

**CONGRESO SOBRE INTEGRIDAD EN INSTALACIONES DE GAS Y PETROLEO  
IAPG – Buenos Aires 13 al 15 de Julio 2010**

**EVALUACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS EN EL SISTEMA DE GASODUCTOS DE TGS**

Daniel Falabella<sup>1</sup>, Sergio Río<sup>2</sup>

---

## **Sinopsis**

La amenaza de corrosión externa a las cañerías enterradas es la principal causa de falla en los sistemas de transporte de la Argentina. Para controlar su efecto negativo es que periódicamente se efectúan estudios con la utilización de las distintas herramientas disponibles en el mercado como ser Inspección Interna, Evaluación Directa, Cálculo de Velocidades de Corrosión, Protección Anticorrosiva, etc. A pesar de los esfuerzos realizados para mitigarla se detectaron en el sistema de gasoductos de TGS zonas que sin llegar a ser críticas tuvieron un crecimiento acelerado de corrosión externa.

De la evaluación de los puntos con excesivo crecimiento surgieron conclusiones que obligaron a enfocar las tareas de mitigación hacia variables que a pesar de haberse tenido en cuenta afectaron la integridad de los ductos.

Una de las principales variables a ajustar es la resistividad del suelo por el que las cañerías atraviesan debiéndose realizar estudios específicos para determinar las zonas más agresivas del sistema.

Otra variable a tener en cuenta es el apantallamiento de la protección catódica producido por el material de revestimiento despegado.

Las zonas con cambios seco a húmedo también juegan un papel preponderante al momento de seleccionar zonas con altas velocidades de corrosión.

En el presente trabajo se describen las tareas llevada a cabo en el sistema de gasoductos de TGS para determinar con los estudios que normalmente disponemos zonas críticas desde el punto de vista de la integridad teniendo en cuenta los factores antes mencionados.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Mecánico - TGS SA - [daniel\\_falabella@tgs.com.ar](mailto:daniel_falabella@tgs.com.ar)

<sup>2</sup> Ingeniero Mecánico - TGS SA – [sergio\\_rio@tgs.com.ar](mailto:sergio_rio@tgs.com.ar)

## 1. Introducción

Uno de los desafíos a tener en cuenta al momento de elaborar un plan de integridad es administrar eficientemente los recursos técnico-económicos disponibles para lo cual resulta necesaria la identificación de las posibles amenazas a la integridad que pueden afectar a las cañerías enterradas. Una muy buena clasificación, aceptada mundialmente, es la que indica el Código ASME B31.8s. Al momento de elaborar un plan de integridad se debe tener en cuenta la identificación de zonas prioritarias desde el punto de vista del avance de los fenómenos de corrosión externa, atento ser una de las principales amenazas en los sistemas de cañerías enterradas de la República Argentina. Actualmente se cuenta con una gama importante de herramientas para la evaluación del avance de los fenómenos de corrosión externa que sirven de soporte para la toma de decisión entre otras se puede mencionar:

- Análisis de Densidad de Fallas
- Análisis de Velocidades de Corrosión
- Variación de Potenciales de Protección Catódica
- Evaluación de las características del Terreno
- Evaluación de Estado de Integridad del Revestimiento Existente
- Análisis de Riesgo

De la experiencia de TGS surge que todas estas herramientas tienen ventajas y desventajas, ninguna por si sola nos puede garantizar un 100% de eficacia. Resulta necesario e imprescindible la combinación de varias de éstas herramientas a los efectos de poder mejorar sus potencialidades. Esta tarea en TGS es realizada mediante una base de datos común que funciona en una plataforma de un sistema de información geográfica (GIS). Del análisis realizado para cada sección del gasoducto surgen zonas prioritarias de acción.

Las mismas se encuentran identificadas donde:

- Se combinan alta concentración de defectos de corrosión externa, debiéndose analizar también su profundidad su factor estimado de reparación.. Esta información surge de las corridas (ILI)
- Alta demanda de corriente de protección catódica asociada a la mala calidad de los revestimientos,
- Altas tasas de corrosión
- Bajos niveles de protección catódica
- Resistividad del suelo baja. Alta conductividad
- Zonas con alta densidad de reparaciones
- Zonas donde históricamente se realizaron tareas mayores de mantenimiento como lo son: cambios de cañería o cambio de revestimiento.
- Zona densamente pobladas ó con un importante impacto al medio ambiente.

