



Estructuras de madera

6.1. Proceso de diseño y seguridad estructural

FACULTAD DE
INGENIERIA



1. Proceso de diseño

2. Seguridad estructural

- Diseño estructural
 - ASD
 - Enfoque probabilístico
 - Enfoque Semi probabilístico (LRFD)

3. Eurocódigos

6.1. Proceso de diseño y seguridad estructural



1. Proceso de diseño

2. Seguridad estructural

- Diseño estructural
 - ASD
 - Enfoque probabilístico
 - Enfoque Semi probabilístico (LRFD)

3. Eurocódigos

6.1. Proceso de diseño y seguridad estructural



PROCESO DE DISEÑO

DISEÑO ESTRUCTURAL

Elección de materiales, geometría y sistemas estructurales que cumplan con los requisitos de:

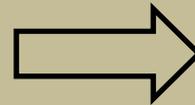
- SEGURIDAD
- DESEMPEÑO
- DURABILIDAD



PROCESO DE DISEÑO

DISEÑO ESTRUCTURAL

- SEGURIDAD
- DESEMPEÑO
- DURABILIDAD



PARA UNA **VIDA ÚTIL**
DETERMINADA



PROCESO DE DISEÑO

VIDA ÚTIL NOMINAL

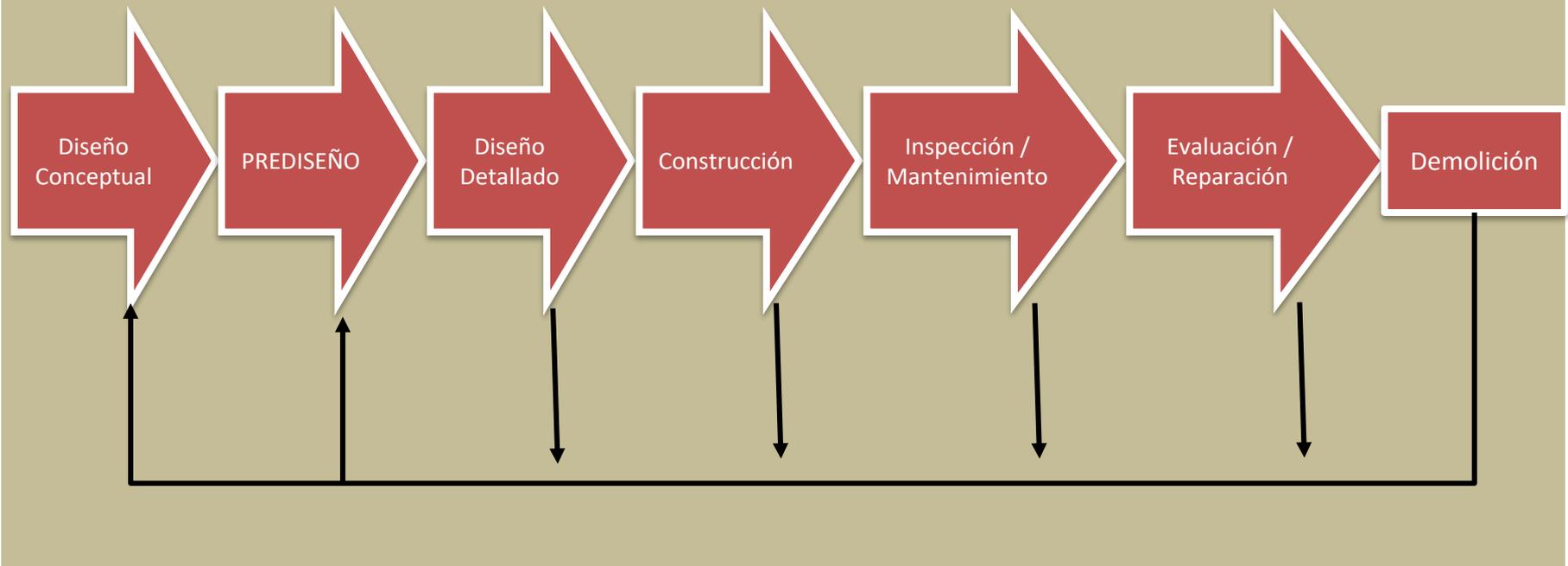
- Estructuras de carácter temporal: 3 a 10 años
- Edificios agrícolas e industriales: 15 a 50 años
- Edificios de viviendas u oficinas: 50 años
- Edificios de carácter monumental: 100 años
- Obras civiles de repercusión económica alta: 100 años

La vida útil se define como el período de tiempo para el cual la estructura podrá ser utilizada con un fin específico, con un mantenimiento normal, sin necesidad de grandes reparaciones.



PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO



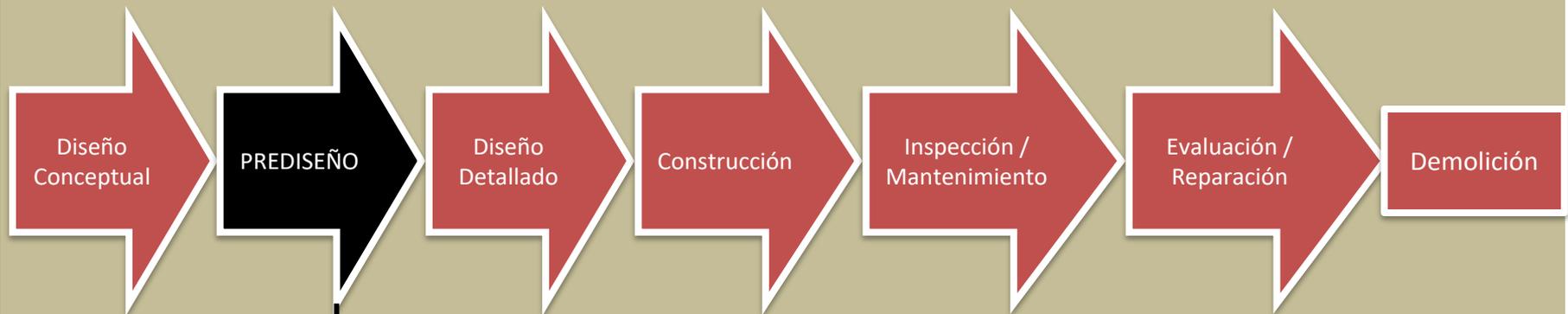
PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO



PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO

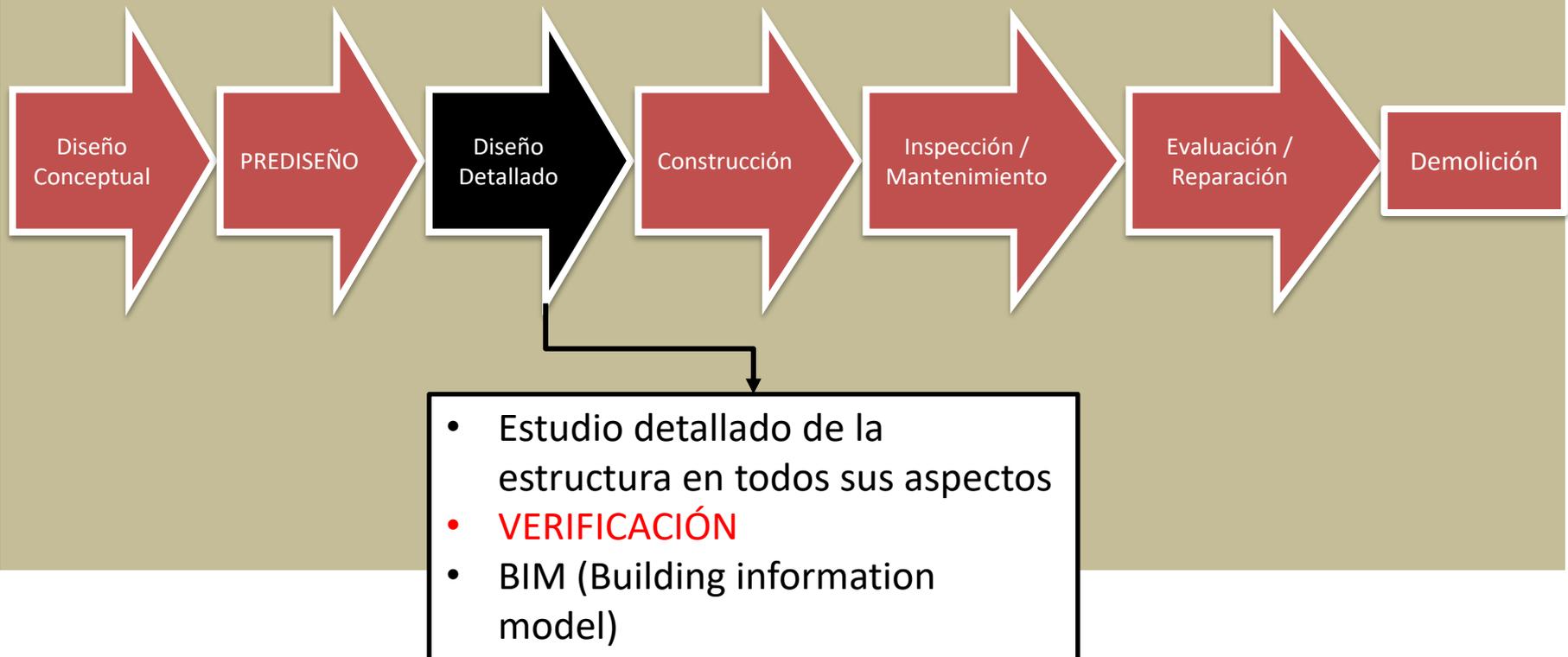


- Dimensionado general de los componentes estructurales
 - Experiencia
 - Modelos simples
 - Reglas de prediseño
 - Tablas



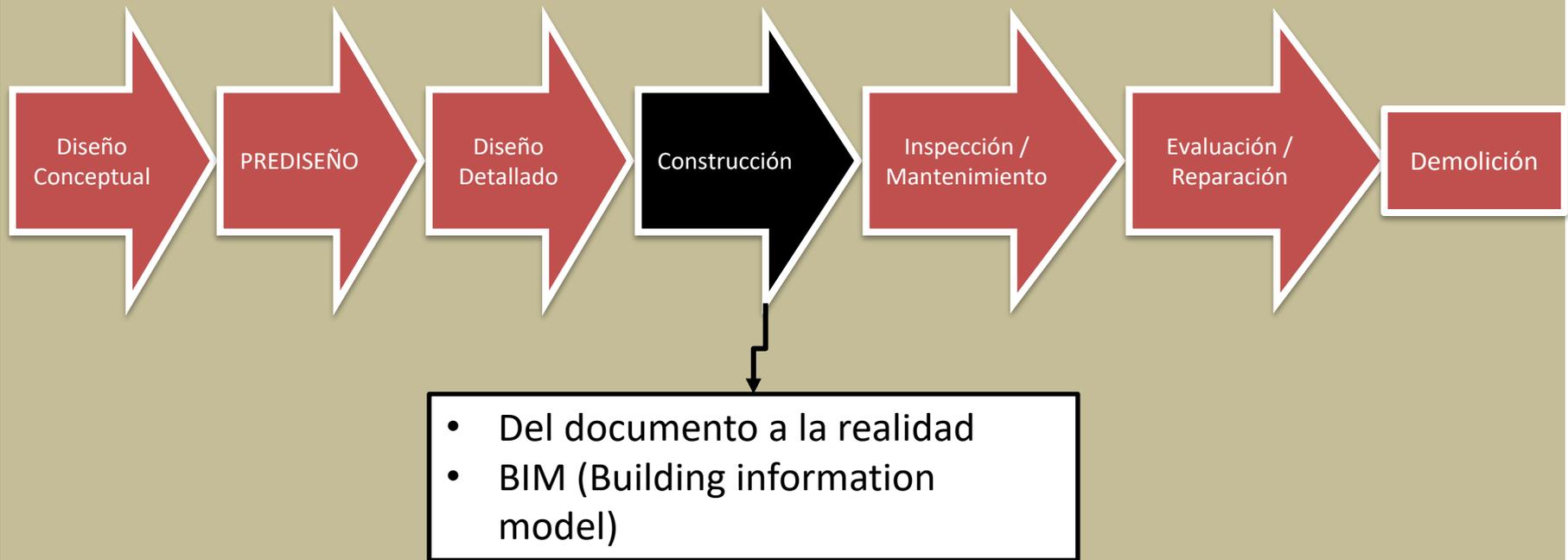
PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO



