

# **MANTENIMIENTO DE GASODUCTOS DE ALTA PRESIÓN POR CONSECUENCIA DE MODIFICACIONES DE SUELOS**

**Autor: Mario Agostino / Federico Stopar**

**Empresa: Distribuidora de Gas Cuyana S.A.**

## **INDICE:**

### **1.- Introducción**

### **2.- Desarrollo**

#### **2.1.- Riesgos Detectados**

- a) Riesgos Naturales
- b) Riesgos producidos por la actividad Humana
- c) Riesgos por Zonas Cultivables o Emprendimientos de Terceros
- d) Riesgos por Abandono de Instalaciones de Terceros o Bajo Mantenimiento
- e) Riesgo Tecnológicos

#### **2.2.- Metodologías para el diagnostico, control y monitoreo en el mantenimiento de gasoductos, como medidas preventivas para evitar riesgos**

- a) Vigilancia Continua
- b) Control de Excavaciones de Terceros
- c) Control de datos a través del Sistema Scada
- d) Relación con los superficiarios
- e) Relación con otros Organismos
- f) Control de la Protección Catódica
  - Degradación del Revestimiento
  - Interferencias
  - Medición de Potenciales de Protección Catódica ( Paso a Paso)
- g) Control de Espesores / Revestimiento
- h) Pasaje del Scraper Inteligente
- i) Diagnóstico ambiental de base
- j) Sistema de recepción de llamadas
- k) Respuesta ante emergencias

#### **2.3.- Costos Influenciados por estos Factores**

### **3.- Conclusiones**

# **MANTENIMIENTO DE GASODUCTOS DE ALTA PRESIÓN POR COMO CONSECUENCIA DE MODIFICACIONES DE SUELOS**

## **1.- INTRODUCCIÓN:**

Desde comienzo de la historia, el ser humano ha realizado grandes y profundos cambios sobre la tierra, realizados con el afán de progreso, de tener una alternativa de vida mejor. Los grandes descubrimientos de la humanidad han dado señal de casi nada es imposible, desde la edad de piedra, pasando por la revolución de los metales, la construcción, la navegación marítima y aérea, dan las pautas que todo lo que se ha propuesto lo ha logrado.

Es entendible que todos estos movimientos o cambios de estilo de vida han sido para obtener una calidad de vida mejor, pero también han llevado a que el ser humano en muchos casos no pusiera atención en el cuidado del medio ambiente, llegando a la actualidad a ver consecuencias devastadoras.

El avance de la tecnología, ha llevado a realizar grandes obras de infraestructuras. Estas obras han sido el producto de años de estudios, análisis y acuerdos con los distintos protagonistas del entorno. Pero igualmente vemos que se han desarrollado proyectos en distintos puntos, aunque algunos de ellos no estaban preparados para ser establecidos en esos lugares, tal es así, solo a título de ejemplo el caso de algunas refinerías, estas obras de envergadura muchas veces no se encuentran en el lugar ideal para realizarla, lo que trae como consecuencia un importante impacto ambiental. .

Otro ejemplo concreto de estos puntos mencionados están las grandes obras hidráulicas, algunas han llevado a realizar un gran movimiento de suelo conformando un área distinta a la original. Desde ya se ha creado un importante embalse de agua y como consecuencia de ellos se ha instalado el ser humanos en su entorno, creando en algunos casos otro estilo de vida diferente. Si bien este gran movimiento de suelo ha sido controlado, no podemos dejar de mencionar que una gran superficie ha cambiado su estado original y el medio ambiente ha tenido que adaptarse a estas modificaciones, en este proceso, muchas especies se vieron diezmadas o más grave aún desaparecieron.

Otras obras realizadas por el ser humano son los grandes tendidos de cañerías para el transporte de fluidos (agua, gas, petróleo).

Sobre las mismas, en especial gasoductos vamos a detenernos en este análisis.

No podemos dejar de reconocer la importancia de estos servicios para el desarrollo de los pueblos y el bienestar del ser humano.

Pero estas obras, ya dejan de ser puntuales o en un entorno limitado, para extenderse por miles de kilómetros de largo, atravesando grandes territorios y de conformación totalmente distinta. A lo largo de las mismas encontramos terrenos pantanosos, salitrosos, arenosos, rocosos, selváticos, los cuales están conformados por suelos completamente distintos, agravada la situación debido a que en muchas obras realizadas en décadas anteriores no se efectuaron estudios previos teniendo en cuenta esta condición primaria del terreno.

A modo de ejemplo podemos mencionar obras de Gasoductos a través de parajes selváticos donde se abrieron pistas o picadas para realizar el tendido de los caños, realizando una tala al 100% de la vegetación natural, provocando en corto plazo consecuencias que no solo afectaron el área de

influencia sino a la instalación en sí. Si bien los estudios previos que se realizan, prevén los cambios y proponen soluciones para preservar el estado original, igualmente a largo plazo tendremos problemas que solucionar.

Dos aspectos a tener en cuenta en este análisis, son los cambios producidos en los terrenos de las zonas de cultivo, y el avance de la urbanización en algunos sectores. La producción de alimentos crece constantemente, lo cual lleva a la reconversión y/o recuperación de más áreas de cultivo. Bajo este perfil se han recuperados centenares de hectáreas, hasta hace poco incultas, en las cuales se ha realizado un proceso de laboreo: nivelación, limpieza, adecuación para el sembrado, esto ha traído como consecuencia en ese proceso un cambio topográfico del terreno original, provocando en varios casos acciones secundarias como: cambio de cauce de arroyos, ríos, desvío de las aguas de lluvias, aperturas de nuevos caminos, cambio de la vegetación original del terreno, etc, todo esto obviamente tiene su consecuencia sobre las instalaciones aledañas a las parcelas mencionadas, produciendo en el entorno un cambio de situación del terreno original donde se ha enclavado una obra de envergadura. En muchos casos este tema no fue tenido en cuenta en el momento de la concreción de un proyecto. Esto a su vez puede generar asentamientos poblacionales aledaños, que pueden interferir sobre la instalación.

