



# Evaluación de la Condición de Tuberías por Gravedad

17 de Marzo de 2026

U/S M/H: 44208091

D/S M/H: 44208091A



(WO No. NOS UNIT NO. 9)

City of Los Angeles

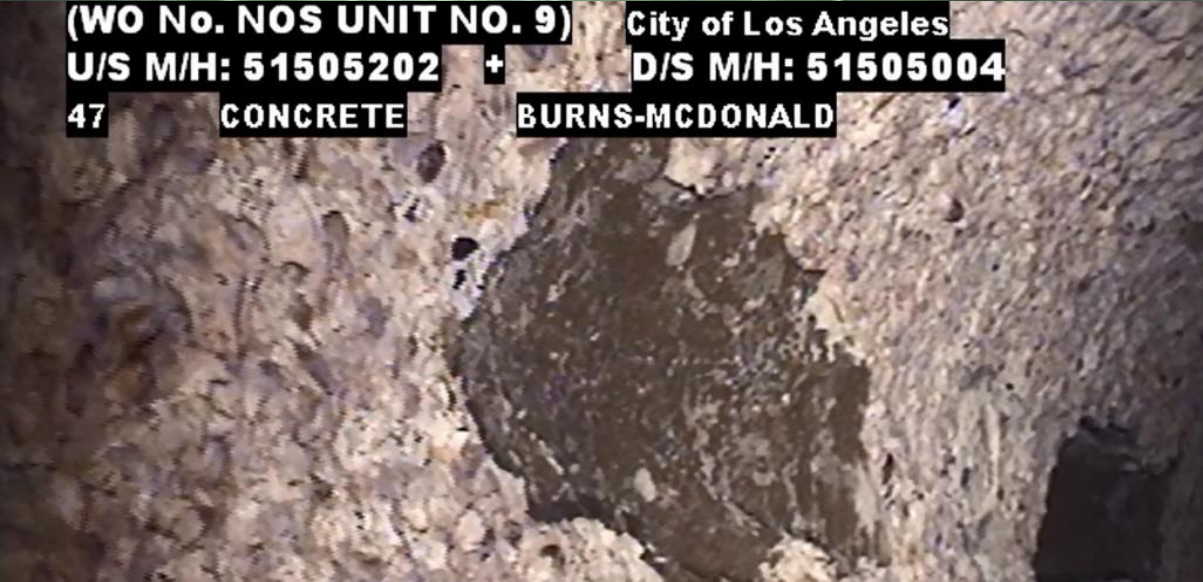
U/S M/H: 51505202

D/S M/H: 51505004

47

CONCRETE

BURNS-MCDONALD



- Introducción
- Consecuencias de la falla de tuberías
- ¿Por qué evaluar la condición?
- Inspección y evaluación del estado de tuberías por gravedad
- Estándares para la Evaluación de la Condición de Alcantarillados
- Preguntas



# Introducción

## Datos sobre la infraestructura subterránea - EEUU

- Más de 800,000 millas de alcantarillado público
- 250,000 roturas y entre 23,000 y 70,000 desbordamientos de alcantarillado cada año
- El ciclo de reemplazo de tuberías es del 0,5 % anual
- Las prácticas de gestión de alcantarillado han mejorado las métricas para los desbordamientos
- \$ 271 mil millones para alcantarillado y \$ 1 billón para agua (US EPA)



## ¡La evaluación de la condición es un proceso!

- No es una varita mágica que agitas en el aire y te vuelves sabio
- ¡Debe ser un proceso!
- Las tuberías grandes y complejas merecen un proceso más sofisticado
- Los interceptores y otras tuberías bajo regímenes de alto flujo presentan sus propios desafíos únicos





## Consecuencias de la Falla de Tuberías

# Las fallas de tuberías pueden ser Catastróficas



Atlanta, GA  
Tuberías de aguas pluviales



Los Angeles, CA  
Acueductos de 6" y 64"  
de 1.5 m

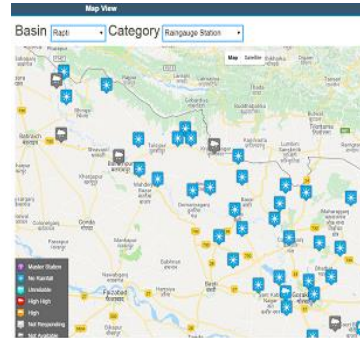
Alcantarillado

# Impactos de la falla de tuberías

- Retrasos en el tráfico
- Pérdidas Comerciales
- Salud y seguridad
- Reemplazo de tubería
- Personal y equipo de emergencia
- Costos de reemplazo 5-10 veces más altos



# La evolución de la evaluación de la condición



**Reactiva**  
Pre – 2003 ±

La tubería falló:  
miremos en las  
inmediaciones

**Proactiva**  
2003-2016 ±

Veamos toda la  
tubería y sus  
sistemas

**Predictiva**  
2016 -  
Presente

Analítica y  
evaluación de  
condiciones para  
gestionar sistemas  
de tuberías





## Inspección y evaluación del estado de tuberías por gravedad

# Inspección de tuberías por gravedad

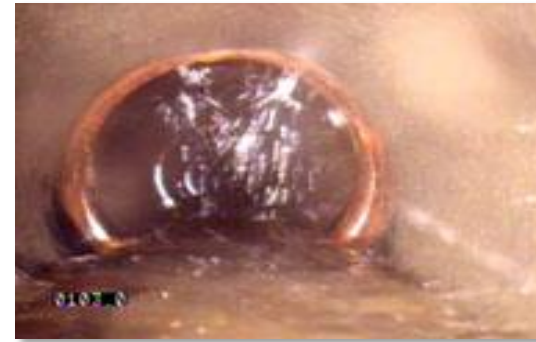
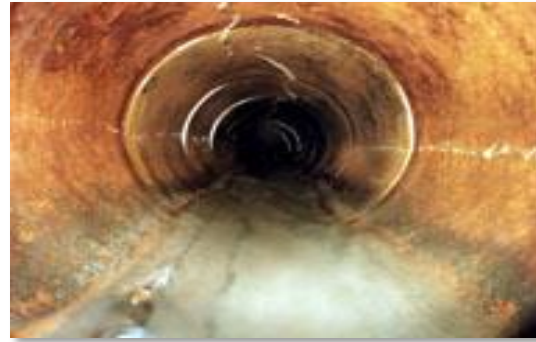
- Circuito cerrado de televisión (CCTV)
- Video
- Fotos de alta definición HD
- Escaneo de alcantarillado  
Cámara de escaneo óptico o digital
- Cámara de inspección rápida Zoom
- SL RAT
- Inspección multisensorial
- Sonar
- Láser
- 2D
- 3D LIDAR
- Monitoreo de gases
- ¿Otro?



# Inspección con Circuito cerrado de televisión (CCTV)

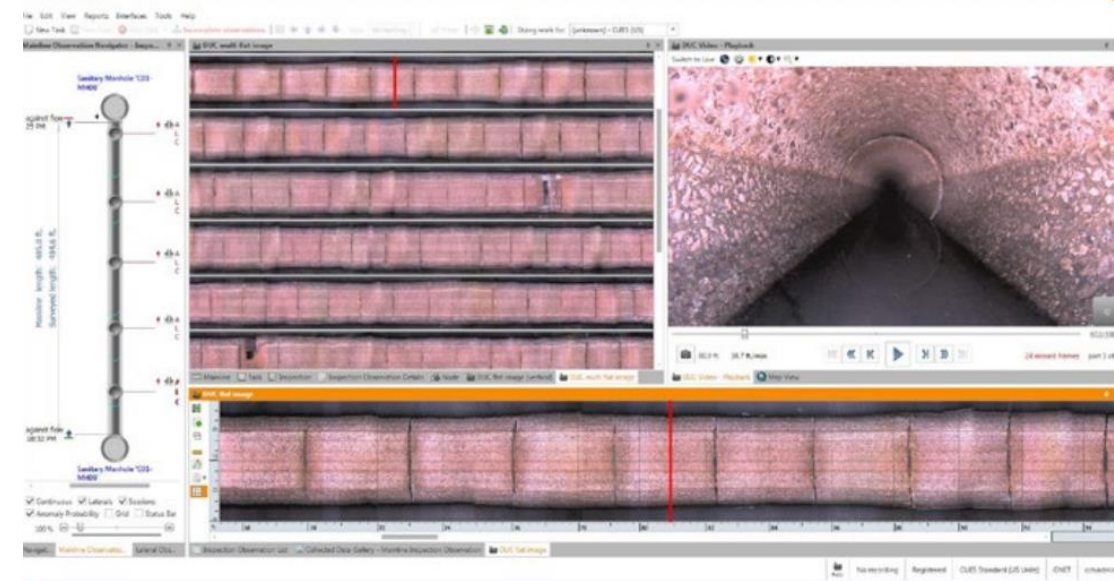
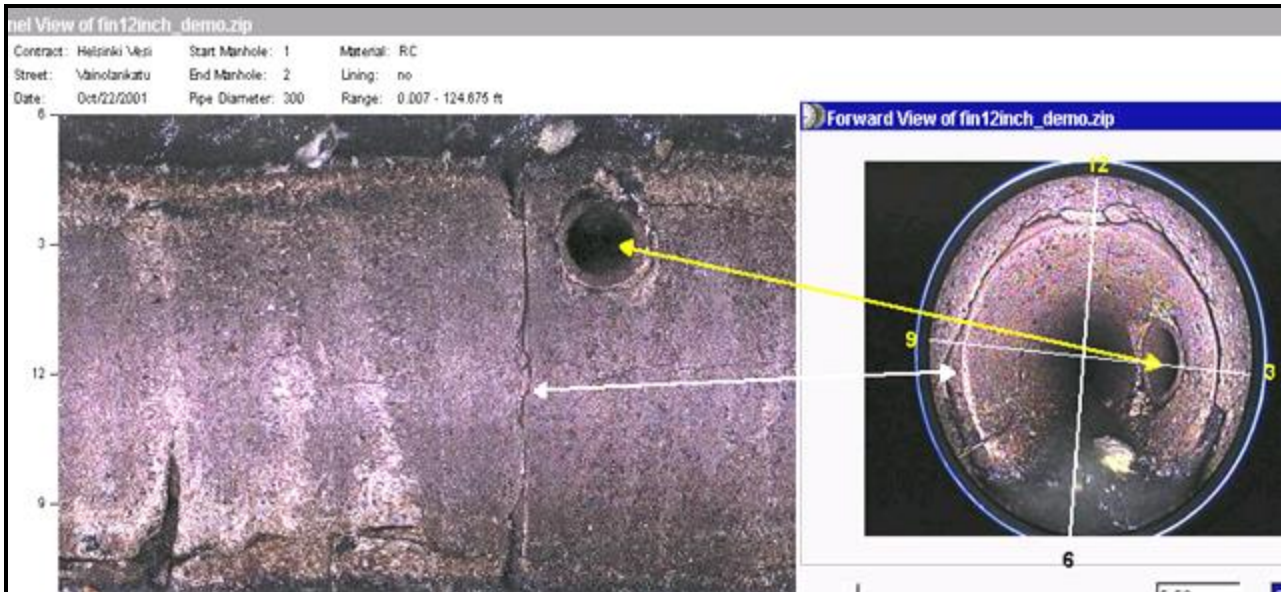


