



**ALIÓN**

 CEMENTOS  
MOLINS corona

# Imperfecciones, defectos y lesiones

HECHOS EN  
**concreto**

**Juan Fernando Arango-L**

Jefe de soporte técnico

ALIÓN

23 de marzo de 2023

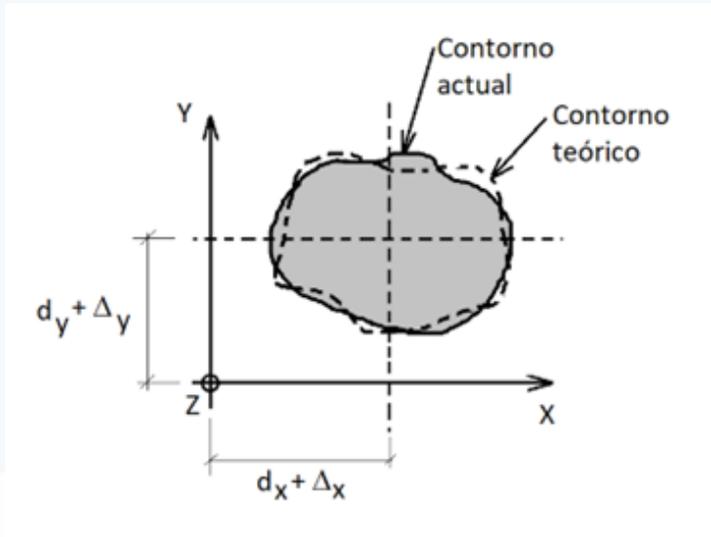
# Contenido

1. Consideraciones generales de apariencia.
2. Algunas definiciones: imperfecciones, defectos, lesiones y traumas.
3. Algunos estándares de apariencia.
4. Conclusiones.



Fotos: © J.F. Arango-L. Cortesía **Bioconcreto** – Arte y diseño en concreto.

# La definición de la apariencia y su variación



Contorno real y teórico de la sección transversal de un componente

- Toda obra tiene variaciones respecto a su diseño original.
- Toda especificación de construcción se asocia con un nivel de incertidumbre.
- Las condiciones del sitio de la obra y el proceso constructivo, equipos y mano de obra son de naturaleza variable y se comportan de forma aleatoria.
- Resulta poco práctico, extenso y costoso reducir al mínimo la incertidumbre y la variabilidad.

# La definición de la apariencia y su variación

La definición de límites para imperfecciones y defectos deben tener en cuenta, al menos:

- Tecnología constructiva involucrada.
- Tolerancias requeridas.
- Competencias del personal de obra.
- Supervisión técnica.
- Ensayos.
- Presupuesto.
- Cronograma.

¡El estándar de acabado y apariencia solicitado a una obra debería considerar estos elementos, y no se debe hacer solo desde el deseo!

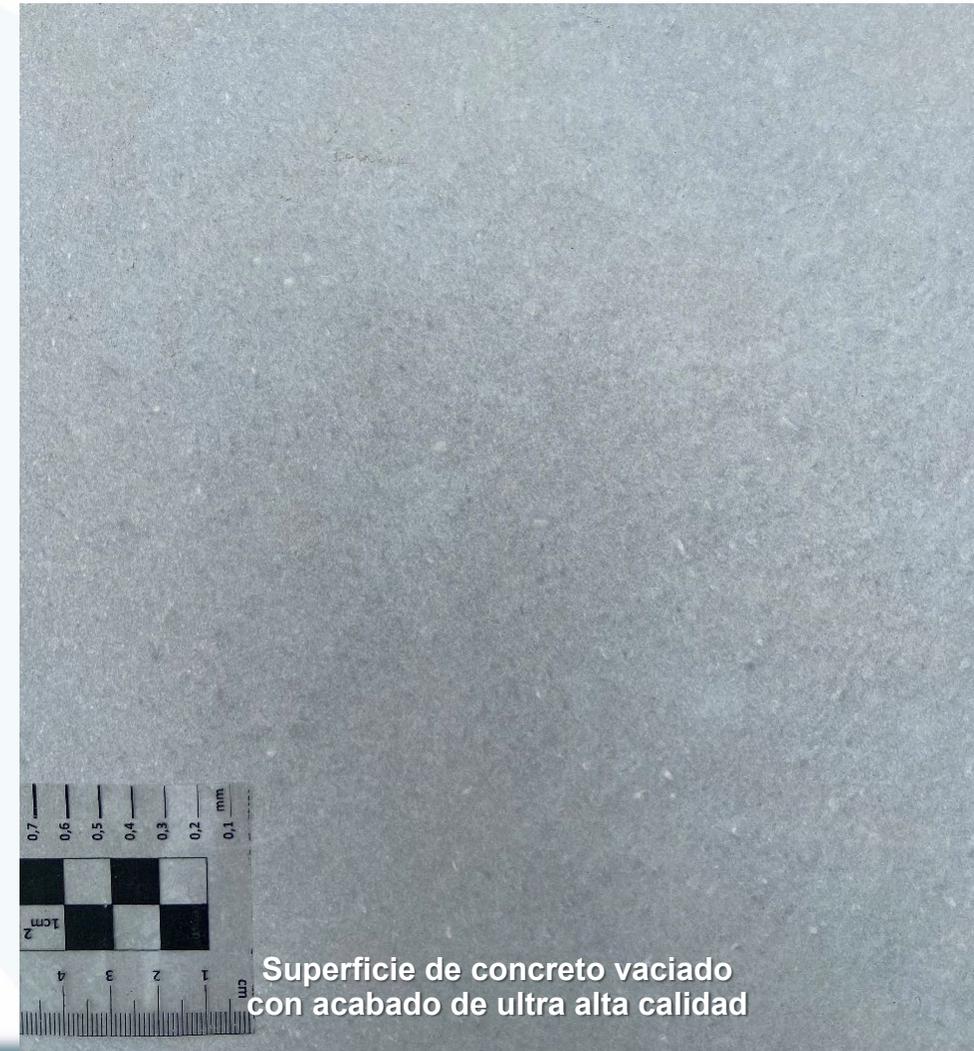


Prueba de asentamiento

# La apariencia del concreto y el mortero

Los aspectos más comunes que se evalúan son:

- Variaciones geométricas.
- El color.
- La textura.
- La compacidad.
- Aspecto de juntas de vaciado.
- Aparición de fisuras y grietas.
- Deformaciones a largo plazo.
- La disgregación.
- Eflorescencias.



Superficie de concreto vaciado con acabado de ultra alta calidad

# Imperfección

- Ocurren durante el **proceso constructivo y de fabricación (prefabricados)**.
- Es una desviación **objetiva** de la apariencia o aspecto **en relación** con un estándar o patrón aceptado.
- Suelen ser confundidos con defectos y lesiones.
- Si la desviación ocurre cuando la obra ya está en operación, se trata de una disminución de desempeño, o bien, por la acción de una enfermedad.