Las preguntas que nos debemos hacer para plantear posibles medidas preventivas, pueden ser:

- ¿Estas obras traen consecuencias secundarias para el bienestar del ser humano que habita en el entorno de un gasoducto y en las zonas de influencia, teniendo en cuenta el deterioro producido por diferentes factores a través del tiempo?
- ¿Podemos sostener en el tiempo que este tipo de obras, las cuales están sometidas a una presión de operación constante, las podemos ir manteniendo y perfeccionando?
- ¿Podemos asegurar un transporte eficiente con capacidad total para responder a la demanda?
- ¿Estamos en condiciones de asegurar de que no hay riesgos implícitos que afectan la condición de vida del ser humano, tanto sea desde el punto de vista de seguridad personal o ambiental?

Acotemos como anecdótico que en el año 2002 en Colombia, estado de Arauca hubo 170 explosiones en el Oleoducto, dejándolo inactivo por 226 días, obviamente causando pérdidas varias veces millonarias al sector petrolero, recordemos los constantes ataques a refinerías y cañerías de oleoductos que se producen a menudo en el mundo árabe, trayendo múltiples consecuencias al ambiente e implicancias a la población activa.

Este análisis, que proponemos, está basado en las consecuencias que este tipo de obras producen sobre el suelo afectado por la propia instalación y las instalaciones de otros servicios que se localizan en proximidades.

## **2.- DESARROLLO**

Para poder ir despejando los factores de riesgo en el mantenimiento de gasoductos y luego establecer las medidas preventivas para que estos riesgos no afecten a la integridad de las personas, bienes y el medio ambiente. Nos vamos a centrar en este análisis y para ejemplificar el mismo, en un trabajo realizado en dos zonas, que como condición de terreno hemos encontrado que el mismo ha variado por efectos del desarrollo de nuevos proyectos agrícolas que modificaron el entorno, significando esto un control y mantenimiento constante de los tramos de cañería afectados.

La zona comprendida entre la Ciudad de Mendoza y San Juan, que abarca la localidad Media Agua, al Oeste de la provincia de San Juan.

La zona que estamos analizando es paralela a la precordillera de los Andes, lo que equivale a considerar una cantidad de pequeños arroyos, ríos e hilos de agua los cuales convergen desde la precordillera hasta la planicie.

Originalmente con la construcción del FFCC, el cual corre paralelo a la precordillera, se habían realizado una serie obras de infraestructura acorde al obra planificada (canales laterales y cruces) las cuales guiaban las aguas de las lluvias, las recogían en los canales y trasvasaban del lado contrario de las vías por cruces destinados a tal fin.

Paralelamente al FFCC, el cual une las ciudades mencionadas, actualmente sin actividad se realizó el tendido del Gasoducto de Alta presión que alimenta a la ciudad de San Juan, cuando estas tierras aún no estaban cultivadas, desde sur a norte (entre Mendoza y San Juan).

En la actualidad la zona ha tomado gran importancia, ya que debido a estudios del terrero la misma es apta para la agroindustria, tras lo cual se realizaron nuevas obras de infraestructura tendientes a implantar viñedos y nuevos emprendimientos agrícolas.

El tendido de este Gasoducto se encuentra insertado en estas propiedades, a lo largo de aproximadamente 30 Km, cumpliendo con las condiciones de diseño original o sea, dejando una franja de seguridad de 15 metros hacia cada lado del eje del gasoducto sin ningún tipo de vegetación ni instalaciones sobre ella.

La segunda zona es destinada a la explotación de ripio y arena de Anchoris.

Estos emprendimientos o explotaciones han producido cambios sustanciales en la formación original del suelo, sin tener en cuenta obras ya instaladas o las modificaciones del terrero.

A esta altura de los acontecimientos podemos indicar que en estas zonas en cuestión se ha producido un cambio importante en la distribución y conformación del suelo que afecta directamente a las instalaciones que corren paralelamente en las zonas indicadas.

De Norte a Sur atraviesa esa zona el Gasoducto que alimenta desde Mendoza a Tunuyán.

**El problema es:** que si bien se conocen los cambios de suelo y la posibilidad de que estos afecten a las instalaciones de los gasoductos ¿porque no actuar con prevención y buscar acciones conjuntas? Podemos mencionar algunas **CAUSAS** que fuimos detectando que produjeron estos problemas que se centran en **el desconocimiento, falta de información y gestión inadecuada**

- No se buscó información necesaria antes del inicio del emprendimiento con lo cual no se corrigen las deficiencias
- No se asociaron con las instalaciones existente,
- Por lo tanto se desconocieron la ubicación de los mismos.
- No se tomaron medidas preventivas
- No se evaluaron las consecuencias
- Se desconocieron los efectos que producen los factores climatológicos
- No se tomaron en cuenta la nivelación del terreno, desvíos de agua, excavaciones, etc

**La consecuencia:** el deterioro puntual de las instalaciones en el tiempo y el riego de no contar con un servicio eficaz a los clientes.

Veamos un ejemplo: El comportamiento de **causes naturales de agua, formados en épocas de lluvia**.

No es tan sencillo desafiar los fenómenos atmosféricos, las aguas de lluvias, corren por los senderos montañosos y se agrupan formando arroyos y ríos, que de no mediar obras de infraestructuras importantes y pensadas para su mejor utilización, el agua busca naturalmente otro cause, produciendo los desvíos necesarios para continuar su camino. Es ahí donde se produce el problema sobre las instalaciones existentes, cuando no se han tenido en cuenta en las obras los efectos que estas producen.

La acumulación de masa de agua que rompe las barreras naturales y produce los socavones de gran tamaño que arrastra el suelo, tras lo cual queda al descubierto o pierde tapada la instalación enterrado ( por ejemplo un Gasoducto, un Acueducto, un Oleoducto, etc) .

Cuando esta cañería fue instalada, se realizó de acuerdo a normas vigente respetando la tapada mínima para estas instalaciones cuando el terreno se encuentra en las condiciones normales. Pero cuando el suelo es modificado sin ningún tipo de proyecto que contemple esta situación, es difícil establecer barreras para minimizar los efectos de la naturaleza y sus consecuencias.

Hasta aquí aparece una situación de difícil control , pero el constante mantenimiento y trabajo sobre las zonas afectadas aportan una seguridad en las instalaciones. Todas las obras de protección que se realizan , no son definitivas dado que el cambio de ambiente es constante, afectado entre otros, por la modificación en la zona cordillerana debido a emprendimientos mineros, y/o agrícolas.

