



*Instituto Colombiano de Tecnologías de Infraestructura Subterránea*

*Asociación Nacional de Empresas de Alcantarillado en Estados Unidos y Canada*





# ***La Importancia de la Inspección y Diagnostico en los Planes de Administracion de Activos Subterранеos***

***Carlos Andres Munera***

*Miembro de Junta Directiva de CISTT – Colombia*

*Co- Director de Comite Latino Americano de NASSCO - EEUU*

*Gerente de Operaciones Internacionales Pacific Group-Colombia*



**CISTT** . Fundada en 2009

- Promotor principal
  - Educacion
  - capacitacion
  - formacion
  - utilizacion de las tecnologias no destructivas (sin Zanja) en Latino America.

**NASSCO** Fundado en 1976 (Asociacion Nacional de Empresas de Alcantarillado en Los Estados Unidos y Canada)

- creacion de los estandares de la industria de diagnostico y rehabilitacion de activos subterraneos
- Fortalecer la aceptacion del uso de las tecnologias no destructivas en la construccion y rehabilitacion de activos subterraneos

[www.ictis.org](http://www.ictis.org)

[www.nassco.org](http://www.nassco.org)

# *Temas a Tratar*

1. *Por que es Importante Inspeccionar las redes*
2. *Algunas Tecnologias de Inspeccion y Diagnostico para Acueducto y Alcantarillado*
3. *La Importancia de la Estandarizacion en la recoleccion de la informacion (PACP de NASSCO)*
4. *El Correcto Manejo de la Informacion y Sus Ventajas*
5. *Caso Ejemplo Estados Unidos*
6. *Conclusiones*



# ***1. Por que debemos Inspeccionar y Diagnosticar las Redes***

---

## Debemos inspeccionar para invertir inteligentemente...

Alcantarillado: Redes antiguas, mas 40-70 años

- estamos reponiendo redes a ciegas \$

Acueducto:

- Perdidas : 25 – 82% (puede ser mas) \$

Debemos inspeccionar para poder priorizar...

## Ejemplo Sistema de Alcantarillado de Bogota D.C.

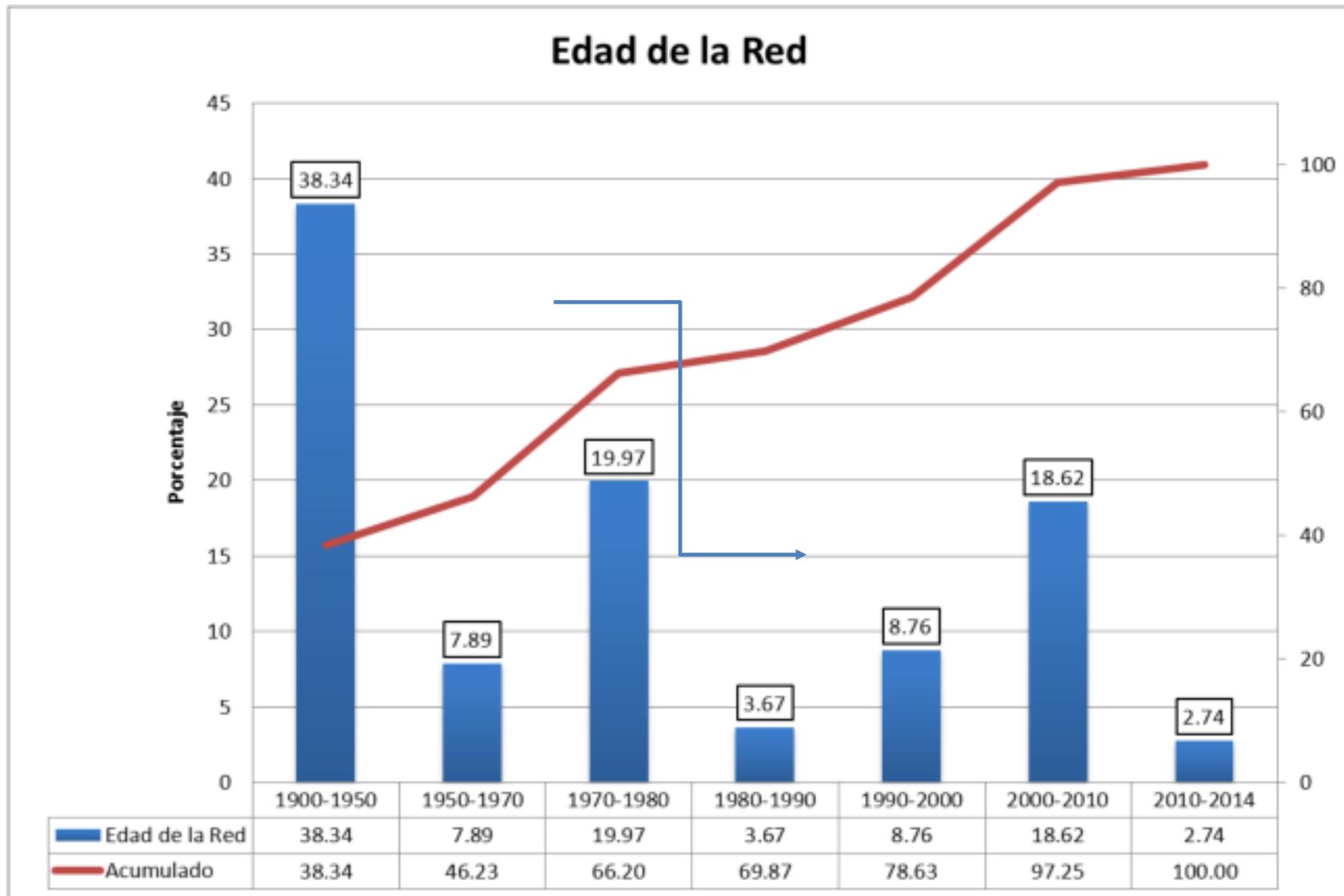
• Longitud del Sistema de Alcantarillado: 9,441Km

<input type="checkbox"/> Alcantarillado Sanitario :	4,696.1 Km	49.74%
<input type="checkbox"/> Aguas Lluvias:	2,928.69 Km	31.02%
<input type="checkbox"/> Combinadas:	1,815.96 Km	19.24%

• MANHOLES / Pozos : 214,652

• Sumideros 143,465

# Debemos inspeccionar... para reponer y rehabilitar



# Debemos inspeccionar... para prevenir desastres





**Figure #1**



**Cast Iron Pipe Broken from Water Hammer**



Debemos inspeccionar para ... **garantizar un buen sistema**  
**Atender Densificación de las ciudades**

Casas de Familia  
(4 Personas)

- Edificios (200 Personas +)

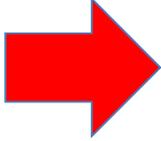
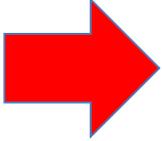


# Debemos inspeccionar...para garantizar un Sistema seguro y consistente Que No afecte la construccion de nueva Infratestructura Subterranea

- Diseño antiguo Metro de Bogota



# Debemos Inspeccionar...

- Información Confiable y bien recolectada 
- Decisiones Inteligentes
- Decisiones Inteligentes 
- **Inversiones Inteligentes!**



# ***1. Algunas Tecnologías de Inspección Para Acueducto y Alcantarillado***

---

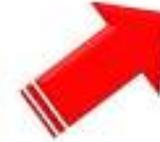
# *Tecnologías para Alcantarillado*

---

**Robots  
Investigadores CCTV  
& Tecnología de  
Escaneo Lateral**



**Cámaras de  
Poste**



**Cámaras de  
Empuje**



**Inspección  
Personal**



**Tecnología para  
Escaneo Óptico**



**Perfilador  
Laser**



# Equipos Robotizados CCTV

- Tecnología CCTV
- 4-72 Pulgadas
- Auto propulsados
- Controlados remotamente
- Traccion en todas las ruedas
- Herramientas de control y medicion



