

ESPECIAL
Supervisión técnica
aplicada en obra

HECHOS EN
CONCRETO

BIENVENIDOS

ALION
Molins^o corona

ESPECIAL

Supervisión técnica
aplicada en obra

**HECHOS EN
CONCRETO**

ALION
Molins° corona

Conferencia **en vivo**:

Ensayos no destructivos y mínimamente invasivos aplicados al concreto

Conferencistas:

Juan Fernando Arango

Ingeniero civil, especialista en estructuras de la Universidad Nacional de Colombia y doctor – PHD de la Universidad del país Vasco en España.

José Mauricio Cárdenas

Ingeniero de materiales, especialista en alta gerencia y negocios internacionales.



Fecha: 24 de julio



Hora: 5:30 P.M.

¡Quiero inscribirme!

¡Hoy veremos!

- Un repaso sobre la investigación de resultados bajos de cilindros.
- Los ensayos no destructivos (END) y su relación con la NSR-10.
- Supervisión Técnica y MND.
- Alcance de la Supervisión Técnica frente a los END

Repasemos investigación de resultados bajos

1

Análisis de dispersión f_c en la misma muestra



2

Análisis de diferencias en f_c de la obra, el productor, o supervisor técnico



3

Realizar los ensayos no destructivos

4

Hacer las pruebas de carga

Un ensayo no destructivo (END)/(NDT) es un método para evaluar la integridad de la mezcla o de un componente y sus constituyentes, sin alterar significativamente su desempeño.

Antes de llegar a núcleos y pruebas de carga revise los pasos anteriores

Los métodos de ensayo no destructivos



Métodos no destructivos

Métodos no destructivos

Ventajas:

- Puede hacerse en áreas grandes de forma rápida y eficiente
- No causa daños a la estructura
- Evalúa la calidad del concreto en tiempo real
- Menor costo
- Mayor rapidez
- Son útiles para evaluar el estado y monitorear a largo plazo la durabilidad del concreto
- Permite identificar a temprana edad defectos o discontinuidades (grietas, vacíos o delaminaciones)

Los resultados permiten **orientar** a las personas interesadas sobre ciertas **características del concreto y su armadura** .

Supervisión técnica y MND

Algunos métodos no invasivos

- Inspección visual, incluye lupas, borómetros, entre otros.
- Martillo de rebote Schmidt o esclerómetro NTC 3692.
- Velocidad de pulso ultrasónico NTC 4325.
- Eco ultrasónico. Longitud de fundación, cambios de sección, grietas, entre otros.
- Registro de la impedancia (geometría de una fundación)
- Radar de penetración de suelo (GPR). Posición de barras, vacíos, geometría, ductos, espesores.
- Prueba de carga.
- Radiografía.
- Termografía infrarroja.
- Propiedades de transporte: método de Torrent, ISAT, sorcibilidad, entre otros.
- Método de resistividad eléctrica del concreto.



Cortesía: DIRIMPEX ingeniería consciente y dinámica SAS



Cortesía: Cemento ALION

Supervisión técnica y MND

Algunos métodos mínimamente invasivos

- Pistola de Windsor ASTM C809.
- Perforación con brocas.
- Regatas o demolición localizada.
- Extracción de núcleos o vigas NTC 3658.
- Arranque del concreto por *pull out* ASTM C900 o por *pull off* (C1857).
- Métodos de corrosión: media celda.
- Petrografía.
- Extracción de cloruros, sulfatos, entre otros agentes agresivos.



Cortesía: Cemento ALION



Cortesía: Cemento ALION

ESPECIAL
Supervisión técnica
aplicada en obra

HECHOS EN
CONCRETO

PREGUNTAS

ALION
Molins^o corona

Supervisión técnica y MND



En los comentarios (No normativo)

En los comentarios (no normativo)

“ Los ensayos no destructivos del concreto en obra, tales como: penetración de sonda, martillo de rebote (esclerómetro), velocidad de pulso ultrasónico, o arrancamiento, pueden ser útiles para determinar si una porción de la estructura realmente contiene o no concreto de baja resistencias. Dichos ensayos son valiosos principalmente si se realizan para hacer comparaciones dentro de la misma obra, más que como mediciones cuantitativas de resistencia”

