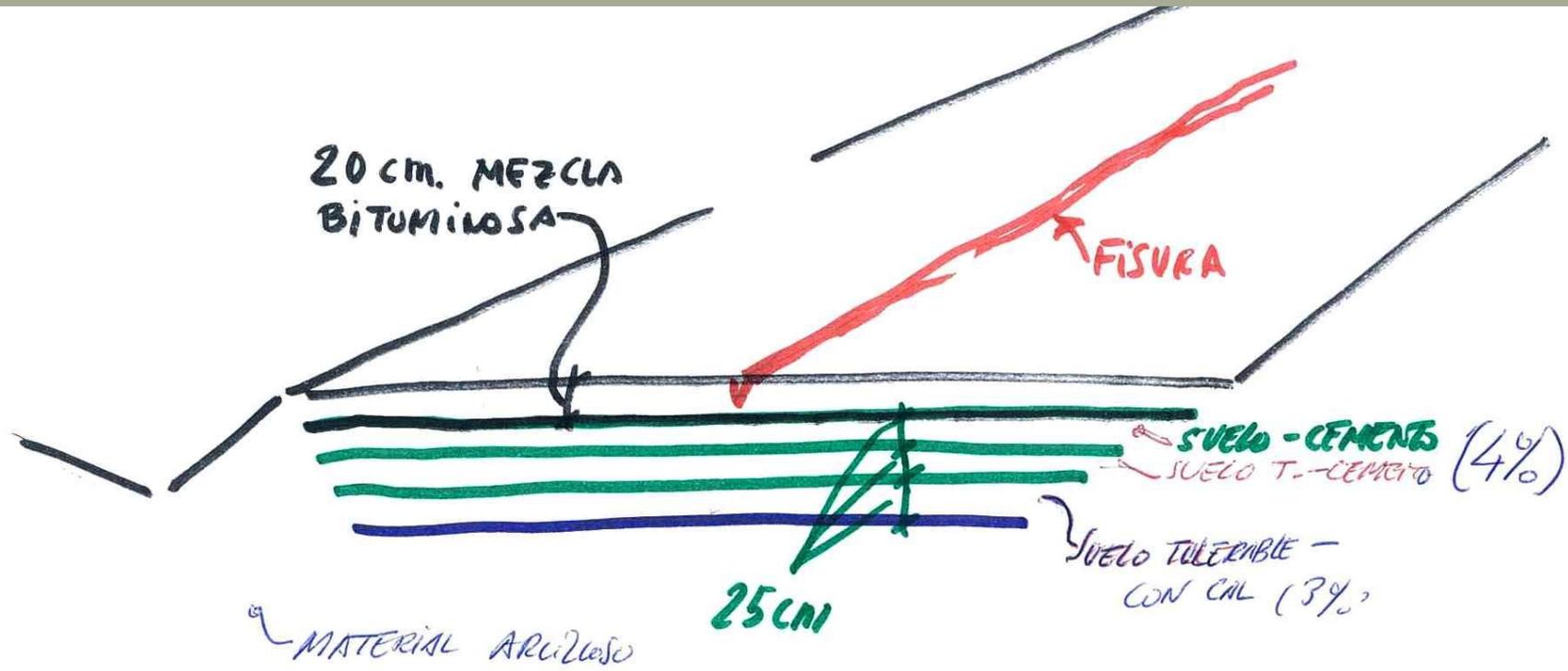




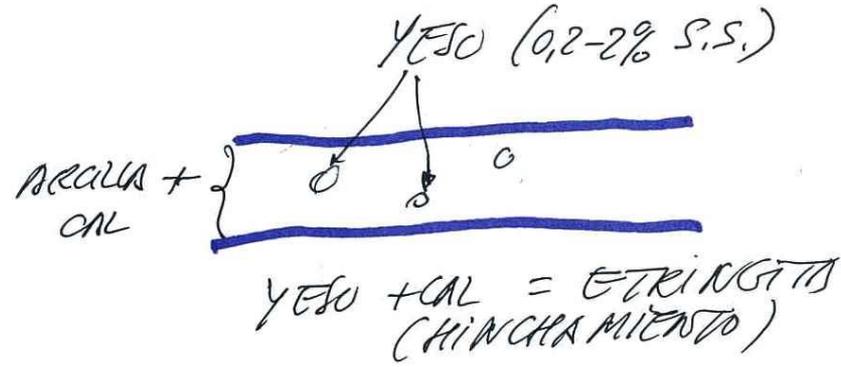


RESULTADOS DE ENSAYOS "IN SITU" DE ARCILLAS SEPIOLÍTICAS TRATADAS CON CAL EN LA M-45 II.



