



Renforcement parasismique par PRFC* Sika CarboDur & SikaWrap

*Polymère Renforcé de Fibres de Carbone

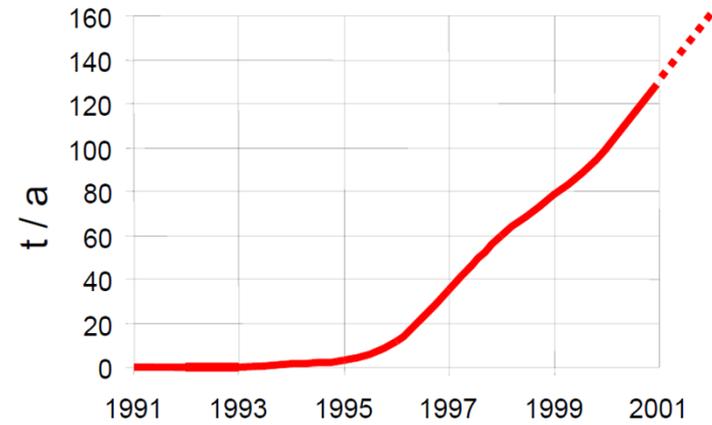


25 JUIN 2015, YVON GICQUEL

BUILDING TRUST



LES PRFC DANS LE BTP : REX DE 20 ANS



LAMELLES - SYSTÈME SIKA® CARBODUR®



Lamelle **Sika® CarboDur®**

Divers Modules E,

Largeurs

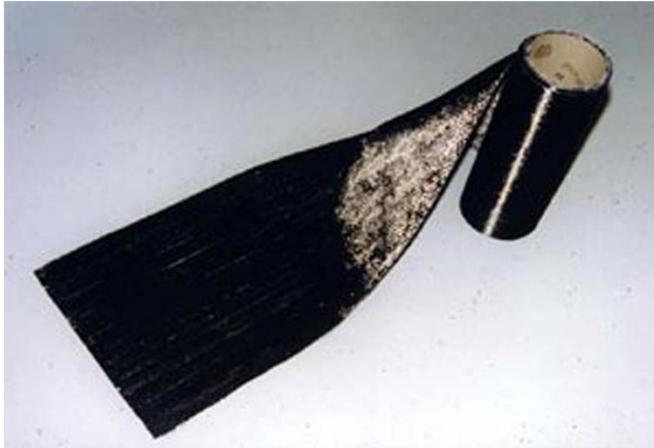
Epaisseurs



Adhésif structural

Sikadur® -30

TISSUS - SYSTÈME SIKAWRAP®



Tissus SikaWrap®

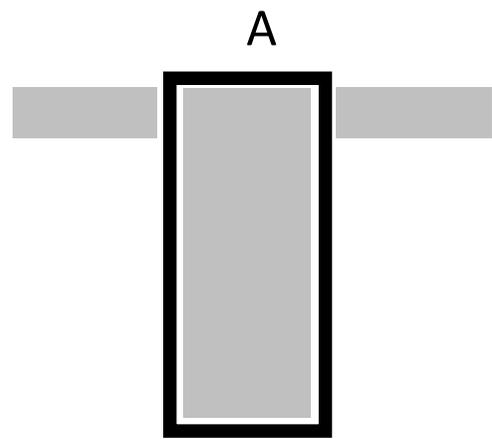
divers tissages, grammages, largeurs



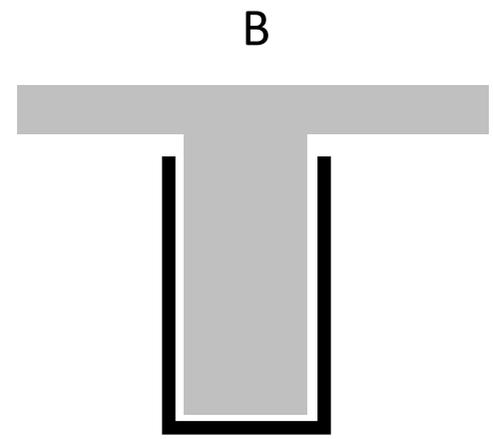
Adhésifs Sikadur®-330 ou 300



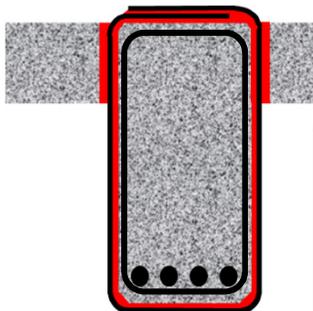
L'EFFORT TRANCHANT TISSU SIKAWRAP®



enveloppement
complet



Enveloppement en U



CONFINEMENT DE POTEAU TISSU SIKAWRAP®

- Augmentation de la capacité portante en compression
- Limite les déformations transverses du poteau