Especificación para el concreto estructural

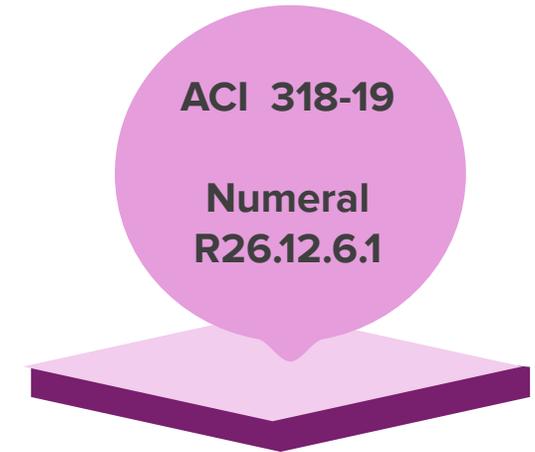
ACI 301-16, numeral 1.6.4.2

Uniformidad por ensayos no destructivos
El diseñador puede especificar ensayos para evaluar la uniformidad del concreto colocado en sitio. Pero no se pueden usar para evaluar la resistencia alcanzada.

ACI 228.1R-19 - Estimación ACI 228.2R-13 – Métodos

¡Recomendados!

Describen los MND, sus limitaciones, calibración, entre otros aspectos, para la evaluación de concreto en la estructura



En los comentarios (no normativo)

“Los ensayos del concreto en obra, tales como el de penetración de sonda (ASTM C803), esclerómetro (ASTM C805) o arrancamiento (ASTM C900) pueden ser útiles para determinar si una porción de la estructura realmente contiene o no concreto de baja resistencia. A menos que estos ensayos en sitio se hayan correlacionado con la resistencia a la compresión utilizando procedimientos aceptados, como los descritos en la ACI 228.1R, son valiosos principalmente si se realizan para hacer comparaciones dentro de la misma obra, más que como mediciones cuantitativas de la resistencia”

Alcance de la supervisión técnica y los END

- Aprobar el programa de control de calidad para cimentaciones, construcción de la estructura y elementos no estructurales presentado por el constructor.
- Velar en todo momento por la obtención de la mejor calidad de la obra de la estructura y los elementos no estructurales de la edificación.
- Ordenar los estudios o ensayos necesarios para evaluar la seguridad, la calidad e integridad de los elementos claves.
- En caso de no ser posible la reparación, recomendará la demolición de la estructura al propietario.

Alcance de la supervisión técnica y los END

- Rechazar las partes de la cimentación, la estructura y los elementos no estructurales que no cumplan con las especificaciones.
- Debe realizar una interpretación de los resultados de los ensayos realizados definiendo explícitamente la conformidad de los materiales estructurales con las normas técnicas exigidas.
- Supervisar la correcta aplicación de los ensayos definidos.

Algunas conclusiones

1. Los END son una herramienta útil para lograr entender como esta la integridad de la mezcla o componente, permitiéndole mejorar el análisis a la Supervisión Técnica de la Obra.
2. Se usan para detectar las zonas donde varió la calidad de la mezcla, orientan dónde extraer los núcleos en una investigación de resultados bajos o permiten hacer análisis comparativos.
3. Según la técnica empleada, permiten detectar de forma confiable la presencia de defectos, tales como cambios en el recubrimiento, zonas sin compacidad en la mezcla.
4. De manera extendida, incluyen las pruebas de carga (bien hechas) y ciertos tipos de monitoreo de obras.
5. Los END se aplican cada vez más en la investigación de estructuras de concreto debido a mejoras tecnológicas (hardware y software), para recopilación y análisis de datos.

ESPECIAL
Supervisión técnica
aplicada en obra

**HECHOS EN
CONCRETO**

PREGUNTAS

ALION
Molins[®] corona

Métodos no destructivos

Método martillo de rebote Schmidt NTC 3692

Estima resistencia del concreto (indirecto)



Cortesía: DIRIMPEX ingeniería consciente y dinámica SAS

Método velocidad de pulso ultrasónico NTC 4325:2025

Estima resistencia del concreto y la presencia de algunos defectos



Cortesía: Cemento ALION

Métodos no destructivos

Estima la resistencia del concreto (indirecto)