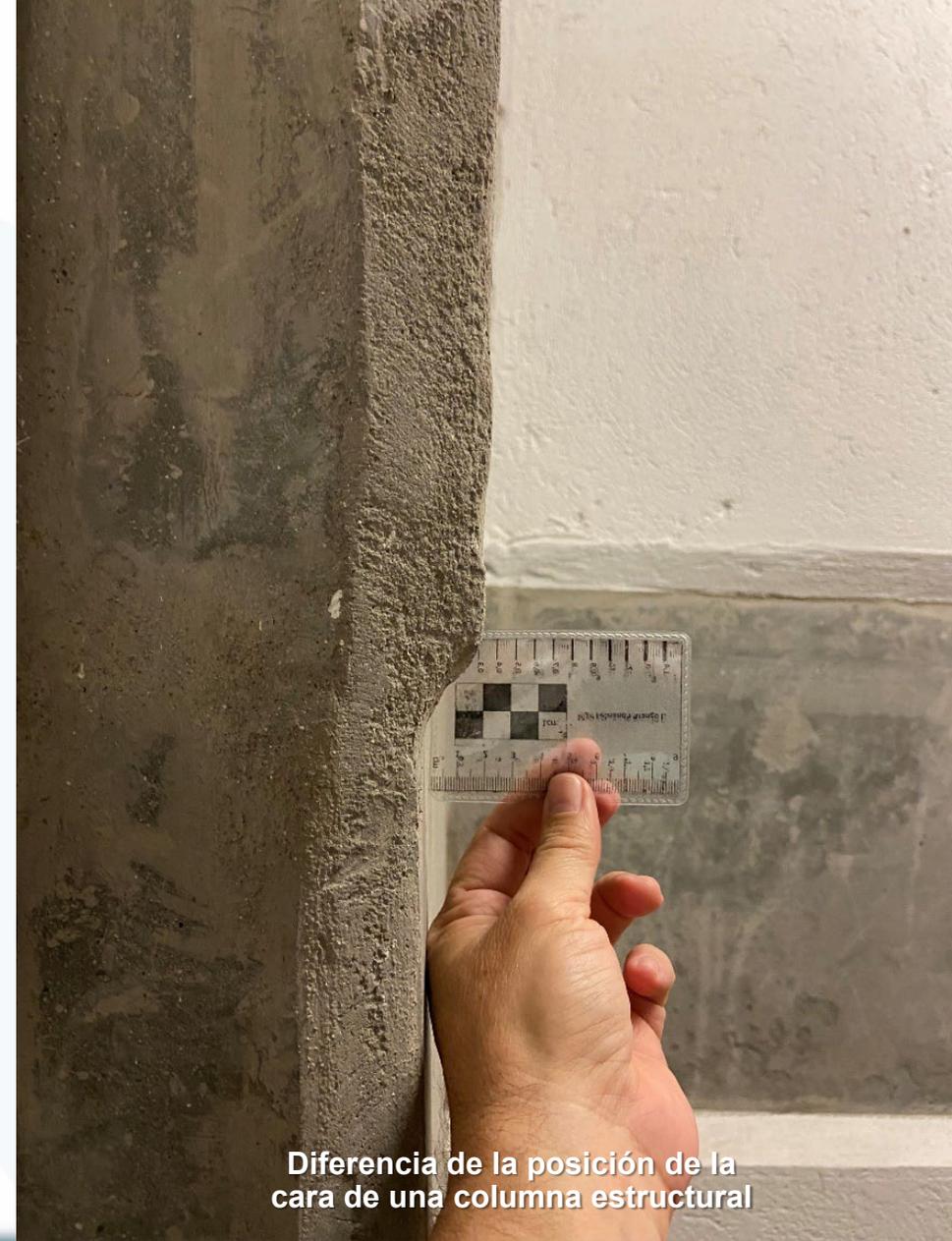


Foto: Cortesía INDURAL. SA

# Defecto

- Ocurren en el **proceso constructivo y prefabricación**.
- Son condiciones indeseables que no eran parte del diseño inicial, o cuando se sobrepasan los valores máximos de las imperfecciones.
- Incluye las variaciones que presenta una obra respecto a sus planos y especificaciones constructivas, bien sea por omisión o adición. Por ello también se les suelen denominar **malformaciones**.
- En algunas circunstancias un defecto originado en el proceso constructivo es la causa de una **enfermedad**.

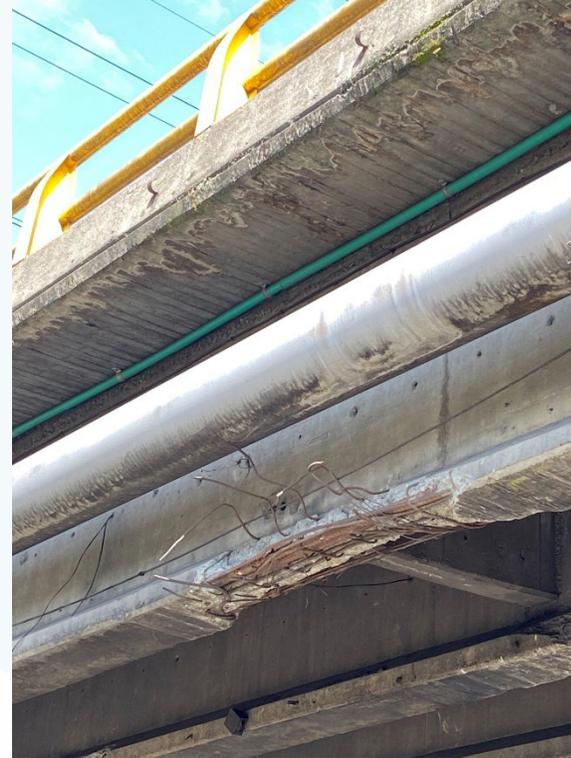
Fotos: © J.F. Arango-L.



Diferencia de la posición de la cara de una columna estructural

# Desgaste, lesión y trauma

- Las desviaciones de apariencia original de la obra, que no están asociadas a lesiones, corresponden a la pérdida normal de desempeño (**desgastes**).
- **Lesión** es la manera en que se expresa una **enfermedad** o el efecto de una acción externa (generalmente accidental) que produce un **trauma**.
- **Síntomas** son una creencia o sospecha de que algo no está bien. Es subjetiva. En algunos casos coinciden con las lesiones.
- La lesión se califica por el **grado de afectación** del componente respecto a un estado límite, lo que identifica el nivel de deterioro del **desempeño**.
- Por tanto, la lesión se definen en **relación con la falla**, o bien respecto a la pérdida total de funcionalidad.