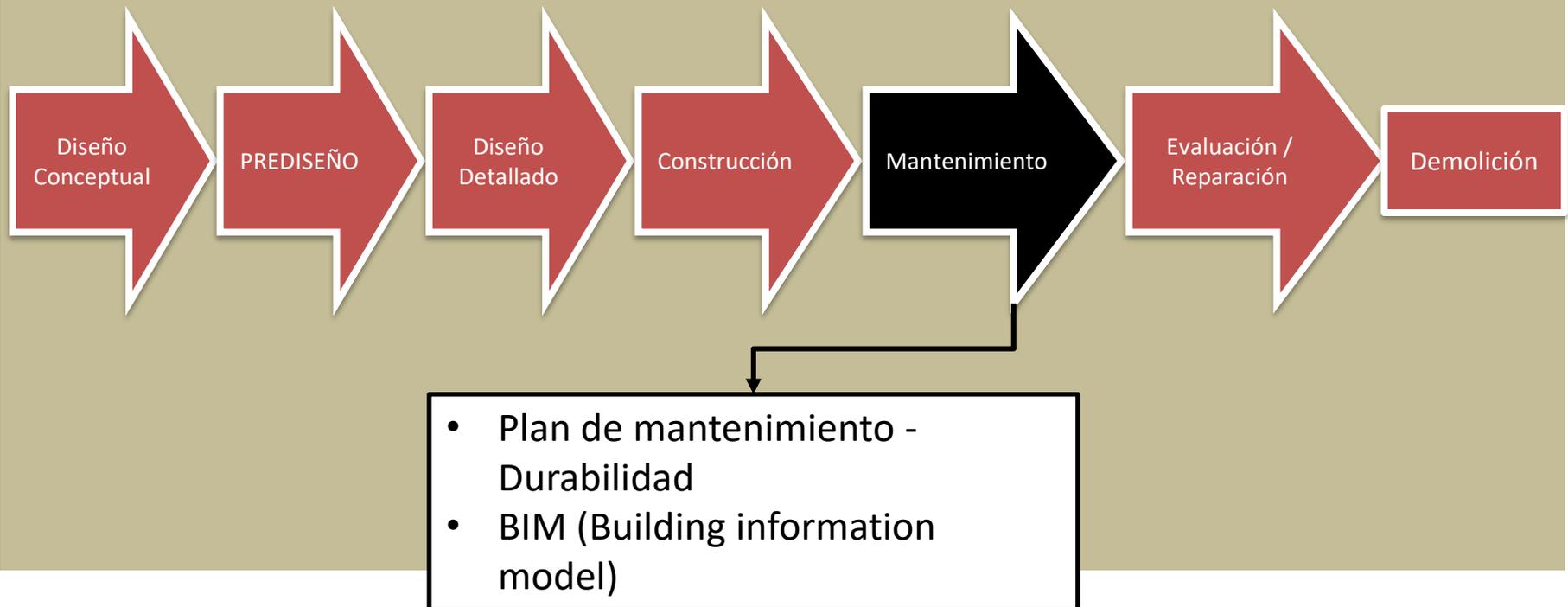
PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO



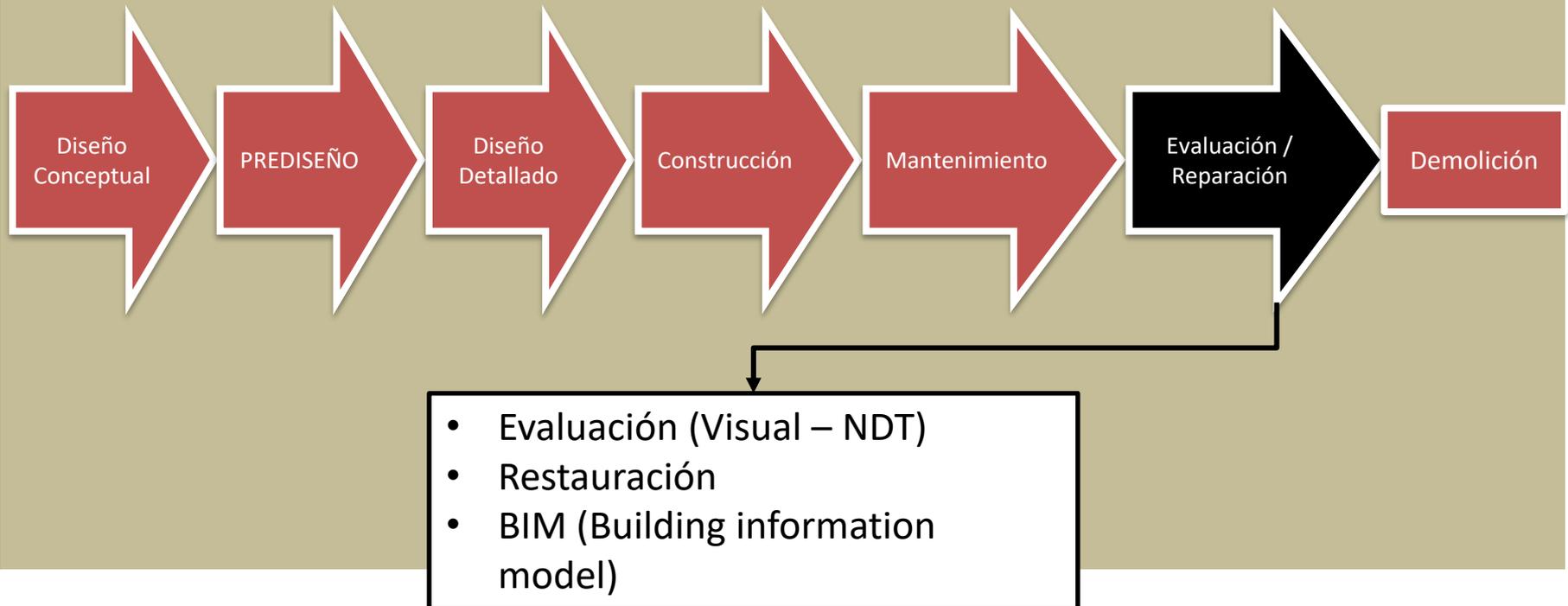
PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO



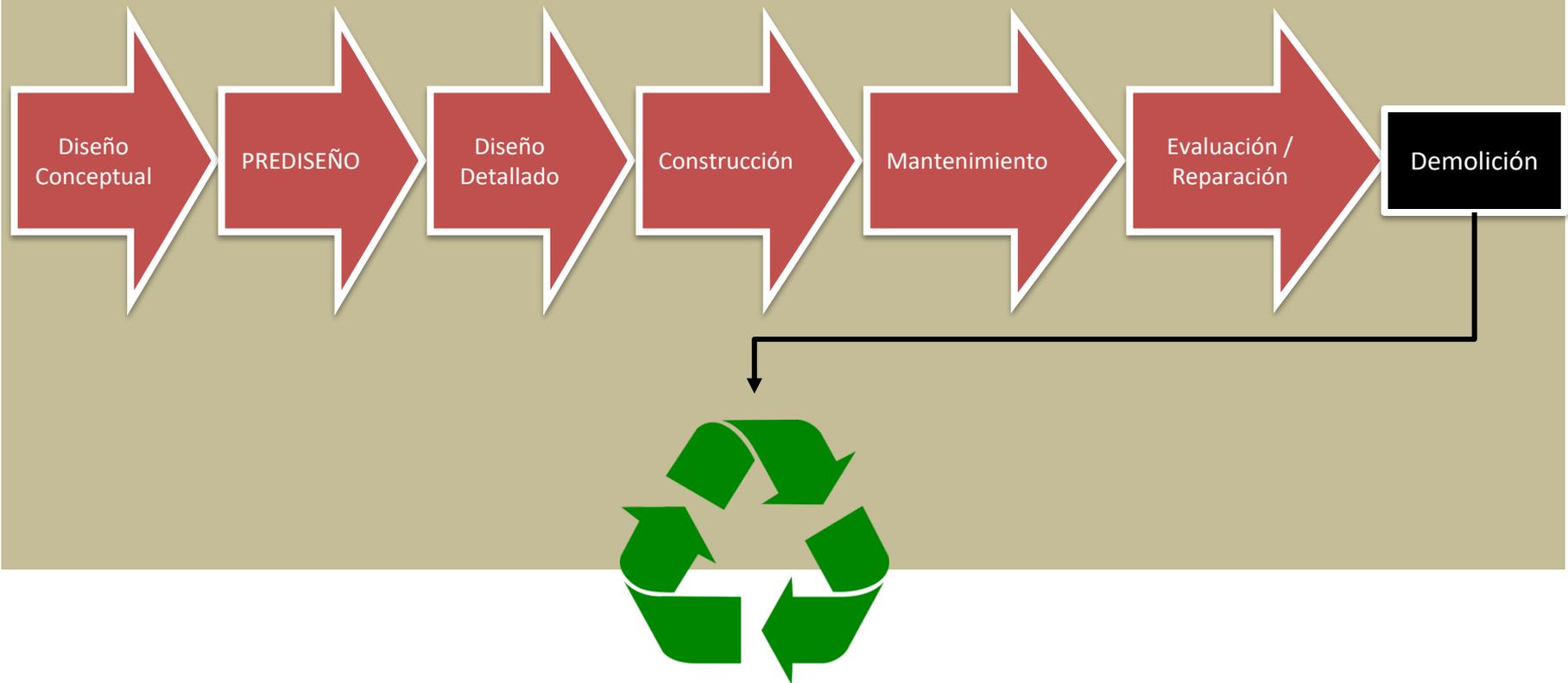
PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO



PROCESO DE DISEÑO

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO



PROCESO DE DISEÑO

ACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO

- Sociedad – Normativa
- Aseguradoras
- Propietarios
- Contratistas – Constructoras
- Productores



1. Proceso de diseño

2. Seguridad estructural

- Diseño estructural
 - ASD
 - Enfoque probabilístico
 - Enfoque Semi probabilístico (LRFD)

3. Eurocódigos

6.1. Proceso de diseño y seguridad estructural



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

DISEÑO ESTRUCTURAL

- SEGURIDAD
- DESEMPEÑO
- DURABILIDAD



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

DISEÑO ESTRUCTURAL

- SEGURIDAD
- DESEMPEÑO
- DURABILIDAD

OBJETIVO: Garantizar el NO FALLO de la estructura



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLO DE UNA ESTRUCTURA:

INCUMPLIMIENTO DE LOS **FINES PARA LOS QUE HA SIDO PREVISTA**,
DURANTE EL PERÍODO DE **VIDA ÚTIL** QUE SE LA HA ASIGNADO.



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLOS DE UNA ESTRUCTURA

- SEGURIDAD
- DESEMPEÑO
- DURABILIDAD



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLOS QUE AFECTAN A LA **SEGURIDAD**

- PERSONAS
- OTROS SERES VIVOS
- MEDIO AMBIENTE



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

COLAPSO DE LA ESTRUCTURA

- PÉRDIDA DE EQUILIBRIO (COMO SÓLIDO RÍGIDO)
- ROTURA, PÉRDIDA DE ESTABILIDAD, DEFORMACIONES PLÁSTICAS EXCESIVAS
- ROTURA POR FATIGA
- ROTURA DE UNIONES



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLOS DE UNA ESTRUCTURA

- SEGURIDAD
- DESEMPEÑO
- DURABILIDAD



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLOS QUE AFECTAN AL DESEMPEÑO O USO DE LAS ESTRUCTURAS

- FUNCIONALIDAD
- CONFORT
- ASPECTO REQUERIDO



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

ESTRUCTURA NO CUMPLE CON REQUERIMIENTOS DE USO

- DEFORMACIONES
- VIBRACIONES
- FISURACIÓN



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLOS DE UNA ESTRUCTURA

- SEGURIDAD
- DESEMPEÑO
- DURABILIDAD



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLOS QUE AFECTAN A LA DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS

- DEGRADACIÓN DE LA MADERA
- DEGRADACIÓN DEL HORMIGÓN
- CORROSIÓN DEL ACERO



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

DEGRADACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

- QUÍMICA
- BIOLÓGICA
- MECÁNICA



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

FALLO DE UNA ESTRUCTURA:

INCUMPLIMIENTO DE LOS **FINES PARA LOS QUE HA SIDO PREVISTA**,
DURANTE EL PERÍODO DE **VIDA ÚTIL** QUE SE LA HA ASIGNADO.