# Ejemplos de Defectos que se Encuentran



# Inspección con escaneo

- Cámara de escaneo óptico o escaneo lateral

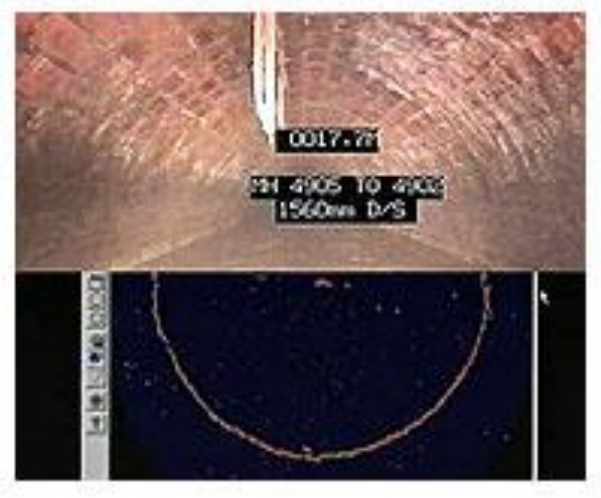
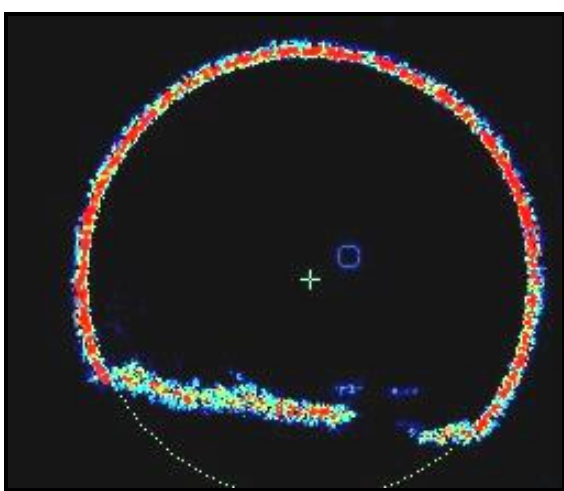
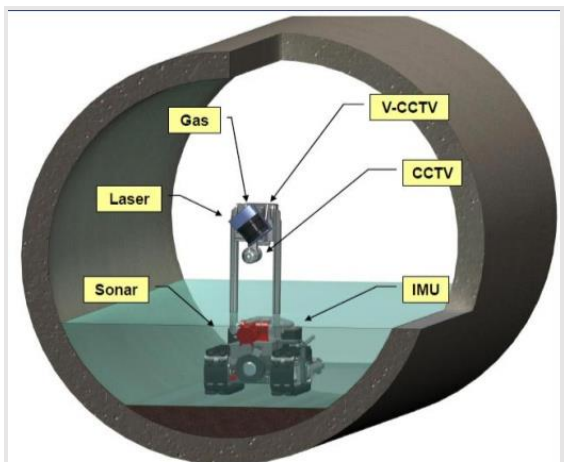


# Cámara de poste CCTV con Zoom – Inspección Rápida

- No hay entrada de Personal
- Cámara se posiciona en la boca del Tubo y trabaja con Zoom muy potente
- Tiene un Sistema de Medición de distancias
- 10-15 minutos por tubería
- Encuentra rápidamente algunos problemas en las tuberías
- Equipo sumamente útil para planear trabajos de (Limpieza) de los hidrosuccionadores & equipos robotizados de inspección
- Equipo optimo para catastros mas detallados



# Inspecciones de alcantarillado con sensores múltiples





## Inspección de tuberías de gran diámetro

Los avances tecnológicos significan que ya no está limitado a una inspección solo visual de su infraestructura crítica. Para eliminar las conjeturas en las tuberías de gran diámetro, es importante respaldar daciones con datos cuantificables y precisos.