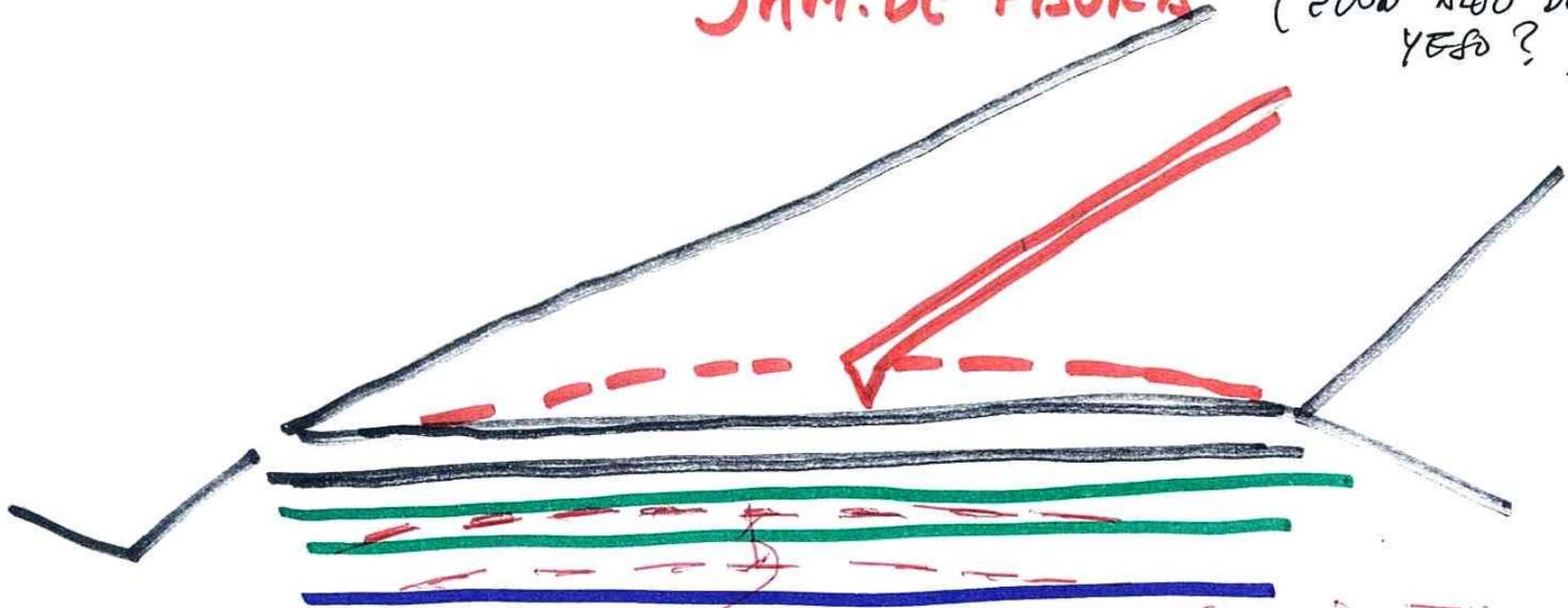


- o COMPACTACION RODILLO LIJO
- o LADO SECO

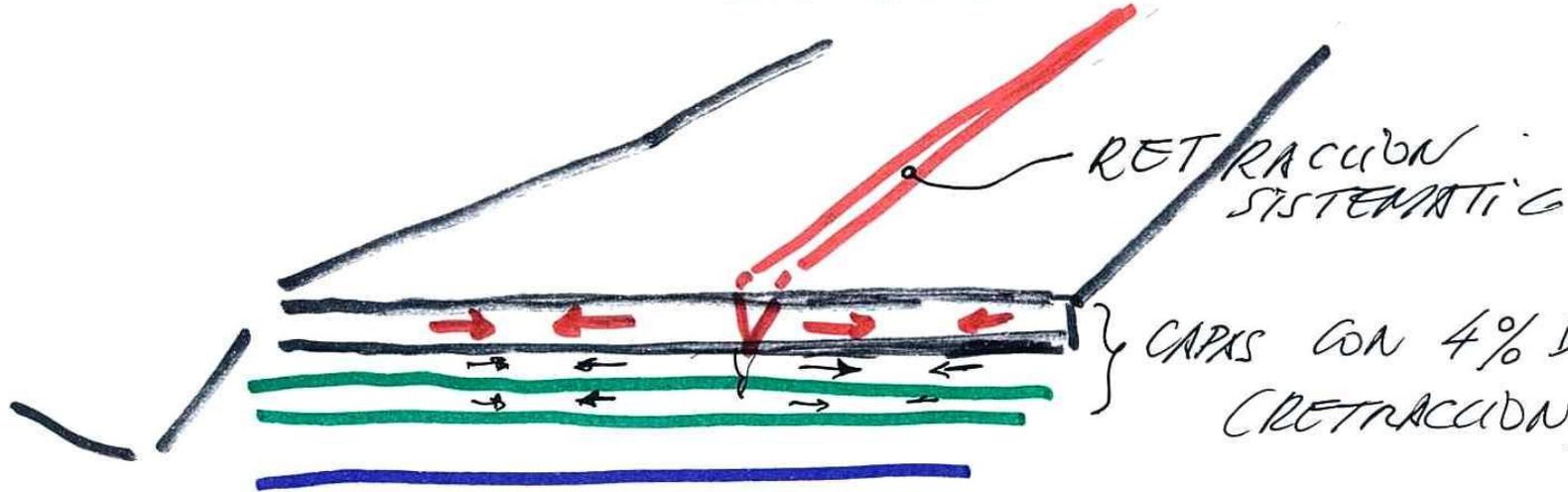


3KM. DE FISURA

(¿CON ALGO DO
YESO?)



HINCHAMIENTO (ESTRINCITO)



RETRACCION
SISTEMATICA

CAPAS CON 4% DE CEMENTO
(RETRACCION)

● RELLENOS LIGEROS

- E.PS. (Poliestireno expandido)
 - Compuesto de esferas huecas
 - Densidad: 0,05-0,30 KN/m³
 - Deformabilidad
 - Posible riesgo de combustión



13 6 '95



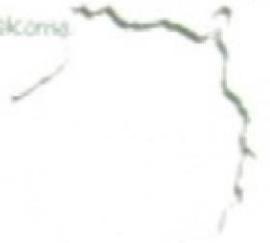
○ ARLITA

- RELLENOS LIGEROS PARA DAR POCA SOBRECARGA
- RELLENOS PARA PRESERVAR HUMEDAD
- RELLENOS PARA DAR MENOR EMPUJE EN MUROS
- PROTECCIÓN HELADAS