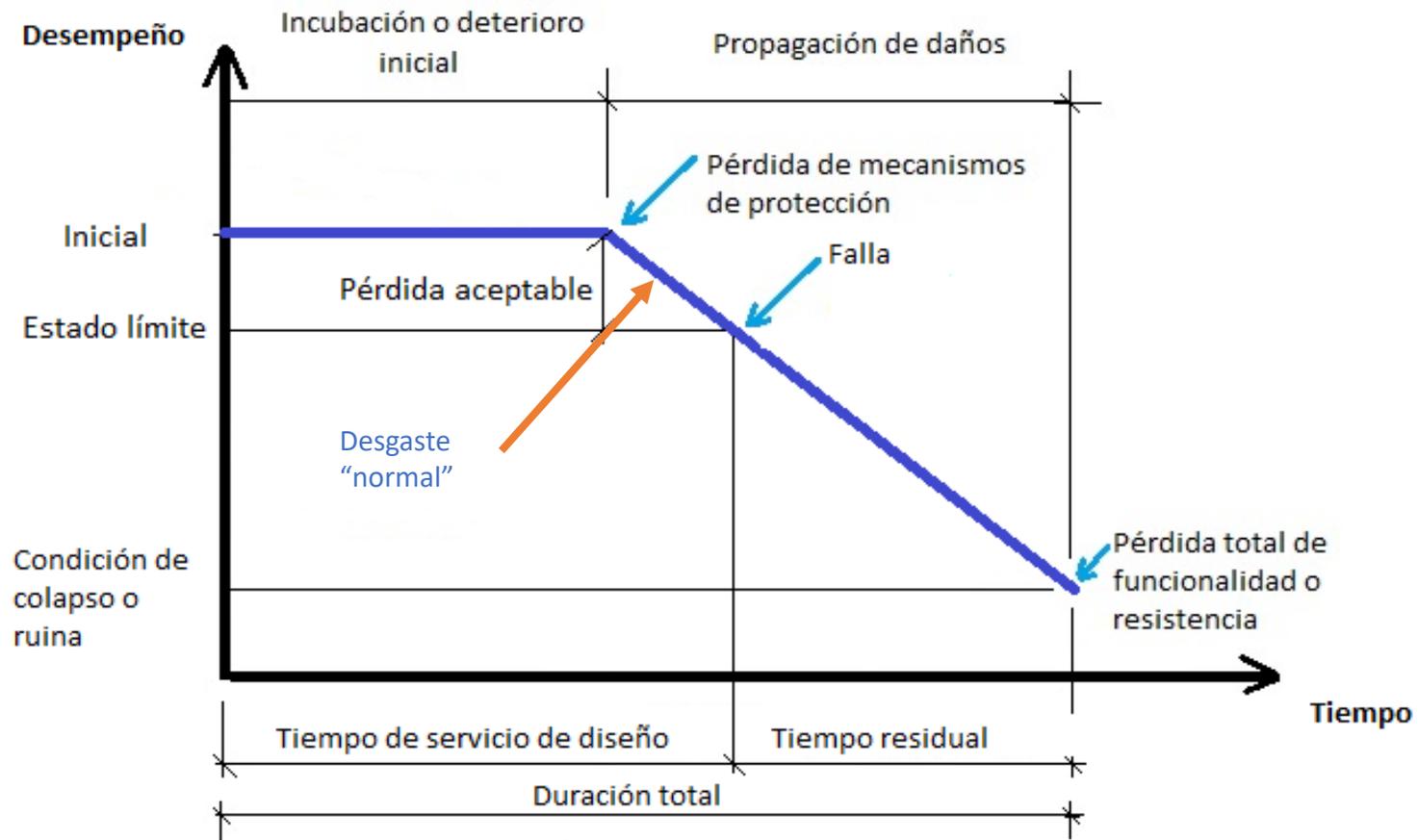


Trauma por golpe en una viga de puente



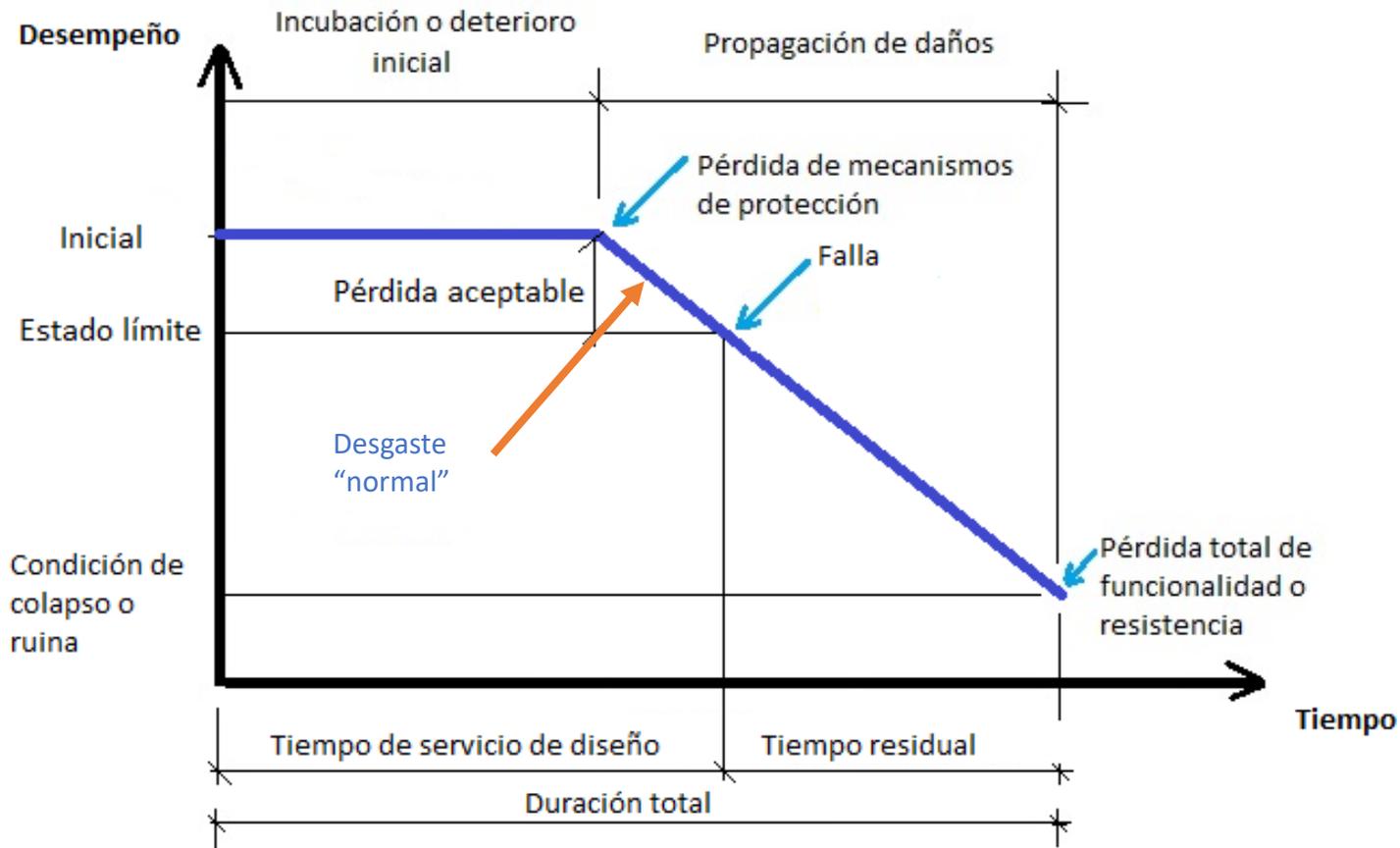
Lesiones por humedad en una viga (color, oxidación)

# Relaciones



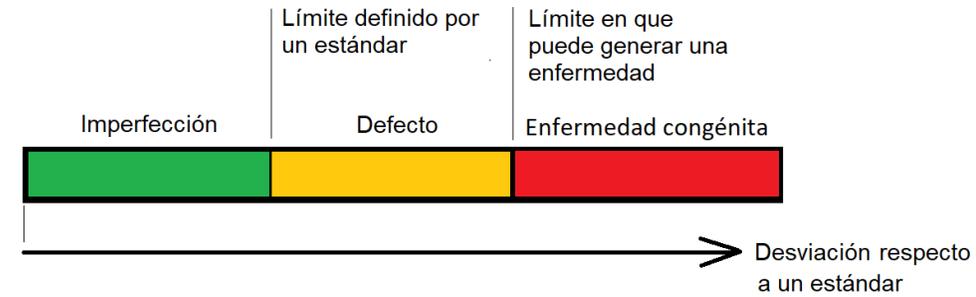
© Arango-L, J.F. Patología de la Construcción: fundamentos, 2022.