### LASER

Medidas cuantitativas de corrosión o flexiones y deflexión de la pared



### SONDA/ SONAR

Análisis submarino de sedimentos, acumulación y volúmenes



### CCTV virtual de 360 grados\*

Inspección de cobertura digital de 360°



### CALIDAD DE IMAGEN HD\*

Imágenes claras en tuberías más grandes



### TEMPERATURA

Medidas de la temperatura de la tubería

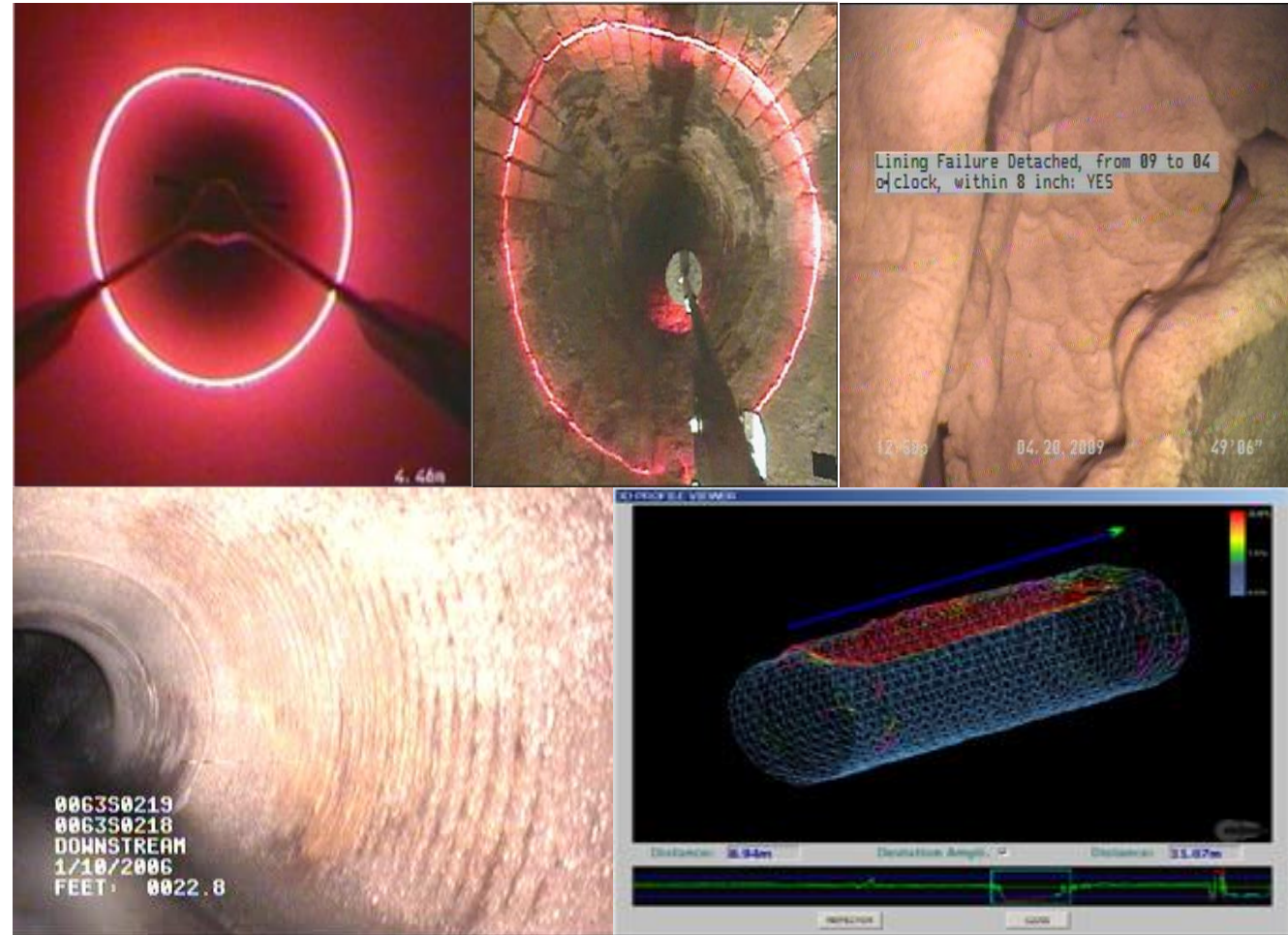


### SENSORES DE GAS

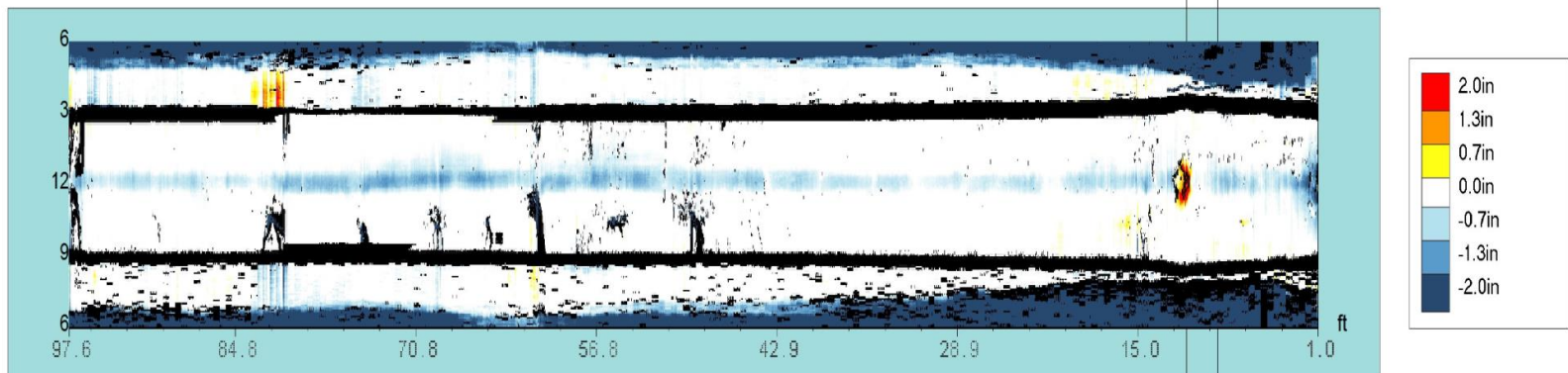
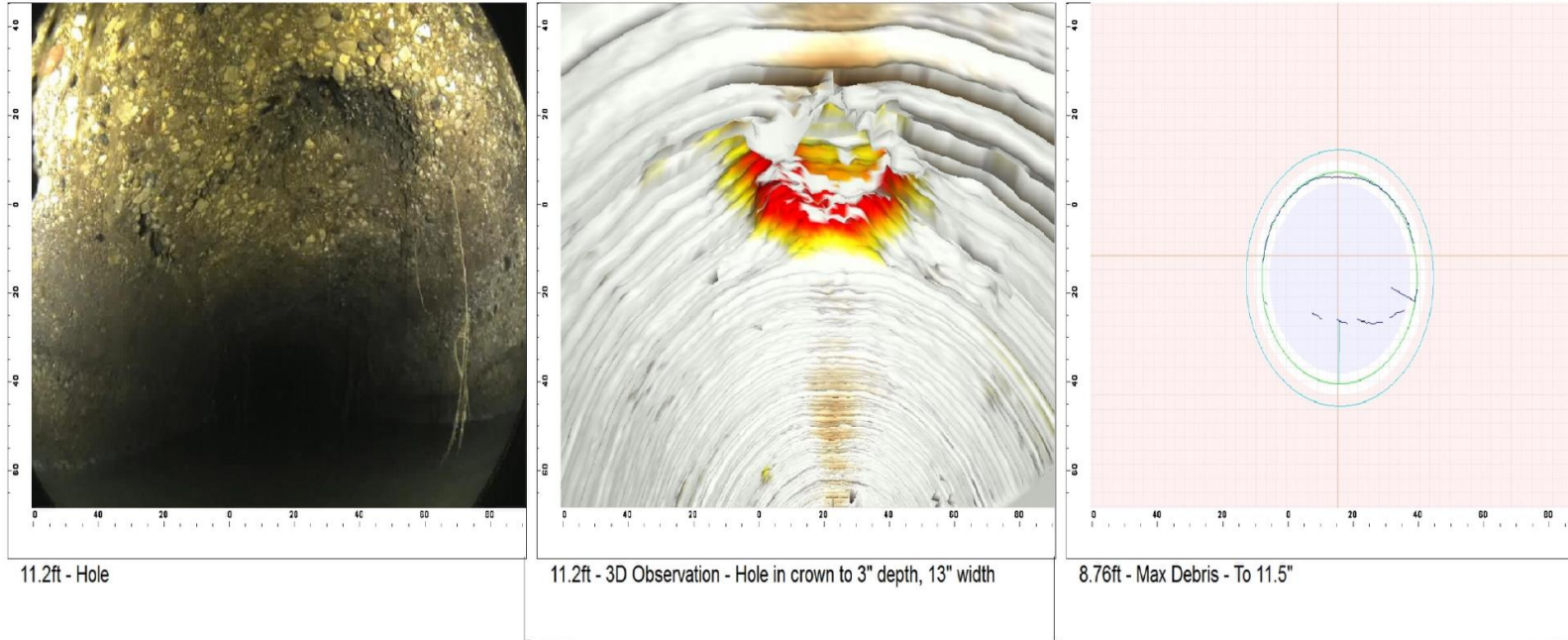
Comprender la ubicación y concentración de los gases en línea

## Perfilado Láser

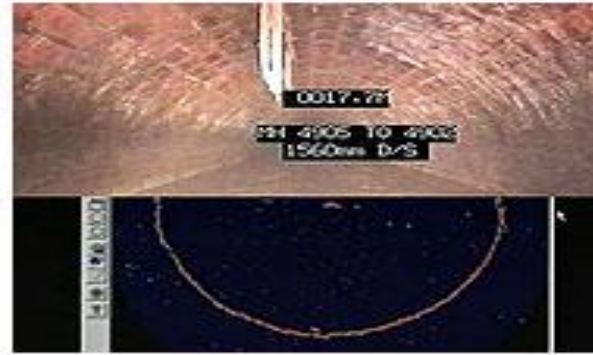
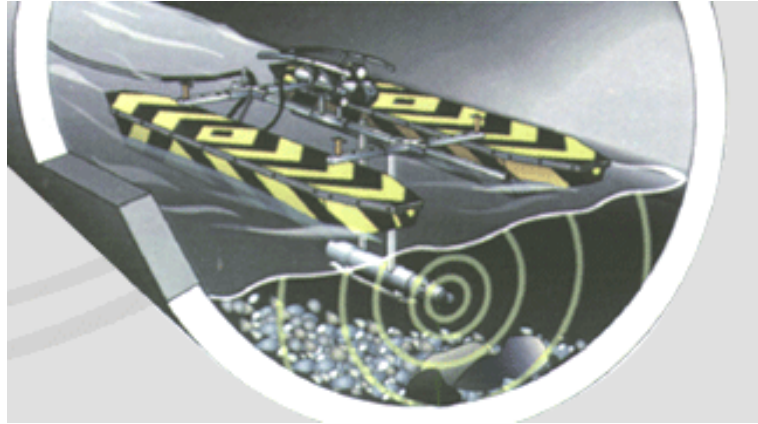
- Identifica la ovalidad precisa y los tamaños de tubería
- Mide el deterioro de la pared
  - Pérdida de hormigón por corrosión  $H_2S$
  - Fallas de revestimiento
- Profundidad del concreto faltante en las juntas
- Tamaño(s) de agujeros



# Perfilado láser: profundidad, ancho de agujeros

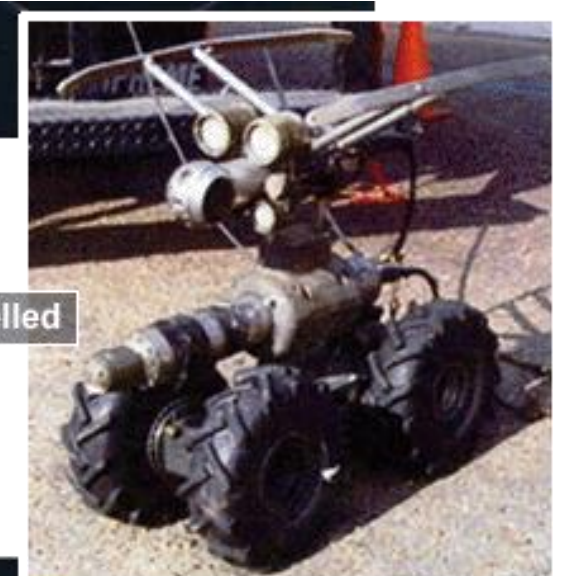


# Equipo de Sonar

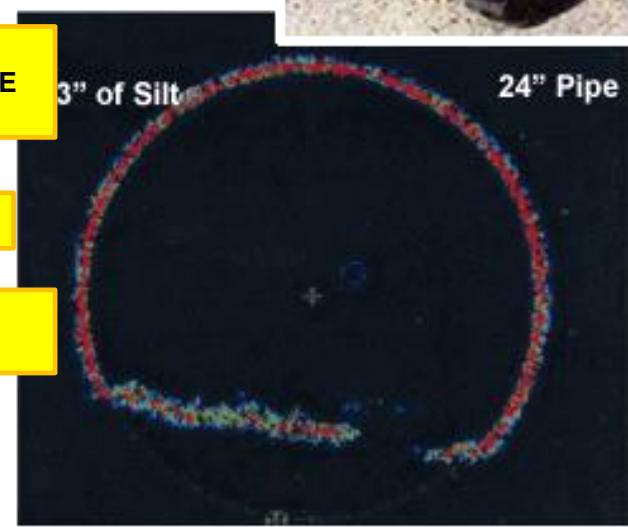
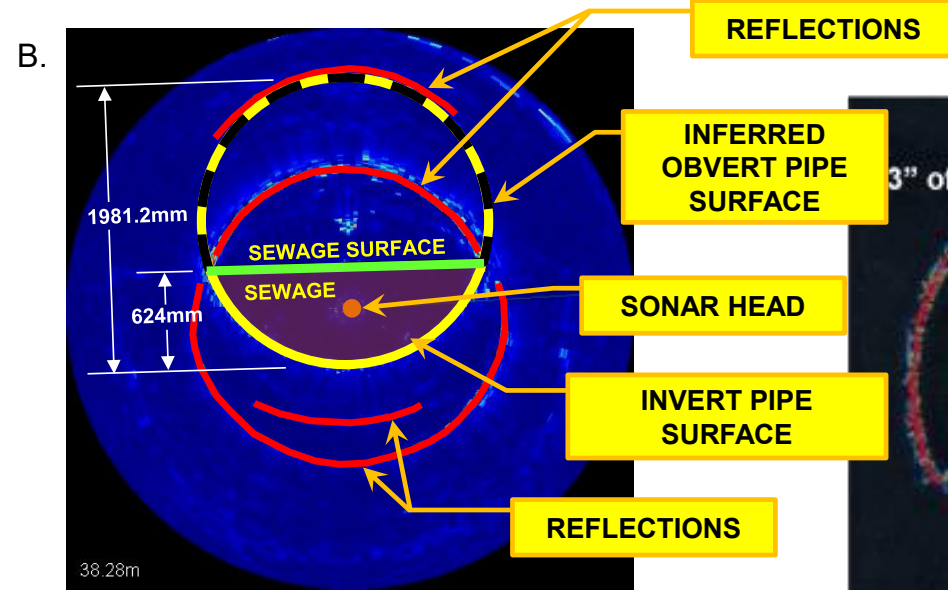
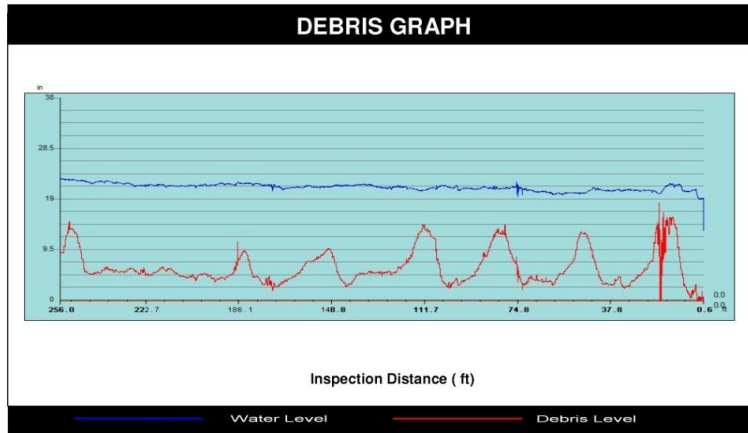


