

# HECHOS EN CONCRETO

**Más de 35 tipos de cemento.**  
¿Cuál es el idóneo para mi proyecto?

Laura Carolina Lopera, Ing. Materiales y Especialista  
Juan Fernando Arango Londoño, PhD.

**ALIOP**  
SEMENTOS  
MOLINS corona

# Contenido

Introducción

Diferenciando los tipos de especificaciones para el cemento

Los cementos hidráulicos por desempeño, NTC 121 o ASTM C1157

Los cementos para mampostería y mortero

Los cementos Pórtland, ASTM C150

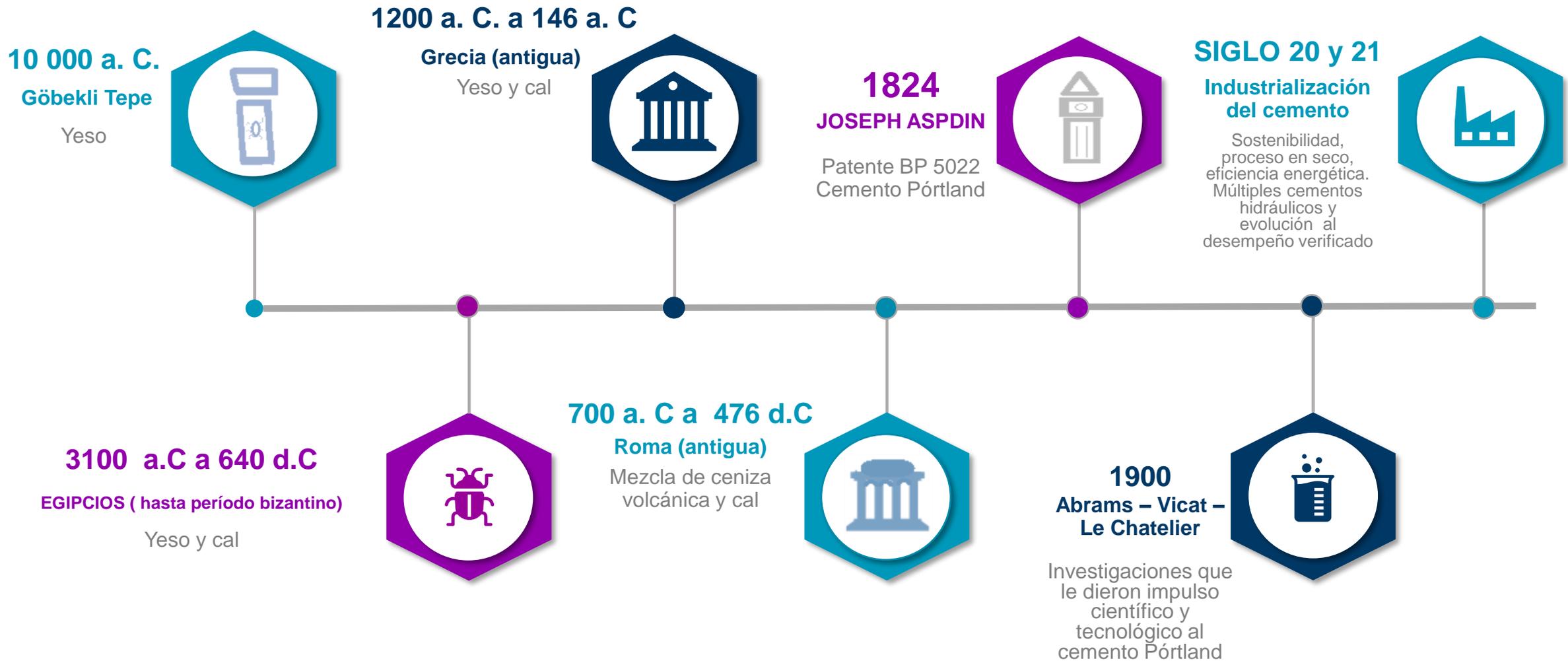
Los cementos obtenidos mediante mezclas, ASTM C595

Los cementos aluminosos

Los cementantes suplementarios NTC 3493 o ASTM C618



# Historia del cemento



# Definiciones importantes

## 1 Cemento hidráulico

Un cemento que fragua y toma resistencia por una reacción química con agua y que es capaz de hacerlo incluso bajo el agua. Ejemplo: Cemento Pórtland, cementos obtenidos mediante mezclas

## 2 Cementante

Material inorgánico o mezcla de materiales inorgánicos que fragua y que desarrolla resistencia por las reacciones químicas con el agua para formar hidratos, y que es capaz de hacerlo incluso bajo el agua. Cemento Pórtland, escoria cementante, cementos por mezclas y por desempeño.



