

Refuerzo de Puentes con CFRP

Extensión de vida útil y aumento de capacidad de carga mediante polímeros de fibra de carbono.

Análisis de Viabilidad
Técnica y Económica



SILEX CONSTRUCTION

Especialistas en
Reforzamiento y recuperación
de Estructural

Contacto Comercial:

Ing. Mariela Gamarra (Gerente Comercial)



Teléfono:

+51 94729 5930



Correo:

mariela.gamarra@silexconstruction.com.pe

Solicite su Evaluación Gratuita Inicial

El Desafío de la Infraestructura: Envejecimiento y Déficit de Capital

El Problema

46,000+

Puentes clasificados como estructuralmente deficientes a nivel nacional (Referencia ASCE), incapaces de soportar volúmenes de tráfico moderno.



La Barrera

\$125 Billones USD

Costo estimado del rezago en infraestructura si se depende exclusivamente del reemplazo tradicional.



La Realidad

Fondos Limitados

Los Ministerios de Obras Públicas (MOP) requieren alternativas financieramente viables para evitar cierres de rutas comerciales críticas.



La Solución: Polímeros Reforzados con Fibra de Carbono (CFRP)

Telemetría

Aumento de Capacidad

Incrementa la clasificación de carga (Load Rating) en un 15% a 40%.



Levantamiento de Restricciones

Levantamiento de Restricciones

Elimina las restricciones de peso vehicular, restaurando el flujo comercial completo.



Vida Útil

Vida Útil

Extiende la vida de servicio del puente por 75+ años (equivalente al diseño de un puente nuevo).