ROLL  
+1.2

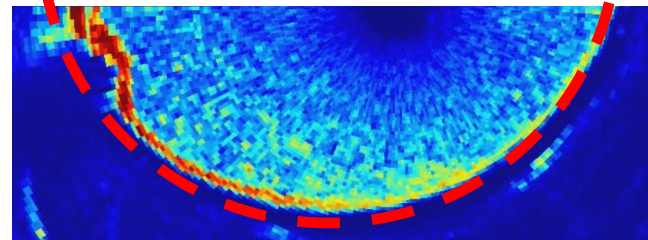
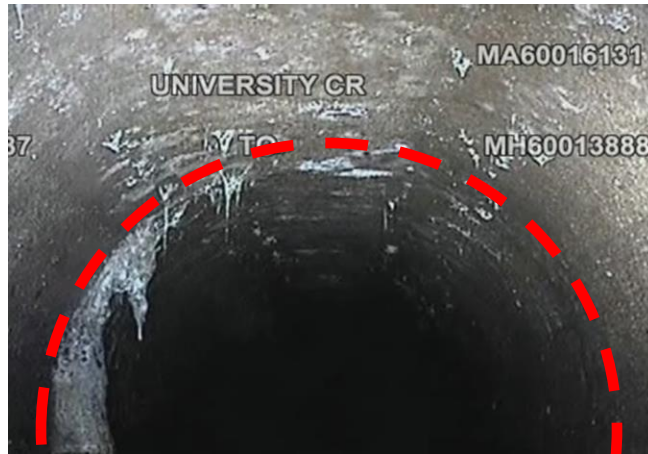
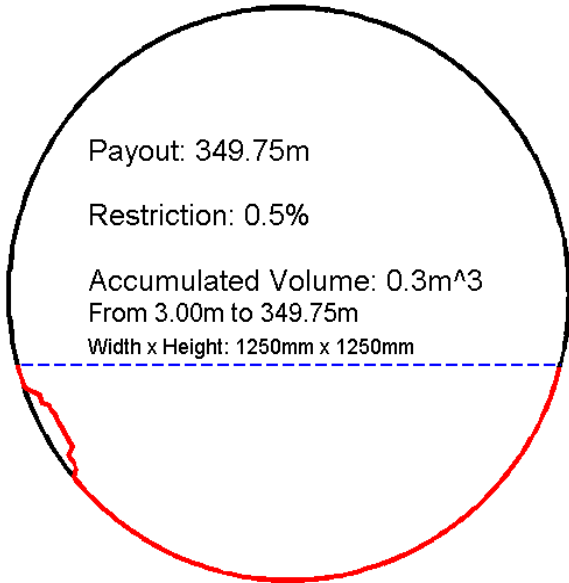
Self Propelled



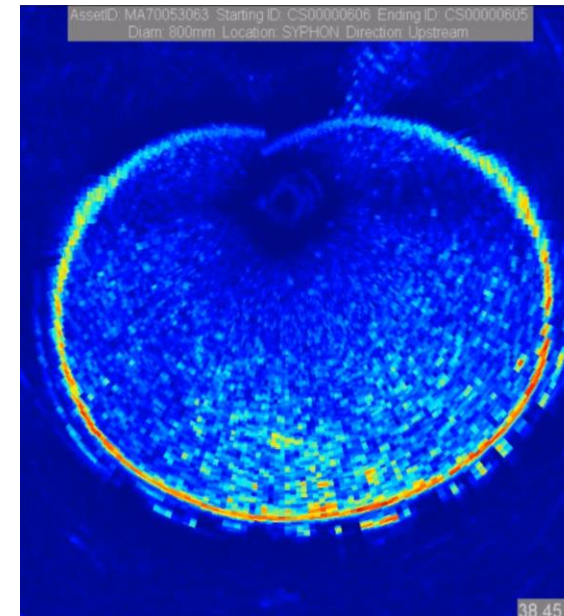
| Observations         |                   |
|----------------------|-------------------|
| Average Debris Depth | 6.26 in           |
| Average Water Level  | 21.3 in           |
| Debris Volume        | 230.76 cubic feet |



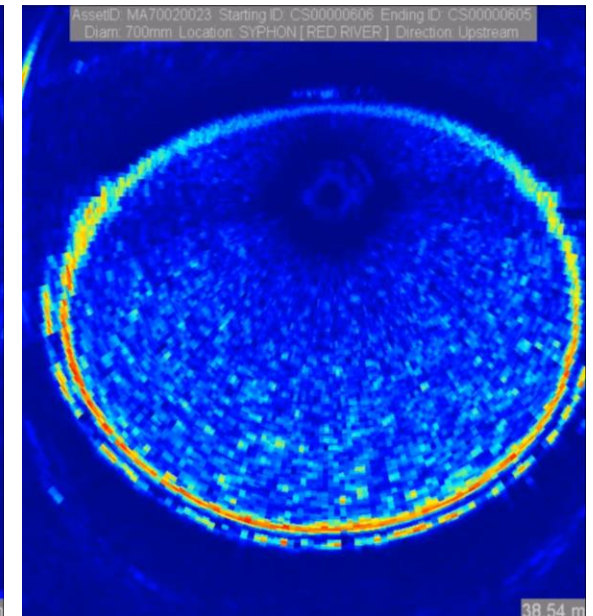
# Sonar: se puede utilizar para mucho más que el perfilado tradicional de desechos



**SOUTH PIPE**



**NORTH PIPE**



**SOUTH** ←

**FACING UPSTREAM  
 FACING WEST**

→ **NORTH**

# PLATAFORMAS DE MULTI SENSOR



Laser ———

Sonar ———

## CCTV / LASER / SONDA : 24” – 240+”

La inspección sincronizada de múltisensor proporciona datos de perfil continuos de 360 °, con láser y sonar capturados simultáneamente, a lo largo del mismo plano.

- Corrosión / Pérdida de tubería – ¿Cuánta deterioración existe?
- Volumen de sedimentos: ¿cuántos sedimento hay acumulado?
- Ovalidad/Deflexión – ¿Cuánta deformación existe?
- Dimensiones medidas: ¿cuál es el diámetro interno de la tubería?
- H<sub>2</sub>S/Temperatura – ¿dónde hay corrosión probable?

# INSPECCIÓN DE MÚLTI SENSOR (MSI)



## EL ESTADO DE TUSTUBERÍAS

La inspección sincronizada de MSI proporciona datos de perfil continuos de 360°, con láser y sonar capturados simultáneamente, a lo largo del mismo plano.

- Corrosión/Pérdida de pared
- Volumen de sedimentos
- Ovalidad/Deflexión
- Diámetro de la tubería
- Geometría de la tubería

## CUÁNTA CORROSIÓN EXISTE?

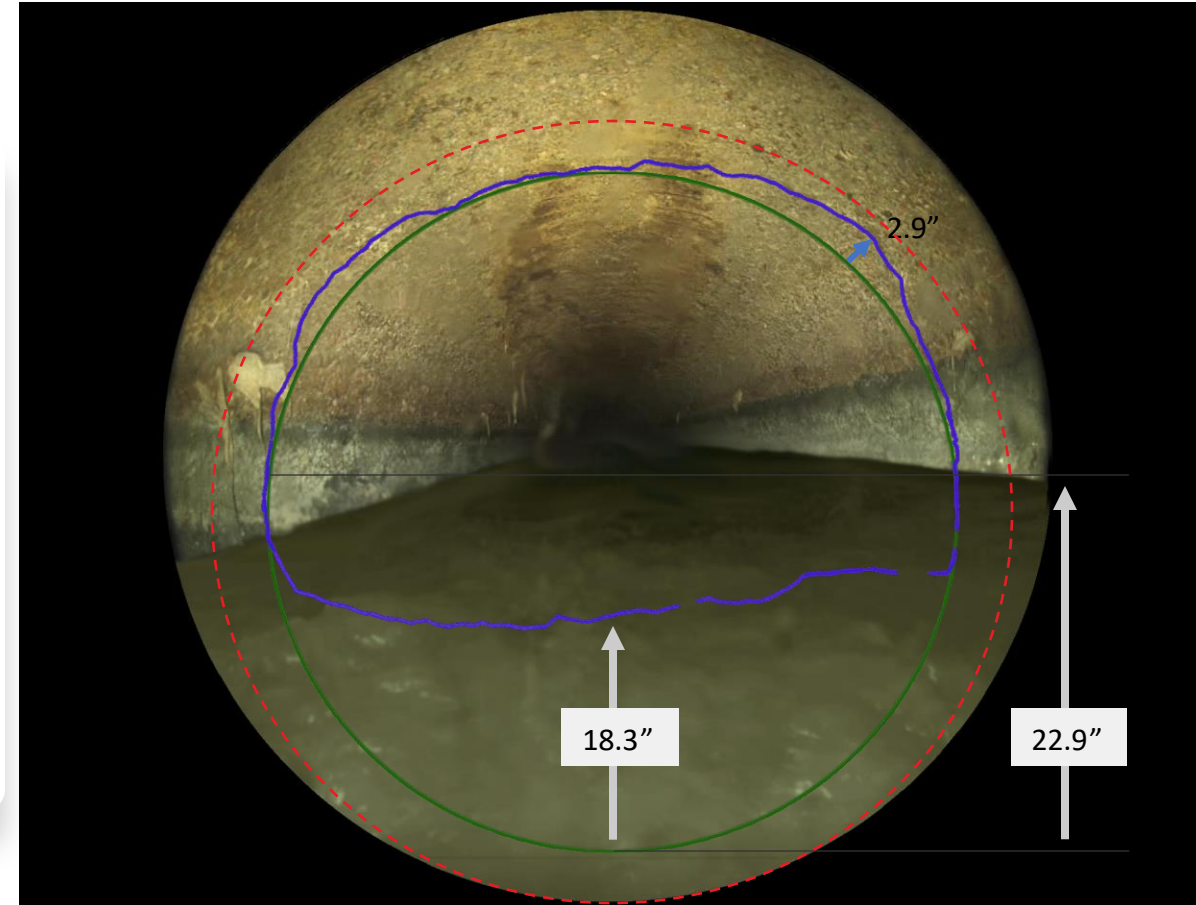
48" RCP

Forma de referencia alineada

Nivel del agua – 22.9"

Corrosión máxima – 2.9"

