

AMENAZA DE DAÑOS POR TERCEROS: Acciones de evaluación y mitigación

Francisco Stefanoni
Transportadora de Gas del Sur
francisco_stefanoni@tgs.com.ar

Sinopsis

La norma NAG 100 establecía en la Sección 325 que las líneas deben instalarse con luz suficiente respecto de otras estructuras para permitir el adecuado mantenimiento y proteger a la línea de daños que pudieran derivar de la cercanía entre ellas. Específicamente, en la Tabla 325 i de dicha sección, se definían las distancias mínimas de seguridad que deben respetarse hasta la línea de edificación, actualmente incluido en Adenda N° 2 – año 2016 como cuadro 325i. Lo que incluye la determinación en forma absoluta y prescriptiva de las distancias de seguridad entre instalaciones de transporte de Gas y otras instalaciones y viviendas. Adicionalmente, en algunos casos, permite la disminución de las distancias establecidas con la intervención de seguridad industrial sin especificar ningún criterio de análisis.

Es claro que una de las formas más efectivas para proteger la seguridad de terceras personas y sus propiedades de los riesgos que entrañan las líneas de Transmisión, es la planificación del uso de la tierra, estableciendo distancias mínimas de separación entre las instalaciones industriales potencialmente riesgosas y el público en general.

El riesgo de que un tercero sufra un daño ante un eventual accidente en una instalación industrial es proporcional a la distancia entre ambos elementos, es decir, la instalación industrial y el lugar donde se encuentre el tercero (particularmente su vivienda). Por ello, la distancia entre la gente y las líneas de Transmisión sirve como una zona de amortiguamiento ante eventuales accidentes no deseados que puedan provocar explosiones o fuego dadas las características inflamables del gas.

Establecer en la etapa de diseño y, fundamentalmente, mantener a lo largo de la vida útil las distancias de seguridad, no es tema fácil de resolver para los operadores de líneas de Transmisión y Principales operando a alta presión, particularmente en las zonas de alto crecimiento poblacional como son los suburbios de las ciudades y particularmente en las adyacencias del Gasoducto en estudio.

Muchos segmentos de los Gasoductos de transmisión fueron construidos originalmente en regiones poco pobladas; sin embargo, el posterior crecimiento poblacional ha transformado algunas de estas áreas antiguamente rurales y, a veces remotas, en zonas urbanas y suburbanas con subdivisiones de viviendas, Barrios privados, Centros Comerciales, parques industriales, etc.

El problema se genera porque los desarrollos poblacionales cerca de las tuberías enterradas no son un tema simple, sino que involucra a varias partes entre los que se encuentran los operadores, las autoridades públicas locales y provinciales, los entes reguladores, la población afectada, etc. La mayoría de los gobiernos municipales que tienen regulaciones sobre el uso del suelo, no contemplan la cercanía a los ductos como un factor limitante a la instalación de viviendas, industrias o comercios.

El emplazamiento de viviendas y otras edificaciones en los alrededores de las líneas de Transmisión no solo implica un aumento del riesgo para la población ante una eventual pérdida de fluido, sino que además puede implicar costos adicionales para los operadores debidos a la necesidad de aumentar la frecuencia de patrullaje, el aumento de la probabilidad de daños a la tubería por la mayor actividad de excavación, las obstrucciones que impidan el normal acceso a la servidumbre, la necesidad de introducción de cambios de los planes de emergencia para adecuarse a las nuevas situaciones y otros.

Se entiende daño por terceros, al daño producido por terceras partes, es decir, no pertenecientes a la empresa operadora del gasoducto o sus contratistas. En esta categoría se incluyen tanto los daños producidos en forma intencional (vandalismo) como aquellos producidos sin intención de provocar daño.