Del análisis surgen zonas donde se combinan alta concentración de defectos de corrosión externa, alta demanda de corriente de protección catódica asociada a la mala calidad de los revestimientos, zona densamente pobladas ó con un importante impacto al medio ambiente.

También surgen zonas con incongruencias que merecen ser estudiadas en detalle como ser zonas con gran número de defectos por corrosión externa y buenos niveles de protección catódica Km.

El desafío consiste en ubicar estas zonas y priorizarlas a los efectos de establecer un plan de remediación eficiente.

## 2. Desarrollo

### 2.1 Análisis de Densidad de Defectos de Corrosión Externa

Con la información suministrada por las herramientas de inspección interna (ILI) pueden realizarse gráficas comparativas entre las corridas realizadas en distintos períodos, estas gráficas indican zonas con agrupamiento de defectos en función de distintas variables como ser profundidad. En la figura N° 1 puede verse una gráfica de este tipo donde se identifican las zonas con mayor cantidad de defectos para distintas corridas de escaper instrumentado

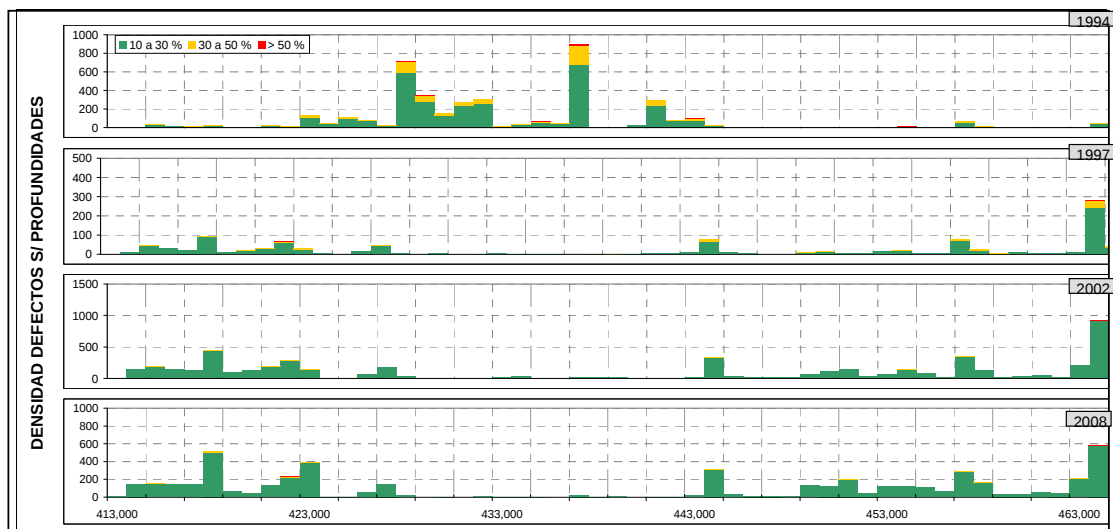


Figura N° 1. Densidad de Defectos para Diferentes Corridas de ILI

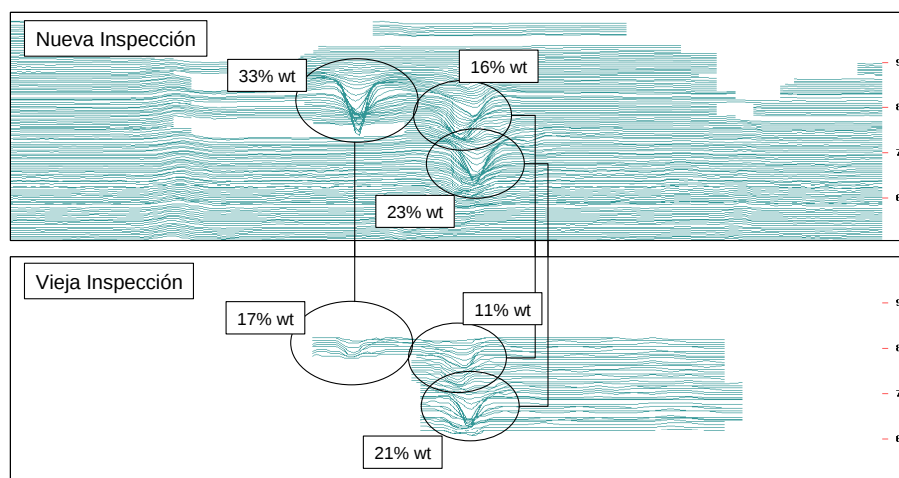
### 2.2 Análisis de Velocidades de corrosión

