

**INGENIERIA CIVIL**

FACHHOCHSCHULE REGENSBURG  
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
APLICADAS

**Contenido**

**Reforzamiento Externo con Fibras  
de Carbono (CFRP)  
– Posibilidades y Aplicación –**

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Maurial**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**INGENIERIA CIVIL**

**Contenido**

- Introducción al reforzamiento con platinas CFRP
- **Bases teóricas para un dimensionamiento a flexión**
- Conceptos para un dimensionamiento
- Conclusiones

**INGENIERIA CIVIL**

## Contenido

- Introducción al reforzamiento con platinas CFRP
- Bases teóricas para un dimensionamiento a flexión
- **Conceptos para un dimensionamiento**
- Conclusiones

**INGENIERIA CIVIL**

## Contenido

- Introducción al reforzamiento con platinas CFRP
- Bases teóricas para un dimensionamiento a flexión
- Conceptos para un dimensionamiento
- **Conclusiones**

### **Razones para un reforzamiento posterior de miembros estructurales de concreto**

- Cambio de uso de una construcción (p. e. cambio del sistema estructural o aumento de la carga)
- Nuevas aberturas y perforaciones en la construcción
- Errores en el diseño o la ejecución de la obra
- Impactos por el medio ambiente (p. e. sismos)
- Caso de incendio
- 

### **Métodos para un reforzamiento posterior**

- Aumento de sección
- Refuerzo adicional
- Refuerzo pretensado
- Refuerzo externo postensado
- Reducción de esfuerzo
- Lechadeado interno y externo

**Existen muchas técnicas de reforzamiento  
diseño activo – diseño pasivo**

## Reforzamiento con platinas CFRP

**CFRP = Polímeros Reforzados con Fibras de Carbono**

**Platinas CFRP:**

- **Fibras de carbono (aprox. 70 % de volumen)**
  - **Matriz de resina epóxica**
  - **Adhesión unidireccional entre fibra y matriz**
- Primeros trabajos teóricos y prácticos:**

**Finales de los años 80 en Suiza**

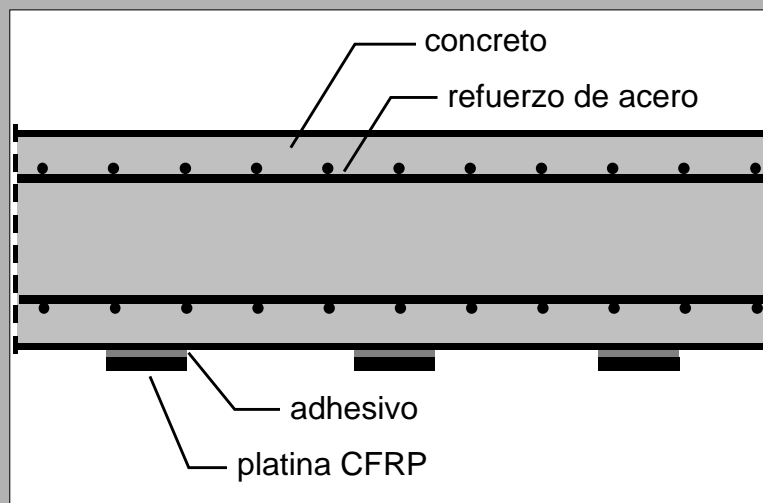
## Reforzamiento con platinas CFRP ventajas

- **Peso y espesor pequeño**
- **Alta resistencia a tracción**
- **Alta elasticidad y rigidez axial**
- **Flexibilidad**
- **No hay corrosión**
- **Resistencia alcalina**
- **Buen comportamiento de fatiga**

### Reforzamiento con platinas CFRP desventajas

- No hay deformaciones plásticas
- Protección necesaria contra incendio
- Precio (actualmente bajando)
- En dirección transversal pequeña resistencia a tracción y pequeño módulo de elasticidad
- Sensibilidad a la luz ultravioleta
- Sensibilidad a desniveles locales en la superficie