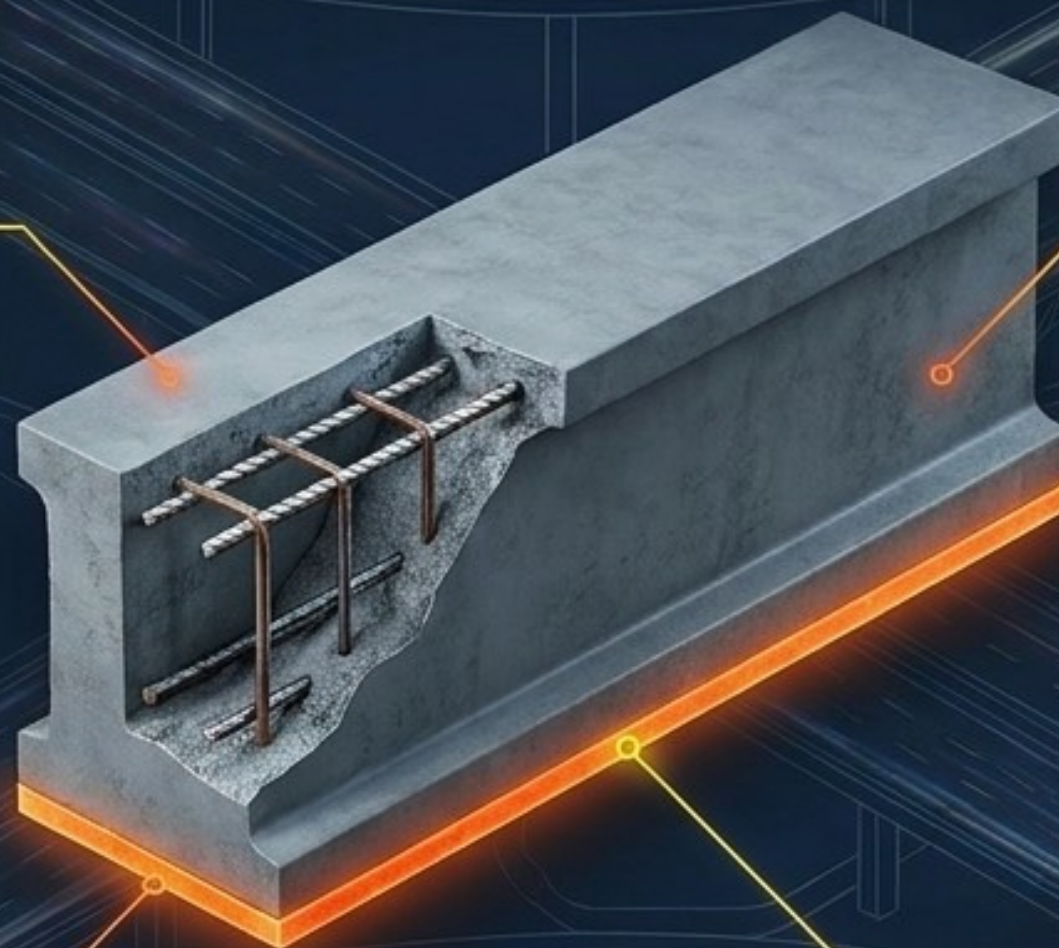


75+
Años

Perfil Físico

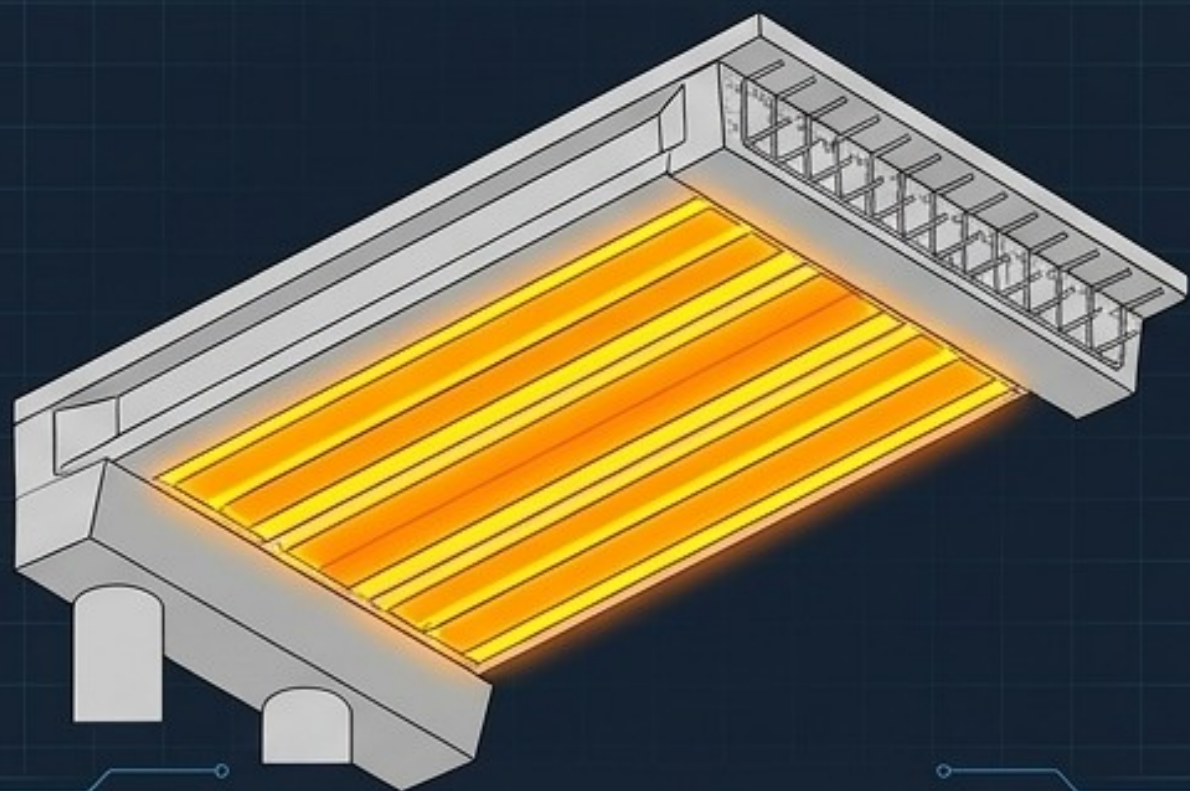
Perfil Físico

Capa ultradelgada, adherida externamente sin añadir carga muerta significativa.



