



Seminarios AAC - CPA

Título: AGREGADOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS



Ing. Norberto Jorge CERUTTI

Buenos Aires

Fecha: Julio 2020



CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

PÉTREOS

PARA SU UTILIZACIÓN EN MEZCLAS

ASFÁLTICAS

Definición de Agregados

- Se conocen como *agregados para caminos* a los fragmentos y partículas inertes, obtenidos naturalmente o por un proceso de trituración a partir de rocas, que entran a formar parte de la mezcla asfáltica.
- Los agregados forman parte de aproximadamente un **95%** de la mezcla asfáltica.

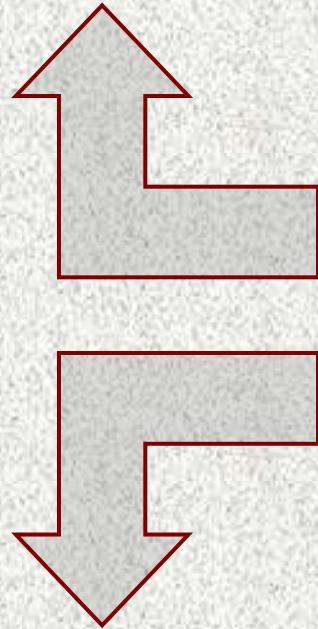
ORIGEN :



la NATURALEZA

Suelto

o Removible

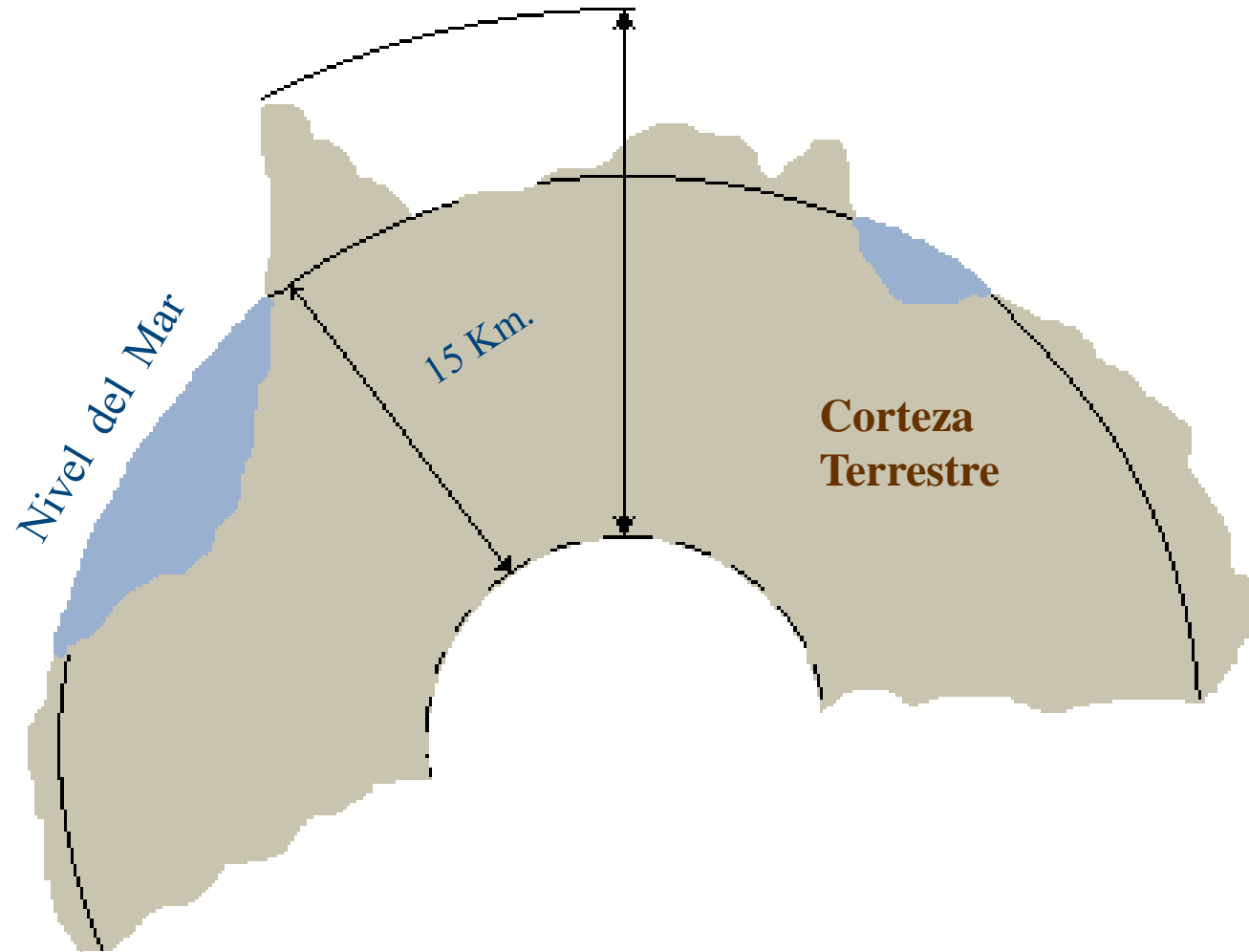


Rocas

Consolidado

o Conglomerado

DE DONDE PROVIENE ?