Esta amenaza a la integridad es una de las principales fuentes de fallas en ductos enterrados. Si se toman los casos de falla grave entre 1960 y 2009, se obtiene el siguiente resultado:

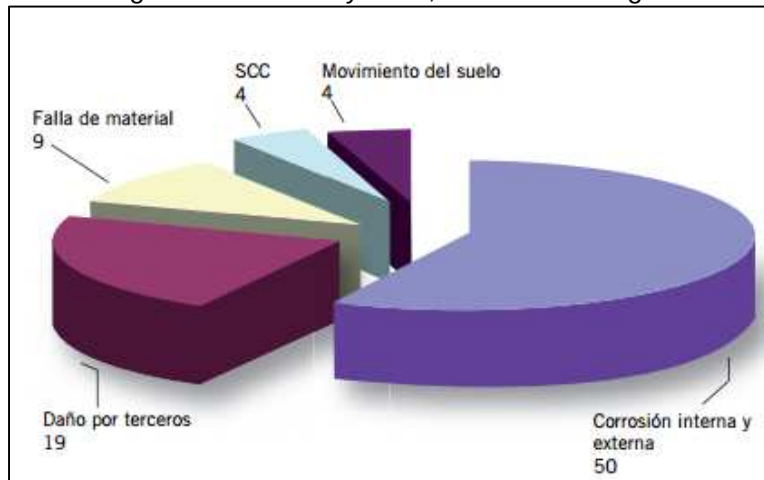


Figura 1.- Fuente: Revista Petrotecnia, agosto de 2010

TGS opera el gasoducto Rodríguez-Pacheco que se ubica en una zona densamente poblada, esto implica que el gasoducto en estudio es particularmente susceptible a la amenaza de daño por terceros (accidental e intencional) y por lo tanto, es considerada en el presente trabajo que describe acciones de mitigación y prevención realizadas.

Introducción

La mayor parte de la traza se ubica en zonas urbanas, y por debajo de calles o caminos vecinales. Entre los cruces especiales se destacan: Bv. Bernardo de Irigoyen (Ruta N° 7), Autopista Acceso Oeste, Ruta Provincial N° 25, Ruta Provincial N° 8 y la Autopista Pascual Palazzo.

El Gasoducto Rodríguez-Pacheco tiene numerosos cruces con calles y vías férreas y gran parte de su longitud se encuentra bajo calles municipales.

La picada es transitable en la totalidad de su longitud, el citado gasoducto desde la pk 0+000 a 20+400, salvo cruces especiales, fue construido con una calidad API 5L X52 de espesor 8,74 mm, desde la pk 20+400 a 37+301 fue construido con cañería API 5L X52 de espesor de 9,52 mm.

Desarrollo de las Tareas Realizadas

A continuación se detallan las tareas realizadas para verificar la integridad del ducto:

- a. Análisis específico de defectos en costuras longitudinales a partir de la información recabada a través de la herramienta de Inspección Interna (ILI), no detectándose anomalías relevantes.



Figura 2.- Herramienta de Inspección Interna (ILI)

- b. Se implementó un sistema de monitoreo continuo de las Unidades de Protección Catódica por corriente impresa a los efectos de verificar su correcto funcionamiento "On Line



Figura 3.- Vista de Pantalla de Monitoreo UPCCIs

- c. Se aumentó la frecuencia de patrullaje a diaria para lograr la rápida detección de cualquier actividad de terceros que pudiera implicar algún riesgo a la cañería.
- d. Se intensificó la colocación de cartelería indicando la obligatoriedad de notificación de tareas en cercanía del ducto.
- e. Se realizó una recorrida aérea de la traza para detectar anomalías e identificar nuevas construcciones cercanas a los ductos, tomándose fotografías digitales aéreas con una resolución de 8 cm.



Figura 4.- Fotografía Aérea en Zona de Autopista

- f. Se implementó un programa anual de difusión pública para concientización en los habitantes e instituciones de la zona a través del Programa denominado "Transportando Conciencia".