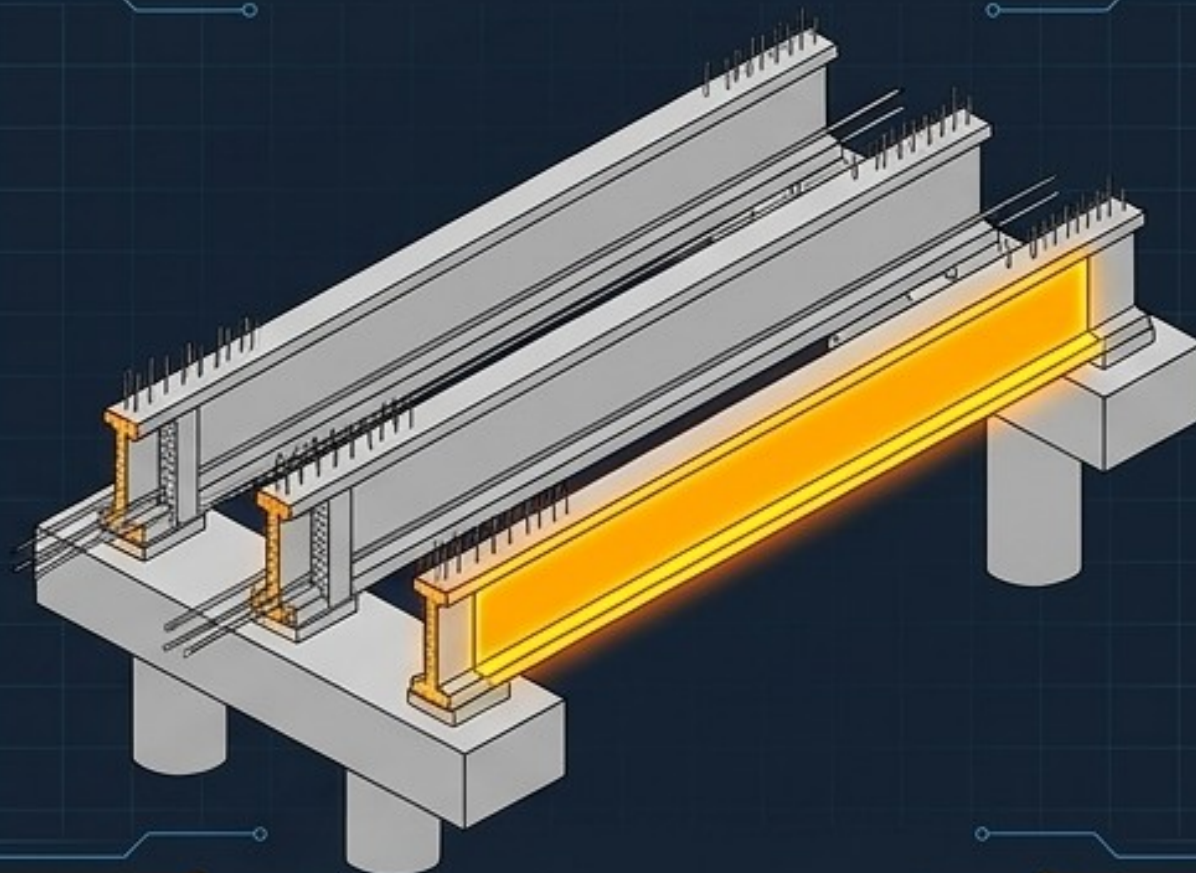
Matriz de Aplicación Estructural (Parte I)

Losas de Concreto Reforzado



Aplicación de tiras de CFRP adheridas al intradós (soffit) en la dirección del tramo. Diseñado para regiones de momento positivo (centro del tramo) y negativo (sobre las pilas). Refuerzo a cortante en los apoyos.