- Méthode de dimensionnement : recommandations AFGC, Avis technique CSTB

MISE EN OEUVRE – TISSUS SIKAWRAP®



Tissu léger < 500 g/m²



Application à sec

Avec Sikadur®-330 :
sans imprégnation préalable du tissu



MISE EN OEUVRE – TISSUS SIKAWRAP®



Tissu lourd $\geq 500 \text{ g/m}^2$



Imprégnation manuelle



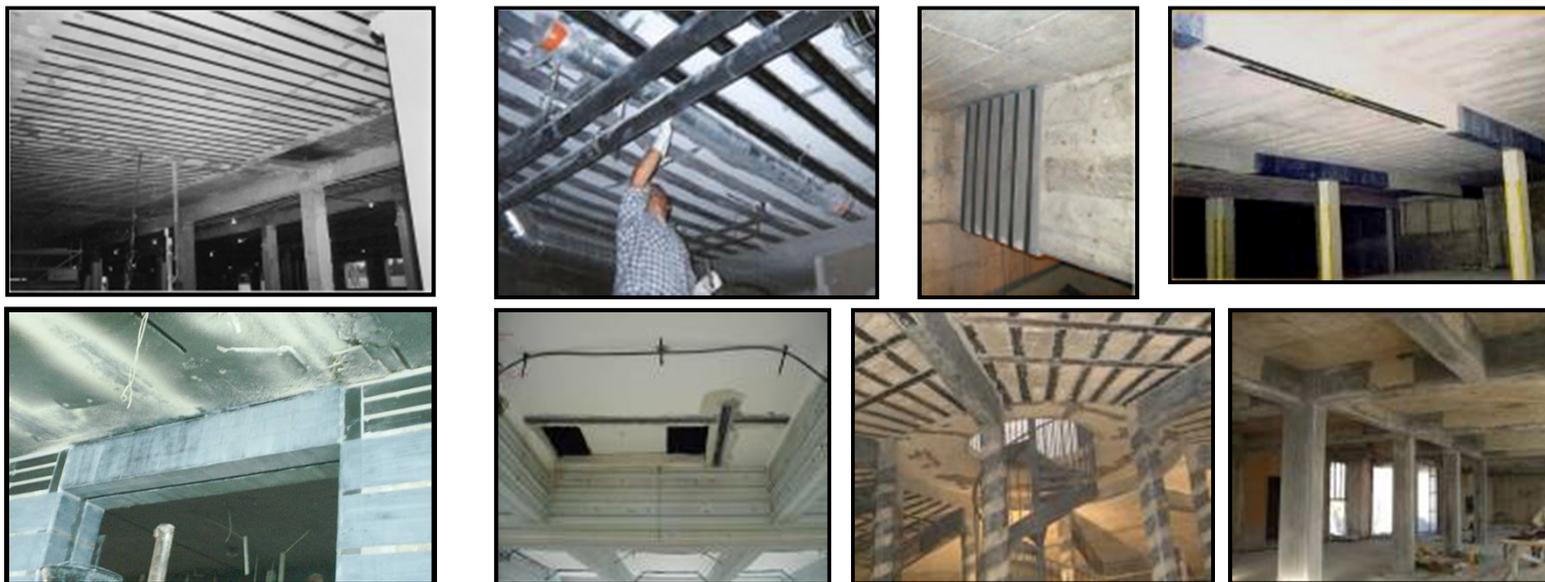
Application humide
avec Sikadur®-300



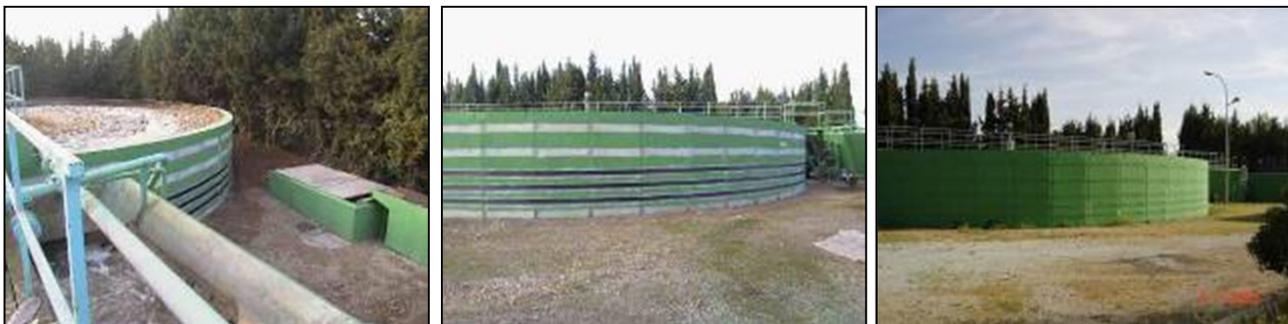