Poder contar con un modelo de velocidad de corrosión que prediga en forma eficaz las velocidades de corrosión en un sistema de cañerías enterrados es el anhelo de todos los profesionales del rubro. Una herramienta fundamental para realizar este tipo de análisis es la comparación entre dos corridas de herramientas de inspección interna.

En la figura N° 2 puede observarse un análisis de velocidades de corrosión mediante la comparación directa de señales, la comparación realizada de esta forma aporta las siguientes ventajas:

- Eliminación de errores debido a inconsistencia en las dimensiones, diferencias magnéticas, tecnológicas, etc.
- Corrige diferencias en dimensionamiento debido a cambios en Algoritmos
- Permite identificar sitios de corrosión Activa
- Permite identificar sitios con corrosión nueva y activa

La correlación de señales asegura una máxima precisión en la correlación de los defectos y en la determinación de magnitudes de las tasas de corrosión.



**Figura N° 2. Comparación de Señales entre dos corridas de ILI**

Utilizando esta técnica pueden detectarse zonas puntuales con velocidades de corrosión excesiva, frente a otras donde los defectos de corrosión externa se mantienen estables. Cuando se detectan zonas de este tipo se realiza un estudio de integridad a los efectos de determinar las causas que dieron origen a la excesiva velocidad de corrosión consistente en las siguientes etapas:

- Análisis del funcionamiento del sistema de protección catódica
- Evaluación de las características del terreno
- Evaluación de estado de integridad del revestimiento aplicado

### 2.3 Análisis del funcionamiento del Sistema de Protección Catódica

En la zona en cuestión se realiza un análisis de funcionamiento de las unidades de protección catódica a los efectos de verificar su eficiencia desde su instalación, los parámetros a tener en cuenta son:

- Tipo de Equipo de protección catódica Instalado
- Horas efectivas de funcionamiento
- Corriente suministrada
- Alcance de protección para cada UPCCI
- Criterio de Protección Catódica alcanzado

En la figura N° 3 se muestra un gráfico de correlación entre horas de funcionamiento y corriente suministrada por los equipos de protección catódica para un tramo de gasoducto desde el inicio de funciona.

En la figura N° 4 se muestra un gráfico de alcance para una unidad de protección catódica donde se logra un rango de protección de 50 Km con una diferencia de potencial (DV) máximo de 1,25 V.

En la figura N° 5 se muestra un gráfico de potenciales de protección catódica con la ubicación de las UPCCI y los criterios de protección alcanzados.

