

**Morken**

**Reparaciones de  
Compuesto  
Introducción al tema  
IAPG Noviembre 2006**

# PRINCIPIOS



- Los refuerzos de compuesto tuvieron su primera aparición en el mercado en 1987 .
- Clock Spring® fue el primer refuerzo denominado “de compuesto” que se desarrollo con el apoyo de empresas Transportistas y Distribuidoras de EE.UU.
- No todos los refuerzos “ de compuesto” generan reparaciones confiables de cañerías .

# Existen Regulaciones sobre fabricación y uso de refuerzos de compuesto??

- La respuesta es NO
- Se esta desarrollando una normativa que regula la actividad de FABRICACION, CONTROL DE VARIABLES FISICAS DEL REFUERZO y validación de uso

# NORMATIVA EN DISCUSIÓN

- Existe en este momento una normativa en ASME
- Su denominación es :
- PCC-2, REPAIR STANDARD ARTICLE 4. 1/2,  
NON-METALLIC COMPOSITE REPAIR  
SYSTEMS FOR PIPELINES AND PIPEWORK:  
HIGH /LOW RISK APPLICATIONS

# La PCC-2 cubre 2 Aspectos :

- Calificación de los Materiales
- Metodología y diseño de la reparación
- Abarca 2 problemáticas : Corrosión y Cañerías con pérdidas

# Recomendación de Uso de refuerzos de Compuesto en el Esquema de Norma PCC-2

Guide for Selection of Repair Technique

|                                                                  | General wall thinning | Local wall thinning | Pitting | Gouges | Blisters | Laminations | Circumferential cracks | Longitudinal cracks | Other |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------|--------|----------|-------------|------------------------|---------------------|-------|
| Non-Metallic Composite Repair Systems for Pipelines and Pipework | Y                     | Y                   | Y       | R      | Y        | Y           | Y                      | R                   |       |

Nomenclature:

Y = Generally appropriate.

S = Although may be acceptable, is not generally used for this condition.

R = May be used, but requires special cautions.

N = Not generally appropriate.

# Una aspecto Importante :

- LA VIDA UTIL DEL REFUERZO
- Es la mas importante variable a considerar en el diseño y control del refuerzo
- Los refuerzos de compuesto para ser considerados “Permanentes” deben ser convenientemente testeados
- La pruebas y ensayos efectuados deben demostrar al usuario la eficacia del refuerzo A LARGO PLAZO

# EXISTEN VALIDACIONES O CODIGOS QUE PERMITEN SU USO ??

- La respuesta es SI
- A continuación un listado de las mismas :



# CODIGOS y APROBACIONES :

- Department of Transportation (DOT)
- Approval Summary of 49 CFR Parts 192/195 Amendments The Office of Pipeline Safety (OPS) published the Pipe Repair Rule, which became effective January 13, 2000. This rule permits the use of new procedures to repair pipeline defects (Clock Spring®, weld deposition, etc) and should significantly reduce the costs of pipeline maintenance.

# CODIGOS y APROBACIONES

- 195.416 External corrosion control.
- 192.717 Transmission lines:
- 192.713 Transmission lines:
- 192.487 Remedial measures
- 192.485 Remedial measures: Transmission lines
- 192.309 Repair of steel pipe.
- The pipe is repaired by a method that reliable engineering tests and analyses show can permanently restore the serviceability of the pipe.

# CODIGOS y APROBACIONES

- B31.4 "Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids." American Society of Mechanical Engineers (ASME) approved composites for repairing pipelines covered by B31.4. This approval was originally issued as a "code case" in 1997. A 'case' is the official method of handling a modification to the existing code or grants permission to use new materials or alternative constructions. Clock Spring is Case #167 and was published in 1997. This 'case' is printed in the 1998 Edition of B31.4.

# CODIGOS y APROBACIONES

- California State Fire Marshal Issued June 22, 1992
- South Carolina Public Service Commission Docket No. 95-1119-G Order No. 95-1611 Issued October 20, 1995
- Texas Railroad Commission Docket No. 8628 Issued August 6, 1996
- California Public Utilities Commission Resolution No. SU-38 Issued February 7, 1996
- North Carolina Utilities Commission Docket No. G-21 sub 352 Issued July 26, 1996
- Ohio Public Utilities Commission Case No. 96-591-GA-UNC Issued August 29, 1996
- Oklahoma Corporation Commission Cause FD No. 950000047 Issued November 30, 1995
- American Society of Mechanical Engineers (ASME) ASME Code B31 Code for Pressure Piping Case 167 Issued June 17, 1997
- National Energy Board (NEB) Canada File 3600-A000-21 Issued July 11, 1997
- Canadian Standards Association (CSA) Standard Z-662 Oil and Gas Pipeline Systems CSA Z662-99
- TÜV Germany Issued August 17, 1998 Poland Oil and Gas Institute Attestation No. AT/2000-05-22 Issued August 1, 2000
- Algeria MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES No. 53/DPP/SDSI/2000 Issued May 20, 2000

