



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 Subterraneos

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

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.

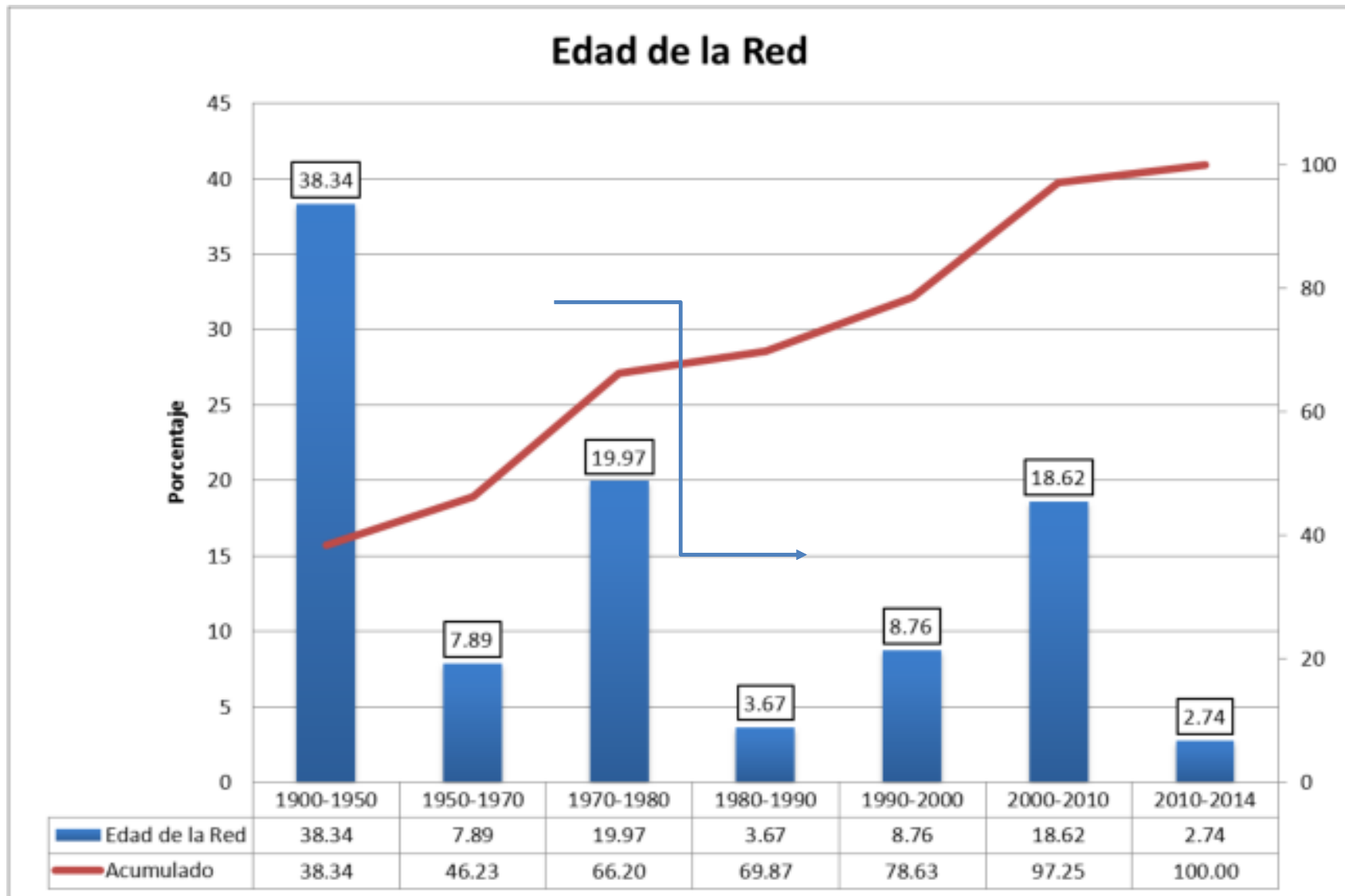
• Longitud del Sistema de Alcantarillado: 9,441Km

<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

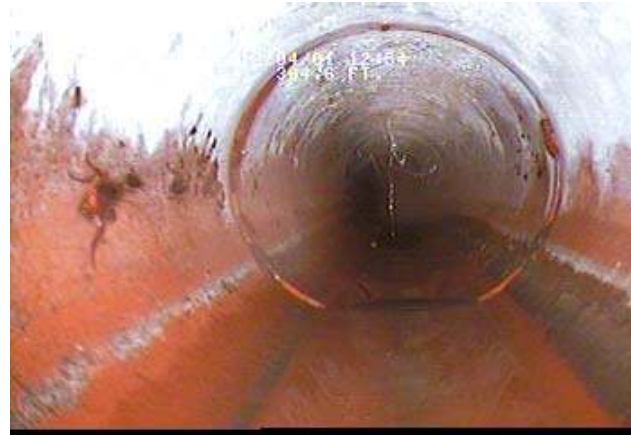
**Robots
Investigadores CCTV
& Tecnología de
Escaneo Lateral**



**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 Matenimiento
- Catastro
- 4-72 Pulgadas
- Tecnología Zoom (436 X)
- Controlados remotamente
- Boca de tubo hacia adentro