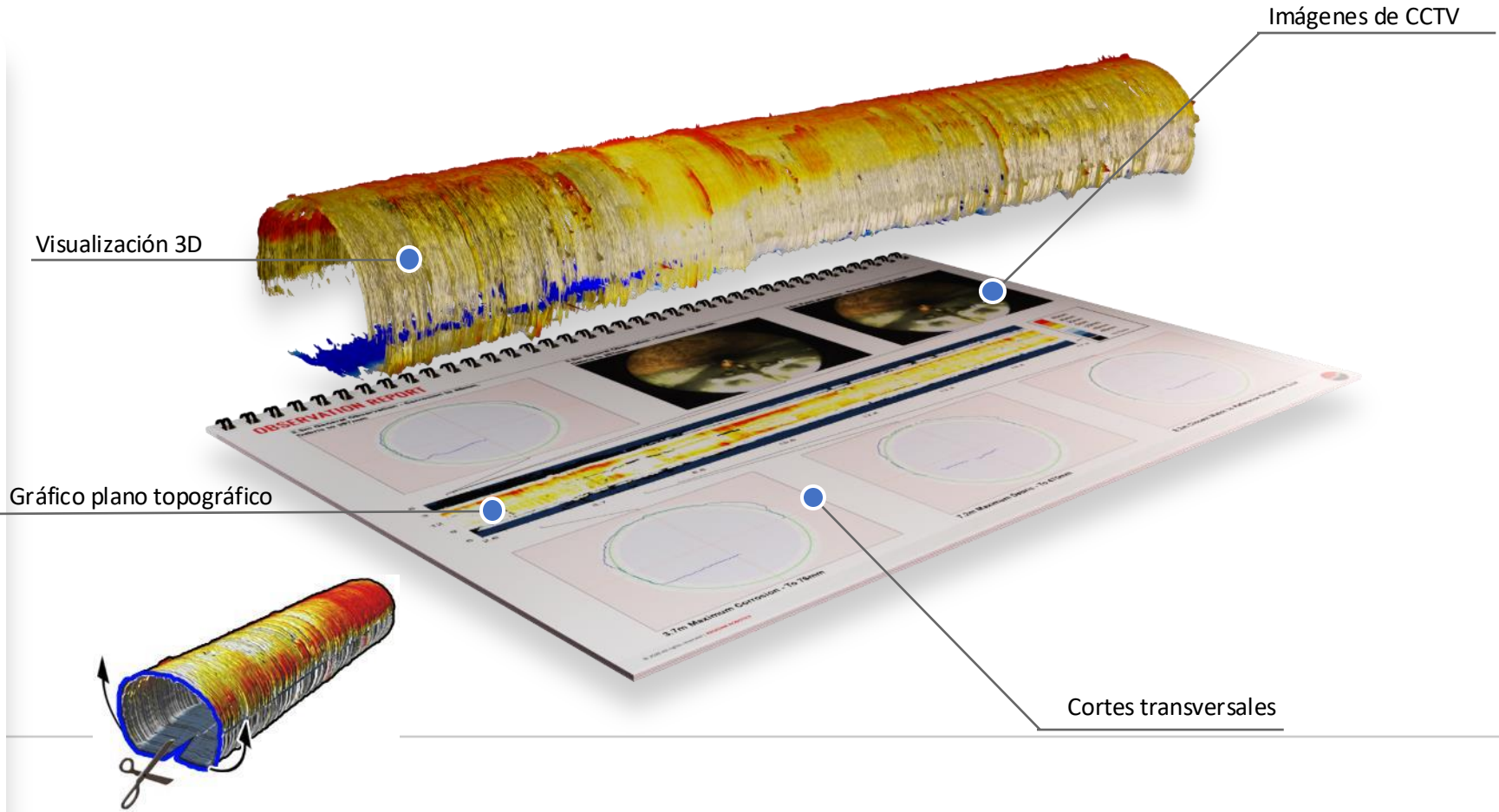
Espesor de pared – 4.5"



# ENTREGABLES – EVALUACIÓN DE CONDICIONES

## INFORME DE INSPECCIÓN MULTISENSOR

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| Tamaño                 | 48''                  |
| Longitud               | 50'                   |
| Corrosión máxima       | 2.9''                 |
| Máximo de sedimentos   | 18.5''                |
| Volumen de sedimentos  | 162.4 ft <sup>3</sup> |
| Promedio de sedimentos | 16.4''                |
| Rango de Flujo         | 24.5''                |

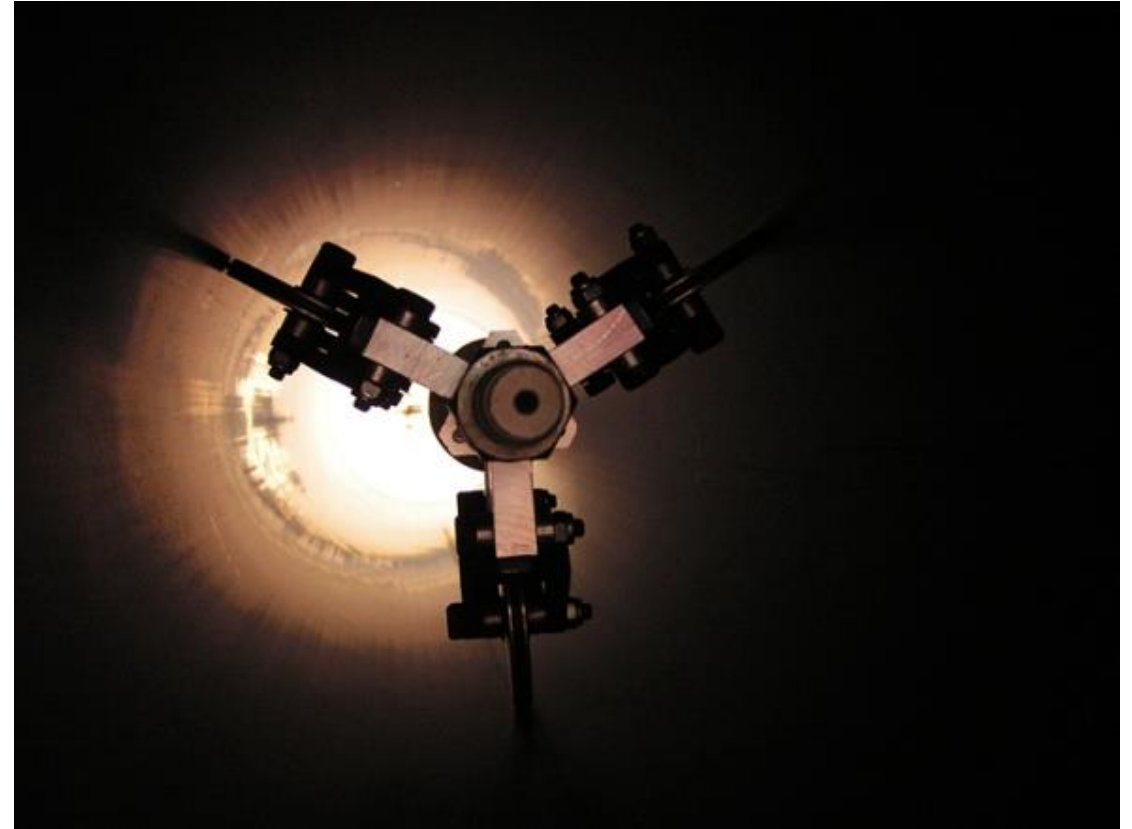


# ¿Cuándo puede ser útil la inspección con sensores múltiples?

- Alcantarillas grandes de más de 24" a 240" y sifones
- Sonda: niveles de escombros y ubicaciones debajo de la superficie del agua sin bypass
- Tubos de concreto/hormigón
  - Dónde y cuánto concreto se ha perdido de la pared o en las juntas
  - Identificar y cuantificar curvas
  - Se necesitan dimensiones exactas de la tubería para rehabilitación
- Tubos flexibles y de ladrillo
  - Ovalidad
- Identificación y tamaño de agujeros; por encima y por debajo del agua
- Tubos no circulares
  - Determinar las dimensiones exactas para las opciones de rehabilitación

# Tecnología de localización de tuberías: sondas inteligentes Geoespaciales

- No requiere cable de comunicación
- Datos almacenados en la sonda
- Realizar mapeo digital de tuberías
  - 1.5 a 96 pulgadas de diámetro
- Requiere acceso para iniciar y recuperar la sonda
  - Se prefiere cada 2000 pies para una mejor precisión
- Se utiliza en cruces de autopistas, ríos y canales
- Produce dibujos digitales de plan y perfil de la tubería

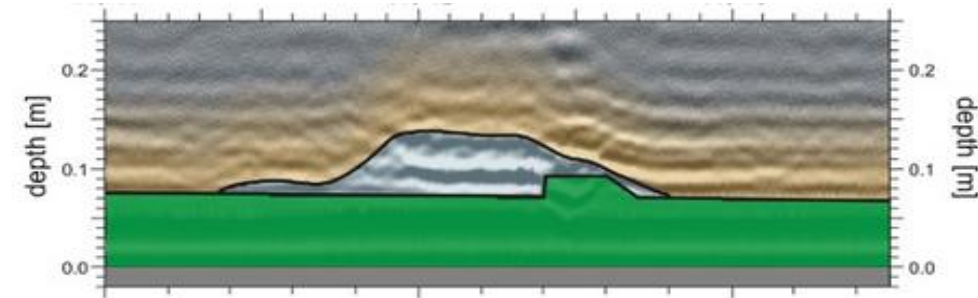


# Radar de Penetración de Tuberías (PPR)

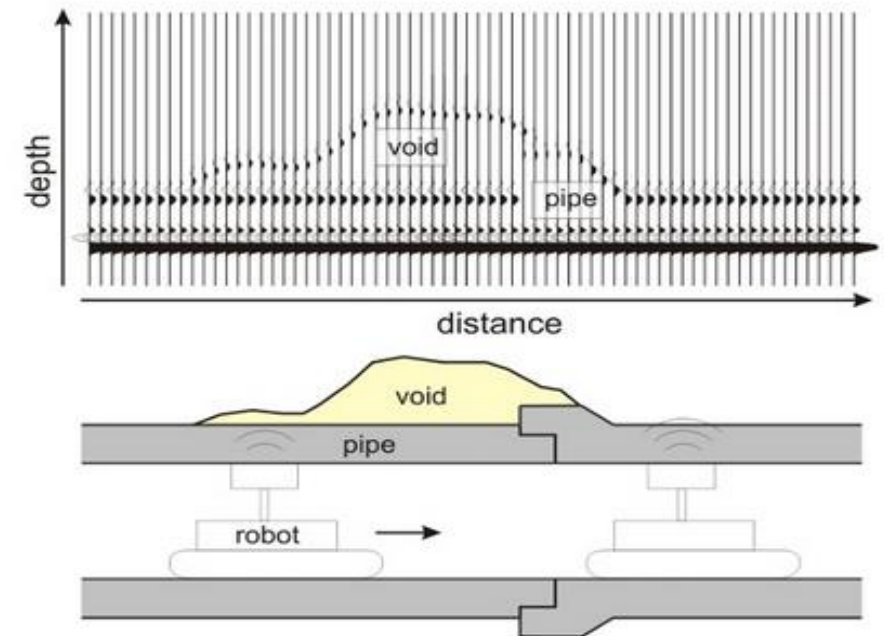
- Aplicación en tubería de radar de penetración subterránea
- El pulso PPR viaja a través del material de una tubería en función de sus propiedades dieléctricas, que a su vez son función de la composición química y física de los materiales
- SewerVue
  - CCTV with In-Pipe GPR
  - Can identify & quantify voids behind the pipe wall