# CODIGOS y APROBACIONES

- Finland :Finish Center for Technical Safety (TUKES) Issued May 19, 1998
- Sweden National Swedish Inspectorate Issued November 8, 1995
- Argentina Instituto del Gas Argentina No. 18.270 Issued May 28, 1998
- Austria OVG N G58 Issued February 1, 2000
- Ukraine National Ukrainian Inspectorate Issued November 15, 1999
- Russia Gosgortekhnadzor No. 10-25/431 Issued May 8, 1997
- Lithuania Technical Supervision Services No. 603 Issued April 19, 2000

# Generalidades sobre fabricación de refuerzos de “Compuesto”

- Cuales son las  
posibilidades ?

# Los denominados refuerzos de “Compuesto”

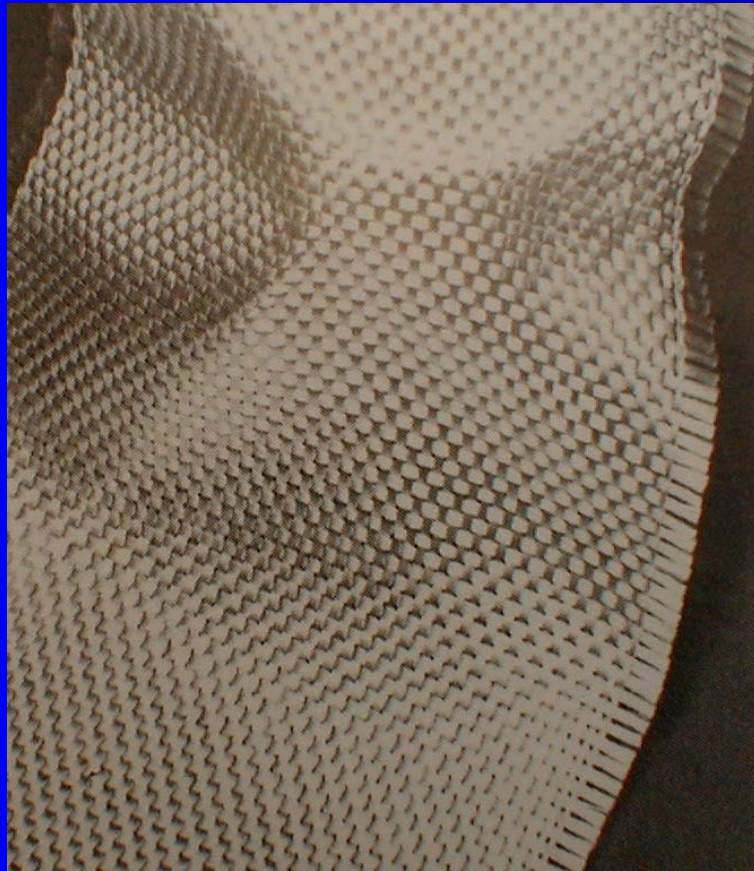
Pueden estar formados por :

- Tipo de Fibra :
  - Vidrio
  - Carbon
- Forma de la Fibra
  - Tela Tejido
  - Fibras cortadas
  - Fibras entrelazadas
  - Cuerdas E-Glass

Arquitecturas posibles :