GRAN CANARIA

welcome



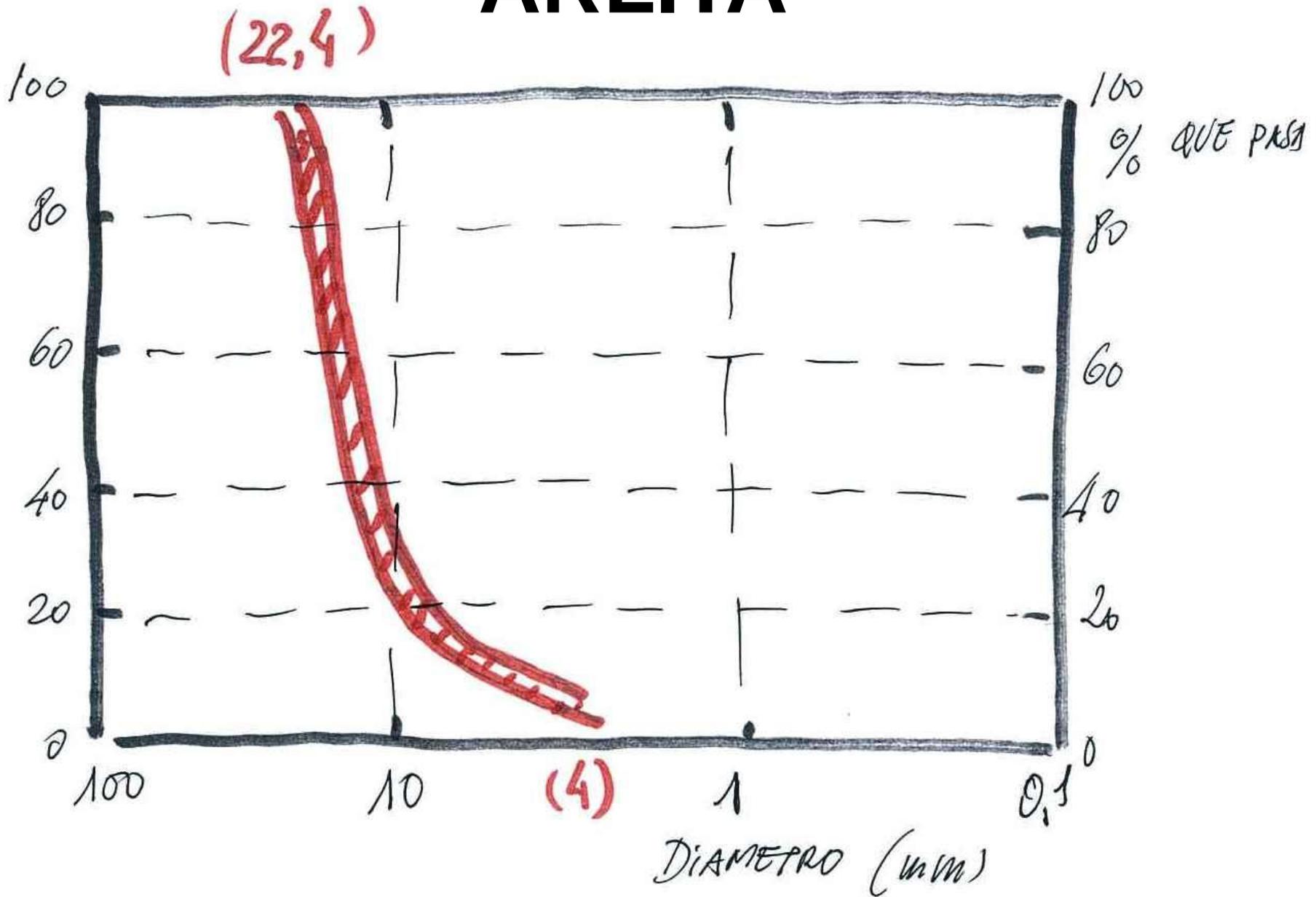
willkommen

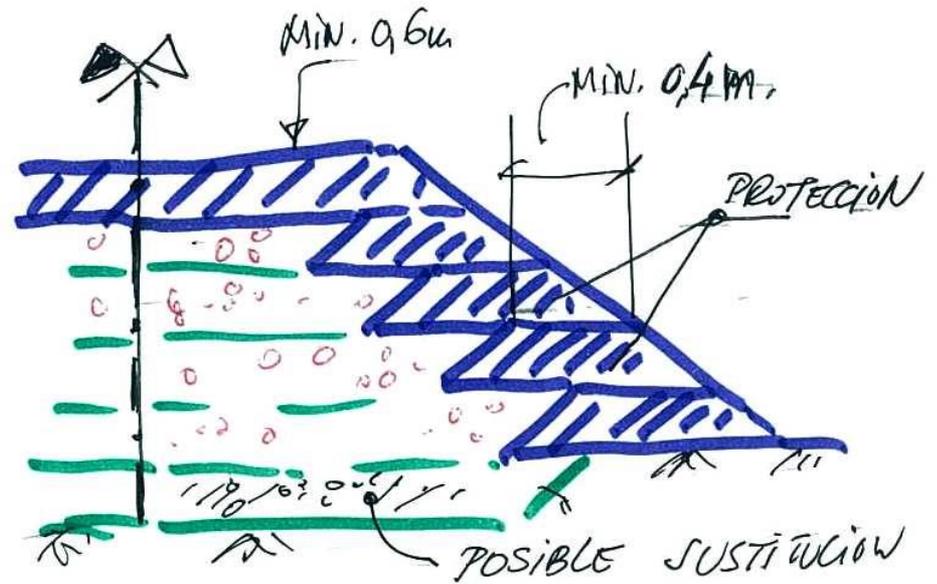
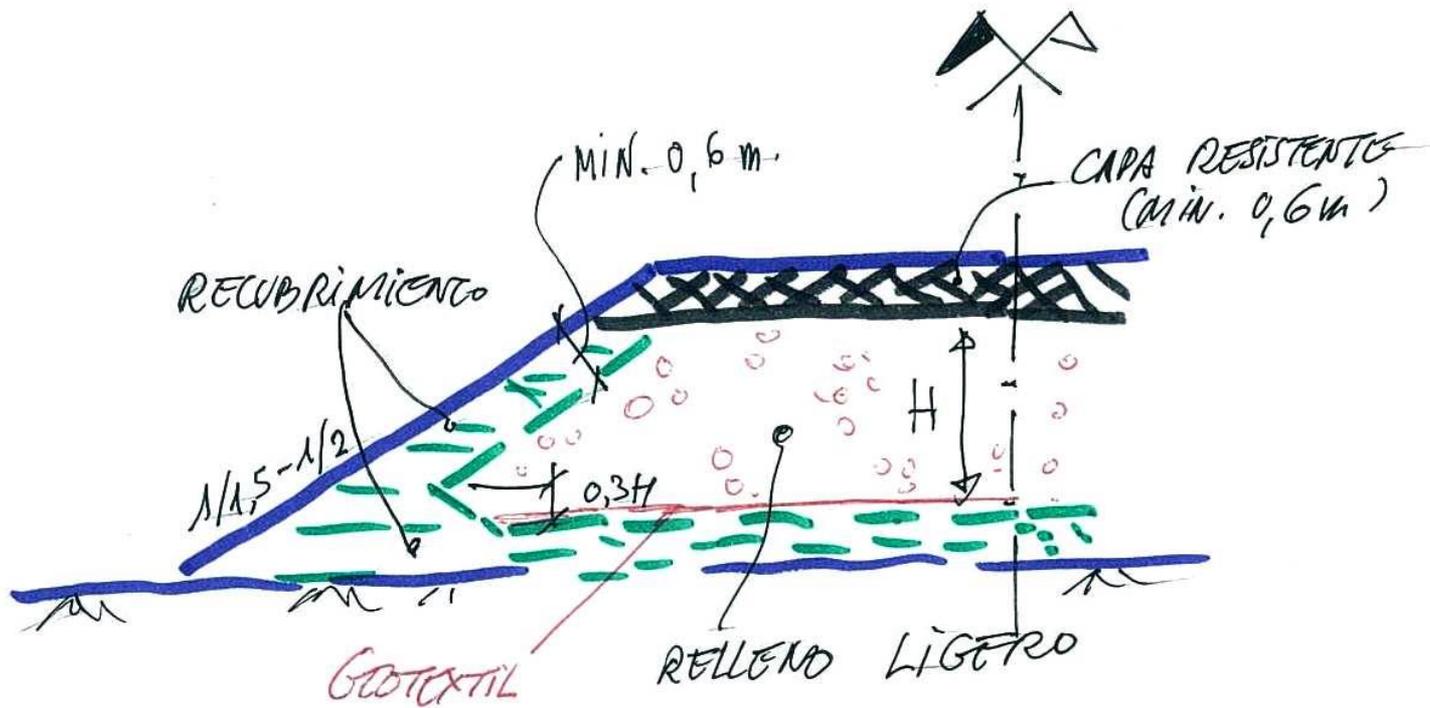
Bienvenidos

