



**Gerencia de Fiscalización de Hidrocarburos Líquidos**

**INFORME TÉCNICO N° 126528**

**DENUNCIA PRESENTADA POR E-TECH INTERNATIONAL**

**SOBRE EL SISTEMA DE TRANSPORTES POR DUCTOS DEL  
PROYECTO CAMISEA**

Abril, 2006



## Informe Técnico N° 126528 -2006-OSINERG-GFH

### Análisis Técnico del Informe de E-Tech International

#### CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>2. INFORME DE E-TECH</b> .....	2
<b>3. METODOLOGIA DEL ANALISIS DE OSINERG AL INFORME DE E-TECH</b> .....	4
<b>4. ANALISIS TECNICO DEL INFORME</b> .....	5
4.1. INTRODUCCION .....	5
4.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR GASODUCTO Y POLIDUCTOS	
4.3. REGULACIONES PERUANAS RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCION .....	5
4.4. METODOLOGÍA Y CRITERIOS USADOS PARA VERIFICAR LA TUBERIA Y CERTIFICAR LOS SOLDADORES E INSPECTORES .....	5
4.4.1. Código ASME B31.8.....	5
4.4.2. Norma API 1104.....	6
4.4.3. Norma API 5L.....	6
4.5. OBSERVACIONES DE INSPECTORES DEL BID EN CUANTO A LA CONDICION DEL DERECHO DE VIA DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCION .....	7
4.6. CALIDAD DE LA TUBERIA UTILIZADA EN EL PROYECTO CAMISEA.....	8
4.6.1. Problemas con la Soldadura .....	10
4.6.2. Problemas con la Inspección de la Soldadura hecha en el Campo.....	14
4.7. CALIDAD DE LA PRUEBA HIDROSTATICA HECHA EN EL CAMPO.....	15
4.8. FALLAS OCURRIDAS DURANTE LA OPERACION DEL POLIDUCTO .....	17
4.8.1. Análisis de la Primera Falla.....	17
4.8.2. Análisis de las otras Tres Fallas.....	20
4.8.3. Posibles Acciones a Tomar para Prever Fallas Futuras.....	22
4.9. UBICACION DE LOS TRAMOS DEBILES .....	23
4.10. ALTERACION SIN AUTORIZACION DE LA RUTA ORIGINAL .....	24
4.11. POLITICA DE TGP PARA CONTROLAR LA EROSION.....	25
4.12. POLITICA DEL MEM PARA CONTROLAR LA EROSION .....	25
4.13. LA REALIDAD DEL CONTROL DE EROSION DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCION .....	26
4.14. LAS CONCLUSIONES DE E-TECH INTERNATIONAL.....	26
<b>5. CONCLUSIONES DEL ANALISIS Y RECOMENDACIONES</b> .....	29
5.1. RESUMEN DEL ANALISIS DEL INFORME DE E-TECH INTERNATIONAL.....	29
5.2. CONCLUSIONES .....	31

## **1. INTRODUCCIÓN**

El sistema de transporte por ductos de Camisea es una Concesión obtenida mediante Licitación Internacional por un Consorcio para operarlo por 30 años o más.

Contractualmente, la responsabilidad por el Diseño, la Construcción, la Operación y el Mantenimiento del Sistema de Transporte de gas natural y líquidos de gas natural son del Concesionario. Para efectos de la construcción la empresa concesionaria también es responsable por la contratación de la empresa Supervisora (Owner Engineer) que se encargará de supervisar la obra.

Por su parte, OSINERG supervisa y fiscaliza para dicha concesión el cumplimiento de los contratos BOOT, de la normativa técnica aplicable y de los compromisos adquiridos por el concesionario en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), aprobados por el MEM, la supervisión y fiscalización es una actividad que realiza el OSINERG en forma sistemática, puntual y selectiva.

Ante denuncias presentadas frente a eventuales incumplimientos de los compromisos adquiridos por las Concesionarias, como es el caso del informe de E-Tech International, OSINERG realiza una investigación preliminar de acuerdo con la información que dispone que se pueda recabar, así como de los descargos de la propia empresa concesionaria, cuyo resultado es materia del informe técnico correspondiente.

De encontrarse indicios de incumplimiento de la empresa de algún o algunos aspecto(s) comprometidos, se inicia el proceso o procesos de Instrucción Preliminar (Informe Técnico de Sanción) que correspondan.

## **2. INFORME DE E-TECH**

El 27 de febrero de 2006, la organización E-Tech International, dedicada a la preservación de la salud humana y del ambiente, de Santa Fe, Nuevo México, Estados Unidos, presentó en su sitio en la Internet ([www.etechinternational.org](http://www.etechinternational.org)) el informe "Evaluación de Fallas en Tuberías del Proyecto Camisea y Soluciones a Largo Plazo", escrito por el ingeniero Carlos Salazar Tirado y editado por el ingeniero Bill Powers.

En el se cuestionan, entre otros puntos, los siguientes temas relacionados con la construcción del gasoducto y la tubería de líquidos para el transporte de los hidrocarburos del Proyecto Camisea:

1. Excesiva premura en la ejecución de las obras, buscando cumplir los plazos acordados en el Contrato con el gobierno peruano, que incidió en la calidad de los trabajos.
2. Omisiones e irregularidades en la ejecución de los trabajos, que constituyeron violación a procedimientos, estándares internos y regulaciones oficiales.
3. Establece que las cuatro fallas ocurridas se deben a varias causas, en las que incluyen soldaduras e inspecciones de las mismas no adecuadas, corrosión de la tubería, y movimiento del terreno.
4. Denuncia que para acelerar la obra se tendieron los ductos en geografías muy accidentadas.
5. Afirma que en tales tramos las uniones o cruces especiales aumentaron los riesgos de falla de las soldaduras.
6. Señala que las soldaduras presentan problemas por insuficiente calificación de los soldadores, soldadores inexpertos o no capacitados y esfuerzos en las tuberías por haber sido forzadas para alinearlas para su soldadura.
7. Concluye que el manejo inadecuado de la estabilización y la revegetación ha causado deslizamientos que han producido la aparición de grietas por fatiga en las tuberías.
8. Estima que la mitad de la tubería, o más, es sobrante de proyectos en otros países y que llegó a la obra con excesiva corrosión y biseles deformados. Tal corrosión habría reducido los espesores de pared de la tubería por debajo de lo aceptado por las normas y los nuevos biseles, ejecutados en campo, habrían sido defectuosos por haber sido realizados por personal no calificado y con equipos no adecuados.
9. Afirma que parte de las pruebas hidrostáticas se realizaron en forma deficiente e irregular al no ser efectuadas por personal capacitado y certificado, con instrumentos sin la debida certificación de su precisión y sin la supervisión de representantes del gobierno peruano.

El informe concluye recomendando que, para evitar que se produzcan más fallas, se debe:

1. Llevar a cabo una auditoria del proceso constructivo.
2. La interpretación radiográfica a ambas líneas, con personal calificado para tal interpretación, y pidiendo para ello radiografiar nuevamente y en su totalidad la circunferencia completa de todas las uniones soldadas.
3. Solicita que todo el proceso sea observado por inspectores independientes.
4. Los anteriores inspectores tendrían la potestad de ordenar otras pruebas de la integridad de la tubería, tales como son pruebas hidrostáticas, corridas de chanchos inteligentes y monitoreo remoto de fugas.
5. Los inspectores independientes también evaluarían la viabilidad de la estabilización de suelos y la revegetación, recomendarían las medidas para asegurar la estabilización del suelo y monitorearían hasta su finalización los avances de la estabilización y revegetación.