# Relaciones



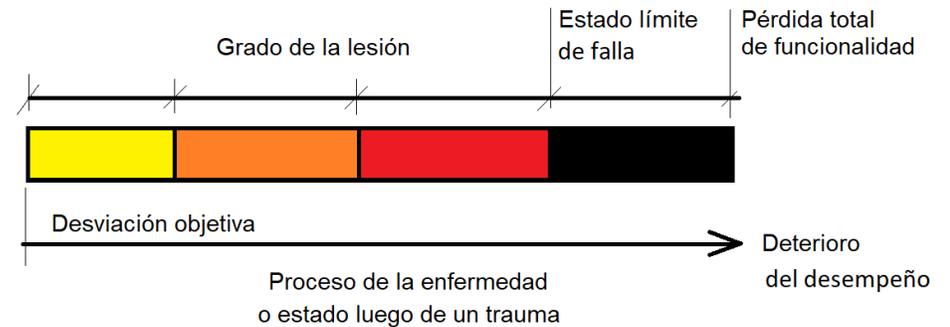
## Imperfecciones y defectos

Durante el proceso constructivo



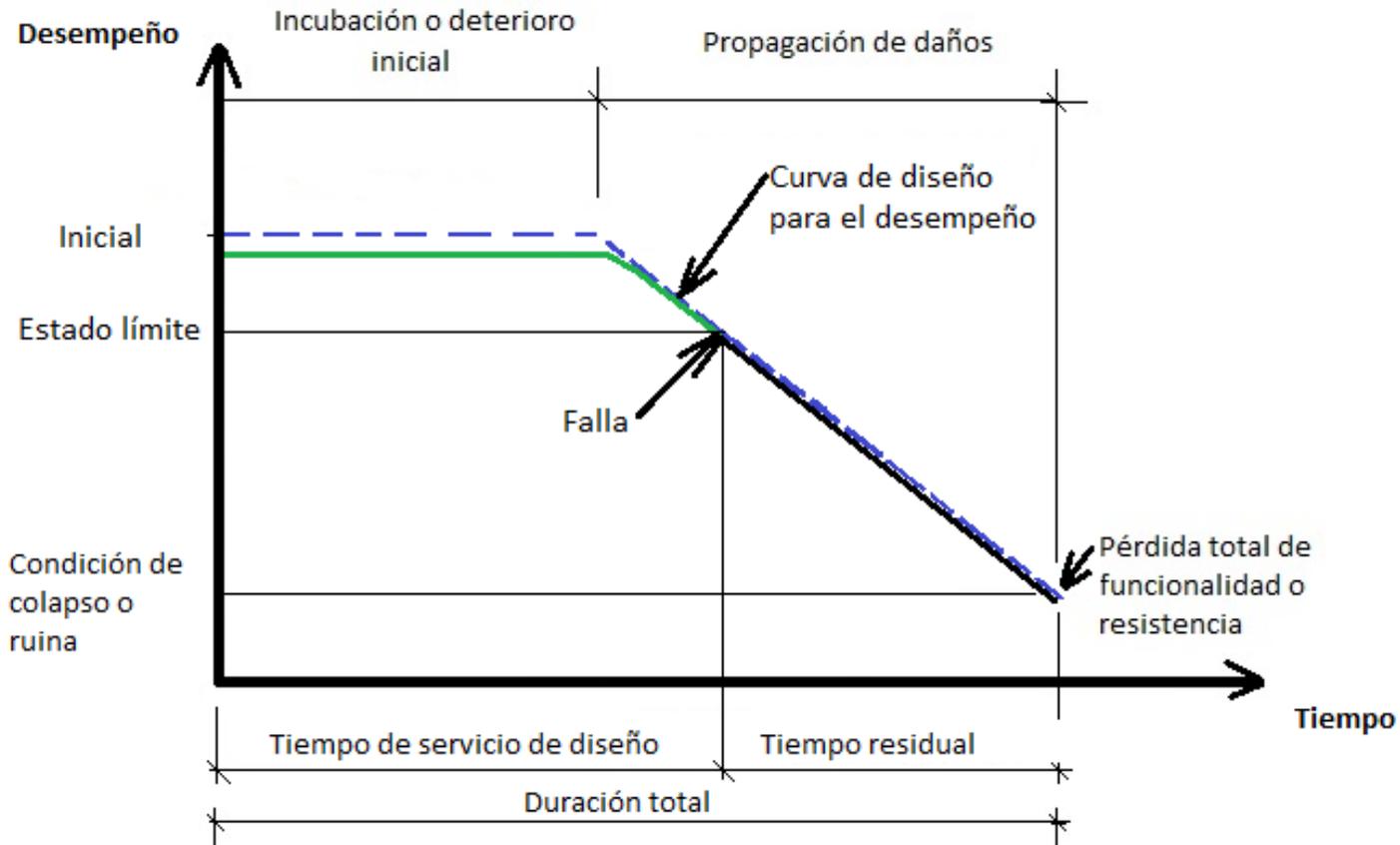
## Desgaste, lesión o trauma

Durante el tiempo de servicio



© Arango-L, J.F. Patología de la Construcción: lesiones generales. En proceso editorial

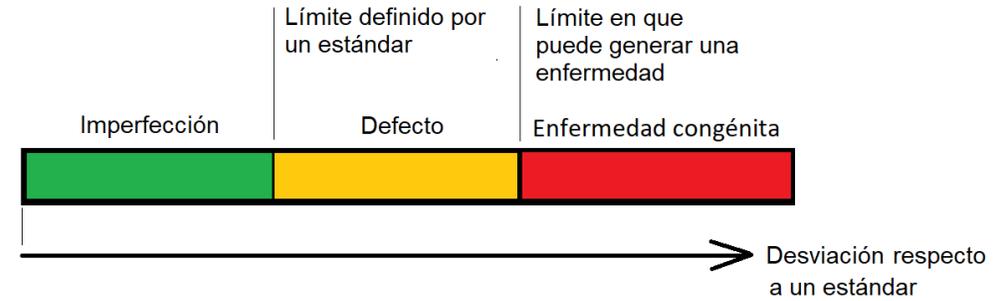
# Relaciones



## Imperfección

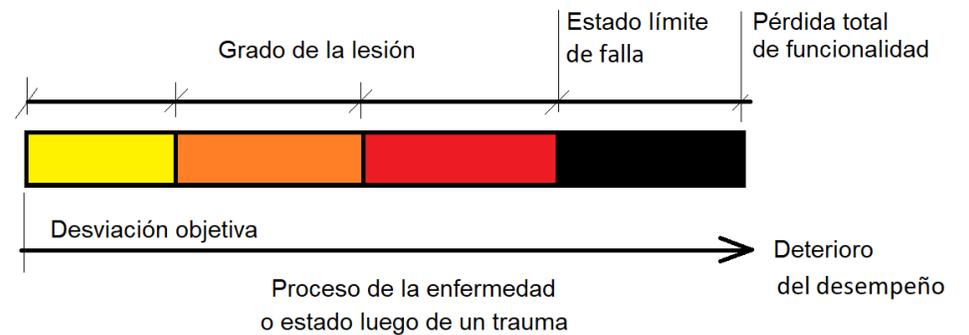
### Imperfecciones y defectos

Durante el proceso constructivo



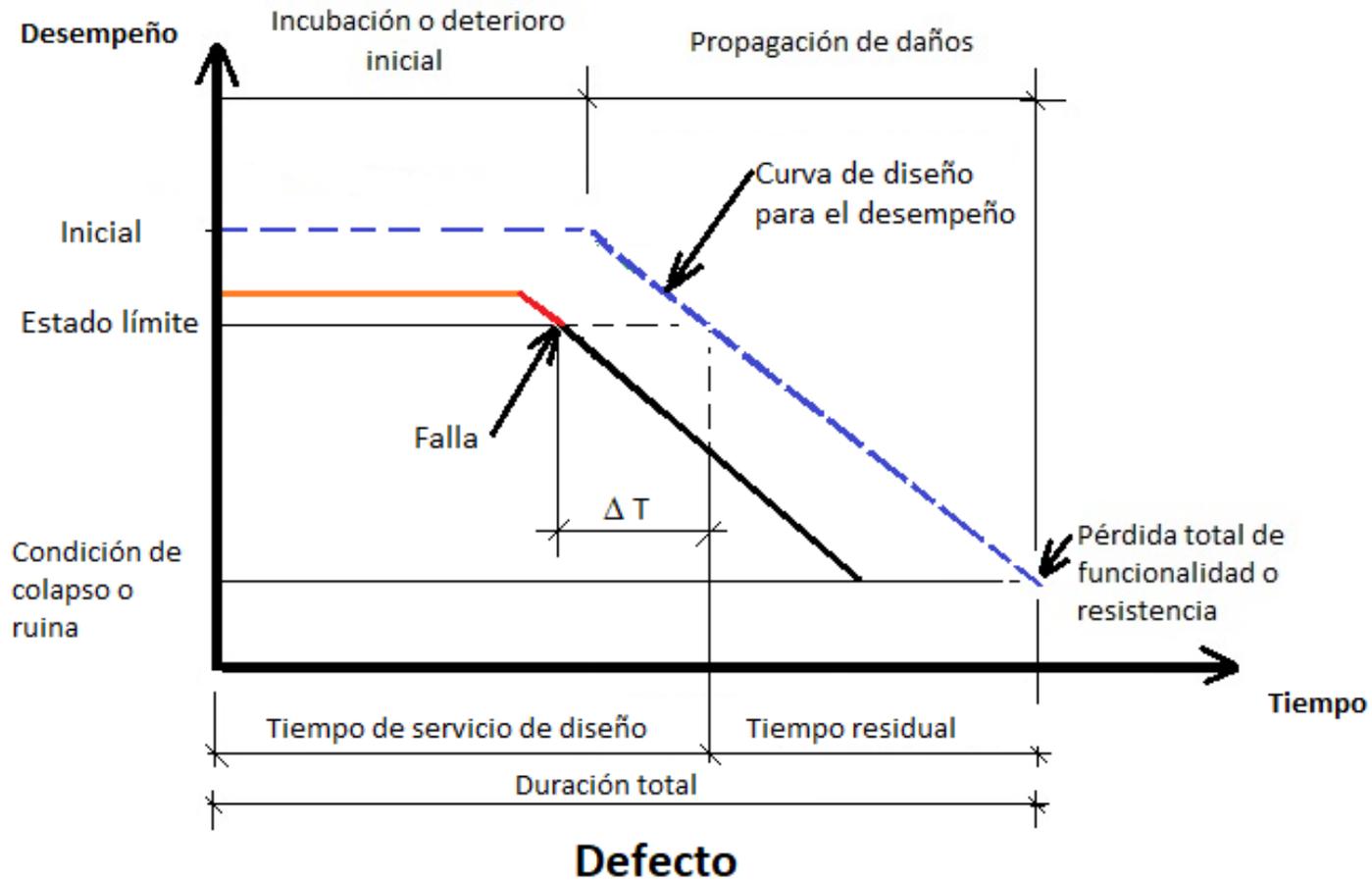
### Desgaste, lesión o trauma

Durante el tiempo de servicio



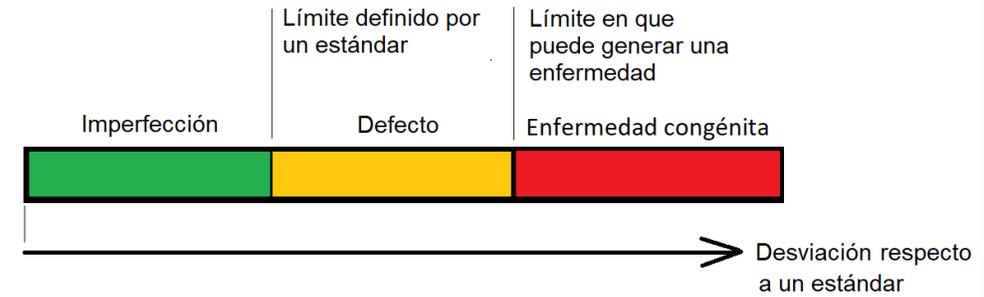
© Arango-L, J.F. Patología de la Construcción: lesiones generales. En proceso editorial