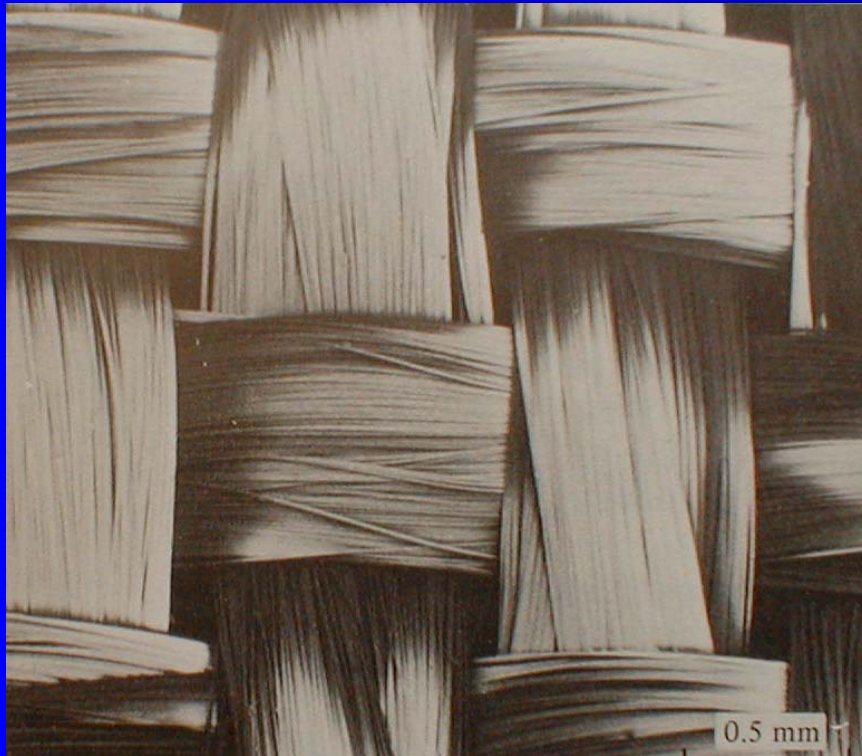
# Tela Tejida de Vidrio



- Usado Inicialmente
- Solamente el 50% de las fibras están en la dirección de esfuerzo circunsferencial del caño .
- Cargas Cíclicas afectan su estructura
- Recomendable para aplicaciones a baja presión ( $< 500$  psi)



# Tela Tejida de Vidrio



- Bajo Cargas Cíclicas :
  - Las fibras se mueven y rozan entre sí
  - Difícil predecir propiedades a largo plazo

# Fibras Cortadas (CSM)



- Fibras de Vidrio cortado en longitudes cortas
- Las fibras cortas se mezclan para formar la cama del material
- Es la forma mas común de las fibras de vidrio

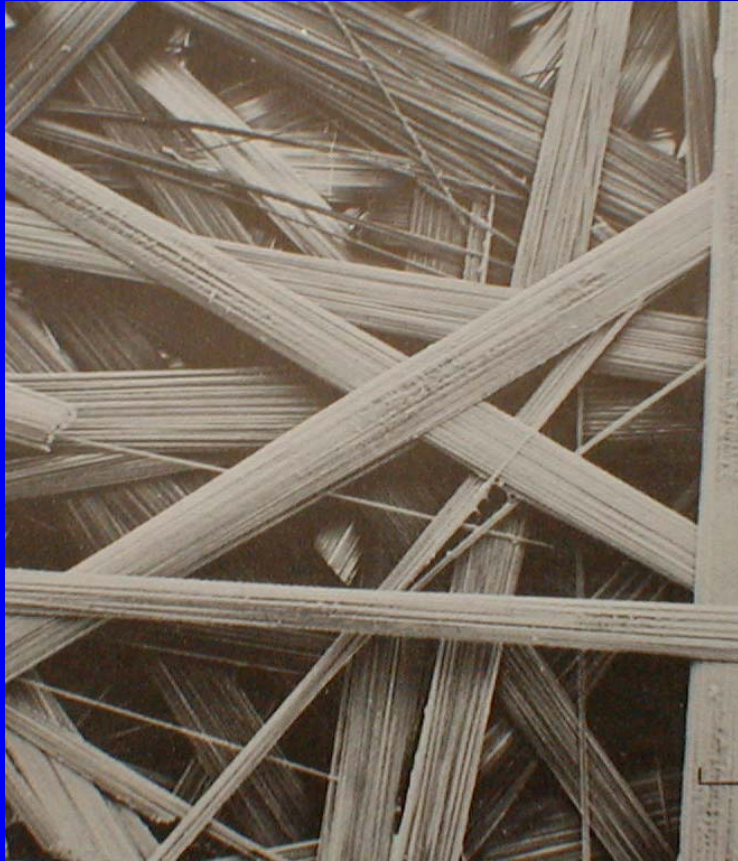
# Fibras Cortadas (CSM)



- Performance Impredecible
- Resistencia no Predecible
- No debe usarse en reparación de Cañerías



# Fibras entrelazadas



- Similar a CSM
- Las fibras son un poco mas largas y están entrelazadas
- Performance Impredecible
- Resistencia no Predecible
- No debe usarse en reparación de Cañerías