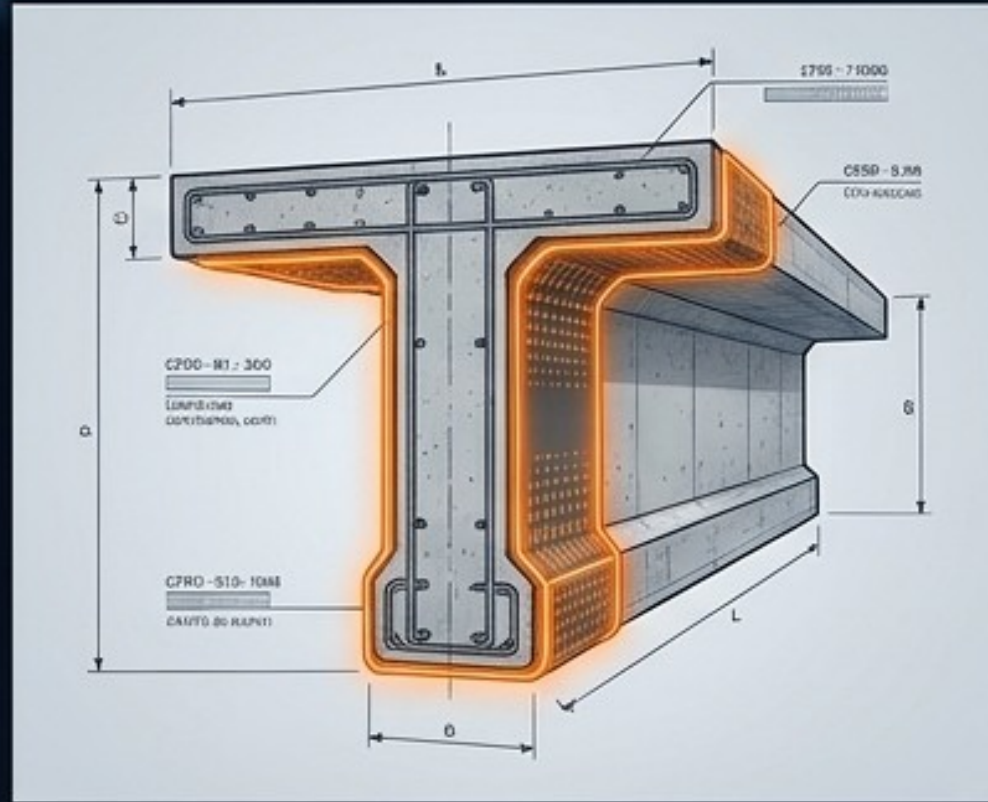
Vigas de Concreto Preesforzado



Restaura la pérdida de preesfuerzo efectiva debido a corrosión, impacto o sobrecarga. El diseño considera la interacción entre el preesfuerzo interno y el refuerzo externo de CFRP (Estándares ACI 440.2R).

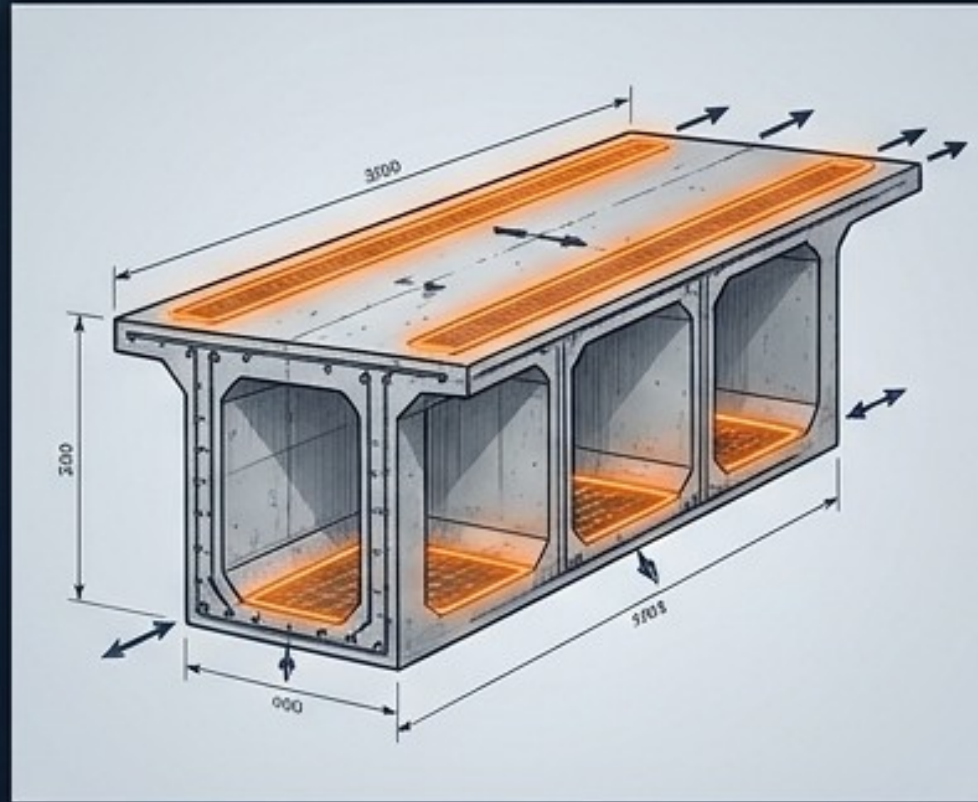
Matriz de Aplicación Estructural (Parte II)