Figura 5.- Tareas de Difusión Pública con vecinos de la zona

- g. Se realizaron estudios específicos de análisis de riesgo (QRA) de los que surgieron las siguientes consideraciones:
- i. Reducción de la frecuencia de Inspección Interna a 3 años.
 - ii. Instalación de losetas de hormigón pretensado en las zonas con mayor densidad poblacional.
 - iii. Reparación de defectos de corrosión externa con profundidad superior al 40% más allá de su presión de falla.
- h. por otro lado se realizaron tareas preventivas tales como:
- Relevamiento de tapadas de cañería
 - Incremento de frecuencia de Inspección para Detección de fugas

- Denuncia de nuevos asentamientos al ENARGAS y Municipalidades
- Visitas a las autoridades Municipales de la zona.
- Instalación de Sub-Base Operativa en Gral. Pacheco
- Relevamiento de estado del revestimiento y Protección Catódica mediante relevamientos CIS + DCVG
- Aislación de caños camisas
- Actualización de planos catastrales
- Actualización de planos conforme a obra
- Instalación de losetas
- Análisis pormenorizado de costuras longitudinales
- Instalación de un Sistema de Odorización
- Pasaje de caliper instrumentado (2015)
- Inspección con herramientas específicas MFL para Hard Spots (Puntos Duros), herramienta Geométrica para detectar deformaciones en la cañería, herramienta EMAT para detectar fisura por SCC.
- Reuniones técnicas con representantes de obras públicas de los municipios con técnicos de TGS

Instalación de Losetas de Hormigón Premoldeadas

A partir del estudio de análisis de riesgo cualitativo realizado de acuerdo a los lineamientos de las recomendaciones prácticas IGE/TD/1 "Recommendations on Transmission and Distribution Practice" y IGE/TD/2 "Application of Pipeline Risk Assessment to Proposed Developments in the Vicinity of High Pressure Natural Gas Pipelines", publicadas por The Institution of Gas Engineers de Gran Bretaña. Se analizaron entre otros aspectos antecedentes relevantes en la zona comprendida dentro del alcance como ser:

- Características constructivas y de diseño
- Material, soldadura
- Tipo de revestimiento
- Estado de la Protección Catódica
- Análisis de cruces especiales.

Ademas se utilizó como datos de ingreso del proyecto la información disponible en TGS sobre:

- Planialtimetría
- Clase de trazado
- Factor de diseño
- MAPO
- Material del caño
- Diámetro
- Espesor
- Longitud
- Tapada en la generalidad del ducto y en los cruces
- Existencia de prueba hidráulica
- Existencia de señalización
- Interferencias (cruces de caminos, rutas, líneas eléctricas de baja, media y alta tension, ríos, arroyos, construcción, ferrocarril, otros ductos, etc.)
- Viviendas y otras construcciones en un radio de 200 metros
- Coordenadas de geo-referenciación de puntos singulares y/o foto satelital
- Datos de inspecciones realizadas (pasajes ILI, mediciones Protección Catódica, informe de recorridos de línea, etc)

- Datos de reparaciones efectuadas en el tramo (reemplazos o refuerzos, recobertura, etc.)

Las recomendaciones surgidas del estudio QRA incluyeron la instalación de losetas de protección en diferentes zonas del gasoducto (tabla 1):

Losetas de Hormigón		
Pk Inicio	Pk Fin	Metros
18.653	19.466	813
21.376	22.026	650
31.465	31.595	130
31.884	32.292	408
Metros Totales		2.001

Tabla 1.- Secciones surgidas del QRA a instalar losetas

La ubicación de las losetas se determinó de manera tal que el riesgo social introducido por el Gasoducto Rodríguez – Pacheco no supere el riesgo social máximo definido para el Gasoducto Modelo en ningún punto de la traza.

Características de las Losetas de Hormigón Premoldeado

Las losetas de protección son de hormigón pretensado, de 20 cm de espesor y 3 m de ancho y tienen por objeto lograr la protección del ducto ante la acción de retroexcavadoras. Se instalaron según el esquema de Figura 6.