○ ARLITA

- PRODUCTO: A PARTIR DE ARCILLAS CON UN PROCESO DE GRANULACIÓN Y EXPANSIÓN
- DENSIDAD: 
 - 250 Kg/m³ (SECA)
 - 450 Kg/m³(SATURADA)
- DEFORMACIÓN: $E \approx 40$ Mpa
- RESIST. AL CORTE
 - COMPRESIÓN SIMPLE $\approx 0,15-0,30$ MPa
 - $C=0-100$ KPa
 - $\varphi=37-20^\circ$

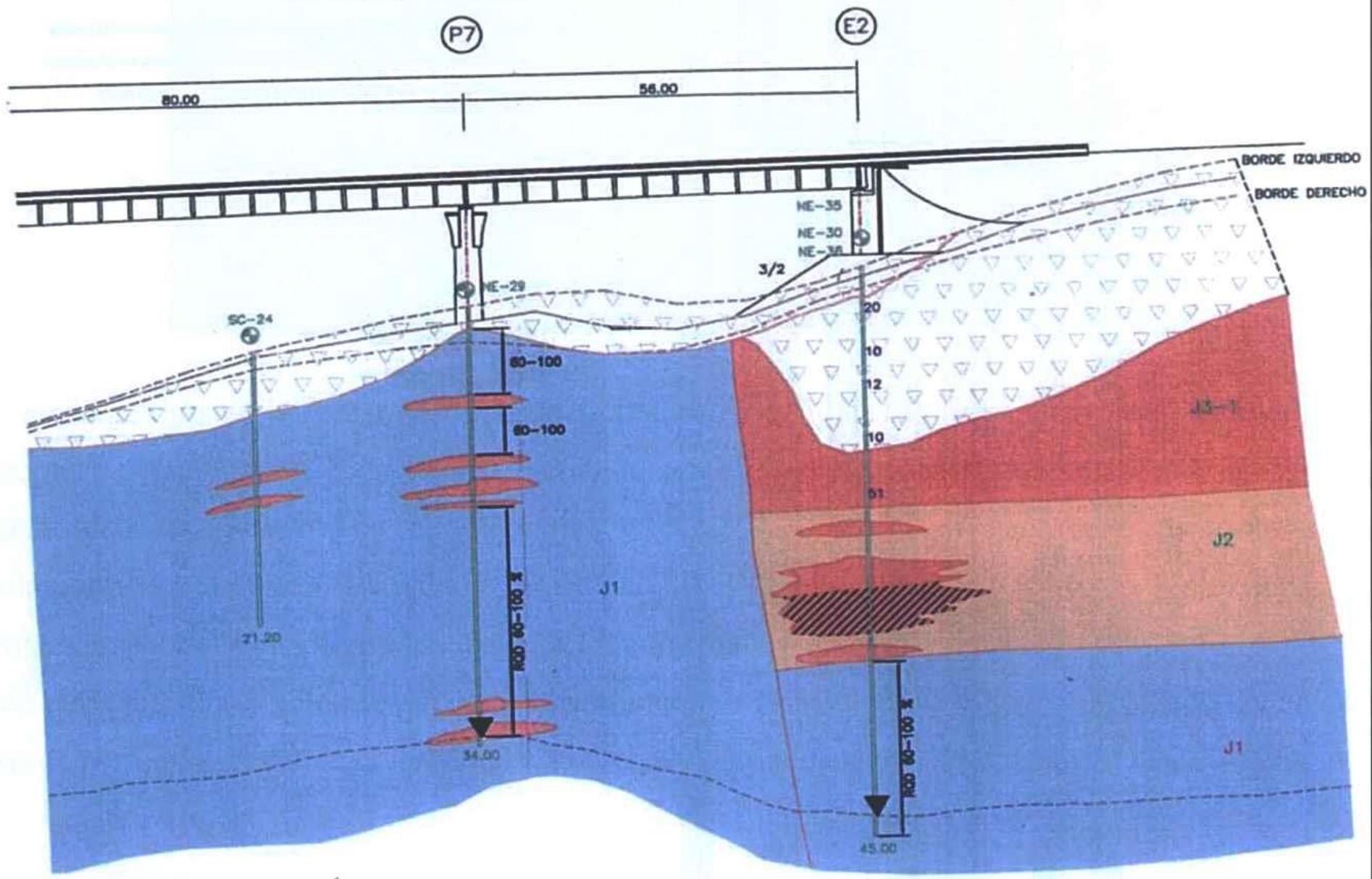
ARLITA



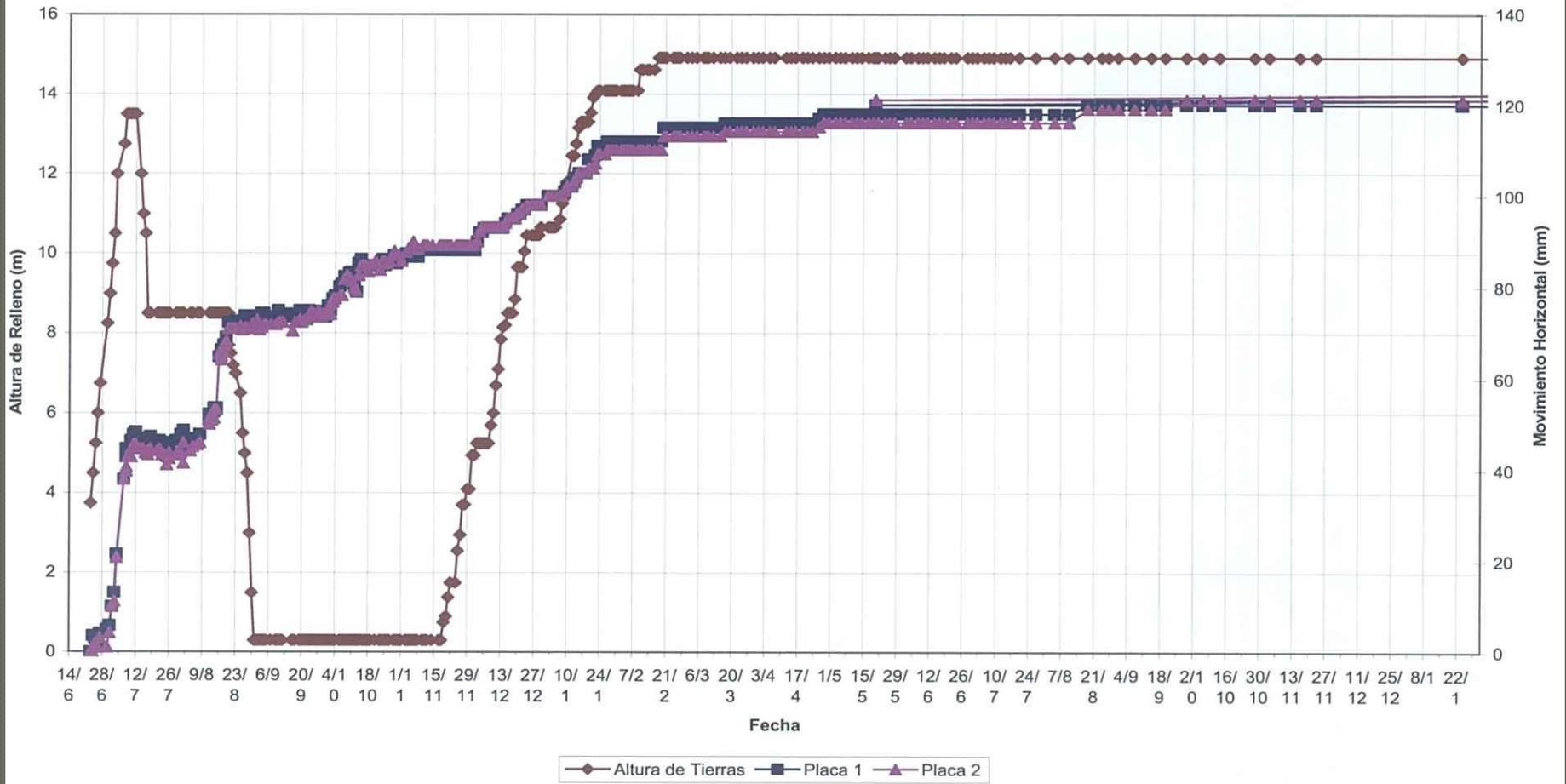


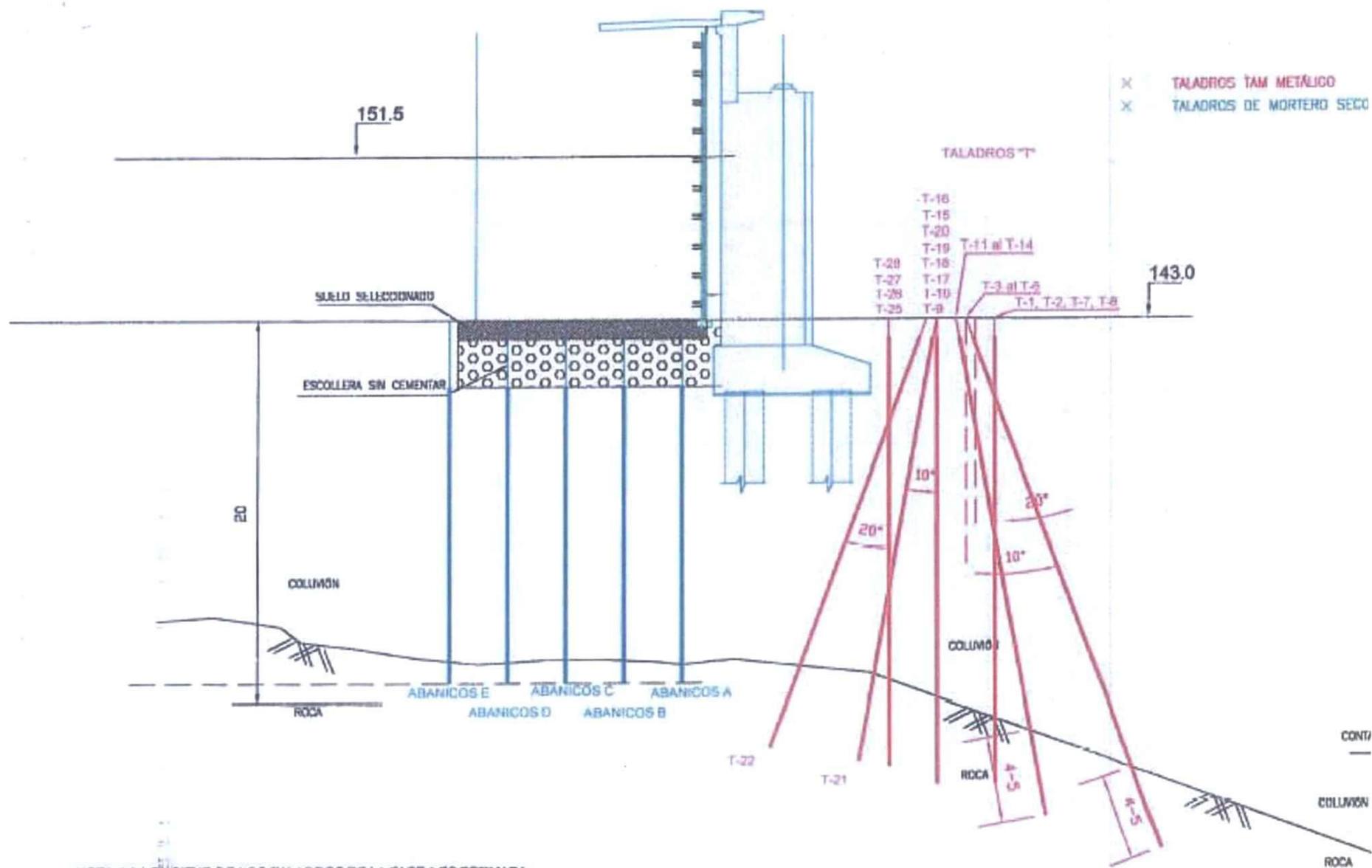
VIADUCTO SOBRE EL RÍO ESPAÑA



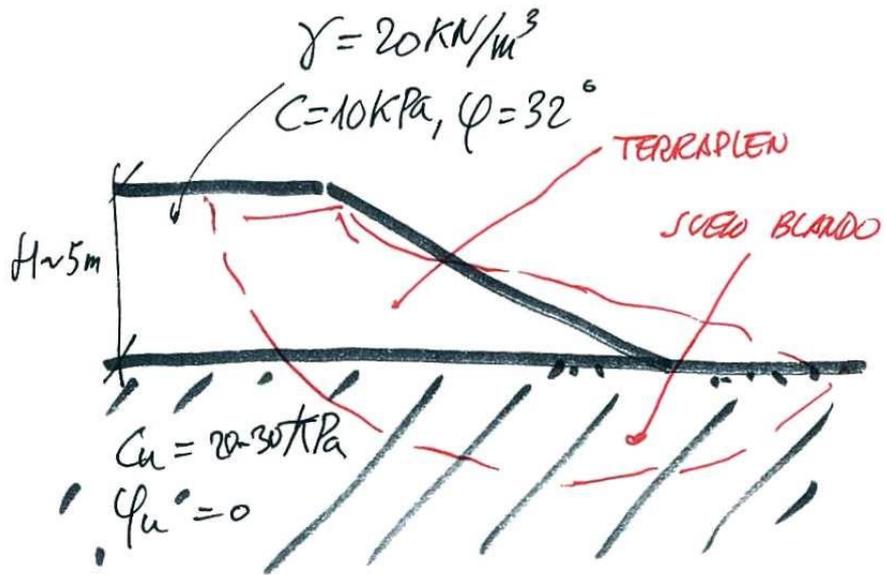


AUTOVÍA GIJÓN - VILLAVICIOSA: Control del Estribo 2 del Viaducto del Río España