## Camaras de Poste



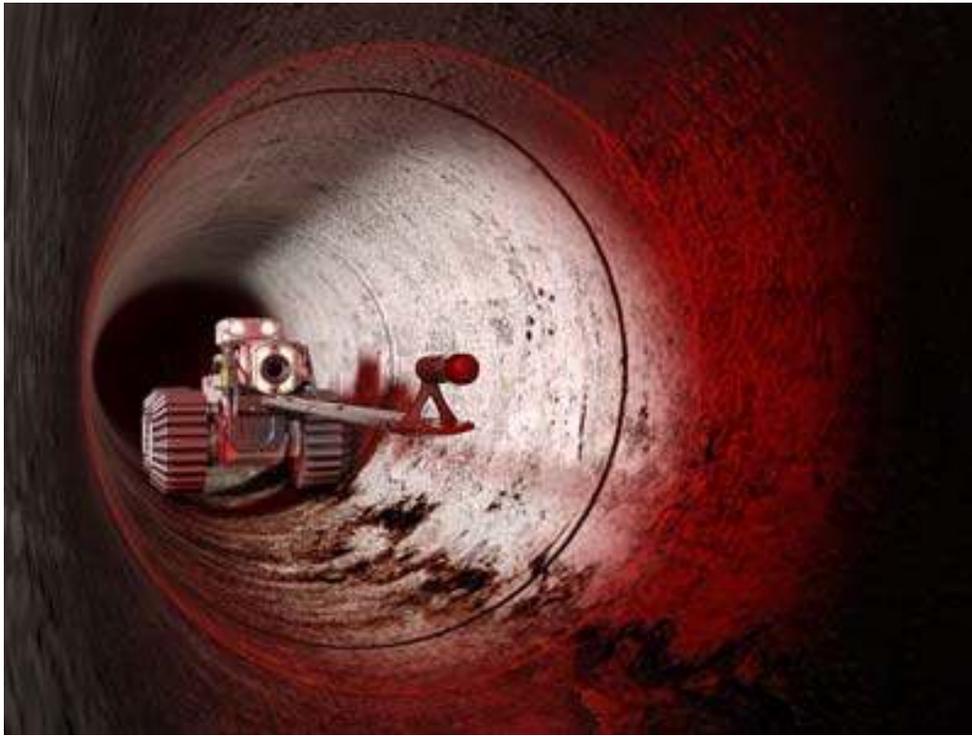
- Tecnología CCTV
- Inspeccion Rapida
- Programacion de Mantenimiento
- Catastro
- 4-72 Pulgadas
- Tecnología Zoom (436 X)
- Controlados remotamente
- Boca de tubo hacia adentro



## Cameras de Empuje

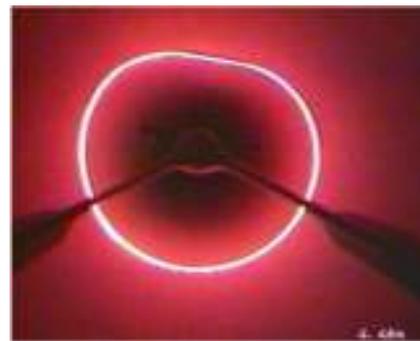
- Tecnología CCTV
- Inspeccion diametros menores
- 2-10 Pulgadas
- Tecnología Zoom (3 X)
- Se empuja para avanzar dentro de la tubería

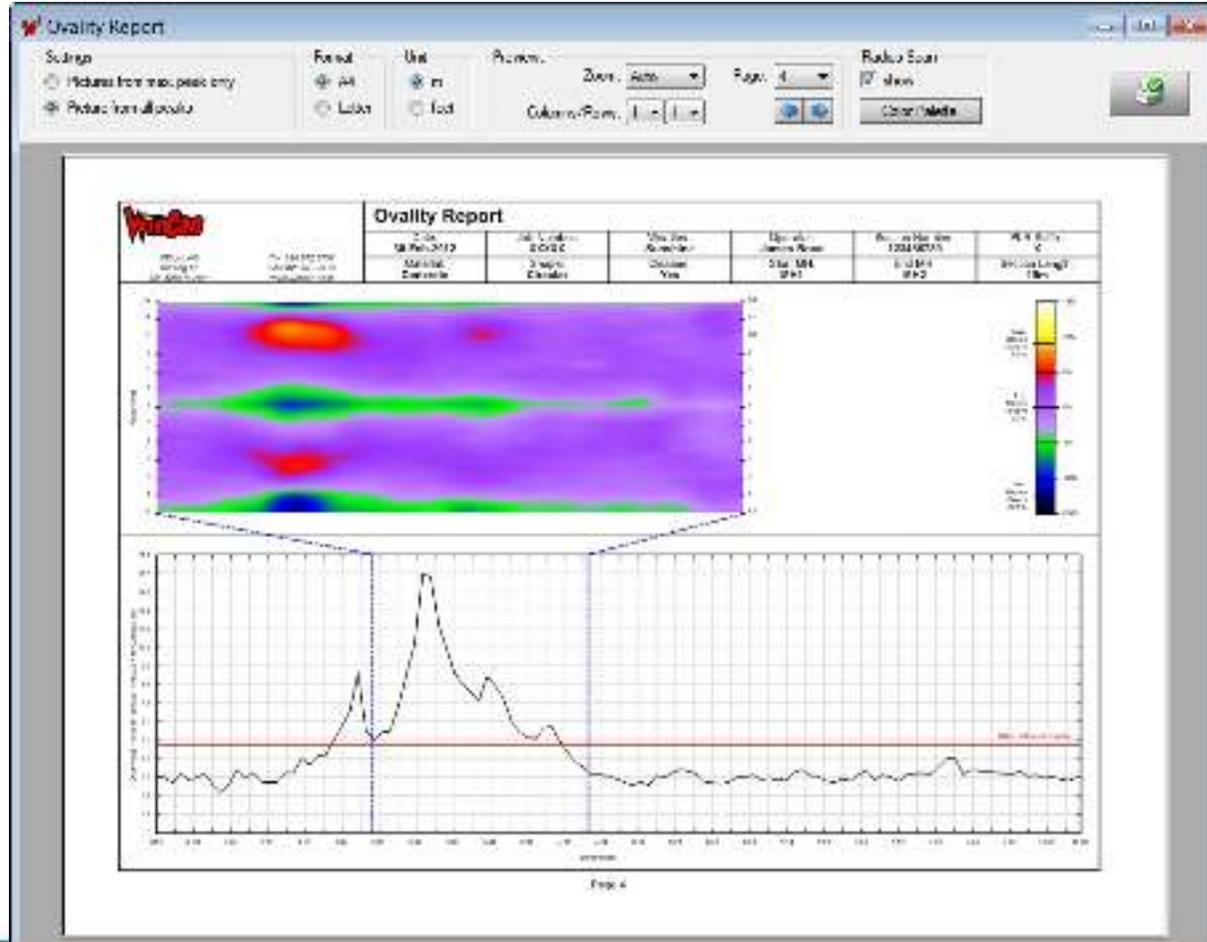
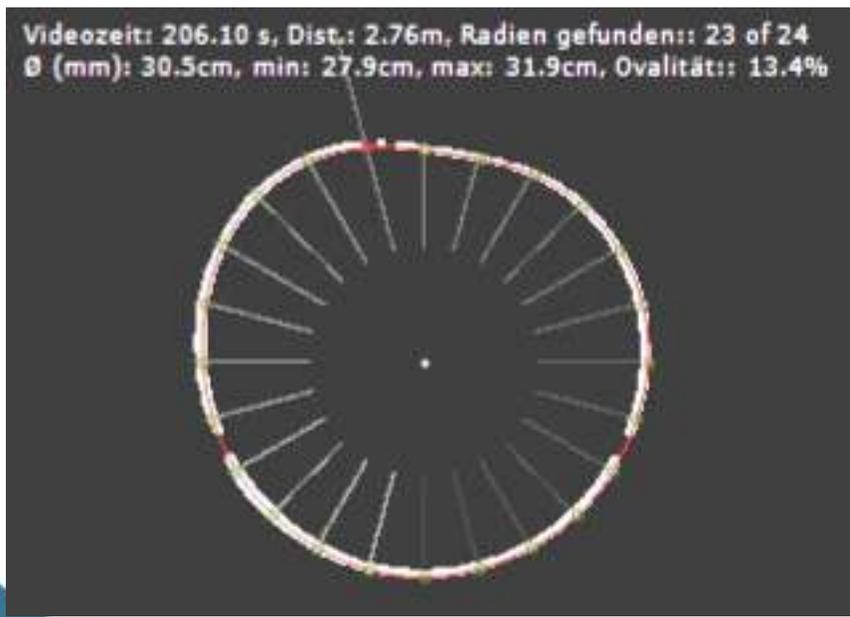




## Perfilador Laser

- Anillo laser
- Complemento CCTV
- Mide deformaciones geométricas de la tubería
- Ovalidad
- Diámetro real
- Capacidad
- Estimación Vida útil tubería