# Definiciones importantes

## 3 Cemento Pórtland

Es una clase de cemento hidráulico que se produce mediante la molienda de clínker y yeso, que contiene hasta un 5% de caliza, y adiciones de proceso. Debe tener controladas tanto su composición química como sus características físicas. Algunas propiedades son por desempeño verificado.

## 4 Cementante suplementario

Material inorgánico que contribuye a las propiedades de una mezcla de cementantes, porque tiene reacciones hidráulicas, puzolánicas, o ambas. Ejemplos: puzolanas naturales crudas o calcinadas, humo de sílice, ceniza volante, entre otras.



# Definiciones importantes

## 5 Puzolanas

Materiales silíceos o sílico-aluminatos que por si mismos no tienen capacidad cementantes, pero que con agua y en presencia de hidróxido de calcio tiene propiedades cementantes. Ejemplo: metacaolín.

## 6 Cemento petrolero

Cemento hidráulico diseñado con tiempos de fraguado prolongados, resistente a altas temperaturas y presiones, como las que se pueden encontrar en un pozo de petrolero.



# Diseño por prescripción y por desempeño



# Normas prescriptivas

- Entregan especificaciones con las que se “cree que se cumple con un desempeño”.
- Son las más conocidas y fáciles de aplicar. ¡Se usa la receta! Ejemplo, más claro en el cemento Pórtland.
- Son conjuntos de requisitos, basados en estudios de durabilidad donde se ha correlacionado un componente con el desempeño a una clase de exposición. Ejemplo contenido de C3A y la exposición a sulfatos.
- No garantizan cumplir por sí solas con el desempeño requerido. Puede cumplir C3A y que haya deterioro.
- La mayor responsabilidad de la especificación y desempeño del diseñador, quien indica el tipo de cemento a usar.
- **La mayoría de la normatividad está cambiando a desempeño verificado.**

# Normas por desempeño

- Son las “menos conocidas”. Aunque siempre se ha hecho. Ejemplo, diseñador especifica  $f'c$ , el módulo de elasticidad (E), entre otros, y el constructor o proveedor debe lograrlo (¡no le indica cómo!).
- No se deben mezclar requisitos prescriptivos con los de desempeño para una misma propiedad. suelen ser incompatibles.
- El diseñador especifica qué comportamiento desea, sin importar la composición o proceso productivo empleado por el fabricante o constructor.
- La responsabilidad está en el constructor, quien debe cumplir con los materiales y procesos constructivos que cumplan el desempeño, en beneficio del dueño de la obra.
- Requieren más ensayos de laboratorio.



# Normas de cementos por desempeño

**NTC 121**

**ADOPCIÓN MODIFICADA DE  
ASTM C1157**

Especificación de  
desempeño para  
cemento hidráulico

**NTC 1362**

**ADOPCIÓN MODIFICADA DE  
ASTM C1157**

Cemento hidráulico  
blanco

**NTC 4050**

**ADOPCIÓN MODIFICADA DE  
ASTM C91**

Cementos para  
mampostería

**ASTM C1329**

**SIN ADOPCIÓN EN  
COLOMBIA**

Cemento para  
mortero



# NTC 121, cemento hidráulico

\*Adopción modificada de la ASTM C1157



- Incluido en la normatividad de construcción de Colombia NSR-10.
- Son los más comunes actualmente en Colombia.
- En 2014, con este número de NTC estaban los cementos Pórtland, además de la NTC 321 (requisitos químicos), que fue anulada. No se deben especificar cementos NTC121 + NTC 321, a no ser que sea definitivamente lo que se requiere.
- Un cemento NTC 121 puede cumplir simultáneamente varios tipos. Por ejemplo, ART/MS.
- Especificarlo de acuerdo con la clase de exposición del componente de la obra (ver NSR-10, capítulo C.4).



# NTC 121, cemento hidráulico

\*Adopción modificada de la ASTM C1157

1

2

Tipos de cemento

## Tipo UG

Cuando no se requieren propiedades especiales.