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

NO EXISTE ESTRUCTURA QUE SEA
ABSOLUTAMENTE SEGURA

OBJETIVO: Garantizar el NO FALLO de la
estructura



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

ESTADOS LIMITE

- ASD – Tensiones Admisibles
- ENFOQUE PROBABILISTICO
- ENFOQUE SEMI-PROBABILISTICO (LRFD – Load and resistance factor design)



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ASD

MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

■ ASD – Tensiones Admisibles

- Compara los esfuerzos actuantes (sin mayorar) con los “admisibles”
- Se utiliza un único Factor de seguridad para cada esfuerzo “admissible”, independiente de la entidad del esfuerzo actuante

$$R_{adm} = \frac{R_n}{F.S} \geq R_{actuante}$$



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ENFOQUE PROBABILISTICO

MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

■ ENFOQUE PROBABILISTICO

- Se basa en la probabilidad de sobrepasar un estado limite determinado.
- Los limites se establecen de acuerdo al nivel de seguridad requerido
- Tanto los efectos generados por las cargas aplicadas (S) como la resistencia (R) son considerados variables aleatorias y se asume una distribución normal para cada una de ellas.



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ENFOQUE PROBABILÍSTICO

FACTORES ALEATORIOS:

- Resistencia de los materiales
- Valor de las cargas y otras acciones
- Proceso de cálculo
- Características geométricas y mecánicas de la estructura real
- Otros (Precisión de las medias, errores en planos, etc.)



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ENFOQUE PROBABILÍSTICO

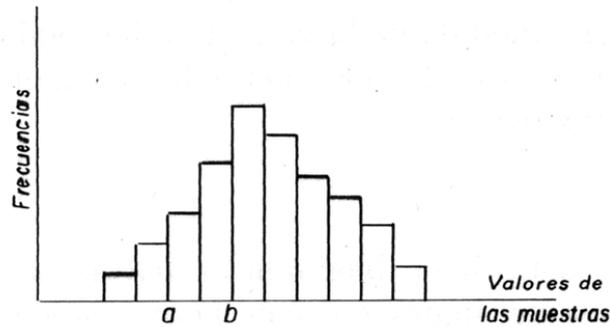


Figura 2.1 Diagrama de barras de valores de una muestra.

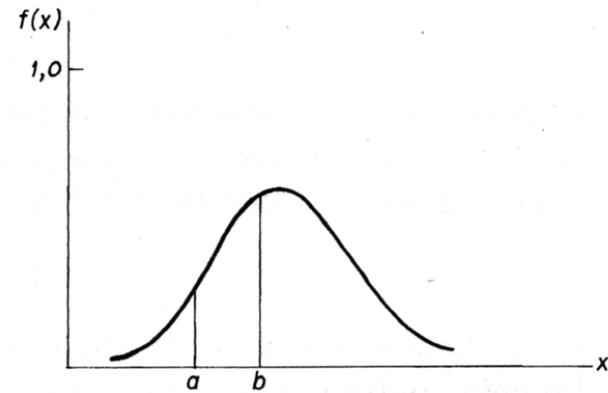


Figura 2.2. Curva de distribución normal o gaussiana.