Fuente: <https://www.desmasrl.it/servizi/proveinsito/>

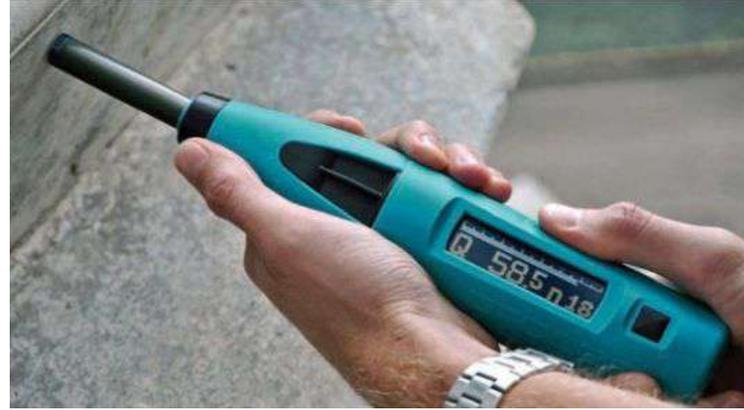
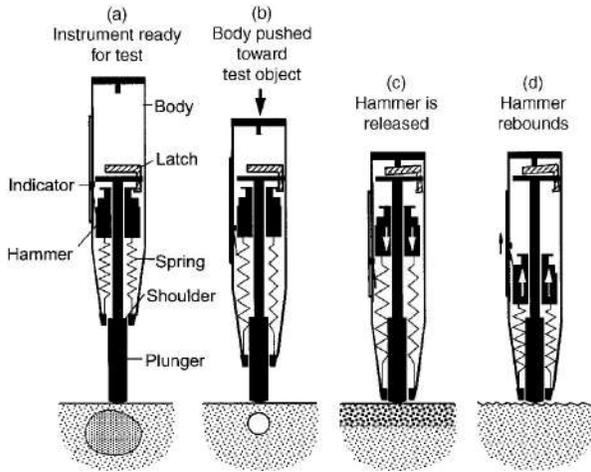


Cortesía Juan F. Arango-L.

Método pistola de Windsor ASTM C809

Método de pruebas de cargas

Martillo Schmidt de rebote – Esclerómetro NTC 3692- ASTM C805



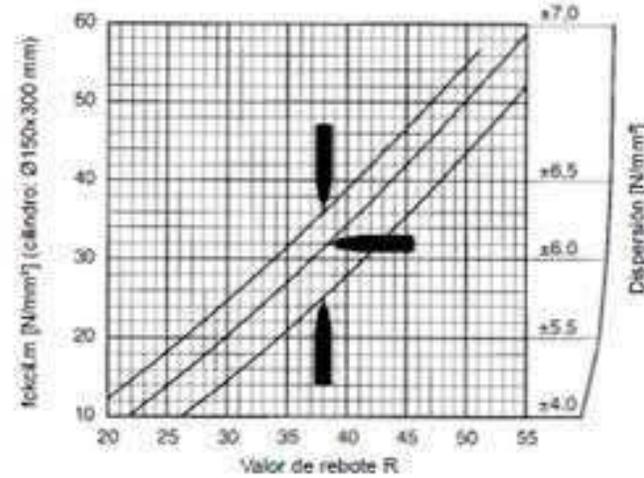
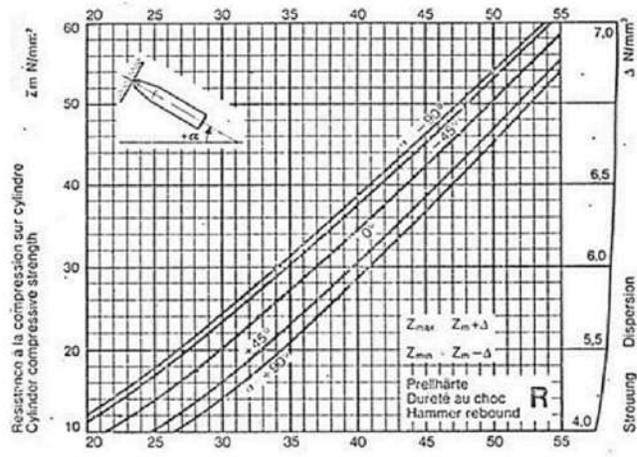
Cortesía: SGS Colombia SAS



Cortesía: Dirimipex ingeniería consciente y dinámica SAS



- ◆ Incorpora las curvas en su sistema obteniendo la resistencia promedio, desviación estándar e historial de datos.