Vigas T



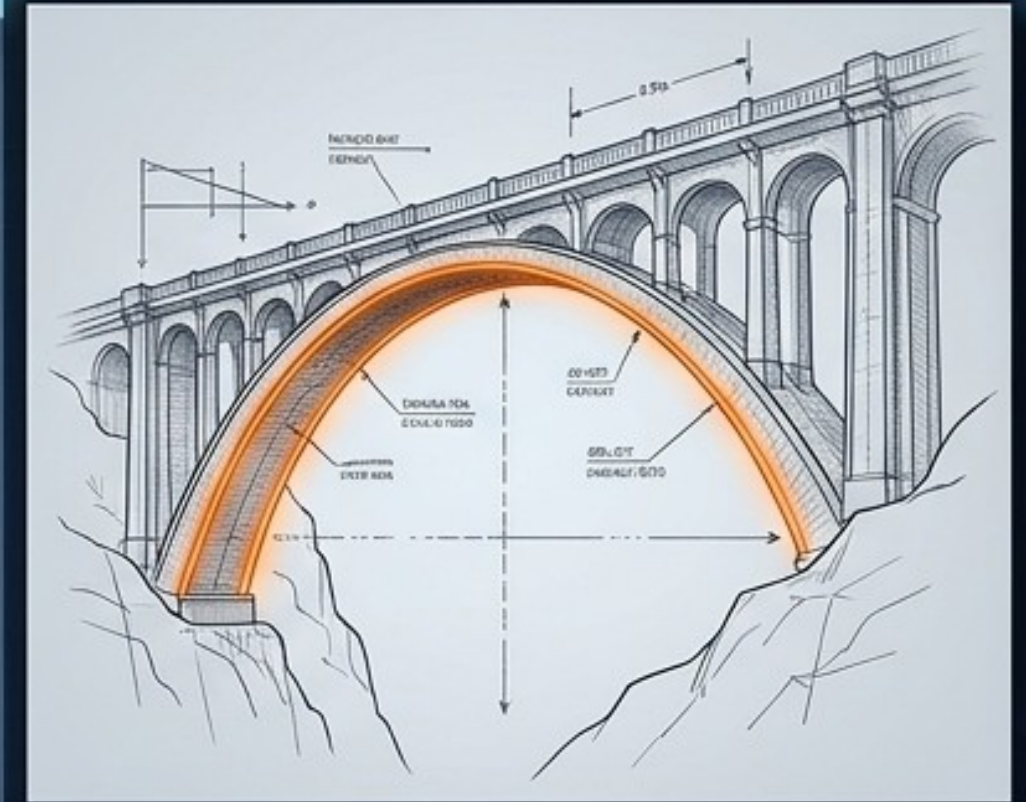
Laminados en el intradós del vástago para capacidad de flexión. Envolturas en "U" (U-wraps) para resistir el esfuerzo cortante.

Puentes de Viga Cajón (Box Girder)



Aplicación en el interior de las celdas para fortalecimiento de momento positivo y en la superficie superior para momento negativo.

Arcos de Concreto



Aplicación en el intradós del arco. El diseño calcula las fuerzas de empuje y el comportamiento axial-flexionante combinado.

Cumplimiento y Rigor Normativo Internacional



AASHTO LRFR

Todos los diseños se verifican mediante análisis de clasificación de carga (Load Rating) según el Manual para la Evaluación de Puentes de AASHTO.



NCHRP Report 655

Especificación de guía recomendada para el diseño de sistemas FRP adheridos externamente. Complementa las normativas ACI 440.2R.



FHWA Technical Advisory

Respaldado por la Administración Federal de Carreteras como una tecnología probada para evitar reemplazos costosos.



Aprobación DOT

Aceptado por los Departamentos de Transporte (DOT) en los 50 estados de EE. UU., validando su uso para infraestructuras públicas críticas.

El Flujo de Trabajo de Refuerzo (Proceso de 6 Pasos)

6. QA/QC Final



Pruebas de adherencia (pull-off), detección de vacíos y análisis de carga actualizado.



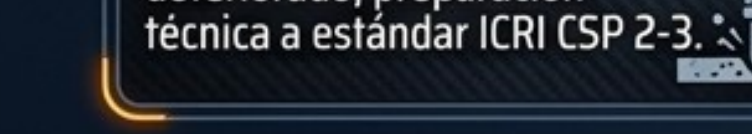
5. Instalación CFRP

Aplicación de laminados por técnicos certificados. Control de alineación y saturación de fibra.



4. Preparación de Superficie

Remoción de concreto deteriorado; preparación técnica a estándar ICRI CSP 2-3.