Imprégnation mécanisée
par saturateur



EXEMPLES APPLICATIONS : BÂTIMENT ET OUVRAGES D'ART



AUTRES EXEMPLES : OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL



Réservoir

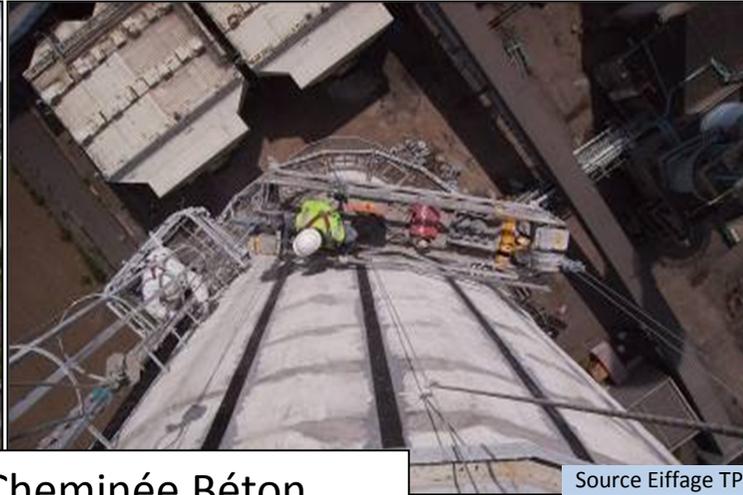


**Station
Épuration**



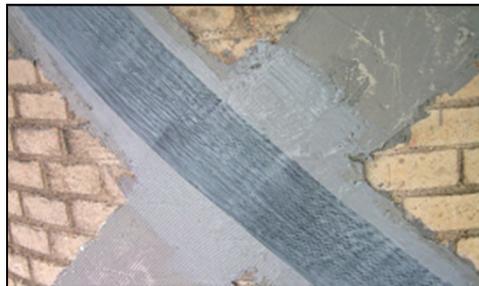
Silos

AUTRES GÉNIE CIVIL



Cheminée Béton

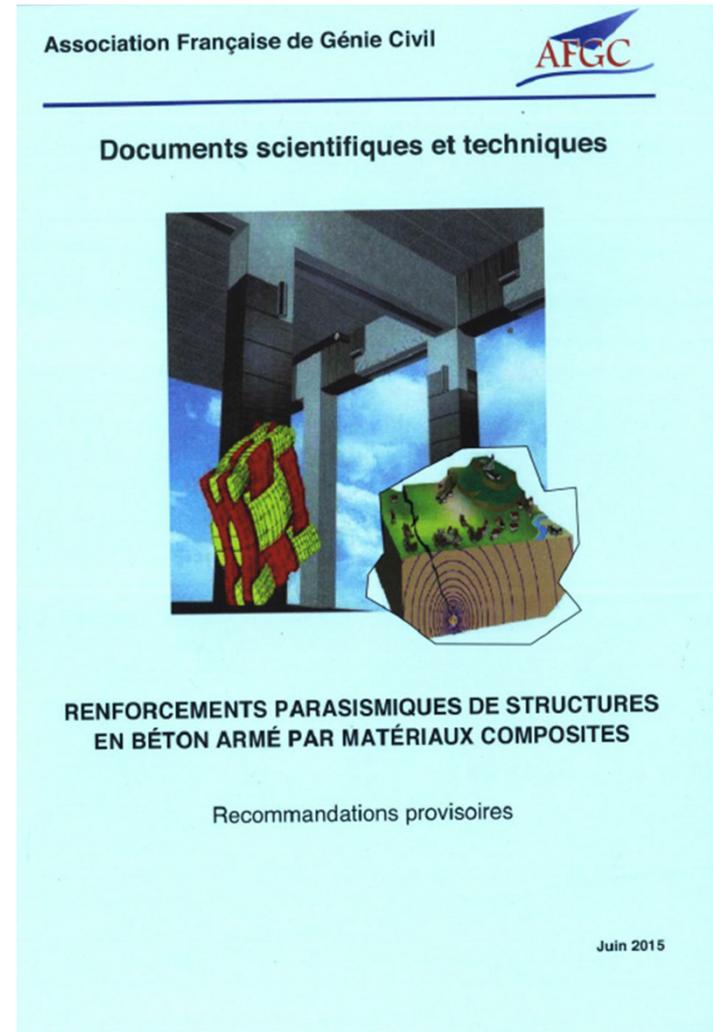
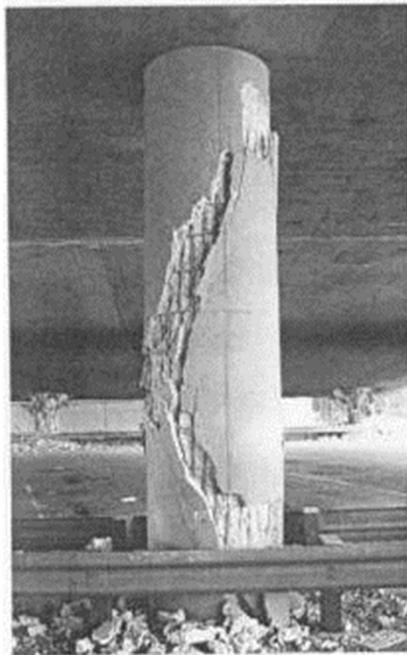
Source Eiffage TP