# Generalidades sobre fabricación de refuerzos de “Compuesto” Unidireccionales

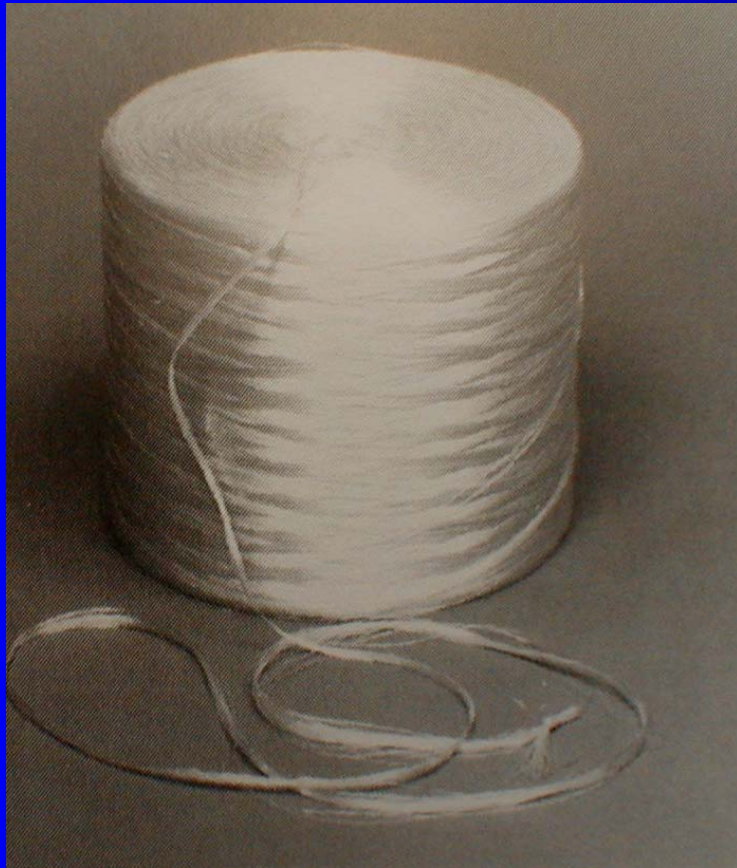
- Cómo está formado  
interiormente el refuerzo  
Unidireccional ?
- FILAMENTOS  
UNIDIRECCIONALES de  
E-Glass

# Composición



- Composición de la bobina
  - Filamentos de E-glass
  - Resina Poliester
- Memoria matriz
  - Se ajusta fuertemente a la cañería
- Filamentos unidireccionales

# Naturaleza del E-glass



Miles de fibras en cada cuerda

- “Electrical grade glass” (E-glass)
- Muy resistente
- Las fibras tienen 10-25 micrones de diámetro