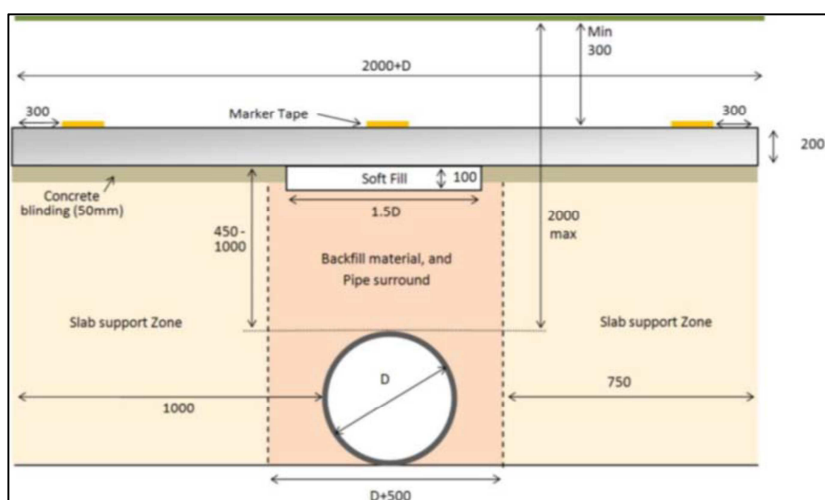


Figura 6.- Forma de Instalación de Losetas

Durante 2015 y 2016 se realizó la instalación en los primeros 2 tramos sugeridos (1,463 m).

Previo a la ejecución se relevaron las interferencias, tanto de servicios como de construcciones vecinales, planteándose luego la resolución puntual con vecino ó entidad afectada por la obra.

En la Figura 7 se observa un detalle de la densidad poblacional en la zona de instalación de protecciones.



Figura 7.- Zona de Instalación de Protecciones

Tareas Previas

Previo al inicio de la instalación de losetas se realizó la detección de cañería con equipo detector de cañerías, se realizaron sondeos cada 10 metros en los puntos correspondientes al inicio de las tareas de excavación para verificar tanto la ubicación como la tapada del gasoducto.



Figura 8.- Tareas de Verificación de Trazo y Sondeos

Tareas de Instalación

Para la instalación se realizó la excavación de zanjas de 3 metros de ancho y 50cm de profundidad, mediante el uso de retroexcavadoras.

Las losetas fueron dispuestas tomando el eje del caño como centro, cubriendo de esa manera 1,5 metros a cada lado del ducto y enterrando las protecciones con una tapada mínima de 30 cm.

Entre la generatriz superior del tubo y las losetas se preserva una distancia de más de 50 cm.

De esta manera se logra evitar que los baldes de las retroexcavadoras de terceros puedan impactar sobre el caño, notando el maquinista de forma inmediata el contacto con dicha protección mecánica. En la figura 9 se observa un detalle de las tareas de instalación.



Figura 9.- Tareas de Instalación de Losetas

Terminado el montaje y colocando la triple cinta de advertencia, se continua con las tareas de recomposición de tapada y todo lo necesario para dejar la calle/alcantarillas en idénticas condiciones a las que se encontraban previamente.

Adicionalmente se contrató difusión pública para realizar etapas de anticipo, presencia y finalización de obra, velando en esta última por la satisfacción de los vecinos.

Resultado de la Instalación de Losetas Premoldeadas

El HSE de UK(i) ha definido que la presencia de losas de hormigón sobre la cañería disminuye la frecuencia de ocurrencia de accidentes por terceros en un factor de 10. Las Gráficas de figuras 10 y 11 muestran la disminución del riesgo originado en daños por terceros en las dos áreas donde se colocaron las losas de protección (Tramo I entre Pk18653m y Pk19466m; Tramo II entre Pk 21376m y Pk 22026m).

El análisis de riesgo contempla la probabilidad de ocurrencia de un hecho indeseado y la consecuencia que pueda tener el mismo. Probabilidad y consecuencias son los dos factores cuyo producto determina el riesgo, que se define como el conjunto de daños esperados por unidad de tiempo.

$$\text{Riesgo} = \text{Función (Probabilidad y Consecuencia)} [\text{Eventos} \cdot \$ / \text{metro} \cdot \text{año}]$$



Figura 10 – Riesgo Daños por Terceros Sin Losetas de Protección



Figura 11 – Riesgo Daños por Terceros Con Losetas de Protección

Reparación de Defectos Críticos

Dentro del alcance de las Tareas de Verificación se determinó evaluar la evolución de un defecto de corrosión externa ubicado en el cruce de la Avenida Corrientes de Gral Rodríguez, Figura 12.