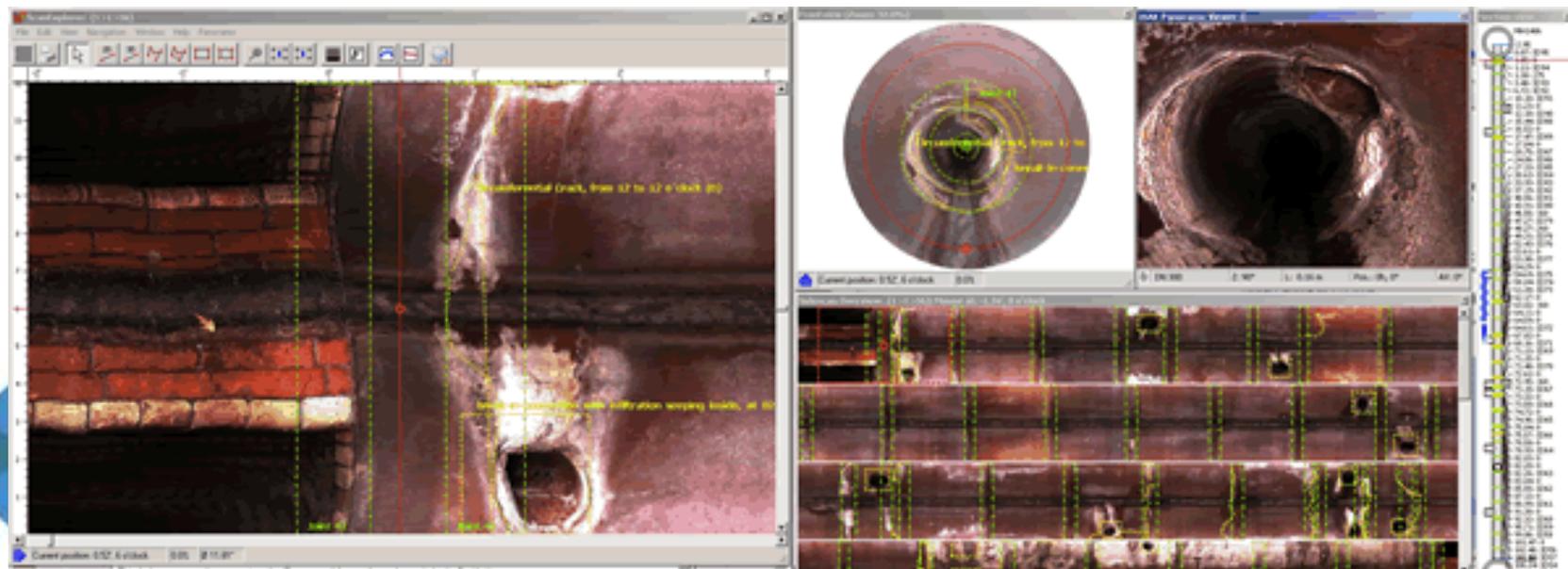
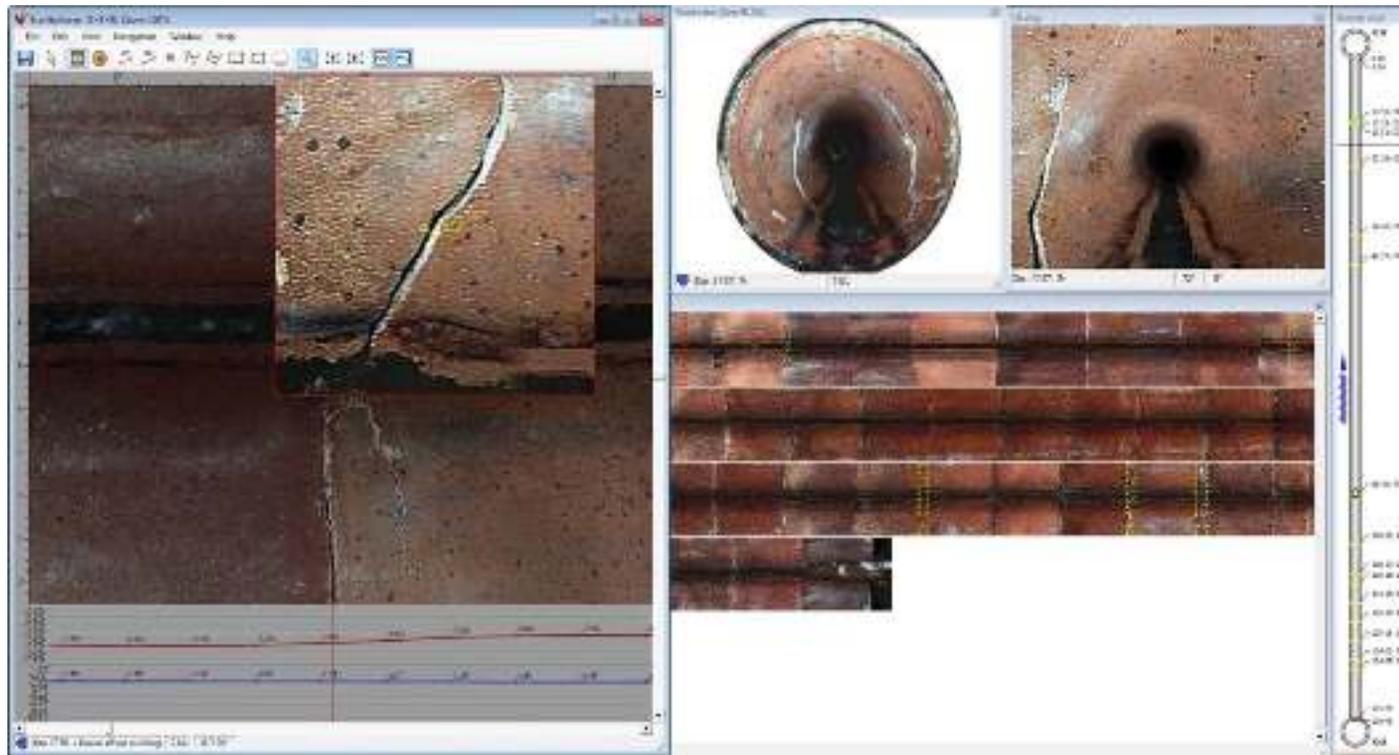




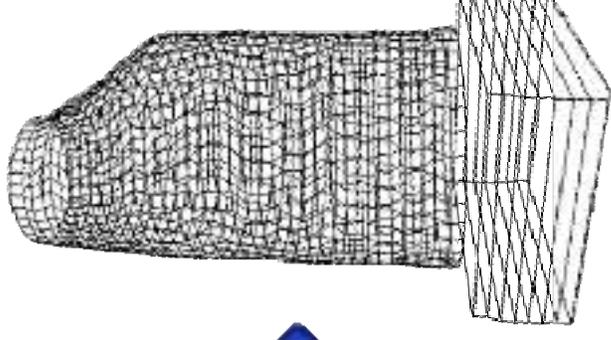
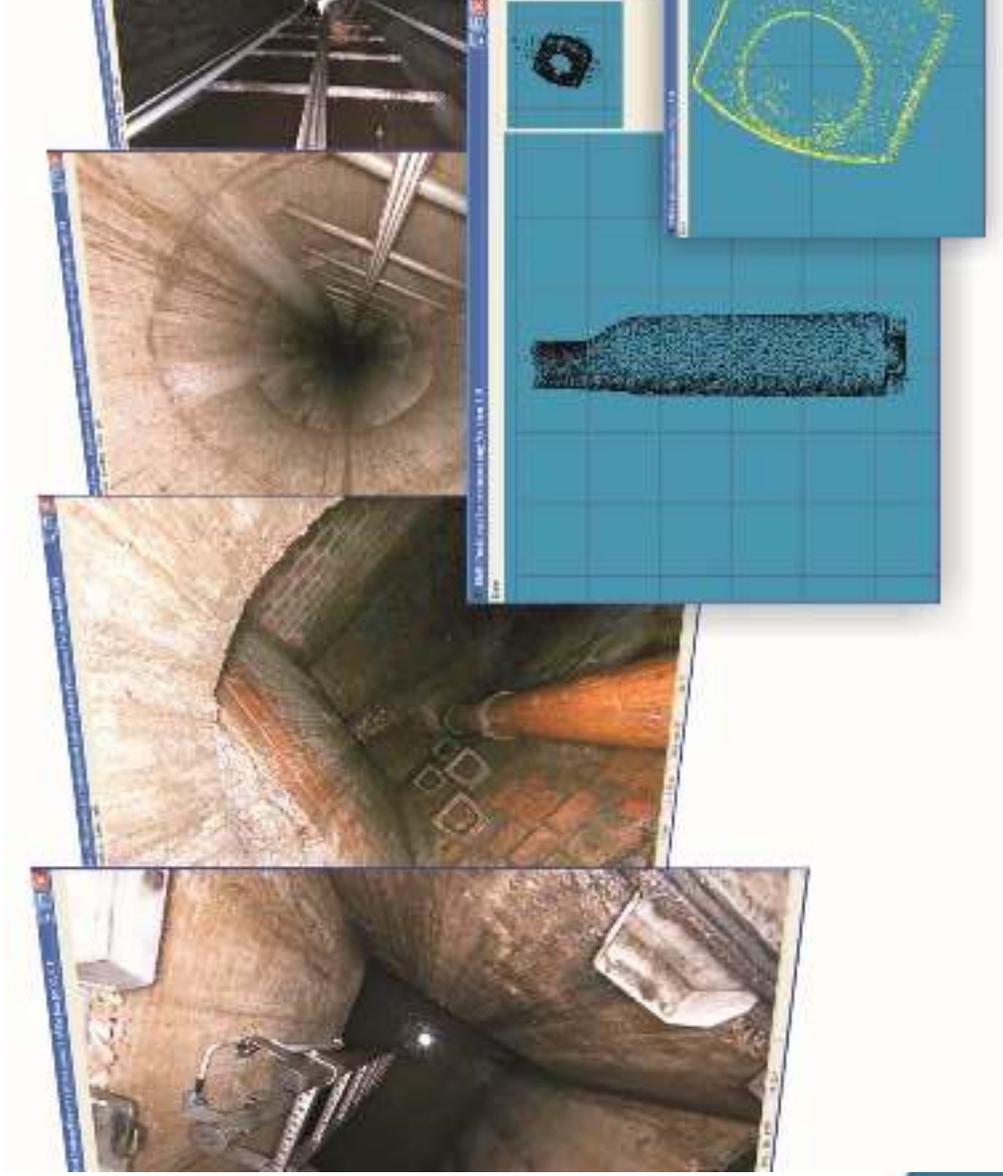
# Escaneo Optico