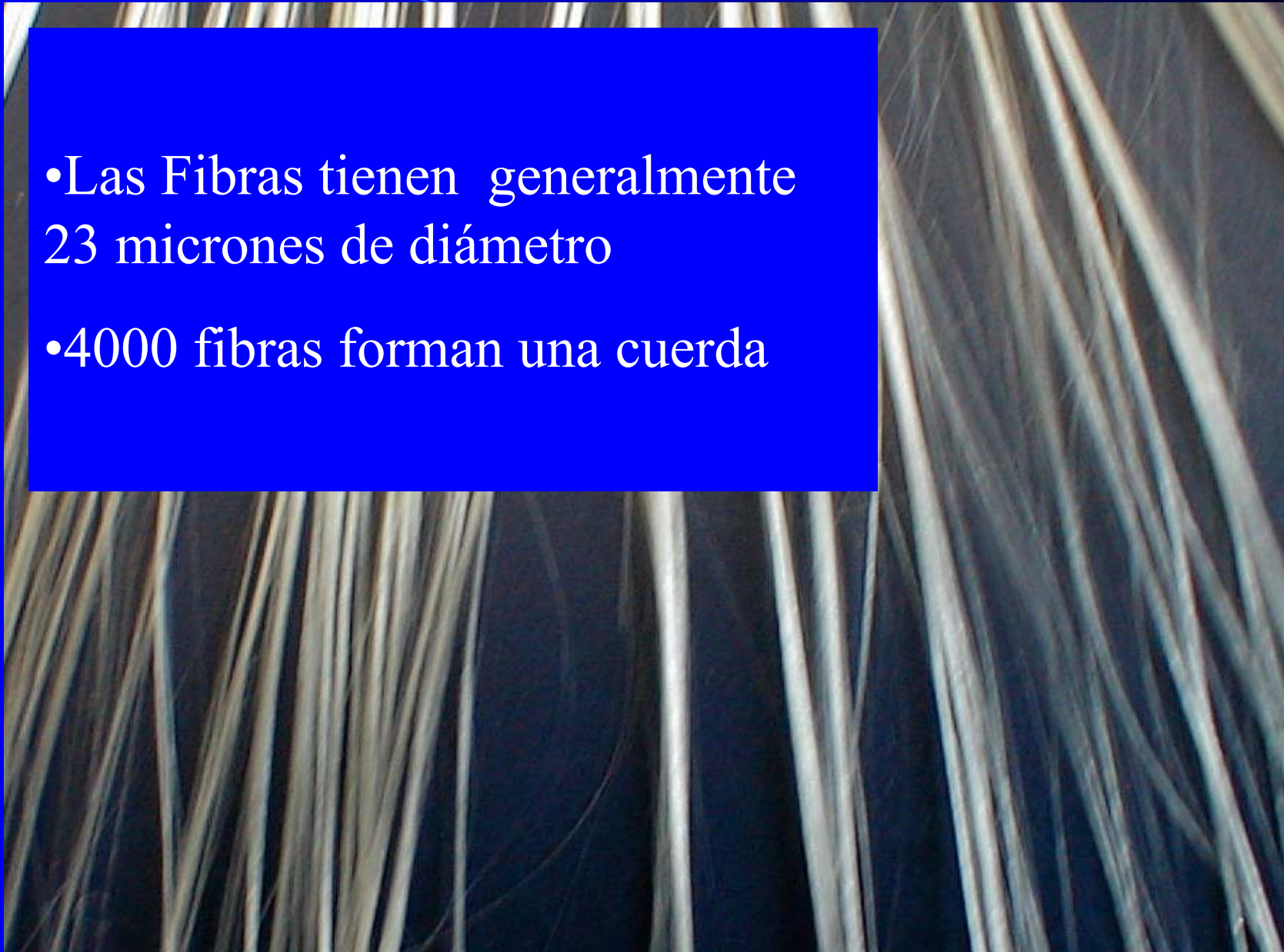
# Naturaleza del E-glass



- Cada fibra es cubierta con resina .



- Las Fibras tienen generalmente 23 micrones de diámetro
- 4000 fibras forman una cuerda



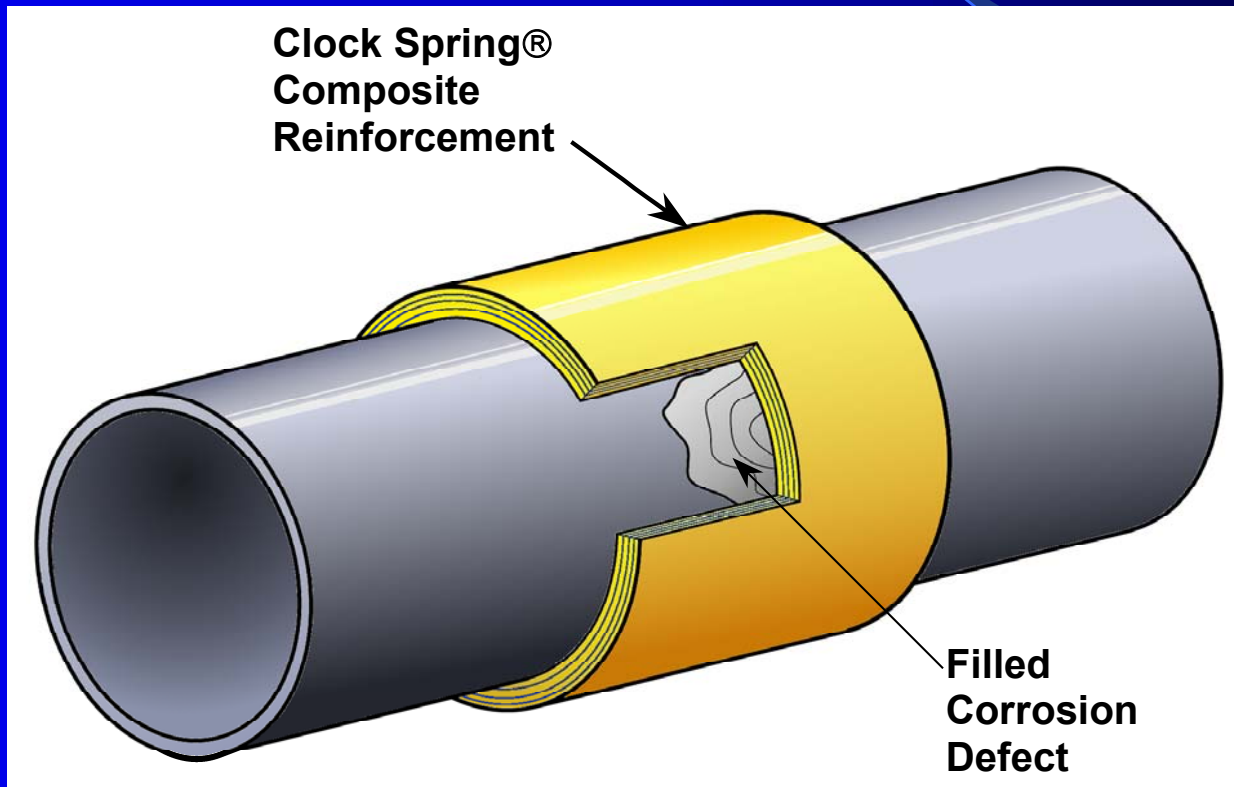


4000 Fibras en una sola  
cuerda

A microscopic image showing a dense bundle of numerous thin, light-colored fibers. One thicker, more prominent fiber runs diagonally from the top left towards the bottom center. The background is dark, making the fibers stand out.