C

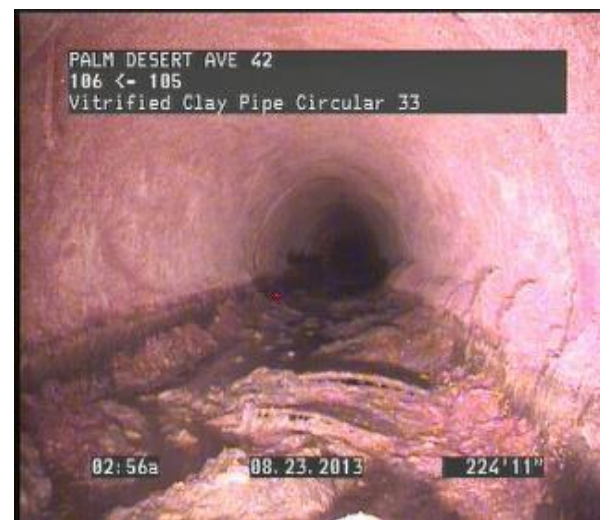
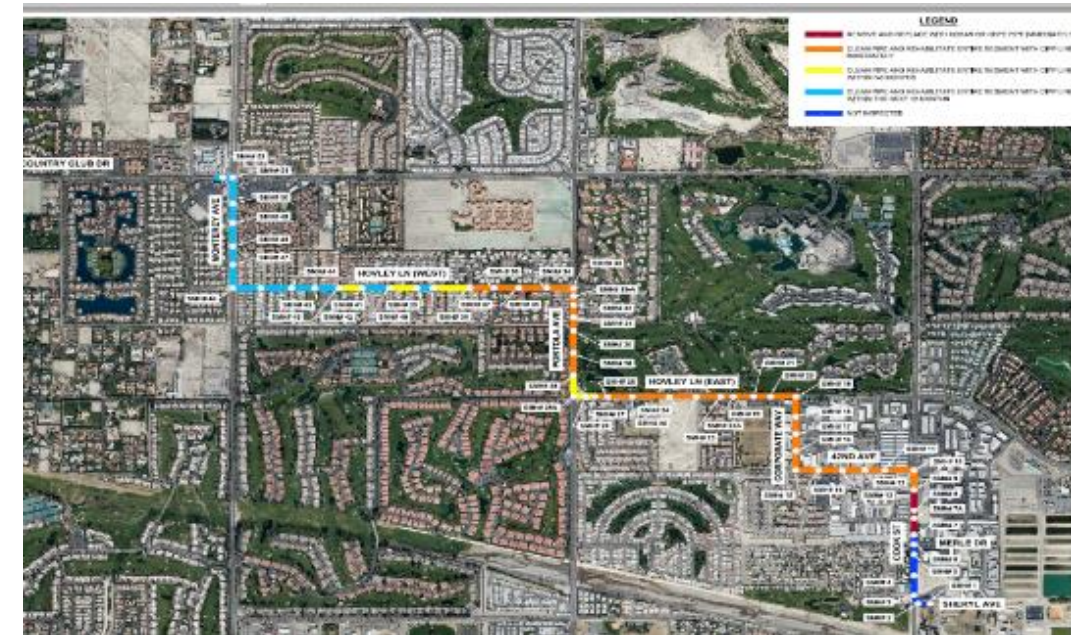


A



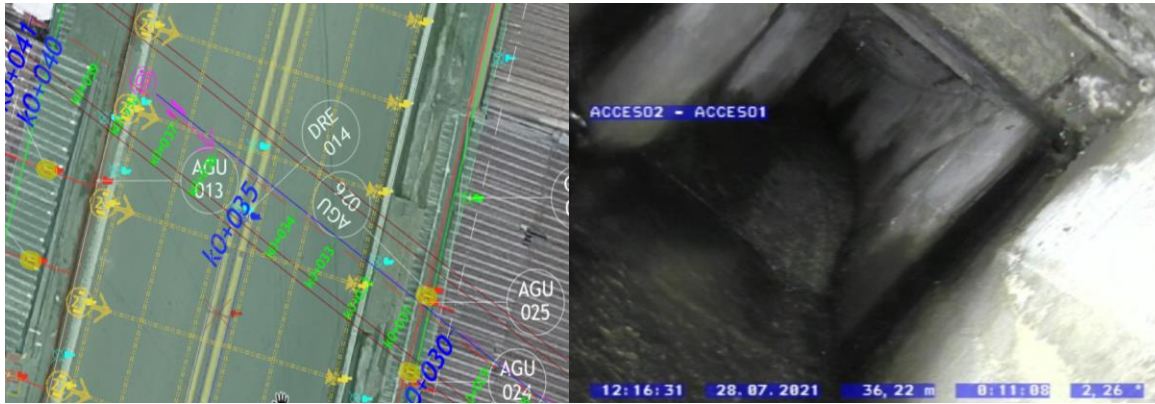
# Radars de Penetración de Tuberías (PPR)

- Tubería de gres de 33" y 36"
- 7 años
- Paredes que se desmoronan
- Escombros mayores
- Análisis de vacíos antes de rehabilitación con CIPP

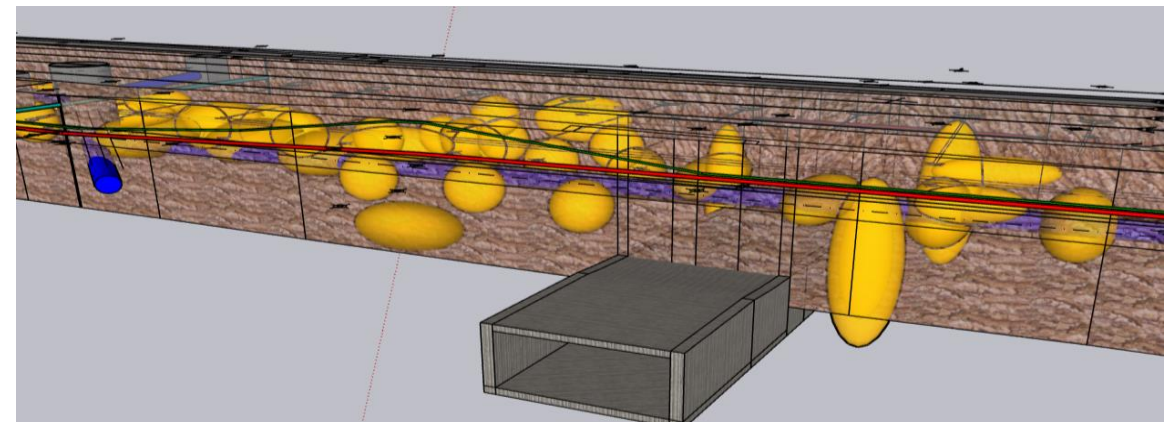
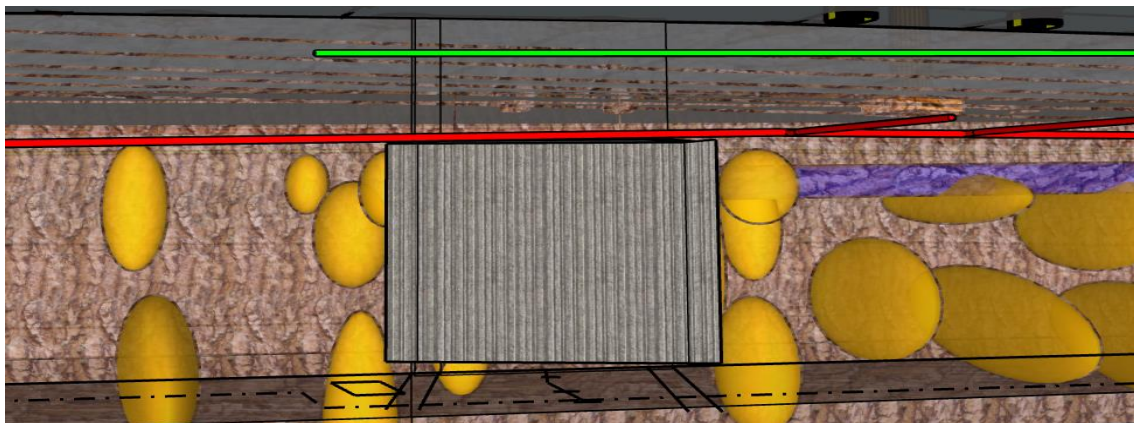
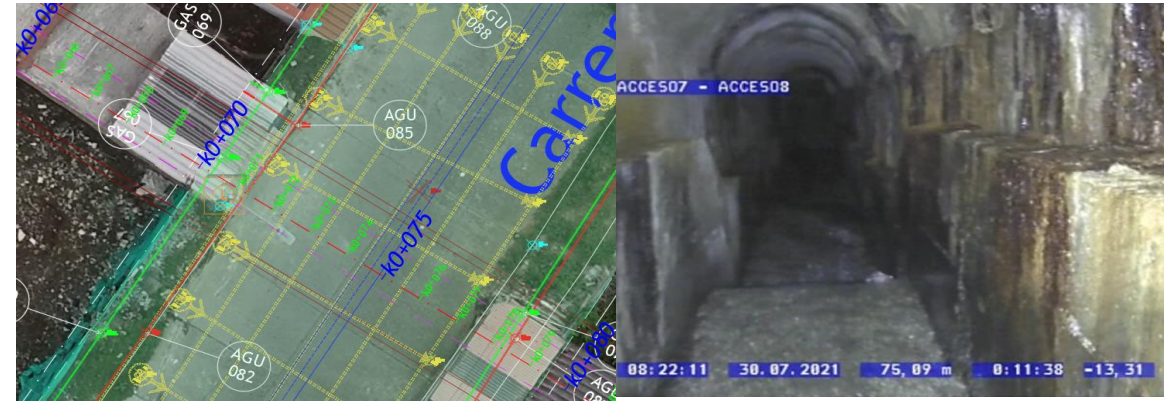