Rocas

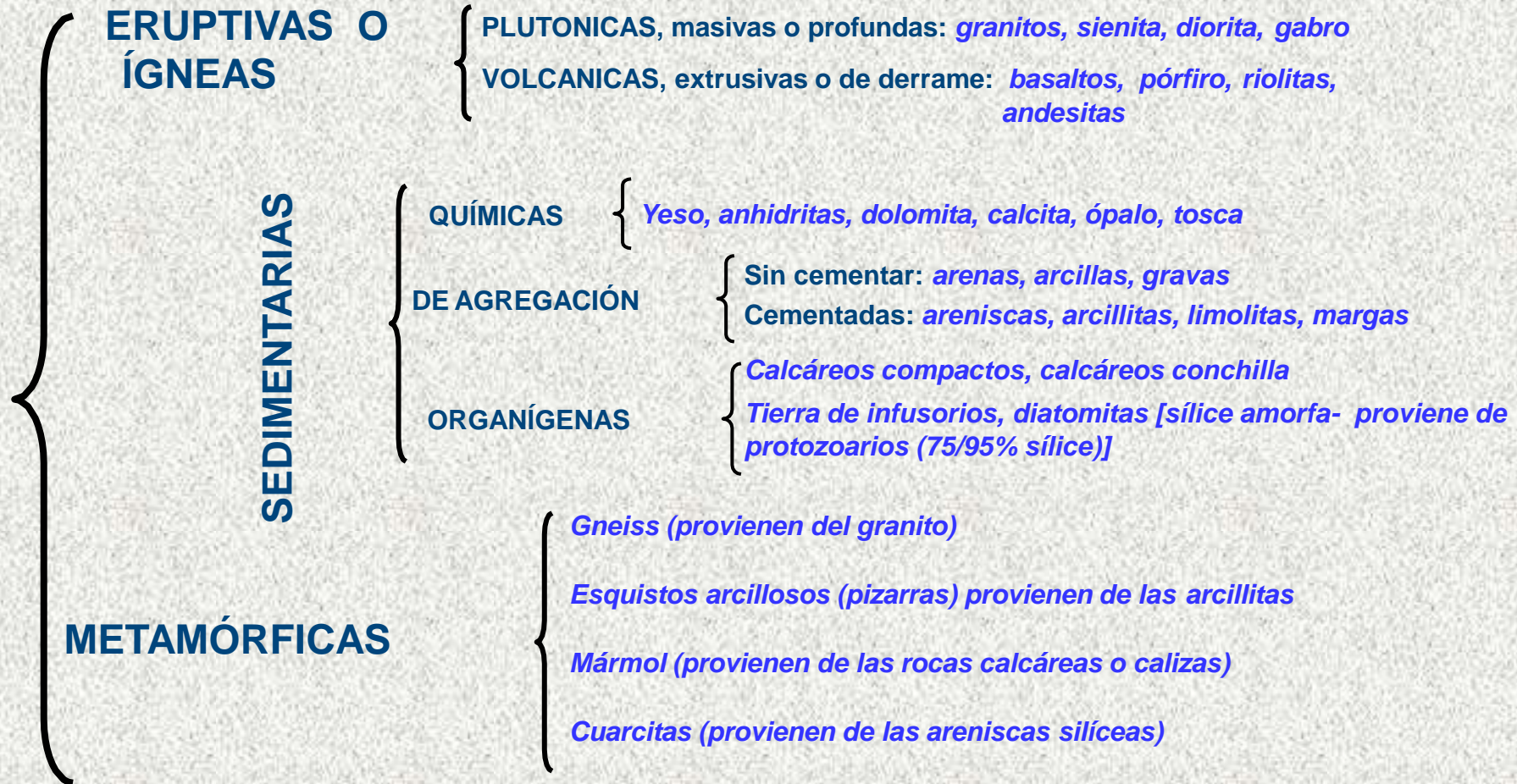
➤ **Ígneas o Eruptivas**

➤ **Sedimentarias**

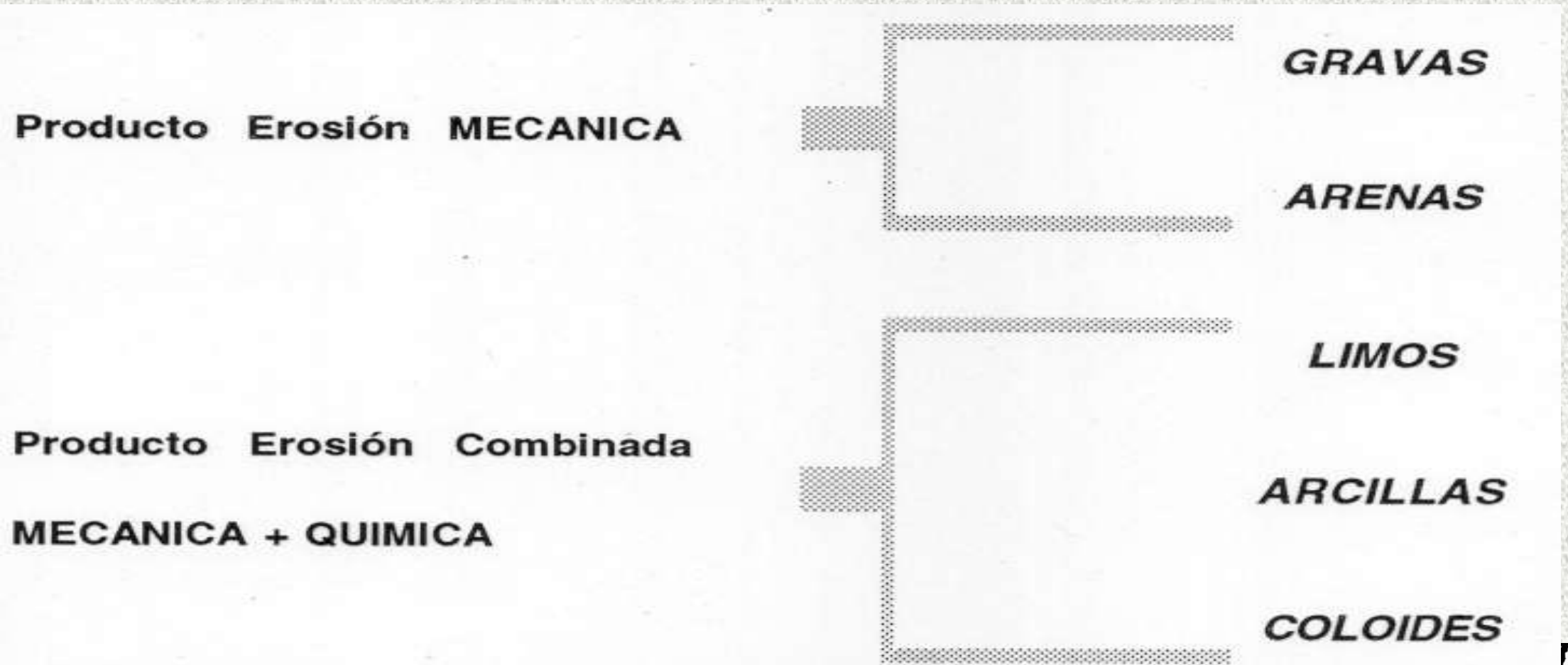
➤ **Metamórficas**

Clasificación de los agregados

NATURALES



Formación



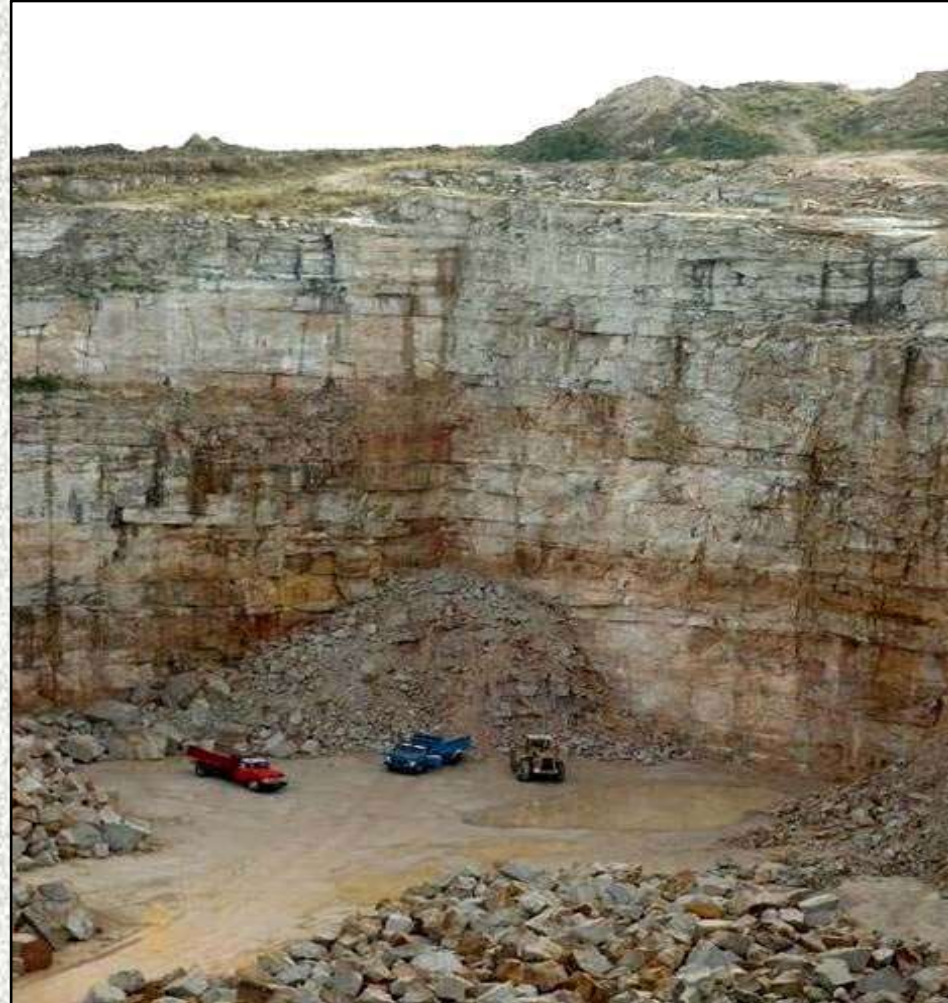
Procedencia de los agregados

- **Yacimientos:** arenas, gravas, etc., de origen fluvial, eólico o marino.



Procedencia de los agregados

- **Canteras:** provenientes de rocas masivas a través de voladuras.



Preclasificación en el yacimiento



Reducción de tamaños y clasificación

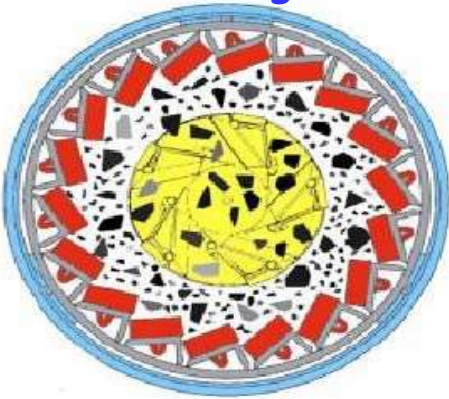


Reducción de tamaños

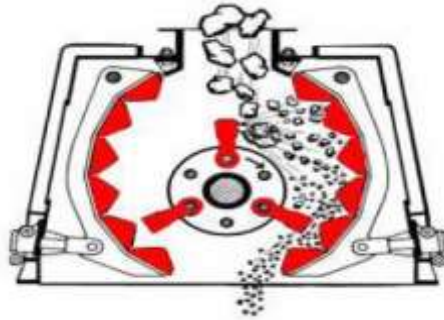
Este proceso tiene gran influencia en la forma final de las partículas

REDUCCIÓN POR IMPACTOS

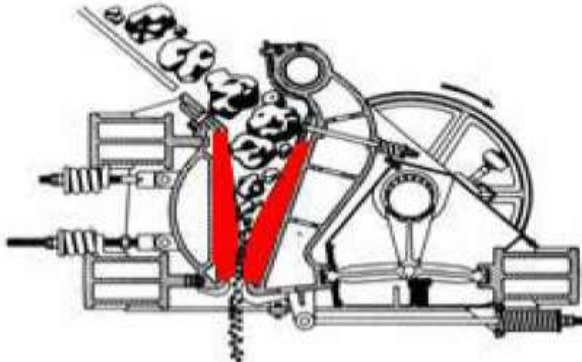
Centrifugado



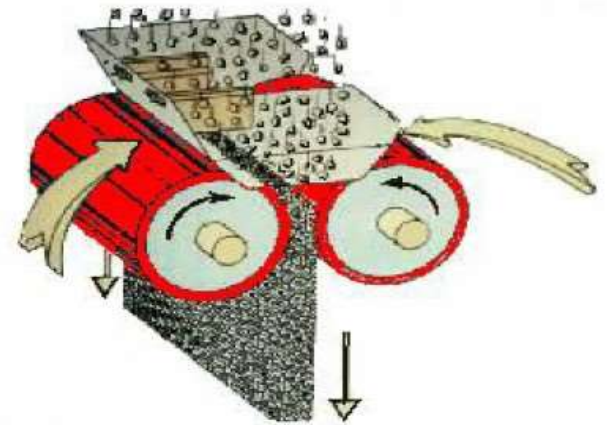
Por martillos



Reducción por compresión
mandíbulas



Reducción por corte y compresión
mediante rodillos



Reducción por compresión - conos



Clasificación de los agregados

**A
R
T
I
F
I
C
I
A
L
E
S**

**ESCORIAS
SIDERÚRGICAS**

**Alto horno: enfriada al aire (textura vítrea) enfriada al agua
(textura alveolar)**

Acería: menos porosa, más resistente, más pesada

**CENIZAS
VOLANTES**

Se utilizan como filler

**ARCILLA
EXPANDIDA**

**Se utiliza para mejorar las características antiderrapantes
de la mezcla asfáltica**

RAP

Proveniente de pavimentos existentes

RESIDUOS

Neumáticos

Vidrios

Agregados utilizados en Argentina

Las canteras de uso comercial son en su mayoría de material tipo granítico, provenientes de las Provincias de Córdoba y Buenos Aires. Y los materiales tipo basálticos provenientes de Córdoba, Misiones, Corrientes, Entre Ríos y San Luis.

