



Validación de Rstreng

Trasportadora de gas del Norte

Martín Riveiro

Criterio B31G

- Tiene su origen en el trabajo “Summary of research to determine the streng of corroded areas in line Pipe”, editado en Junio de 1971 por el instituto Battelle. El desarrollo del mismo fue para el Pipeline research commitee de la American Gas Association (AGA).
- Este criterio fue aceptado por ASME y en el año 1984 es incorporado dentro del apéndice G del código B31 como un apartado de las normas B31.4 y B31.8 bajo en nombre “ANSI/ASME B31G, Manual for determining the remaining streng of corroded pipelines” .

Ecuación básica del criterio B31G

$$\sigma = \bar{\sigma} \left[\frac{1 - \frac{A}{A_o}}{1 - \frac{A}{A_o} M^{-1}} \right] \quad (1)$$

Donde:

σ = Tensión de falla pronosticado

$\bar{\sigma}$ = Tensión de flujo (1.1 SMYS)

A_o = Área de metal faltante

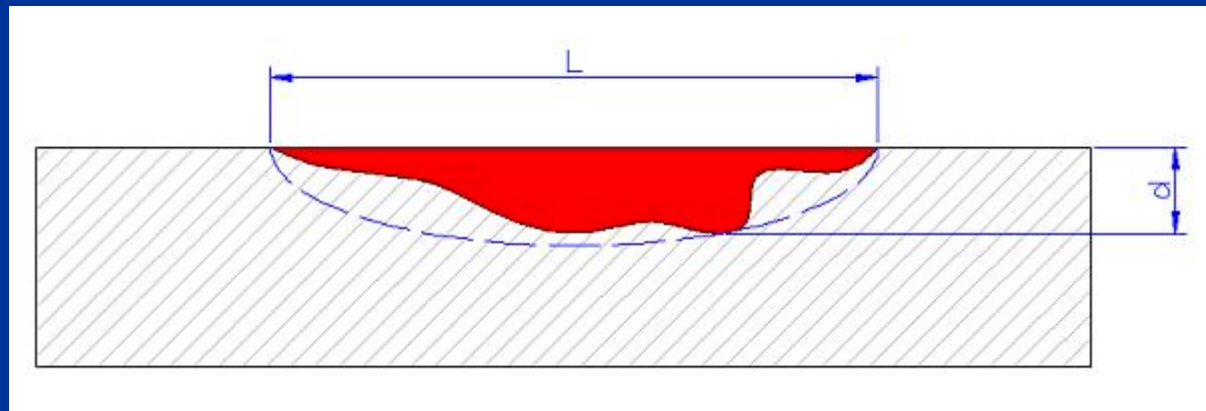
A = Área antes de cualquier pérdida de metal