Finalmente, presenta una serie de tramos, que totalizan 131 kilómetros, entre las cuales considera se encuentran las zonas con mayor riesgo de sufrir nuevas fallas.

### **3. METODOLOGIA DEL ANALISIS DE OSINERG AL INFORME DE E-TECH**

El análisis se realiza con base en:

- Los documentos aportados como informe y apéndices del informe por E-Tech International y varios de los citados en el.
- Las normas técnicas y las regulaciones peruanas y las internacionales aplicables a la construcción y operación de los ductos en cuestión.
- Las prácticas normales de la industria y la experiencia en proyectos de ductos de transporte del ingeniero que realizó el presente análisis.
- Verificaciones realizadas por la supervisión de OSINERG durante la instalación de los ductos.
- Con el fin de facilitar la lectura de este análisis y su comparación con el documento original de E-Tech International, lo analizamos en el mismo orden de presentación de tal informe.

## **4. ANALISIS TECNICO DEL INFORME**

### **4.1. INTRODUCCION**

En la introducción se señala que el Estado peruano, fijó la fecha de puesta en marcha de los gasoducto/poliducto para el 09 de agosto de 2004 y una serie de penalidades, si no se terminaba la obra a tiempo, con un total acumulado de US\$ 90 millones.

Recuerda que entre la puesta en marcha del proyecto el 8 de agosto de 2004 y noviembre de 2005, en un lapso de quince meses se presentaron cuatro fallas en el poliducto.

### **4.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR GASODUCTO Y POLIDUCTO**

Se describen en forma breve el sistema y sus principales características.

### **4.3. REGULACIONES PERUANAS RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCION**

Enumera la ley y regulaciones peruanas para la construcción de este tipo de ductos de transporte de hidrocarburos y cita alguno de sus artículos.

### **4.4. METODOLOGÍA Y CRITERIOS USADOS PARA VERIFICAR LA TUBERIA Y CERTIFICAR LOS SOLDADORES E INSPECTORES**

#### **4.4.1. Código ASME B31.8**

Afirma que el código ASME B31.8, "Gas Transmission and Distribution Piping Systems" establece los requerimientos para el diseño y la construcción de las tuberías de transporte de líquidos y gas, mismo que TGP adoptó como su especificación, tanto para el gasoducto como para el poliducto.

#### **4.4.2. Norma API 1104**

El informe relata que TGP adoptó para la obra el Código del American Petroleum Institute API 1104, "Welding of Pipelines and Related Facilities", que trata de los exámenes a aprobar por los soldadores e inspectores de soldadura, y que Techint, debe mantener un archivo de resultados de los exámenes de los soldadores y de los antecedentes de los inspectores de soldadura y de radiografías del proyecto.

#### **4.4.3. Norma API 5L**

Informa que la especificación de producción adoptada por TGP fue la API 5L para tubería de línea y que esta señala que el fabricante debe proporcionar las pruebas de materiales de fabricación y que el uso de tal norma por parte de TGP implica que toda la tubería utilizada en el proyecto es tubería nueva.

#### **Análisis:**

Al respecto se precisa que el OSINERG exigió el cumplimiento en la etapa constructiva, tal como lo establece la norma peruana, del uso del código ASME B31.8 para el ducto de gas natural y el código ASME B31.4 para el ducto de líquidos de gas natural ("Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids"), así como de la norma API – 1104 y de la especificación API – 5L.

Se destaca que en adición al cumplimiento de la normativa técnica anteriormente citada, también se le exigió a TGP el cumplimiento de las regulaciones ambientales contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental, el mismo que fue requisito para poder iniciar las obras y fue aprobada por el Ministerio de Energía y Minas del Perú.

De la labor de supervisión y fiscalización del OSINERG al cierre de la etapa constructiva si se observaron 2317 incumplimientos de la empresa TGP, en aspectos de medio ambiente, social y de la normativa técnica y de seguridad, los mismos que fueron notificados a la empresa para su levantamiento y corrección correspondiente. Estas observaciones fueron levantadas y aquellas

que configuraron infracción a la norma han sido materia de procesos administrativos sancionadores. A la fecha se han impuesto dos multas correspondientes a la etapa constructiva, estas multas agrupan un conjunto de observaciones, por un monto de 1750 UIT.

#### **4.5. OBSERVACIONES DE INSPECTORES DEL BID EN CUANTO A LA CONDICION DEL DERECHO DE VIA DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCION**

El informe presenta a la consultora estadounidense URS Corporation, bajo contrato con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Corporación Andina de Fomento (CAF) para evaluar el impacto al medio ambiente por los trabajos realizados en el DDV.

En el Reporte Final de URS se lee:

##### *"4.0 EVALUACION DE CUMPLIMIENTO CON EL PMA – DOWNSTREAM PROJECT*

*En general, se gastaron considerables esfuerzos y recursos para construir el proyecto en una manera socialmente aceptable. Sin embargo, los monitores IESM observaron un patrón de implementación inconsistente del PMA, particularmente durante las fases tempranas (en la primera temporada de lluvias de la construcción en 2002-2003) del proyecto.*

*Mientras que las instancias de implementación inconsistente de los planes y programas ambientales aprobados pueden ser observados en cualquier proyecto de construcción de tuberías de transporte (sin importar su localización), el monitoreo reveló un patrón de problemas de cumplimiento recurrentes en las siguientes áreas específicas:*

*...(se listan seis puntos)...*

*Afortunadamente, casi todas las inconsistencias observadas fueron menores en naturaleza y pocas, si acaso alguna, han resultado en impacto adverso de largo plazo a la tierra, agua y recursos de la comunidad. Con base en la revisión de campo de los monitores IESM y el staff senior de URS, la mayoría de los asuntos identificados fueron resueltos satisfactoriamente durante las fases final de la*

*construcción y de restauración. Basados en los reportes de monitoreo semanal emitidos durante octubre de 2004, la mayoría de los asuntos pendientes pertenecían a actividades menores de limpieza en los antiguos campamentos y sitios temporales de trabajo. Ninguno de los asuntos pendientes parece ser de mayor significancia.*

*En septiembre de 2003, TGP inició un programa de Control Permanente de Erosión (PEC) para aumentar la restauración inicial completada por el contratista de la línea. Se hicieron provisiones adicionales para dar fondos a esta labor. Debido a la alta precipitación pluvial y la característica de empinado terreno de las porciones de bosque de lluvia /bosque de nubes del sector Selva, y el terreno empinado y la dificultad de la característica de establecimiento de vegetación del sector Sierra Andina, el programa PEC fue una medida positiva significativa que TGP instituyó para ayudar a asegurar la estabilización efectiva del DDV.*

*Este trabajo fue realizado universalmente sobre la totalidad del DDV, y no se omitieron áreas que necesitasen trabajo suplemental de estabilización. En aproximadamente cada instancia, los monitores IESM determinaron que la ejecución del trabajo de PEC fue bien diseñado y de muy buena calidad."*

#### **Análisis:**

De la lectura del reporte final proporcionado por URS se puede desprender que los trabajos para controlar las erosiones, fueron considerados adecuados por la entidad supervisora del BID.