Otros materiales como cuarcita, andesita, dolomita, etc, son usados en menor proporción, con carácter local, o sea en las zonas cercanas al lugar de explotación.

Los yacimientos de gravas y arenas, compuestos por distintos tipos de roca, son usados con carácter local.

Características Exigidas a los Agregados

- Durabilidad
- Resistencia
- Forma de la partícula
- Textura superficial adecuada
- Baja Porosidad (Baja Absorción)
- Su Afinidad con el Agua

Caracterización de los agregados

La aptitud de un agregado como material de construcción depende de:

- las propiedades físicas y químicas de sus partículas,
- la forma,
- las caras de fractura y textura superficial,
- la granulometría.

Propiedades Esenciales

1) **DUREZA:** Resistencia que ofrece un mineral a ser rayado. Representada por la **escala de Mohs**, para los minerales constituyentes de las rocas.

2) **COHERENCIA:** Resistencia a la disgregación mecánica de los granos y agregados minerales.

Factores de los cuales depende: dureza de los minerales, hábito de cristalización, tipo de unión intercristalina, del cementante de las rocas sedimentarias, planos de debilidad, etc.

Propiedades Esenciales

- 3) **COMPACIDAD:** Presencia de huecos en las rocas. Influyen tanto la porosidad como la presencia de microfisuras.
- 4) **TENACIDAD:** Resistencia de una roca a fragmentarse mediante impacto. Depende tanto del tipo, forma y tamaño de los minerales como de la existencia de superficies de mínima cohesión.

Clasificación de Ensayos según Propiedades de los agregados

	COMPOSICIÓN MINERALOGICA	COMPOSICIÓN MINERALOGICA Y TEXTURA		TEXTURA
	DUREZA	COHERENCIA	TENACIDAD	COMPACIDAD
DESGASTE LOS ANGELES	C	A	B	
MICRO DEVAL	B	A		C
FRAGMENTACION DINAMICA	C	A	B	
PULIMENTO ACELERADO	A			B
ATAQUE POR SOLUCIONES DE SULFATOS		A		B
ABSORCION DE AGUA				A
PESO ESPECIFICO Y ADHERENCIA				B

Las letras establecen un orden de importancia relativa, sin ningún significado cuantitativo.

Cualidades Predominantes en los Materiales Pétreos Inalterados

GRUPO DE ARIDOS	Peso específico	Dureza	Coherencia	Compacidad	Tenacidad	Observaciones
Arenisca	Bajo a medio	Moderadamente duro a duro	Escasa a elevada	Escasa a media	Media	Sus cualidades dependen muy estrechamente del grado de cementación.
Basalto	Medio a elevado	Duro	Elevada	Media a elevada	Elevada	Las rocas de este tipo se encuentran con más frecuencia alteradas que las de otros grupos.
Caliza	Bajo a medio	Blando a moderadamente duro	Media a elevada	Media a elevada	Media a elevada	La dureza y coherencia decrecen con el contenido de arcilla. La dureza aumenta con la presencia de dolomita.
Cuarcita	Medio	Muy duro	Media a elevada	Media a elevada	Media a elevada	Rocas constituidas en esencia por cuarzo, mineral prácticamente inalterable.
Esquisto	Medio a elevado	Muy blando a duro	Escasa a elevada	Media a elevada	Escasa	Materiales en ocasiones muy sensibles a la meteorización. Dan formas lajosas en los áridos.
Granito	Medio	Duro, con un componente mineral muy duro	Elevada	Elevada	Media a elevada	Sus cualidades como áridos están afectadas por el tamaño de grano y proporción de mica.
Pórfido	Medio	Duro, con un componente mineral muy duro	Elevada	Elevada	Elevada	Muy diversos tipos de materiales se conocen con frecuencia con el término ambiguo de "pórfidos"



Características / Propiedades

Las características de los áridos dependen de:

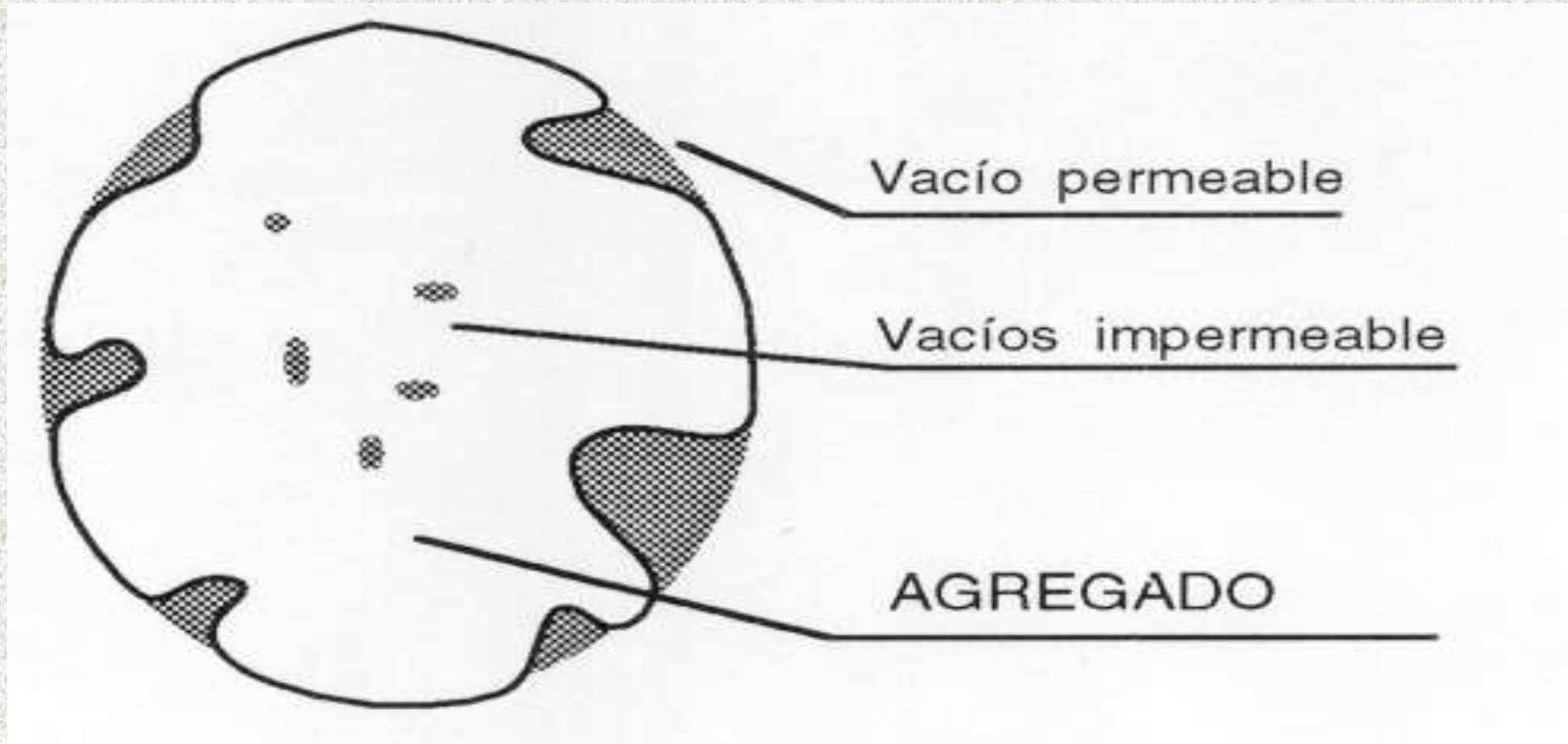
**Sus
propiedades
intrínsecas**
(Origen)

- **Composición mineralógica o naturaleza petrográfica**
- **Grado de alteración o alterabilidad**
- **Textura superficial**
- **Porosidad, permeabilidad**
- **Actividad superficial respecto al ligante y al agua**

**Del proceso
de elaboración**
(Consenso)

- **Granulometría**
- **Forma**
- **Limpieza**
- **Angularidad**

Partícula de AGREGADO



Gravimetría

Pesos Específicos

NORMAS de APLICACION

IRAM 10503/6 y 1520/33

ASTM C 97 y D 4318, 854

AASHTO T 84, 85 y 100

Es la relación entre:

el **peso** de un volumen de agregado en determinadas condiciones de humedad y temperatura

y

El **peso** de igual volumen de agua destilada a esa misma temperatura.

Da una idea de los minerales que forman los agregados y de algunos comportamientos en mezclas.