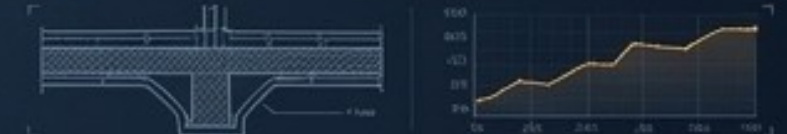
1. Inspección y Load Rating

Evaluación de condición y análisis de carga per normativas AASHTO.



2. Diseño y Aprobación

Ingeniería del sistema CFRP y coordinación con la entidad pública (MOP/DOT).



3. Control de Tráfico

Planificación logística. Cierres parciales de carril sin interrumpir rutas comerciales.



Casos de Uso Críticos: Daños por Impacto Vehicular

ANTES: DAÑO POR IMPACTO

El Detonante: El impacto de camiones sobredimensionados es una de las causas más comunes de daño estructural inmediato en vigas.

La Consecuencia Tradicional: Restricciones de carga inmediatas, cierres prolongados y costosos apuntalamientos.

DESPUÉS: REPARACIÓN CON CFRP

La Respuesta CFRP: Reparación rápida del concreto y aplicación de CFRP para restaurar la capacidad estructural original.

Métrica Clave: Tiempo de Resolución: Días en lugar de meses. Minimiza las interrupciones a la cadena de suministro.

Diseñado para Durar: Vida Útil de 75+ Años



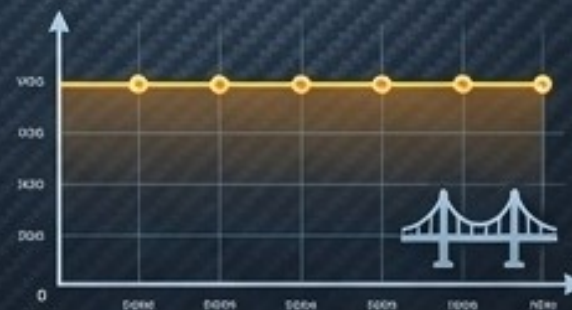
Inmunidad a la Corrosión

A diferencia del acero, la **fibra de carbono no se oxida**, eliminando el ciclo de degradación por humedad y cloruros.



Protección UV y Ambiental

El sistema epóxico está sellado con recubrimientos especializados **resistentes a la radiación ultravioleta**.



Rendimiento Comprobado

Estudios de monitoreo a largo plazo en infraestructuras reforzadas confirman un **rendimiento excelente por más de dos décadas**.



AASHTO

Equivalencia de Diseño

Iguala la **vida útil de diseño** exigida por **AASHTO** para la construcción de puentes completamente nuevos.



Año 0

Año 75+

La Matriz Diagnóstica: Refuerzo vs. Reemplazo Tradicional

			
Métrica / Categoría	Reemplazo de Puente	Refuerzo CFRP	
Costo Típico (USD/m² de tablero)	\$2,690 – \$6,460 USD/m²	\$540 – \$2,150 USD/m²	
Duración del Proyecto	1 a 3 años	2 a 8 semanas	
Impacto al Tráfico	Cierre total o desvíos logísticos mayores	Cierres parciales de carril (Tráfico mantenido)	
Capacidad de Carga	Capacidad de diseño nuevo	Incremento del 15% al 40%	
 Impacto Ambiental	Desechos masivos de demolición	Mínimo	

Síntesis Económica: Preservación de Capital de Infraestructura



Refuerzo CFRP = Ahorro del 60% al 80%

(frente al costo de reemplazo)



Impacto en el Presupuesto (MOP)



Por cada puente reemplazado tradicionalmente, un Ministerio de Obras Públicas podría rehabilitar, **reforzar y modernizar entre 3 y 5 puentes** utilizando tecnología CFRP, extendiendo la vida útil de todos ellos por **75 años**.

Eficiencia Operativa



Evitar los desvíos de tráfico de 1 a 3 años salva millones en costos indirectos para las cadenas de suministro comercial.

Evaluación y Siguietes Pasos

La tecnología CFRP ofrece un puente inmediato entre el déficit de infraestructura actual y la viabilidad fiscal. Restaura la capacidad de carga (Load Rating) completa por una fracción del costo y el tiempo del reemplazo.

Solicite una Evaluación Estructural Gratuita

Contacto Comercial:
Ing. Mariela Gamarra (Gerente Comercial)



Teléfono:
+51 94729 5930



Correo:
mariela.gamarra@silexconstruction.com.pe