# Relaciones



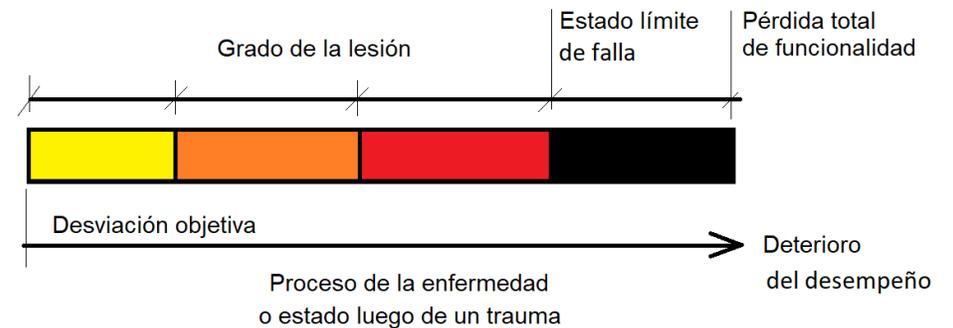
## Imperfecciones y defectos

Durante el proceso constructivo



## Desgaste, lesión o trauma

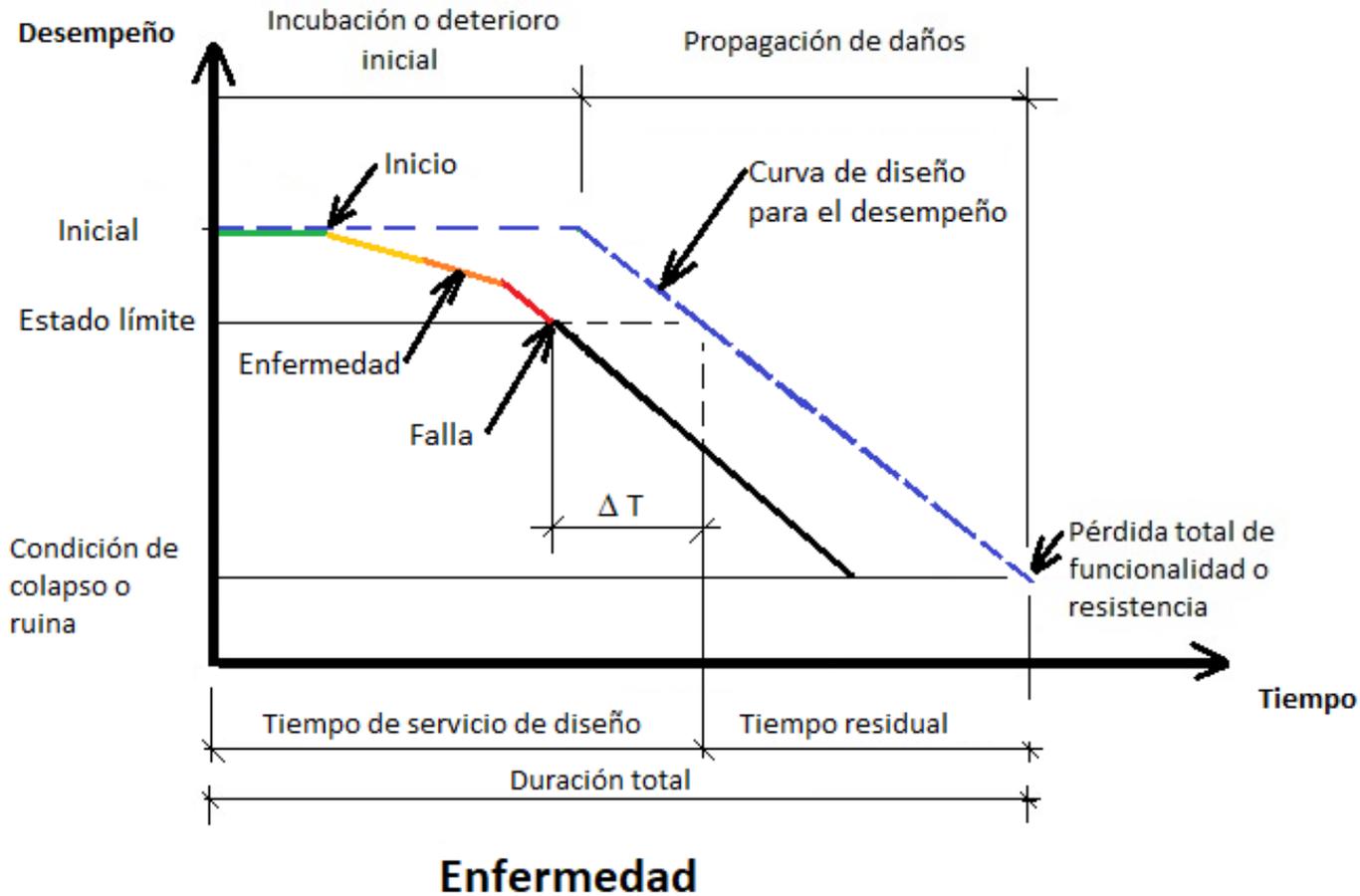
Durante el tiempo de servicio



© Arango-L, J.F. Patología de la Construcción: lesiones generales. En proceso editorial

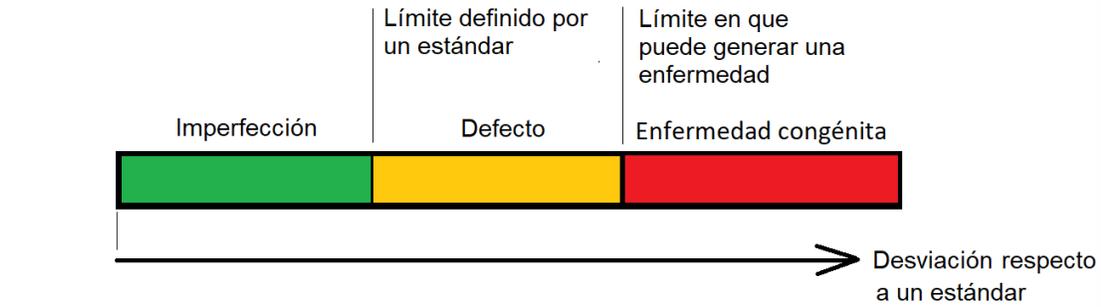
© Arango-L, J.F. Patología de la Construcción: lesiones generales. En proceso editorial