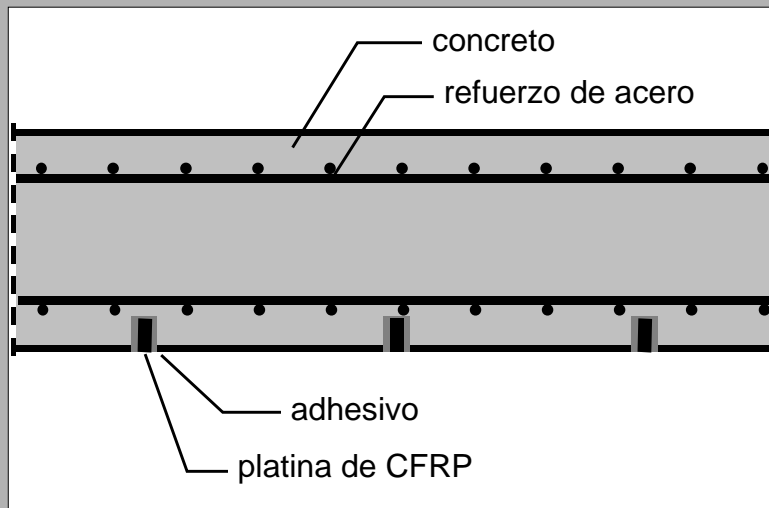
### Reforzamiento con platinas CFRP pegadas en la superficie



### Reforzamiento con platinas CFRP pegadas en la superficie



### Reforzamiento con platinas CFRP pegadas en surcos dentro del recubrimiento



### Reforzamiento con platinas CFRP pegadas en surcos dentro del recubrimiento



### Reforzamiento con platinas CFRP pretensadas y pegadas en la superficie



INGENIERIA CIVIL

### Reforzamiento con platinas CFRP como tensor adicional debido a flexión

Diagram illustrating the reinforcement of a beam with CFRP plates as an additional tendon due to flexion. The beam is supported at points A and B, and a central load (carga) is applied. The regions of tension (Zona de tracción) are indicated. The reinforcement is labeled "Reforzamiento con platinas CFRP".

INGENIERIA CIVIL

### Reforzamiento con platinas CFRP propiedades de material

Graph showing the material properties (stress-strain relationship) for various materials used in CFRP reinforcement. The y-axis represents stress ( $\sigma$  in  $N/mm^2$ ) and the x-axis represents strain ( $\epsilon$  in  $\text{‰}$ ).

Material	Area ( $A_c$ )	Volume Fraction ( $v_f$ )	Approx. Yield Stress ( $N/mm^2$ )	Approx. Ultimate Strain ( $\text{‰}$ )
Sika-CFK-Lamelle	$60 mm^2$	70%	1700	15
St 1570/1770	-	-	1600	35
AFVW-Stab	$52 mm^2$	43%	1200	25
GFVW-Stab	$44,2 mm^2$	68%	1000	35
BS1500	-	-	500	40



**INGENIERIA CIVIL**

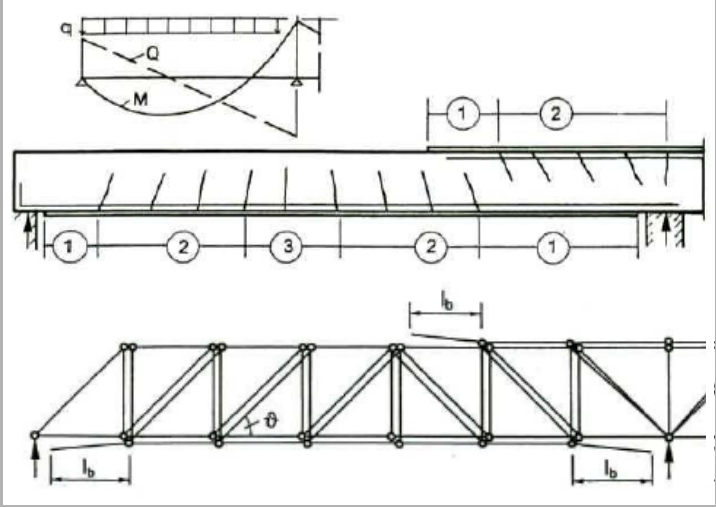
### Reforzamiento con platinas CFRP producción y aplicación



The diagram illustrates the production process of CFRP plates in five stages: 1. **Roving**: Unwinding of carbon fibers from spools. 2. **Imprägnierbad**: The fibers are impregnated with resin in a bath. 3. **Form**: The resin-impregnated fibers are laid out in a mold. 4. **Aushärtung**: The plate is cured in an oven. 5. **Abzugraupen**: The cured plate is debinded from the mold. 6. **Ablängen**: The plate is cut to the required length.