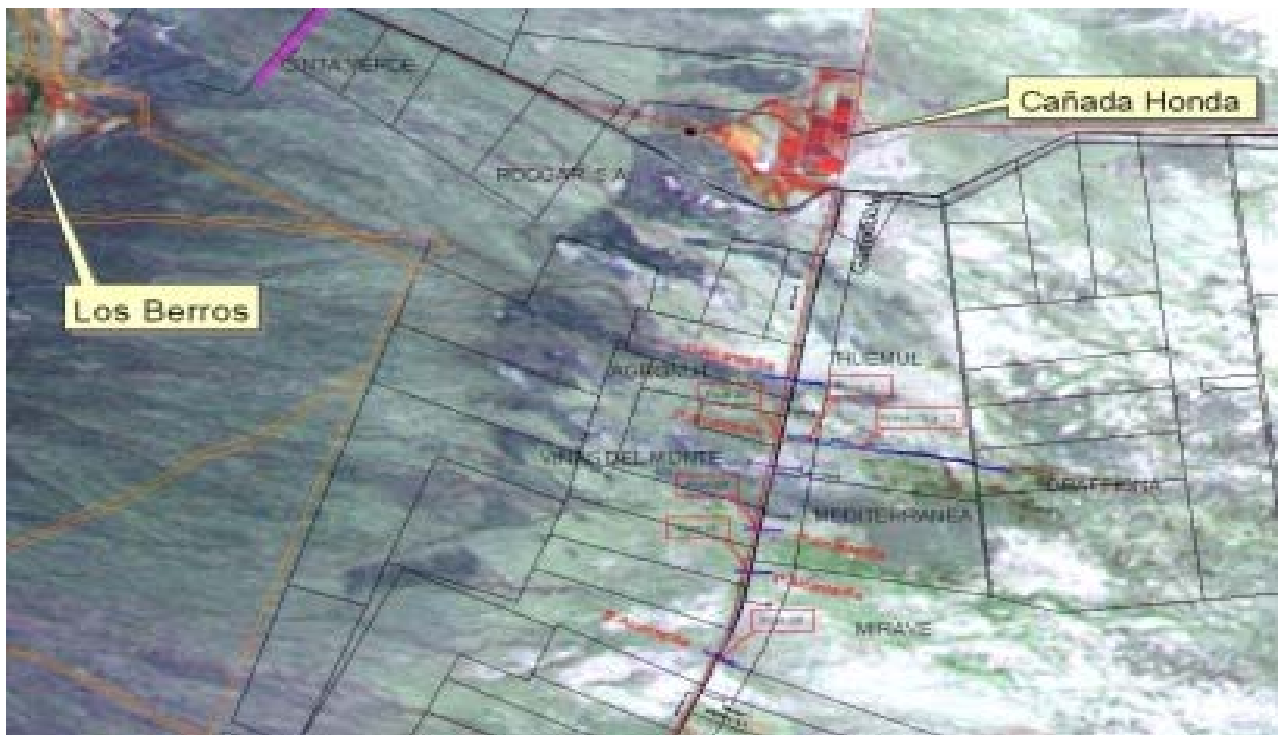
Otro ejemplo: **instalaciones de infraestructura existentes y sin los mantenimientos adecuados**. Sucede en nuestro caso con el FFCC, estas instalaciones con un muy bajo mantenimiento casi abandonadas, están emplazadas sobre un terraplén conformado artificialmente. Si bien no esta en tela de juicio el diseño del mismo, vale la pena mencionar que hoy tiene una participación importantísima , ya que el terraplén se encuentra paralelo a la precordillera actuando en algunas zonas como un verdadero muro de contención de las aguas provenientes de lluvias que llegan de las montañas.

Es de fácil imaginar que los mismos actúan como diques hasta ceden , por lo tanto el agua rompe barreras y las consecuencias , una gran masa de agua acelerada, o arrastra suelos produciendo los socavones o deterioros de las márgenes.

Resultado de esto tenemos instalaciones enterradas descubiertas, con problemas propios de seguridad, de rotura y/o exposición, con el riesgo de afectarla continuidad del suministro y con las consecuentes pérdidas económicas.

Veamos algunas imágenes de lo descripto: Media Agua - San Juan

Ubicación geográfica



Esta toma aérea muestra como ha sido la parcelado el terreno, el cual hace aprox. 10 años era totalmente inhóspita



Típica plantación de viñedos



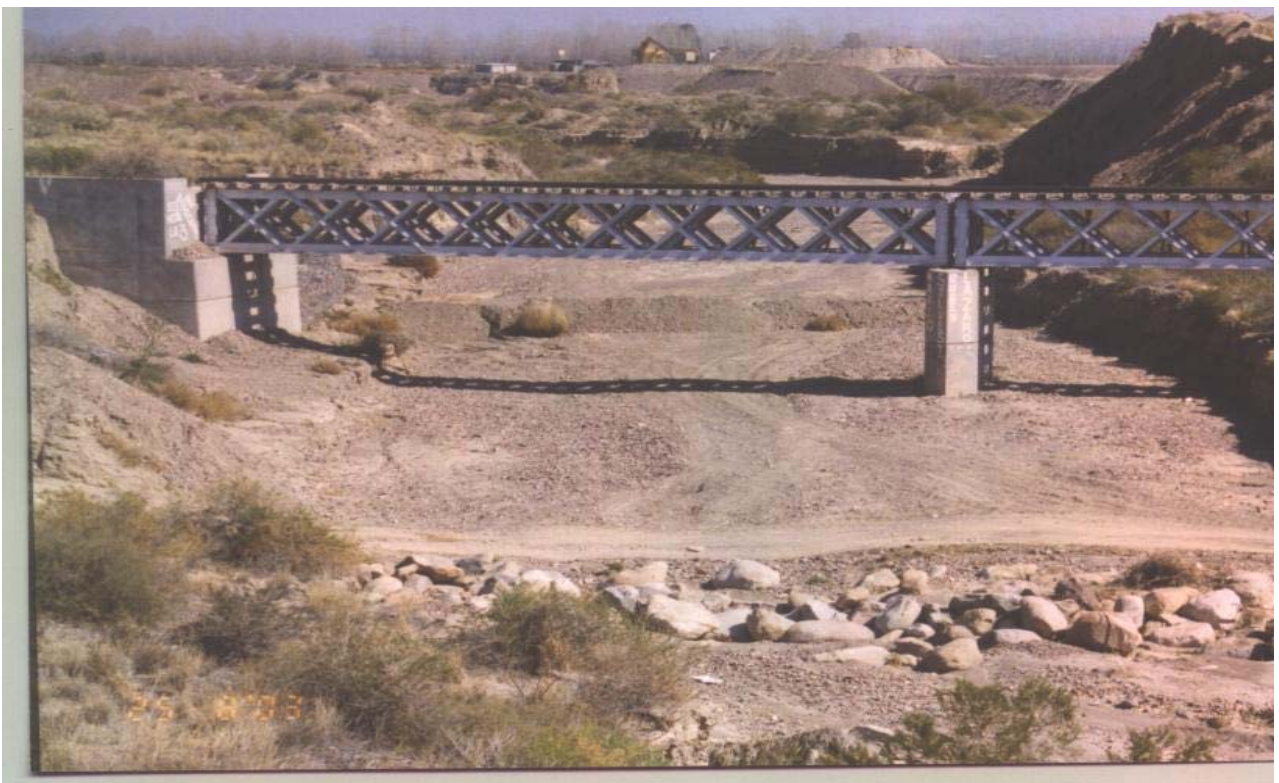
Instalación típica de un cruce de Gasoducto, con márgenes de ríos socavados