## Tipo ART

Para altas resistencias tempranas

## Tipo MRS

Moderada resistencia a los sulfatos

## Opción A

Cemento con incorporador de aire

## Tipo MCH

Moderado calor de hidratación

## Tipo BCH

Bajo calor de hidratación

## Tipo ARS

Alta resistencia a los sulfatos

## Opción BRA

Baja reactividad con agregados reactivos álcali – sílice.

- Son 12 tipos. Con las opciones se puede obtener por ejemplo un MRS (A)
- O un ART(R) pero este último no se recomienda. Las actualizaciones de las normas de cemento están retirando la opción BRA (baja reacción álcalis sílice), pues no garantizan por si solos un correcto desempeño ante este tipo de ataque.

# NTC 1362, cemento hidráulico blanco

- Incluido en normatividad colombiana NSR-10
- Debe cumplir con las especificaciones de la NTC 121 para los diferentes tipos de cemento
- Tiene requisito de color (L\*) en sistema CIELAB



## Requisitos de color por sistema CieLab

Tipo de cemento		UG	ART	MRS	ARS	MCH	BCH
Característica	Unidad	Valor					
<b>Luminosidad</b>							
L* mín, %	%	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
a* mín, %	%	A	A	A	A	A	A
b* mín, %	%	A	A	A	A	A	A

L\* Representa la luminosidad (qué tan claro u oscuro es el material que se está midiendo).  
 a\* Representa la tendencia del material a tener tonalidad roja (valor de a\* positivo) o verde (valor de a\* negativo).  
 b\* Representa la tendencia del material a tener tonalidad amarilla (valor de b\* positivo) o azul (valor de b\* negativo).



# NTC 4050, cementos para mampostería

Adopción modificada de la ASTM C91

## Tipo M

Para preparación de mortero tipo M.

## Tipo N

Para preparación de mortero tipo N.

## Tipo S

Para preparación de mortero tipo S.

- Incluido en la normatividad colombiana
- Característica más relevante: capacidad de retención de agua
- En Colombia, en mampostería estructural, se debe usar en combinación con cemento Pórtland según NSR-10

Tabla D.3.4-1  
Clasificación de los morteros de pega por propiedad o por proporción

Mortero tipo	Especificación de los morteros por propiedad <sup>(1)</sup>			Especificación de los morteros por proporción				
	Resistencia mínima a la Compresión $f'_{cp}$ MPa <sup>(2)</sup>	Flujo en (%) <sup>(3)</sup>	Retención Mínima de Agua	Cemento Portland	Cal hidratada <sup>(4)</sup>	Cemento para Mampostería <sup>(7)</sup>	Arena/Material Cementante <sup>(5)</sup>	
							Min.	Máx.
H	22.5	115-125	75%	1	0.25	no aplica	2.00	2.5
M	17.5	115-125	75%	1	0.25	no aplica	2.25	3.0
				1	no aplica	1	2.25	2.5
S	12.5	110-120	75%	1	0.25 a 0.50	no aplica	2.50	3.5
				0.5	no aplica	1	2.50	3.0
N <sup>(6)</sup>	7.5	105-115	75%	1	0.50 a 1.25	no aplica	3.00	4.5
				0	no aplica	1	3.00	4.0

Para mampostería no estructural, se ha conceptualizado por la Comisión Asesora (Acta 132) que los requisitos del Título D son los adecuados para demostrar su buen comportamiento, según la NSR-10 (Título A.9)

# ASTM C1329, cemento para mortero

## Tipo M

Para preparación de mortero tipo M.