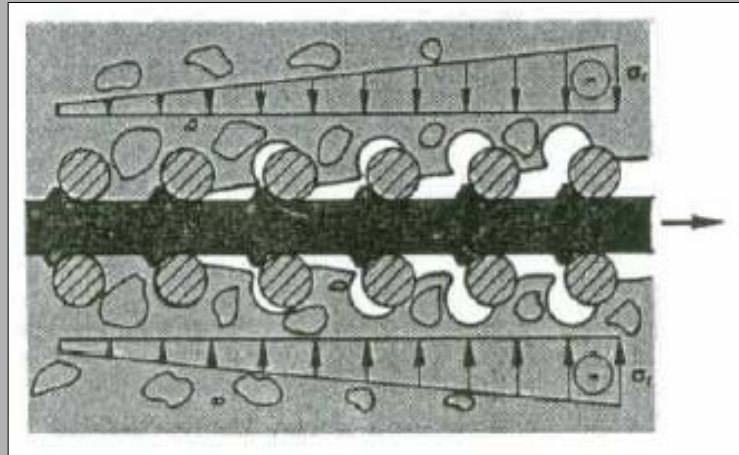
**INGENIERIA CIVIL**

### Reforzamiento con platinas CFRP función estática y unión al concreto

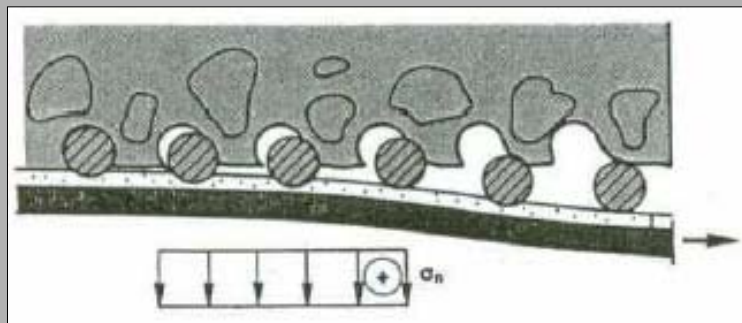


The diagram shows the application of CFRP plates to a beam. At the top left, a graph plots load  $q$ , shear force  $Q$ , and bending moment  $M$  along the length of the beam. Below, a cross-section of the beam shows the placement of CFRP plates in regions 1 and 2. The bottom part of the diagram shows a truss model of the beam with diagonal CFRP plates, with spacing  $l_b$  and an angle  $\theta$  relative to the horizontal.

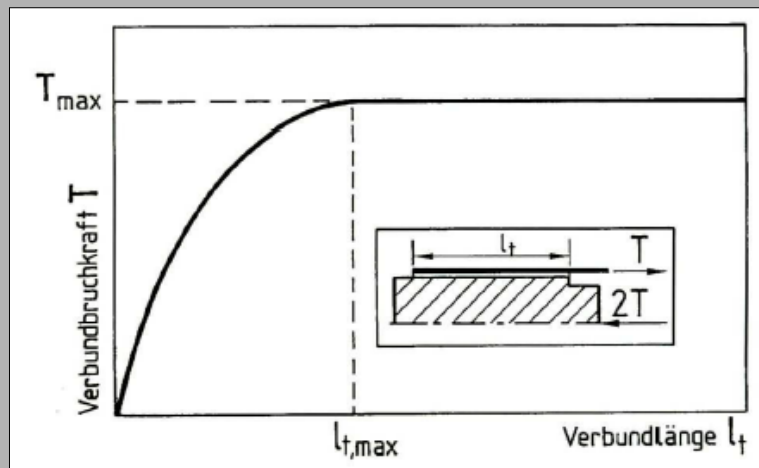
### Reforzamiento con platinas CFRP anclaje del refuerzo en concreto



