
	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b> <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2.</b> <b>INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 1 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>ALCANCE DEL PRESENTE INFORME .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA PARA LA INSPECCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>TECNOLOGIAS INVESTIGADAS .....</b>	<b>5</b>
4.1	TECNOLOGÍAS DE INSPECCIÓN .....	5
4.1.1	Inspección RFEC/TC - <i>Remote Field Eddy Current / Transformer Coupling</i> .....	6
4.1.2	Inspección P-Wave.....	6
4.2	TECNOLOGÍAS DE MONITOREO.....	6
4.2.1	Pruebas de Emisión Acústica AET - <i>Acoustic Emission Testing</i> .....	6
4.2.2	Monitoreo Acústico con Fibra Óptica.....	7
<b>5</b>	<b>CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>PROPUESTAS RECIBIDAS PARA LA INSPECCION.....</b>	<b>9</b>
6.1	CONSIDERACIONES TÉCNICAS .....	9
6.2	COSTO DE LOS TRABAJOS.....	9
6.3	PROPUESTA SELECCIONADA PARA LA INSPECCIÓN.....	9
<b>7</b>	<b>PLAN DE TRABAJO DE LA INSPECCIÓN .....</b>	<b>9</b>
7.1	OBJETO .....	9
7.2	METODOLOGÍA.....	9
7.3	DRENAJE DEL BAJO TEUSACÁ .....	9
<b>8</b>	<b>DOCUMENTOS ANEXOS .....</b>	<b>9</b>

### LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1. Ficha técnica de la tubería .....	8
Tabla No. 2. Servicios Ofrecidos por las firmas.....	9
Tabla No. 3. Presupuesto para inspección p-Wave del tramo 1 .....	9

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sección tubería PCCP tipo LCP.....	8
Figura 2. Sección tubería PCCP tipo ECP (TUBERÍA TIBITOC – CASABLANCA).....	8



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 2 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	




Figura 3. Detalle de la junta de los tubos PCCP-ECP .....	9
Figura 4. Sección transversal de la conducción. ....	9
Figura 5. Curva de volumen Embalse Bajo Teusacá .....	9

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo No. 1. CATALOGOS METODOS DE INSPECCION Y MONITOREO
- Anexo No. 2. EXPERIENCIA DE LAS FIRMAS
- Anexo No. 3. CASOS EN ESTUDIO EN OTROS PAISES
- Anexo No. 4. CONCEPTO DE LA CASA MATRIZ FABRICANTE DE LA TUBERÍA
- Anexo No. 5. COTIZACIONES DEL TRABAJO DE INSPECCIÓN
- Anexo No. 6. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO “JOB PLANNING – PURE TECH”
- Anexo No. 7. LIBRO DE TUBOS (TRAMO 1)
- Anexo No. 8. INSPECCIÓN INTERNA OPENAKA
- Anexo No. 9. CUANTÍA DE REFUERZO TUBERÍA PCCP-ECP AWWA C301/64
- Anexo No. 10. PLANOS Y FIGURAS

## LISTA DE PLANOS

CONS	PLANO	VERSION	DESCRIPCION
1	RTC-FG-HI-101	B	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTRE PLANTA TIBITOC E INTERCONEXION LA CARO
2	RTC-PL-HI-101	B	PLANTA PERFIL ENTRE VALVULAS V-3 A V-9 (TRAMO 1)

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 3 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

## 1 ALCANCE DEL PRESENTE INFORME

La EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ – E.S.P. suscribió con el CONSORCIO TIBITOC 2006 el Contrato 1-02-25400-514-2006 para realizar los “Estudios y Diseños para la Rehabilitación de la Línea Red Matriz de 78” TIBITOC – CASABLANCA”.

En este informe se formula el planteamiento de una inspección interna del tramo 1 de la tubería utilizando tecnologías vigentes en el mundo, dado el alcance del Contrato que propende a la investigación y a la búsqueda de soluciones para la determinación del grado de deterioro de la tubería y de las alternativas para la rehabilitación.

Para el cumplimiento de dicho alcance se procedió a investigar el manejo que se le viene dando a las conducciones PCCP de grandes diámetros en el mundo, dada la susceptibilidad al daño estructural por corrosión en el cable de refuerzo. La conclusión obtenida indicó que la mayoría de empresas prestadoras de servicio han optado por posponer rehabilitaciones y reemplazos de estas tuberías dado que generalmente los daños son locales y eventuales, es decir las piezas se deterioran en diferentes tiempos y adicionalmente el número de roturas ó discontinuidades en el cable postensado brindan una espera a los administradores de la red, dado como se verá más adelante que el tubo soporta un determinado número de roturas antes de producirse la falla ó el estallido en la tubería.




## 2 METODOLOGIA PARA LA INSPECCIÓN

De acuerdo con el Anexo No. 6 de los Términos de Referencia del Contrato se estipula el siguiente alcance:

*“ El Consultor deberá realizar un programa estructurado de inspección y pruebas del interior de los tramos de la tubería, la inspección y pruebas del exterior de algunos puntos críticos de la tubería, y la formulación de las pruebas para secciones extraídas de tubería, según coordinación con la Dirección Red Matriz Acueducto. Este programa deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:*

*- Determinación de los tramos a inspeccionar, metodología de inspección, logística para la inspección, detalles de seguridad industrial, personal y recursos. Deberá tener en cuenta los tramos de secuencia de la Planificación de la Rehabilitación, de tal forma que se estiman análisis para cinco (5) puntos, dentro de los cuales se estiman dos (2) extracciones, de tubería: Una en el tramo 1 y una en el tramo 3. Sin embargo el consultor podrá formular más puntos de muestreo o inspección.*