Márgenes descalzadas por erosión de suelo. Rotura de Zona de contención, del FFCC, por acción del agua.



Erosión de suelo – Agua arriba de la Zona anterior



Zona Anchoris – Zona de extracción de Ripio y Arena

Como actuar frente a estos imprevistos y los recaudos adoptados para evitar consecuencias, son las actividades que desarrollaremos a continuación:

## 2.1.- Riesgos detectados

### a) Riesgos naturales:

Hay una **Erosión natural del Suelo** que puede darse por diferentes causas, mencionaremos algunas causas:

- **Geológicas:** Todos aquellos movimientos de suelos que se producen por acción directa de movimientos orogénicos y epirogénicos,
- **Hidrológicas:** Se produce por fuerte lluvias, inundaciones, aluviones, producen erosiones, acumulación en canales laterales, amplían las márgenes de ríos, arrastre de materiales, restos vegetales, basuras, piedras, se forman diques naturales. Este residuo es depositado en muchos casos en lugares no adecuados o no previstos para tal caso principalmente en nuestra zona en los ríos de montañas, que tienen márgenes indefinidas, son caudalosos, estacionales, de fondo suelto y arenosos, con pendientes muy pronunciadas, mucho volumen de agua para su cause, lo cual produce desbordes y la erosión correspondiente en las márgenes. Este proceso produce distintos problemas, especialmente en zonas habitadas, lo que afecta no solo a las obras de infraestructura sino también a las poblaciones



Típico de comienzo de un futuro río, pequeños hilos de agua que se agrandan por lluvias estacionales

- **Eólicas.** Especialmente en zonas desérticas, la acción del viento es la peor combinación para mantener un terreno estable. Normalmente se producen arrastre se suelos, los que provocan que la capa vegetal no se afirme y y como consecuencia es dificultoso el desarrollo de las especies vegetales. ( cultivos, mantener un espesor de cobertura estable, mantener una vegetación estable, etc)

## **b) Riesgos producidos por la actividad humana**

La actividad humana tiene su rol fundamental en este proceso de modificación de suelos y en relación al mantenimiento de gasoductos.

La apertura de picadas o accesos en zona de precordillera tiene como fin acceder a lugares de explotación arenera, ripieras, acceso a pozos petroleros, acceso a explotación turística, a parcelamiento de campos, etc. ¿Qué genera esto?, deforestación, modificación de niveles, y posibles causas de traslado de agua en época de lluvias, produciendo el consecuente arrastre de suelos.

Podemos ver, a menudo, sobre la zona de precordillera que los caminos tienen un piso totalmente rocoso debido a que ha sido lavada la capa de tierra suelta que se encuentra mezclada con las rocas o piedras.

Las banquetas de las rutas, las mismas sufren de la constante nivelación, acción directa de mover el suelo y emparejarlo. Sabemos que esta situación con el accionar del viento constantemente produce un desprendimiento del suelo, bajando el nivel del mismo.

Si nos referimos a las grandes obras es importante contemplar los caminos de acceso secundarios que se realizan para llegar al lugar de emplazamiento de la obra y que no son parte de la misma. Al concluir la misma los caminos son abandonados dejando un canal con posibilidad de circulación de agua con las consecuencias sabidas. Desde el punto de vista de compactación, de corte de las distintas capas de terreno, de ablandamiento del terreno, etc. Son otros efectos a tener en cuenta.



Típica obra de Instalación de Gasoducto donde se combinan los factores enunciados

### **c) Riesgos por Zonas Cultivables o Emprendimientos de terceros**

En los últimos años se desarrollaron zonas de emprendimientos, apoyadas por políticas estatales, en las cuales se pueden realizar cultivos importantes, con alguna exención impositiva u otros beneficios. Es así como se han desarrollados zonas para el cultivo de Viñedos, Olivares y Emprendimientos Agroindustriales. Estas actividades comienzan a partir de los años 80/90. Hace 25/30 años la tendencia era mas tecnológica / fabril que pensar en emprendimientos agrícolas, por tal motivo los campos que en esa época se encontraban en su estado natural y tal vez no se pensaba en los cambios actuales del suelo. Estos emprendimientos, son altamente positivos debido que han favorecido la economía local o regional.

Ha sido necesario la apertura de nuevos caminos, los cuales no están en todos los casos consolidados, se han realizado obras de infraestructura como agua y electricidad, o sea han sido adecuadas para el nuevo emprendimiento.

Como consecuencia de ello, se han cambiado las condiciones del suelo. Estos suelos han sido movidos, arados, nivelados y la vegetación de suelo que mantiene el suelo firme fue erradicada, las plantaciones se han acondicionado para el riego de, se han realizado construcciones interna, se han reforestado para evitar que la acción del viento produzca erosión y se han modificado para la circulación interna.

Lo descrito e ha sido y es un proceso largo, la deforestación y forestación lleva un periodo largo de adecuación, principalmente en aquellos lugares con efectos climáticas rigurosos de por medio. En definitiva ha sido modificada la condición del suelo "

### **d) Riesgos por abandono de Instalaciones de Terceros o Bajo mantenimiento**

Sabemos que en nuestras provincias ( Mendoza y San Juan) el FFCC luego de las privatizaciones a principios de los años 90' terminó su servicio, salvo algunos trenes de carga que funcionan esporádicamente, con lo cual el abandono de las instalaciones es una de las consecuencias visibles y que afectan en la cuestión que queremos hoy analizar.