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ENFOQUE PROBABILÍSTICO

MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

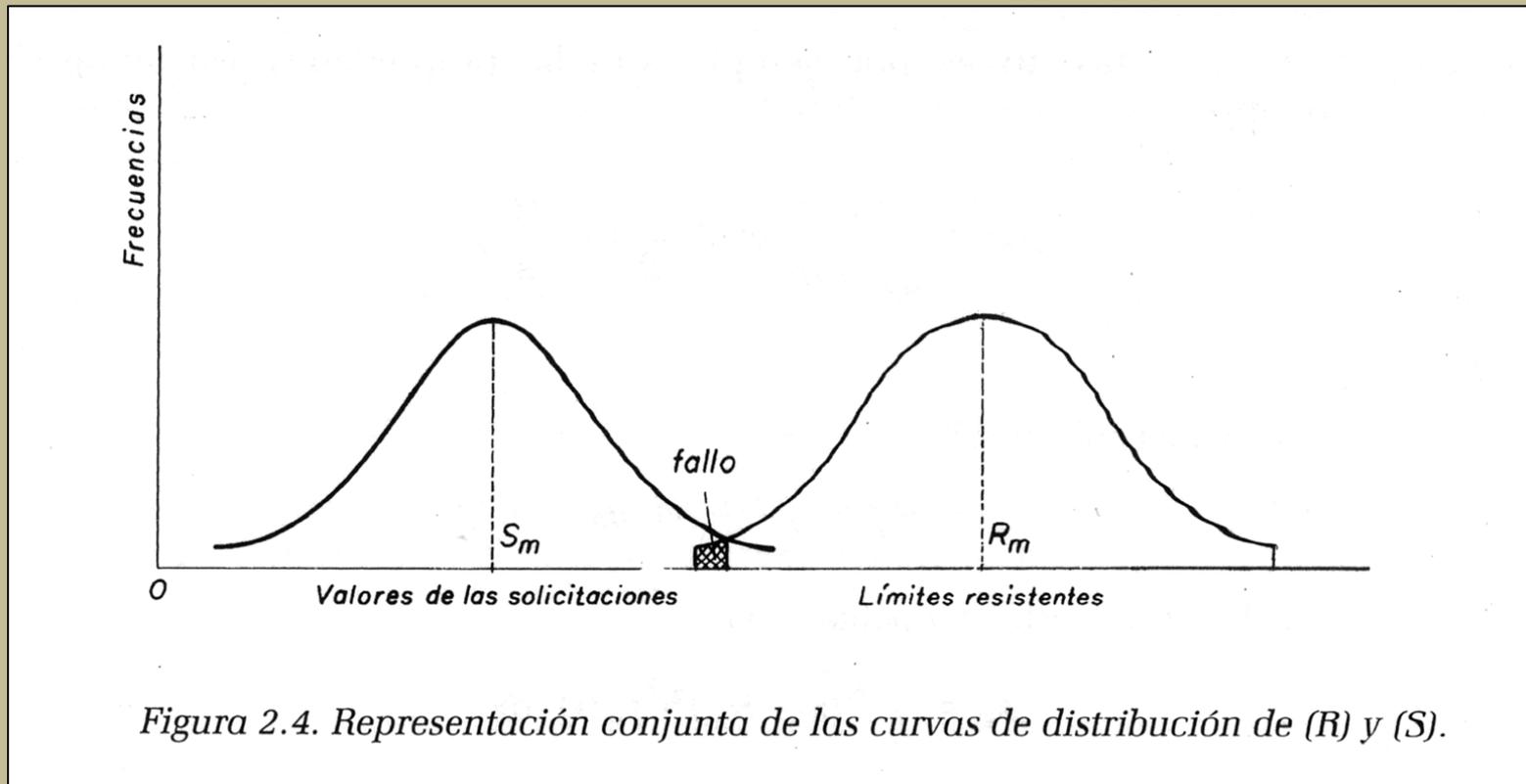
■ ENFOQUE PROBABILISTICO

- El fallo se produce cuando $S > R$
- $Z = R - S$ resulta también una variable aleatoria, por lo tanto se considera la estructura segura cuando $Z > 0$

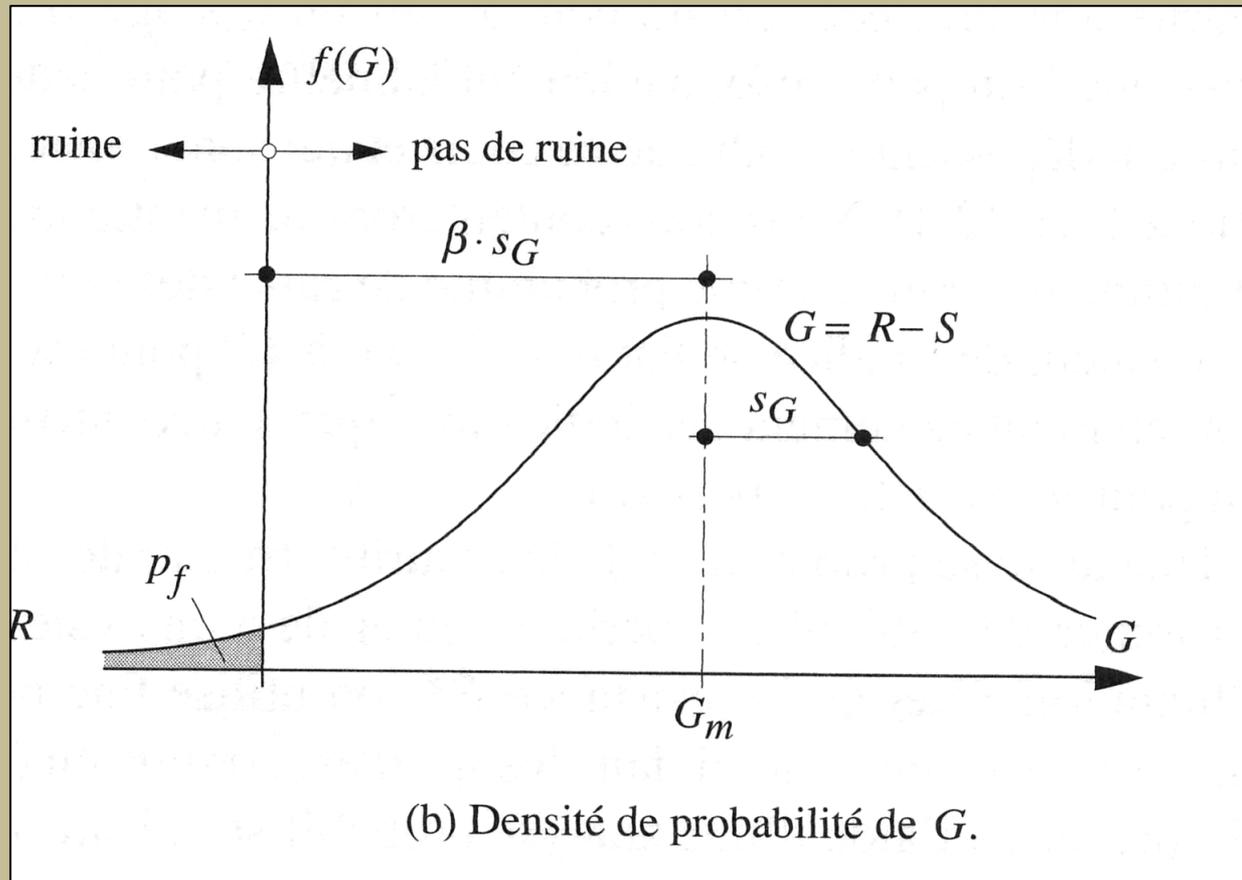


SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ENFOQUE PROBABILÍSTICO

$$S < R$$



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ENFOQUE PROBABILÍSTICO



$$R - S > 0$$

$$Z = G = R - S$$

- $$P_{\text{falto}} = P(G \leq 0) = \Phi \left[\frac{0 - G_m}{s_G} \right] = \Phi(-\beta); \quad G_m = R_m - S_m \quad s_G^2 = s_R^2 + s_S^2$$



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ENFOQUE PROBABILÍSTICO

MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

■ ENFOQUE PROBABILISTICO

- El índice de seguridad β resulta una medida del nivel de seguridad, para un periodo de referencia en el cual actúa el esfuerzo S .
- A medida que β aumenta la probabilidad de fallo decrece