*- Determinación de los puntos críticos para inspección y pruebas externas con apiques, según los estudios anteriores de comportamiento geotécnico y de corrosividad. Previa revisión y aprobación por parte de la Dirección Red Matriz.*

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 4 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

*-Determinación de los puntos para extracción de muestras de secciones de tubería, una en cada tramo determinado por los cierres de la línea, la preparación de la logística necesaria para su transporte y la preparación de las pruebas a realizar sobre ésta.*

*-Programación de los apiques, logística, personal, recursos y permisos.*

*-Dentro de la programación que realice el Consultor, deberá tener en cuenta que la solicitudes de cierres de redes matrices se deben realizar quince días antes de la posible realización de los mismos, sujeta a la revisión y aprobación por parte de la Dirección Red Matriz.*

*-El programa de inspección y de ensayos a las de las secciones de tubería deberá ser presentado a la Dirección Red Matriz para su revisión y aprobación.”*



Se tiene claro que el objeto de la inspección es establecer el estado actual y la integridad estructural de la tubería; sin embargo dada la debilidad estadística que representa el muestreo de un par de piezas se optó por investigar y plantear una serie de estudios tendientes al cumplimiento del objeto de la mejor manera, que permitan diseñar y formular un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo, rehabilitación o sustitución de tubos de la Línea Red Matriz Tibitoc – Casablanca, los cuales arrojaron como opción para el tramo 1 de la línea el empleo de tecnologías no destructivas, en este caso, inspección electromagnética que ha demostrado ser exitosa para la identificación, localización y cuantificación de cables dañados o rotos en las tuberías de concreto Tipo PCCP.

### **3 INTRODUCCIÓN**

Las tuberías de concreto con alma de acero para acueducto continúan vigentes en todo el mundo a pesar de los problemas que se vienen registrando en las tuberías tipo PCCP (postensado) y CCP (cilindro de acero), normas AWWA C301 y AWWA C303 respectivamente.

La tubería PCCP fabricada de acuerdo con las normas AWWA C-301/304 se continúa instalando con éxito, debido en parte a que es una de las alternativas más económicas para grandes diámetros de medianas a grandes presiones de trabajo. La tubería PCCP se clasifica en dos categorías LCP (Linned-Cylinder), en la cual el cable de refuerzo se enrolla directamente sobre la lámina de acero y la ECP (Embedded-Cylinder), en la que el cilindro se halla embebido en el núcleo de concreto y el cable de refuerzo se enrolla sobre el horizonte del núcleo de concreto y el mortero exterior de recubrimiento; esta última es el caso de la tubería Tibitoc – Casablanca.

Como se dijo, en todo el mundo se continúa con el diseño y la instalación de tuberías PCCP en diámetros que van desde 48” (1.20 m) hasta 160” (4.00 m). Ello ha generado el desarrollo de tecnologías para el diagnóstico y manejo de este tipo de redes matrices, debido en gran medida

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 5 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

al riesgo de “fallas catastróficas” que suelen presentarse cuando ocurre la falla del cable de refuerzo<sup>1</sup>, ya sea por alguna de las siguientes causas:

- Pérdida del tensionamiento.
- Rotura por corrosión del alambre y el cilindro.
- Sobrepresiones en la línea.

Los mayores desarrollos en tecnologías de inspección se han realizado en Norteamérica (USA y Canadá) donde se tienen instalados miles de kilómetros de tubería PCCP – ECP. Los métodos más difundidos y practicados para inspección son:

- Inspección de Corriente Remota de Campo Eddy / Transformador acoplador **RFEC/TC**
- Inspección electromagnética **P-Wave**

Y para monitoreo del deterioro de la tubería en servicio y en tiempo real:

- Pruebas de Emisión Acústica **AET**
- Monitoreo Acústico por fibra óptica

De acuerdo con la experiencia adquirida por los proveedores de estos métodos de inspección quienes reportan miles de kilómetros diagnosticados y monitoreados en todo el mundo de tubería PCCP, valores de 97% de los tubos inspeccionados se encuentran operativos, circunscribiendo el problema a reparaciones puntuales y posponiendo ó cancelando los programas de rehabilitación con el consecuente ahorro de costos por obras y pérdidas por ceses del servicio.




Cabe resaltar la eficacia que poseen estos métodos para determinar las piezas defectuosas, y que evitarían invertir en costosas obras de rehabilitación en tramos que se encuentran en buenas condiciones y sin evidencia de falla, como es el caso de la tubería Tibitoc – Casablanca que no presenta ninguna rotura desde el año 1989.

## 4 TECNOLOGIAS INVESTIGADAS

### 4.1 Tecnologías de Inspección

Los métodos de inspección sirven para trazar una línea base del estado de deterioro de la tubería, determinando básicamente roturas en el cable de refuerzo y localizando el conjunto de roturas del cable producido por la corrosión y que es en últimas con la pérdida del mortero de

<sup>1</sup> En adelante se utiliza la palabra cable, alambre ó alambcón para denominar a la varilla de alta resistencia y de diámetro relativamente pequeño que se enrolla bajo tensión y que es quién provee la resistencia estructural de la tubería PCCP.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b> <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2.</b> <b>INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES</b> <b>TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE</b> <b>LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 6 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

recubrimiento lo que causa el estallido. Los métodos de inspección se basan en encontrar discontinuidades del cable mediante el envío y recepción de una señal electromagnética.

Existen algunas diferencias científicas entre los dos principales métodos investigados RFEC y P-Wave, pero la calidad de los resultados obtenidos es comparable y equivalente. La patente del sistema RFEC/TC pertenece a la firma Canadiense Pressure Pipe Inspection Company (PPIC) y el sistema P-Wave a la firma también canadiense Pure Technologies.