Camaras de Empuje

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

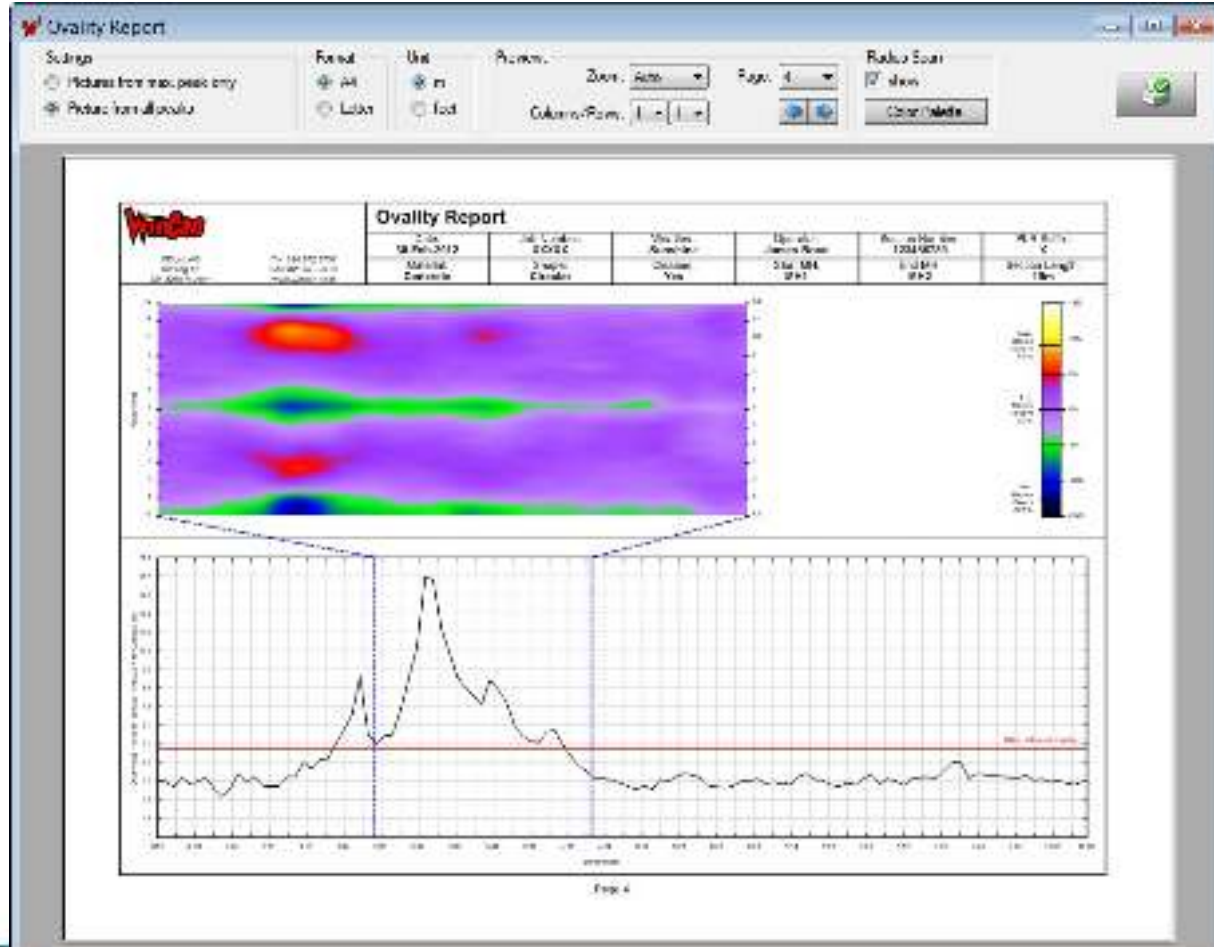
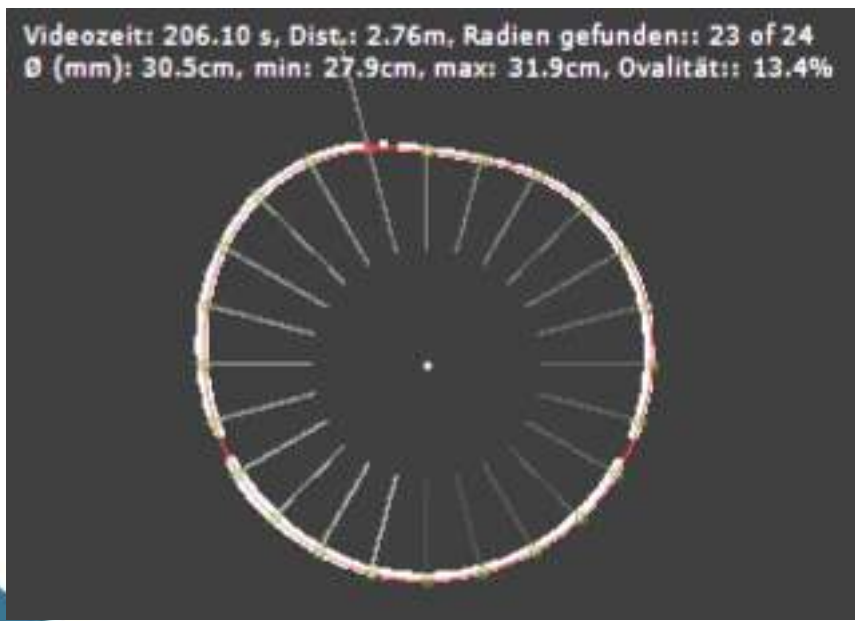