- Tecnología de Escaneo Optico
- D6 – (40-60) Pulgadas
- Ojo de Pescado
- Despliegue de la tubería en 2D y 3D
- Inspeccion 3 Veces Mas Rapida que CCTV



# Escaneo e Inspeccion Manholes/Pozos



# Que obtenemos?

Corosion



Raíces



Colmatación



Rompimiento

Fractura



Daño de Superficies

Colapso



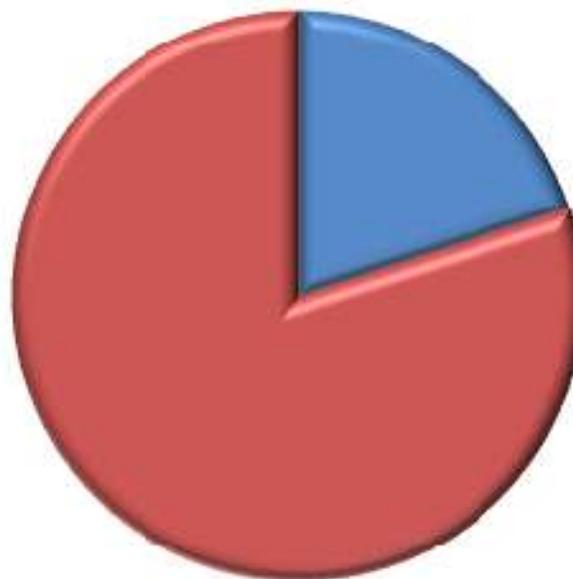
# *Tecnologías para Acueducto*

---

***Banco Mundial***

***14 BILLONES  
USD (Perdidas  
de Agua)  
Cada año***

■ Redes de Distribución ■ Redes Matrices

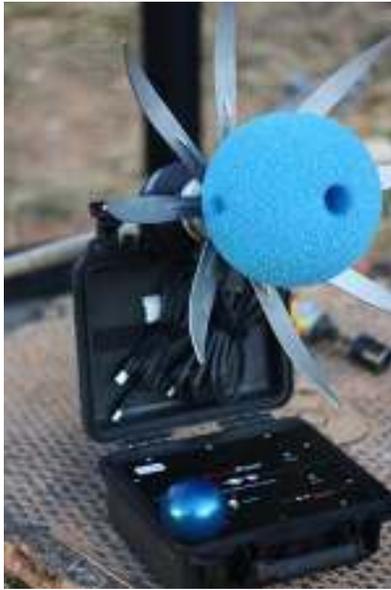


## Algunos estudios en Colombia han encontrado 2014:

- En Colombia se Pierden **1029 Millones de M3** agua cada año
- 2014 Represento : **1.3 Billones** de Pesos.
- Bogota: 480 Millones de M3
- 78% Casos: Fugas, Rupturas, Fraudes
- 22% Casos: Macro y Micromedicion

Fuente: Universia, 2014

# Equipos Automatizados



- De Flujo libre
- Cableados
- Sensores acústicos e hidrófonos
- Tecnologías electromagnéticas o ultrasónicas.
- Deteccion de Bolsas de Aire, Deteccion de fugas
- Analisis de Condiciones, Espesores de pared
- Desgastes
- Estimacion vida util





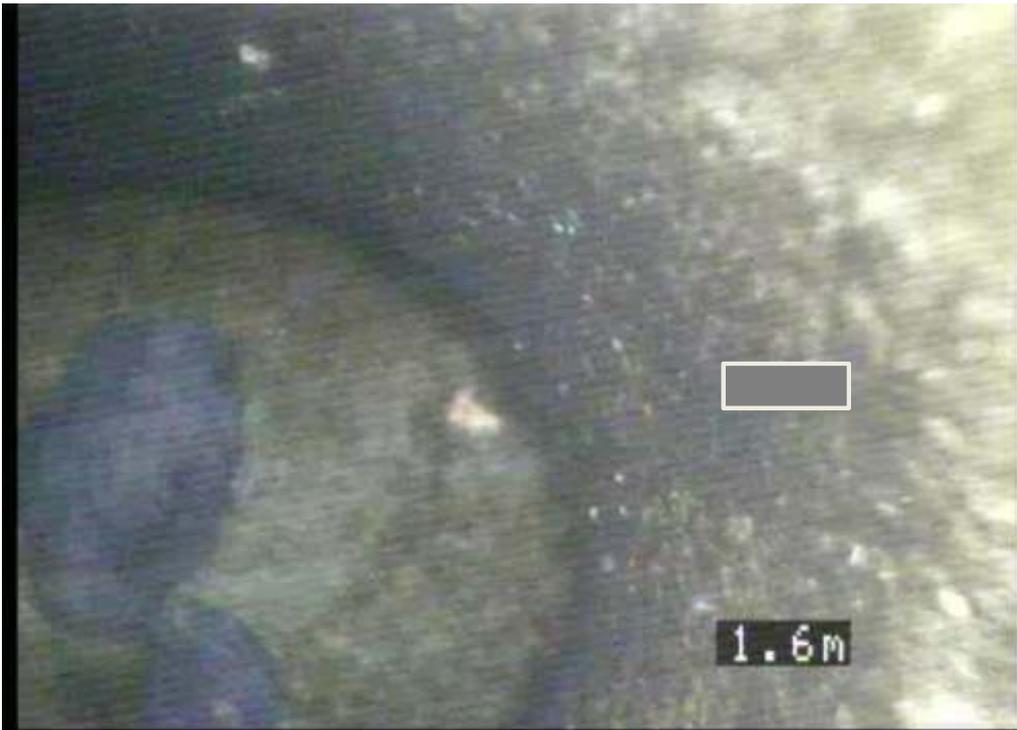


# Resultados

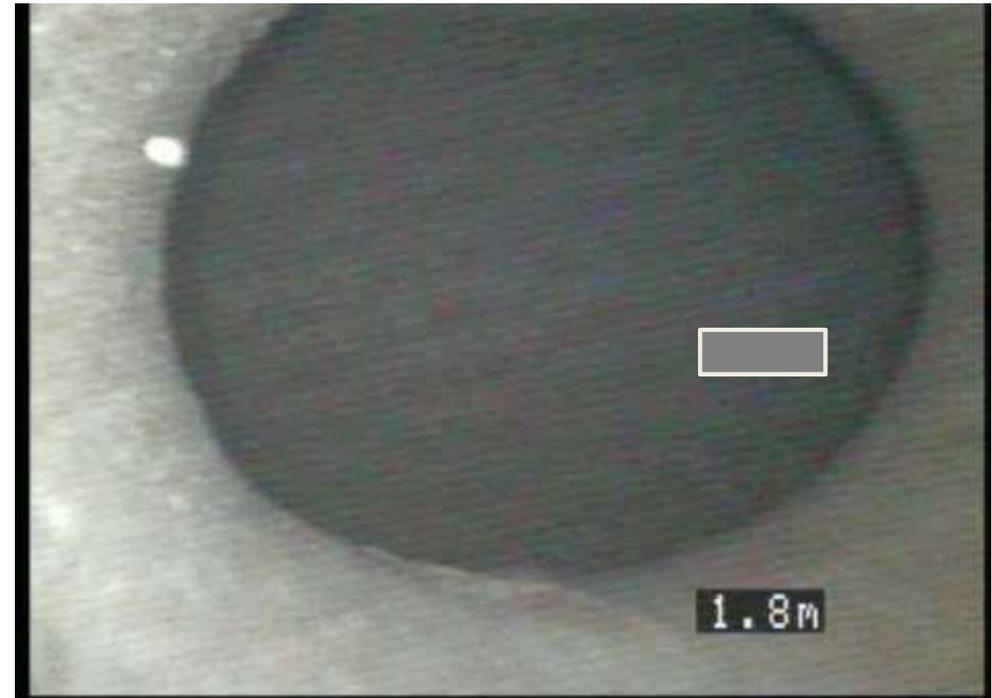
---

- **Puntos de Corrosion**
- **Reduccion de espesor**
- **Cuantificacion de problemas** y estimacion de **vida util** de la red
- **Detecta reduccion de capacidad hidraulica** y baja presion.
- Identificacion de **Fugas y fraudes**
- Identificacion puntos **sensibles a fallar por la presion de operacion**
- Identificacion puntual de fallas (**puede ser cambiado por secciones y no por totalidad**)