Con ambas firmas se realizaron contactos, los cuales fueron atendidos por representantes comerciales y técnicos de las firmas; en el numeral 6 se presenta el desarrollo de dichas gestiones y de las propuestas presentadas, así como el sustento que llevó a la presente consultoría en conjunción con la Interventoría del Contrato y la Dirección Red Matriz Acueducto a la selección de la propuesta y del método de inspección idóneo para el tramo 1 de la tubería Tibitoc – Casablanca.

#### **4.1.1 Inspección RFEC/TC - Remote Field Eddy Current / Transformer Coupling**

Consiste en un método de diagnóstico interno que requiere desocupar la línea para introducir un equipo que cuenta con un emisor y un receptor que chequea la continuidad del alambre de refuerzo, detectando y localizando roturas en el cable de refuerzo; previamente el equipo es calibrado de acuerdo al diámetro, tipo de refuerzo, tipo de unión entre tubos, transiciones de materiales y piezas especiales, de esta manera se detectan las irregularidades en la señal debidas a roturas del cable de refuerzo, indicando además el número de roturas del cable en cada pieza de tubería. Ver ficha técnica del procedimiento y algunas experiencias en el Anexo No. 1.




#### **4.1.2 Inspección P-Wave**

Consiste en un método de diagnóstico inicial “baseline” para establecer las condiciones actuales de deterioro. Este método de diagnóstico interno probado y de amplia difusión en Europa ubica las discontinuidades en el cable de refuerzo y en el cilindro a través de la emisión y recepción de ondas electromagnéticas, para lo cual se requiere la desecación de la línea; los proveedores del servicio hablan de un rendimiento en tramos rectos y planos de 2 km por día. Ver ficha técnica y descripción en el Anexo No. 1.

### **4.2 Tecnologías de Monitoreo**

#### **4.2.1 Pruebas de Emisión Acústica AET - Acoustic Emission Testing**

Una vez realizado el diagnóstico inicial de la tubería se realiza un monitoreo acústico que emite y localiza eventos acústicos como lo son las roturas de los cables, ya que dicha rotura libera

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 7 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

una fuerza de tensión de 11,000 libras (48.930 newtons), y se produce una onda que se propaga a través del agua en la tubería a una velocidad aproximada de 1.478 m/seg.

Para monitorear la tubería se utilizan hidrófonos que se introducen en cualquier accesorio de la línea a distancias comprendidas entre 300 y 600 metros, ó si se prefiere acelerómetros ubicados directamente sobre la superficie de la tubería.

Este método tiene la ventaja que no interrumpe el servicio de la línea y que describe el deterioro del activo en tiempo real; los proveedores estiman los tiempos de monitoreo de acuerdo a la edad y características de la tubería, ó en muchos casos se implementa permanentemente para detectar las piezas que generan un riesgo y permitir planear las actividades de rehabilitación.



#### **4.2.2 Monitoreo Acústico con Fibra Óptica**

Consiste en la instalación de un sistema compuesto por un cable de fibra óptica anclado en el fondo de la tubería, continuo y dotado de sensores localizados en las cajas de accesorios y otras facilidades para la recolección y procesamiento de datos, mediante el cual se pueden detectar y procesar en tiempo real señales ó eventos acústicos relacionados con las roturas del cable postensado en la tubería. El método localiza además la posición exacta de dicho evento. El sistema complementa el diagnóstico inicial de la tubería realizado por alguno de los métodos indicados en el numeral 4.1, pues esta técnica funciona con la tubería en servicio y da a conocer los cables que continúan rompiéndose, y al llevar el registro histórico de dicho deterioro le permite establecer al operador la tasa de daño que está ocurriendo y también como algunas maniobras se reflejan en daños de la tubería. Los sistemas de monitoreo continuo en tiempo real brindan la información al operador para que actué antes que ocurran las roturas y fallas catastróficas.

### **5 CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA**

La tubería de acueducto Tibitoc – Casablanca fue construida y dada al servicio hace 35 años (año 1972), para transportar el agua potable que se produce en la planta de Tibitoc, localizada en el cerro del mismo nombre en jurisdicción del municipio de Tocancipá, hasta el tanque Casablanca ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar en sector sur de la ciudad de Bogotá.

La Línea de 78” Tibitoc – Casablanca fue construida en tubería del tipo PCCP-ECP (Prestressed Concrete Cylinder Pipe - Embedded-Cylinder Pipe) fabricada e instalada por American Pipe and Construction Int. En este tipo de tubería, tal como ya se mencionó atrás, el cilindro de acero está embebido en el núcleo y la varilla de alta resistencia se envuelve sobre el núcleo de concreto.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 8 DE 17</b> <b>FECHA: 2007-10-25</b>	