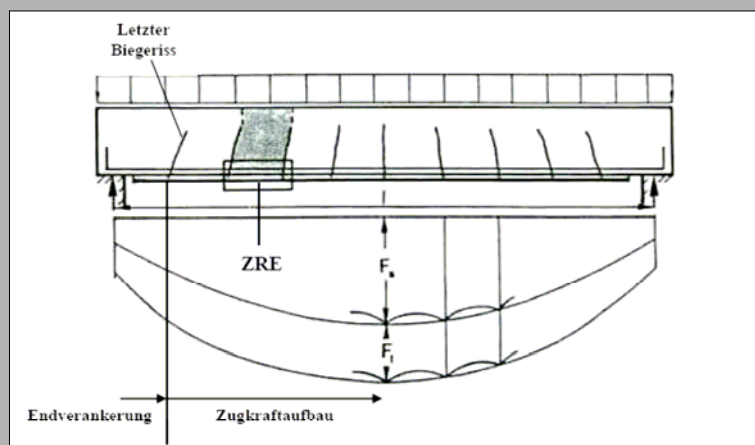
### Reforzamiento con platinas CFRP adhesión de refuerzo pegado



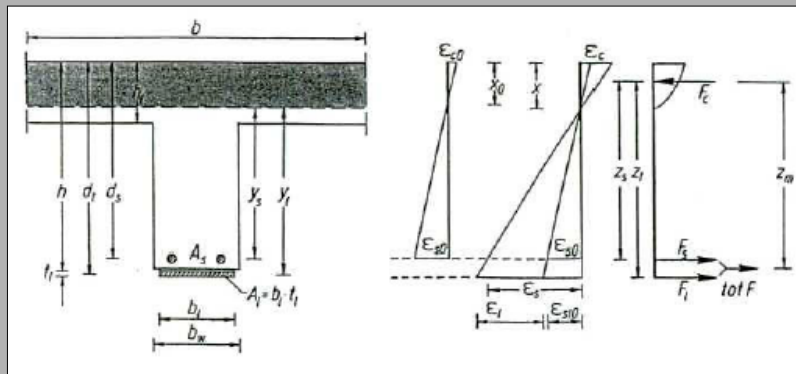
### Reforzamiento con platinas CFRP fuerza última de rotura en la unión



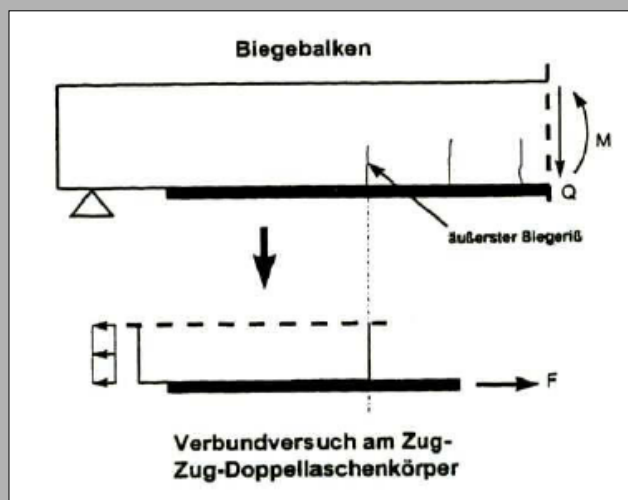
### Reforzamiento con platinas CFRP fuerza a tracción en la platina



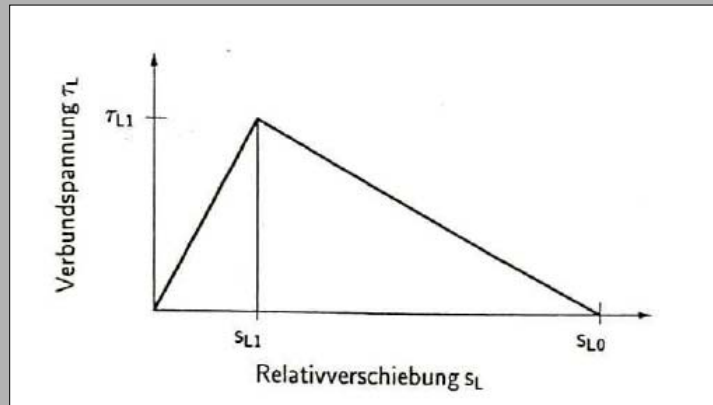
### Reforzamiento con platinas CFRP repartición de las fuerzas entre refuerzo interior y platina