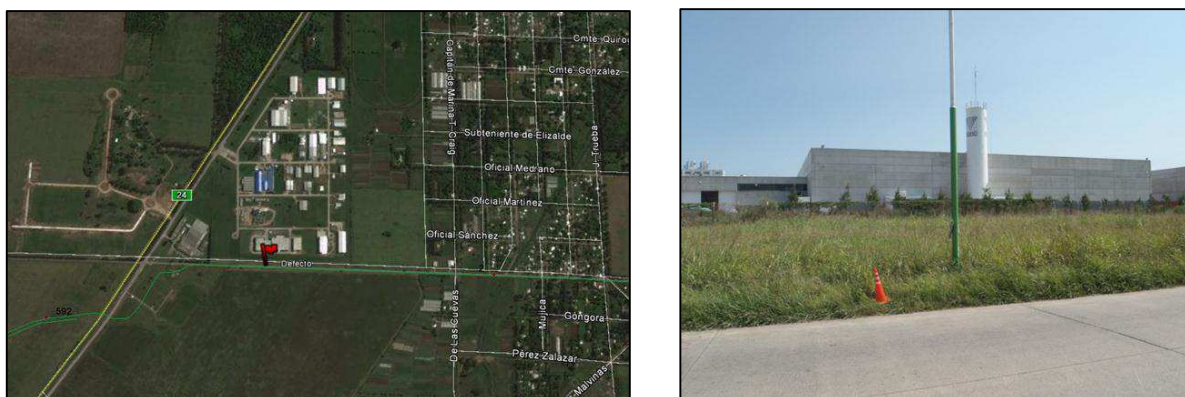


Figura 12. Zona de Evaluación de Defecto de Corrosión Externa

En la recorrida para detectar interferencias a los trabajos de excavación se pudo identificar que el eje de la cañería se encuentra paralelo al eje de la calzada de la Avenida Corrientes y coincidente con el borde de la misma, en el sentido de circulación del cruce de FFCC hacia la ruta 24.

La profundidad del eje del gasoducto medida con un detector de cañerías enterradas superaba los dos metros, en cualquier caso las tareas de excavación requerirán de interrumpir el tránsito en la calzada afectada.

Las tareas a desarrollar comprendieron básicamente:

- Interrupción del Tránsito y Señalización de la zona de Trabajo, por medio de Vallados de Alta Visibilidad, Personal haciendo las veces de Banderilleros para advertir a los conductores y organizar el tránsito en cercanías de la excavación
- Corte de Calzada, de pavimento, hormigón, concreto por medio de herramientas de corte con discos diamantados especiales para este tipo de tareas
- Rotura de Calzada por medio de martillos neumáticos o eléctricos en la zona definida para la excavación, remoción de los materiales y escombros de la zona de trabajo
- Sondeos y excavaciones de zanja: Sondeo manual previo, para localizar la cañería que contiene al defecto y la excavación mayor para dejar la cañería expuesta para su evaluación
- Remoción del revestimiento existente para luego evaluar el defecto
- Limpieza de la superficie metálica de la cañería, removiendo restos de revestimiento y oxidos, dejando la morfología del defecto limpia y libre de impurezas para su evaluación
- Evaluación del defecto, considerando su morfología, dimensiones y criticidad mediante la aplicación de algoritmos ingenieriles
- Identificar y evaluar la condiciones particulares del entorno del defecto, de forma tal de coleccionar información que indique posibles causas de evolución.
- En el caso que el análisis de criticidad determine que el defecto requiere reparación, esta tarea consiste en la instalación de un refuerzo de circundación total, el que podrá ser de material metálico o compuesto, según las condiciones de severidad de la anomalía.
- Finalizadas la tarea de evaluación y/o reparación, se recompondrá la cobertura de la cañería mediante la aplicación de cintas de laminados plásticos o pintura epoxídica
- Acondicionamiento de zanja y tapada. Selección de material para tapada de cañería. Recomposición de la pista y todos aquellos elementos afectados como consecuencia de los trabajos realizados
- Consolidación de suelo seleccionado por medio de pisones de vibración, usando suelo cemento de modo de evitar hundimientos posteriores de la calzada
- Reparación de la sección de Calzada afectada a su condición original, por medio de vertido de concreto, alisado del mismo, perfilado del concreto y banquetas, relleno de juntas de dilatación.
- Confección de informes y planos conforme a obra

De la realización de las tareas antes detalladas se determinó la existencia de un defecto de corrosión externa con profundidad inferior al 40% como medida preventiva se procedió a instalar un refuerzo mediante compuesto no metálico. En la Figura 13 se observan las tareas de revestimiento y acondicionamiento final.