La degradación de las instalaciones tiene un avance constante, tal es así los puente carreteros, los cruces de FFCC, los canales y arroyos, los canales paralelos y cruces de vías del FFCC, etc, como ya fue explicado todas estas instalaciones, las cuales tienen un mantenimiento muy bajo, impactando sobre los tendidos de los gasoductos, que en general están paralelos a estas instalaciones, un entorno con movimiento de suelo constante

Como ejemplo podemos indicar la dificultad de una limpieza de picada de un gasoducto, si sobre el mismo corre un canal de agua, producto del desborde del canal que corre paralelo a las vías del FFCC, cuyas márgenes se han desbordado por problema de falta de limpieza y profundización. Lo mismo ocurre con las rutas provinciales o caminos secundarios los cuales no tienen un mantenimiento adecuado y en épocas de lluvias sufren desbordes, acumulación de basura y ramas y toman como cauce natural la picada del gasoducto.

Veamos un ejemplo:



Márgenes avanzadas por acción de las aguas de lluvias con rotura de defensa de un canal el cual no tiene un mantenimiento adecuado y las aguas corren sobre la instalación del Gasoducto.



Instalaciones de defensa de las vías del FFCC, para proteger las márgenes.



Defensas rotas por acción de intensas aguas, que bajan de la montaña



Gasoducto paralelo a vías del FFCC. Zona de extracción de Ripio, Ruta vieja abandonada, Márgenes de arroyo indefinidas por acción del agua.

A los hechos mostrados también se debe mencionar los asentamientos poblacionales, que en muchos casos están en las márgenes de ríos o arroyos los cuales automáticamente cambian las condiciones del terreno sin tener un diseño o análisis previo. Podemos decir que son múltiples los factores que afectan una obra de infraestructura y muchos más aún al momento de planificar y desarrollar un el mantenimiento de las obras ya realizada.

### **e) Riesgos tecnológicos**

Todo riesgo Tecnológico, es producido o generado por la mano del hombre o por el proceso propio de degradación de los materiales componentes de la instalaciones.

En los mantenimientos de Líneas de Transmisión los riesgos de alguna acción que perjudique la instalación normalmente es producida por acción de un tercero o por un vicio oculto.

Dentro de los riesgos tecnológicos podemos mencionar tres grandes tipos:

- *Aquellos riesgos que son generados para control propio de las Líneas de Transmisión*

Aquellos trabajos sobre el gasoducto y Ramales que permiten realizar los controles y mantenimiento de rutina. Como por ejemplo el pasaje del Scarper Inteligente, la limpieza de las picadas, el accionamiento de las válvulas de bloqueo, el cambio de presiones, etc, y aquellos vicios ocultos como por ejemplo una soldadura en mal estado que con el tiempo lleva a producir la picadura del caño o un pitting no descubierto a tiempo

- *Aquellos riesgos generados por terceros para ejecución de algún trabajo en especial.*

Muchas veces se realizan obras cercanas a instalaciones existentes o trabajos realizados por terceros; como por ejemplo caminos secundarios, rutas , trabajos de excavación para limpieza canales, etc, que al no estar controlados o acotados pueden producir daño sobre las instalaciones del Gasoducto. y Ramales

- *Aquellos Riesgos producidos por el propio proceso de la degradación del revestimiento*

Dentro de este rubro podemos citar las consecuencias de la : Corrosión Microbiológica (Microbiologically Influenced Corrosion - MIC) y la Corrosión Bajo Tensión ( Stress Corrsion Cracking - SCC)

Estos fenómenos son detectables por procedimientos analizados en laboratorios ( mediante ensayos de Ultrasonido o Tintas Penetrantes y por técnicas especiales ( Técnica FAST: Técnica de ultrasonido para detección y dimensionamiento de la fisura ) ,para ello se debe conseguir las muestras de campo bajo condiciones técnicas específicas.

SCC, es un proceso de fisuración que requiere para su desarrollo la acción simultanea de un medio corrosivo y tensiones mecánicas de tracción.

## **2.2- Metodologías para el diagnostico, control y monitoreo en el mantenimiento de gasoductos, como medidas preventivas para evitar riesgos**

### **a)- Vigilancia Continua**

Sobre este punto se debe entender la acción de control sobre las instalaciones existentes, los recorridos que realizan los operadores de Gasoductos están dirigidos a identificar posibles problemas inherentes a las instalaciones de campo. Esta es una rutina que se realiza en forma

periódica y se logra identificar problemas sobre el Gasoducto como: Construcciones clandestinas en áreas de jurisdicción de la servidumbre de paso, acciones de trabajos de terceros, depósitos sobre las áreas mencionadas, excavaciones, control de funcionamiento de las instalaciones secundarias, plantaciones sobre el área de servidumbre, limpieza de los accesos para caso de emergencia, señalización, etc.

#### **b) Control de las excavaciones de terceros**

A modo de previsión todos los años son enviados a todas las Empresas, Entes, Instituciones, Municipalidades, Empresas de Ingeniería, etc, un Plan de Prevención de Daños y las Recomendaciones del Excavador.

De este modo nos aseguramos que le llegue a cada persona física involucrada una alerta previa a realizar cualquier acto de excavación en las cercanías del Gasoducto.

#### **c) Control de Datos a través del sistema Scada (Sistema de control de adquisición de datos)**

La distribución de gas por redes o gasoductos se realiza a través de cañerías, las cuales tienen gran cantidad de Km de extensión, pasando por zonas o localidades muy diversas: zonas habitadas, despobladas, campos sembrados, zonas áridas, etc, por lo que estas instalaciones se encuentran a kilómetros del centro de control de las empresas. Es por ello que el sistema Scada permite traer datos a través de sistemas telefónico o vía radio enlace los datos necesarios para el control de las instalaciones ubicadas a distancia.

¿Cuáles son los datos necesarios para el control del sistema de Gasoductos?: Presión y Caudal, para tener un control constante del sistema. Asimismo se tienen datos referidos a temperatura del Gas, control de Protección Catódica, control de alarmas de válvulas por baja y alta presión, control de la presión regulada, apertura de válvulas de alivio, apertura y cierre de puertas, etc.

Este sistema permite tener un control absoluto sobre las instalaciones, pudiendo observar on –line cualquier anomalía que ocurra en las instalaciones de superficies, que junto a los Gasoductos hacen las instalaciones del transporte y Distribución de gas natural por redes.