M = Factor de Folias

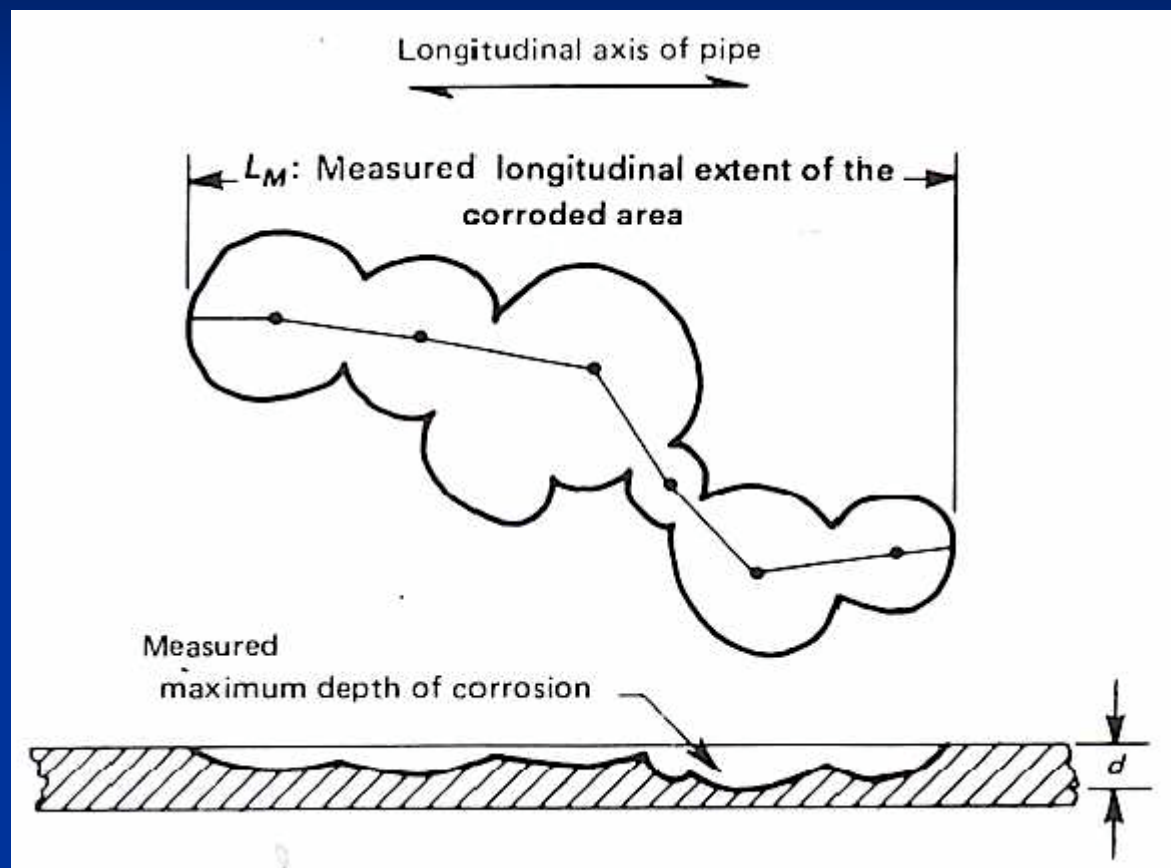
Área de metal faltante

Este criterio establece una aproximación del área de metal faltante a través del área de una parábola; por lo que el área A_o será igual a:

$$A_o = \frac{2}{3} \cdot L \cdot d$$



Los parámetros longitud del defecto (L) y profundidad máxima se toman como se indica en la figura.



Factor de folias M

Este factor cuantifica el efecto de concentración de tensiones en los extremos de la falla; depende de:

L= Longitud axial de la falla

D= Diámetro exterior de la cañería

t= Espesor nominal de la cañería

$$M = (1 + 0.8 L^2 / D \cdot t)^{1/2}$$

Aplicable para relaciones $L^2 / D \cdot t \leq 20$

Para relaciones $L^2 / D \cdot t > 20$ el cálculo de la presión de falla se reduce a:

$$\sigma = \bar{\sigma} \left[1 - \frac{d}{t} \right] \quad (2)$$

RStreng - Criterio Modificado

En el mes de Diciembre del año 1989, el instituto Battelle publica un trabajo titulado “Project PR3-805, A modified criterion for evaluating the remaining streng of corroded pipe”.

Este trabajo fue preparado para el AGA y el Pipeline Research committe. La autoría es de John F. Kiefner y Patrick H. Vieth.

El mismo provee dos métodos para la evaluación de la corrosión,

Uno basado en la longitud y profundidad máxima de la zona corroída conocido como Rstreng 85%

El otro basado en mediciones detalladas del perfil de la zona corroida.

El primero de estos métodos provee resultados menos conservadores que el criterio B31G; el segundo provee aproximaciones aun mejores.

Cambios en el criterio Rstreng respecto del B31G



El criterio utiliza básicamente la misma ecuación (1) pero se introducen modificaciones en algunas de sus variables:

Tensión de flujo: Se introduce un nuevo concepto para su calculo:

$$\overline{\sigma} = \text{SMYS} + 10000 \text{ PSI}$$

Factor de folias: aparecen dos factores basados en la relación $L^2 / D.t$

Para $L^2/D.t \leq 50$:

$$M = (1 + 0.6275 L^2 / D.t - 0.003375 L^2 / D.t)^{1/2}$$

Para $L^2/D.t > 50$:

$$M = 0.032 L^2 / D.t + 3.3$$

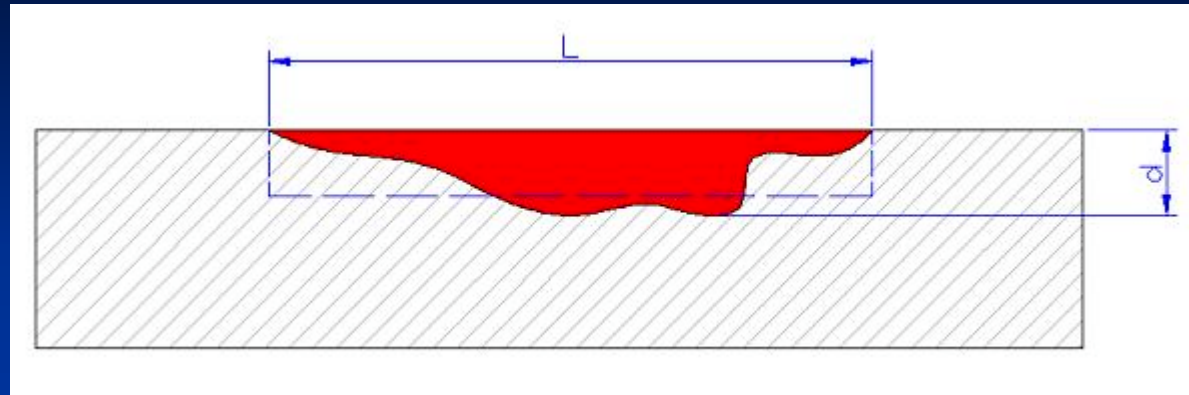
Área de metal faltante: Dependiendo del método tendremos:

RStreng 85%:

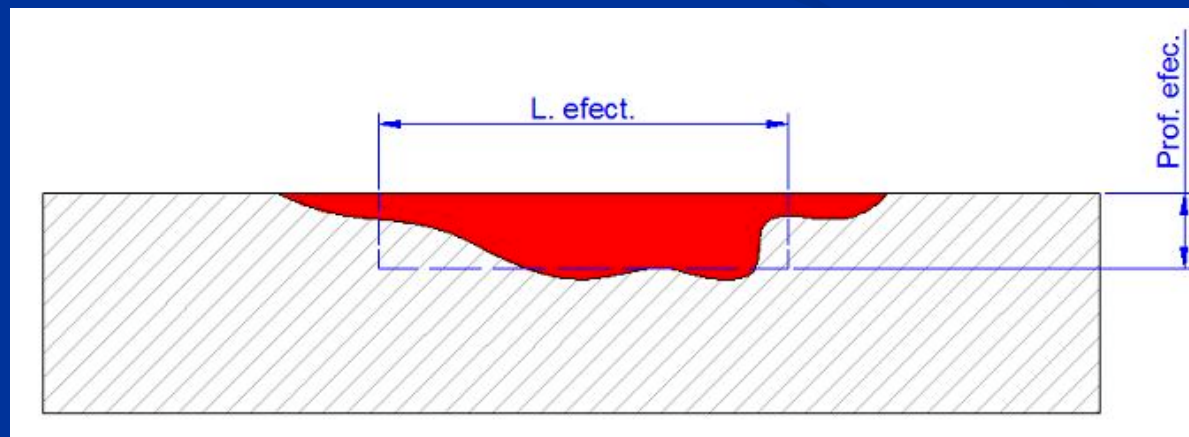
$$A_o = 0.85.L.d$$

RStreng Área efectiva: Requiere de un relevamiento detallado del área afectada por la corrosión, mediante un soft se determinan las dimensiones efectivas.

Para el caso del R_{streng} 85%, el área quedara representada de la siguiente forma:



Para el caso del R_{streng} área efectiva; es necesario cargar los valores provenientes del relevamiento del perfil del defecto en un soft. Como resultado de un proceso iterativo donde se busca la peor combinación de longitud y profundidad; se obtienen las dimensiones efectivas.



Validación del Rstreng

En el año 1996 John F Kiefner publica los resultados de un trabajo que le fuera encomendado por el AGA y el Pipeline research committee.

El número de este trabajo es el PR 218-9304 y es titulado bajo el nombre “Continued validation of Rstreng”.

El mismo contiene información adicional readicionada con esta metodología de evaluación.

Incluye además 168 resultados de pruebas hidráulicas dentro de las cuales han sido incluidas las 86 pruebas originales realizadas para la validación del criterio Rstreng.

Comparación de resultados

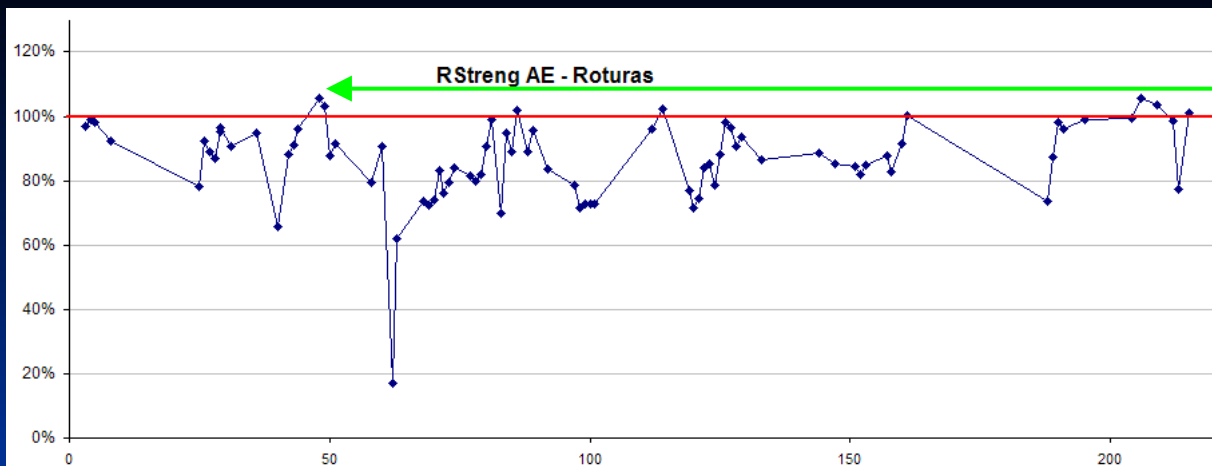
Para aquellos defectos que sufrieron roturas durante las pruebas, fueron calculadas las presiones de falla en base a los tres criterios, de los cual puede resumirse:

Porcentaje de defectos con presiones de falla pronosticadas entre el 100% y 80 % del valor real:

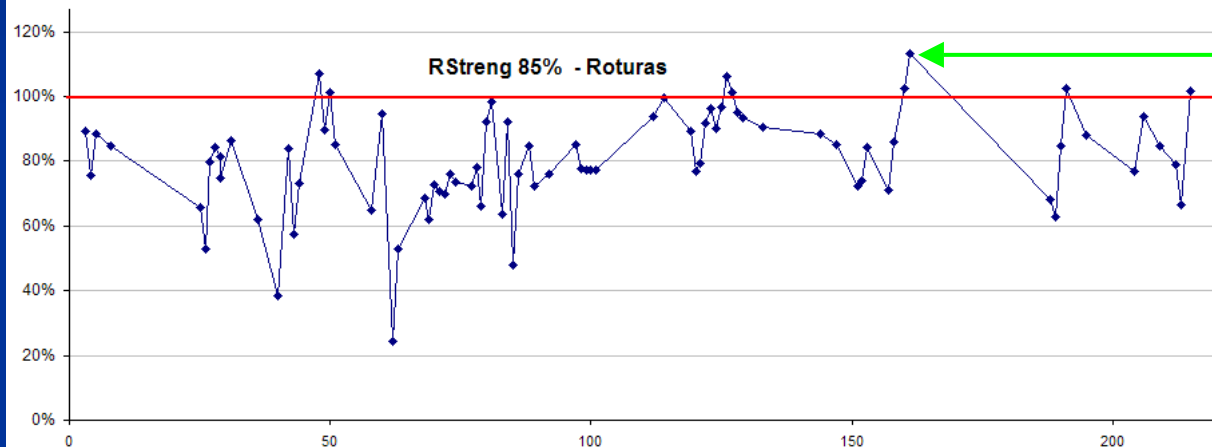
B31G	35.37 %
Rstreng 85%	40.24%
Rstreng AE	62.2%

Máximo valor sobre estimado

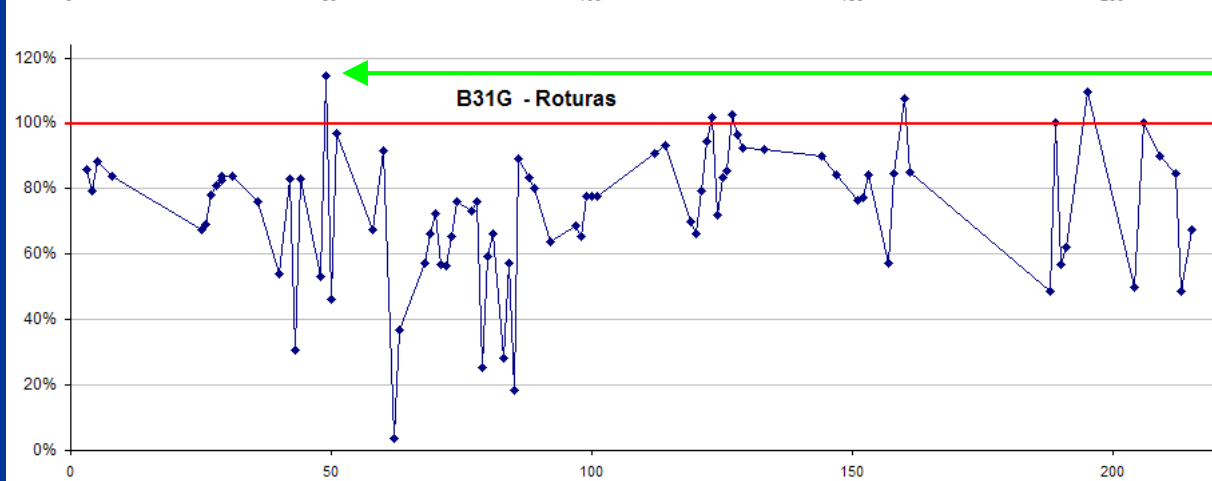
B31G	15 %
Rstreng 85%	13 %
Rstreng AE	5.8 %