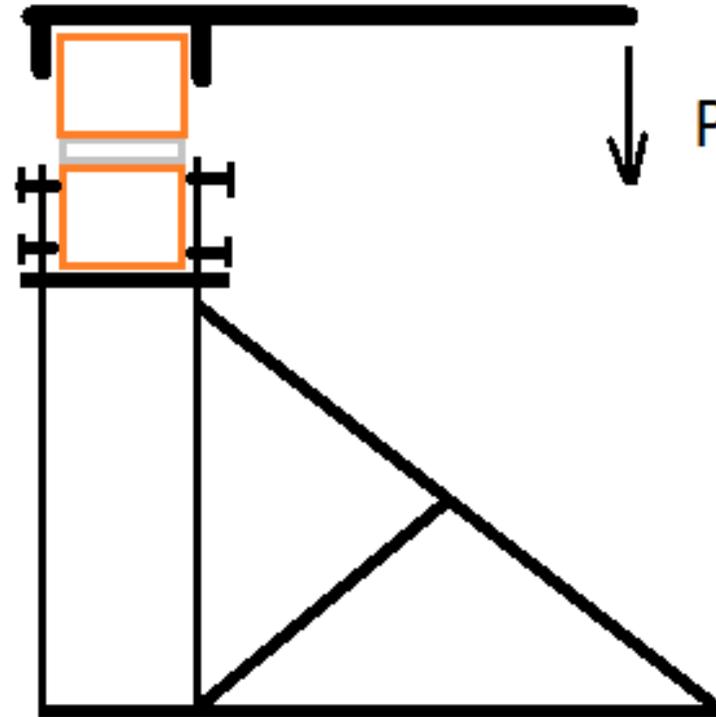
## Tipo N

Para preparación de mortero tipo N.

## Tipo S

Para preparación de mortero tipo S.

- No está incluido, al momento, en la normatividad de construcción de Colombia.
- Cemento similar a cemento de mampostería, tanto en uso como función.
- Incluye un requisito adicional de resistencia a la flexión, medido según ASTM C1072.
- Garantiza la adherencia del mortero a las unidades de mampostería (¡desempeño!).



# Cementos para inyecciones

## USOS TÍPICOS

### Cemento UG, ART y obtenidos mediante mezclas

- Lechadas fluidas (cortinas de presas)
- Disminuye la permeabilidad de la roca.
- Aumenta la resistencia de los suelos.

### Microcemento

- Aplicaciones especiales para disminuir infiltración de agua.

## Microcemento

El comité 553 de ACI (Geotechnical Cement grouting), define el microcemento como un material cuyo diámetro máximo es inferior a 15  $\mu\text{m}$ .

De acuerdo con la Norma Europea para grouting (SFS-EN 12715), el microcemento se caracteriza por un área específica superficial mayor a 800  $\text{m}^2/\text{kg}$  y D95 inferior a 20  $\mu\text{m}$ .

- No está incluido en la normatividad colombiana de edificación.
- Se suele usar en obras de reparación y obra nueva
- Microcementos pueden ser de muchos tipos, según especificación de diámetro medio de partículas y tiempos de fraguado.
- Característica más relevante: facilidad y efectividad en la inyección

HECHOS EN  
**CONCRETO**

¿Preguntas?

**ALION**  
SEMENTOS  
MOLINS corona



# Normas por prescripción (... y algo de desempeño)

## ASTM C150

Especificaciones para  
cemento Pórtland

## ASTM C595

Especificación  
Estándar para las  
mezclas de cemento  
hidráulico

## NTC 4758

Cemento hidráulico  
expansivo

## UNE EN 14467

Cemento aluminato de  
calcio, composición,  
especificaciones y  
criterios de conformidad

## API SPEC 10A

Especificaciones para  
cementos y materiales  
para cementación de  
pozos



# ASTM C150, cemento Pórtland

Tipo I	Tipo II	Tipo II(MH)
No se requieren propiedades especiales.	Moderada resistencia a los sulfatos.	Moderado calor de hidratación.
Tipo III	Tipo IV	Tipo V
Altas resistencias tempranas.	Bajo calor de hidratación.	Alta resistencia a los sulfatos.

- Includido en la normatividad colombiana de edificación.
- Se identifica que se trata de un Pórtland por usar números y que escritos están en romanos.
- No tienen norma NTC vigente. Especificarlo como Pórtland, verificando disponibilidad.
- Cuando tienen incorporador de aire, se agrega la letra "A", por ejemplo, Tipo IIIA.
- 10 tipos de cemento Pórtland (ASTM C150-19). No hay tipo IVA, ni tipo VA.
- Se eliminaron los tipos R, de baja reacción álcalis sílice.
- Pueden cumplir simultáneamente varias denominaciones (Tipo I/III).



# ASTM C595, cemento obtenido mediante mezclas

Tipo IS	Tipo IP
Cemento Pórtland y escoria de alto horno.	Cemento Pórtland y puzolana.
Tipo IT	Tipo IL
Cemento Pórtland más otros dos cementantes complementarios (ternario).	Cemento Pórtland y caliza.