Perfilador Laser

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

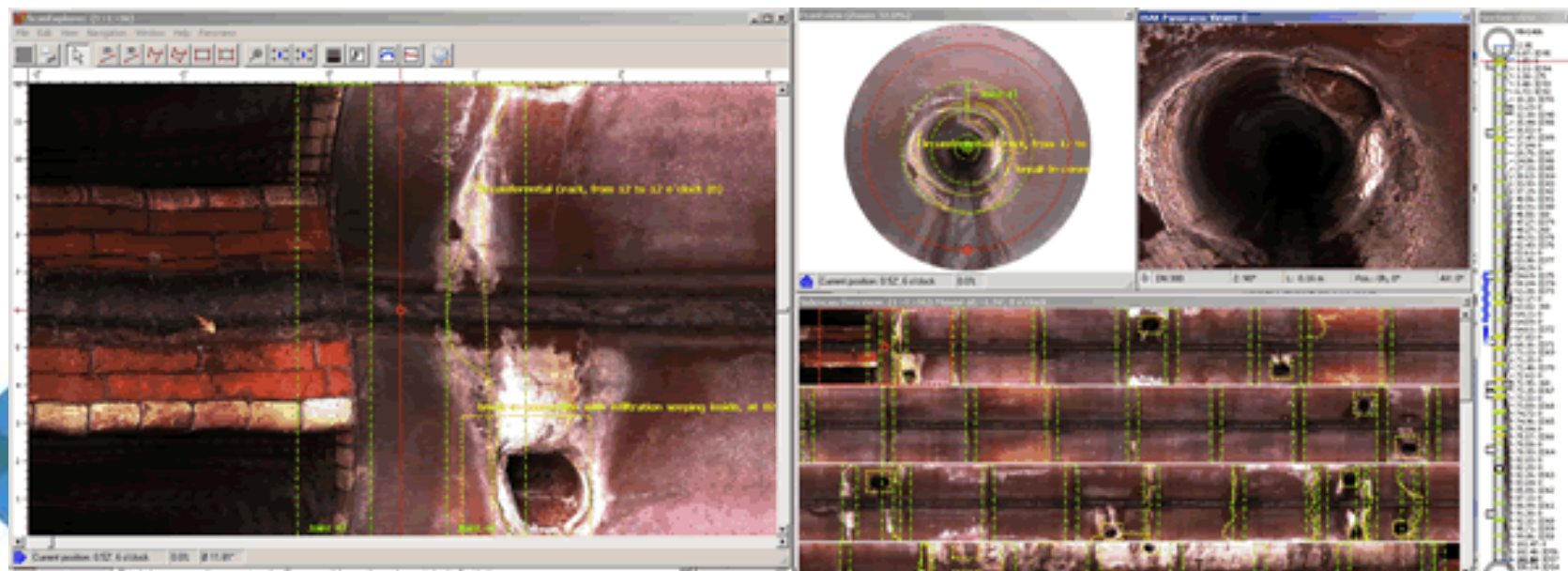




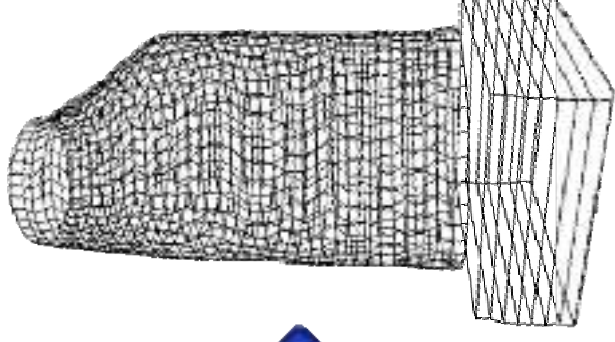
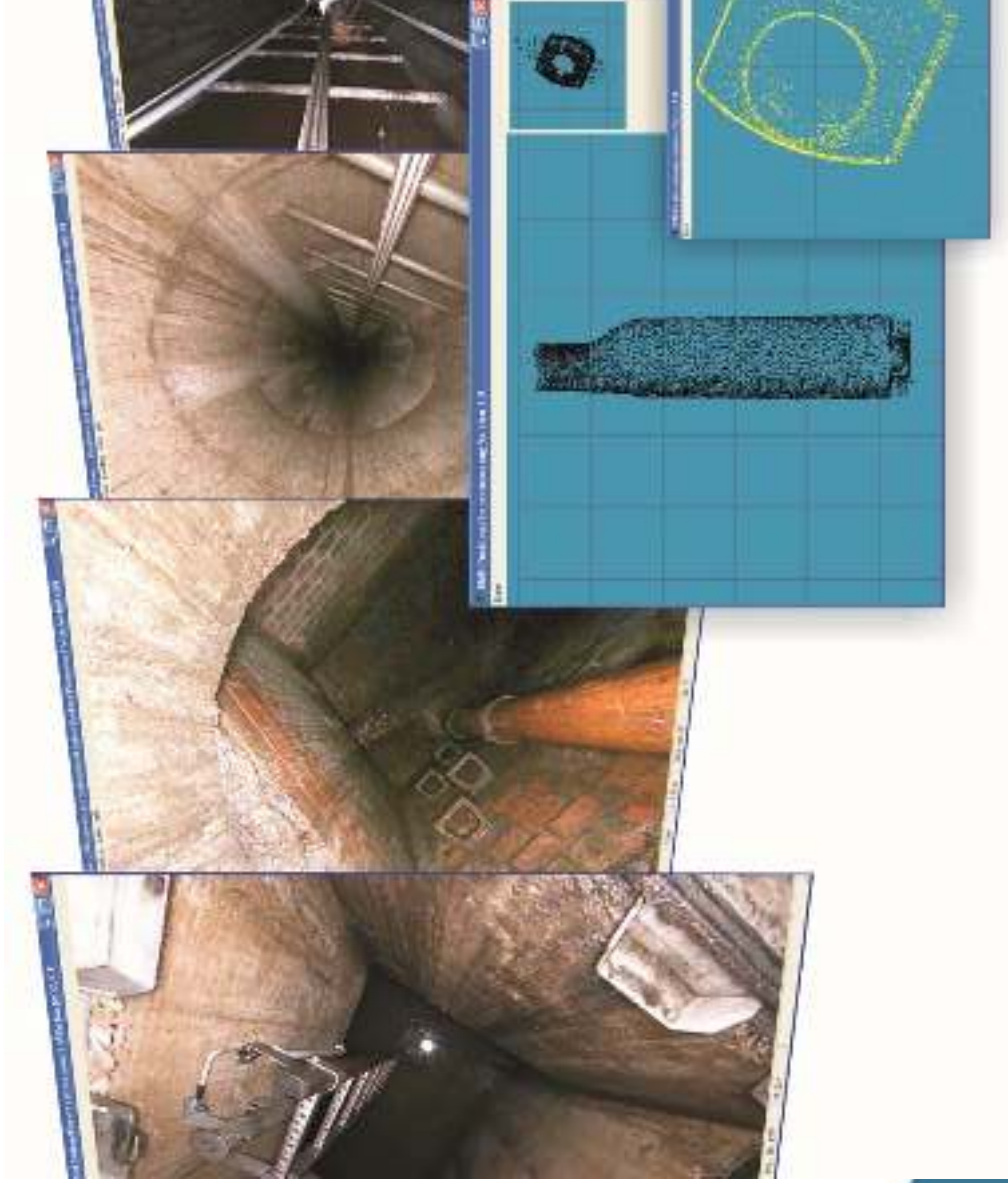
Escaneo Optico