# Resultados de Combinación de Tecnologías

## CRUCE No.2 – VIA NACIONAL



## CRUCE No.6





# Estándares para la Evaluación de Condición de Tuberías

# Evaluación de Tuberías – Pipeline Assessment and Certification Program (PACP)

- Antes de 2001, la industria en EE. UU. no tenía estándares
- NASSCO lideró el esfuerzo para desarrollar
- Basado en los códigos del Centro de Investigación del Agua (WRc)
  - Muchos años de uso en el Reino Unido
  - WRc brinda servicios de consultoría a NASSCO
- 2001 – PACP fue publicado por primera vez
- 2009 – Traducido al Francés
- 2012 – Traducido al Español

Ciudad : EL NOGAL

| Informe de inspección / Inspección: 1 |                     |           |                 |                  |                    |
|---------------------------------------|---------------------|-----------|-----------------|------------------|--------------------|
| Fecha :                               | Número de trabajo : | Tiempo :  | Operador :      | Nº del tramo :   | Nombre del tramo : |
| Presente :                            | Vehículo :          | Camara :  | Preestablecer : | Limpio :         | Grado :            |
| Calle :                               | CLL 61KRA 10        | Mapa 1 :  |                 | Pozo Inicio :    | 2                  |
| Población :                           | EL NOGAL            | Mapa 2 :  |                 | Pozo final :     | 3                  |
| Situación :                           |                     | Medio 1 : |                 | Longitud tramo : | 182.67 m           |
| Motivo de inspección :                | estudio de muestra  |           | Diametro :      | GRES             |                    |
| Tipo :                                |                     |           | Materia :       |                  |                    |
| Distribo :                            |                     |           | Revestimiento : |                  |                    |
| Recambio :                            |                     |           | Recambio :      |                  |                    |
| Comentarios :                         |                     |           |                 |                  |                    |

| 1:306 | Posición | Incidencia, Observaciones   |  |
|-------|----------|---|--|
|       | 0.00     | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 62.27 mm, a 3 h., Todo la sección   |  |
|       | 0.62     | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 62.27 mm, a 3 h., Todo la sección   |  |
|       | 3.68     | Junta desplazada, longitudinal, Desplazamiento conexión: 50 mm, desde 4 a 6 h.  |  |
|       | 13.26    | Materia adherido a la pared de la canalización, reducción de la sección transversal Reducción de la sección transversal: 1%, a 7 h.   |  |
|       | 13.58    | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 2 mm, desde 7 a 10 h., Todo la sección Fotografía No 1 Anexo Complementario     |  |
|       | 14.89    | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 3 mm, a 12 h., Todo la sección Fotografía No 2 Anexo Complementario             |  |
|       | 16.87    | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 3 mm, a 4 h., Todo la sección Fotografía no. 3                                  |  |
|       | 18.84    | unión, conexión abierta, Altura: 152 mm, (Anchura: 152 mm), a 4 h.  |  |
|       | 18.64    | unión, conexión abierta, Altura: 152 mm, (Anchura: 152 mm), a 3 h.  |  |
|       | 18.65    | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 2 mm, a 10 h., Todo la sección Fotografía No 4                                  |  |
|       | 27.92    | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 3 mm, a 4 h., Todo la sección Fotografía No 5 Anexo Complementario              |  |
|       | 28.22    | G Fisura, grieta superficial, longitudinal, anchura de la fisura: 3 mm, a 4 h., Todo la sección                                       |  |
|       | 28.56    | Pérdidas, fragmentos de la pared desaparecidos, Longitud rotura/desplome: 50 mm, a 5 h.   |  |
|       | 30.05    | G Fisura abierta, longitudinal, anchura de la fisura: 3 mm, a 4 h., Todo la sección Fotografía No. 6 Anexo Complementario             |  |
|       | 31.78    | G Fisura abierta, circunferencial, anchura de la fisura: 2 mm, desde 10 a 2 h., Todo la sección Fotografía No. 7 anexo complementario |  |
|       | 32.45    | unión, conexión abierta, Altura: 152 mm, (Anchura: 152 mm), a 4 h.  |  |

O-TEK CLL 81 # Página: 1



# Importancia de la Estandarización



## PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN NASSCO EN EVALUACIÓN DE TUBERÍAS® (PACP®)

### Sección 4 — Código de Defecto Estructural

|  |  |  |  |  |   |   |
|--|--|--|--|--|---|---|
| <b>C GRIETA 4-3</b><br>CL Longitudinal<br>CC Circunferencial<br>CM Múltiple<br>CS Espiral  | <b>F FRACTURA 4-9</b><br>FL Longitudinal<br>FC Circunferencial<br>FM Múltiple<br>FS Espiral<br>FH Bisagra (2, 3, 4)  | <b>B ROTO 4-17</b><br>BSV Suelo Visible<br>BVV Vacío Visible   | <b>H HUECO 4-21</b><br>HSV Suelo Visible<br>HVV Vacío Visible  | <b>D DEFORMADO 4-25 (Rígido)</b><br>DR Rígido Deformado<br>Sin modificadores usados  | <b>D DEFORMADO 4-25 (Flexible)</b><br>DFBR Redondo Abultado<br>DFBI Abultado Inv. <b>QUXV</b><br>DFC Arrugado<br>DFE Elíptico                     | <b>D DEFORMADO 4-25 (Ladrillo)</b><br>DTBR Redondo Abultado<br>DTBI Abultado Inv. <b>QUXV</b>   |
| <b>X COLAPSO 4-37</b><br>X <b>Colapso</b>  | <b>J JUNTA 4-43</b><br>JOS Separación Pequeña<br>JOM Intervalo Medio<br>JOL Intervalo Grande   | <b>J Junta 4-43</b><br>JOSD Intervalo Pequeño<br>JOMD Intervalo Medio <b>Defect.</b><br>JOLD Intervalo Grande <b>Defect.</b> | <b>J JUNTA 4-43</b><br>JSS Separación Pequeña<br>JSM Separación Mediana<br>JSL Separación Grande   | <b>J JUNTA 4-43</b><br>JAS Angular Pequeño<br>JAM Angular Mediano<br>JAL Angular Grande                                    | <b>S DAÑO DE 4-51 SUPERFICIE</b><br>SRI <b>Reparación</b> Incrementada<br>SAV Agregado Visible<br>SAP Agregado Proyectado<br>SAM Agregado Perdido | <b>S DAÑO DE 4-51 SUPERFICIE</b><br>SBV <b>Refuerzo</b> Visible<br>SRP <b>Refuerzo</b> Proyectado<br>SRC Refuerzo Corrosión<br>SMV <b>Materia</b> Perdido |
| <b>S DAÑO DE 4-51 SUPERFICIE</b><br>SSS Superficie Desconchada<br>SSC Superficie Desconchada Tapada<br>SCP Ataque Químico<br>SZ Otro | <b>LF CARACTERÍSTICA 4-67 DE COBERTURA</b><br>LFAC Conexión Abandonada<br>LFAS Espacio Anular<br>LFB Cobertura Ampollada<br>LFCS Servicio Desplazado Cortado | <b>LF CARACTERÍSTICA 4-67 DE COBERTURA</b><br>LFD Separado<br>LFDL Descoloración<br>LFDW Arrugado<br>LFDL Delaminación       | <b>LF CARACTERÍSTICA 4-67 DE COBERTURA</b><br>LFDL Servicio Aumentado<br>LFRS Resina Balsa<br>LFUC Servicio Reducido<br>LFW Arrugado<br>LFO Otro | <b>WF FALLA DE SOLDADURA</b><br>WFC Circunferencial<br>WFL Longitudinal<br>WFM Múltiple<br>WFS <b>Especial</b><br>WFO Otro | <b>RP PUNTO DE REPARACIÓN 4-89</b><br>RPN <b>Revestimiento</b><br>RPLD Revestimiento Defectuoso<br>RPP Parche<br>RPPD Parche Defectuoso           | <b>RP PUNTO DE REPARACIÓN 4-89</b><br>RPR Reemplazo<br>RPPD Reemplazo Defectuoso<br>RPZ Otro<br>RPZD Otro Defectuoso                                      |
| <b>MAMPOSTERÍA 4-97</b><br>DB Desplazada<br>MB <b>Perdida</b><br>DI Invertido Reducido   | <b>MAMPOSTERÍA 4-97</b><br>MMS Mortero Perdido Pequeño<br>MMM Mortero Perdido Medio<br>MML Mortero Perdido Grande  |  |  |  |   |   |



## PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN NASSCO EN EVALUACIÓN DE TUBERÍAS® (PACP®)

### Sección 5 — Operación y Mantenimiento

|   |  |  |   |   |  |   |
|---|--|--|---|---|--|---|
| <b>D DEPÓSITOS 5-3 (Adherido)</b><br>DAE Incrustación<br>DAGS Grasa<br>DAR Entrampamiento<br>DAZ Otro | <b>D DEPÓSITOS 5-4 (Asentado)</b><br>DSP Fino<br>DSGV Grava<br>DSC Duro/Compacto<br>DSZ Otro         | <b>D DEPÓSITOS 5-4 (Ingresos)</b><br>DNP Fino (Sedimento/arena)<br>DNGV Grava<br>DNZ Otro                              | <b>R RAÍCES 5-11 (Fino)</b><br>RFB Barril<br>RFL Lateral<br>RFC Conexión<br>RFJ Junta                                     | <b>R RAÍCES 5-11 (Medio)</b><br>RMB Barril<br>RML Lateral<br>RMC Conexión<br>RMO Junta            | <b>R RAÍCES 5-11 (Bola)</b><br>RBB Barril<br>RBL Lateral<br>RBC Conexión<br>RBI Junta  | <b>R RAÍCES 5-11 (Tapa)</b><br>RTB Barril<br>RTL Lateral<br>RTC Conexión<br>RTJ Junta   |
| <b>I INFILTRACIÓN 5-19</b><br>IS Mancha<br>ISB Barril<br>ISC Conexión<br>ISJ Junta<br>ISL Lateral     | <b>I INFILTRACIÓN 5-19</b><br>IWL Lagrimeo<br>IWB Barril<br>IWC Conexión<br>IWI Junta<br>IWL Lateral | <b>I INFILTRACIÓN 5-19</b><br>IR Riego<br>IDB Barril<br>IDC Conexión<br>IDI Junta<br>IDL Lateral                       | <b>I INFILTRACIÓN 5-19</b><br>IR Escape<br>IRB Barril<br>IRC Conexión<br>IRJ Junta<br>IRL Lateral                         | <b>I INFILTRACIÓN 5-19</b><br>IG Gusher<br>IGB Barril<br>IGC Conexión<br>IGJ Junta<br>IGL Lateral | <b>OB OBSTACULOS 5-31</b><br>OBB <b>Ladrillo</b> o Mampostería<br>OBC Objeto a través de Conexión<br>OBI Objeto Intruso a través de Muro | <b>OB OBSTACULOS 5-31</b><br>OBE Objeto en Junta<br>OBN Material de Tubo en Inv. Escobedo de Constr.<br>OBP Cable Externo de Tubo |
| <b>OB OBSTACULOS 5-31</b><br>OBR Rocas<br>OBS Construcción en Estructura<br>OS2 Otro                  | <b>V ALIMAÑAS 5-45</b><br>VR Rata<br>VC Cucaracha<br>VZ Otro   | <b>G TEST RESINA &amp; SELLO 5-49</b><br>GTP Test Resina Pasado<br>GTPJ Junta<br>GTL Test Resina Fallido<br>GTPJ Junta | <b>G TEST RESINA &amp; SELLO 5-49</b><br>GTU Test Resina Incapaz<br>GTPJ Junta<br>GTL Lateral<br>GRT Test Resina Locación |   |  |   |