SEGURIDAD ESTRUCTURAL: LRFD

MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

- ENFOQUE SEMI-PROBABILISTICO (LRFD – Load and resistance factor design)

- Mismo concepto que el enfoque probabilístico
- Para simplificar el problema se establecen coeficientes de seguridad parcial sobre acciones y resistencias que aseguran un determinado valor de β

- $R_d > S_d$

- $S_d = \gamma_S \cdot S_k \quad R_d = \eta \frac{R_k}{\gamma_R}$

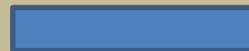
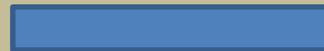
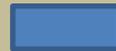


SEGURIDAD ESTRUCTURAL

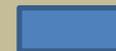
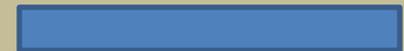
MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

- ASD
- PROBABILÍSTICO
- LRFD

SEGURIDAD



DIFICULTAD



SEGURIDAD ESTRUCTURAL

MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL



1. Proceso de diseño

2. Seguridad estructural

- Diseño estructural
 - ASD
 - Enfoque probabilístico
 - Enfoque Semi probabilístico (LRFD)

3. Eurocódigos

6.1. Proceso de diseño y seguridad estructural



EUROCÓDIGOS

¿Qué son?

Conjunto de normas europeas que tienen por **objetivo** la eliminación de las barreras técnicas al comercio y la armonización de las especificaciones técnicas en las materias de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras.



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)**Bases de cálculo de estructuras**

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Acciones en estructuras

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Proyecto de estructuras de hormigón

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Proyecto de estructuras de acero

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Proyecto de estructuras mixtas

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

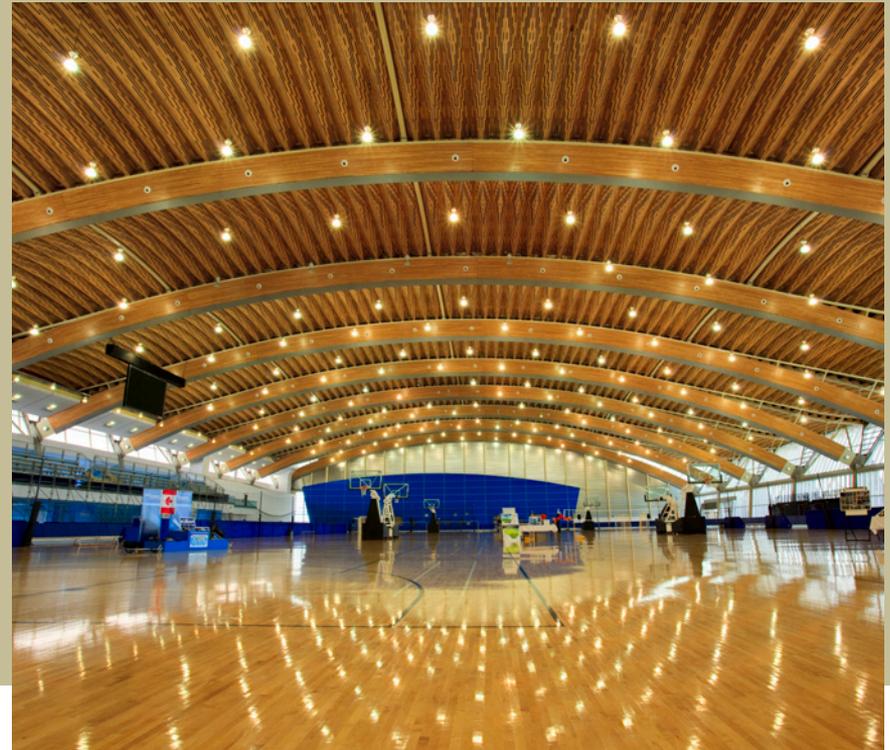
Proyecto de estructuras de madera

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Proyecto de estructuras de fábrica

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)
Eurocódigo 1 (EN 1991)
Eurocódigo 2 (EN 1992)
Eurocódigo 3 (EN 1993)
Eurocódigo 4 (EN 1994)
Eurocódigo 5 (EN 1995)
Eurocódigo 6 (EN 1996)
Eurocódigo 7 (EN 1997)
Proyecto geotécnico
Eurocódigo 8 (EN 1998)
Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

**Proyecto de estructuras
sismorresistentes**

Eurocódigo 9 (EN 1999)



EUROCÓDIGOS

LISTA DE EUROCÓDIGOS

Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

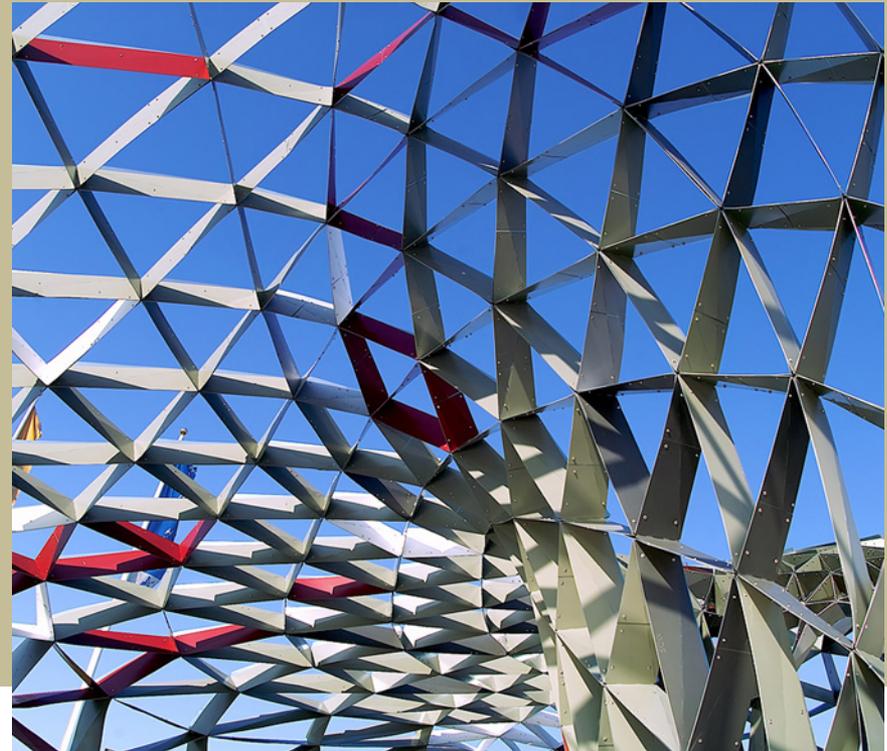
Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