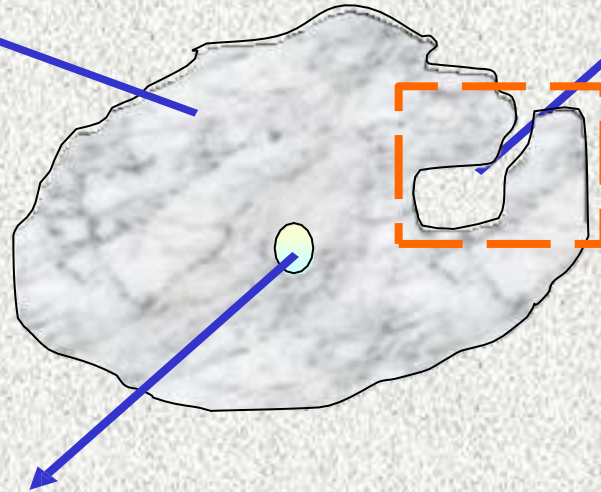
Peso Específico

- Peso específico aparente
- Peso específico bruto o Bulk
- Peso específico efectivo

Peso Específico **BRUTO** o **BULK**

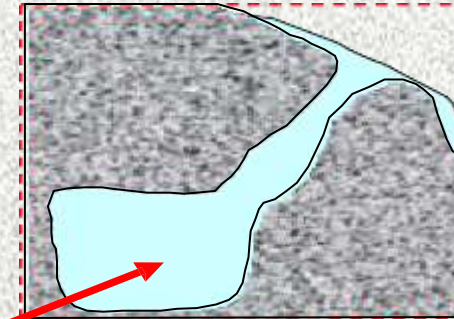
Volumen de **SOLIDO** (V_s)

Volumen de poros **PERMEABLES** (V_p)



Volumen de poros **IMPERMEABLES** (V_i)

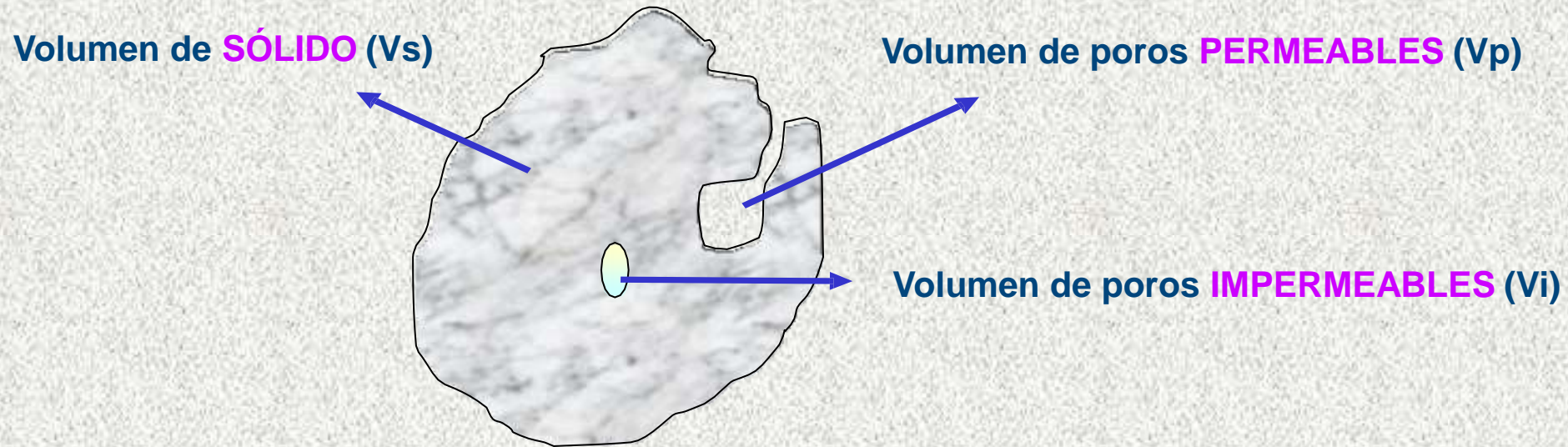
AGUA ABSORBIDA (24hs)



Peso específico Bruto (bulk) [gr/cm³]

$$= \frac{\text{Peso del agregado seco}}{\text{Volumen (SOL + IMPER + PER)}}$$

Peso Específico **APARENTE**



Peso específico Aparente =
[gr/cm³]

Peso del agregado seco

Volumen (SOL + IMPER)

Pesos Específicos

PARTICULAS GRUESAS

$$\text{Peso Específico Bruto} = \frac{P_m}{P_{m\text{ sssA}} - P_{m\text{ sssH}}}$$

$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{P_m}{P_m - P_{m\text{ sssH}}}$$

Donde :

- P_m : Peso de la muestra
- $P_{m\text{ sssA}}$: Peso de la muestra saturada seca en superficie en el AIRE
- $P_{m\text{ sssH}}$: Peso de la muestra saturada seca en superficie en el AGUA
- V : Volumen en mililitros del balón aforado
- W : Volumen en mililitros del agua agregada al balón hasta su enrase

Pesos Específicos

PARTICULAS FINAS

$$\text{Peso Específico Bruto} = \frac{P_m}{V - W}$$

$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{P_m}{(V - W) - (500 - P_m)}$$

Donde :

- P_m : Peso de la muestra
- $P_{m\ sssA}$: Peso de la muestra saturada seca en superficie en el AIRE
- $P_{m\ sssH}$: Peso de la muestra saturada seca en superficie en el AGUA
- V : Volumen en mililitros del balón aforado
- W : Volumen en mililitros del agua agregada al balón hasta su enrase

Pesos Específicos

SUELOS FINOS

$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{P_m}{\text{Volumen Desplazado}}$$

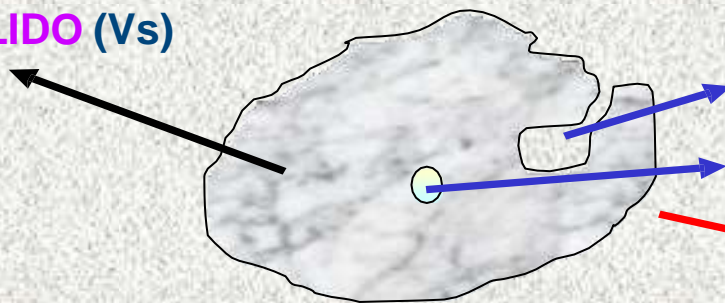
Le Chatellier

$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{P_m}{(P_m + P_k - P_{mk}) / \gamma_k}$$

Matraz aforado

Peso Específico EFECTIVO

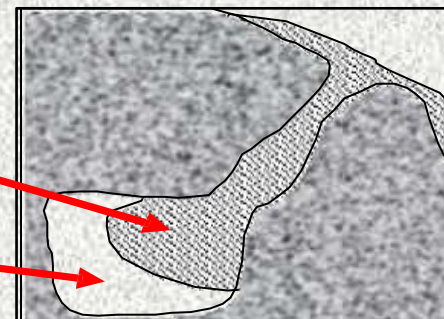
Volumen de **SOLIDO** (V_s)



Volumen de poros **PERMEABLES** (V_p)
Volumen de
poros **IMPERMEABLES** (V_i)

BETÚN ABSORBIDO

Volumen de **POROS**
PERMEABLES sin betún (V_{pa})

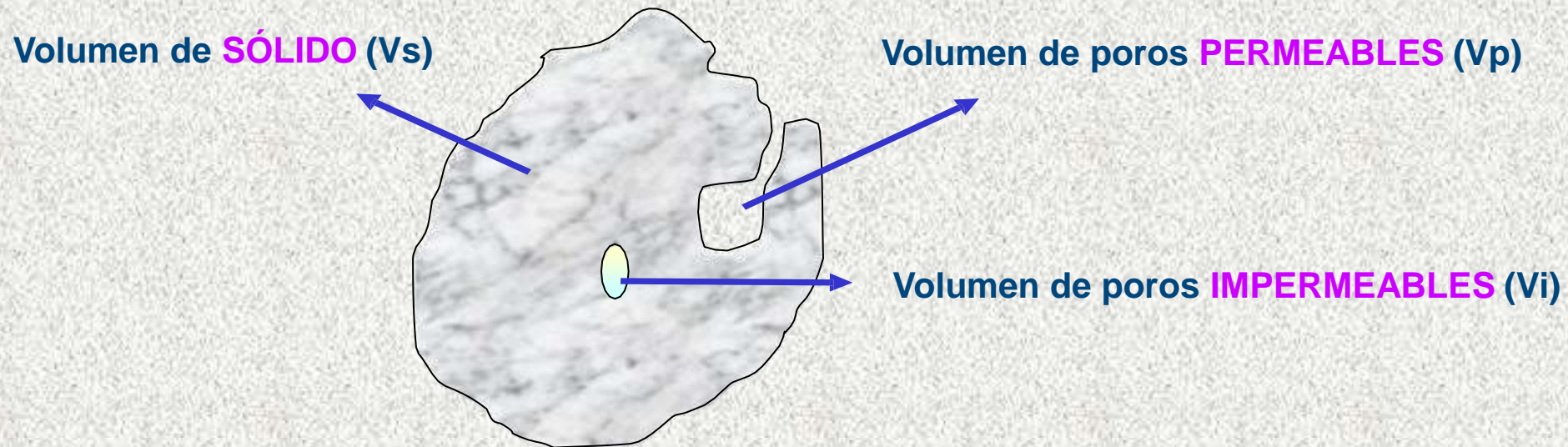


Peso específico Efectivo
[gr/cm³]

$$= \frac{\text{Peso del agregado seco}}{\text{Volumen (SOL + IMPER + PER SIN BETÚN)}}$$

Absorción Normas VN-E 13 y 14

Es el volumen de vacíos del agregado que son accesibles por el agua



$$\text{Absorción } [\%] = \frac{\text{Peso agua en poros permeables}}{\text{Peso del agregado seco}}$$

A tener en cuenta al momento de dosificación de la mezcla asfáltica. Dosificación en peso – Dosificación en volumen

TIPO DE ÁRIDO	PESO ESPECÍFICO APARENTE (Kg/dm3)	ABSORCIÓN (%)
GRANITO	2.7	0.4
BASALTO	2.8	1.1
ESCORIA DE ALTO HORNO	2.7	3.2
ESCORIA ACERIA	3.4	1.4
ARCILLA EXPANDIDA	1.75	2.3

Granulometría

La composición granulométrica tiene una gran influencia en:

- Drenabilidad,
- Compactabilidad,
- Macrotextura Superficial,
- Resistencia Mecánica...