# Relaciones



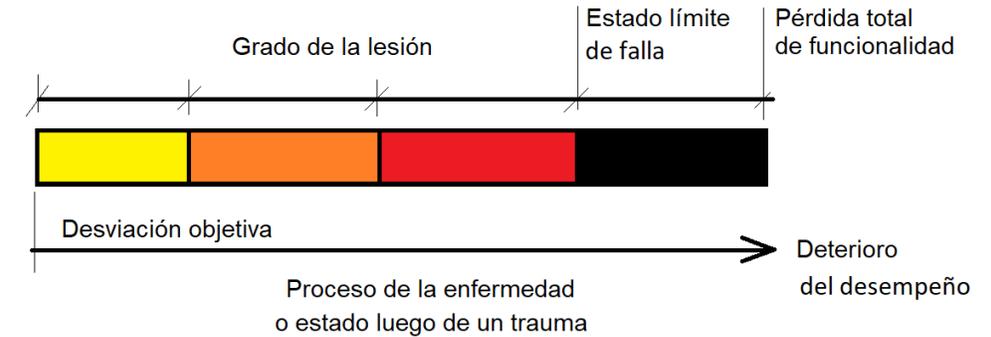
## Imperfecciones y defectos

Durante el proceso constructivo

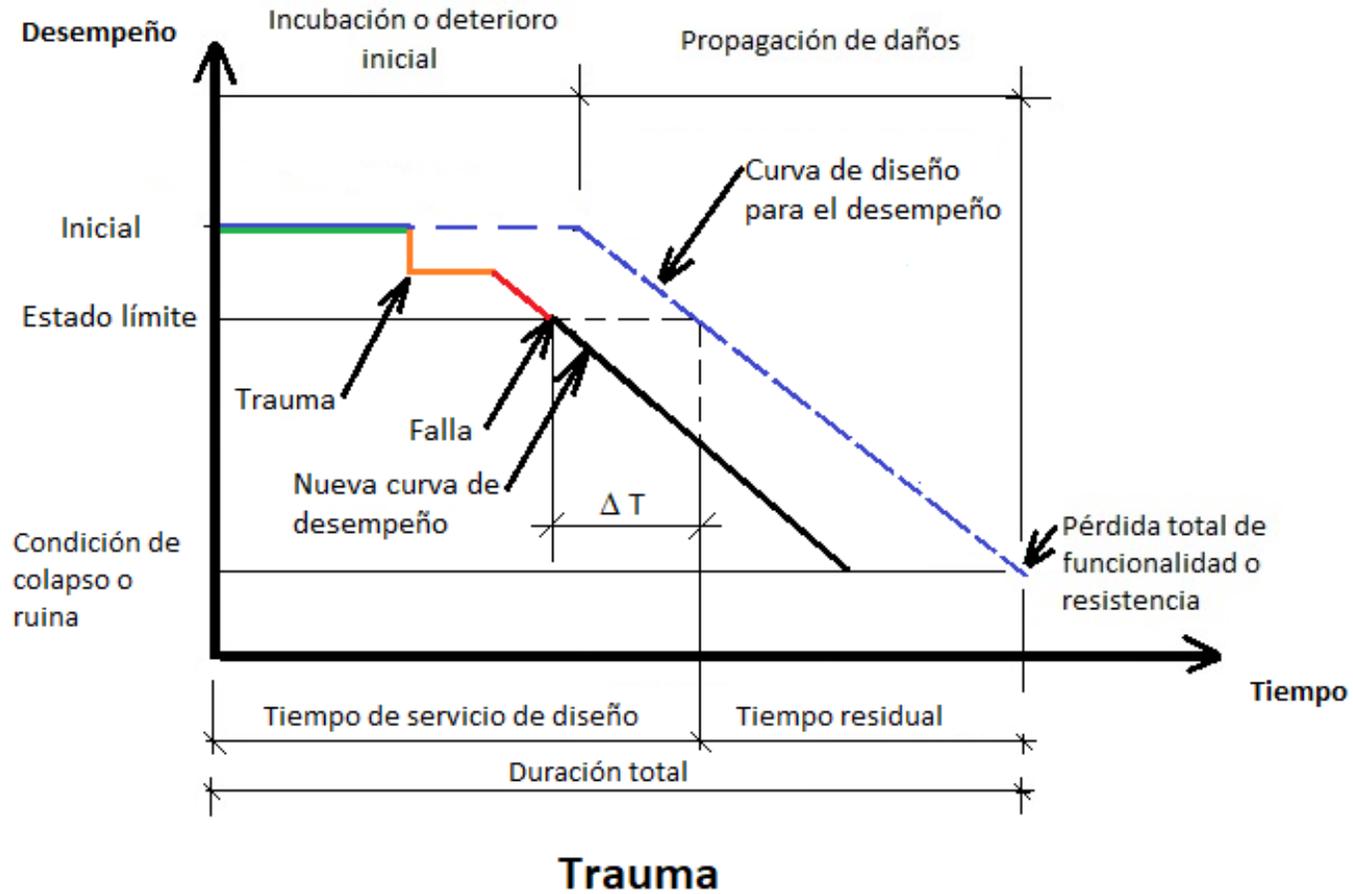


## Desgaste, lesión o trauma

Durante el tiempo de servicio

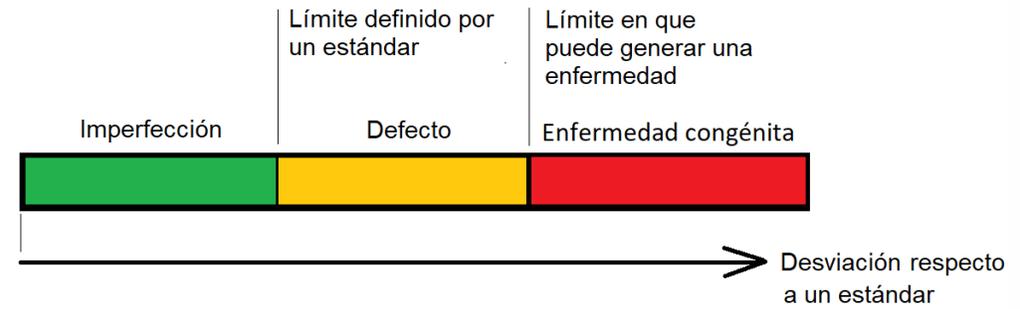


# Relaciones



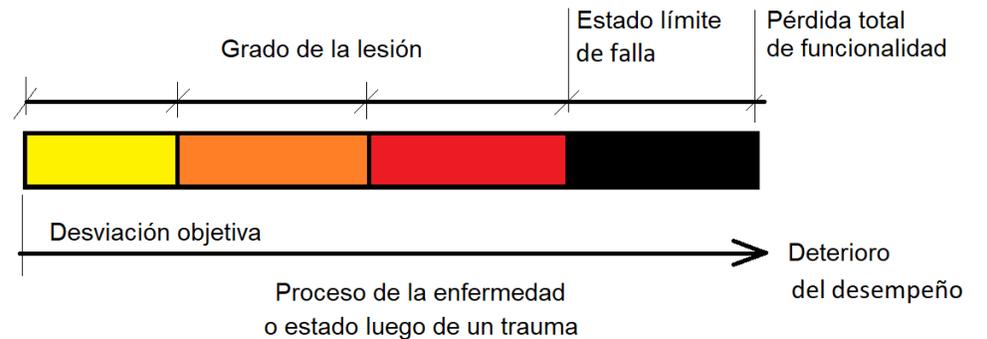
## Imperfecciones y defectos

Durante el proceso constructivo



## Desgaste, lesión o trauma

Durante el tiempo de servicio



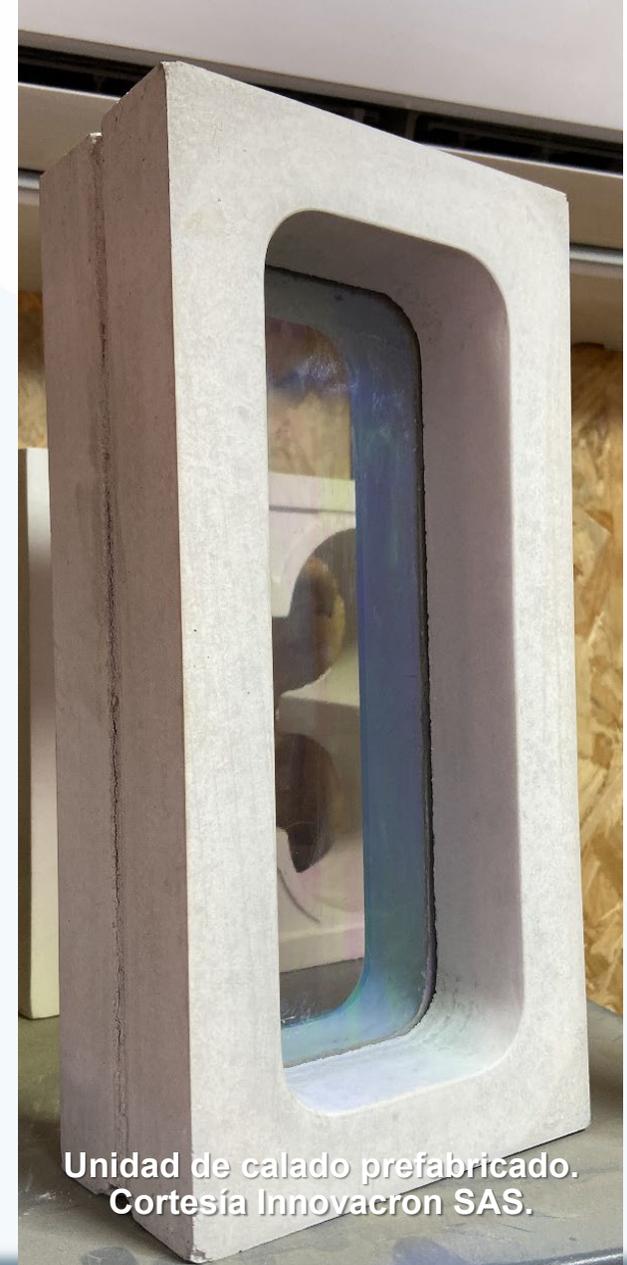
# ¡Algunos tipos de desviaciones!