Sin embargo y producto de la supervisión del OSINERG, al momento del cierre constructivo se notificaron a la empresa de 117 puntos con posibles problemas de estabilización de taludes y control de erosión en la selva y una cantidad semejante en la zona de sierra.

#### **4.6. CALIDAD DE LA TUBERIA UTILIZADA EN EL PROYECTO CAMISEA**

El informe de E-Tech hace un recuento de que es importante tener tubería nueva para el proyecto y buena calidad de soldadura. Informa que hay una bitácora de datos de cada tubo, que llama "paybook".

A juicio del autor del Informe de E-Tech al menos la mitad de la tubería utilizada es sobrante de otros proyectos, estuvo mal almacenada y sufrió corrosión excesiva.

Informa que Tenaris, del Techint Group, era el único fabricante de la tubería utilizada en el proyecto y muestra un anuncio comercial de Tenaris que indica que fabricó 68 mil toneladas de tubería para Camisea y proveyó 200 mil. Considera que de revisarse el "paybook" se puede determinar cuánta tubería usada se instaló en los ductos.

Afirma también que la tubería llegó a Perú con los biseles de fabricación deformados, exigiendo preparación manual de los biseles en campo sin el equipo ni el personal adecuado.

Dice que la deformación y corrosión se intentó solucionar con el corte de un metro de los extremos como lo exige la norma, pero que en algunos casos por la corrosión interna el corte era de 1.5 metros, lo cual no es permitido. Informa que hacer recortes y reparaciones de tal magnitud en el campo dificulta todavía más el proceso de soldadura, ya que el empate de los extremos de dos tubos no es óptimo. Además, que la corrosión interna debilita la tubería y en combinación con otros factores, por ejemplo fuerzas externas inducidas por deslizamientos de tierra, aumentan significativamente la probabilidad de ocurrencia de fallas.

### **Análisis:**

La bitácora a la que se refiere el informe es el "pipe book" que la empresa Concesionaria está obligada a mantener para su control.

De la información disponible de los supervisores del OSINERG encargados de la supervisión del Contrato, en el cual se exige que los tubos sean nuevos, se desprende que no se han encontrado evidencias que los tubos hayan sido usados. La metodología de comprobación en la etapa constructiva consistió en tomar la información de los reportes de aduanas (SUNAT) donde los manifiestos indican que los productos son nuevos y cuentan con sus certificados de control de calidad de manufactura, que luego fueron aleatoriamente revisados en el campo.

Respecto al origen de la tubería se verificó en los documentos disponibles que 120,000 toneladas fueron fabricadas en Tenaris Brasil y 68,000 toneladas en Tenaris Argentina.

También se ha verificado en la copia digital del Pipe Book de ambos ductos, para los casos de las fallas analizadas a la fecha, que los tubos involucrados y sus adyacentes, tienen la documentación en orden.

En general en las obras de construcción es práctica común:

- Rehacer biseles en el campo, cada vez que se corta un tramo y cuando el bisel se avería. Es una práctica aceptada, realizar tal actividad con una maquina biseladora automática y aun con esmerilado manual empleando una pulidora. Las dimensiones y ángulos de norma permiten tolerancias tales que son relativamente fáciles para el personal elaborar el bisel. Adicionalmente, parte de la revisión visual que debe realizar el inspector de soldadura incluye la del bisel y su aprobación o rechazo.
- Realizar cortes a la tubería. Estos se realizan cuando un tubo tiene cualquier defecto en un extremo o si hay que reducir la longitud de un tubo para acomodarlo entre dos lingadas.
- Finalmente los tubos aún cuando indican una longitud de referencia no miden exactamente los 12 metros indicados. En la producción de muchas tuberías, el control de calidad y otras circunstancias llevan al corte de las puntas en fábrica dejándolos de diferentes largos. Realmente pocos (y en ocasiones ninguno) miden 12 metros.

Al respecto la norma no especifica que no puedan cortarse los tubos, ni la longitud del corte únicamente exige longitudes mínimas, de apenas una fracción del diámetro, para los nipples que haya que incluir para una reparación. Los cortes de un metro o 1.5 metros, no violan las normas exigibles.

#### **4.6.1. Problemas con la Soldadura**

El autor del Informe de E-Tech presenta una gráfica que ilustra tipos de corrosión de metales y aleaciones.

Luego lista problemas observados que el autor observó y que incluyen:

- Soldadura de fábrica con falta de penetración;
- Soldadores que no contaban con la calificación necesaria;
- Soldaduras efectuadas por soldadores sin experiencia que fueron promovidos de amoladores a soldadores (ayudante de soldador) durante la construcción;
- Mala preparación de los biseles de los tubos producto de abolladuras o de corrosión interna generalizada de estos tubos;
- La corrosión generalizada en el interior de los tubos usados que ha originando tensiones y fatiga de alto ciclo;
- Demasiado tensionamiento en la unión de las lingadas de tubos (se conoce como un "tie-in"), cruces especiales y otras uniones de lingadas de tuberías en sitios especiales que pueden ser quebradas o pequeños ríos.
- Los cambios dimensionales, torsiones, y tensiones inadmisibles de los tubos que fueron soldados sujetos a presión y tensionadas para empatarlos durante el proceso de soldadura. Este tipo de cambios en soldaduras son muchas veces los causantes de las fallas;
- El fenómeno de fatiga es considerado responsable aproximadamente de más del 90 por ciento de las fallas por rotura de uniones soldadas precediendo a la fractura rápida;
- Mala soldadura, las discontinuidades y defectos en las soldaduras han actuado como concentrador de tensiones, iniciando bajo cargas cíclicas fisuras por fatiga propagándose lentamente alcanzando un tamaño crítico;
- La presencia de deslizamientos de tierra producen la deformación en la tubería que a la vez produce la iniciación de una fisura por fatiga.

Establece que TGP, para cumplir el Código API 1104, requiere que Techint utilice solamente soldadores bien calificados y que mantenga los exámenes de los soldadores que se deben llevar a cabo antes del inicio del proyecto, como comprobante de que cada soldador estuvo a la altura de soldar exitosamente.

Dice que, aunque todos los soldadores se certificaron, a su juicio no hubo buen control de los exámenes y un porcentaje de los soldadores no tenían el nivel de experiencia que requería el proyecto.

## **Análisis:**

Al respecto presentamos nuestras consideraciones sobre tales puntos:

**Soldadura de fábrica con falta de penetración:** Esta situación, no frecuente, puede ocurrir si no hay una completa revisión en la calidad del material en la fábrica. Cuando se detecta en obra, el tubo afectado no se utiliza y se procede a contactar al fabricante y a establecer los correctivos del caso. Debe garantizarse la calidad del material.

**Soldadores que no contaban con la calificación necesaria:** Los documentos examinados para el caso de los análisis de las fallas y de las auditorias radiográficas que hemos realizado no indican ninguna anomalía.