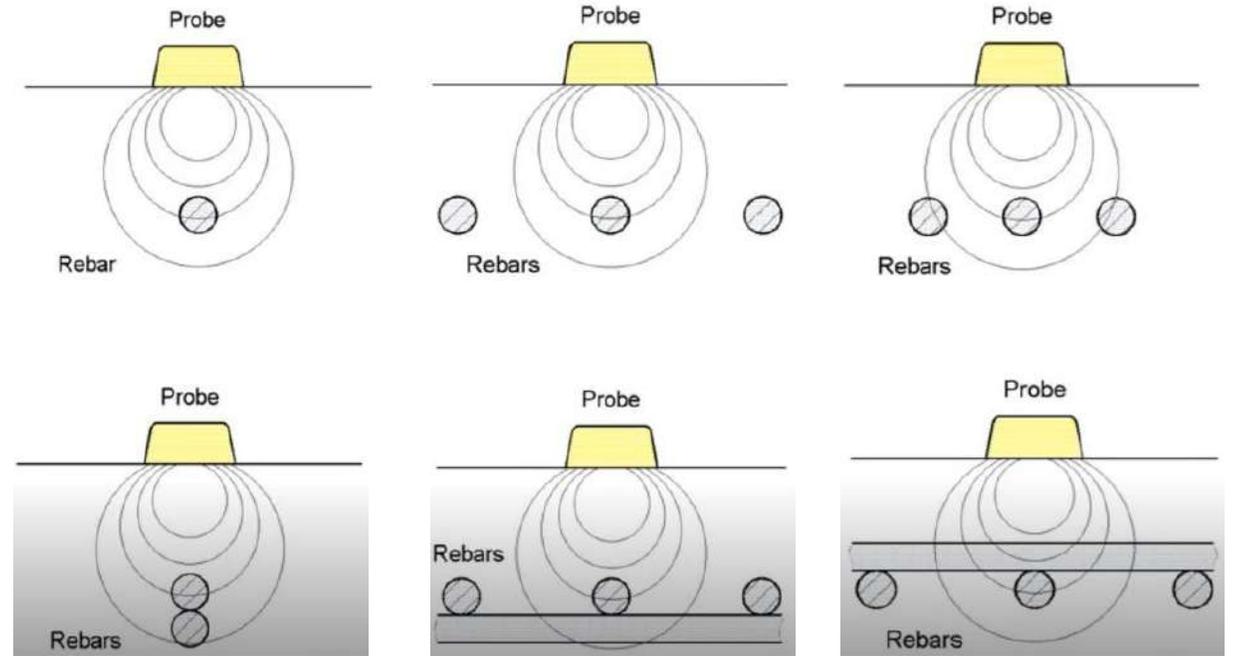
- Se requiere tomar los datos manualmente.
- Comparar el valor con la graficas de resistencias en función del rebote.
- Antes de realiza el ensayo identifique las barras de refuerzo a través del ensayo por escáner (pacómetro).
- El área de ensayo deberá contar con un diámetro mínimo de 150mm
- Debe estar libre de defectos como pérdida de compacidad y texturas irregulares.
- La carbonatación afecta el ensayo por aumentando la resistencia superficial del concreto. (Limpie la zona).
- El equipo digital toma el dato automáticamente.

Detección del refuerzo – Campos magnéticos



Cortesía: Concrelab SAS

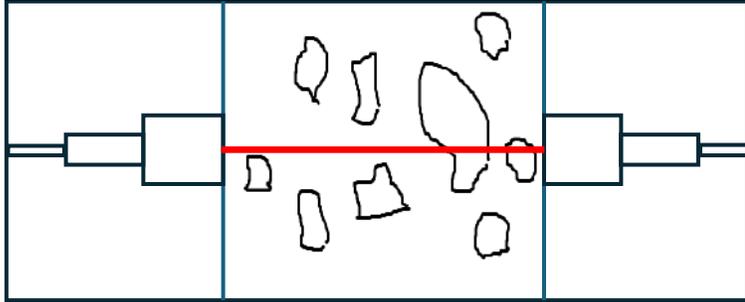
- Mapeo de refuerzos en tres niveles.
- Mapeo de estribos.
- **Verificación de espaciamiento de los refuerzos para determinar el diámetro.**



Las bobinas transmisoras de la sonda **se cargan de corriente** y por lo tanto, generan **un campo magnético primario**. En la superficie de las barras de refuerzo dentro del campo magnético, se inducen **corrientes de Foucault**, que producen un **campo magnético secundario** en la dirección opuesta. El cambio de voltaje resultante en las bobinas receptoras se utiliza para la medición.