Cheminée Maçonnerie



RENFORCEMENT PARASISMIQUE DES STRUCTURES EN BA PAR MATÉRIAUX COMPOSITES



RENFORCEMENT PARASISMIQUE - PRFC

- **Problème** : trouver un compromis entre
 - Amélioration de la **résistance** de la structure
 - Amélioration de la **ductilité**

- **Solution et avantages** avec l'utilisation des PRFC
 - Légers, aucun ajout de masse à l'ouvrage renforcé
 - Evite toute modification architecturale
 - Résistants
 - Déformables
 - Mise en place rapide
 - Minimisent le délai de remise en service



rotule plastique



Armature
transversale
additionnelle

RENFORCEMENT PARASISMIQUE – RÉFÉRENCES

Vénézuéla

Grèce

Turquie

Italie

Batiment Galiléo, Caracas - Vénézuéla
2008 – Systèmes SikaWrap et Sikadur

Projet
La résidence Galiléo est un bâtiment de 10 étages construit en 1953 à Caracas (Vénézuéla). En 2006, le maître d'ouvrage a décidé de rénover tout en la remettant aux normes sismiques actuelles. Elle dispose aujourd'hui d'un parking en sous-sol, d'un étage aménagé en bureaux et en zone commerciale et de 8 étages à usage résidentiel.

Le projet comprend la réparation structurale mais aussi une réhabilitation complète du bâtiment. Un diagnostic complet a été réalisé avec notamment des essais destructifs et non destructifs, une analyse dynamique. Un manque de rigidité, de résistance, et des déficiences de ductilité ont été mis à jour sur la structure d'origine.



Bâtiment Galiléo – Caracas – Vénézuéla

Description du renforcement
Les principales méthodes de réparation et de renforcement ont été une augmentation des sections des structures BA (poutres et poteaux), un ajout de poutres BA, un renforcement des poteaux et des nœuds en utilisant les PRFC (tissu de fibres de carbone / résine époxy) ainsi que des traitements contre la corrosion. Ces techniques ont permis de faire les travaux dans le délai et les coûts prévus. La rénovation du bâtiment a démontré son intérêt (délais & coûts) plutôt que la déconstruction-reconstruction d'un bâtiment neuf équivalent.

Ce projet a fait l'objet d'un prix de l'ICRI (International Concrete Repair Institut) en 2008.

Reforcement d'un nœud poteau/poutre

Nom du procédé utilisé : SikaWrap-230C / Sikadur-330
Type d'éléments renforcés : Poteau voiles, murs Poutres Dalles Nœuds
Type de fibre : Verre Carbone Autres :
Mode d'application : Lamelle Tissus stratifiés au contact
Surface appliquée : 600 m²

Eglise de Agias Glykerias à Galatsi Athènes, Grèce
2003 – SikaWrap et Sikadur

Projet de renforcement
L'église de Agias Glykerias à Galatsi Athènes. Rôt construite en 1979 selon les codes de calcul en vigueur à l'époque. Mais en accord avec le nouveau code de calcul sismique, il a été nécessaire d'augmenter la capacité portante de l'ouvrage (poteaux).