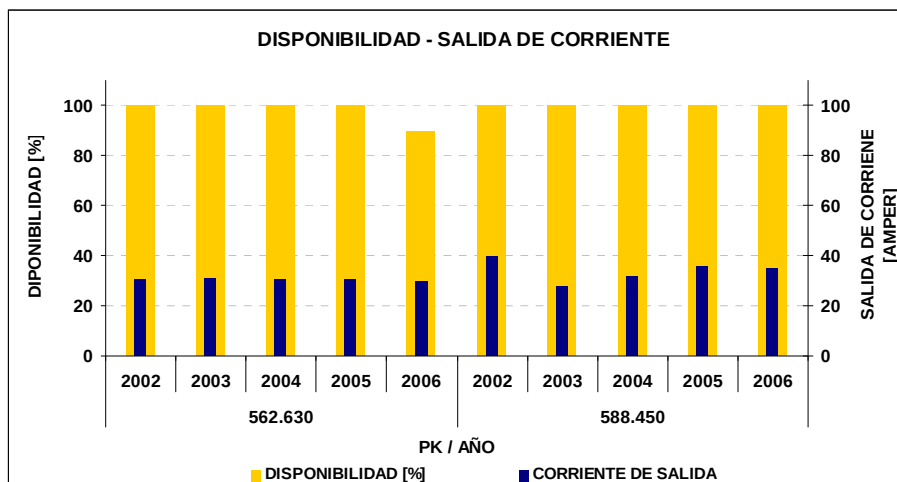


Figura N° 3. Análisis de funcionamiento de UPCCI

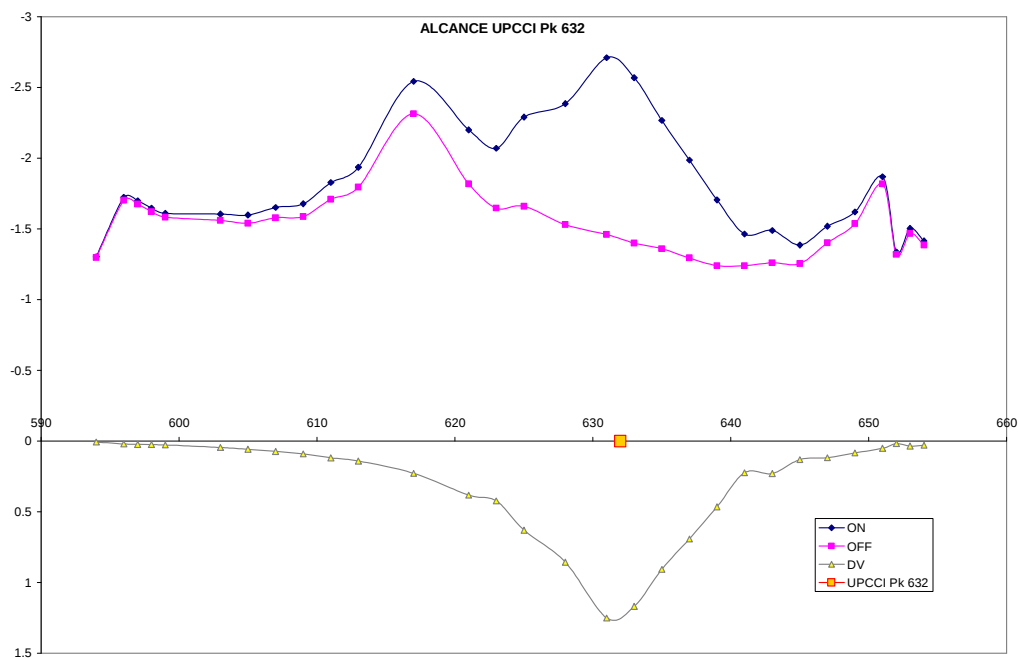


Figura N° 4. Alcance de UPCCI

En la figura N° 6 se muestra una imagen del sistema de información geográfica donde se muestran zonas salinas, estas zonas son correlacionadas con potenciales de protección catódica, defectos de corrosión externa y resistividad de suelo.

En la figura N°7 se muestra una imagen de la topografía de este tipo de zonas.



**Fig. N° 7: Topografía del terreno en Zona de Salitrales**

## **2.5 Evaluación de Estado de Integridad del Revestimiento Aplicado**

El tipo y estado del revestimiento aplicado a la cañería en zonas agresivas es un parámetro fundamental para evitar que los procesos de corrosión externa se aceleren. Se evalúa para cada una de las secciones seleccionadas por su agresividad el tipo de revestimiento utilizado.

Resultan ser mas complicados aquellos casos en los cuales la cañería se encuentra revestida con cintas laminado plástico aplicadas en forma manual debido a la falta de adherencia sobre la cañería, la presión del suelo genera pliegues por lo cuales penetra el electrolito a la interfase revestimiento gasoducto generando una celda de corrosión con altas velocidades de crecimiento. Este tipo de defectos no pueden ser identificados mediante estudios eléctricos ya que se produce un fenómeno de apantallamiento de la mediciones. En la figura N° 8 se observa una celda de corrosión debajo de revestimiento tipo cinta.