Ensayo de Granulometría

NORMAS de APLICACION

IRAM 1505 / 1677 /1678 /10507

ASTM C 117 / D 316

AASHTO T 11 / T 27

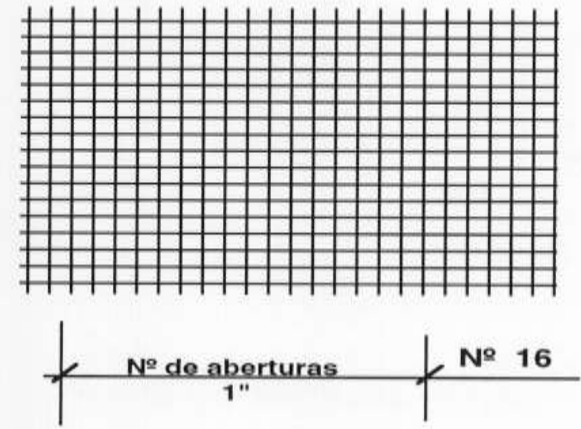
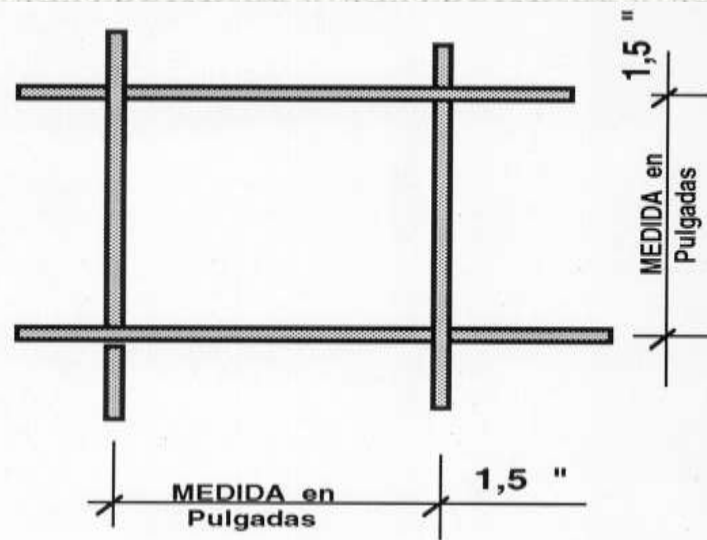
D. N. V. VN - E 1 / VN – E 7

Determina el tamaño y distribución de las partículas componentes del suelo.
Ambas características está, vinculadas con el comportamiento estructural.

Granulometría

• TAMICES

Nomenclatura y dimensiones



Tamíz IRAM 102,0 mm 4"

Tamíz IRAM 76,0 mm 3"

Tamíz IRAM 51,0 mm 2"

Tamíz IRAM 38,0 mm 1 1/2"

Tamíz IRAM 25,0 mm 1"

Tamíz IRAM 19,0 mm 3/4"

Tamíz IRAM 12,7 mm 1/2"

Tamíz IRAM 9,5 mm 3/8"

Tamíz IRAM 6,4 mm 1/4"