Renforcement
Les principales exigences concernaient le renforcement des poteaux par confinement en utilisant le système PRFC à base de tissu de fibres de carbone et la résine époxydique d'impregnation.

Nom du procédé utilisé : tissu SikaWrap 230C et résine imprégnation Sikadur 330
Type d'éléments renforcés : Poteaux voiles, murs Poutres Dalles Nœuds
Type de fibre : Verre Carbone Autres :
Mode d'application : Lamelle Tissus stratifiés au contact
Surface appliquée : 50 m²

Bureaux, Siège social de AYGAZ Istamboul, Turquie
2000, systèmes Sika CarboDur et SikaWrap avec résines Sikadur

Projet
Les bureaux du siège social d'AYGAZ à Istamboul en Turquie sont constitués d'un bâtiment de 9 étages construit en 1970 sur la base du code de construction sismique turque de l'époque.

Pour faire suite à l'évolution de ce dernier, il a été envisagé une solution de renforcement des poteaux et voiles de contreventement sans affecter ni l'aspect, ni l'architecture du bâtiment, ni la masse de la structure.



Description du renforcement
Travaux de renforcement sur les poteaux et les voiles.
Renforcement longitudinal (lamelle Sika CarboDur) et transversal (tissu SikaWrap 230C) des poteaux.
Soudage de sable sur le PRFC avant l'application du revêtement de finition et de protection.

Nom du procédé utilisé : lamelles Sika CarboDur et tissu SikaWrap avec résines époxy associées
Type d'éléments renforcés : Poteaux voiles, murs Poutres Dalles Nœuds
Type de fibre : Verre Carbone Autres :
Mode d'application : Lamelle Tissus stratifiés au contact
Surface appliquée : 2600 mètres de lamelles et 1100 m² de tissu

Palais de justice à Naples, Italie
2005, systèmes lamelle Sika CarboDur et tissu SikaWrap avec résines Sikadur associées

Projet de renforcement
Le bâtiment type ISM de 110 m de haut est le Palais de Justice de Naples, construit dans les années 1960, sur la base de l'ancien code de construction sismique en vigueur. En novembre 1981, un séisme a déjà affecté différentes parties de ce bâtiment. Il paraissait indispensable de prévenir d'autres désordres potentiels, fonction d'une augmentation des charges à considérer en cas de séisme. Des essais de laboratoires à l'université de Naples ont confirmé l'intérêt et l'efficacité de PRFC pour résoudre les problèmes rencontrés.



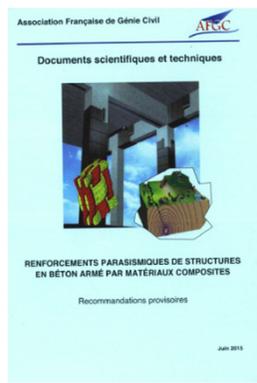
Description du renforcement
Renforcement parasismique des voiles par lamelles Sika CarboDur 5 et tissu SikaWrap

Nom du procédé utilisé : lamelle Sika CarboDur 5 et tissu SikaWrap 230C
Type d'éléments renforcés : Poteaux voiles, murs Poutres Dalles Nœuds
Type de fibre : Verre Carbone Autres :
Mode d'application : Lamelle Tissus stratifiés au contact
Surface appliquée : 20.000 m² lamelle Sika CarboDur 5 et 2000 m² tissu SikaWrap 230C ; résines Sikadur-30 et 330

Prix ICRI * 2008

* International Concrete Repair Institut

Intégrées dans guide AFGC



BUREAUX, SIÈGE SOCIAL DE AYGAZ, ISTAMBOUL- TURQUIE, 2000

- Bâtiment de 9 étages construit en 1970 sur la base du code de construction parasismique turque de l'époque.
- Evolution du code : renforcement des poteaux et voiles de contreventement
 - sans affecter l'aspect, l'esthétique du bâtiment, la masse de la structure.