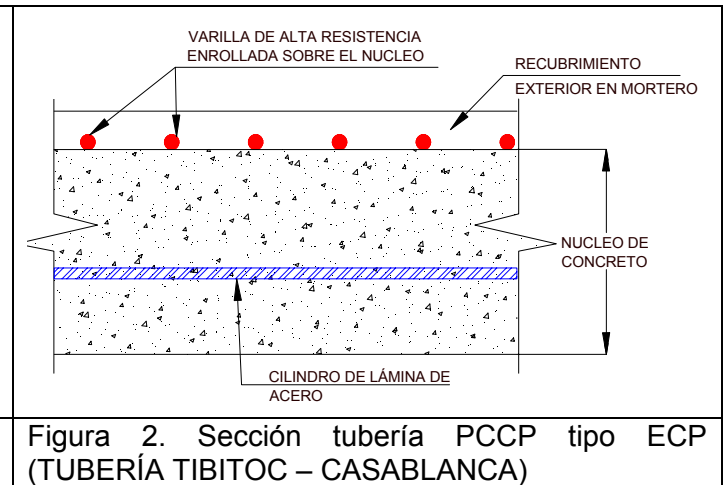
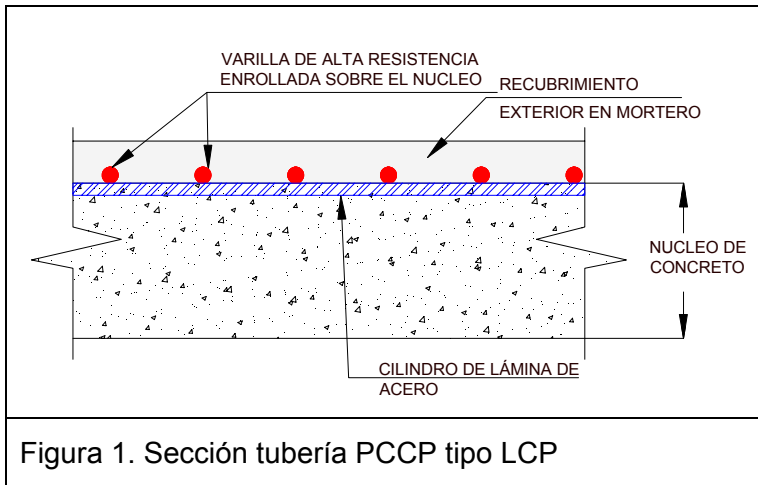


Figura 1. Sección tubería PCCP tipo LCP

Figura 2. Sección tubería PCCP tipo ECP (TUBERÍA TIBITOC – CASABLANCA)

Los tubos ó piezas estándar se construyeron de 4 y 7 metros de longitud y fueron fabricados de acuerdo con la norma AWWA C-301-64. En las Figuras 1 y 2 se aprecia la sección con los elementos que componen el tubo; se describen a continuación algunos de los elementos:



- Núcleo de concreto de 5 ¾" de espesor.
- Cilindro de lámina de acero calibre 16 (1.52mm), probado hidrostáticamente antes de ser embebido en el concreto, para garantizar la impermeabilidad del tubo.
- Varilla de alta resistencia, enrollada sobre el núcleo a una tensión controlada para hacer del tubo una estructura capaz de soportar la presión interna y las cargas externas a que está sometido, se utilizaron tres tipos de cables 0.162" (4.11mm), 0.192" (4.88mm) y 0.25" (6.35mm)
- Unión metálica (espigo-campana) con empalme de caucho que garantiza una junta estanca.
- Recubrimiento exterior de mortero aplicado a chorro, que proporciona a la varilla de tensionamiento un recubrimiento total y la protege de la corrosión y los agentes externos.

La ficha técnica de la tubería se presenta a continuación:

**Tabla No. 1. Ficha técnica de la tubería**

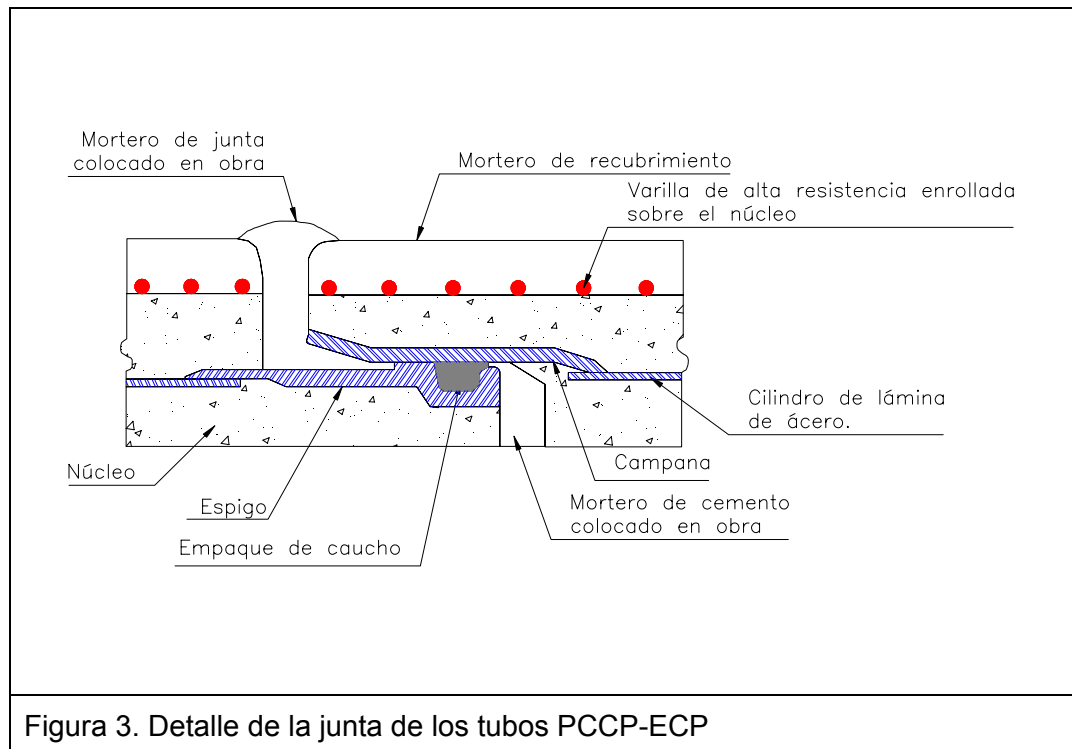
Norma	PCCP-ECP AWWA C-301/64	
Fabricante	American, Pipe and Construction	
Di= Diámetro interno del tubo	mm	2,000





	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 9 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