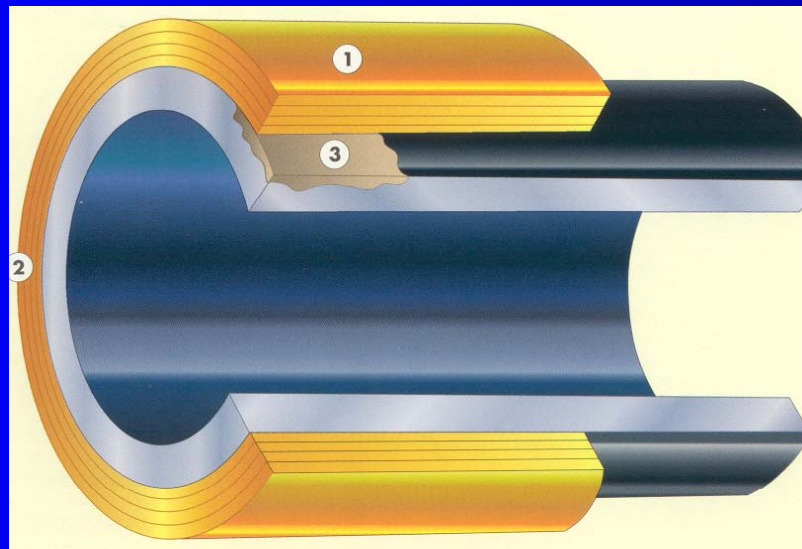
Cuerda

# Ilustración de la Tecnología





# PARTES CONSTITUTIVAS



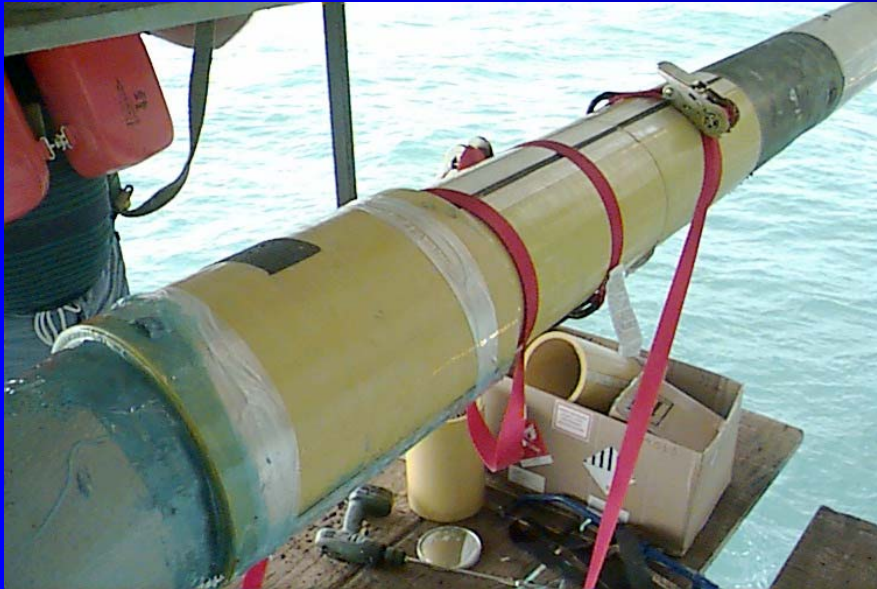
- Sistema compuesto de tres partes
  - Espiras de ClockSpring
  - Adhesivo
  - Filler

# Historia



- Originalmente fue diseñado como “crack arrestor”.
- Es decir provee una barrera a la propagación fracturas en cañerías .
- Fue validado por innumerables pruebas de ruptura.

# Historia



- En 1987 el GRI (GAS RESEARCH INSTITUTE) creó un equipo industrial para conducir estudios de campo y laboratorio sobre Clock Spring® como una alternativa a los manguitos metálicos para reparación de cañerías.