- Includido en la normatividad colombiana de edificación
  - Se obtienen de mezclar cemento Pórtland (prescriptivo) y cementantes que cumplen las normas.
  - Se usa un número entre paréntesis que indica la cantidad de cementante suplementario mezclado con el cemento Pórtland. Por ejemplo, IP(20) tiene 20% de puzolana
  - Mezcla se evalúa por desempeño verificado ara cada tipo de cemento
  - Infinidad de subtipos de cemento. Además, puede tener aire incorporado (A); moderado calor de hidratación (MH); moderada resistencia a sulfatos (MS), alta resistencia a sulfatos (HS); bajo calor de hidratación (LH). Es decir,  $4 * 5 = 20$  tipos posibles (sin incluir subtipos)
- Puede haber un IL(20) MS MH A



# NTC 4578, cemento expansivo

\*Adopción modificada de la ASTM C845

5

4

Tipos de cemento

## Tipo E-1

Cemento Pórtland cuando no se requieren propiedades especiales.

## Cemento hidráulico expansivo

Cemento compuesto por silicatos, aluminatos y sulfatos de calcio que, al ser mezclados con el agua, forman una pasta que se incrementa significativamente en volumen luego del fraguado inicial, y por un tiempo corto adicional. Tres tipos para uso estructural K, M y S.

K

Aluminosilicato cálcico y cal libre.

M

Cemento de aluminato de calcio y sulfato de calcio

S

C3A y sulfato de calcio

## Para demolición

Caso especial, de altísima expansión que permite hacer demoliciones no explosivas

- Includido en la normatividad colombiana de edificación.
- Uso más relevante: formulación de concretos de contracción compensada, para minimizar la aparición de fisuras. Se busca que la expansión compense las retracciones iniciales del concreto.



# API SPEC 10, cementos y materiales para cementación de pozos

Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Grado común. Similar a un cemento Pórtland Tipo I de ASTM con fraguado >90min	Similar al Tipo II de ASTM C150.	Similar a ASTM C150 tipo III, cuando se requieren altas resistencias tempranas	Para temperaturas altas (<127°C) y presiones moderadas.
Clase E	Clase F	Clase G	Clase H
Para temperaturas altas (<127°C) y presiones. Retardado	Para temperaturas y presiones extremadamente altas (<160°C). Retardado	Para perforaciones intermedias Sin adiciones, excepto yeso. C3A<8%.	Para perforaciones profundas. Sin adiciones, excepto yeso. C3A<5%.

- Variedades MRS y HSR.
- Uso en pozos de petróleo y gas: alta temperatura, presión y agentes agresivos que no se encuentran en las obras comunes.
- Basados en Pórtland C150.
- Baja viscosidad, tiempos y de fraguado controlados.
- Se verifica la fluidez, la permeabilidad, resistencia a diferentes temperaturas, entre otras propiedades.
- 15 tipos de cementos.

Los de uso más común son el G y el H



# UNE-EN 14647, cemento aluminato de calcio

- No incluido en la normatividad colombiana para edificación.
- Se usa solo o en combinación con cemento hidráulico
- Altísimas resistencias iniciales
- Especial para ambientes agresivos
- Formulación de morteros de reparación.
- Formulación de concretos refractarios.
- Morteros especializados de inyección
- Prefabricados de alta resistencia inicial





# Cementos alternativos

## Sin denominación

Puzolanas  
Clinker  
Activadores alcalinos

## Activación alcalina

Cemento hidráulico obtenido mediante la activación de arcillas calcinadas, cenizas y otras puzolanas, con o sin la presencia de clínker en su formulación (híbridos). A veces llamados geo polímeros, nombre dado por J Davidovits

- No incluidos en la normatividad colombiana para edificación.
- Están en desarrollo y caracterización.

## Sin denominación

Puzolanas  
Clinker  
Adiciones funcionales

## Cementos de partículas finas

Cemento hidráulico diseñado con partículas ultrafinas, generalmente puzolánicas, para ultra baja permeabilidad, o altísimas resistencias (cementos de alto desempeño)

- Se pueden usar en edificación e infraestructura, cumpliendo normas individuales
- Se hacen bajo pedido.
- Se obtienen con el uso de cementos hidráulicos Metacaolín o Humo de sílice