Evolución de Movimientos Horizontales (a origen)

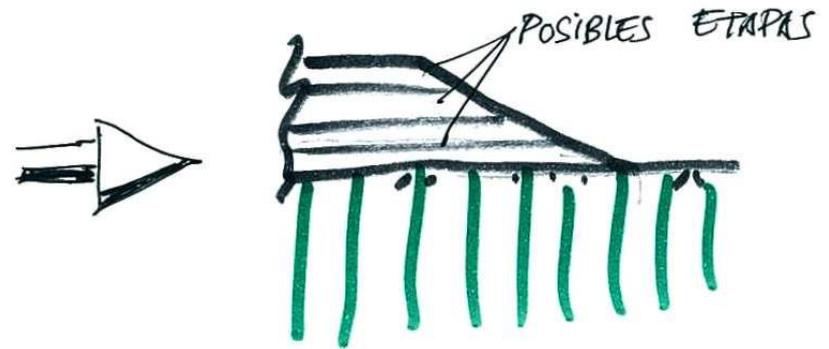




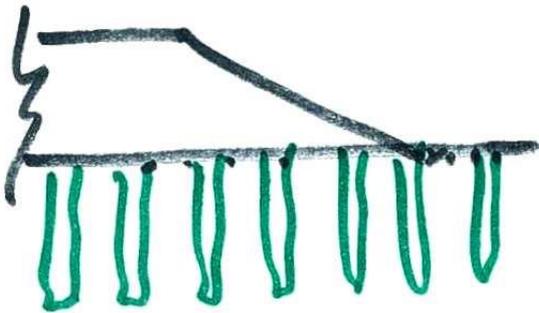
NOTA: LA LONGITUD DE LOS TALADROS DE LA FASE 1 ES ESTIMADA, DEBIENDO EMPOTRARSE LOS TALADROS 6 M EN ROCA