Renfort longitudinal
lamelle Sika CarboDur
&
Renfort transversal
tissu SikaWrap-230C

CLINIQUE À IOANNINA, GRÈCE, 2003

- Bâtiment construit dans les années 1970 alors que le code de calcul sismique grec en vigueur datait de 1954.
- En 2000, un nouveau code de calcul sismique basé sur les Eurocodes fût mis en place.
- Changement de destination de l'ouvrage (habitation => clinique)
 - D'où la réhabilitation complète avec une augmentation du niveau d'exigences et de sécurité en matière parasismique



CLINIQUE À IOANNINA, GRÈCE, 2003

- Principales interventions sur les zones critiques
- Confinements de poteaux
 - en augmentant leur capacité portante et leur ductilité.
- Confinement des jonctions poteaux-poutres
- ***Système utilisé***
 - ***Tissu SikaWrap-230 C / résine Sikadur-330***



EGLISE DE AGIAS GLYKERIAS À GALATSI ATHÈNES, GRÈCE, 2003

- L'église construite en 1973 selon les codes de calcul en vigueur à l'époque.
- Mise en conformité avec le nouveau code de calcul sismique, il a été nécessaire d'augmenter la capacité portante des poteaux.
- Principales exigences concernaient le renforcement des poteaux par confinement
- **Systeme utilisé**
 - **tissu SikaWrap-230C**
 - **résine imprégnation Sikadur-330**



PALAIS DE JUSTICE, NAPLES, ITALIE, 2005

- Le bâtiment IGH de 110 m de haut construit en 1980, sur la base de l'ancien code de construction sismique.
- En novembre 1981, un séisme avait déjà affecté différentes parties de ce bâtiment.
- Actions de prévention de désordres potentiels.
- Des essais de laboratoires à l'université de Naples ont confirmés l'intérêt et l'adéquation de PRFC pour résoudre les problèmes rencontrés.



- **Renforcement parasismique des voiles**
 - **Lamelles Sika CarboDur**
 - **Tissu SikaWrap-230C**

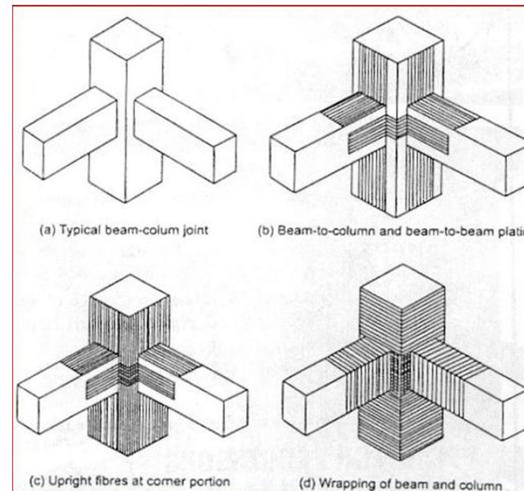


RÉSIDENCE À BARRANQUILLA, COLOMBIE, 2006

- Bâtiment de 10 étages construit en 2005.
- Mais peu après l'achèvement des travaux, des déficiences de structures ont été mises en évidence
- Jonctions poteaux-poutres : nécessité une remise aux normes parasismiques.
- Conception du renforcement a été faite sur la base du Bulletin N 35 de la fib
 - « Retrofitting of concrete structures by externally bonded FRP's ».
- Confinement de nœuds poteaux-poutres dans les zones de rotules plastiques



***Renforcement d'un nœud
poteau/poutre***



Principes et étapes de
renforcement



BÂTIMENT GALILÉO, CARACAS – VÉNÉZUÉLA, 2008

- La résidence Galiléo , bâtiment habitation construit en 1953
- En 2006, le maitre d'ouvrage a décidé une réhabilitation complète
 - Parking sous sol, 1 étage en bureaux et en zone commerciale,
 - 6 étages à usage habitation
- Diagnostic complet, avec essais destructifs / non destructifs, une analyse dynamique
 - => déficit en résistance et en ductilité de la structure d'origine
- D'où la remise en conformité / aux normes parasismiques



BÂTIMENT GALILÉO, CARACAS – VÉNÉZUÉLA, 2008

- **Combinaison de diverses méthodes de renforcement :**
 - Augmentation des sections des structures BA (poutres et poteaux)
 - Ajout de poutres BA
 - ***Renforcement des poteaux et des nœuds en utilisant les PRFC***
- Délais & coûts : La rénovation a démontré son intérêt face à la déconstruction-reconstruction d'un bâtiment neuf équivalent.



tissu SikaWrap-230C / colle Sikadur-330

Prix de l'ICRI en 2008

(International Concrete Repair Institut).



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Yvon Gicquel – Chef Produits renforcement & collage structural
gicquel.yvon@fr.sika.com

BUILDING TRUST