## Localizacion de Activos



**Valvula con  
Compuerta Cerrada**



**Identificacion & Localizacion  
de Valvula no Documentada  
(Posibilidad de uso de (GPS))**

## Restricciones al Flujo



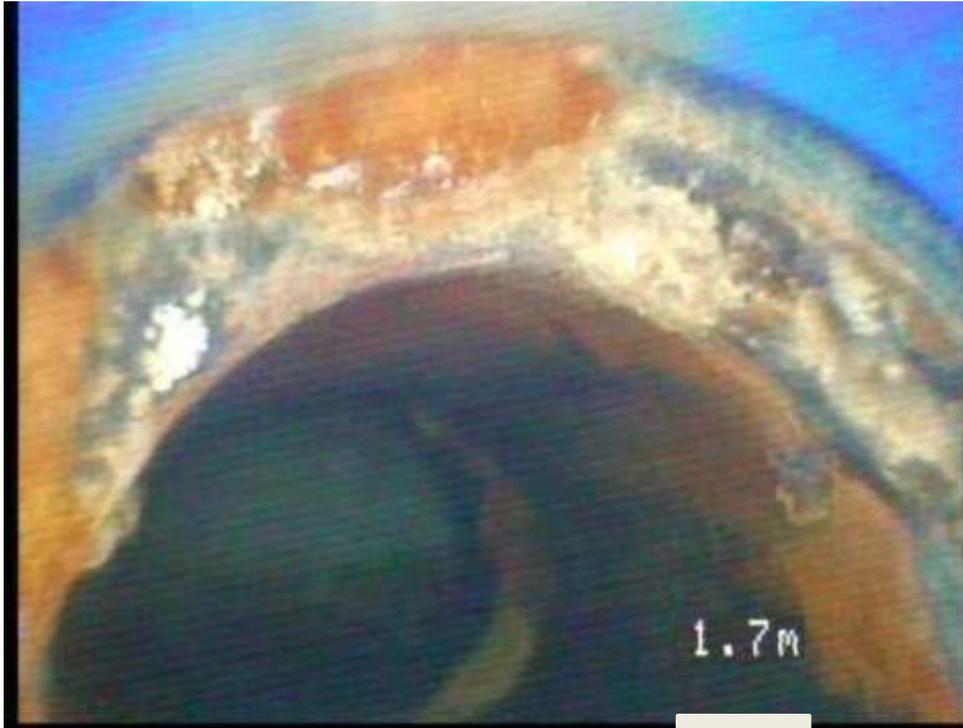
**Deteccion de problemas en juntas**

## Restricciones al Flujo



**Reduccion de Capacidad Hidraulica Severa**

## Inspeccion de Juntas



**Corrosion en junta de tuberia  
Metalica**

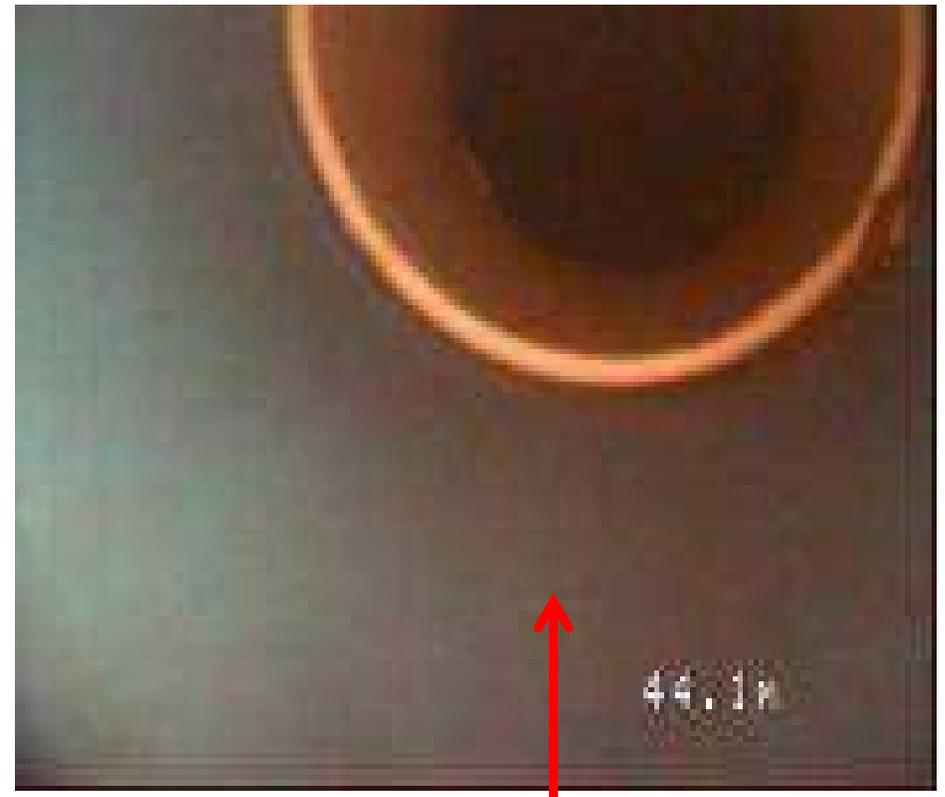


**Verificacion de Junta OK**

## Deteccion & Verificacion de Fugas



**Conexion Localizada,  
Verificacion de que no  
es una fuga**



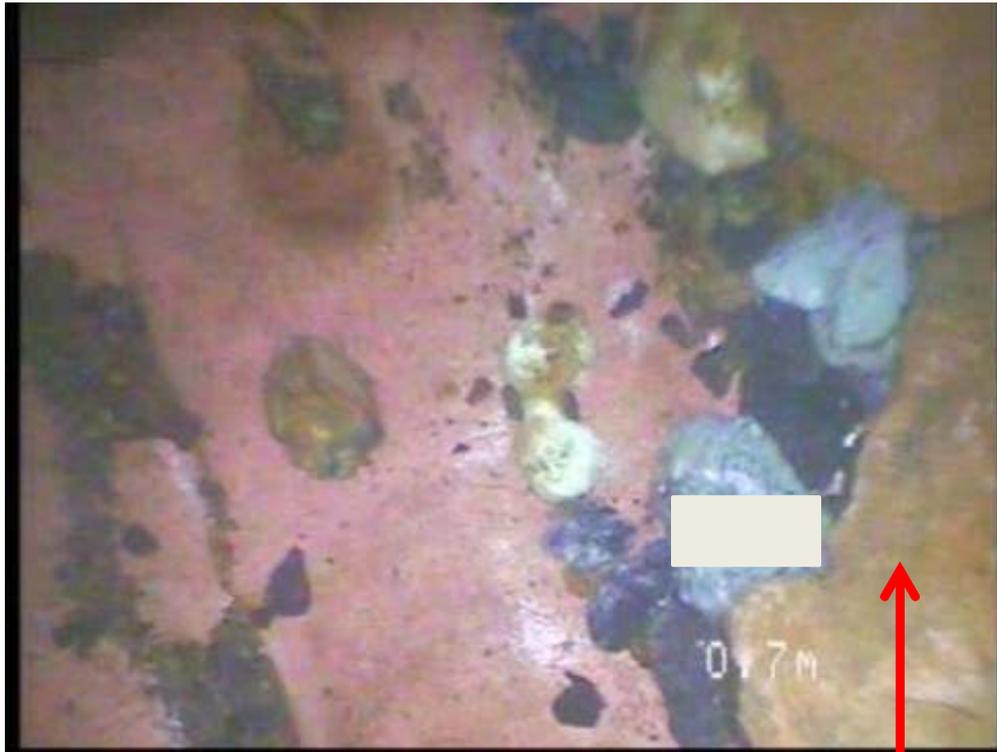
**Cambio de Material, se confirma que no  
es una fuga a diferencia de lo que  
identificaria un correlador**