#### **d) Relación con los Superficiarios**

Establecer y mantener una relación fluida con los superficiarios adquiere suma importancia, si bien el tendido de la cañería está respaldada por los derechos de paso y uso de la servidumbre bajo el amparo de la legislación vigente. Es necesaria la difusión y la instrucción de las personas radicadas en las inmediaciones de las instalaciones, tanto enterradas como de superficie.

Esta vinculación implica el conocimiento por parte de los vecinos de las características de las instalaciones, su propósito e importancia, las posibles consecuencias debido a acciones de máquinas y/o efectos climáticos (escurrimiento de aguas de lluvia) y otras no relacionadas con esta exposición, tales como incendios de campos, hechos vandálicos, sismos, etc.

Esta tarea es llevada adelante por los inspectores de línea y el personal de mantenimiento, quienes rutinariamente transitan por la línea, registrando las novedades observables y los comentarios y/o relatos de los vecinos sobre las novedades producidas en el lugar.

#### **e)- Relación con otros Organismos**

Mantener una estrecha relación con los distintos organismos, es cubrir una amplia posibilidad de que no se planifiquen y/o realicen actividades de diferente índole en las cercanías de los gasoductos y como consecuencia de ello evitar cualquier tipo de accidentes.

Todos los organismos que tiene incidencia sobre instalaciones en la vía pública, se les informa y envía en forma anual el plan de "Prevención de Daños" y el "Manual para realizar Excavaciones" en la vía pública, con esta información y el asesoramiento constante se evita de realizar acciones sobre estas instalaciones y con ello evitar cualquier tipo de imprudencias que pueda provocar un accidente.

#### **f) Control de la Protección Catódica**

La Protección Catódica en Gasoductos, cumple la función de mantener las Instalaciones en condiciones normales ante el avance progresivo de la corrosión. Para ello es necesario mantener los niveles adecuados de protección para evitar que este fenómeno actúe.

Para obtener los niveles de protección adecuados se realizan dos tareas:

- Inyección de corriente continua a la red
- Evitar pérdidas de corriente por contactos indebidos
- 

Si esto no se realiza no hay protección catódica posible para evitar el proceso acelerado de la corrosión de las estructuras metálicas enterradas (Gasoductos).

Las Normas vigentes (NAG100) (Normas Argentinas de Gas), el Sistema de Protección Anticorrosivo deberá cumplir con alguno de los criterios de protección catódica establecidos (criterios 1.1, 1.2 ó 1.3 Apéndice D) en todas las instalaciones, y en todos los puntos de la misma.

A partir del año 1999 y por Resolución ENARGAS (Ente Nacional Regulador del gas) 1192/99, se implementaron los Indicadores de calidad y en especial el Indicador N° 2 de Calidad de la Protección Catódica, el cual indica "tener un *efectivo nivel de protección catódica en gasoductos de acero, aplicando de manera eficiente los criterios definidos en la nag100*". Para tener esos puntos dentro de los parámetros de las NAG 100, se deben realizar trabajos como, Buscar y eliminar los contactos indebidos en Gasoductos

Si la protección Catódica se encuentra en un 100% de protección, entendemos que las Instalaciones se mantendrán en condiciones que no generarán riesgos. No obstante el deterioro de las mismas sigue su avance natural y solamente depende de la agresividad del medio que acelere el proceso de corrosión.

Lamentablemente el proceso de Corrosión actúa en forma constante sobre las Instalaciones y el costo para volver a sus niveles de admisión a la norma son altos, teniendo en cuenta además, que la corrosión que se ha producido no es reversible.

Los requerimientos de corriente para protección catódica de estructuras metálicas enterradas, dependen de diversos factores, entre ellos podemos mencionar:

- 1) El área desnuda de la estructura.
- 2) La resistividad del suelo.
- 3) Los efectos de polarización sobre la estructura, es decir la capacidad para retener carga.
- 4) La configuración geométrica de la red (malla, antena, etc).

Para que esta protección cumpla su función en zonas en donde existen riesgos como los mencionados se requiere tener en cuenta algunos problemas que nos encontramos comúnmente con:

- **Degradación de revestimientos**

Los recubrimientos están sometidos al deterioro gradual con el tiempo, el cual depende de la calidad de revestimiento y de las condiciones ambientales. Al disminuir la resistencia del recubrimiento, la cantidad de corriente debe aumentar para mantener la protección.

El revestimiento de las instalaciones existentes son en su mayoría del tipo cintas plásticas, y una minoría asfáltico.

Uno de los inconvenientes del asfalto, una vez enterrado, es su envejecimiento (conurrencia de varios fenómenos como absorción de agua, formación de agua en la interfase caño-revestimiento, daños físicos como el despegue de la capa protectora o incrustación de pedregullo por el asentamiento del caño y del terreno).

Muchas imperfecciones del revestimiento se subsanan con la aplicación de la protección catódica.

- **Interferencias**

En funcionamiento normal, la corriente inyectada circula por el terreno desde el dispersor hacia las cañerías a proteger. Esta corriente puede producir “interferencias” a estructuras ajenas cercanas a las instalaciones, con el consecuente daño de desgaste y destrucción. Estas interferencias están especificadas en las normas NAG-100, Apéndice D, Punto 5. INTERFERENCIA – Estructuras Existentes: *“Toda estructura ajena (no interconectada) deberá preservarse de las interferencias generadas a partir del sistema de protección catódica instalado. Se considerará que una estructura es influenciada cuando se produzca una variación mayor de 50 mV (de cualquier signo) en su potencial.”*

Es función de un buen mantenimiento de las instalaciones evitar o quitar esas interferencias. La mano de obra especializada cumple un rol fundamental en esta tarea.

- **Medición de Potenciales de Protección Catódica, mediante el proceso Paso a Paso.**

La corrosión en cañerías metálicas subterráneas (enterradas), se origina debido a un proceso electroquímico causado por reacciones anódicas sobre la superficie del caño.

Dado que la corrosión es una de las mayores causas de fugas en las tuberías enterradas, las cañerías son protegidas mediante una combinación de revestimientos exterior y sus respectivos sistemas de Protección Catódica, inyectando corriente.