# Historia

## Empresas que formaron el equipo de estudio



- Battelle
- Southwest Research
- Kiefner and Associates
- Panhandle Eastern
- Stress Engineering Services
- Northwestern University
- NCF Industries
- ITW-Devcon
- The Clock Spring<sup>®</sup> Company

# Historia

## Prerequisitos

- No-intrusivo, permanente, economico
- Totalmente predecible
- Con ecuaciones de Modelaje
- Que Elimine el diseño en campo y las variables de instalación
- Que restituya la cañería a su condición original.
- Que sea Rigurosamente testeado



# Historia

## Testeos Efectuados



- Tensile tests
- Stress rupture tests
- Lap shear strength
- Durability
- Burst pressure testing
- Adhesive testing
- Filler tests
- Fatigue testing
- Field tests
- Durability tests

# Cómo está fabricado un Refuerzo Unidireccional ?



- 12 Pulgadas de ancho
  - 150 cuerdas de e-glass
  - Cada Cuerda tiene 4000 fibras
- El E-glass es alineado
- Cubierto con resina
- Moldeado a la matriz de cada diámetro de caño



# Pultrusion UNIDIRECCIONAL



- Todas las cuerdas de e-glass están alineadas en la dirección de esfuerzos que solicitan la pared del caño del caño
  - Resistencia Predecible
  - Propiedades Mecánicas predecibles
  - Durabilidad a largo plazo Predecible



# Cómo es fabricado un Refuerzo Unidireccional ?.

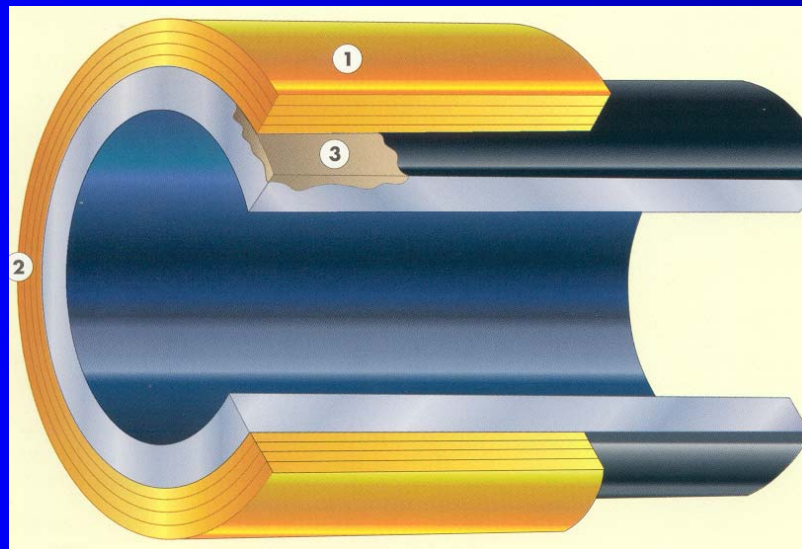


Una vez generada , la bobina es tratada con Calor , curada y cortada al ancho standard

# REFUERZOS UNIDIRECCIONALES

- Todas las propiedades mecánicas están controladas
- La calidad y propiedades son controladas en fabrica antes de la entrega
- La performance es predecible
- La durabilidad es predecible
- La resistencia del refuerzo puede ser modelada matemáticamente

# Cómo se Instala ?



- Tres Partes :
  - Bobina
  - Adhesivo
  - Filler

# Adhesivo

- Polímero
  - Formulación propia, específicamente diseñado para esta aplicación
  - 1200 psi de resistencia a los esfuerzos de corte



# Filler



- Alta resistencia a la compresión 12000 psi
- Transfiere el esfuerzo al refuerzo



# Instalación

Secuencia en orden.....

# Preparar la Superficie

## Debe cumplir con NACE #3

Se puede aplicar en  
variadas condiciones  
ambientales desde  $-18^{\circ}\text{C}$  a  
 $54^{\circ}\text{C}$  (82  $^{\circ}\text{C}$  High Temp )



Marcar límites de su  
ubicación previamente  
centrando el defecto



# Mezclar y aplicar Filler



# Aplicación del adhesivo





# Aplicar adhesivo



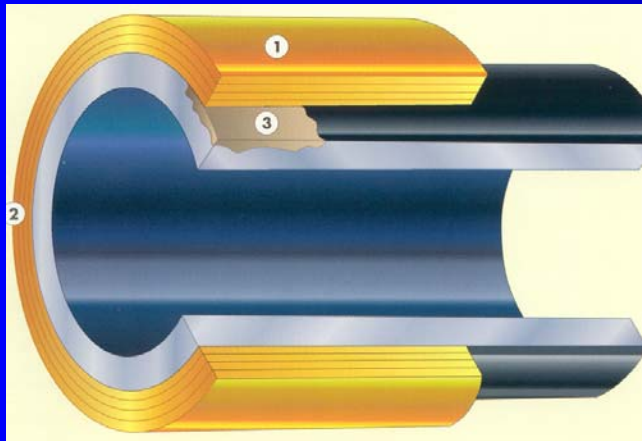
# AJUSTE FINAL



# Rellenar y Revestir



# Propiedades Finales



- Propiedades Mecánicas
- Espesor de espira 0.062”
  - E-glass Contenido 60-70% en peso
  - Elasticidad hasta falla 1.5%
  - Modulo de elasticidad  $5 \times 10^6$  psi
  - Coeficiente de expansión termica  $6 \times 10^{-6}$  inch/inch/°F