## Identificación de Fallas en las Paredes



Pared de Tubería con  
Roturas & Fallas

## Investigaciones Generales

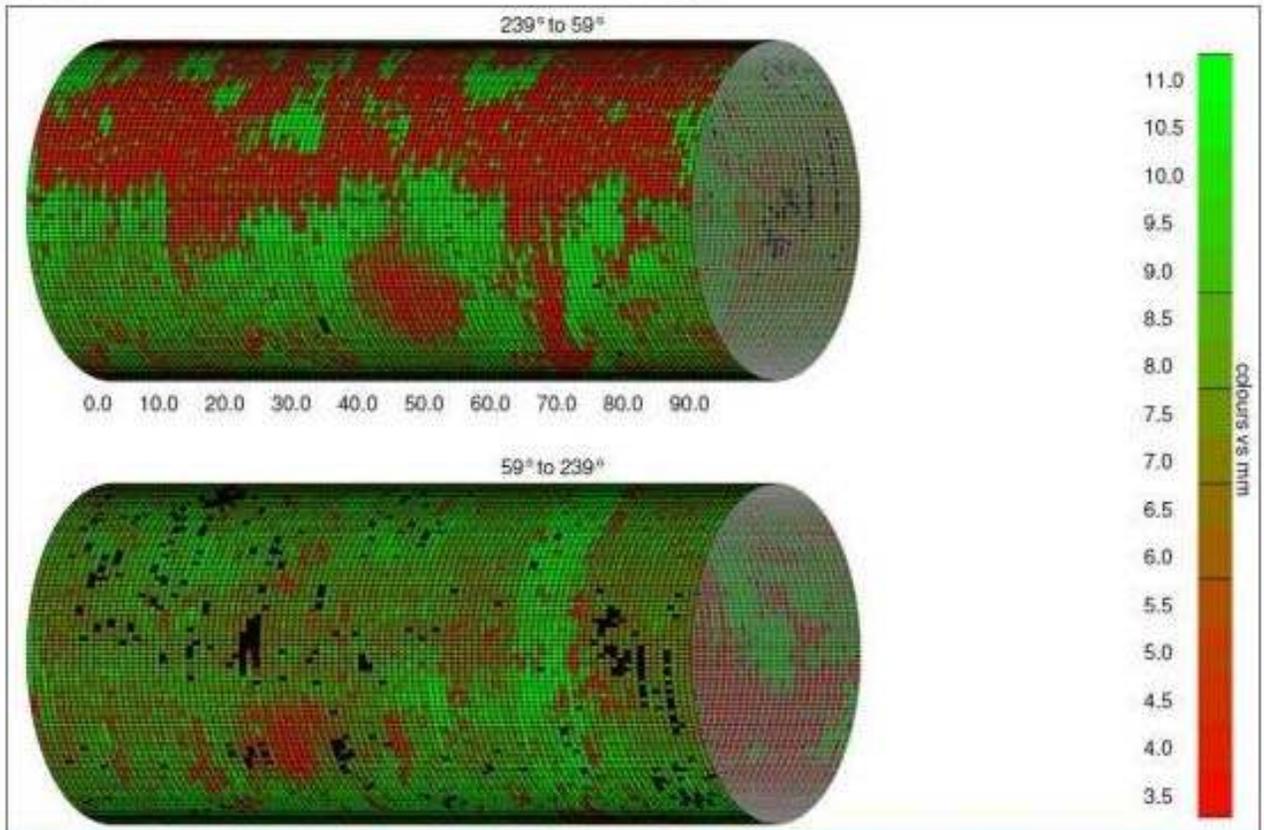


Contaminante identificado dentro de línea de acueducto (residuos de Construcción), verificación de calidad del Agua



Verificación de Reparaciones y rehabilitaciones, Datos historicos indicaban que se habia hecho rehabilitacion, Investigacion probó que no..

# Tecnologia Electro Magnetica y Ultrasonica



- Diametro Interno Real
- Diametro Externo
- Espesor real de tuberias
- Proyectar vida util

# Logra detectar... Anticipa el accidente

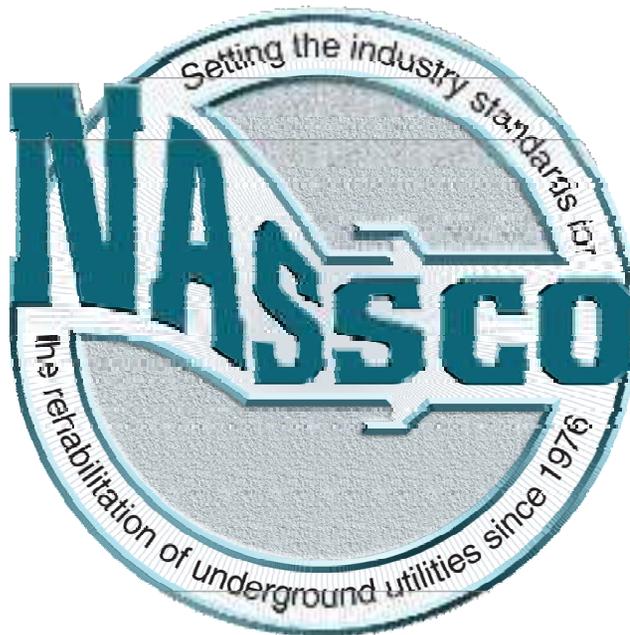


## ***2. La Importancia de la Estandarizacion en la recoleccion de la informacion (PACP de NASSCO)***

*(ejemplo alcantarillado)*



# El Programa PACP para la Evaluación de Tuberías



# El Programa de Certificación para la Evaluación de Tuberías (PACP)

## La meta del programa PACP de NASSCO:

- Forma consistente y objetiva para describir las condiciones de tuberías.
- Obtener Información para tomar decisiones inteligentes.
- **11,000 usuarios certificados**



# Beneficios de la Estandarización

- **Consistencia y Objetividad** en la descripción de **fallas y defectos**
- Consistente de clasificación/ calificación que nos permita **comparar (priorizar)**
- **Aumenta el valor de los mapas** alimentación con información de calidad
- **Programa serio de certificación** garantiza idoneidad en la recolección de información

# NASSCO Pipeline Assessment & Certification Program (PACP)

## Programa PACP

- Defectos estructurales
- Defectos de Operación & Mantenimiento
- Defectos de Construcción
- Defectos Misceláneos
- Sistema de clasificación de condiciones

# Section 4—Continuous Defect Coding

**“TRULY” 4-1**  
 “Truly” continuous defects run along the sewer without any interruption for more than three feet (1 meter).  
 Examples:  
 - Longitudinal Fractures  
 - Longitudinal Cracks

**“REPEATED” 4-1**  
 “Repeated” continuous defects occur at regular intervals along the sewer. These occur at pipe joints and include:  
 - Encrustation  
 - Open Joints  
 - Circumferential Fractures

**Code Changes in Version 6.0.1**  
 Added:  
 Buckling Wall (KW), Buckling Dimpling (KD), and Buckling Inverse Curvature (KI)

# Section 5—Structural Defect Coding (Module 6A)

**C CRACK 5-1**  
 CL Longitudinal 5-2  
 CC Circumferential 5-2  
 CM Multiple 5-2  
 CS Spiral 5-2  
 CH Hinge 5-2

**F FRACTURE 5-7**  
 FL Longitudinal 5-7  
 FC Circumferential 5-7  
 FM Multiple 5-7  
 FS Spiral 5-7  
 FH Hinge 5-7

**B BROKEN 5-15**  
 BSV -Soil Visible Beyond Defect 5-15  
 BV V -Void Visible Beyond Defect 5-15

**H HOLE 5-17**  
 HSV -Soil Visible Beyond Defect 5-17  
 HV V -Void Visible Beyond Defect 5-17

**D DEFORMED 5-19**  
 DV Deformed Vertically (brick) 5-19  
 DH Deformed Horizontally (brick) 5-19

**X COLLAPSE 5-23**  
 XP Pipe Collapse 5-23  
 XB Brick Collapse 5-23

**J JOINT 5-26**  
 JO Joint Offset (Displaced) 5-26  
 JS Joint Separated (Open) 5-26  
 JA Joint Angular 5-26

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SRI Roughness Increased 5-31  
 SRI - M - Mechanical  
 SRI - C - Chemical  
 SRI - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SAV Aggregate Visible 5-31  
 SAV - M - Mechanical  
 SAV - C - Chemical  
 SAV - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SAP Aggregate Projecting 5-31  
 SAP - M - Mechanical  
 SAP - C - Chemical  
 SAP - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SAM Aggregate Missing 5-31  
 SAM - M - Mechanical  
 SAM - C - Chemical Attack  
 SAM - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SRV Reinforcement Visible 5-31  
 SRV - M - Mechanical  
 SRV - C - Chemical Attack  
 SRV - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SRP Reinforcement Projecting 5-31  
 SRP - M - Mechanical  
 SRP - C - Chemical Attack  
 SRP - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SRC Reinforcement Corroded 5-31  
 SRC - M - Mechanical  
 SRC - C - Chemical Attack  
 SRC - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SMW Missing Wall 5-32  
 SMW - M - Mechanical  
 SMW - C - Chemical Attack  
 SMW - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SSS Surface Spalling 5-32  
 SSS - M - Mechanical  
 SSS - C - Chemical Attack  
 SSS - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SZ Other 5-32  
 SZ - M - Mechanical  
 SZ - C - Chemical Attack  
 SZ - Z - Not Evident

**S SURFACE DAMAGE 5-31**  
 SCP Corrosion (metal pipe) \*no modifiers used 5-32

**K BUCKLING 5-45**  
 KW Wall 5-45  
 KD Dimpling 5-45  
 KI Inverse Curvature 5-45

**LF LINING FAILURE 5-49**  
 LFD Detached Lining 5-49  
 LFDE Defective End 5-49  
 LFB Blistered Lining 5-49  
 LFCS Service Cut Shifted 5-49  
 LFAC Abandoned Connection 5-49