Tamíz IRAM 4,8 mm Nº 4

Tamíz IRAM 2,4 mm Nº 8

Tamíz IRAM 2,0 mm Nº 10

Tamíz IRAM 1,6 mm Nº 12

Tamíz IRAM 1,2 mm Nº 16

Tamíz IRAM 840,0 µ Nº 20

Tamíz IRAM 590,0 µ Nº 30

Tamíz IRAM 420,0 µ Nº 40

Tamíz IRAM 297,0 µ Nº 50

Tamíz IRAM 250,0 µ Nº 60

Tamíz IRAM 177,0 µ Nº 80

Tamíz IRAM 149,0 µ Nº 100

Tamíz IRAM 105,0 µ Nº 140

Tamíz IRAM 74,0 µ Nº 200

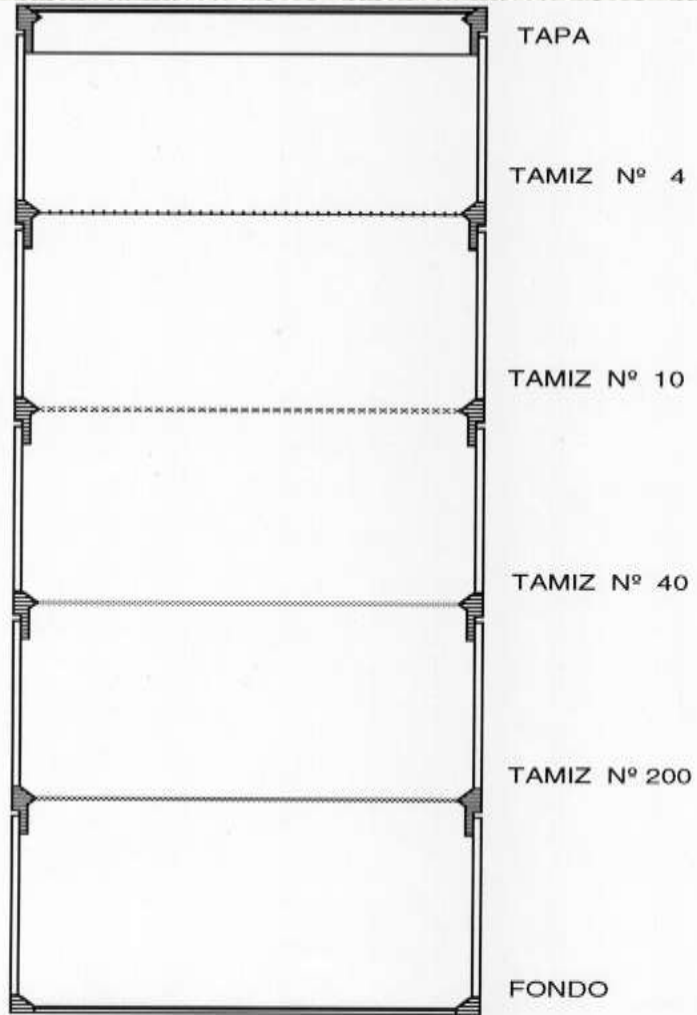
Tamíz IRAM 50,0 µ Nº 270

• TAMICES

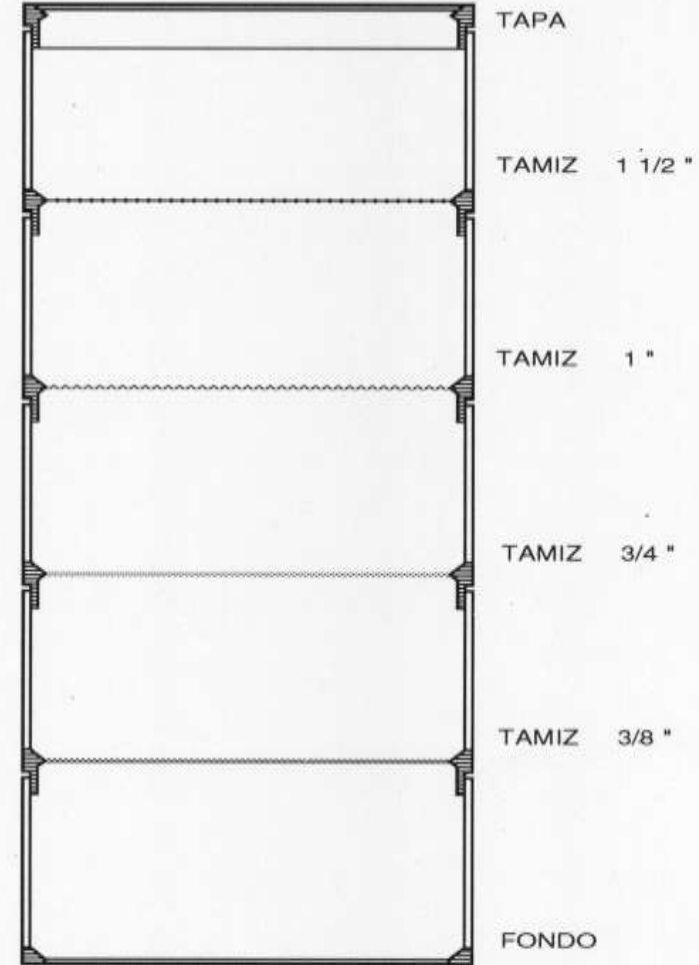
**Forma
De
abertura
Y de
marco**



GRANULOMETRÍAS



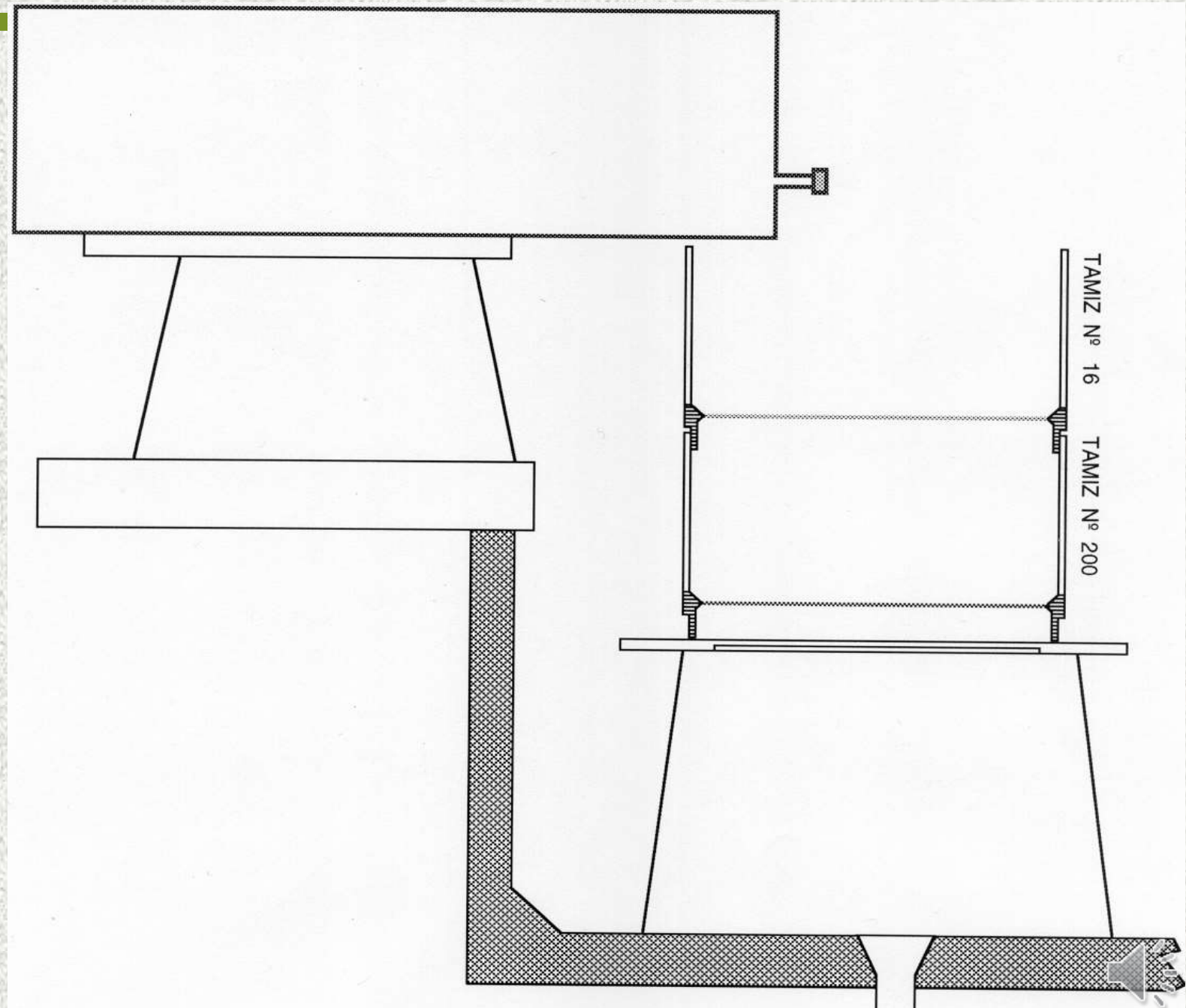
BATERIA DE TAMICES
para Suelos Finos



BATERIA DE TAMICES
para Suelos Gruesos

• LAVADO

Agregado Sucio

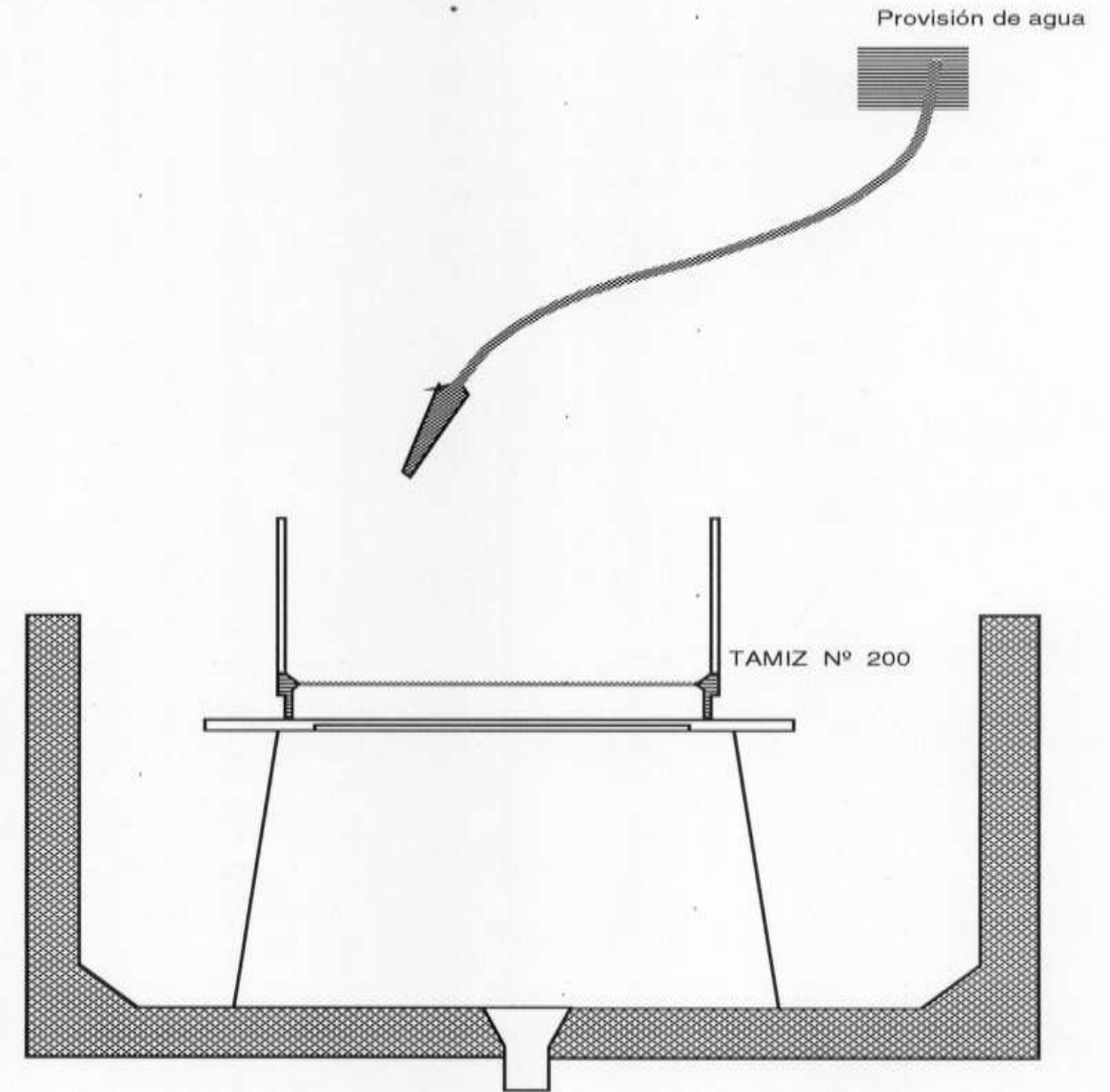


GRANULOMETRÍAS

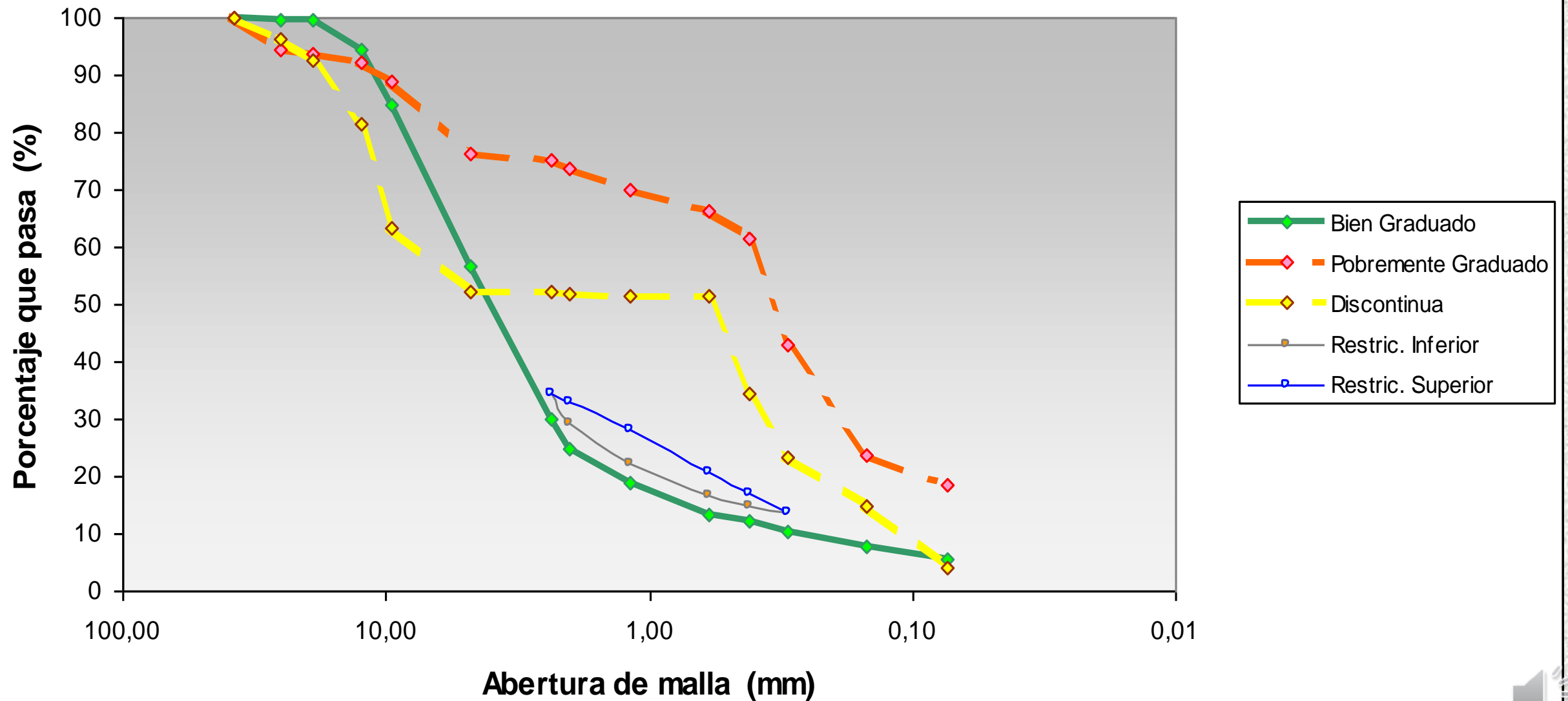
RUTA									
PROGRESIVA ó YACIMIENTO									
PERFORACION									
Profundidades Límites									
PESO TOTAL		20160		19720					
T A M B I E N S		Gramos	%	Gramos	%				
	3 "	Retiene	0,00	0,00					
		Pasa	20160,00	100,0	19720,00	100,0			
	1 1/2 "	Retiene	902,88		0,00				
		Pasa	19257,12	95,5	19720,00	100,0			
	1 "	Retiene	1788,20		942,79				
		Pasa	17468,92	86,7	18777,21	95,2			
	3/4 "	Retiene	2026,54		2566,48				
		Pasa	15442,38	76,6	16210,73	82,2			
	3/8 "	Retiene	3753,95		3562,00				
		Pasa	11688,43	58,0	12648,73	64,1			
	Nº 4	Retiene	2702,51		2671,23				
		Pasa	8985,92	44,6	9977,50	50,6			
	Peso de Cuarteo		390,43		357,70				
	Nº 10	Retiene	49,21		50,02				
		Pasa	341,22	39,0	307,68	43,5			
	Nº 40	Retiene	59,89		111,66				
		Pasa	281,33	32,1	196,02	27,7			
	Nº 200	Retiene	208,39		149,41				
		Pasa	72,94	8,3	46,61	6,6			