# Alcances y Limitaciones



- Puede Usarse Para reparar en forma permanente defectos de hasta un 80% de Pérdida de espesor
- Diametros de 4" a 56"



# Alcances y Limitaciones



Reparación de  
defectos en Curvas

# Alcances y Limitaciones



- Reparación de Defectos en soldaduras circunferenciales hasta un 50 % de pérdida de espesor y hasta un 30 % de la circunferencia dañada



Figure 1

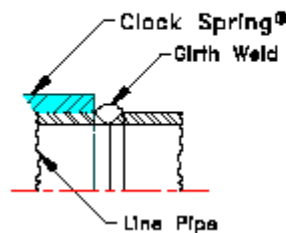


Figure 2

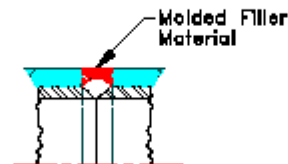
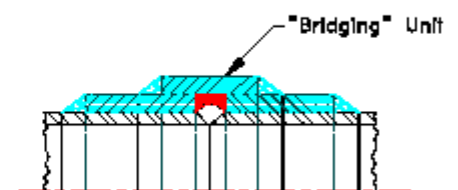
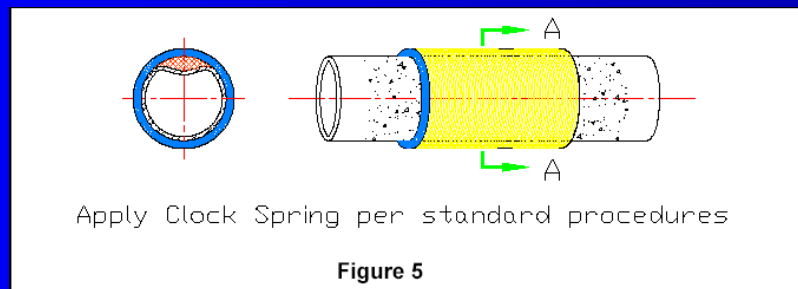
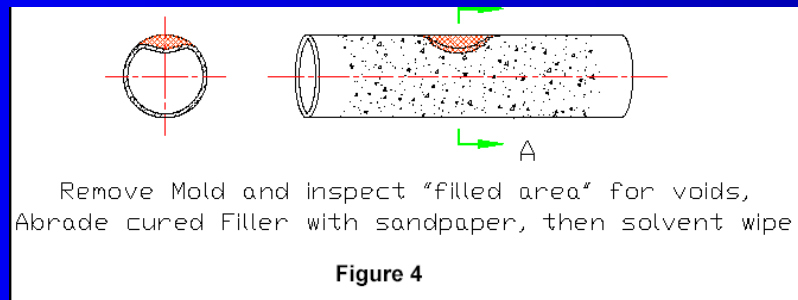
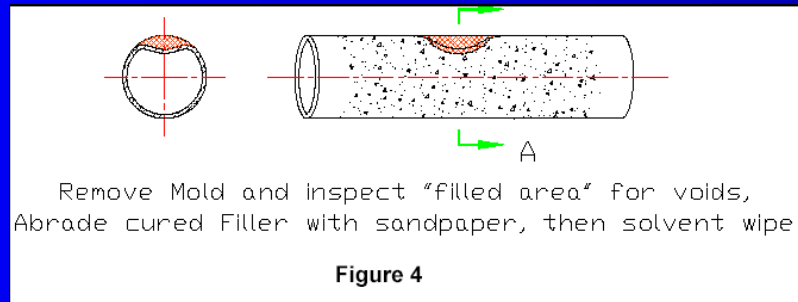


Figure 3



# Alcances y Limitaciones



- REPARACIÓN DE ABOLLADURAS O DEFORMACIONES en CAÑERÍAS

The background is a solid blue color. A thin, light blue curved line starts from the top left and arcs towards the right. A triangular shape, filled with a lighter blue gradient, is positioned on the right side of the image, pointing towards the center.

Gracias !