Descripción	Método de evaluación usual	Concreto	Mortero
Espacios vacíos entre porciones adyacentes de formaletas	Longitud, profundidad y área	●	
Pérdida de la pasta de cemento	Profundidad y área afectada	●	●
Pérdida del mortero del concreto	Profundidad y área afectada	●	
Proyección del componente respecto a la posición de diseño	Distancia	●	●
Textura de la cara de la formaleta en contacto con el concreto	Transferencia de la textura	●	
Marca de los bordes de los módulos de formaleta empleados	Afectación de la apariencia, luego del lavado del componente	●	
Variaciones de color en la misma colocación, o su decoloración	Afectación de la apariencia, luego del lavado del componente	●	●
Variaciones de color entre colocaciones adyacentes, incluyendo su decoloración	Afectación de la apariencia, luego del lavado del componente	●	●
Marcas de flujo de colocación	Afectación de la apariencia	●	
Manchas de óxidos	Afectación de la apariencia, luego del lavado del componente	●	●
Manchas del desencofrante, los curadores y otros compuestos	Grado de manchado	●	●
Posición de los tensores de formaleta	Variación de la posición especificada	●	
Resanes y reparaciones	Aceptable o inaceptable	●	●
Variaciones geométricas del componente	Según el componente se asignan variaciones permisibles	●	●
Fisuras en el componente	Amplitud, profundidad, longitud y distribución, en relación con el aspecto esperado	●	●
Inducidas por procesos de verificación de la calidad	Area afectada, distribución	●	●

# ¿Estándares de apariencia?

Algunos estándares para imperfecciones y defectos:

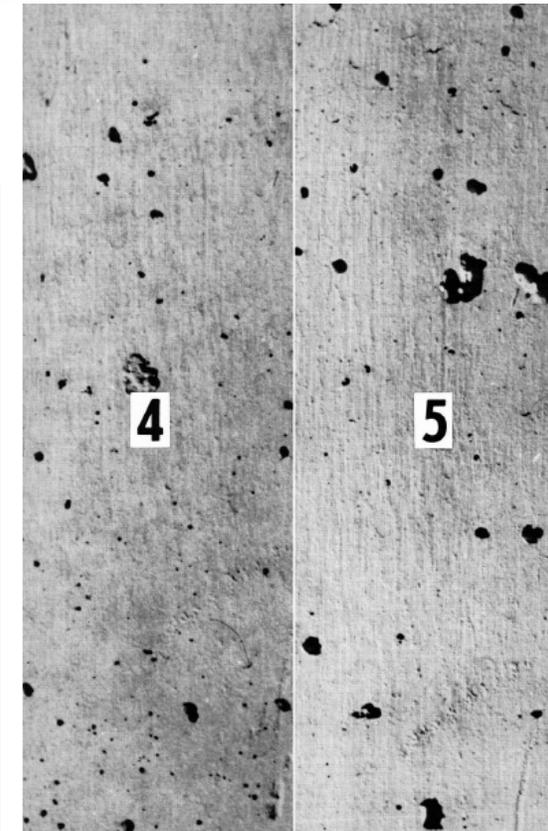
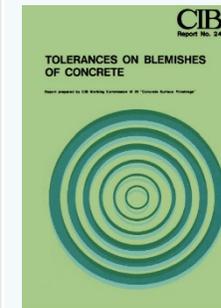
- Estándares aceptados para la práctica.
- Las especificaciones propias de cada proyecto.
- Las normas técnicas de los materiales; normas de construcción (NSR).
- Muestras de referencia en la obra, con valores medios y desviaciones, con un proceso objetivo de evaluación.



Unidad de calado prefabricado.  
Cortesía Innovacron SAS.

# ¿Estándares de apariencia?

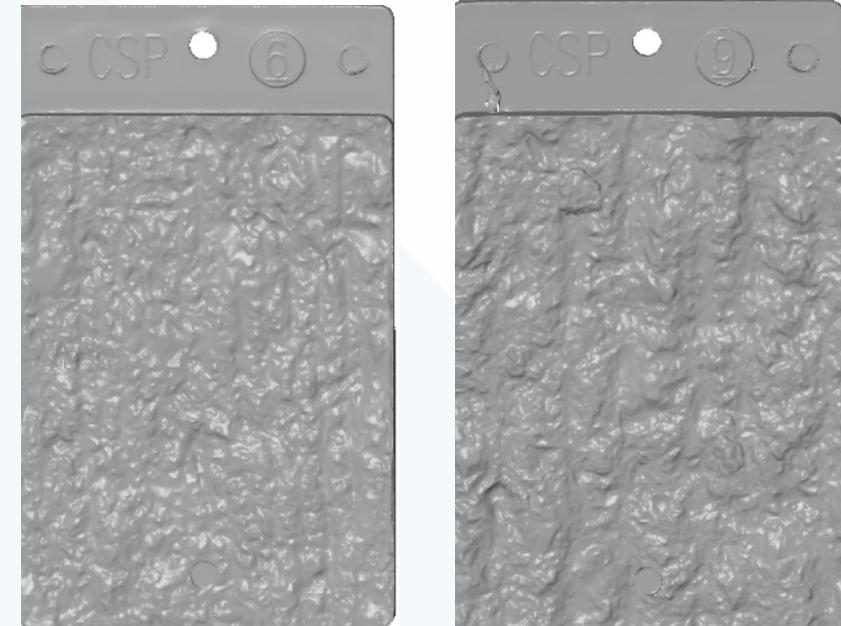
Tipo de estándar	Aplicación	Explicación	Observaciones
Muestra de referencia hecha en la obra	Todo tipo de elementos de concreto, morteros y productos manufacturados	Muestra con las características deseadas y límites de desviación de las características (estados límite), definiendo una distancia de observación y una condición de iluminación.	La calificación suele tener desviaciones fuertes por cuenta de la subjetividad. Se recomienda tener varios calificadores independientes. Tener en cuenta variaciones de iluminación y humedad
International Council for Research and Innovation in Building Construction, CIB (CIB, 1975)	Acabados de la superficie de concreto	Define varios tipos de calidad de los acabados. Presenta métodos de verificación para diferentes tipos de imperfecciones y defectos, y sus valores máximos de variación para cada clase de calidad deseada.  Se basa en fotografías patrón para comparación directa en obra, para aire atrapado, y escala de grises para color.	El estándar puede definir valores aceptables que resultan muy bajos para las técnicas de colocación actuales.



Fotos: CIB, Tolerances on blemishes of concrete, 1975.

# ¿Estándares de apariencia?

Tipo de estándar	Aplicación	Explicación	Observaciones
<b>International Concrete Repair Institute, ICRI</b>	Rugosidad de superficie para aplicación de tratamientos superficiales	Estándares físicos para comparar en obra, denominados perfiles CSP.	Si bien son desarrollados para reparación se pueden utilizar para la ejecución de obras
<b>Guía para superficies de concreto encofradas ACI 347.3 R-13</b>	Criterios unificados para la apariencia de superficies del concreto. Incluye criterios para su evaluación objetiva	Entrega un criterio uniforme y un proceso para la evaluación de superficies de concreto, que se han tratado en otros documentos ACI como el 301-16, sección 6; 303R-12; 309R.2-15; 347.04.	Desarrolladas para ser parte de una especificación. Se pueden usar como referencia en una evaluación de estructuras ya construidas.
<b>Índice internacional de rugosidad de pavimentos, IRI</b>	Pavimentos de concreto	Índice que se calcula en el perfil longitudinal de una vía, reportada en m/km (ASTM , 2020).	Suelen generarse discusiones si es aplicable a las vías en losas de concreto por cuenta de las juntas y la textura que busca mayor seguridad.



Fotos: J.F. Arango-L. Obtenidas a partir de procesamiento 3D de perfiles físicos, desarrollados por el ICRI. No se muestra escala.