Los revestimientos representan la primera línea de defensa contra la corrosión externa. Aunque los revestimientos sufren su deterioro con el pasar de los años. Los motivos que provocan dicho deterioro son: absorción de agua, presiones del terreno, abrasión de las rocas, raíces de árboles, ataques bacteriológicos, y degradación química de sus componentes, entre otras. Si estas condiciones avanzan y no son modificadas provocarían daños como defectos y/o roturas del revestimiento y luego el ataque de procesos corrosivos produciendo la pérdida de metal y finalmente la fuga.

La protección Catódica tiene el objetivo de proteger la tubería en sitios donde el revestimiento ha fallado o no es suficiente, actuando como una segunda línea de defensa de la tubería.

Actualmente se acepta en forma masiva que la combinación de revestimiento mas una adecuada Protección Catódica es el sistema más efectivo para controlar la corrosión.

Para mantener esta protección se acepta que los potenciales cañería/suelo deben ser mantenidos dentro de una franja con un mínimo de  $-850$  mV y un valor máximo de sobre protección de  $-1140$  mV.

La tarea llamada CIS ( Close Interval Survey) consiste en una medición de Potencial cada 1 mts de Gasoducto, analizando los datos y mediciones tomadas y verificando si las mismas están por debajo del Potencial establecido, de acuerdo a norma.

La técnica consiste en la medición del Potencial off Caño / suelo, permitiendo:

- Identificar áreas de subprotección
- Identificar áreas de baja protección
- Evaluar la condición aproximada de los revestimientos
- Identificar cualquier interferencia sobre la cañería.

### **g) Control de Espesores / Revestimiento**

Otra tarea que se realiza, en forma normal es la toma de espesores y control del revestimiento en forma visual. Consiste en realizar excavaciones en zonas donde se supone que la cañería puede estar mas expuesta a problemas corrosivos. Se ejecuta un pozo, hasta llegar a la intersección del Gasoducto, y una vez quitado el revestimiento se procede a verificar el espesor de la cañería y se envía el revestimiento a analizar a un laboratorio para verificar si existen colonias de bacterias que puedan afectar al metal del caño y su propio envejecimiento. Estos puntos significativos se usan como testeo de verificación de espesor del ducto.

Aunque los revestimientos sufren su deterioro en el transcurso del tiempo.. Los motivos que provocan dicho deterioro son: absorción de agua, presiones del terreno, abrasión de las rocas, raíces de árboles, ataques bacteriológicos, y degradación química de sus componentes, entre otras. Si estas condiciones avanzan y no son modificadas provocaran daños sobre la cañería.

Repitiendo esta operación en forma periódica, a determinar por el operador del ducto, se va obteniendo un importante historial del Gasoducto, necesario para la previsión de posibles futuros incidentes.

Los puntos significativos a tomar espesores son; cruce con arroyos, ríos, FFCC, rutas, pendientes, zonas bajas, zonas salitrosas, pantanos y toda zona que se determine que pueda existir un riesgo potencial

### **h) Pasajes de Scraper Inteligentes**

La Norma N.A.G. 100 en su Sección 617 “ Investigación de averías” establece: *“Toda Línea de Transmisión deberá ser inspeccionada como máximo cada 5 (cinco) años con scraper instrumentado para determinar fallas que puedan afectar su seguridad”.*

*“Todo operador deberá establecer procedimientos para analizar accidentes y averías, incluyendo la selección de muestras de las instalaciones o equipos averiados para su estudio en laboratorio cuando sea pertinente, afín de determinarlas causas de las mismas y reducir al mínimo la posibilidad de una repetición”.*

Estos scraper son instrumentos que circulan por el interior de las cañerías a inspeccionar impulsados por la diferencia de presión existente aguas arriba y abajo del instrumento. Se deben establecer condiciones de caudal y presión en el sistema para regular una velocidad de circulación acorde con las características sensoras del instrumento.

Su principio de funcionamiento se basa en la generación de un campo magnético por el instrumento a lo largo de la cañería. Las variaciones de intensidad de este campo causadas por irregularidades en la cañería son registradas y almacenadas por el sistema para luego ser procesadas en los

Laboratorios del proveedor, obteniendo mediante su estudio un completo mapa de las anomalías registradas a lo largo de su recorrido.

El scraper a utilizar, conocido como de “alta resolución”, permite obtener un profundo estudio de la cañería inspeccionada recibiendo un informe final donde se describen todas las anomalías detectadas (reducciones de espesor, grietas longitudinales y circunferenciales, pitting, zonas de corrosión generalizada, etc.) Las anomalías detectadas son clasificadas según sea el grado de pérdida de metal que se haya establecido, acotando sus dimensiones, posición en distancia longitudinal y horaria sobre la cañería, identificando además si los daños detectados se encuentran interior o exteriormente al ducto. La información a recibir contiene además la identificación y posición de las soldaduras, accesorios, derivaciones, válvulas y todo otro cuerpo asociado a la cañería inspeccionada.

En función del listado y caracterización de las anomalías detectadas el informe final contendrá el listado de aquellas anomalías o defectos que por su gravedad afectan la integridad del ducto y de su entorno y que en consideración a la norma ASME sección B 31 G hacen necesaria su inmediata reparación.

En forma resumida el proceso de inspección interna se puede describir en los siguientes pasos:

- pasaje de pigs de limpieza: elimina sustancias extrañas que pudieran distorsionar los campos magnéticos generados
- pasaje de scraper de calibración: permitirá verificar que la geometría interna de la cañería no posee estrechamientos o curvas que impidan la libre circulación del pig inteligente.
- pasaje de scraper geométrico: en caso que se haya detectado algún estrechamiento ( curvas cerradas, aplastamientos, válvulas de paso restringido etc.) será necesario pasar un “scraper geométrico” que permitirá conocer con exactitud la posición del estrechamiento que impediría el pasaje del scraper inteligente. Conociendo con precisión la progresiva donde se ubica esta irregularidad se deberá proceder a cambiar el tramo o accesorio para luego pasar el inteligente.
- pasaje de scraper inteligente: desarrollo de la inspección y recolección de datos.
- elaboración informe final: procesamiento de la información y entrega de informe
- reparaciones: según la gravedad en base de ASME B 31- G proceder a la reparación o reemplazo de partes afectadas.

#### **i) Diagnóstico Ambiental de Base**

Todo proyecto está acompañado de un Estudio Ambiental , cuyo propósito es el de identificar y evaluar lo impactos ambientales que podría generar la obra, no solo en la etapa de construcción si no también la posterior de operación y mantenimiento.