Velocidad de pulso ultrasonido NTC 4325 ASMT C597

Medición transmisión directa



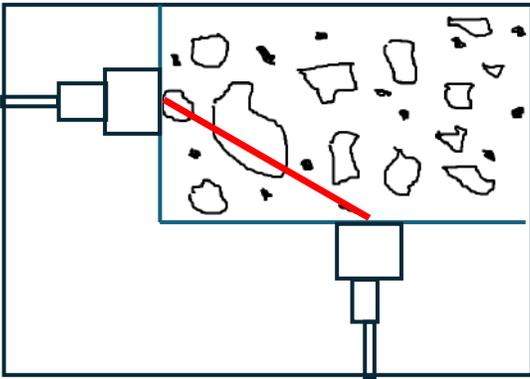
La onda viaja a través de la matriz cementicia



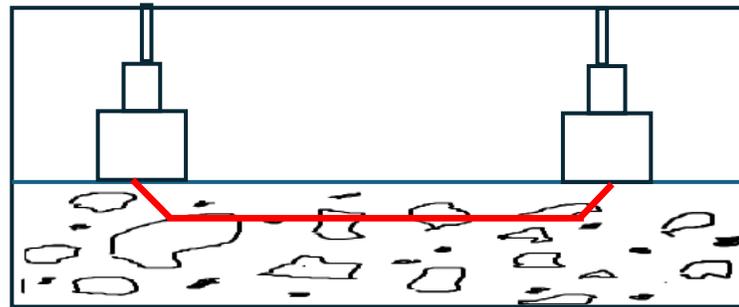
Fuente: SGS Colombia SAS

- El equipo consta de 2 transductores que se conectan al sistema, un transductor emite pulsos ultrasónicos y el otro los detecta.
- Determinar el módulo de elasticidad y del coeficiente Poisson.
- Detecta grietas y la uniformidad del concreto.
- Evaluación de grietas.
- Incertidumbre del 20%.

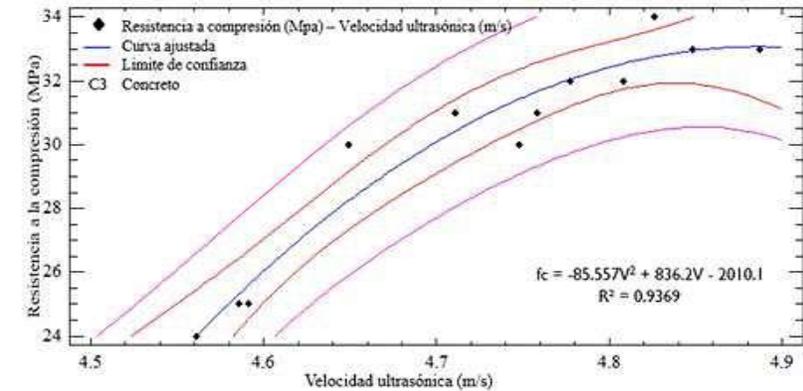
Medición transmisión semidirecta



Medición transmisión indirecta



Ejemplo de correlación



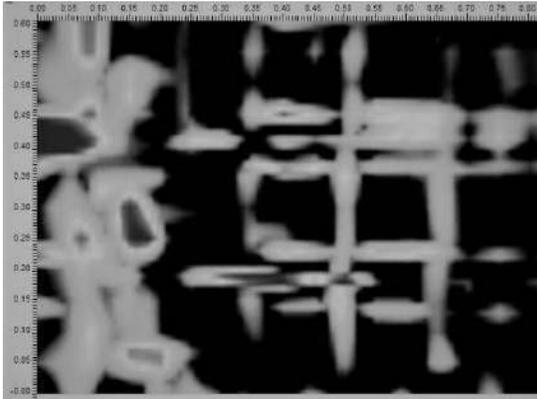
Fuente: Jaramillo M., Honorio, et al (2023). CONFIABILIDAD DE LA VELOCIDAD DE PULSO ULTRASÓNICO PARA ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO Y POLIPROPILEN

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=51856-95602023000100002

Métodos no destructivos



Método radiografía



Fuente:
<https://www.cotecno.cl/metodos-ndt-para-escaneo-e-imagenes-de-concreto/>

Utilizada para detectar vacíos, posición de fisuras e incrustaciones y la posición de las tensiones.



Cortesía: SGS Colombia SAS

Boroscopio

Método termografía infrarroja

Utilizada para detectar huecos, delaminaciones y puntos de entrada de agua en edificios.



Fuente: Arango-L, J.F.. (2023) . Patología de la Construcción. Tomo 1

Utilizada para detectar la posición de las barras de refuerzo o ductos.