- 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

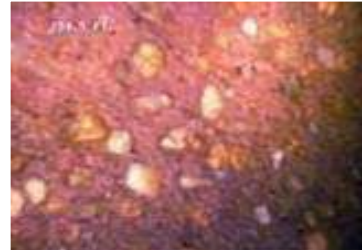


Escaneo e Inspeccion Manholes/Pozos



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



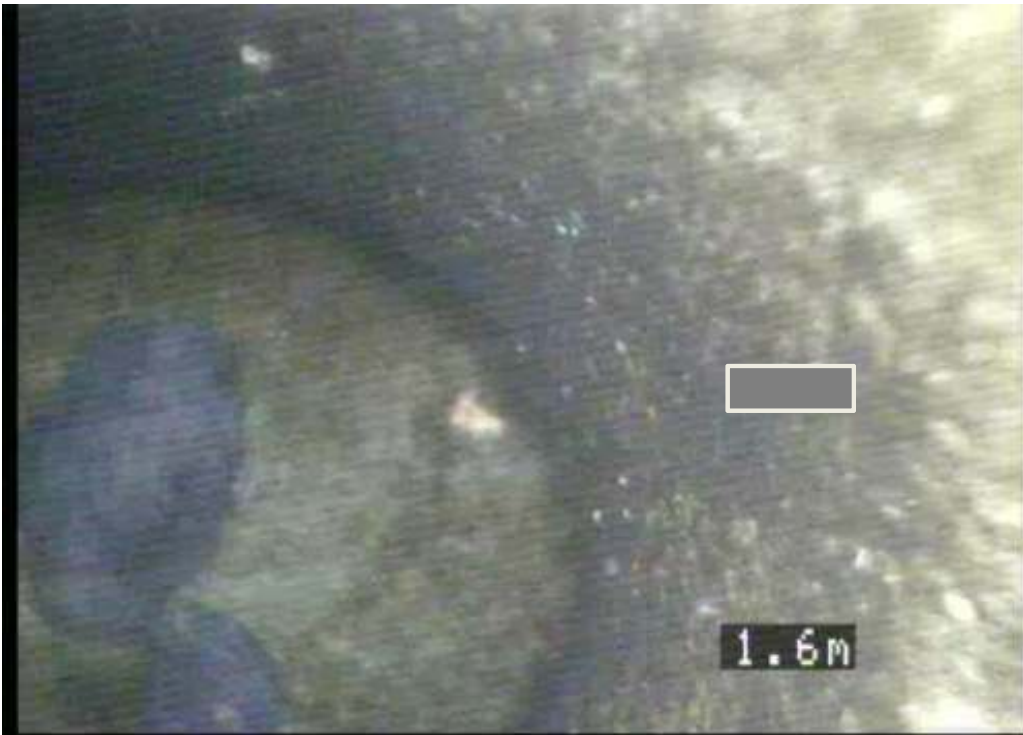




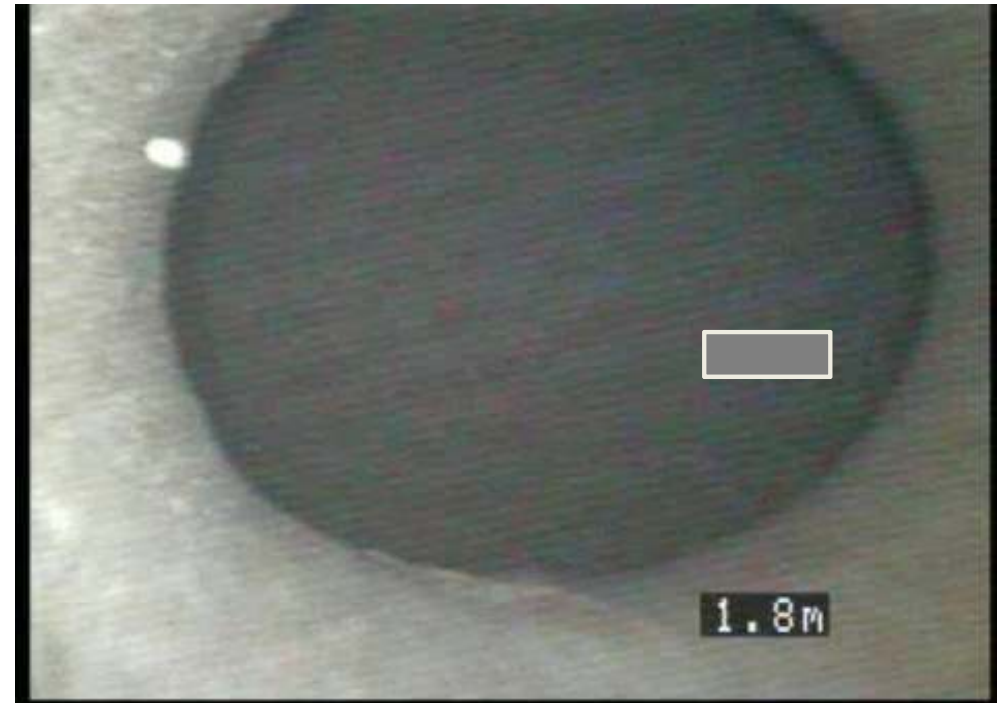
Resultados

- **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



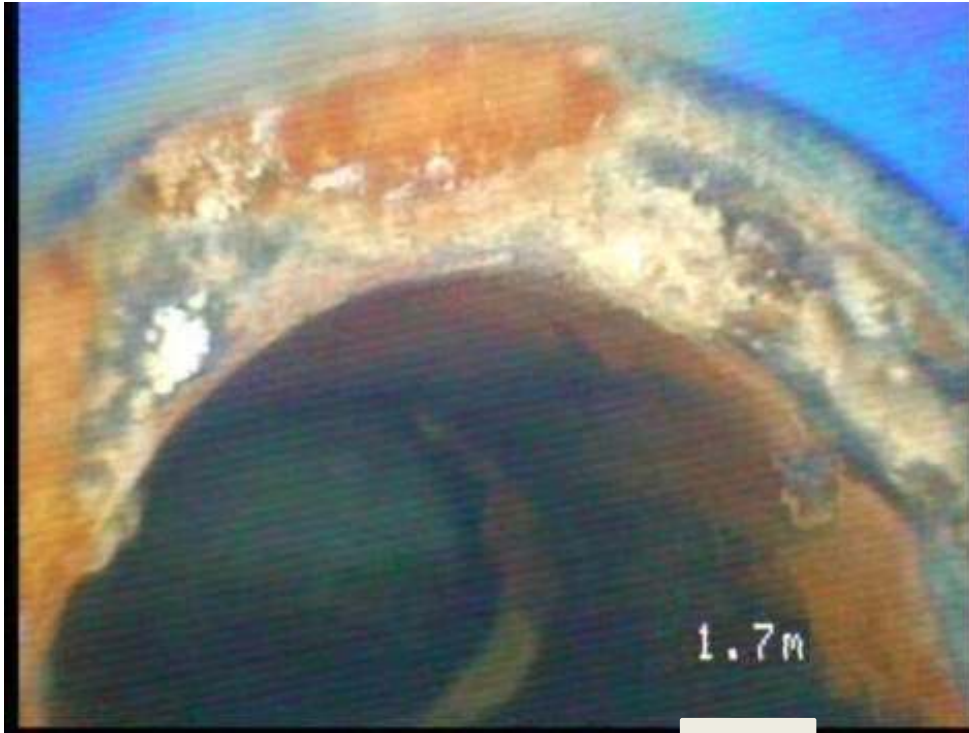
**Deteccion de problemas en
juntas**

Restricciones al Flujo



Reduccion de Capacidad Hidraulica Severa

Inspeccion de Juntas



**Corrosion en junta de tuberia
Metalica**

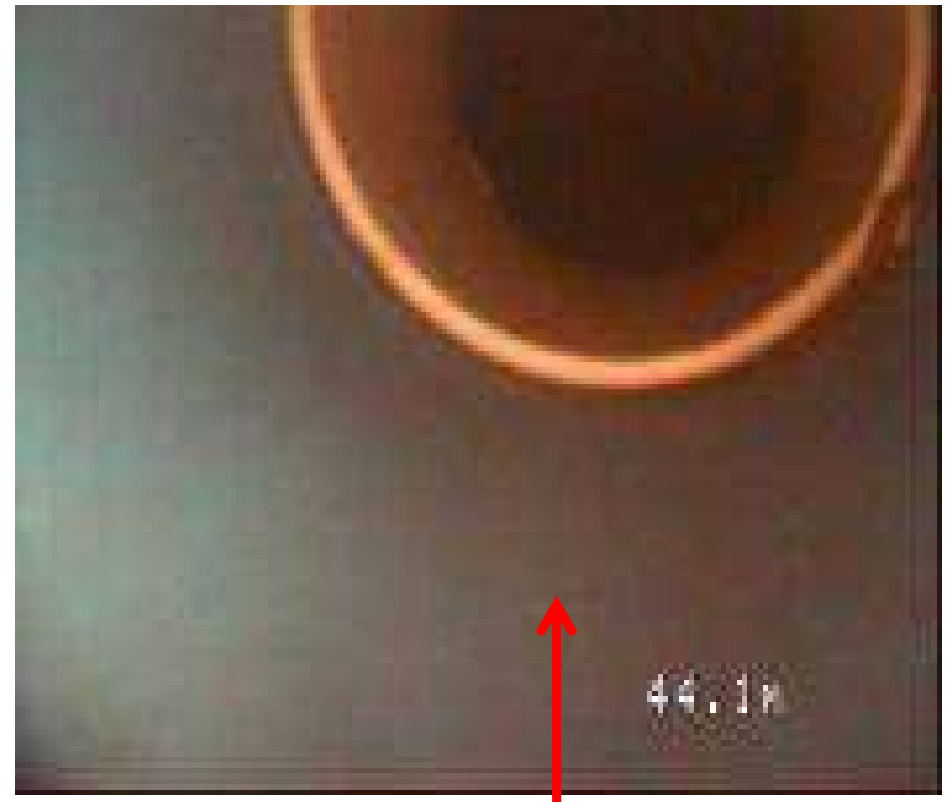


Verificacion de Junta OK