# NTC 3493, cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, para el uso en el concreto

\*Adopción modificada de la ASTM C618

## Clase N

Puzolanas naturales, crudas o calcinadas que cumplan con los requisitos de norma

## Clase F

Cenizas volantes que cumplan con los requisitos de la norma

## Clase C

Cenizas volantes que tienen alto contenido de calcio



# Otras adiciones

## NTC 4018

**ADOPCIÓN MODIFICADA  
DE ASTM C989**

“Escoria  
cementante para  
uso en concretos y  
morteros”

## NTC 4637

**NORMA EQUIVALENTE A  
ASTM C1240**

“Especificaciones  
para el uso de  
microsílica como  
adición en mortero  
y concreto de  
cemento hidráulico”

# ¿Y cuál cemento escoger?

Se deben especificar los cementos que estén disponibles en la zona o país del proyecto. En Colombia, lo más común es que sean por NTC 121, adopción modificada de la ASTM C1157.

Tipo de cemento	Tipo de obra
NTC 121, ART	Cualquier tipo concreto estructural, en que no hayan requisitos especiales de durabilidad, incluyendo el color gris y blanco.
NTC 121, MS	Estructuras expuestas a fuentes externas de sulfatos. Puede ocurrir que un NTC 121 sea ART/MS.
NTC 121, UG	Concreto estructural de resistencia normal, sin requisitos especiales de durabilidad, incluyendo el color gris y blanco.
Familia de cementos obtenidos mediante mezclas ASTM C595	Algunos tipos pueden estar disponibles en el mercado colombiano, por cumplimiento simultáneo con familia NTC 121.
Familia de cementantes complementarios	Cuando cumplen norma, son opción en obra para lograr el desempeño verificado.

# En resumen

Tipo de cemento	Tipo de obra
Familia de cementos para mampostería y mortero	Mortero de pega en muros y se deben utilizar según lo indicado en la norma de construcción. Otros tipos de morteros no estructurales como los de pisos y paredes
Cemento aluminoso	Prefabricación no estructural acelerada; concreto no estructural con exposición severa en ambientes ácidos. Morteros especializados
Cementos API o petroleros	Cementación de pozos de gas y petróleo
Cementos expansivos	En obras donde requieres mitigar (eliminar) la aparición de fisuras
<hr/>	
Familia Pórtland ASTM C150	No es común en el mercado colombiano
Opción R en NTC 121 y ASTM C150	No se recomienda especificarlo, de acuerdo a la guía ASTM C1778 para la mitigación de la reacción álcalis-sílice.
“Cementos alternativos”	Sólo con autorización de la Comisión Asesora Permanente y del diseñador

# Conclusiones

1. Hay muchos tipos de cementos. Los más comunes en Colombia son los UG, ART y MS (NTC 121); al igual que los cementantes complementarios como el metacaolín y las cenizas volantes (NTC 3493) y en alguna medida la escoria cementante (NTC 4018).
2. Los cementos Pórtland (ASTM C150) son diferentes a los cementos hidráulicos por desempeño (ASTM C1157 o NTC121), y a los cementos obtenidos mediante mezclas (ASTM C595).
3. Se debe escoger para cada obra el cemento que esté disponible en la zona y que resulte apropiado para las condiciones de desempeño y exposición. En la actualidad, la tendencia es hacia cementos por desempeño verificado (ASTM C1157 o NTC 121-19 ) y por esto ya no se habla tanto del cemento Pórtland.
4. Existen propiedades específicas que pueden obtenerse con la mezcla de cemento tipo ART y diferentes adiciones puzolánicas como el metacaolín, que se deben verificar por desempeño.

HECHOS EN  
**CONCRETO**

¿Preguntas finales?

**ALION**  
SEMENTOS  
MOLINS corona

# Si necesitas más información para tus proyectos de infraestructura, **¡Contáctanos!**

Hernán Pimentel

**Gerente de Ventas Sector Constructor,  
Transformador e Infraestructura**

[hpimentel@alion.com.co](mailto:hpimentel@alion.com.co)

320 4919197

Juan Fernando Arango L.

**Jefe de Soporte Técnico**

[jfarangol@alion.com.co](mailto:jfarangol@alion.com.co)

310 8250924

Línea Siempre Firme

- **Medellín:** 6044747
- **Bogotá:** 3905454
- **Bucaramanga:** 6985555
- **Cali:** 4868888
- **Pereira** 3402422
- **WhatsApp:** 310 2751300
- [siemprefirme@alion.com.co](mailto:siemprefirme@alion.com.co)

# ¡Gracias!

**ALION**  
SEMENTOS  
MOLINS corona