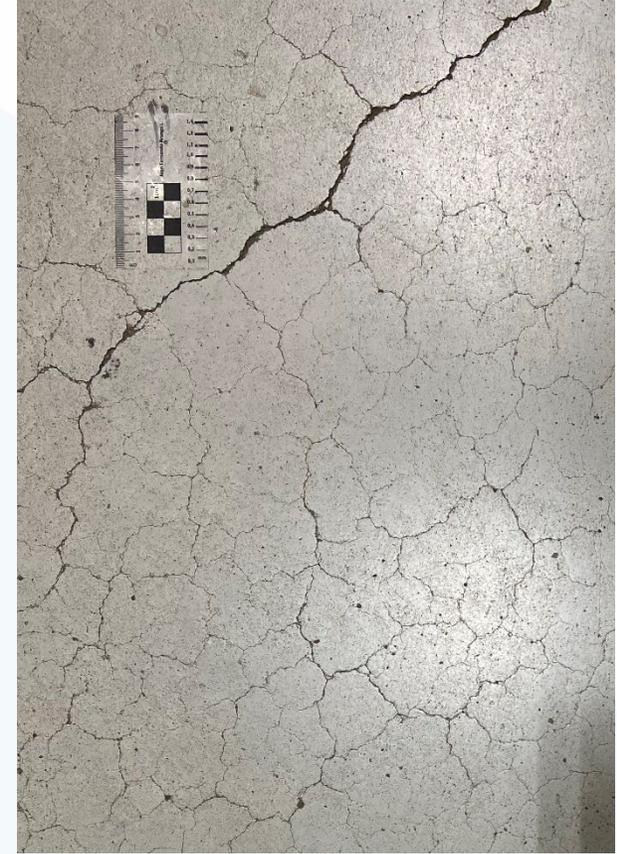
# Ejemplos de imperfecciones y defectos



Mancha por desmoldante de tensor de formaleta.



Pérdida de pasta por fuga en formaleta.



Fisura en forma de mapa, debido a retracciones.

Fotos: © J.F. Arango-L.

# Ejemplos de imperfecciones y defectos



Delaminación por exudación en un pavimento.



Junta de vaciado en un muro de contención.



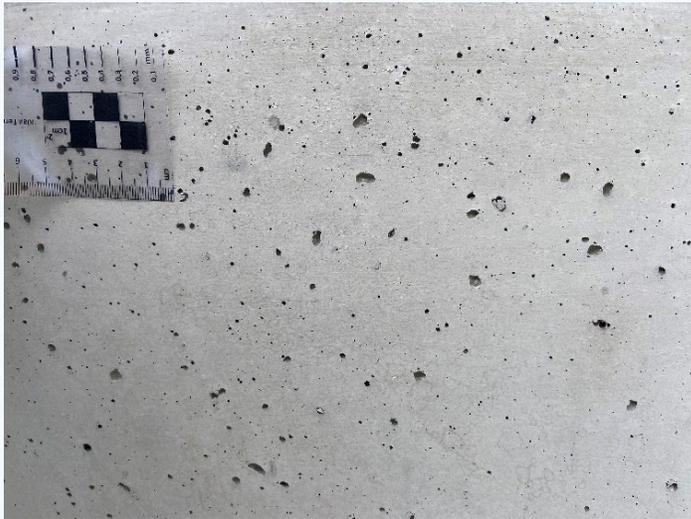
Pérdida severa de compacidad del concreto en un muro estructural - Lesión congénita-

Fotos: © J.F. Arango-L.

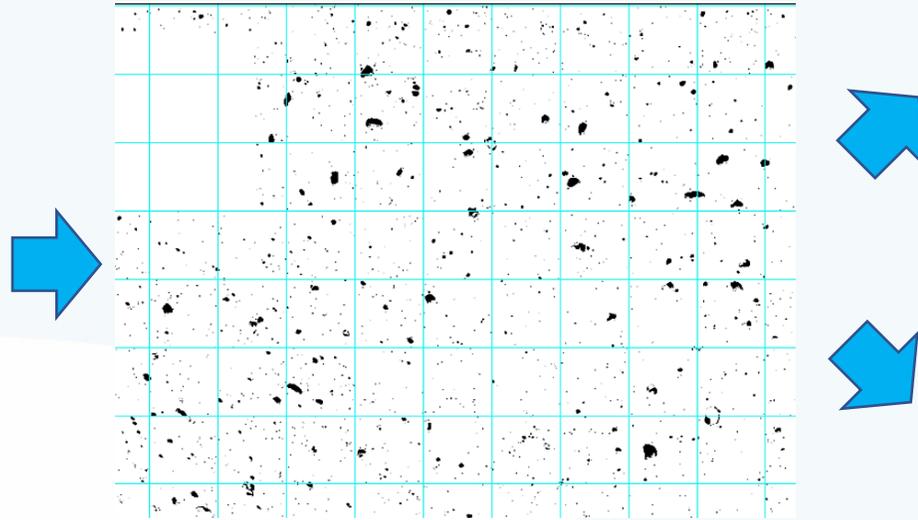
# Ejemplos de cuantificación

Procesamiento de imagen con *ImageJ* para cuantificación de las imperfecciones y defectos.

Foto de aire atrapado.

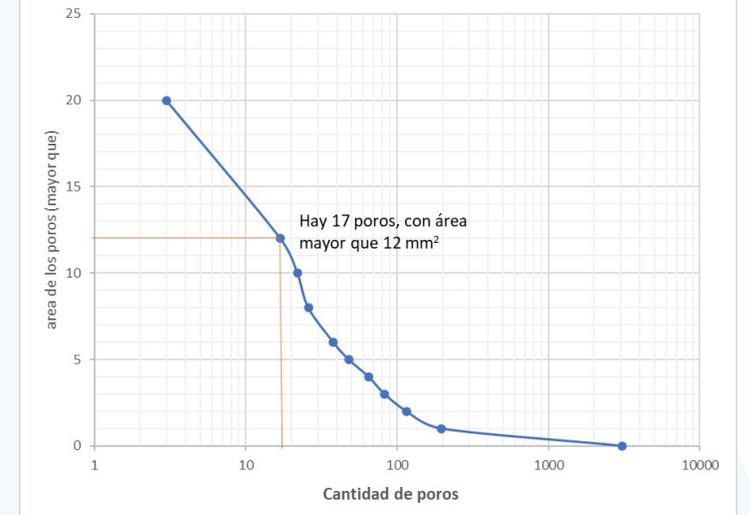
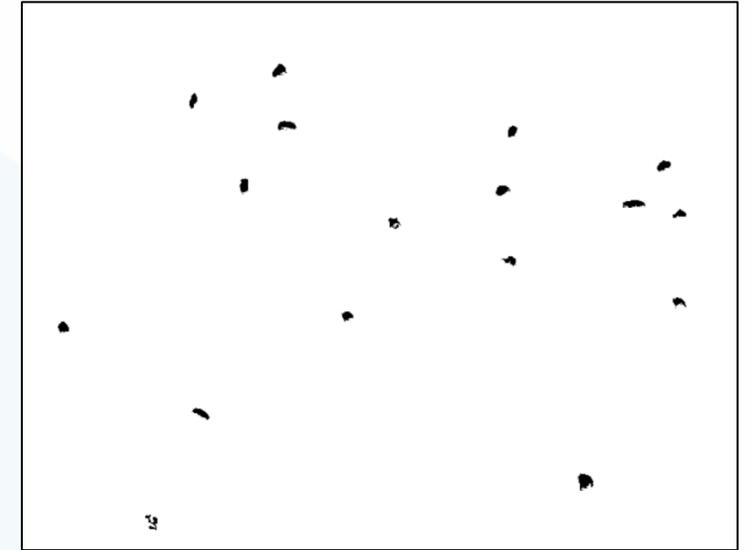


Poros aislados del fondo de la imagen (retícula de 10 mm de lado).



Hay 3675 poros, que cubren el 1,63% del área analizada

Detalle de poros con más de 12 mm<sup>2</sup> (aprox. 4 mm de diámetro): 17 unidades, que cubren el 0,37% del área



## Especificación:

- Poros superficiales deben ser de menos 4 mm de diámetro equivalente.

# Lesiones y traumas



Lesión por eflorescencias en una viga de concreto a la vista



Disgregación en una columna, debido a golpes (trauma) .



Lesión por abrasión en un pavimento, con amplificación de imperfecciones.

Fotos: © J.F. Arango-L.

# Conclusiones

1. La evaluación del acabado y apariencia del concreto y el mortero debe partir de elementos objetivos: evitar hacerlo desde el deseo, parecer, la subjetividad, entre otros.
2. Evaluar la apariencia respecto a un estándar previamente acordado, como normas, muestras o lo aceptado en la práctica actual.
3. Reservar imperfecciones y defectos para las desviaciones que se introducen durante el proceso constructivo.
4. Usar desgaste, pérdida de desempeño, lesiones y traumas para las desviaciones que ocurren durante el tiempo de servicio de la obra.

# Gracias