### Sección 7 — Características Misceláneas

### Sección 6 — Características de Construcción

|  |   |  |  |  |   |  |
|--|---|--|--|--|---|--|
| <b>T TAPAA 6-3 (Brazo)</b><br>TB Inicial<br>TBI Ingreso<br>TBD Defectuoso<br>TBC Tapado<br>TBA Actividad<br>TBB Abandonado | <b>T TAPAA 6-3 (de Montaña)</b><br>TF Hecho en Fábrica<br>TFI Ingreso<br>TFD Defectuoso<br>TFC Tapado<br>TFA Activo<br>TFB Abandonado | <b>T TAPAA 6-3 (rehabilitado)</b><br>TRI Ingreso<br>TRD Defectuoso<br>TRC Tapado<br>TRA Activo<br>TRB Abandonado             | <b>T TAPAA 6-3</b><br>TM Montura<br>TSI Ingreso<br>TSD Defectuoso<br>TSC Tapado<br>TSA Activo                            | <b>IS MATERIAL DE INTRUSO SELLO 6-15</b><br>ISSR Anillo de Sellamiento<br>ISSRB Coligante<br>ISSRL Perdido<br>ISGT Credido         | <b>M CARACTERÍSTICAS MISCELÁNEAS</b><br>MCU Cámara Bajo de Agua<br>MGO Observación General<br>MGP Fotografía General<br>MML Tamaño de Junta | <b>M MISCELÁNEA FEATURES</b><br>MWLS Nivel de agua<br>MWM Marca de Agua<br>MY Test de Tinte<br>MYV Tinte Visible<br>MYN No Visible |
| <b>L LÍNEA 6-21 (de Abajo)</b><br>LD Abajo<br>LLD Izquierda Abajo<br>LLU Izquierda Arriba                                  | <b>L LÍNEA 6-21 (de Arriba)</b><br>LR Derecha<br>LRD Derecha Abajo<br>LRU Derecha Arriba<br>LU Arriba                                 | <b>A PUNTO DE ACCESO 6-25</b><br>ACB Cuenca Recepción<br>ACO Limpieza<br>ACOM Línea Principal<br>ACOP Propiedad<br>ACOH Casa | <b>A PUNTO DE ACCESO 6-25</b><br>ADP Punto de Descarga<br>AEP Fin del Tubo<br>AUB Caja de Junta<br>AMM Metro<br>AMM Poso | <b>A PUNTO DE ACCESO 6-25</b><br>AOC Otra Estructura<br>ATC Conexión <b>Tg</b><br>AWA Acceso Agua Residual<br>AMM Metro<br>A7 Otro | <b>M MISCELÁNEA FEATURES</b><br>MLC Cambio de Cubierta<br>MMC Cambio de Material<br>MGC Cambio de Forma/Tamaño<br>MBA Abandono de Estudio   |  |

# Importancia de la Estandarización

- Consistencia
- Mayor utilización
- Gestión de activos/evaluación comparativa
- Apoyo a la industria
- Programas de software estandarizados
- Base de datos transferible
- Mayor flexibilidad
- Postores más calificados
- Mayor calidad
- Mejores recomendaciones de rehabilitación
- Mayor profesionalismo

Grieta = no abierta

Fractura =  
visiblemente abierta



# Importancia de la Estandarización

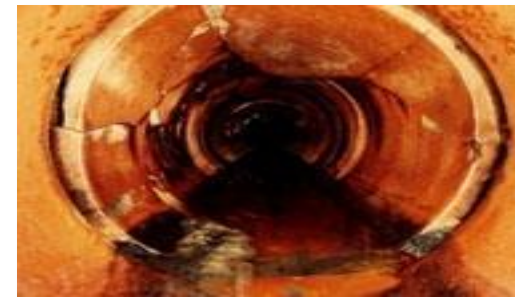
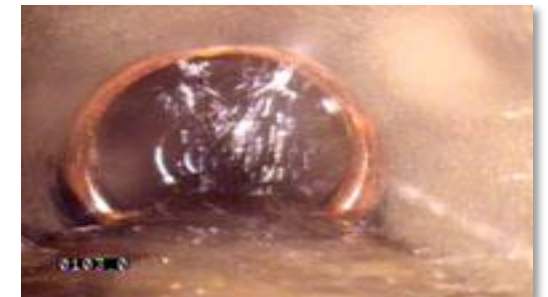
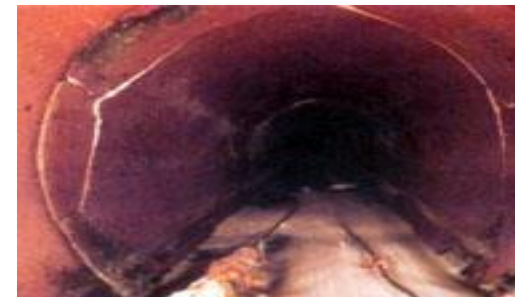
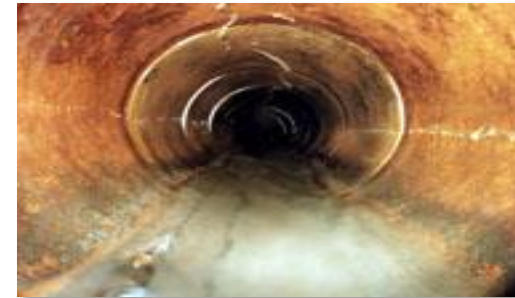
**Grado 1 - Bueno**

**Grado 2 – Regular**

**Grado 3 - Malo**

**Grado 4 – Muy Malo**

**Grado 5 - Critico**



# Grados de Condición de PACP

- Cada defecto tiene un grado de condición
- Los grados de condición van desde
  - 1 – Menos grave
  - 5 – Más grave
- Se utiliza para desarrollar puntajes de segmento

## Grados de Condición PACP/LACP

### Códigos de Defecto Estructural

| Descripción              | Código | Grado Estructural                       |               | Grado O&M |
|--------------------------|--------|---|---------------|-----------|
|                          |        | Alcantarillado /Combinado/ Agua Pluvial | Dique/Represa |           |
| <b>GRIETA</b>            |        |   |               |           |
| Grieta Longitudinal      | CL     | 2                                       | 3             |           |
| Grieta Circunferencial   | CC     | 1                                       | 1             |           |
| Grieta Múltiple          | CM     | 3                                       | 3             |           |
| Grieta Espiral           | CS     | 2                                       | 3             |           |
| Grieta Bisagra 2         | CH2    | 2                                       | 5             |           |
| Grieta Bisagra 3         | CH3    | 3                                       | 5             |           |
| Grieta Bisagra 4         | CH4    | 4                                       | 5             |           |
| <b>FRACTURA</b>          |        |   |               |           |
| Fractura Longitudinal    | FL     | 3                                       | 4             |           |
| Fractura Circunferencial | FC     | 2                                       | 4             |           |
| Fractura Múltiple        | FM     | 4                                       | 4             |           |
| Fractura Espiral         | FS     | 3                                       | 4             |           |
| Fractura Bisagra 2       | FH2    | 3                                       | 5             |           |
| Fractura Bisagra 3       | FH3    | 4                                       | 5             |           |
| Fractura Bisagra 4       | FH4    | 4                                       | 5             |           |
| <b>ROTO</b>              |        |   |               |           |
| Roto                     | B      | 4                                       | 5             |           |
| Suelo Roto Visible       | BSV    | 5                                       | 5             |           |
| Vacío Roto Visible       | BWV    | 5                                       | 5             |           |
| <b>HUECO</b>             |        |   |               |           |



### PACP® Sistema de Calificación de Condiciones

Usando el Código Matriz PACP, a cada código de PACP se le asigna un grado de calidad que va de 1 a 5. Los Grados se asignan basado en la importancia del defecto, la magnitud de daño, el porcentaje de restricción para la capacidad de flujo o la cantidad de pérdida de la pared debido a la deterioración.

#### Nota

*El Sistema de Calificación de Condiciones PACP solo es inadecuado para determinar si un segmento de la cañería debe rehabilitarse o debe reemplazarse. Deben considerarse muchos otros factores además de la condición interior del segmento. El hecho que un segmento tenga el grado 4 o grado 5 no necesariamente significa que el segmento de la cañería debe rehabilitarse inmediatamente, así pues, PACP no reemplaza el juicio de ingenieros profesionales. La reciente experiencia por los usuarios de PACP ha mostrado que los tubos con defectos serios, como las fallas de bisagra, puede permanecer sin cambios durante muchas décadas si ningún factor de deterioro como sobrecarga, raíces o agua subterránea presentes.*

### Grados de Condición

Los Grados de Condición son asignados para dos categorías diferentes, estructural, operación y Mantenimiento (O&M). Los Grados y definiciones son enlistados a continuación:

- 5 – Grado de Defecto más Significativo.
- 4 – Grado de Defecto Significativo.
- 3 – Grado de Defecto Moderado.
- 2 – Grado de Defecto Menor a Moderado.
- 1 – Grado de Defecto Menor.

El Sistema de Condición de Grado PACP que califica los resultados del Sistema son completamente dependientes en la calidad del defecto PACP codificado. Los errores en el codificando producirán errores directamente en la graduación. El Codificado deben lograrse basado en las pautas de PACP apropiadas y no en los Grados de Condición.

# Resumen de PACP

- PACP es un estándar establecido en los EE. UU. y Canadá
- Miles de operadores usan PACP
- Cientos de empresas de servicios públicos utilizan PACP, ¡incluyendo Canadá y Bogotá, Colombia!
- 18 programas de software certificados
- Base de datos flexible
- Soporte estandarizado para certificación, recertificación y capacitación de actualización
- NASSCO es una asociación comercial bien establecida (35 años)
- Existen también estándares para inspección
  - Acometidas de servicio
  - Pozos (manholes)
  - Instalación de encamisado con manga (CIPP)





**NASSCO®**

*¡Gracias!*