**Ayudantes de soldador promovidos a soldador durante la obra:** Todos los soldadores deben rendir una prueba para calificar como tal. Al respecto se ha comprobado que la documentación revisada está en orden.

**Mala preparación de los biseles:** Quien realiza la inspección visual de la soldadura debe aceptar como se realiza, verificando la concordancia geométrica del bisel y la separación entre tubos de la norma. Esto se comprueba posteriormente en la radiografía. De los análisis maestres OSINERG no ha encontrado evidencias de defectos en la preparación de los biseles.

**Demasiado tensionamiento en las uniones:** Parte importante de la calidad de la soldadura la constituye el alineamiento de las piezas a soldar. Tal alineamiento se logra acomodando los tubos a unir, su longitud e incluso fabricando curvas para seguir el perfil del terreno y ruta de la línea.

La alineación se hace llevando los tubos a la coincidencia de sus extremos sin forzarlos. Finalmente se emplea una grapa o dispositivo de alineación, que puede ser interno o externo, que mantiene los bordes perfectamente en línea. Es función de los ingenieros en la obra, y especialmente de quien supervisa visualmente la soldadura, que cada una se realice sin imponer esfuerzos indebidos a los tubos a soldar. Sin embargo la verificación de las tensiones internas en el ducto podrán ser realizadas mediante el uso de dispositivos

inteligentes por el interior del ducto, cuyos resultados darán indicios respecto del tema indicado.

**Cambios dimensionales, torsiones, y tensiones inadmisibles de los tubos:** Es función del supervisor de soldadura evitar tales incumplimientos normativos. Debe recordarse que una buena soldadura no solamente depende de cumplir con aplicar el material de aporte, sino que la junta debe cumplir con características geométricas, de alineación y estar libre de esfuerzos. Tal verificación se ha exigido sea considerado en la verificación interna de los ductos.

A continuación pasamos a analizar algunas afirmaciones del informe como errores en que se incurrió en este proyecto:

**Corrosión interior generalizada de los tubos usados que ha originando tensiones y fatiga de alto ciclo:** De acuerdo a la supervisión realizada se verificó que en los casos analizados en los sitios de fallas no se ha encontrado evidencias de tubería usada.

Tampoco se detectó en tales puntos corrosión de importancia.

Es difícil determinar técnicamente que se hayan originado tensiones y fatiga de alto ciclo por tal motivo, sin contar con un examen total de la línea, o al menos se determine un solo punto de ella donde este ocurriendo. Al menos en los sitios de falla cuya investigación se ha adelantado, no hay tal fenómeno.

**El fenómeno de fatiga es responsable de más del 90% de las rotura antes de la fractura rápida:** Es una información de tipo estadístico y, como en el punto anterior, ha sido presentada sin ningún análisis o ensayos que sustenten que se está presentando en el ducto.

**Mala soldadura, discontinuidades y defectos en las soldaduras han actuado como concentrador de tensiones iniciando bajo cargas cíclicas fisuras por fatiga propagándose lentamente alcanzando un tamaño crítico:**

Las discontinuidades y defectos en las soldaduras que excedan la norma causan el rechazo de una soldadura, la cual debe ser cortada o reparada de

acuerdo con dichas normas. Si pasaron verificación radiográfica, es que están libres de tales defectos, salvo errores en la apreciación. OSINERG ha realizado una auditoria muestral a las uniones soldadas de los ductos, no habiendo encontrando evidencias de problemas mayores en las soldaduras aceptadas por la supervisión de la empresa.

**La presencia de deslizamientos de tierra producen la deformación en la tubería que a la vez produce la iniciación de una fisura por fatiga:**

Es evidente que por el tipo de terrenos y las características mismas de este proyecto, que atraviesa suelos difíciles de Selva y escarpados de Sierra, se presentan movimientos del suelo, que deben ser permanentemente monitoreados, identificados y controlados apropiadamente para garantizar la integridad de la tubería. Al respecto el OSINERG ha venido observando tales sucesos y exigiendo su corrección durante todo el proceso constructivo, así como imponiendo las sanciones correspondientes.

**4.6.2. Problemas con la Inspección de la Soldadura hecha en el Campo**

Tras una explicación sobre cómo se verifica la calidad de la soldadura, cita que el Código API 1104 requiere que los radiólogos sean Nivel II o III, según procedimientos de certificación de la ASNT, *Recommended Practice No. SNT-TC-1A* o equivalente.

Dice que si había radiólogos calificados pero que ellos mismos eran quienes interpretaban dichas radiografías sin ser certificados para tal interpretación y que el único profesional certificado para la interpretación nunca estuvo en campo analizándolas.

Los inspectores de soldadura, los que hacen la inspección visual, se certifican por medio del American Welding Society – AWS. La AWS certifica tres clases de inspectores:

- CWI – Certified Welding Inspector – Es inspector de soldadura;
- CAWIN – Certified Associate Welding Inspector - Es el inspector calificado exclusivamente para una determinada empresa;

- El Senior Inspector o Ingeniero Inspector es un especialista en el tema de soldadura y está por encima de los antes mencionados.

Dice que tanto TGP como Techint tenían inspectores de soldadura. Luego afirma que aunque TGP contaba con un inspector en soldadura CWI, no contaba con CAWIN ni con ingeniero inspector y que Techint no tuvo inspector certificado por un organismo internacional como API, AWS, o ASME.

### **Análisis:**

De las investigaciones de las fallas y de las auditorias radiográficas realizadas por el OSINERG se ha podido verificar que los reportes de las soldaduras involucradas, cuentan con la firma sello que especifica la categoría CWI del Inspector a cargo. Nuestros informes de supervisión comprueban que la interpretación de las radiografías se hizo en el campo (campamentos).

La certificación de inspectores no solamente la hacen las asociaciones ASNT o AWS pues la norma establece que puede ser de otra procedencia si se cumplen las prácticas establecidas para ello. En el caso peruano el IPEN certificó a algunos de los inspectores.

## **4.7. CALIDAD DE LA PRUEBA HIDROSTÁTICA HECHA EN EL CAMPO**

Tras algunas informaciones sobre la prueba hidrostática, afirma que es indispensable volver a someter todo el poliducto a una prueba hidrostática después de:

- 1) Reforzar los taludes a lo largo de la DDV para asegurar la estabilidad de la trinchera de cada ducto
- 2) Radiografiar 100 por ciento de la soldadura
- 3) Reforzarla donde sea necesario.

Dice que la calidad de las pruebas hidrostáticas fue variable por no haber inspectores independientes comprobando las calibraciones de los equipos y porque el personal no tenían ninguna calificación reconocida para hacerlas.

Presenta lo que dice ser un reporte de una prueba hidrostática firmado por inspectores que afirma no tenían calificaciones y con equipo sin calibración.

Dice que tales practicas informales violaron los estándares y que sumadas a la falta de inspectores independientes dan la impresión de que no se puede confiar ni en la soldadura, ni en la radiografía, y ni en las pruebas hidrostáticas.