**Fig. N° 8: Celda de Corrosión Debajo de Revestimiento Despegado**

Similar situación se produce con la utilización de mantas termocontraíbles aplicadas en forma incorrecta. Las mantas termocontraíbles presentan pliegues de consideración, mayormente ubicados entre hora 3:00 y hora 9:00. En la cavidad dejada por dichos pliegues se observa el ingreso de

electrolito quedando depositado y adherido directamente sobre la superficie metálica. A su vez se observan otras zonas con ausencia de adhesivo componente de la manta termocontraíble. Fig. N° 9.



Fig. N° 9: Pliegues en Mantas Termocontraíbles

## 2.6 Integración de Datos

Los datos recibidos de las distintas fuentes de información son comparados y evaluados en su conjunto para definir las zonas prioritarias dentro del sistema de gasoductos. En la figura N° 10 se observa un gráfico comparativo de potenciales de protección catódica para diferentes periodos Vs. Resistividad de suelo, los círculos indican la velocidad de corrosión para los defectos de corrosión externa involucrados en la sección en estudio.

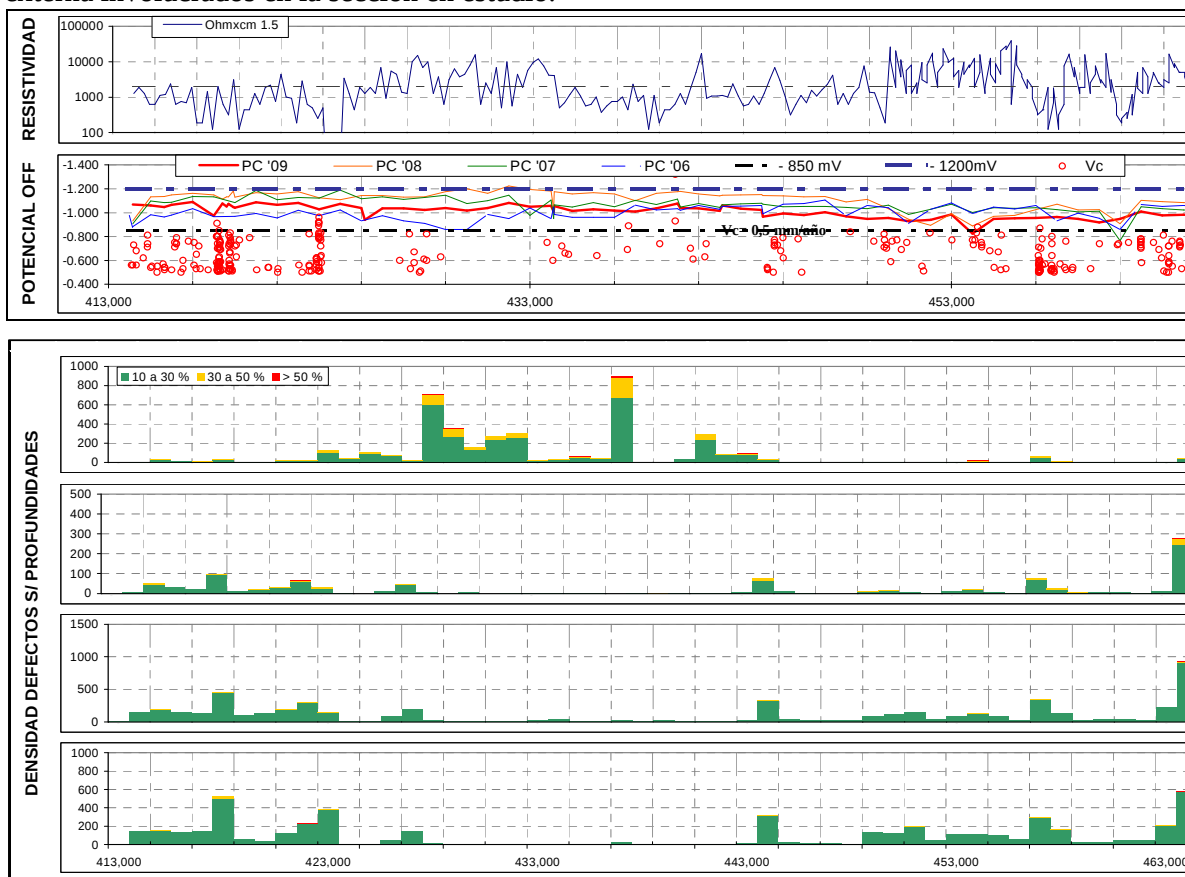


Fig. N° 10: Comparación de Potenciales vs. Resistividades, Velocidades de Corrosión y Densidad de Defectos

A su vez estos gráficos pueden compararse con los de densidad de defectos.