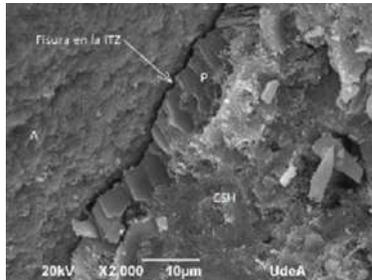
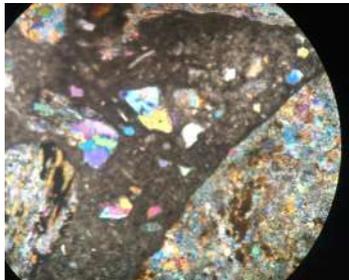
Cortesía: SGS Colombia SAS

Método radar de penetración terrestre

Método mínimamente invasivo



Petrografía



Método de pull – off o prueba de adherencia



Cortesía: Concrelab SAS

Método de extracción de núcleos NTC 3658 ASTM C42



Cortesía: Juan F. Arango-L

Aplicación y propiedades de los END

Aplicaciones:

- Evaluación de estructuras nuevas o ya existentes para determinar su resistencia y estado.
- Monitoreo de la calidad del concreto durante la construcción.
- Localización de defectos como grietas, vacíos y corrosión.
- Evaluación de la uniformidad del concreto.
- Determinación de la posición y condición del refuerzo.
- Verificación de la efectividad de reparaciones.

Concreto

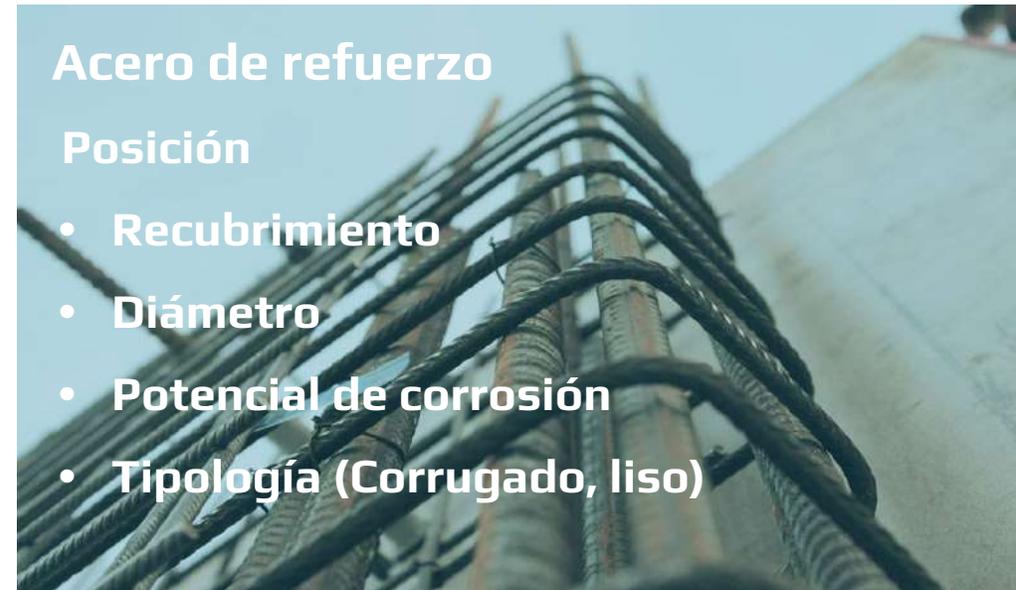
- Resistencia mecánica
- Densidad
- Modulo de elasticidad
- Temperatura Permeabilidad
- Espesores



Acero de refuerzo

Posición

- Recubrimiento
- Diámetro
- Potencial de corrosión
- Tipología (Corrugado, liso)



Método destructivo

Métodos
destructivo

Ensayo de compresión



Cortesía: Cementos ALION

Ensayo de flexión



Fuente:
<https://www.laboratuar.com/es/testler/astm-testleri/astm-c293-betonun-egilme-d-ayanimi-icin-standart-test-yontemi/>

Ensayo de prueba de elementos



Cortesía: Laboratorio de la Facultad de Ingeniería, Universidad Javeriana, Bogotá

ESPECIAL
Supervisión técnica
aplicada en obra

**HECHOS EN
CONCRETO**

**¡MUCHAS
GRACIAS!**

ALION
Molins^o corona