### **Análisis:**

Las pruebas hidrostáticas realmente son dos. Una de resistencia, que excede la presión de operación y que busca causar la rotura o falla de elementos débiles en la línea, y una de hermeticidad que garantice que no hay escapes en ella. Normalmente se hacen en forma seguida. En la supervisión realizada por OSINERG se presenció casi la totalidad de las pruebas hidrostáticas realizadas en los dos ductos y se cuenta con los registros de todas las pruebas hidrostáticas las cuales fueron realizadas de acuerdo a lo exigido en la norma.

Sobre las afirmaciones del autor sobre cuando es indispensable volver a someter todo el poliducto a una prueba hidrostática, no concuerdan con lo exigido en las normas ni con las prácticas normales de la industria.

Las pruebas en los ductos, cuando son de longitud importante como los de Camisea, deben preferentemente probarse por tramos. Esto es porque las presiones de operación, especialmente en el ducto de líquidos, varían con el perfil del terreno, aumentando en los puntos bajos y después de cada estación de bombeo, y reduciéndose en la medida en que la línea asciende. No se requiere una prueba total, sino que cada sector sea probado.

En cuanto a la presencia o no de inspectores independientes comprobando las calibraciones de los equipos, lo importante para la norma es que los instrumentos estén correctamente calibrados. No exigen el B31.4 o el B31.8 que haya tales certificadores. Los equipos, realmente serían los manómetros y termómetros que se requieran. Estos pueden ser calibrados por el contratista, el propietario de la obra o un tercero siempre y cuando utilicen para ello patrones certificados por una entidad competente.

Sobre exigir al personal calificación reconocida para hacer pruebas hidrostáticas, no hay tal tipo de certificación, ni la piden las normas. Generalmente se considera que un ingeniero o un técnico con experiencia y conocimientos suficientes pueden hacerlas, dirigir las o certificarlas.

El reporte presentado como de una prueba hidrostática, realmente es una lista de chequeo de las condiciones para hacer la prueba, listando entre otros puntos la verificación de si se radiografiaron las soldaduras y demás pasos previos a la prueba. Claramente dice tal documento "Punch List". Cualquiera con los conocimientos y nivel de autoridad suficientes puede llenar tal lista tras verificar que haya sido totalmente cumplida. Un reporte de prueba trae los datos completos de la misma, como lugar, longitudes y diámetros probados, espesores de pared de tubería, horas de iniciación y terminación, presión a la que se realizó la prueba, medio con el que se probó y varios otros detalles más, ausentes en el anexo presentado por el informe.

Las normas no requieren para este tipo de obras contar con inspectores independientes.

## **4.8. FALLAS OCURRIDAS DURANTE LA OPERACION DEL POLIDUCTO**

### ***4.8.1. Análisis de la Primera Falla***

Presenta información, figuras y anexos de reportes de entidades oficiales.

Afirma que el incidente fue en una quebrada que dificultó el proceso de soldadura, que es muy probable que este haya sido un empalme de lingada de tuberías, originando tensiones en la soldadura y deslizamientos por precipitaciones de lluvias. Dice que la falla en el material del tubo esta originada en la zona "zag" del cordón de soldadura.

Como causas probables de la falla lista:

- Preparación de los biseles de la junta de soldadura inadecuada;
- Si se tratara de un empalme o "Tie-in" ("Tie-In" es la unión de una lingada de tuberías que son soldadas o unidas con otras en cruces de pequeños ríos o quebradas o áreas con pequeñas dificultades geográficas) este

puede haber sufrido un calentamiento por cada pase de soldadura, y no haber sido el calentamiento adecuado;

- Manipuleo inadecuado de la lingada de tuberías sometida a flexiones muy fuertes, al momento de su instalación;
- Sobrecarga de tensiones originadas por desplazamientos de tierra o lodos producto de las constantes lluvias de la zona;
- La corrosión generalizada interna de esta tubería es una variable que ayuda a originar este tipo de fisuras;
- El fenómeno de deslizamientos esta sujeto a muchos grados de incertidumbre debido a que los deslizamientos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, y restricciones geológicas;
- Los biseles deberían de ser de 35°. Sin embargo, en el campo no es posible darle el ángulo exacto con las técnicas manuales que se emplearon, lo que dificulta el proceso de soldadura;
- En Tie – in existe la incomodidad de soldeo;
- Cuando la tubería es soldada o llevada a la zanja por los equipos pesados, está expuesta a tensiones flexiones;
- Cuando la lluvia ejerce presión sobre la tierra y justo en el sitio donde esta el piping, muchas veces es sacado a flote; en algunos casos de bofedales debería haber sido lastrado para que permanezcan en el fondo de la zanja (lastrado tubo revestido de concreto y armazón de alambre de acero).

### **Análisis:**

De la evaluación de la falla y de las inspecciones en la zona no existe evidencia que corresponda al empalme de una "lingada" y asimismo el terreno no presenta mayores dificultades para los trabajos constructivos del ducto.

Con respecto a que la falla en el material del tubo fue originada en la zona "zag" del cordón de soldadura, seguramente se refiere a la zona afectada por

calor (ZAC) de la soldadura o HAZ (Heat Affected Zone). Según el análisis del laboratorio, efectivamente, como es fácil apreciar en las fotos, está dentro de tal zona.

En cuanto a las causas probables de la falla, el autor del Informe de E-Tech lista una gran cantidad de factores que pueden influir en las fallas, se analiza cuáles realmente influyeron:

**Preparación de los biseles de la junta de soldadura inadecuada:** No hay tal evidencia del análisis de laboratorio. Los biseles eran correctos

**Si es empalme puede haber sufrido un calentamiento no adecuado por cada pase de soldadura:** las pruebas de laboratorio evidenciaron que no hay tal ocurrencia.

**Manipuleo inadecuado de la lingada de tuberías sometida a flexiones muy fuertes, al momento de su instalación:** Aunque fue la causa primera reportada por el laboratorio MCI, los expertos en metalurgia, resistencia de materiales y análisis de falla de TechnoGas International mostraron como de las mismas evidencias de las pruebas de MCI que no era probable tal causa. De acuerdo a nuestros cálculos, también arrojan que habrían tenido que levantar una longitud excesiva y a una altura considerable la lingada para llegar a dañar la tubería.

**Sobrecarga de tensiones originadas por desplazamientos de tierra o lodos producto de las constantes lluvias de la zona:** La causa de raíz de la falla fue la conjunción de aguas al nivel de los tubos, provenientes de una pequeña hondonada a la izquierda del DDV que perdió su desagüe natural por haberse depositado un relleno excesivo de material de excavaciones sobre el DDV. La conjunción de suelos saturados en movimiento con el peso adicional de relleno originó carga excesiva para el tubo. Este fue el factor determinante y fue publicado en las conclusiones de la investigación de la falla realizado por el OSINERG en su oportunidad. En este punto existe concordancia con el informe de E-Tech.

**La corrosión generalizada interna de esta tubería:** Los análisis de laboratorio reportan que no había corrosión suficiente para alterar los espesores exigidos por API 5L.

**El fenómeno de deslizamientos esta sujeto a muchos grados de incertidumbre debido a que los deslizamientos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, y restricciones geológicas:** Concordamos con la definición indicada.

**En el campo no es posible darle el ángulo exacto al biselado con las técnicas manuales que se emplearon:** En la falla no se ha detectado temas asociados a esta causa.