Deteccion & Verificacion de Fugas



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



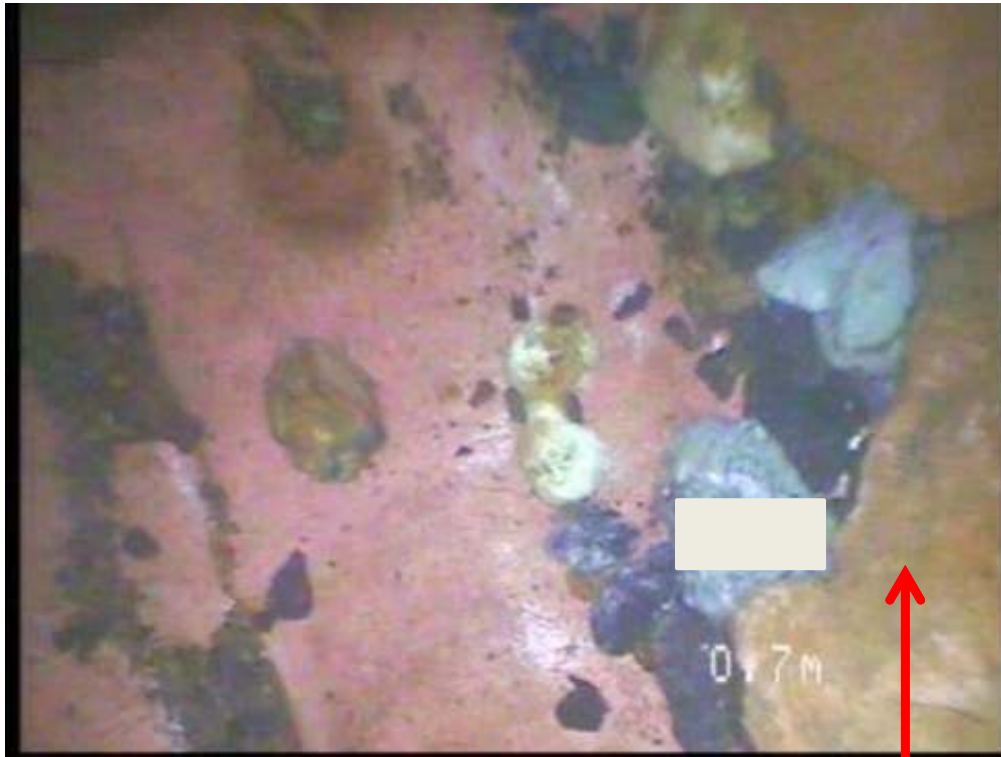
**Cambio de Material, se confirma que no
es una fuga a diferencia de lo que
identificaria un correlador**

Identificación de Fallas en las Paredes



Pared de Tubería con
Roturas & Fallas

Investigaciones Generales

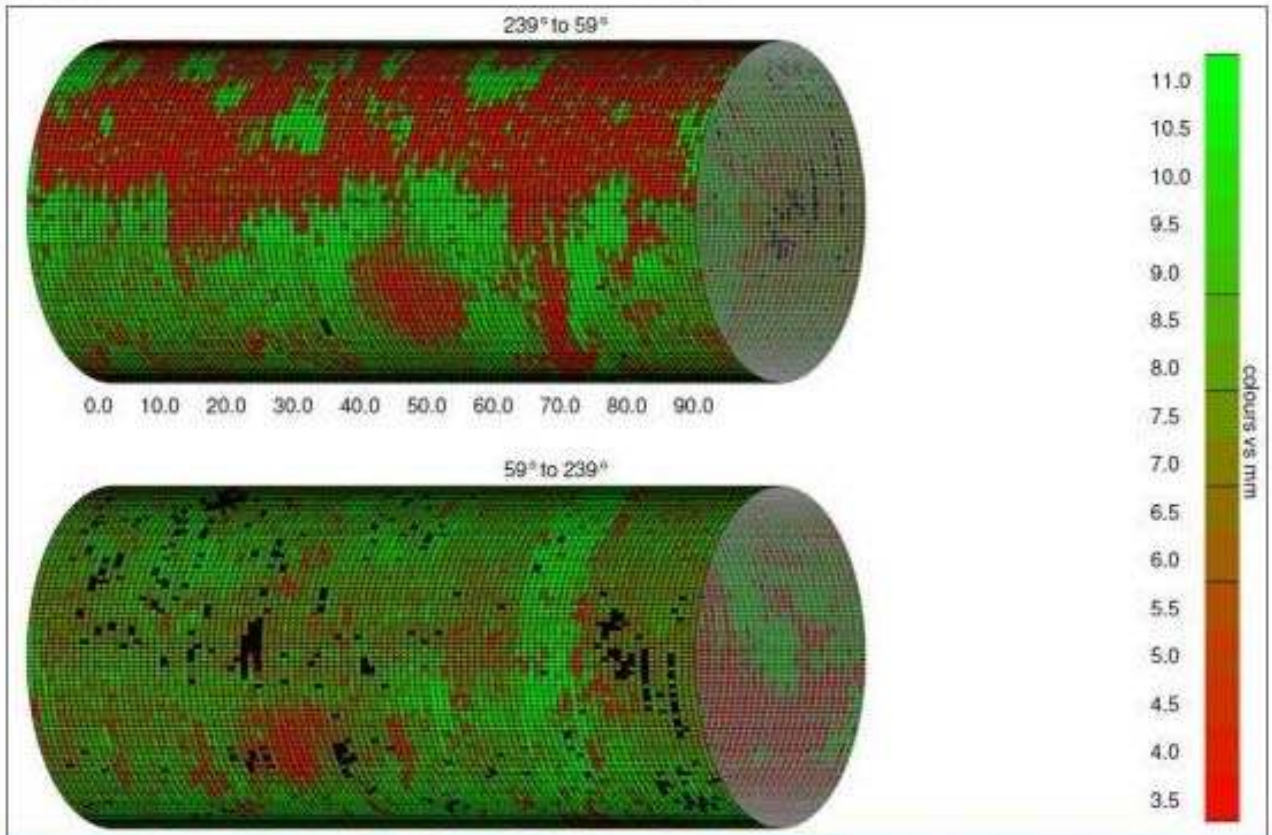


Contaminante identificado dentro de línea de acueducto (residuos de Construcción), verificación de calidad del Agua



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)

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

Section 7—Construction Features Coding (Module 6C)

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

Section 8—Miscellaneous Features Coding (Module 6D)

M MISCELLANEOUS FEATURES 8-1 MCU Camera Underwater 8-1 MGO General Observation 8-1 MGP General Photograph 8-1 MSC Shape/Size Change 8-1 (Sewer Dimension/Vertical/ Horizontal) MJL Joint Length Change 8-1	M MISCELLANEOUS FEATURES 8-1 MLC Lining Change 8-2 MMC Material Change 8-2 MSA Survey Abandoned 8-2 MWL Water Level 8-2 MWLS -Sag 8-2	M MISCELLANEOUS FEATURES 8-1 MWM Water Mark 8-2 MY Dye Test 8-2 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 mamposteria