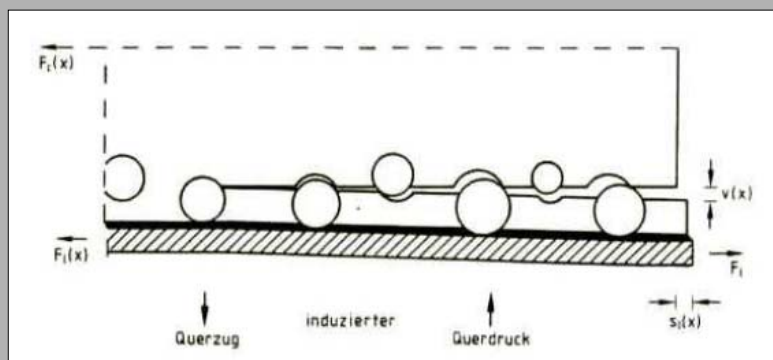
### Reforzamiento con platinas CFRP fuerza de rotura en la unión anclaje final

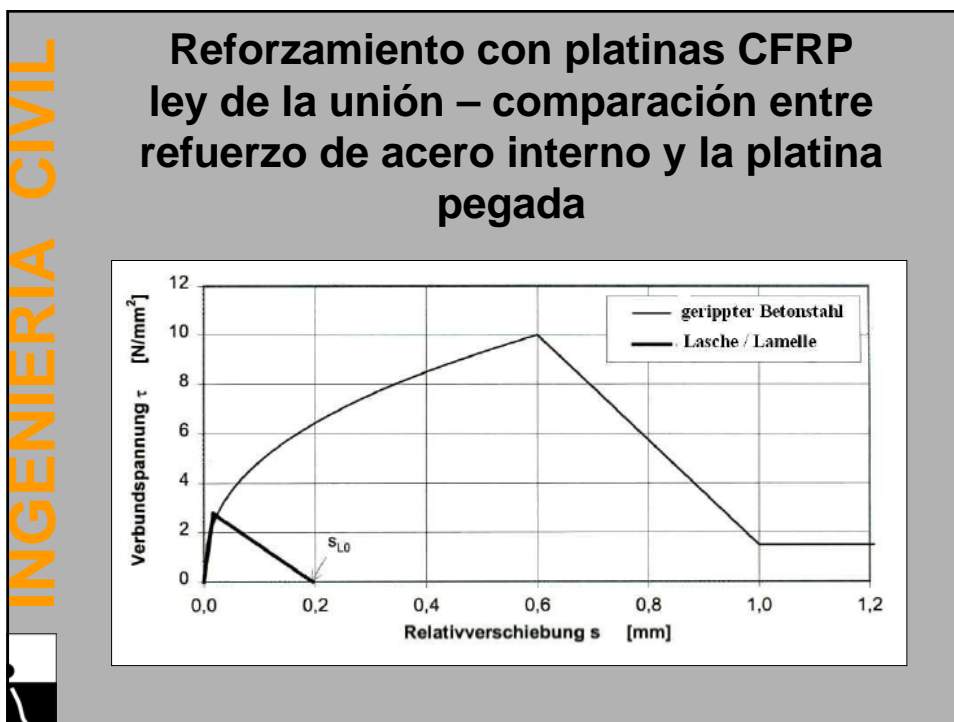
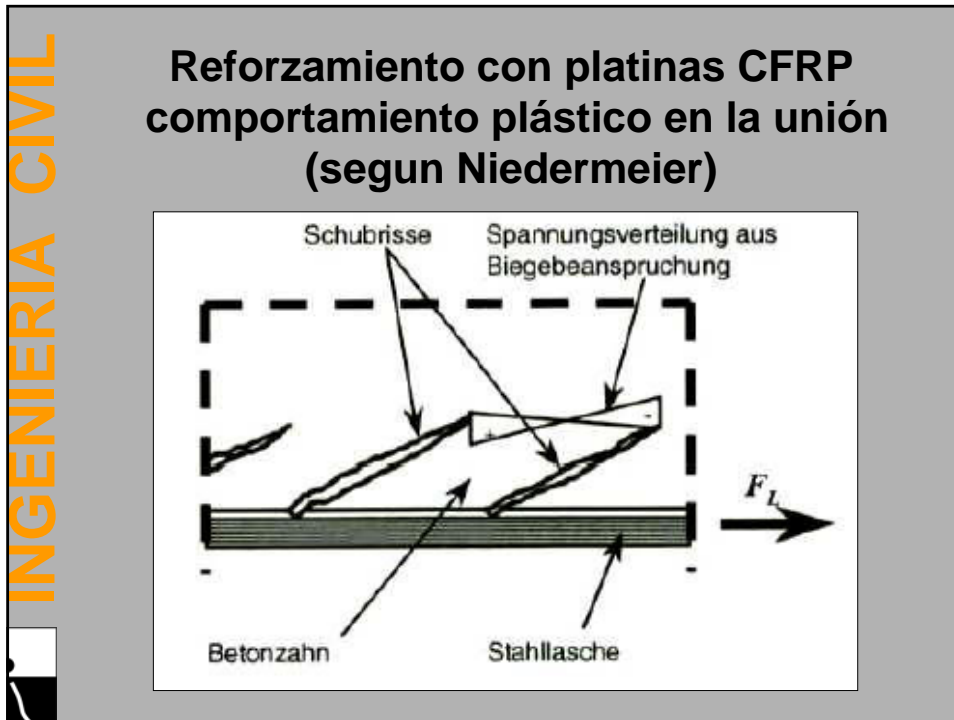