**En "Tie-in" existe la incomodidad de soldeo:** La falla no corresponde a un "Tie-In".

**Cuando la tubería es soldada o llevada a la zanja por los equipos pesados, está expuesta a tensiones y flexiones:** Los resultados de la investigación no relacionan la falla a esta causa.

**Cuando la lluvia ejerce presión sobre el tubo puede ser sacado a flote:** No ocurrió en este caso.

#### ***4.8.2. Análisis de las otras Tres Fallas***

**La falla del KP 220+500:** Según análisis oficial anexado, fue en una junta soldada. El autor del Informe de E-Tech afirma que:

- Esta junta fue soldada en posición sobre cabeza que es una técnica muy delicada de ejecutar.
- Esta junta ha sido mal interpretada radiográficamente durante el proceso de construcción.
- La corrosión interna también ha influido para que este defecto se propague y origine la fisura.

**La falla del KP 200+700:** El autor del Informe de E-Tech afirma que fue por la mala preparación de los taludes y gaviones que no han permitido evitar el deslizamiento superficial y subsuperficial de tierra afectando al ducto.

**La falla de la progresiva 50 a 52:** El autor del Informe de E-Tech afirma que habría sido por fisura en la soldadura y que se observa que el poliducto está aflorando a la superficie producto de las lluvias.

### **Análisis:**

#### **La falla del KP 220+500:**

La soldadura en posición sobre cabeza, aunque es una técnica muy delicada, se ejecuta permanentemente en las obras. La única forma de evitarla es girando la tubería para que el soldador no deba adoptarla, algo imposible con el peso y longitud de una tubería de transporte.

Sin embargo, OSINERG detectó un incumplimiento en el proceso de soldadura. La junta donde ocurrió el goteo de líquidos, muestra una porosidad fuera de especificación, la cual fue determinada a partir de la evaluación radiográfica y que ha dado lugar al inicio de un proceso sancionador.

**La falla del KP 200+700:** Desde antes de la falla indicada, en la etapa constructiva, OSINERG observó incumplimientos en el control de la estabilidad de los taludes. La causa conocida, y evidenciada en el reporte del laboratorio, es el esfuerzo excesivo impuesto por los desplazamientos del terreno de la banca donde se ubica la línea. En tal sentido se ha acreditado que la empresa concesionaria no realizó un adecuado y oportuno control geotécnico en la zona, que originó la rotura del ducto. Esto ha dado lugar al inicio de un proceso sancionador y la imposición de un conjunto de medidas preventivas a fin de preservar la vida, el medio ambiente y los bienes.

**La falla de la progresiva 50 a 52:** La investigación de dicha falla no se ha iniciado en tanto pasa la temporada de lluvias. De la supervisión realizada en el sitio, el nivel de las aguas no permite apreciar si hay fisura en soldadura o en la tubería ni que el poliducto esté aflorando a la superficie. El OSINERG informará oportunamente acerca de los resultados de las investigaciones.

#### **4.8.3. Posibles Acciones a Tomar para Prever Fallas Futuras**

El autor del Informe de E-Tech propone un listado que incluye:

- La utilización de chanchos inteligentes (Smart Pigs) para verificar el estado e integridad del poliducto, aunque afirma que este no determina el espesor real de la tubería ya que tal comprobación se hace únicamente por el método de ultrasonido para determinar el grado de corrosión interna y desgaste sufrido en la tubería.
- Utilizar el sistema de rastreo óptico por láser aerotransportado.
- Llevar a cabo ensayos hidrostáticos a todo el ducto.
- Tomar muestras del tubo colapsado y mandar hacer ensayos destructivos mecánicos para determinar el grado de confiabilidad del tubo.

#### **Análisis:**

**Utilización de chanchos inteligentes (Smart Pigs):** Normativamente la empresa está obligada a pasar estos dispositivos del tipo inercial, para determinar la posición de los ductos. Sin embargo y debido a la necesidad de poder tener mayores elementos de juicio acerca de las fallas ocurridas a la fecha la empresa ha aceptado pasar un dispositivo de flujo magnético (MFL) por el ducto de líquidos para poder detectar el estado interno de las paredes del ducto. Los trabajos se están ejecutando y la fecha tentativa de presentación de los reportes finales es en enero del 2007.

**Sistema de rastreo óptico por láser aerotransportado:** El autor no da mayores detalles del sistema que propone y el propósito del rastreo.

**Llevar a cabo ensayos hidrostáticos a todo el ducto:** Para el propósito se ha dispuesto el paso de dispositivos inteligentes y la revisión radiográfica de las juntas soldadas, que puedan detectar problemas en los ductos. Este trabajo se encuentra en ejecución.

**Tomar muestras del tubo colapsado y mandar hacer ensayos destructivos mecánicos para determinen el grado de confiabilidad del tubo:** Tal medida fue tomada desde la primera falla. Hasta ahora, los ensayos han determinado que la tubería se ajusta en composición química de su material, en características mecánicas tales como resistencia a la fluencia y dureza, y en diámetros y espesores a la norma de producción API 5L.

#### **4.9. UBICACION DE LOS TRAMOS DEBILES**

El autor del Informe de E-Tech explica que los tramos débiles se hallan en zonas geográficamente muy difíciles, con pendientes abruptas, suelos inestables, y condiciones difíciles de trabajo. Presenta un mapa de los que considera los sitios más sensibles y lista como los de mayor peligro los tramos comprendidos entre los:

Km. 8-10

Km. 25-52

Km. 70-172

Km. 200-225

Km. 355-370

Km 436-450

Además, en varios de ellos presenta sitios específicos.

Define que como primer paso se debe replantear la conformación del DDV (taludes, gaviones) en las zonas de mayor intensidad de lluvias, y también a las zonas con pendientes más abruptas.

Pide que luego se haga una auditoria del proceso constructivo e interpretación radiográfica a todo el gasoducto, con especialistas en interpretación radiográfica nivel III ASNT o AWS B5.15:2005 (interpretación).

#### **Análisis:**

OSINERG ha observado y puesto en conocimiento de la empresa concesionaria, sobre los puntos críticos desde el punto de vista geológico y geotécnico, asimismo TGP dispone de una serie de puntos donde ha detectado que pueden ocurrir problemas de estabilidad en el DDV que afecten la integridad de los ductos. En tales sitios, y cualquier otro que detecte el Operador en el futuro, se

exige que se realicen los estudios adecuados y se cumplen las recomendaciones de tales estudios para mejorar las condiciones del terreno.

En cuanto a replantear la conformación del DDV (taludes y gaviones) en las zonas de mayor intensidad de lluvias, y también a las zonas con las pendientes más abruptas, las inspecciones, rediseños y nuevas adecuaciones para defender el DDV son una labor constante en este tipo de ductos de transporte, máxime cuando existen las características y dificultades que plantea un proyecto como el de Camisea.

Dada la condición dinámica de la zona de selva y de la concentración de las fallas en los primeros 200 kilómetros, TGP se ha comprometido con el Estado Peruano a realizar en un plazo de seis meses un estudio geotécnico actualizado y completo del DDV en la zona de selva.