**Sobre
estimado
máximo 5.8 %**

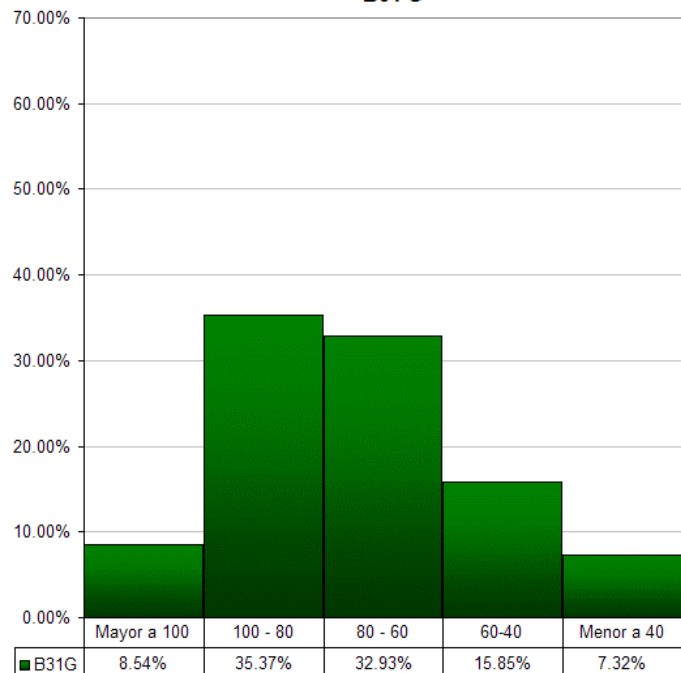


**Sobre
estimado
máximo 13 %**

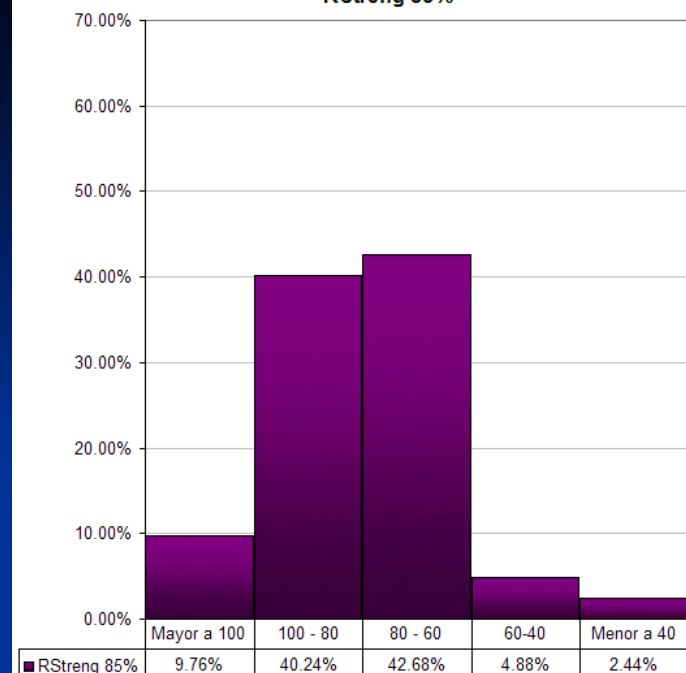


**Sobre
estimado
máximo 15 %**

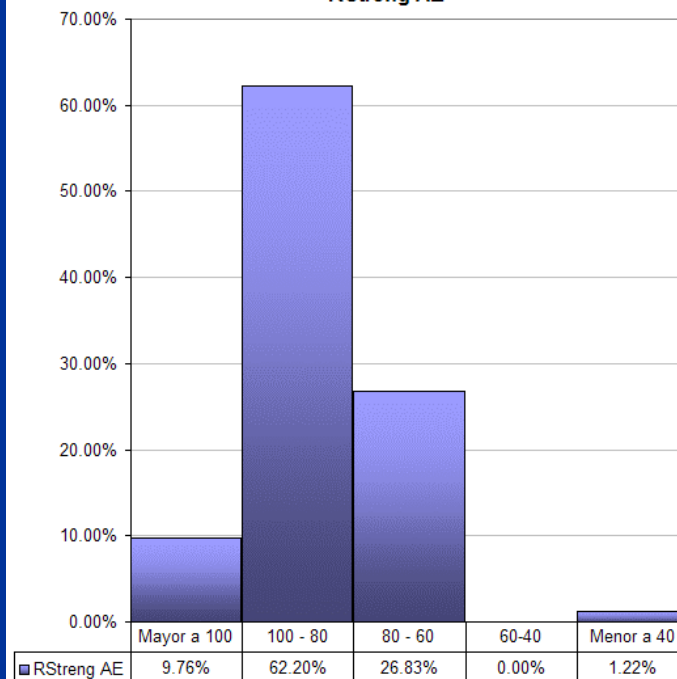
B31 G



RStreng 85%



RStreng AE



Ensayos realizados por TGN

En el año 2000 fueron realizadas 5 pruebas hidráulicas

Los caños fueron obtenidos de la campaña de reparaciones realizadas luego de la carrera ILI 1996 contratada a Tuboscope para el tramo 3 del gasoducto Norte.