**LF LINING FAILURE 5-49**  
 (continued)  
 LFOC Overcut Service 5-49  
 LFUC Undercut Service 5-49  
 LFBK Buckled Lining 5-49  
 LFW Wrinkled Lining 5-49  
 LFAS Annular Space 5-49

**LF LINING FAILURE 5-50**  
 LFBU Bulges 5-50  
 LFDC Discoloration 5-50  
 LFDL Delamination 5-50  
 LFRS Resin Slug 5-50  
 LFPH Pinholes 5-50  
 LFZ Other 5-50

**WF WELD FAILURE 5-67**  
 WFL Longitudinal 5-67  
 WFC Circumferential 5-67  
 WFM Multiple 5-67  
 WFS Spiral 5-67  
 WFZ Unidentified 5-67

**RP POINT REPAIR 5-71**  
 RPR Pipe Replaced 5-69  
 RPR - D -Defective 5-69  
 RPP Patch Repair 5-69  
 RPP - D -Defective 5-69

**RP POINT REPAIR 5-71**  
 RPL Localized Pipeliner 5-69  
 RPL - D -Defective 5-69  
 RPZ Other 5-69  
 RPZ - D -Defective 5-69

**BRICKWORK 5-77**  
 DB Displaced 5-75  
 MB Missing 5-75  
 DI Dropped Invert 5-75

**BRICKWORK 5-77**  
 MM Missing Mortar 5-75  
 S -Small 5-75  
 M -Medium 5-75  
 L -Large 5-75

Updated November 2010



## Section 6—Operational and Maintenance (Module 6B)

<b>D DEPOSITS 6-1</b> <b>DA Attached 6-1</b> DAE -Encrustation 6-2 DAGS -Grease 6-2 DAR -Ragging 6-2 DAZ -Other 6-2	<b>D DEPOSITS 6-1</b> <b>DS Settled 6-1</b> DSF -Fine 6-2 DSGV -Gravel 6-2 DSC -Hard/Compacted 6-2 DSZ -Other 6-2	<b>D DEPOSITS 6-1</b> (continued) <b>DN Ingress 6-1</b> DNF -Fine 6-3 (silt & sand) DNGV -Gravel 6-3 DNZ -Other 6-3	<b>R ROOTS 6-7</b> <b>RF Fine 6-7</b> RFB -Barrel 6-7 RFL -Lateral 6-7 RFC -Connection 6-8	<b>R ROOTS 6-7</b> <b>RT Tap 6-7</b> RTB -Barrel 6-7 RTL -Lateral 6-7 RTC -Connection 6-8	<b>R ROOTS 6-7</b> <b>RM Medium 6-7</b> RMB -Barrel 6-7 RML -Lateral 6-7 RMC -Connection 6-8	<b>R ROOTS 6-7</b> <b>RB Ball 6-7</b> RBB -Barrel 6-7 RBL -Lateral 6-7 RBC -Connection 6-8
<b>I INFILTRATION 6-13</b> <b>IS Stain 6-13</b> <b>IW Weeper 6-13</b> <b>ID Dripper 6-13</b> <b>IR Runner 6-13</b> <b>IG Gusher 6-13</b>	<b>OB OBSTACLES/ OBSTRUCTIONS 6-19</b> <b>OBB Brick or Masonry 6-19</b> <b>OBM Pipe Material in Invert 6-19</b> <b>OBI Object protruding through wall 6-19</b>	<b>OB OBSTACLES/ OBSTRUCTIONS 6-19</b> <b>OBJ Object wedged in joint 6-19</b> <b>OBC Object through connection/junction 6-19</b> <b>OBP External Pipe Cable 6-19</b>	<b>OB OBSTACLES/ OBSTRUCTIONS 6-19</b> <b>OBS Built into structure 6-20</b> <b>OBN Construction Debris 6-20</b> <b>OBR Rocks 6-20</b> <b>OBZ Other 6-20</b>	<b>V VERMIN 6-31</b> <b>VR Rat 6-31</b> <b>VC Cockroach 6-31</b> <b>VZ Other 6-31</b>	<b>G GROUT TEST &amp; SEAL 6-33</b> <b>GTP Grout Test Passed 6-33</b> GTP - J - Joint 6-33 GTP - L - Lateral 6-33 <b>GTF Grout Test Failed 6-33</b>	<b>G GROUT TEST &amp; SEAL 6-33</b> <b>GTU Grout Test Unable 6-33</b> GTU - J - Joint 6-33 GTU - L - Lateral 6-33 <b>GRT Grout Test Location 6-33</b>

## Section 7—Construction Features Coding (Module 6C)

<b>T TAP 7-1</b> <b>TF Factory Made 7-1</b> TFI -Intruding 7-2 TFA -Active 7-2 TFC -Capped 7-2 TFB -Abandoned 7-2 TFD -Defective 7-2	<b>T TAP 7-1</b> <b>TB Break In/Hammer 7-2</b> TBI -Intruding 7-2 TBA -Active 7-2 TBC -Capped 7-2 TBB -Abandoned 7-2 TBD -Defective 7-2	<b>T TAP 7-1</b> <b>TS Saddle 7-2</b> TSI -Intruding 7-2 TSA -Active 7-2 TSC -Capped 7-2 TSB -Abandoned 7-2 TSD -Defective 7-2	<b>T TAP 7-1</b> <b>TR Rehabilitated 7-2</b> TRI -Intruding 7-2 TRA -Active 7-2 TRC -Capped 7-2 TRB -Abandoned 7-2 TRD -Defective 7-2	<b>IS INTRUDING SEALING MATERIAL 7-9</b> <b>ISSR Sealing Ring 7-9</b> ISSRH -Hanging 7-9 ISSRB -Broken 7-9 ISSRL -Loose 7-9	<b>IS INTRUDING SEALING MATERIAL 7-9</b> <b>ISGT Grout 7-9</b> <b>ISZ Other 7-9</b>
<b>L LINE (of sewer) 7-11</b> <b>LL Left 7-11</b> <b>LLU Left Up 7-11</b> <b>LLD Left Down 7-11</b> <b>LR Right 7-11</b>	<b>L LINE (of sewer) 7-11</b> <b>LRU Right Up 7-11</b> <b>LRD Right Down 7-11</b> <b>LU Up 7-11</b> <b>LD Down 7-11</b>	<b>A ACCESS POINT 7-13</b> <b>AMH Manhole 7-13</b> <b>AWA Wastewater Access 7-13</b> <b>ADP Discharge Point 7-13</b> <b>ATC Tee Connection 7-13</b>	<b>A ACCESS POINT 7-13</b> <b>AOC Other Special Chamber 7-13</b> <b>AM Meter 7-13</b> <b>AWW Wet Well 7-14</b> <b>AJB Junction Box 7-14</b>	<b>A ACCESS POINT 7-13</b> <b>ACO Clean Out 7-14</b> ACCOM -Mainline 7-14 ACOP -Property 7-14 ACOH -House 7-14	<b>A ACCESS POINT 7-13</b> <b>ACB Catch Basin 7-14</b> <b>AEP End of Pipe 7-14</b>

## Section 8—Miscellaneous Features Coding (Module 6D)

<b>M MISCELLANEOUS FEATURES 8-1</b> <b>MCU Camera Underwater 8-1</b> <b>MGO General Observation 8-1</b> <b>MGP General Photograph 8-1</b> <b>MSC Shape/Size Change 8-1</b> (Sewer Dimension/Vertical/ Horizontal) <b>MJL Joint Length Change 8-1</b>	<b>M MISCELLANEOUS FEATURES 8-1</b> <b>MLC Lining Change 8-2</b> <b>MMC Material Change 8-2</b> <b>MSA Survey Abandoned 8-2</b> <b>MWL Water Level 8-2</b> MWLS -Sag 8-2	<b>M MISCELLANEOUS FEATURES 8-1</b> <b>MWM Water Mark 8-2</b> <b>MY Dye Test 8-2</b> MYV -Dye Visible 8-3 MYN -Not Visible 8-3
--	---	--

Updated November 2010

# Defectos Estructurales

## 13 Grupos

- Grieta
- Fractura
- Rotura
- Hueco
- Deformación
- Colapso
- Defectos de uniones o juntas
- Daños de superficie
- Pandeo, torcedura, curvatura
- Defecto de revestimiento
- Falla de soldadura
- Reparación de punto
- Problema mampostería