#### **4.10. ALTERACION SIN AUTORIZACION DE LA RUTA ORIGINAL**

El informe expresa que el trazo original propuesto en el estudio (manifiesto) de impacto ambiental (EIA) fue alterado por varios factores como fueron la presencia de zonas arqueológicas o por razones tales como economizar costos o para no pasar por bofedales. Afirma que por ello el trazado se corrió a zonas altas perjudicando las zonas bajas por derrumbes y sedimentación de quebradas.

Sobre tales cambios, dice que en algunos casos las autoridades no han firmado los permisos correspondientes.

Como anexos presenta fotos del resultado de lo que afirma son un corte indebido al lado de un bofedal en la sierra y el trazo de un cambio de ruta también en la sierra.

##### **Análisis:**

El trazo original propuesto en el Estudio (manifiesto) de Impacto Ambiental (EIA) consideraba una franja de tres kilómetros de ancho. En ese ancho podrían instalarse los ductos dependiendo de las mejores características para la estabilidad de los ductos y que podrían modificarse si se encontraban evidencias de restos arqueológicos y otros.

En cuanto a los permisos no autorizados para tales cambios, podemos informar que toda variante a la traza original cuenta a la fecha con la autorización de la entidad gubernamental correspondiente. En los casos donde la empresa ejecutó actividades sin tener la autorización correspondiente el OSINERG procedió a iniciar el proceso de investigación correspondiente.

#### **4.11. POLITICA DE TGP PARA CONTROLAR LA EROSION**

El autor del Informe de E-Tech explica una especificación de TGP para el control de la erosión.

#### **4.12. POLITICA DEL MEM PARA CONTROLAR LA EROSION**

El autor del Informe de E-Tech resume algunas pautas de *La Guía Ambiental para el Manejo de Oleoductos* publicada por el Ministerio de Energía y Minas. También presenta algunas consideraciones para la estabilidad de taludes.

Explica que el empleo de cobertura geotextil trae problemas por su deterioro con la luz solar si no está adecuadamente cubierto. Dice que no cumplieron las expectativas para seguir siendo usadas como la única opción en Camisea., requiriéndose estructuras más pesadas y bien ancladas en zonas accidentadas con suelos inestables y lluvias fuertes.

#### **Análisis:**

En obras tan complejas y con tantas variaciones de tipos de suelos y pendientes, no es usual que la firma constructora de ductos, carreteras y otras infraestructuras trate de soportar todo el manejo de pendientes y taludes con una única solución.

Por ello de acuerdo a la ingeniería geotécnica para la estabilización de taludes se utilizaron diversos tipos de medidas, que incluyeron, los geotextiles, terrazas, muros de sacos, gaviones y muros en concreto, entre otras.

#### **4.13. LA REALIDAD DEL CONTROL DE EROSION DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCION**

El autor del Informe de E-Tech afirma que las obras provisionales especificadas en el documento "Control de Erosión" de TGP no fueron suficientes por no haberse instalado muros de contención fuertes de inmediato, en lugar de usar básicamente sacos de arena y tela de geotextil.

##### **Análisis:**

Según los diagnósticos de URS, en sus informes preliminares presentaron constantes observaciones sobre problemas de estabilidad durante la fase de construcción, pero en su Informe Final dio conformidad por el programa de control de la erosión de TGP. Asimismo el OSINERG, tal como se ha expresado al inicio, ha estado realizando la labor de fiscalización en los lugares donde existían problemas de estabilidad y erosión, que fueron levantados en su oportunidad. Asimismo aquellos problemas que constituyeron infracciones a la normativa fueron sancionados.

Cabe añadir que las inspecciones y obras de mantenimiento son dinámicas y no solo del tipo correctivo sino también preventivo. Estas prácticas deben ser revisadas permanentemente durante toda la vida del proyecto, corrigiendo oportunamente las contingencias que puedan afectar el DDV y comprometer la estabilidad e integridad de los ductos.

#### **4.14. LAS CONCLUSIONES DE E-TECH INTERNATIONAL**

Enumera los tramos del DDV que cree estarían por colapsar por su geografía accidentada, curvas y pendientes pronunciadas, en las cuales se habrían hecho empalmes o cruces especiales.

Dice que los principales problemas con la soldadura fueron:

- 1) Soldadores insuficientemente calificados
- 2) Personal sin experiencia promovido de ayudante de soldador a soldador

- 3) Torsiones y tensiones inadmisibles de los tubos que fueron soldados sujetos a presión y tensionados para empatarlos durante el proceso de soldadura
- 4) Cargas no esperadas en el diseño por deslizamientos de tierra, produciendo la iniciación de fisura por fatiga

Escribe que por lo menos la mitad de la tubería utilizada en el piping de Camisea es sobrante de proyectos en otros países. Los tubos estuvieron a la intemperie durante no menos de un año y llegaron con corrosión excesiva originando que parte de la tubería tuviera espesores de pared fuera de los límites de aceptación que demandan los Códigos API 1104 y ASME B31.8. Además, que por el maltrato, tenían los biseles de fabricación deformados, y que se prepararon manualmente en campo sin el equipo ni personal adecuado.

Pide una auditoria del proceso constructivo e interpretación radiográfica a toda la línea. Adiciona que es imprescindible radiografiar al 100 por ciento la unión soldable a lo largo del ducto con personal calificado observado por inspectores independientes. Además pide otras pruebas de la integridad de la tubería, como la hidrostática, los chanchos inteligentes, y el monitoreo remoto de fugas, a juicio de los inspectores independientes.

Para el control de la erosión exige:

- Implementar medidas en control de erosión y estabilización de taludes a lo largo del proyecto, especialmente en la selva;
- Restaurar los procesos ecológicos interrumpidos por altas cargas de sedimentación;
- Restaurar a nivel funcional el DDV;
- Identificar e inspeccionar las áreas montañosas de alta pendiente y valles semiplanos con el fin de reforzar los tramos susceptibles a la erosión y los derrumbes.

### **Análisis:**

Sobre los problemas de soldadura:

**1). Soldadores insuficientemente calificados:** De la inspección de los registros no se evidencia tal afirmación.

**2). Personal sin experiencia promovido de ayudante de soldador a soldador:** Todos los soldadores rinden una prueba para calificar como tales cuya información se ha verificado y está en orden.

**3. Torsiones y tensiones inadmisibles de los tubos que fueron soldados sujetos a presión y tensionados para empatarlos durante el proceso de soldadura:** No puede determinarse tras la obra, a no ser que fallase uno de tales empates, caso en el cual se podría determinar su preexistencia en el análisis del laboratorio, lo que hasta ahora no se ha encontrado en ninguna de las fallas ocurridas y ya totalmente analizadas.

**4). Cargas no esperadas en el diseño por deslizamientos de tierra, produciendo la iniciación de fisura por fatiga:** Aunque no precisamente por deslizamientos, pero sí por movimientos o hundimientos del suelo que circunda y/o soporta a los ductos, se ha determinado la causa de dos de las fallas.

Respecto a la aseveración que al menos la mitad de la tubería utilizada en Camisea sea sobrante de proyectos en otros países, no se ha encontrado evidencias de lo afirmado. La Supervisión de OSINERG verificó con información de la SUNAT (ADUANAS), donde los manifiestos indican que la tubería recibida es nueva y cuenta con sus certificados de control de calidad de manufactura.