SOLUCION A: DRENES



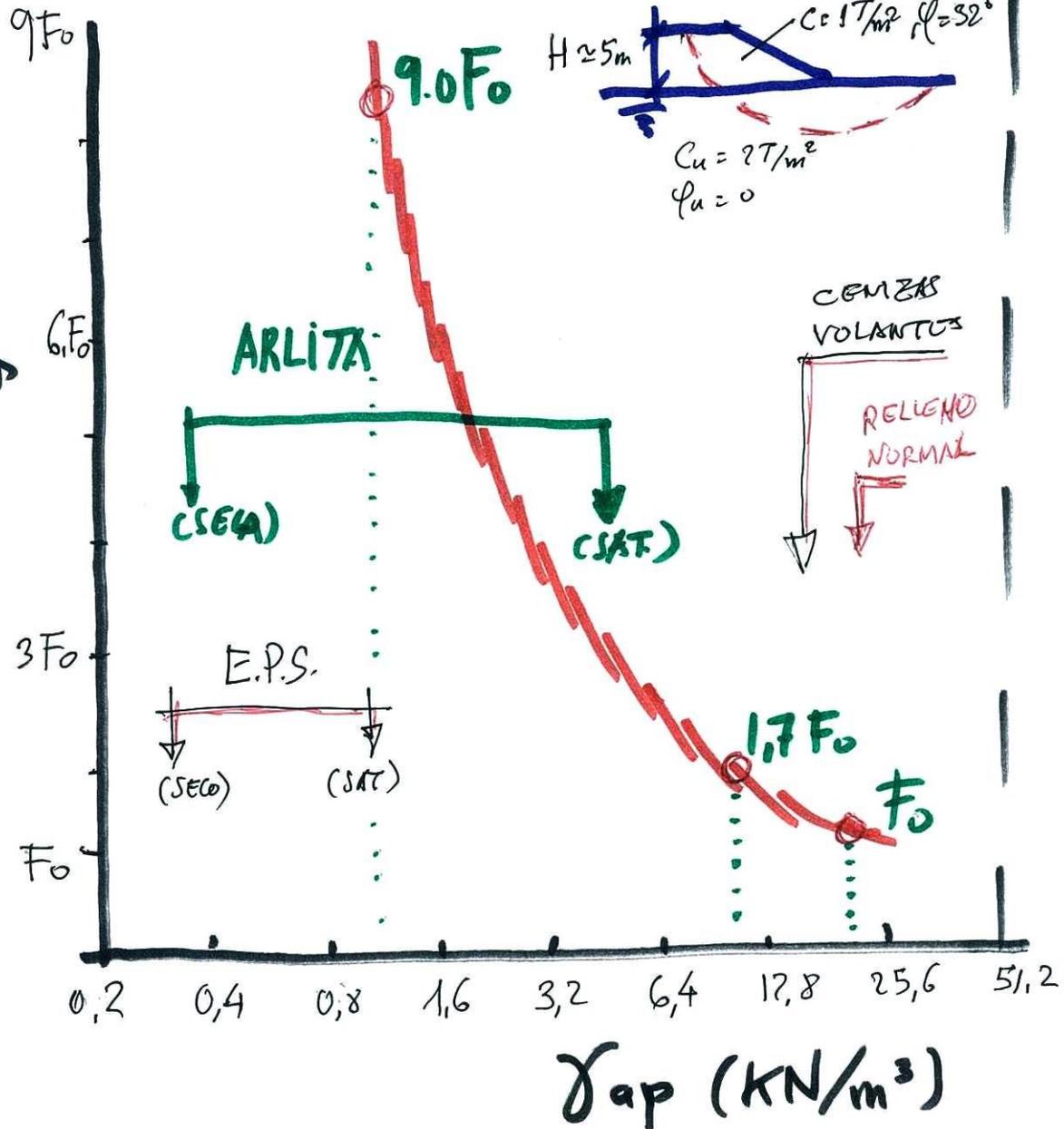
SOL. B: COLUMNAS DE GRAVA



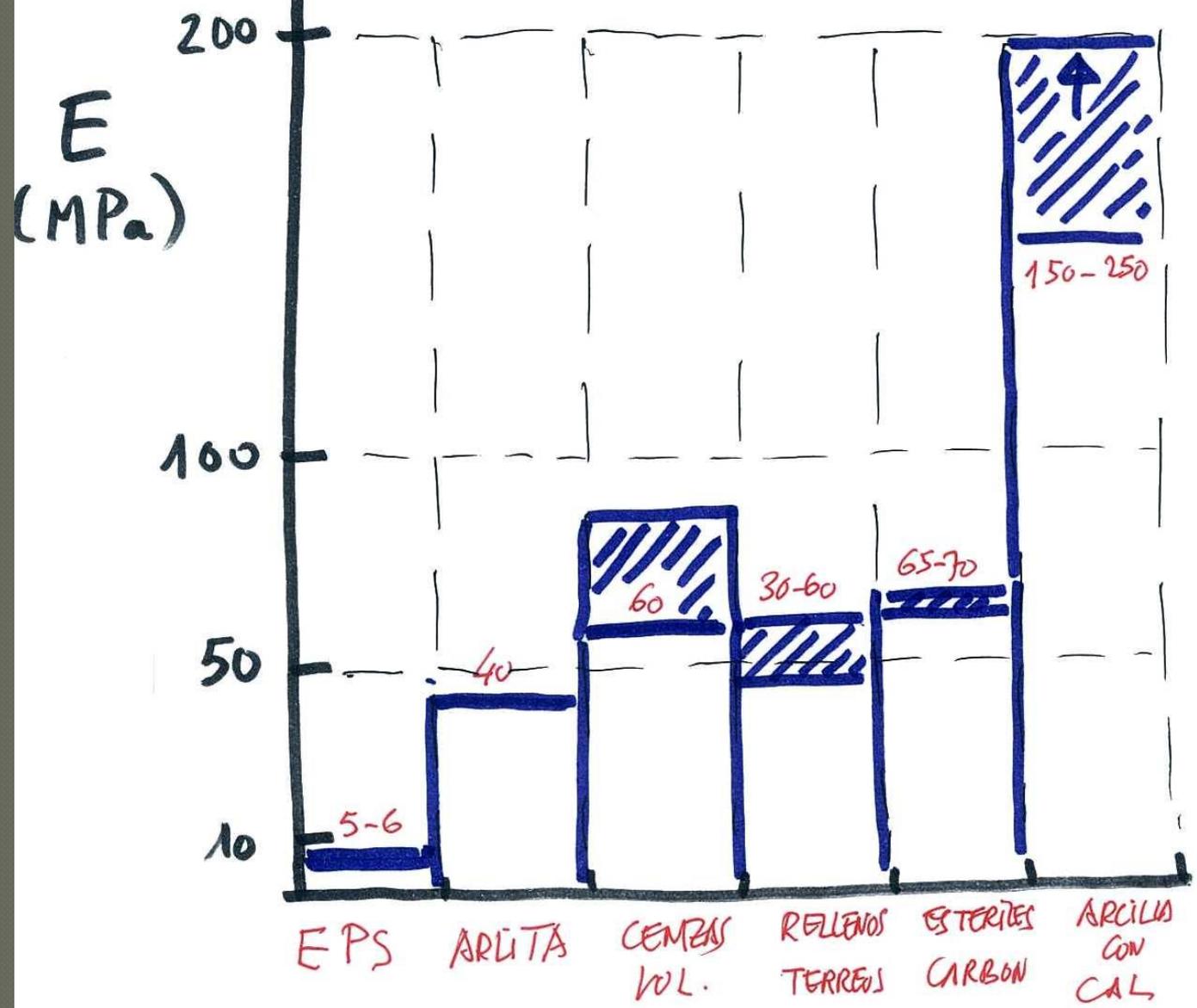
SOL. C: RELLENOS LIGEROS

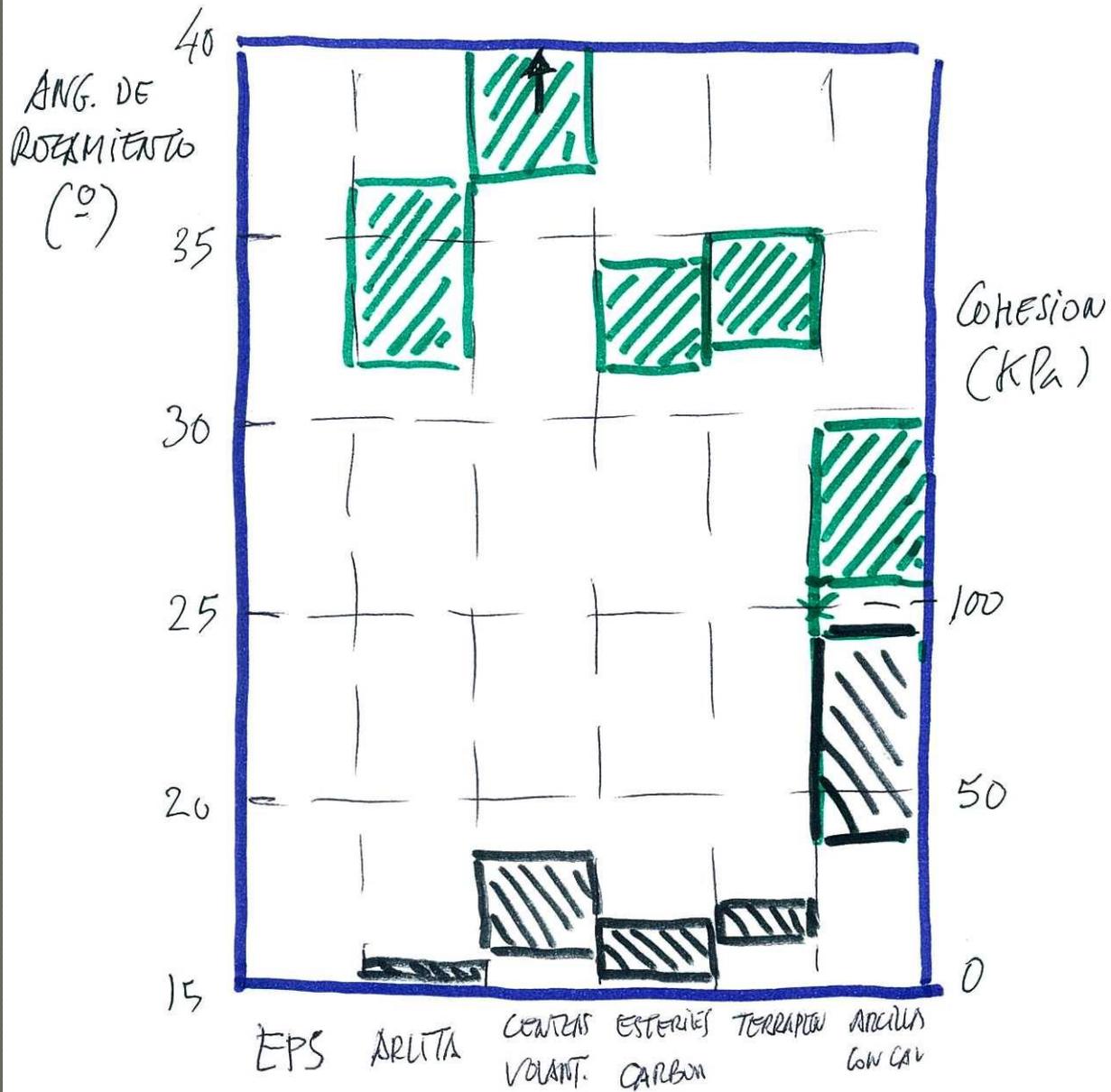


F
COEF. DE