• LAVADO

Convencional de Suelos Finos



GRANULOMETRÍAS



Granulometría

De acuerdo al tamaño del agregado se puede realizar la siguiente clasificación.

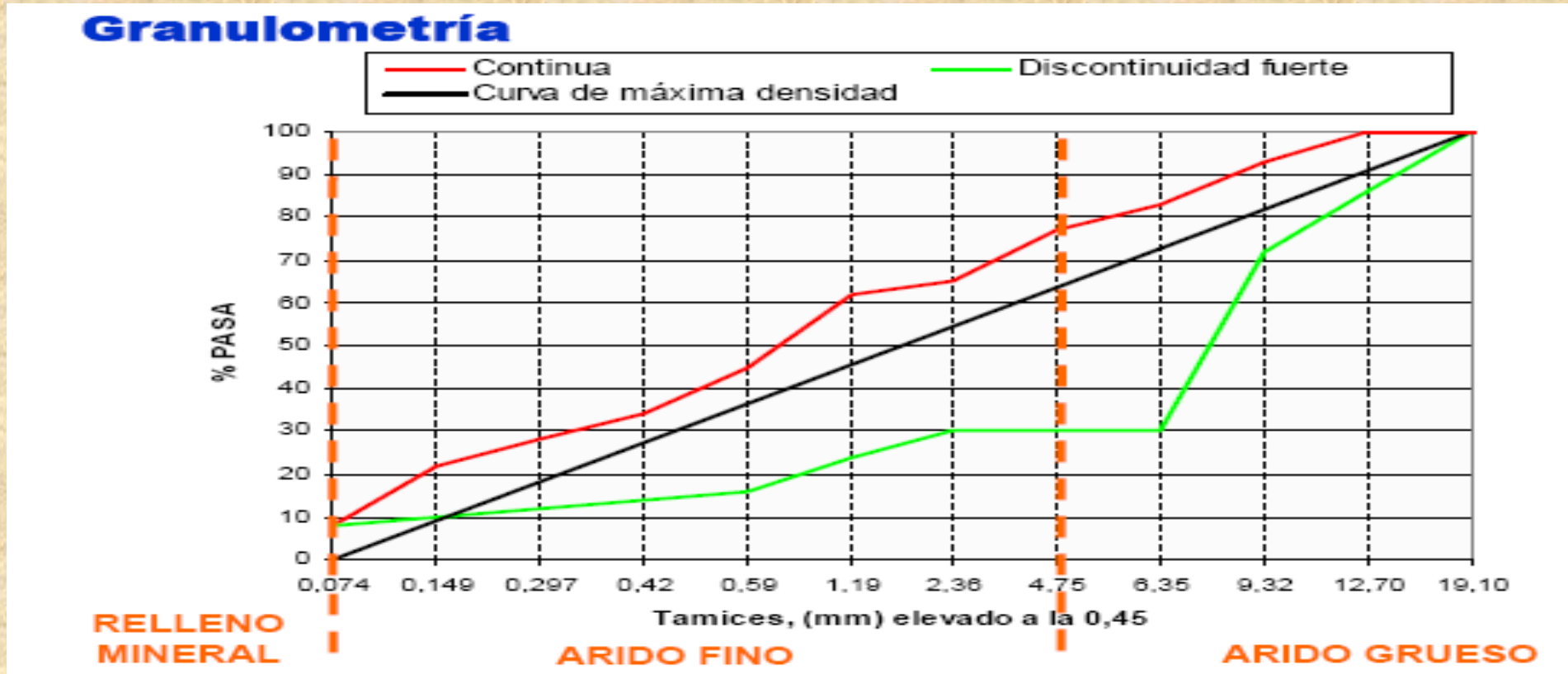
GRUESO: material retenido en el tamiz n° 4 (4.8 mm)

FINO: material que pasa el tamiz n° 4 (4.8 mm) y es retenido por el tamiz n° 200 (74 micrones)

RELLENO MINERAL (filler): material que pasa el tamiz n° 200 (74 micrones)

Granulometría y Macrotextura

Continua - Macrotextura **BAJA** / Discontinua - Macrotextura **ALTA**



Contenido de Materia Orgánica

Contenido de Partículas Blandas y Finos Adheridos

NORMAS de APLICACIÓN

IRAM 1512 / 1644

ASTM C 123 / C 142

AASHTO T 112 / T113 / T 194

D.N.V VN E-36 / E-68

Se determina el % de **materiales ajenos a la fase sólida principal**: de características orgánicas, de fracciones no deseadas o perjudiciales.

Tienen influencia en comportamiento y consumo de ligantes, estabilizantes y aditivos

Limpieza del agregado

Es necesario evitar la contaminación por:

Partículas de naturaleza orgánica

Polvo mineral

Partículas arcillosas

La contaminación de un agregado puede darse en el proceso de elaboración o lavado, o por un inadecuado manejo u ordenamiento de los acopios.

Limpieza del agregado

AGREGADO GRUESO:

Se mide el porcentaje en peso de las partículas finas adheridas a la superficie del árido después del lavado.

Polvo adherido: cantidad de polvo adherido a la superficie de un agregado que no se desprende por simple tamizado o lavado.

Norma de Ensayo VN – E68. Determinación de Polvo adherido

Valor máximo admitido según la Norma:

Gravas: 1.5 ml%

Triturados: 2.0 ml%

Limpieza del agregado

AGREGADO FINO:

Se realiza el ensayo de EQUIVALENTE DE ARENA

Se valora la relación porcentual entre la altura de la parte sedimentada y la altura total del floculado (en suspensión en la disolución).

Valores admisibles $E_a > 50\%$



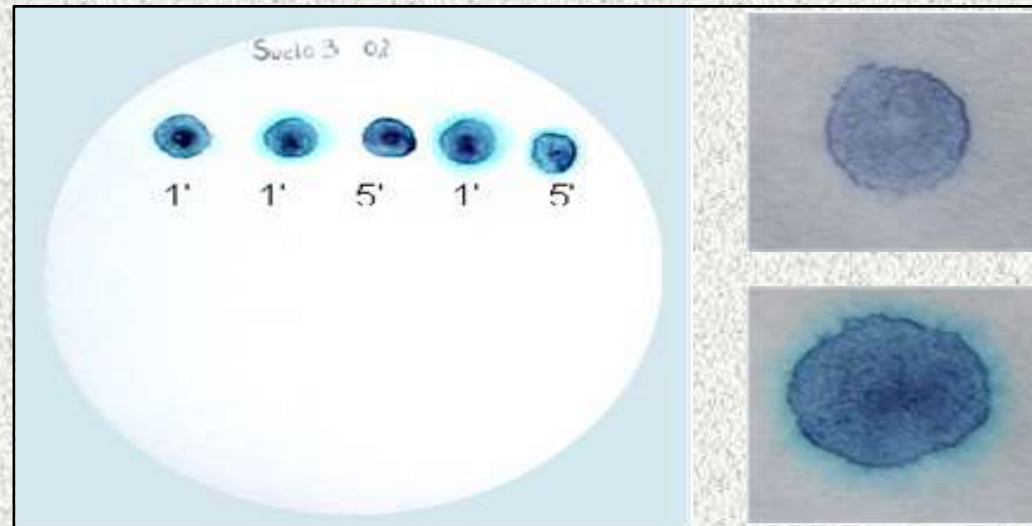
Limpieza del agregado

En caso de dudas respecto a la nocividad de los finos se realiza el Ensayo de Azul de Metileno.