Figuras 13.- Acondicionamiento final en tareas de reparación

Aislación de Caños Camisa

Adicionalmente se realizó el llenado de caños camisa con cera microcristalina de petróleo para asegurar la integridad de la cañería en los cruces especiales. En la tabla 2 se muestran los lugares de trabajo

CAÑOS CAMISAS LLENADOS CON CERA			
PK	UBICACIÓN	LONG [M]	AÑO
13.8	RP 25	16.82	2015
20.1	Cno. A Derqui	14.86	2015
21.89	Avda.Croacia	13.74	2016
22.57	FF.CC. Est.Vucetich	19.78	2016
23.08	FF.CC. Est. Del Viso	29.44	2015
25.94	RN 8	16.97	2016
26.614	Calle Buenos Aires	14.49	2016
29.134	FF.CC. Est. Tortuguitas	50.66	2016
30	Calle Canada	13.16	2016
34.69	Colec.Ramal Pilar	8.89	2014
37.21	Cruce Ruta Panamericana	42.18	2014
37.3	Colectora -Pta.Pacheco	20.11	2014

Tabla 2.- Zona de Aislación de Caños Camisa

Previo al llenado se realizó el inertizado mediante barrido con aire y evacuación del agua que generalmente se encuentra alojada dentro del caño camisa, llenado con inhibidor de corrosión. Posteriormente se realizó la Inyección de cera microcristalina de petróleo; dicho producto se calienta (85 a 95°C) para ser fácilmente bombeado por los venteos hasta llenar totalmente el espacio anular existente entre el caño de conducción y el Caño camisa.

En algunos casos se debe previamente reemplazar los sellos ubicados en los extremos de los caños camisa y las cañerías de venteo, a fin de asegurar la maniobra de llenado. En la Figura 14 se observan las las tareas de inyección de cera.



Figura 14. Inyección de cera microcristalina de petróleo

Conclusiones

El emplazamiento de viviendas y otras edificaciones en los alrededores de las líneas de Transmisión no solo implica un aumento del riesgo para la población ante una eventual pérdida de fluido, sino que además puede implicar costos adicionales para los operadores debidos a la necesidad de aumentar la frecuencia de patrullaje, el aumento de la probabilidad de daños a la tubería por la mayor actividad de excavación, las obstrucciones que impidan el normal acceso a la servidumbre, la necesidad de introducción de cambios de los planes de emergencia para adecuarse a las nuevas situaciones y otros.

El aumento de densidad poblacional es una característica creciente en los distintos sistemas de gasoductos. Estos trae aparejado un aumento en la probabilidad de falla asociado a la amenaza daños por terceros.

Las empresas operadoras de ductos se encuentran avocadas a la ejecución de programas específicos de mitigación para atender este tipo de amenaza los cuales requieren de una variedad de tareas que implican diferentes especialidades.

TGS con la aplicación del programa de mitigación en el Gasoducto Rodriguez – Pacheco pudo disminuir considerablemente los niveles de Riesgo Social.

Para las tareas de mitigación y prevención no solo debe considerarse la amenaza daños por terceros, sino todo el conjunto de amenaza aplicables al sistema que el operador tiene a su cargo.

Las tareas de mitigación y prevención de la amenaza daños por tercero es dinámica, las condiciones de operación y densidad poblacional deben ser monitoreadas en forma periódica ya que los mecanismos de control no dependen solamente de las empresas operadoras.

(i) "An assessment of measures in use for gas pipelines to mitigate against damage caused by third party activity" The Health and Safety Executive (HSE). Report 372/2001 (2001).