Fueron elegidos 5 caños de manera de contener solo el defecto que se pretendía ensayar.

Evaluación Rstreng de los defectos seleccionados

El trabajo de evaluación de los defectos y confección del reporte analítico de los resultados fue encomendado a GIE S.A .

Se utilizó una grilla de 10 x 10 mm

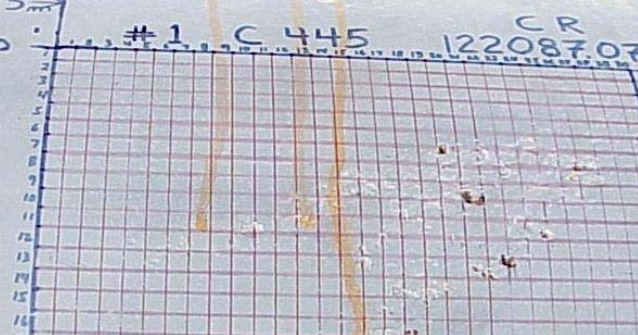
Fueron relevados los perfiles de los defectos mediante un comparador digital y reglas, registrándose las mediciones de profundidad de cada uno de los puntos que integraban las grillas

Se evaluaron varios caminos de fondo de río utilizando la regla de interacción 6t

Se calcularon las presiones de falla para cada caso utilizando el soft Rstreng

	Valores relevados		
Número de defecto	Profundidad [%]	Longitud [mm]	P Rotura Rstreng AE [Kg'/cm ²]
445	49	290	95.75
1855	58	1540	83.15
1961	57	380	92.08
2945	54	350	93.23
2891	76	800	78.45

4.23 mm
5:30 #1 C 445 CR 122087074

[illegible]

DAIRSTRENG2.EXE

File Edit View Options Help

Date: 05-18-2006

Filename: D:\1472

Diameter, inches 24.000 Wall thickness, inches 0.303

SMYS, psi 70,000 Pressure, psi 1.415

Leff

0.000 0.030 0.061 0.091 0.121 0.152 0.182 0.212 0.242 0.273 0.303

0.000 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0

Plot showing SMYS (psi) vs. Diameter (inches) for a wall thickness of 0.303 inches. The plot shows a horizontal line at 70,000 psi SMYS for diameters from 1.0 to 10.0 inches. The y-axis ranges from 0.000 to 0.303. The x-axis ranges from 0.000 to 10.0.

Use arrows keys, page down, page up, to view. ENTER to quit.

Prueba hidráulica de los defectos seleccionados

Equipo utilizado:

Bomba Pmax 215 Kg/cm²

Manómetros de precisión

Trasductor de presión PX303-5KG5V + interfase PC

Manómetro verificador

Extensómetros eléctricos + interfase PC

5 por prueba

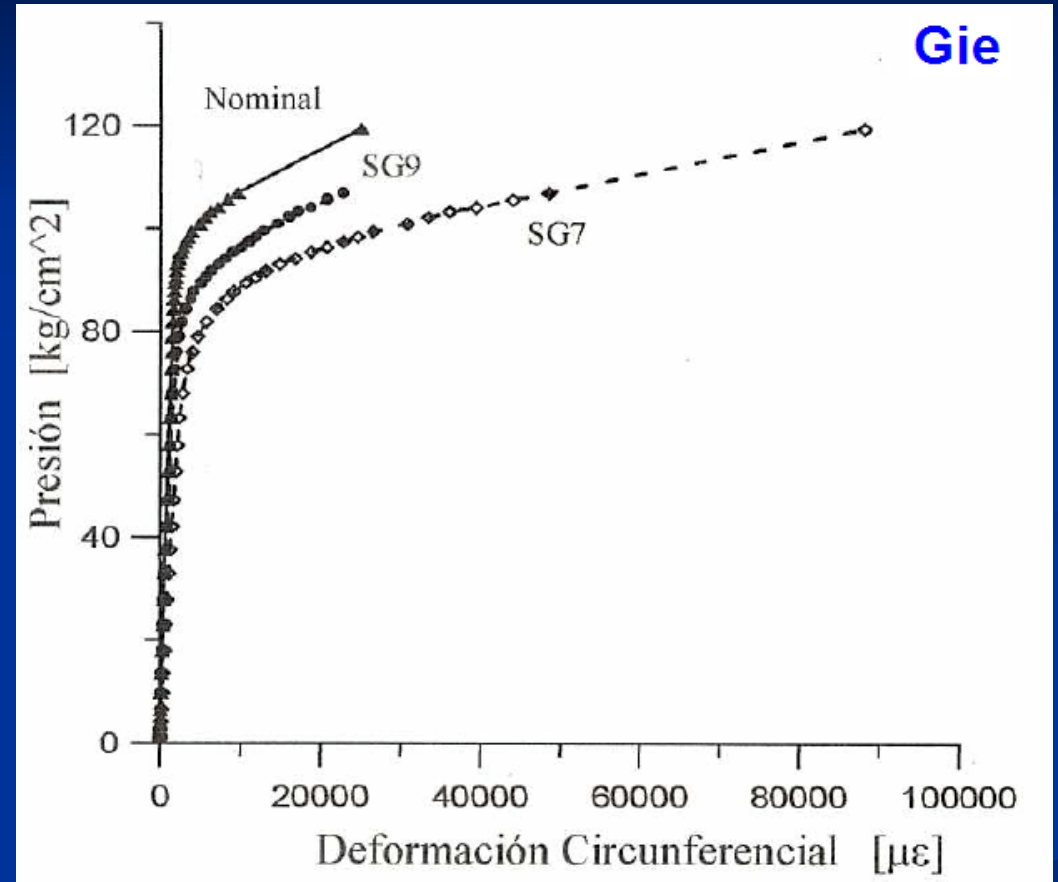
**2 de los cuales fueron instalados en la zona afectada
por la corrosión**



Resultados de las Pruebas

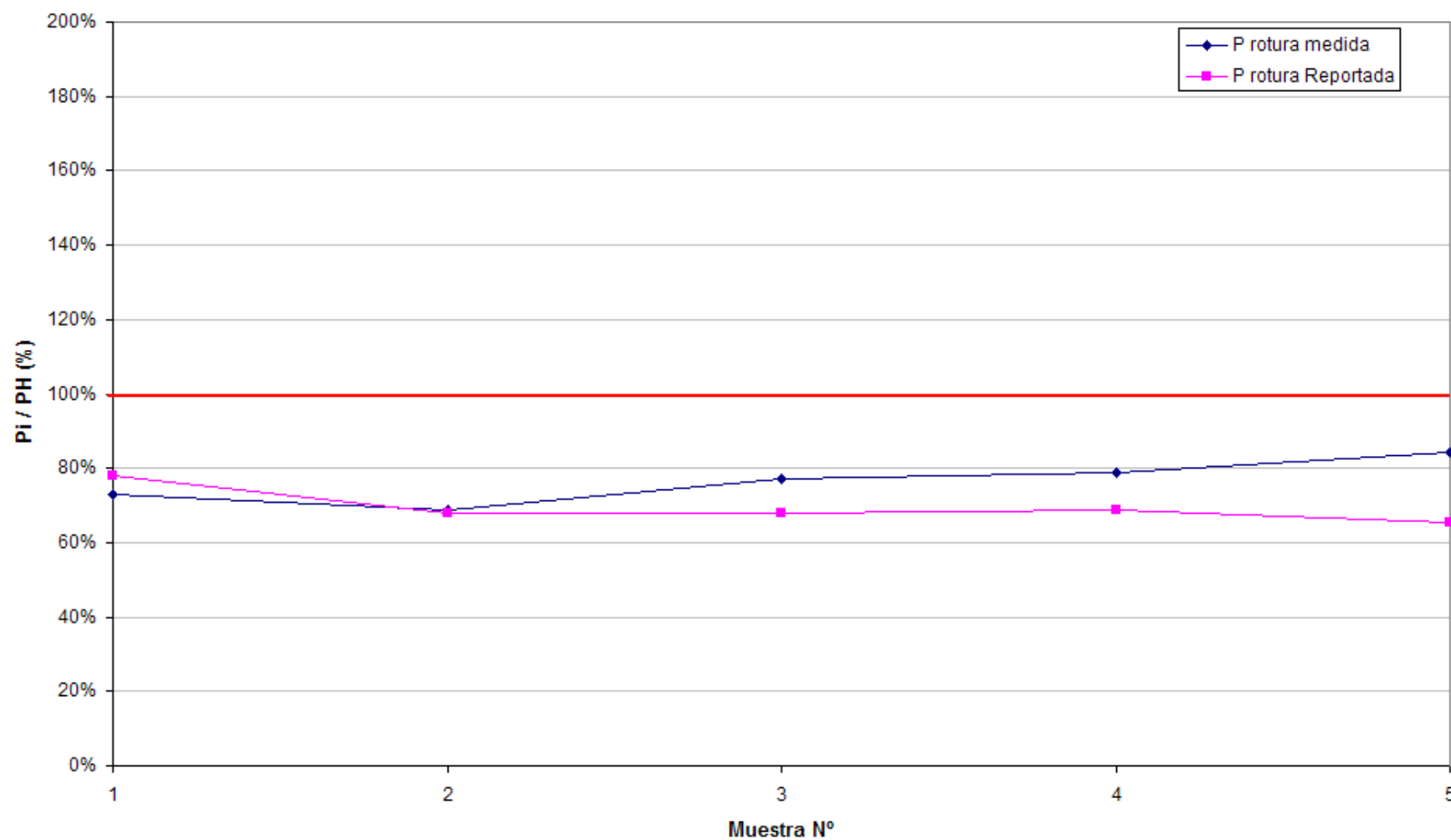
Número de defecto	P Rotura medida [Kg'/cm ²]	P Rotura reportada [Kg'/cm2]	P Rotura PH [Kg'/cm2]
445	95.75	102.6	131.3
1855	83.15	82	120.8
1961	92.08	81.4	119.5
2945	93.23	81.3	118
2891	78.45	61	93.1