Se basa en las propiedades de absorción de las arcillas y su efecto decolorante sobre las soluciones acuosas de azul de metileno. El ensayo consiste en medir la cantidad de azul de metileno necesaria hasta la aparición de aureola celeste, por 100 gramos de muestra seca.

Norma IRAM 1594.

Método de azul de metileno



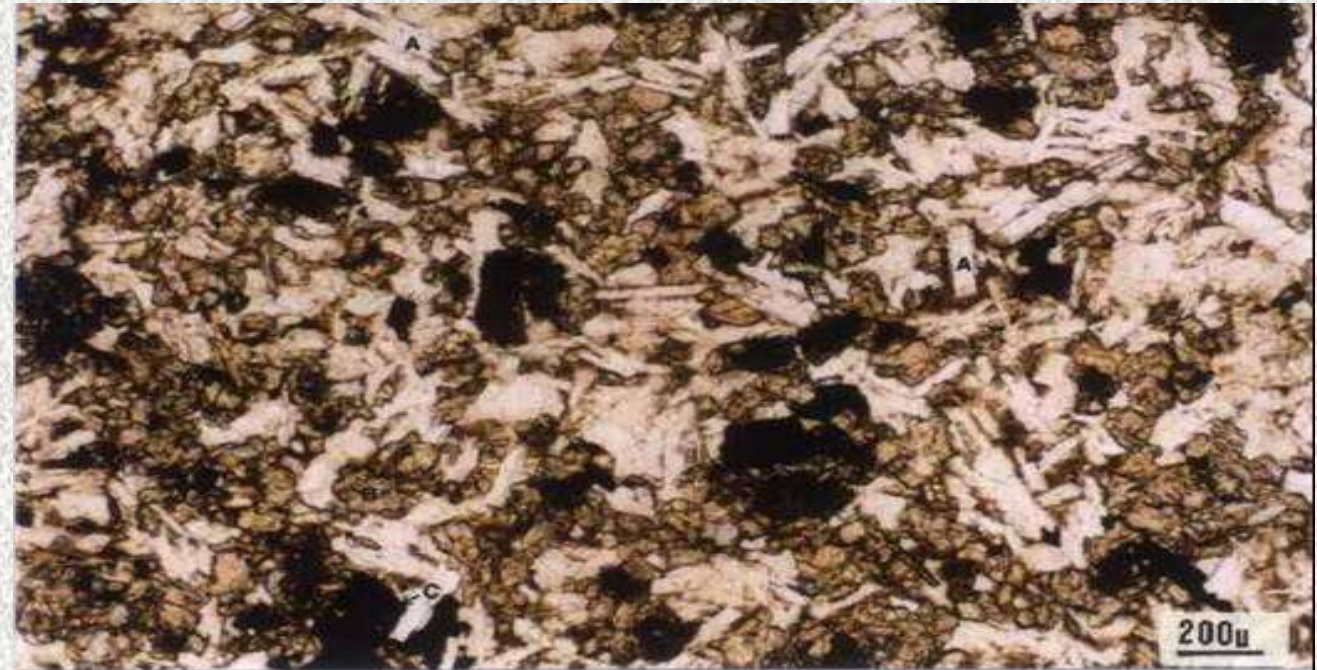
Inalterabilidad de los Áridos

- Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.
- Ensayo Petrográfico, Rayos X.

Estudio Petrológico de los agregados

Brinda una descripción y clasificación del material pétreo. Puede ser:

- Macroscópico
- Microscópico
- Rayos X

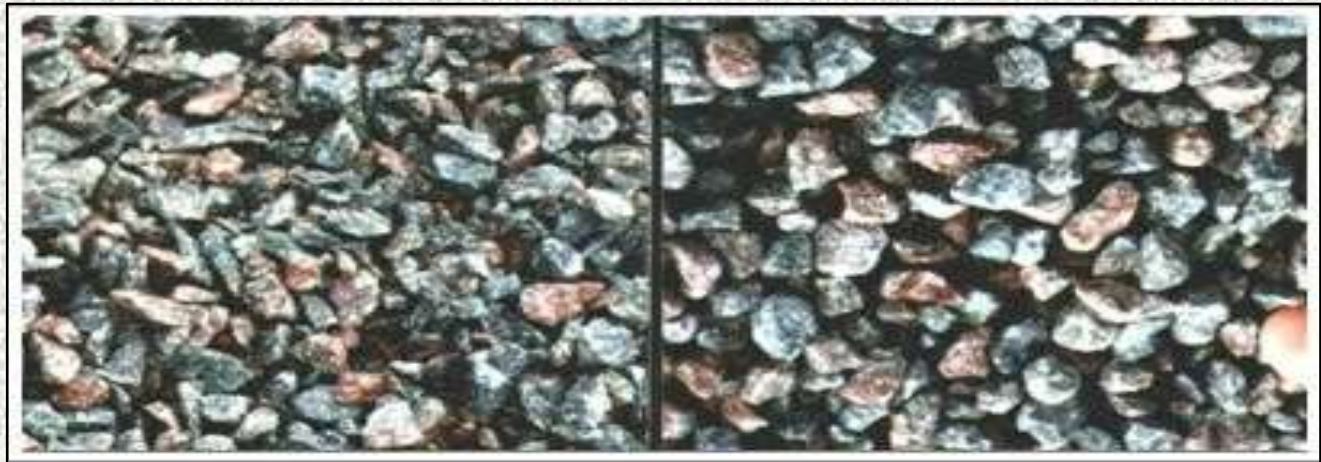


Forma del Árido Grueso

La forma afecta al esqueleto mineral del árido. La misma depende del proceso de trituración / reducción de tamaño en cantera.

Las partículas se clasifican como:

- Redondeadas
- Cúbicas
- Lajas
- Agujas (Elongadas)



Es necesario poner limitaciones al contenido de partículas con mala forma (lajas y elongadas).

Ensayo de **LAJOSIDAD y ELONGACIÓN**

NORMAS de APLICACION

IRAM 1687 1 y 2

ASTM D 47911

AASHTO T 96

D.N.V. VN E- 38

LAJOSIDAD

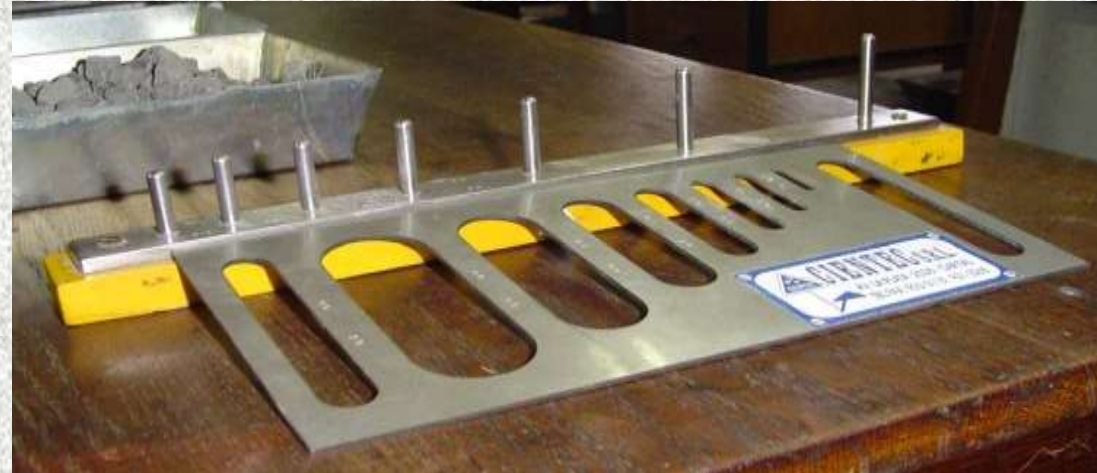
Determina el % en peso de partículas con dimensión mínima inferior a $3 / 5$ de la dimensión media.

ELONGACIÓN

Determina el % en peso de partículas con dimensión máxima superior a $9 / 5$ de la dimensión media.

Calibres: Lajosidad y Elongación

Calibre de espesores

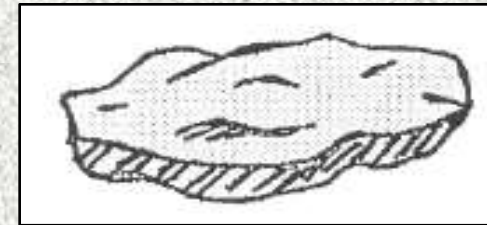


Calibre de longitudes

Índices de Lajosidad y Elongación (IRAM 1687) (VN-E38)

Son los porcentajes, en peso, sobre el total de la muestra, de partículas lajosas y elongadas.

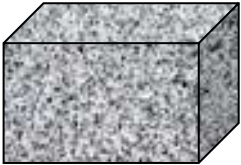


- LAJOSOS ó PLANOS (dimensión mínima $< 3/5$ dimensión media)
- (calibre de espesores)



- ALARGADOS ó ELONGADOS (dimensión máx. $> 9/5$ dimensión media) (calibre de longitudes)



Valores de los parámetros de forma

FORMA	Factor De Cubicidad	Indice De Lajosidad	Indice De Elongación
Cúbica 	> 0,9	< 10%	< 10%
Lajosa 	< 0,4	> 70%	> 10% < 70%
Elongada 	> 0,4 < 0,9	> 10% < 70%	> 70%



***Hacemos un alto y seguimos
luego..... En unos 10 min.
gracias por su atención***

Asociación Argentina de Carreteras
Av. Paseo Colón 823-Piso 6
C 1063-CABA

Comisión Permanente del Asfalto
Av. Paseo Colón 823-Piso 10
C 1063-CABA