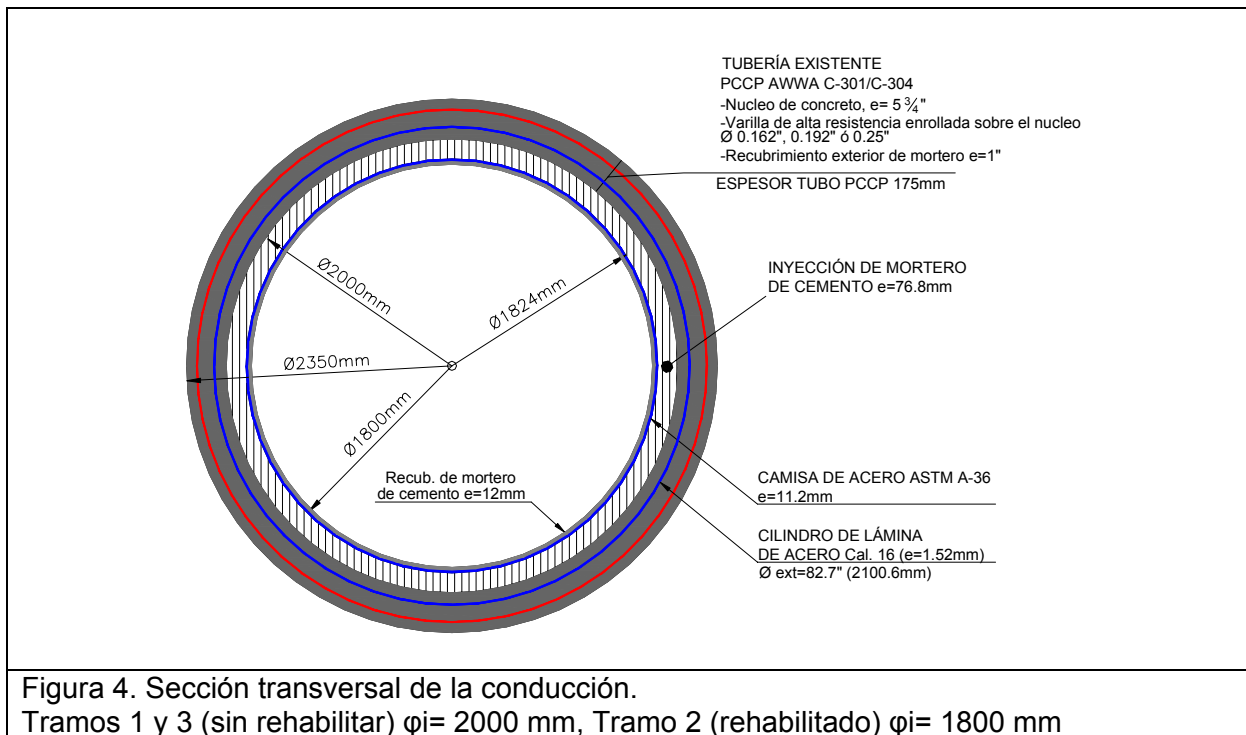
hc= espesor del nucleo	plg	5.75
hm= espesor del mortero de recubrimiento	plg	1
Dy= Diámetro exterior del cilindro de acero	plg	82.7
ty= Espesor del cilindro de acero	mm	1.52
f'c=Resistencia a la compresión del concreto	psi	4,000 - 6,000
fsg=Esfuerzo de tensionamiento del cable	psi	189,000
fsu=Resistencia del cable de preesfuerzo	psi	252,000
Clase cables de acero	ASTM C227-Clase II	
fyy=Resistencia a la cedencia del cilindro	psi	33,000

El detalle de las juntas espigo campana entre los tubos estándar se presenta a continuación:



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
<b>PÁGINA 10 DE 17</b>		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	



La sección típica tanto para el tramo rehabilitado (tramo 2) cómo para los tramos 1 y 3 se presenta a continuación:



Se instalaron válvulas de 60" y se utilizaron ampliaciones y reducciones a la entrada y a la salida de las mismas. Las válvulas fueron suministradas por la fábrica Black Borough de Inglaterra.

## 6 PROPUESTAS RECIBIDAS PARA LA INSPECCION

Cómo se mencionó anteriormente se adelantaron contactos con los dos principales proveedores de los métodos de inspección; PPIC y PURE TECH cada uno de los cuales ofrece métodos de inspección electromagnética, monitoreo acústico, detección de fugas, gestión SIG de los daños en la conducción, entre otros servicios; y soluciones. En la Tabla No. 2 se presenta la comparación de los servicios equivalentes de las firmas contactadas.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 11 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

**Tabla No. 2. Servicios Ofrecidos por las firmas**

SERVICIO	PURE TECH	PPIC
Inspección visual	Openaka**	----
Inspección Eletromagnética	P-WAVE	RFEC/TC
Monitoreo Acústico	Optic Fiber	AET
Detección de fugas	Smat Ball	Sahara
Evaluación estructural	Curvas de Riesgo*	Curvas de Riesgo*
Gestión SIG	SI	SI

PURE TECH: Pure Technologies Ltd.



PPIC: Pressure Pipe Inspection Company Ltd.

\* Servicios suministrados a través de firmas subsidiarias.