Este estudio contempla entre otra cosas aspectos geomorfológicos y topográficos y ocurrencia de procesos hidrogeomorfológicos (aluviones, erosión fluvial, inundación), esta información deberá contar con el respaldo de antecedentes científicos , cartográficos y aerofotográficos.

En los casos particulares tales como cursos con crecientes significativas y contando con información pertinente se podrán calcular las escorrentías máximas probables, identificándose los distintos periodos de recurrencia.

El sistema de escurrimiento de aguas, sean estas permanentes o transitorias, serán consideradas y analizados los potenciales riesgos.

Estos análisis previos contribuyen en la definición de la profundidad a colocar la cañería y obras complementarias para la salvaguardar la integridad de la instalación.

Este estudio adquiere fundamental importancia, cuando son modificadas las condiciones geomorfológicas y topográficas en las zonas localizadas aguas arriba de las escorrentías naturales, ya sea para adoptar las medidas correctivas, como así también para los procesos de reclamos vía judicial.

#### **j) Sistema de recepción de llamadas (Información / Emergencia)**

Complementario a la gestión del plan de Prevención de Daños, la compañía cuenta con un centro de atención de llamadas que permite mediante un sistema de número telefónico publicitado masivamente, una línea punto a punto con la Dirección de Bomberos, una radio funcionando en la frecuencia de la red de emergencias provinciales, posibilitar que cualquier anomalía producida sobre alguna de las instalaciones, sea recepcionada y direccionada a los responsables de accionar ante una anomalía.

#### **k) Respuesta ante emergencias**

La característica del servicio comprometido por la compañía, exige de la existencia de una estructura técnica de rápida intervención y de un conjunto orgánico de metodologías operativas y recursos para asegurar una respuesta en el menor tiempo posible, eliminar cualquier situación que pudiera comprometer la seguridad de personas y/o bienes, o bien evitar el agravamiento de la magnitud del evento y sus consecuencias, adoptar los recaudos para mantener la continuidad del servicio y en el caso extremo, reducir al mínimo los tiempos de interrupción.

Para lo cual la compañía debe comprometer equipamiento y recurso humano distribuido estratégicamente sobre toda su zona de acción, asegurando así una intervención en tiempos razonables.

Por otra parte exige la permanente difusión y capacitación de organizaciones de Bomberos y Defensa Civil, con el objeto de viabilizar acciones inmediatas de puesta en seguridad de las personas y bienes en proximidad a un posible siniestro. Como así también la toma de conciencia por parte de estas organizaciones sobre los peligros y las limitaciones en su accionar sobre la operación de un sistema bajo presión de gas.

### **2.3. Costos influenciados por estos factores inesperados**

Cuando se habla de costos, generalmente se exponen cifras, cantidades, se trata de justificar y demostrar la inversión, se discuten los proyectos presentados, y definitivamente se realiza la erogación económica. Tal es el caso de varios proyectos elaborados bajo los parámetros enunciados, los cuales han sido complejos de diseñar, ya que los parámetros que intervienen son muy ambiguos o cambiantes.

Al no tener parámetros fijos y no poder relacionarlos entre si, como por ejemplo una lluvia intensa que se genera a varios kilómetros de lugar puntal donde se debe realizar el proyecto y en su camino arrastra terreno suelto, ramas, pastos, etc, formando diques naturales y que luego se rompen por la acción de la cantidad de agua acumulada, genera factores o parámetros difíciles de cuantificar, mas aún cuando la obra se debe realizar en una zona de terreno inestable.

Otros factores que influyen al analizar los proyectos son las instalaciones de terceros involucrados, ya sean los FFCC, Hidráulica, Irrigación Vialidad Provincial. El mantenimiento de las instalaciones de estos organismos es un factor muy influyente al momento de decidir la opción a tomar o el proyecto definitivo.

Como sabemos los mantenimientos que realizan estos Entes son muy bajos o escasos, esto tiene un valor muy importante a tomar las decisiones finales, ya sea por manejar distintos niveles de cota, por agregar una fila mas de gaviones, en algunos casos por colocar una manta de mayor dimensión o para realizar una tapada mas profunda, etc.,

Estos son los puntos que están en juego al momento de realizar un proyecto. Todo lo anunciado son parámetros que encarecen la relación de la obra, ya que al no poder cuantificarla con exactitud definitivamente se redimensiona en todo sentido y se eroga mas dinero. No obstante el proyecto nunca es definitivo, ya que todos los Entes involucrados y las condiciones cambiantes del terreno hacen que se deba realizar un mantenimiento en forma constante.

En resumen hay obras que generan un costo constante, de realización y mantenimiento , teniendo que estar atento a los imprevistos y a un mantenimiento constante.

### **3.- CONCLUSIONES**

- Estas zonas, como otras muchas en nuestro territorio que hemos estado analizando son productos de situaciones que han cambiado en el tiempo por diversas razones: cambios climáticos , acción del hombre, abandono de la instalaciones por medio de los entes a cargo, y por consecuencia se han generado situaciones casi incontrolables, motivo de no haber incorporado las proyecciones necesarias que las mismas podían tener sobre otra obras aledañas y en el medio ambiente.
- Tendríamos que fortalecer las comunicaciones entre entes e instituciones para asegurar un mejor tratamiento de estos problemas
- Si bien se realiza un mantenimiento integral, por parte de los responsables, los mismos son medidas paliativas, no resuelven el problema
- Estas tareas conjuntas con otros entes y planificadas con anticipación , evitarían costos adicionales . Por el contrario, muchas veces, el mantenimiento que se realiza actualmente no aseguran su solución en el tiempo, dado los constantes cambios ( Climatológico y humanos).
- En ocasiones no es posible realizar un correcto mantenimiento de los gasoductos, cuando los caminos de acceso se encuentran inundados, cortados, no transitables dificultando el acceso al mismo.
- No podemos interferir ante otros Entes ya que los parámetros que los gobiernan tiene otros objetivos , otros planes de mantenimiento , en muchos casos no están regulados y todo esto dificulta un accionar racional.
- Frente a la necesidad de contratar empresas expertas en diseño y mantenimiento en contenciones de defensas de márgenes arroyos o ríos, para evitar perjudicar nuestros mantenimientos de gasoductos. Esto significa mayores inversiones no previstas
- En Instalaciones afectadas por estas particularidades, se deben potenciar los Controles de Integridad del Gasoducto, Desarrollar programas de Análisis de Riesgos e Intensificar los Mantenimientos