SEGURIDAD

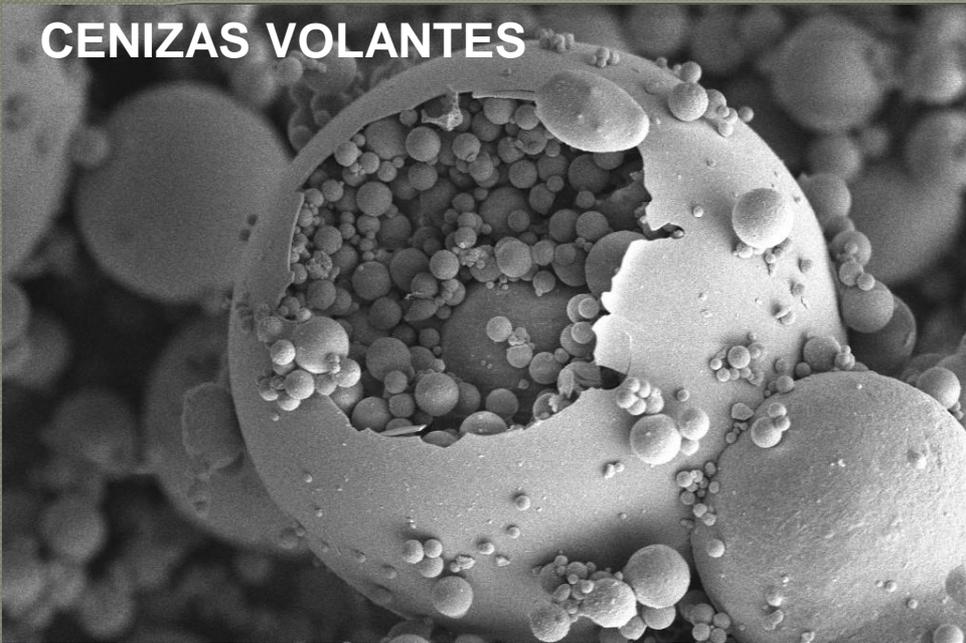


MODULO DE DEFORMACION





CENIZAS VOLANTES



“ESCORIAS”



“ARLITA”



“RESTOS DE DEMOLICIÓN”



**“MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN”**