Número de defecto	P Rotura medida [Kg'/cm ²]	P Rotura reportada [Kg'/cm2]
445	72.92%	78.14%
1855	68.83%	67.88%
1961	77.05%	68.12%
2945	79.01%	68.90%
2891	84.26%	65.52%



Resultados de las Pruebas

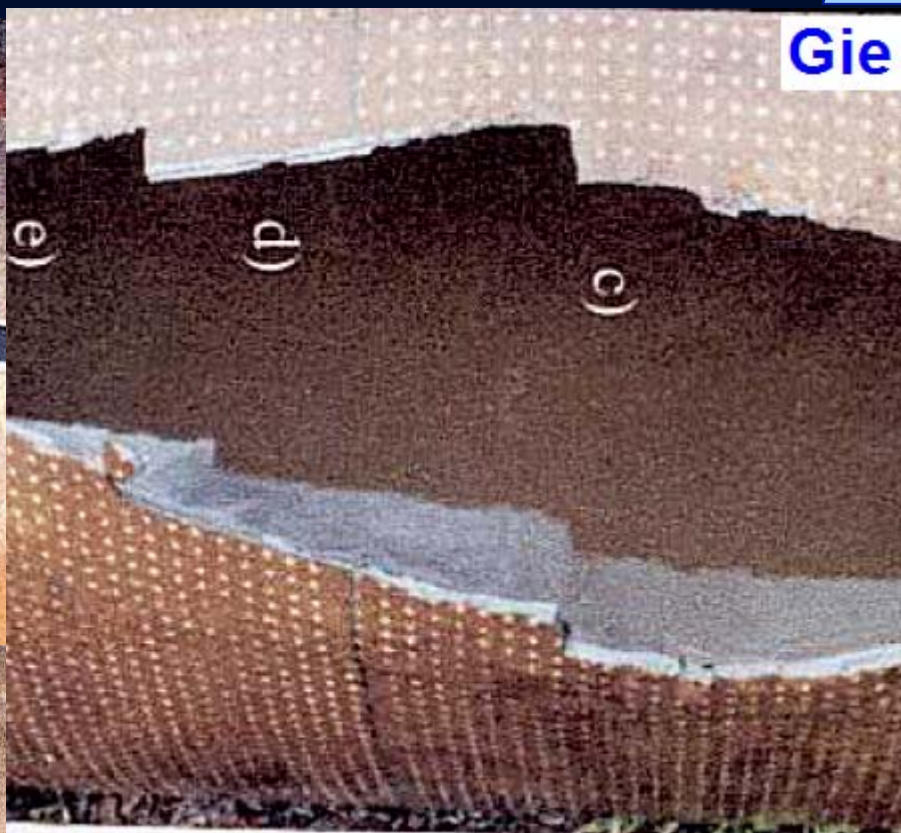
Resultado PH TGN



Gie



Gie



#1

Gie



Consideración particular

Las condición en la que fue realizada la PH difiere de la condición de operación real de la cañería en lo que al estado de sollicitación respecta.

Los cabezales de prueba hidráulica introducen tensiones longitudinales las cuales deben ser tenidas en cuenta.

Trabajos especializados exponen que la presión que produce la falla en condiciones del ducto enterrado pueden considerarse un 2% menores.

Número de defecto	P Rotura PH [Kg'/cm2]	P Rotura PH modif [Kg'/cm2]	P medida / PH [%]
1855	120.8	118.38	70.24%
445	131.3	128.67	74.41%
1961	119.5	117.11	78.63%
2945	118	115.64	80.62%
2891	93.1	91.24	85.98%