\*\* Openaka hace parte del la firma PURE TECH

Una vez consultadas las tecnologías y las experiencias obtenidas en varios países se decidió plantear la alternativa de inspección a la Empresa, inicialmente para el tramo 1 debido a que el trabajo implica sacar de servicio el tramo de la línea y el suministro de agua a la ciudad se puede seguir atendiendo a través de la conducción de 60” Tibitoc – Usaquéñ; se propuso entonces realizar el trabajo en el tramo 1, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Anteriores estudios indicaron que el tramo está sometido a condiciones críticas (mayor presión, suelos agresivos, etc)
- En el tramo 1 se presentó una de las roturas y es la única que no quedó cubierta por los trabajos de rehabilitación del año 2000.
- Es posible sacarlo de servicio sin afectar usuarios debido a que se cuenta con la tubería Tibitoc – Usaquéñ de 60”, recién rehabilitada y en servicio actualmente.
- El tramo 1 se encuentra básicamente en predios rurales, lo cual facilita la realización del trabajo de inspección interna y posteriormente la extracción y/o autopsia de uno ó dos tubos de la conducción.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 12 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	



En Septiembre 18 de 2007 se atendió al ing. Mario Hasbum representante de la firma PPIC a quién con anterioridad se le suministró información del tramo 1; se realizó la presentación en la Empresa, ante funcionarios de la Dirección Red Matriz y se recibió la cotización del trabajo, la cual se comenta en el numeral 6.2.

En Octubre 9 de 2007 se realizó la presentación por parte del ing. Muthu Chandrasekan remitido por la firma PURE TECH; dicha firma cuenta con representación en Colombia a través de la empresa IMPORTISA. Se recibió la propuesta técnica y económica las cuales se evalúan más adelante.

## 6.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Aunque existen diferencias tecnológicas en los métodos de inspección se consideran equivalentes y satisfactorios los resultados obtenidos con cada uno de ellos. Se presentan a continuación algunas consideraciones realizadas acerca de la información suministrada por cada una de las firmas:

- Ambas firmas garantizan, siempre y cuando se logre una adecuada calibración de los equipos y se cuente con cierta información de construcción de la línea, la determinación precisa de la localización de roturas en el cable en la tubería PCCP, y con una precisión de más ó menos 5 la cantidad de discontinuidades en el mismo.
- Ambas firmas indican que el trabajo se hace en 2 ó 3 días y que no se hace necesario remover la biopelícula de la tubería, la cual tiene un grosor aproximado de 5 mm, para la realización del trabajo.
- La firma PPIC pone como garantía de su trabajo que en el caso que el tubo que ellos diagnostican con roturas sea extraído y la autopsia no evidencie esos daños, no solamente no cobran la inspección, sino que pagan los costos de la extracción.
- La firma PURE TECH indica que tiene algún grado de conocimiento de la línea Tibitoc – Casablanca, puesto que ya realizó una inspección visual interna a través de su firma asociada Openaka en Febrero de 2000. Suministró al Consorcio copia del informe de dicha inspección e ilustró sobre la manera como se continúa realizando la inspección visual interna complementada ahora con sensores sonoros y como dicha inspección localiza por ejemplo roturas en el mortero de recubrimiento y brinda información complementaria a la prospección electromagnética.
- Con ninguno de los dos métodos de inspección se obtiene diagnostico de la lámina de acero de la tubería.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
<b>PÁGINA 13 DE 17</b>		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

## 6.2 COSTO DE LOS TRABAJOS

La firma PPIC presentó cotización de los trabajos por \$149,000 USD, netos libres de impuestos para una longitud de inspección de 5.5 km. Algunas opciones adicionales ascenderían a \$ 245,000 USD, y para una longitud de 4.0 km la inspección electromagnética asciende a \$116.000 USD. En el Anexo No. 5 se presenta el detalle de los costos.

Las actividades contempladas y circunscritas a la inspección son:

- Movilización de personal y equipo.
- Inspección electromagnética.
- Análisis y Reporte Final.

Otros costos asociados como aduanas, seguros, drenaje de la tubería, seguridad, preparación de la tubería para calibración, movilización al sitio, custodia de los equipos, etc. Son asumidos por el Contratante.

La firma PURE TECH presentó cotización por \$ 62,500 USD, netos libres de impuestos para una longitud de inspección de 4 km. En el Anexo No. 5 se presenta el detalle de los costos.

Las actividades contempladas y circunscritas a la inspección son:




- Movilización de personal y equipo.
- Inspección electromagnética.
- Análisis y Reporte Final.

Otros costos asociados como aduanas, seguros, drenaje de la tubería, seguridad, preparación de la tubería para calibración, movilización al sitio, custodia de los equipos, etc. Son asumidos por el Contratante.

La firma PURE TECH ofreció posteriormente realizar 5 km a un costo de \$ 65,000 CAD, indicando que realizó un descuento de \$11,875 CAD por considerar esa compañía el tramo 1 como piloto para la inspección del tramo 3.

## 6.3 PROPUESTA SELECCIONADA PARA LA INSPECCIÓN

Como se explicó anteriormente y de acuerdo con el concepto expresado por las firmas y a la hoja de vida y experiencia acumulada de cada una de ellas, los resultados de la inspección son equiparables. No se encontró diferencia notable en los costos de movilización. La principal

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 14 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	



diferencia radica en las utilidades esperadas por cada una de las firmas. De otro lado la firma PURE TECH cuenta con representación en el país y tienen un interés marcado en ofrecer a través de ésta los diferentes servicios al Acueducto de Bogotá, ello se refleja igualmente en los precios ofrecidos para este trabajo.

De acuerdo a ello el Consorcio considera como figura viable para la Empresa la oferta de PURE TECH, para realizar inspección electromagnética del tramo 1 de la conducción, en una longitud aproximada de 5 km, la cual se podrá establecer completamente una vez se logró desecar el tramo bajo el Embalse Teusacá.

En la Tabla No. 3 se presenta el presupuesto preliminar para la inspección electromagnética del tramo 1, y que correspondería al valor de la Adición del Contrato de Consultoría, el cual ponemos a consideración de la Empresa de Acueducto.