Defectos de Operación y Mantenimiento

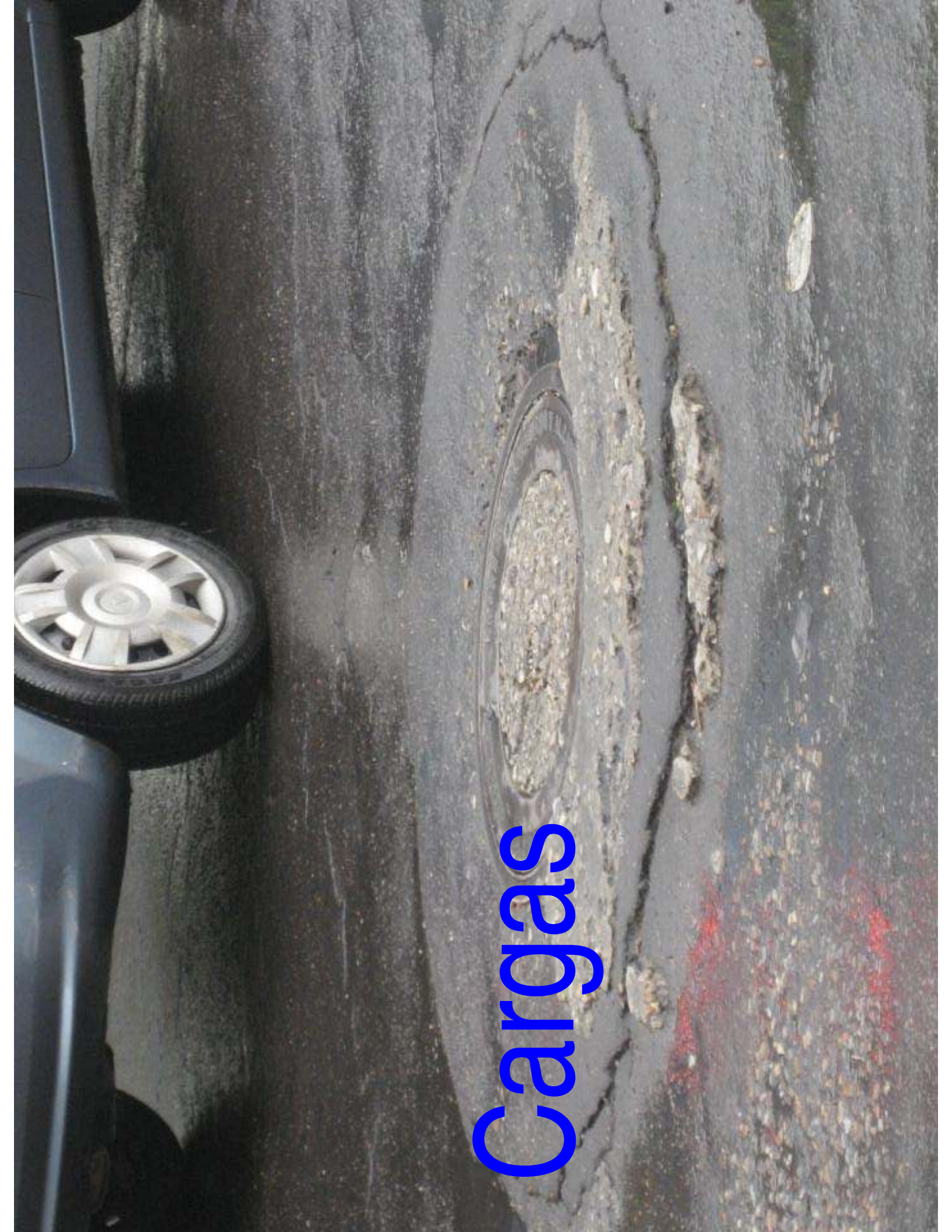
- Depósitos Sedimentos (D) (adheridos, asentados)
- Raíces (R) (finas, medianas, pivotantes, bolas)
- Infiltración (I) (W, D, R, G)
- Obstáculos (OB)
- Alimañas, bichos - Vermin (V)