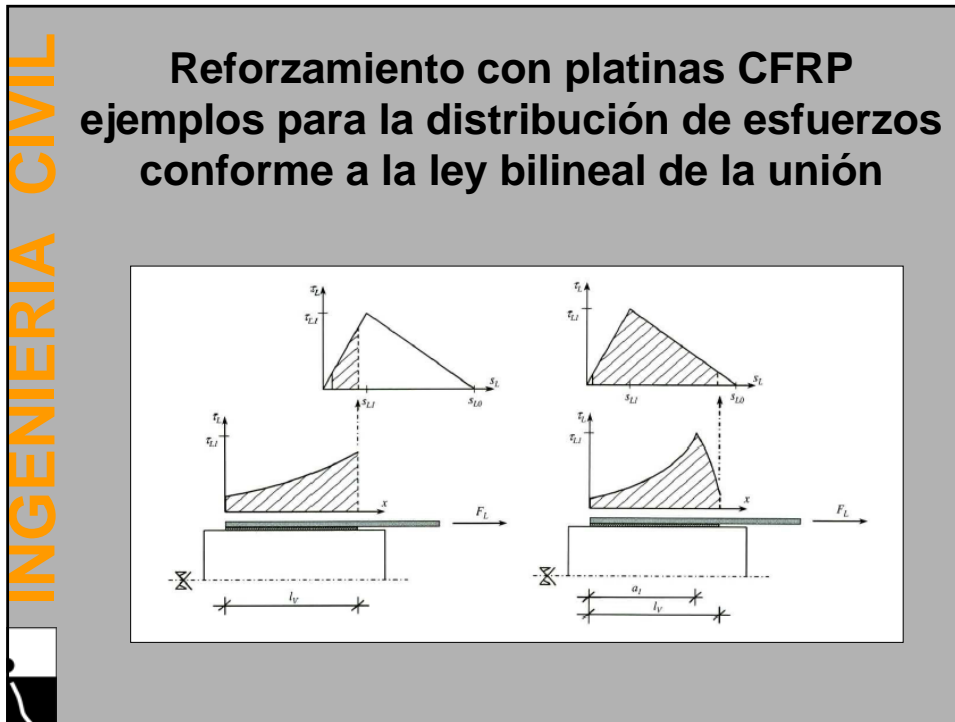
### Reforzamiento con platinas CFRP descripción bilineal de los esfuerzos en la unión



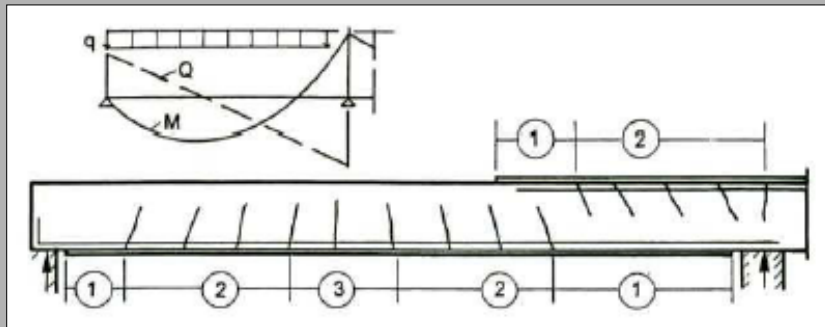
### Reforzamiento con platinas CFRP comportamiento plástico en la unión (segun Holzenkämpfer)