**Tabla No. 3. Presupuesto para inspección p-Wave del tramo 1**

DESCRIPCIÓN	\$ (PESOS COL)
Propuesta PURE TECHNOLOGIES US INC. (\$ 65.000 CAD x 0,98 (USD / CAD) x \$ 2.100 (TRM))	\$ 133,700,000
Impuesto de Retención en la Fuente (10%) ((\$ 133.700.000 / 0,9) - \$ 133.700.000))	14,855,555
Impuesto de Timbre, Pólizas y Publicación Adición Contrato (2,5% x \$ 180.000.000)	4,500,000
Otros Impuestos: Introducción temporal equipo, Seguro de equipo en Bogotá (Valor estimado)	8,000,000
Manejo Integral de Seguridad Industrial: Elementos de protección personal, extractores de aire, póleas, arneses, etc. (Valor estimado)	4,000,000
<i>SUBTOTAL</i>	<i>165,055,555</i>
Administración Consorcio Tibitoc 2006 - Subcontrato Pure Technologies y demás costos directos (10% x \$ 165.055.555)	16,505,556
<i>SUBTOTAL</i>	<i>181,561,111</i>
<i>IVA (16%)</i>	<i>29,049,778</i>
<b>TOTAL</b>	<b>210,610,888</b>

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 15 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

## 7 PLAN DE TRABAJO DE LA INSPECCIÓN

Se resume a continuación el plan de trabajo presentado por la firma PURE TECH el cual se adjunta en el Anexo No. 6 y posteriormente se hacen algunas consideraciones por parte del Consultor.

### 7.1 Objeto

Realizar la inspección del Tramo 1 de la conducción desde el Tanque Alto Tibitoc hasta la Interconexión El Espinal (V-9), inicio del tramo de tubería rehabilitado.

### 7.2 Metodología



El tubo será inspeccionado mediante tecnología de prospección electromagnética P-WAVE. Una carta de calibración para la tubería PCCP de 78" instalada en el tramo será elaborada para brindar precisión acerca del comportamiento observado de cables rotos.

La tubería debe ser sacada de servicio y drenada; un nivel máximo de 30 centímetros de agua es aceptable para realizar la inspección. No es requerido la remoción de la biopelícula para la inspección.

### 7.3 Drenaje del Bajo Teusacá

La purga del tramo del Bajo Teusacá constituye una dificultad para los trabajos de inspección de este sector, debido a que la válvula de purga yace sepultada en una caja dentro del embalse a 140 m aproximadamente de la orilla y 1.5 a 2.0 metros de profundidad de la lámina de agua, la cual se ha calculado en 2,550.5 de acuerdo con la cota del vertedero.

Se tiene información que dicha purga se ha operado en el pasado gracias al realce parcial que se le construyó a la cámara y se plantea la posibilidad de descender el nivel del embalse entre las cotas 2,548.5 y 2,549.0 marcadas en la Figura 5, que corresponden a las cotas entre las que se espera encontrar la tapa de la caja de la purga con lo que se podría permitir la operación de la válvula y por medio del bombeo la evacuación del agua de la tubería. El volumen de desembalse estimado para realizar la operación de la purga, de acuerdo con la condición actual de rebose permanente, es del orden de unos 800.000 metros cúbicos

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-IF-GE-006</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 16 DE 17</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2007-10-25</td> </tr> </table>	RTC-IF-GE-006	VERSIÓN: 0	PÁGINA 16 DE 17		FECHA: 2007-10-25	
RTC-IF-GE-006	VERSIÓN: 0							
PÁGINA 16 DE 17								
FECHA: 2007-10-25								