Infiltraciones



Perdidas de Relleno

Cargas



Construction Methods and materials

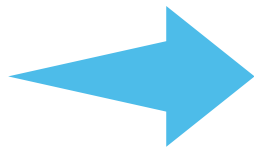




**Danos causados
Por terceros**

Raices,
Grasas,
Sedimentis

Limpieza



Mantenimiento



PACP – Clasificación de Condición

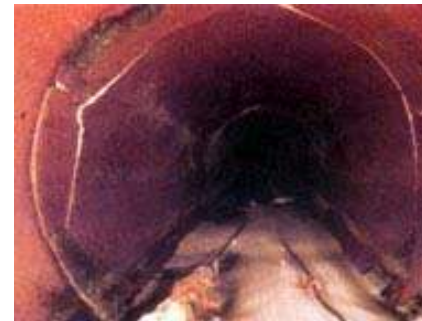
Structural

O&M

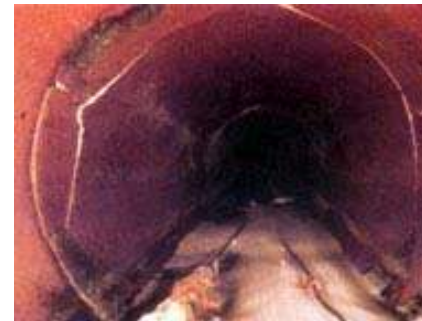
Grado 1 - Bueno



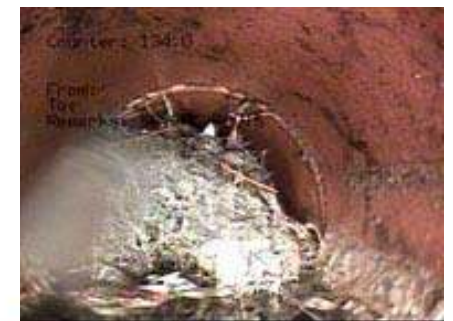
Grado 2 – Regular



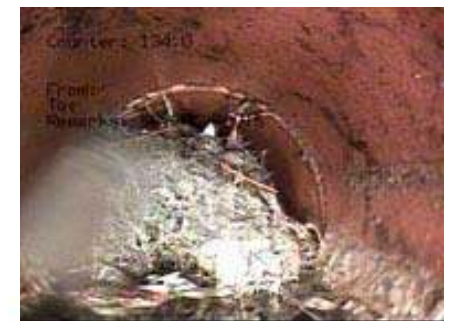
Grado 3 - Malo



Grado 4 – Muy Malo



Grado 5 - Critico



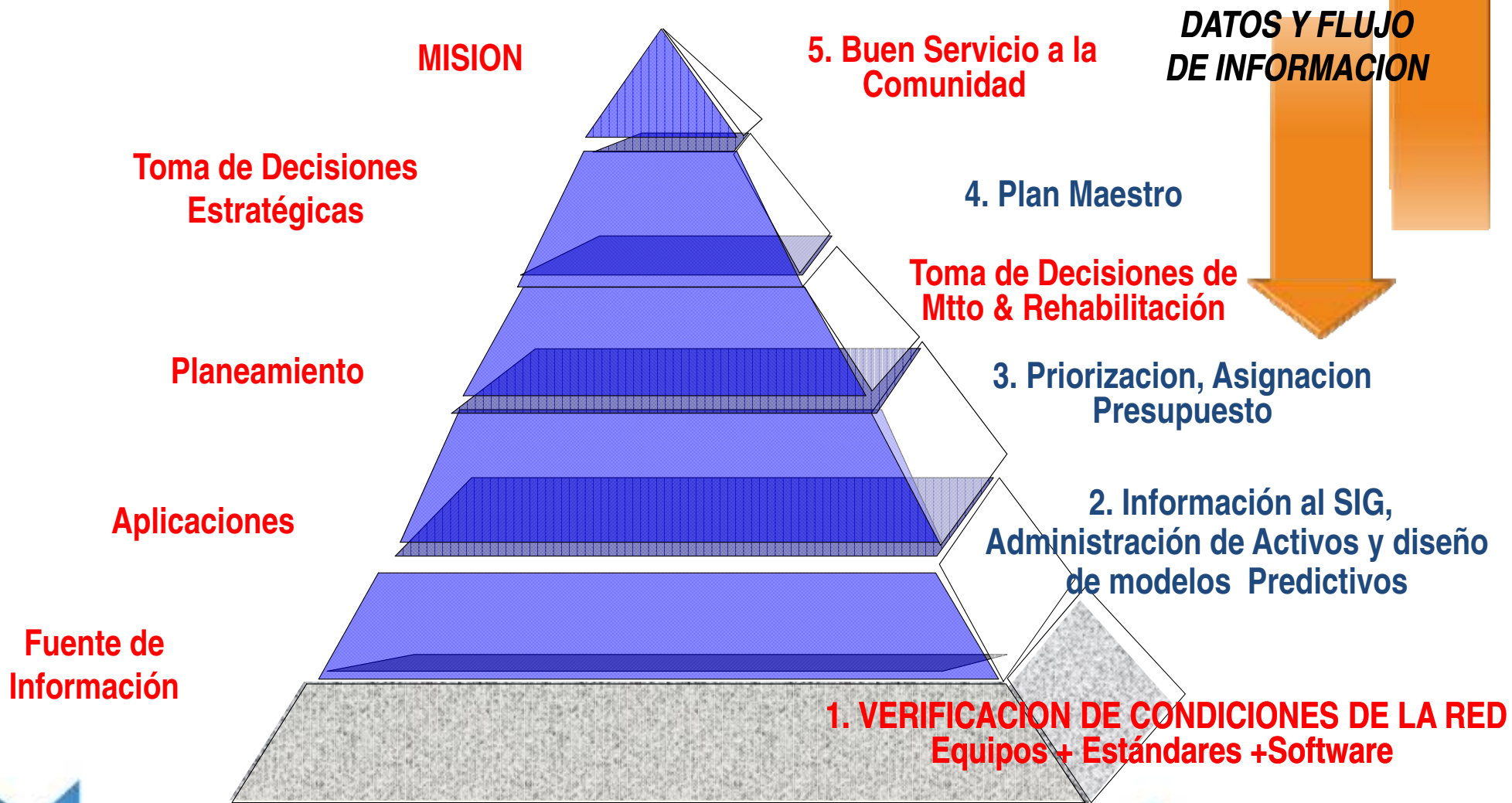
Resumen de PACP

- 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)

Software de Recoleccion de datos

24
Ene
2011

Informe de inspección / Inspección: 1

Fecha:	Nombre de la obra:	Tiempo:	Cantidad:	Nº del plano:	Nombre del Inge.:
Provincia:	Vehículo:	Cuadro:	Presión (atm):	Longitud:	Temperatura:
Uso:	Modelo:	Motor:	Velocidad:	Consumo:	Altura:
Operador:	Modelo:	Motor:	Velocidad:	Consumo:	Altura:
Modelo de inspección:	Modelo de cámara:		Modelo de cámara:	Modelo de cámara:	Modelo de cámara:
Tubo:	Material:	Diámetro:	Longitud:	Material:	Modelo:
Orden:	Material:	Diámetro:	Longitud:	Material:	Modelo:
Comentarios:					

1.386	Posición	Indicador	Observaciones
0.00	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
0.62	G		ancho superior, completo, empalmado conector, a 2 mm, ancho 4 a 5 h.
3.62	G		Múltiple adherido a la pared de la conducto, rotación de la sección transversal, posición de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
15.28	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
16.58	G		Múltiple adherido a la pared de la conducto, rotación de la sección transversal, posición de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
18.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
19.82	G		ancho superior, completo, empalmado conector, a 2 mm, ancho 4 a 5 h.
20.64	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
22.62	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
23.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
24.62	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
26.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
27.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
28.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
29.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
30.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
31.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto
32.22	G		Primer punto longitudinal, ancho de la tuerca Ancho de la tuerca 82.27 mm, a 2 h. Todo el conducto