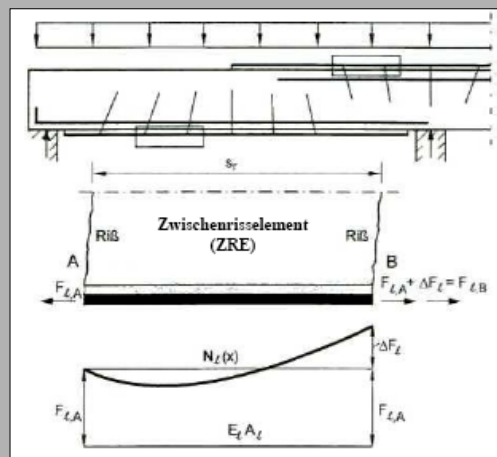




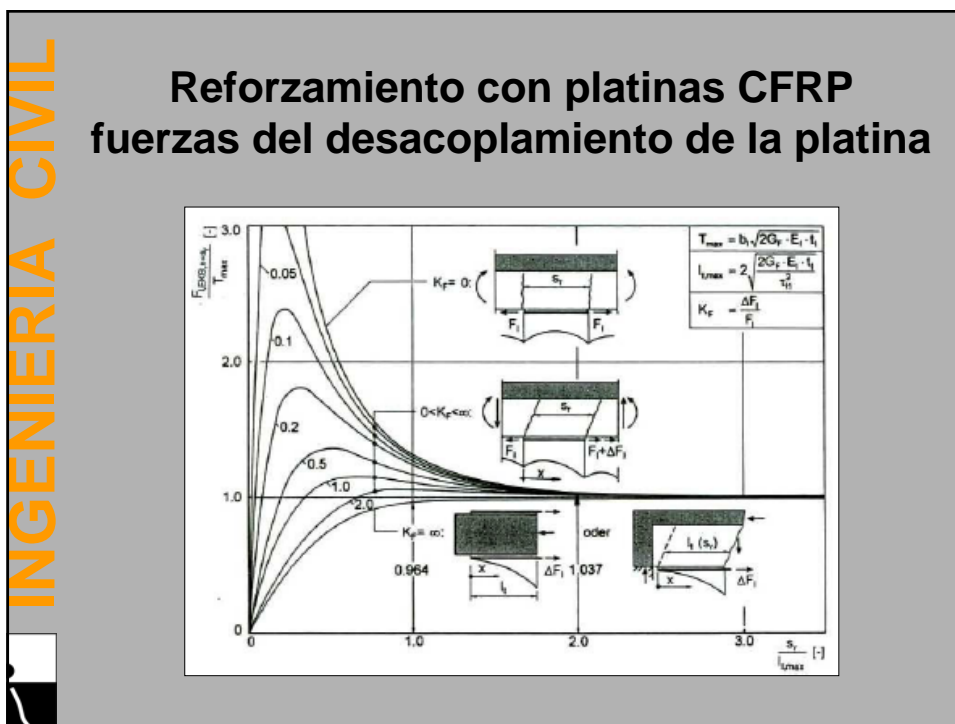
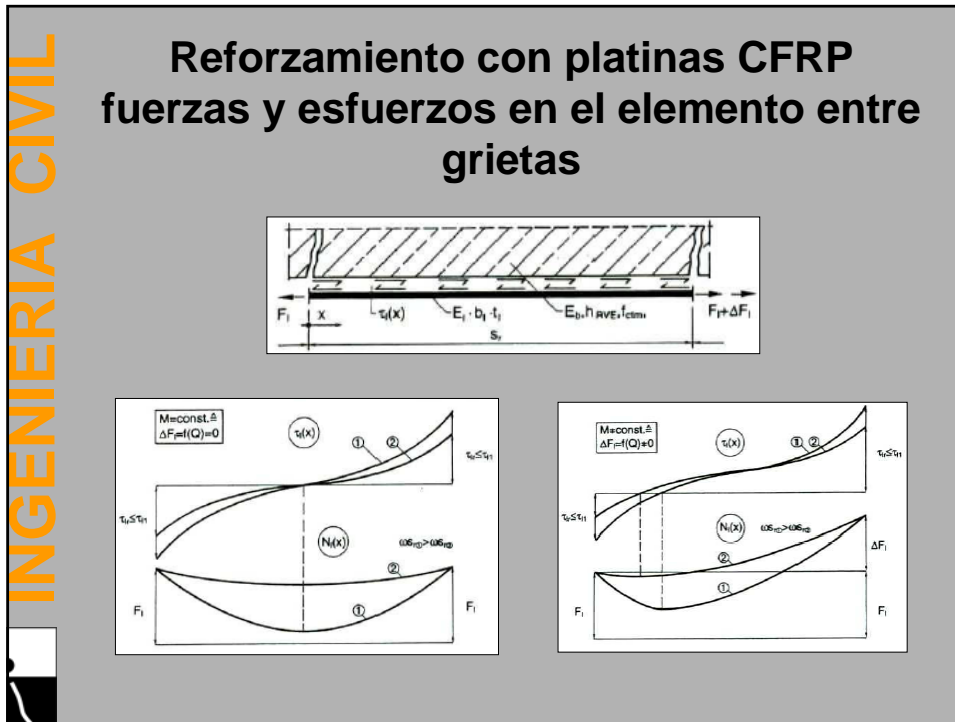
### Reforzamiento con platinas CFRP zonas de la sollicitación entre el concreto y la platina