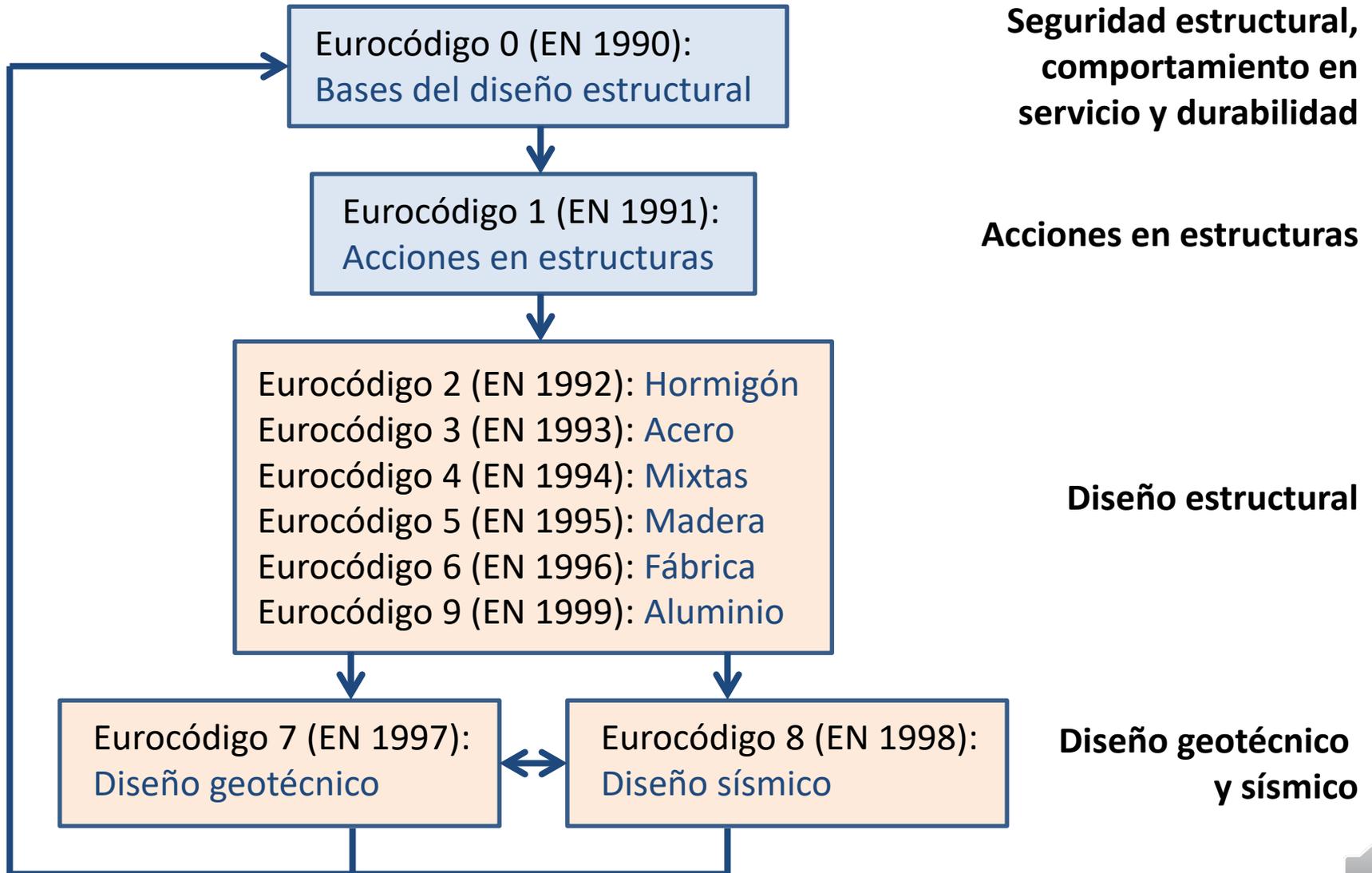
Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

**Proyecto de estructuras de
aluminio**



EUROCÓDIGOS



EUROCÓDIGOS

¿Qué son los Anexos Nacionales?

Documentos técnicos, de aplicación nacional, que tienen por **objetivos** presentar los parámetros de determinación nacional (**NDP**) y, opcionalmente, información complementaria no contradictoria (**NCCI**).

Parámetros que quedan abiertos en los Eurocódigos para la elección de una opción nacional, bien porque se omitan en el Eurocódigo o bien porque dependan de forma directa del país.



EUROCÓDIGOS

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA NO CONTRADICTORIA**Normas uruguayas de aplicación**

- **UNIT 33 (1991):** Cargas a utilizar en el proyecto de edificios
- **UNIT 50 (1984):** Acción de viento sobre las construcciones



EUROCÓDIGOS

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA NO CONTRADICTORIA

UNIT 50 (1984): Acción del viento sobre las construcciones

Métodos propuestos

- 1) Convertir la **velocidad característica** del viento definida en la **UNIT 50** en la **velocidad básica** del viento definida en la **EN 1991-1-4** de forma de utilizar esta norma para determinar las acciones del viento.
- 2) Utilizar la UNIT 50:1984 para determinar las acciones del viento.

$$v_b = 0,858 \cdot 0,676 \cdot 1,149 \cdot v_k = 0,667 \cdot v_k$$



Rugosidad
del terreno

Intervalo
de muestreo

Período de
retorno





MUCHAS GRACIAS
POR LA ATENCIÓN

FACULTAD DE
INGENIERIA