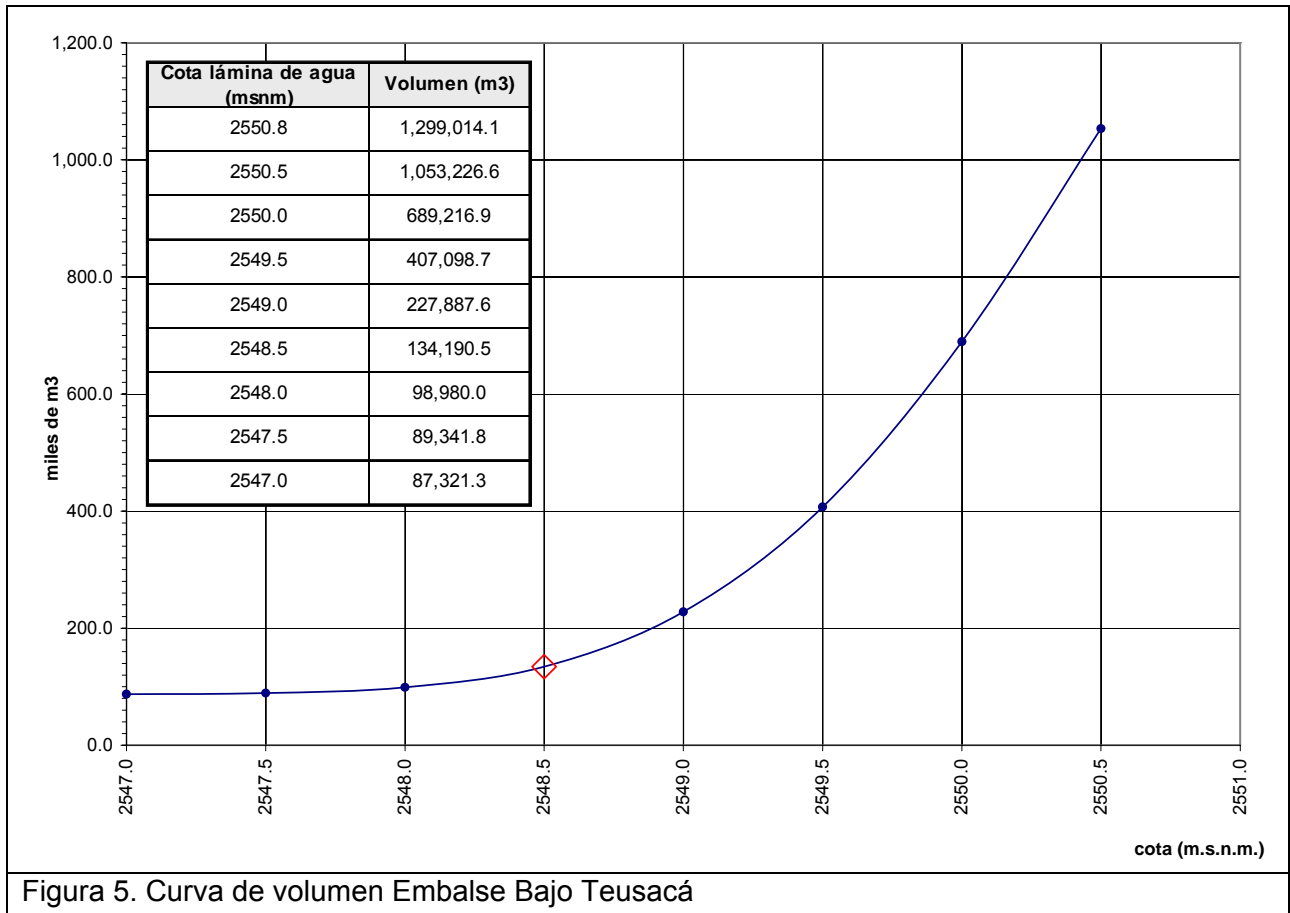




Figura 5. Curva de volumen Embalse Bajo Teusacá

Los datos de volumen fueron estimados a partir de la batimetría realizada por la firma AUDITORIA AMBIENTAL LTDA para la CONSESIONARIA TIBITOC S.A.-ESP en el año 1.999. No se han tenido en cuenta los volúmenes remanentes que no se pueden drenar debido a la topografía del fondo del embalse.




## 8 DOCUMENTOS ANEXOS

1. CATALOGOS METODOS DE INSPECCION Y MONITOREO
2. EXPERIENCIA DE LAS FIRMAS
3. CONCEPTO DE LA CASA MATRIZ FABRICANTE DE LA TUBERÍA - (AMERON)
4. CASOS EN ESTUDIO EN OTROS PAISES






	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>PÁGINA 17 DE 17</b>	
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	




5. COTIZACIONES DEL TRABAJO DE INSPECCIÓN
6. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO “JOB PLANNING – PURE TECHNOLOGIES”
7. LIBRO DE TUBOS (TRAMO 1)
8. INSPECCIÓN INTERNA OPENAKA. (Doc OP-9924E DE Marzo de 2003)
9. CUANTÍA DE REFUERZO TUBERÍA PCCP-ECP AWWA C301/64

	<p align="center"><b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b></p>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<p align="center"><b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b></p>	<p align="center"><b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b></p>	<p align="center">RTC-IF-GE-006</p>	<p align="center">VERSIÓN: 0</p>
		<p align="center">FECHA: 2007-10-25</p>	




**Anexo No. 1. CATALOGOS METODOS DE INSPECCION Y MONITOREO**

	<p style="text-align: center;"><b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b></p>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<p style="text-align: center;"><b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b></p>	<p style="text-align: center;">RTC-IF-GE-006</p>	<p style="text-align: center;">VERSIÓN: 0</p>
		<p style="text-align: center;">FECHA: 2007-10-25</p>	




**Anexo No. 2. EXPERIENCIA DE LAS FIRMAS**

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	




**Anexo No. 3. CASOS EN ESTUDIO EN OTROS PAISES**

	<p align="center"><b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b></p>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<p align="center"><b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b></p>	<p align="center"><b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b></p>	<p align="center">RTC-IF-GE-006</p>	<p align="center">VERSIÓN: 0</p>
		<p align="center">FECHA: 2007-10-25</p>	




**Anexo No. 4. CONCEPTO DE LA CASA MATRIZ FABRICANTE DE LA TUBERÍA  
(AMERON )**

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

**Anexo No. 5. COTIZACIONES DEL TRABAJO DE INSPECCIÓN**




	<p style="text-align: center;"><b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b></p>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<p style="text-align: center;"><b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b></p>	<p style="text-align: center;">RTC-IF-GE-006</p>	<p style="text-align: center;">VERSIÓN: 0</p>
		<p style="text-align: center;">FECHA: 2007-10-25</p>	

**Anexo No. 6. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO “JOB PLANNING – PURE TECH”**




	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

**Anexo No. 7. LIBRO DE TUBOS (TRAMO 1)**






	<p align="center"><b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b></p>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<p align="center"><b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b></p>	<p align="center"><b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b></p>	<p align="center">RTC-IF-GE-006</p>	<p align="center">VERSIÓN: 0</p>
		<p align="center">FECHA: 2007-10-25</p>	

**Anexo No. 8. INSPECCIÓN INTERNA OPENAKA**  
(Doc OP-9924E DE Marzo de 2003)

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

**Anexo No. 9. CUANTÍA DE REFUERZO TUBERÍA PCCP-ECP AWWA C301/64**

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 7.2. INFORME PLANTEAMIENTO Y DETALLES TÉCNICOS DE LA INSPECCIÓN INTERNA DE LA TUBERÍA PARA EL TRAMO 1</b>	<b>RTC-IF-GE-006</b>	<b>VERSIÓN: 0</b>
		<b>FECHA: 2007-10-25</b>	

**Anexo No. 10. PLANOS Y FIGURAS**