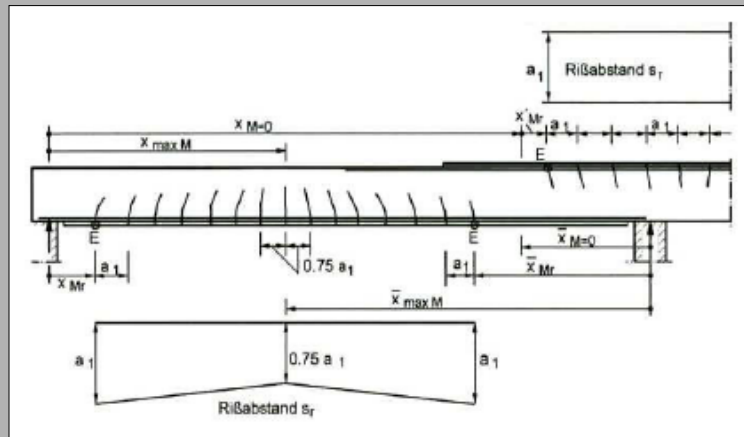
### Reforzamiento con platinas CFRP elemento entre grietas con las fuerzas correspondientes



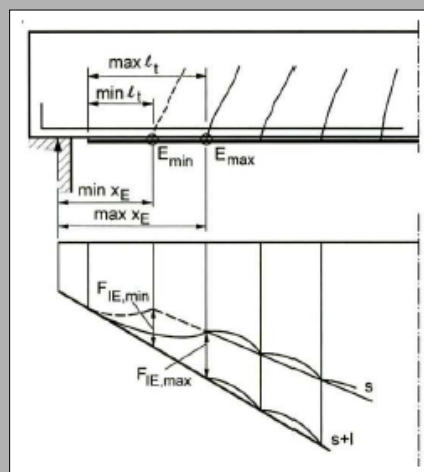




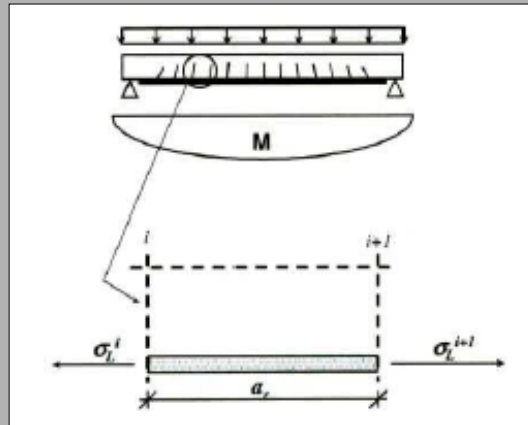
### Reforzamiento con platinas CFRP agrietamiento final



### Reforzamiento con platinas CFRP posición de la última grieta



### Reforzamiento con platinas CFRP elemento entre grietas



### Reforzamiento con platinas CFRP distribuciones posibles de los esfuerzos cortantes entre las grietas en la unión de platina y concreto