# Defectos de Operación y Mantenimiento

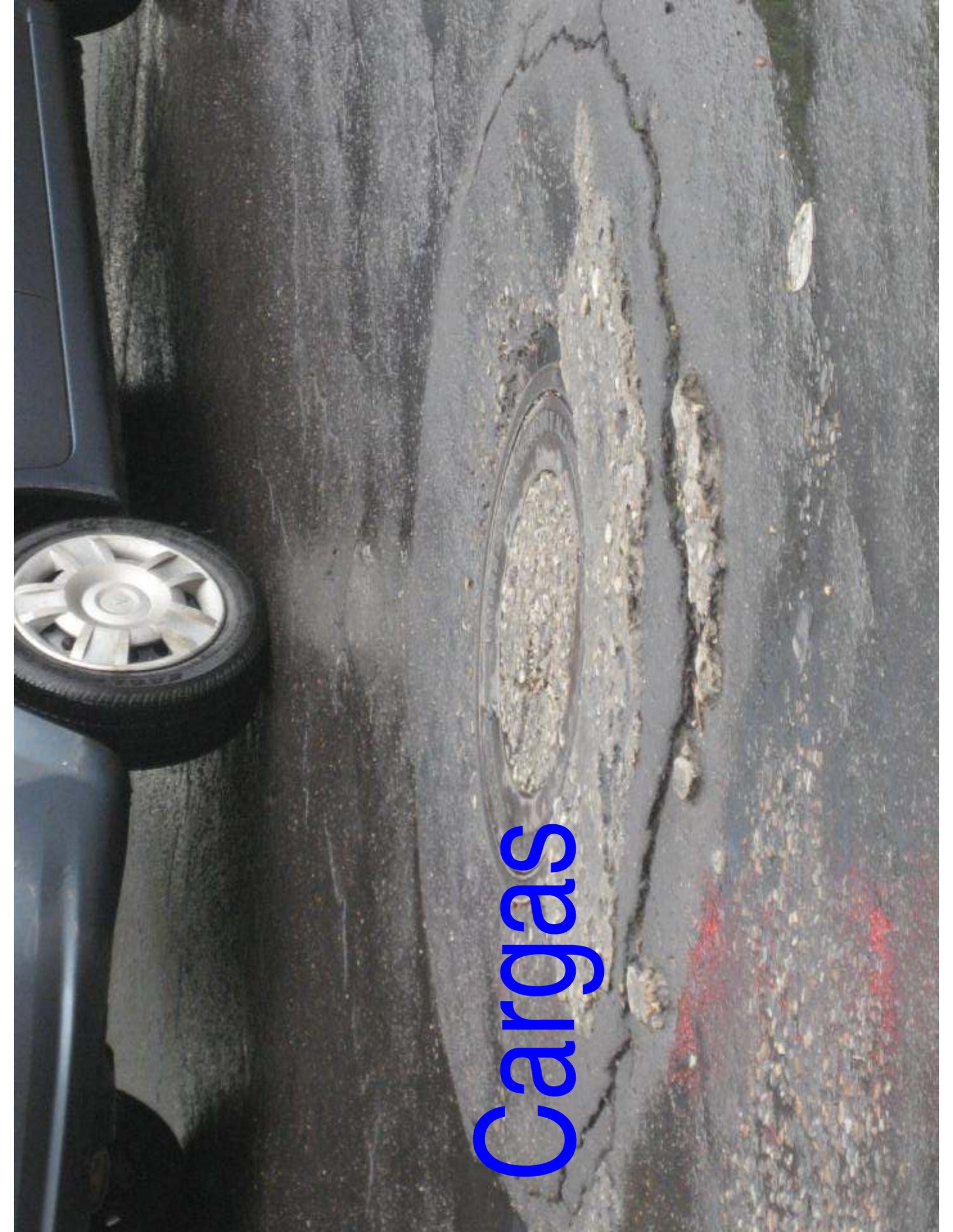
- Depósitos Sedimentos (D) (adheridos, asentados)
- Raíces (R) (finas, medianas, pivotantes, bolas)
- Infiltración (I) (W, D, R, G)
- Obstáculos (OB)
- Alimañas, bichos - Vermin (V)

Infiltraciones



Perdidas de Relleno

Cargas



# Construction Methods and materials

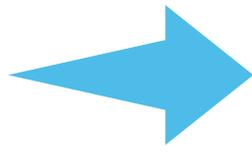




**Danos causados  
Por terceros**

Raices,  
Grasas,  
Sedimentis

Limpieza



Mantenimiento



# PACP – Clasificación de Condición

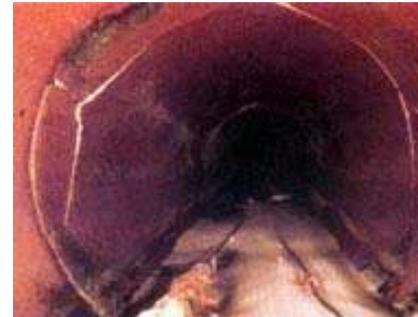
Structural

O&M

Grado 1 - Bueno



Grado 2 – Regular



Grado 3 - Malo



Grado 4 – Muy Malo

Grado 5 - Critico

# Resumen de PACP

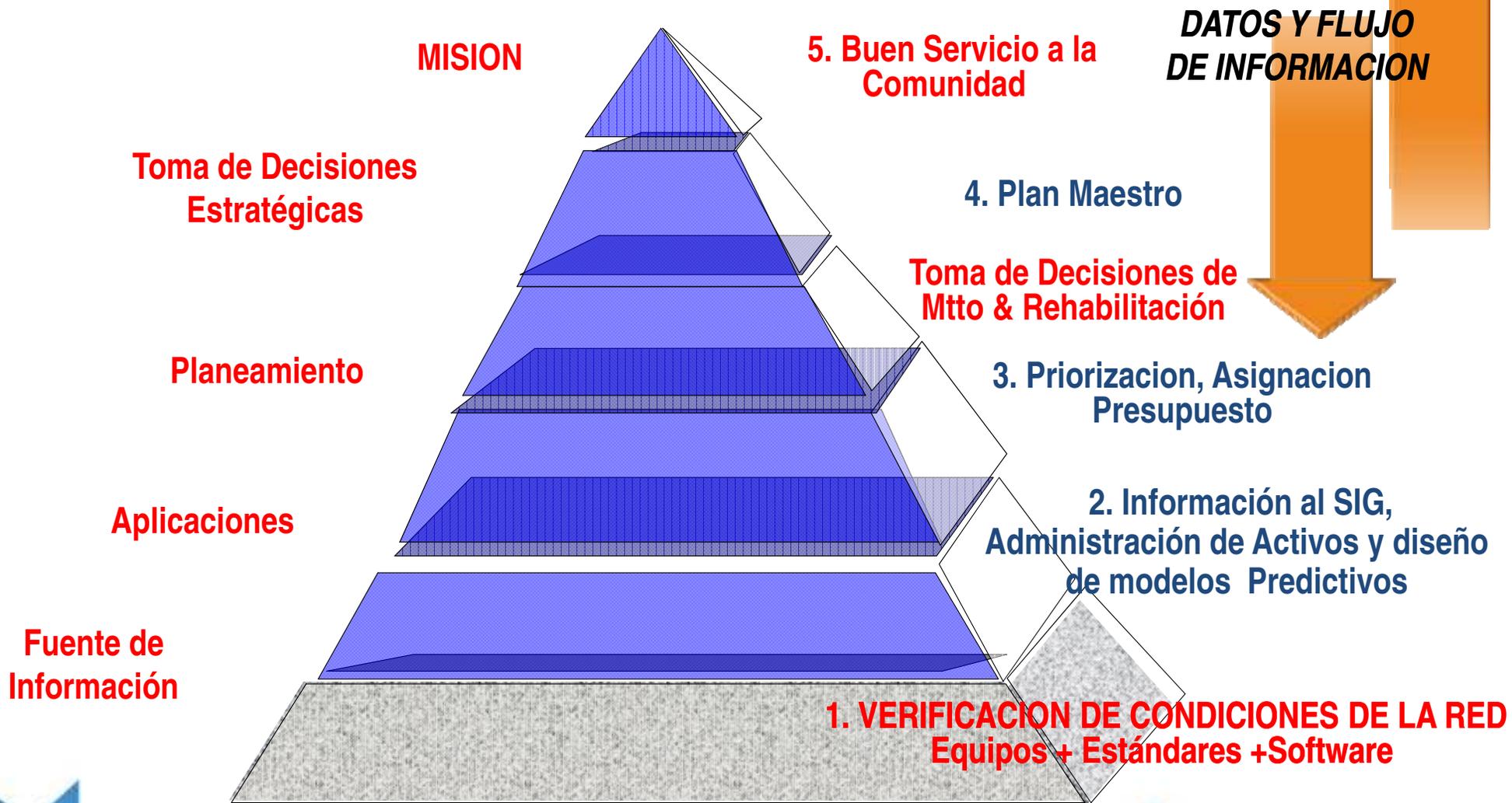
- Estándar mas usado para inspecciones de CCTV en los EEUU
- Fácil de aprender e implementar
- Entrenamiento garantiza objetividad.
- Inspecciones son Comparables cada año (seguimiento)
- Facilita la administración y entendimiento de **DE DATOS E INFORMACION**



# ***3. La Importancia del Correcto Manejo de la Información y Sus Ventajas***

---

Las necesidades y los desafíos en las ciudades de América del Sur y las aplicaciones de las tecnologías sin zanja en estas ciudades



**(ACTIVIDADES Y PRIORIZACION BASADOS EN LA INFORMACION)**