El rebiselado de la tubería en campo, es una práctica normal fácil para el personal, aun usando pulidora manual.

Respecto del tema de radiografiar y realizar una prueba hidrostática en todo el ducto, éste podría ser llevado por estrategias de supervisión internas alternativas con igual o mayor precisión. Tal como se informa, el paso de los dispositivos inteligentes se ha ampliado no solo al tipo inercial sino al tipo de flujo magnético.

En cuanto a las medidas para el control de la erosión señaladas, opinamos que: Mas que Implementar medidas en control de erosión y estabilización de taludes a lo largo del proyecto, que ya existen, lo que se requiere es intensificarlas y

mejorarlas mediante monitoreos periódicos y constantes, cuestión que ha sido exigida y aceptada por la empresa en plazos perentorios.

La identificación e inspección de todas las áreas para reforzar los tramos susceptibles a la erosión y derrumbe es parte integral de las labores de mantenimiento en este tipo de proyectos y tiene un plazo de seis meses para poder actualizar y realizar un estudio completo en los primeros 200 kilómetros. Las obras deben ser adecuadas y suficientes para el propósito de mantener la integridad del proyecto y la estabilidad del ambiente.

## **5. CONCLUSIONES DEL ANALISIS Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. RESUMEN DEL ANALISIS DEL INFORME DE E-TECH INTERNATIONAL**

En el análisis concluimos sobre los principales puntos presentados en el informe de E-Tech International:

1. Sobre la excesiva premura en la ejecución de las obras se colige, de los reportes de la entidad de monitoreo URS, que efectivamente muchos puntos del plan de manejo ambiental no se manejaron adecuadamente durante la construcción por darle prioridad a esta sobre las labores de restauración y control de erosión. Sin embargo, la misma URS en su Informe Final considera que en la fase final de construcción y en la etapa de restauración se cumplió más adecuadamente y considera un paso importante y apropiado el programa de TGP de control de erosiones (PEC) a aplicar tras la construcción. Asimismo dichos plazos fueron de conocimiento de la empresa concesionaria a la firma del contrato y que fueron aceptados por TGP.

La labor de supervisión del OSINERG acompañó el proceso constructivo en forma sistemática, puntual y selectiva, habiendo señalado y sancionado en los puntos donde ocurrieron infracciones a las normas exigibles.

2. Sobre las causas de las cuatro fallas presentadas a la fecha del informe, hasta el momento hay dos totalmente analizadas, en las cuales no se ha encontrado evidencia de soldaduras e inspecciones de las mismas no adecuadas ni corrosión de la tubería. Sin embargo se ha comprobado el movimiento del terreno. Las otras fallas aun se encuentran en proceso de investigación.
3. Respecto a modificaciones en el trazo original, todas fueron debidamente autorizadas por la entidad gubernamental correspondiente.
4. Las uniones o cruces especiales no deben aumentar los riesgos de falla de las soldaduras y constituyen la solución práctica establecida en la instalación de ductos, que son de común ocurrencia en estas obras.
5. Sobre los problemas relacionados con las soldaduras, en el análisis documental no se han encontrado evidencias de infracciones generalizadas a la normativa vigente, excepto en un caso puntual de una porosidad fuera de especificación.
6. Sobre el manejo inadecuado de la estabilización del terreno y su revegetación, es un tema que cada año se implementa y mejora de acuerdo con el comportamiento geodinámico.
7. La tubería en las fallas ya estudiadas no muestra excesiva corrosión. Los informes de laboratorio indican que cumplen los espesores de pared correspondientes a los exigidos a tubería nueva por el API 5L. Los biseles que deban rehacerse en campo son práctica común y no presentan problemas, pudiéndose realizar con equipo manual.
8. No hay certificación que deba exigirse a quienes dirigen o supervisan las pruebas hidrostáticas. Los instrumentos para atestiguar la prueba pueden ser certificados por alguna entidad, o calibrados por quienes realizan la prueba, quien la supervisa, o el propietario de la obra, empleando patrones certificados para tal calibración.

Sobre las recomendaciones que, para evitar que se produzcan más fallas:

1. La auditoria integral de los ductos, es un proceso cuya ejecución se tiene programada desde el año 2005, al respecto OSINERG ha implementado auditorias parciales a través de estudios de evaluación geotécnica del DDV y revisión Radiográfica de la soldadura.
2. A la recomendación de radiografiar nuevamente la totalidad de los ductos así como de realizar pruebas hidrostáticas, dada la magnitud de los riesgos técnicos y ambientales es preferible continuar con la inspección interna de los ductos a través de dispositivos inteligentes con chanchos inteligentes (inercial y de flujo magnético) y ampliar la Auditoria radiográfica de la soldadura.
3. Sobre la recomendación de que en la auditoria se evalúe la estabilización de suelos y la revegetación, y se recomienden las medidas correctivas, esta está incluida en la Auditoria Integral proyectada para los ductos.

## **5.2. CONCLUSIONES**

En resumen, la denuncia presentada por E-Tech International tiene un conjunto de afirmaciones que el OSINERG ha revisado de acuerdo a la información disponible y concluye lo siguiente:

- Las causas de las fallas ocurridas en el ducto de líquidos (1° y 3° fallas analizadas), que corre paralelo al ducto de gas seco, no están relacionadas con la calidad del material o de la soldadura, sino con fuerzas externas originadas por el deslizamiento del terreno. En el caso de la segunda falla esta consistió en un goteo originado por un poro fuera de especificación en una unión soldada. Las dos fallas restantes (4° y 5°), están en proceso de investigación. Por ello a la fecha no se puede concluir que las fallas provengan de la calidad del material, al nivel de corrosión o de la calidad de la soldadura.
- Asimismo, las evidencias que se disponen en el OSINERG, provenientes de los supervisores de campo, de los manifiestos de aduana, de los certificados

de control de calidad de la manufactura y del análisis de las fallas, indican que el material de los ductos es nuevo.

- Las evidencias del análisis de la documentación radiográfica de las juntas soldadas que dispone el OSINERG, indican que los procedimientos utilizados en dicha actividad así como la soldadura cumplen la normativa vigente.
- El OSINERG en uso de sus facultades de supervisión ha presenciado la mayoría de las pruebas hidrostáticas realizadas al ducto, y cuenta con el certificado de la totalidad de las pruebas realizadas.
- Durante la actividad de supervisión y fiscalización en la etapa constructiva de los ductos el OSINERG realizó 2317 observaciones de las cuales 1536 han estado relacionadas con temas ambientales, y en específico con problemas de estabilización de taludes y control de erosión. El OSINERG ha venido exigiendo y supervisando su levantamiento. A la fecha del cierre constructivo estas observaciones fueron levantadas y las que significaron infracciones a la normativa fueron sancionados.
- Finalmente dada la expectativa generada por las fallas consecutivas, el OSINERG ha venido trabajando en la ejecución de una auditoría integral de los ductos desde diciembre del 2005.

**Humberto Knell Griessbach**  
Coordinación Camisea

**Julio Salvador Jácome**  
Gerente de Fiscalización en Hidrocarburos  
Líquidos