Con este tipo de análisis se pueden identificar zonas de corrosión activa originadas por la formación de celdas de corrosión –aisladas- en presencia de un suelo / electrolito agresivo. Si bien los gasoductos cuentan con niveles de protección catódica adecuados, puede ocurrir que la misma no tenga eficiencia debajo de la zona con revestimientos despegados.

### 3. Determinación de Zonas Críticas

Con la información recabada se definen zonas prioritarias para el plan de tareas, estas zonas son comparadas con la densidad poblacional para estimar su grado de riesgo utilizando un programa de información geográfica Fig. N° 11.

Para la determinación de zonas críticas se observaron las siguientes pautas:

- Alta densidad de defectos
- Altas tasas de corrosión  $> 0,3$  mm/año
- Potenciales de Protección Catódica  $< 750$  mV Off
- Baja Resistividad  $< 1000 \Omega \cdot \text{Cm}$
- Zonas entre Recobertura y/o cambios de cañería con longitudes menores a 1 Km
- Alguna zona características donde el revestimiento puede estar despegado.
- Zonas entre juntas aislantes
- Zonas de Salitrales
- Zonas con Alta Densidad poblacional

Para la concreción de las tareas se conformaron equipos de trabajo que generaron los gráficos comparativos para cada sección del sistema de gasoductos de TGS, el equipo de ingenieros en conjunto con el personal de campo realizaron la recorrida de todo el sistema de gasoductos de TGS identificando las zonas previamente identificadas en gabinete y realizando ajuste en zona de los parámetros evaluados.

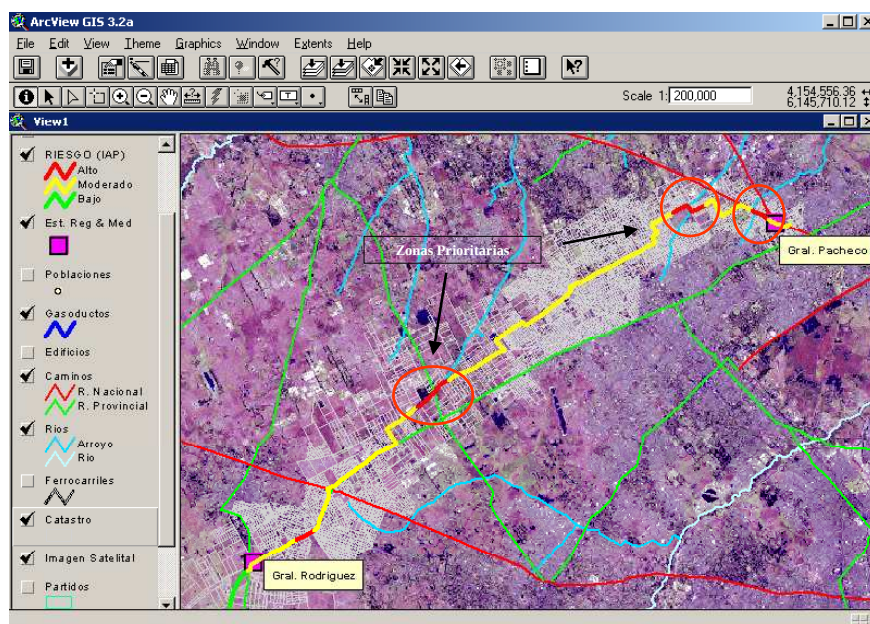


Fig. N° 11: Identificación de Zonas Prioritarias en Función de la Densidad Poblacional

Finalizado el relevamiento se confeccionó el Plan de Tareas para el período 2010 a 2014 cargando los datos en el Sistema de Información Geográfica, Figura N° 12

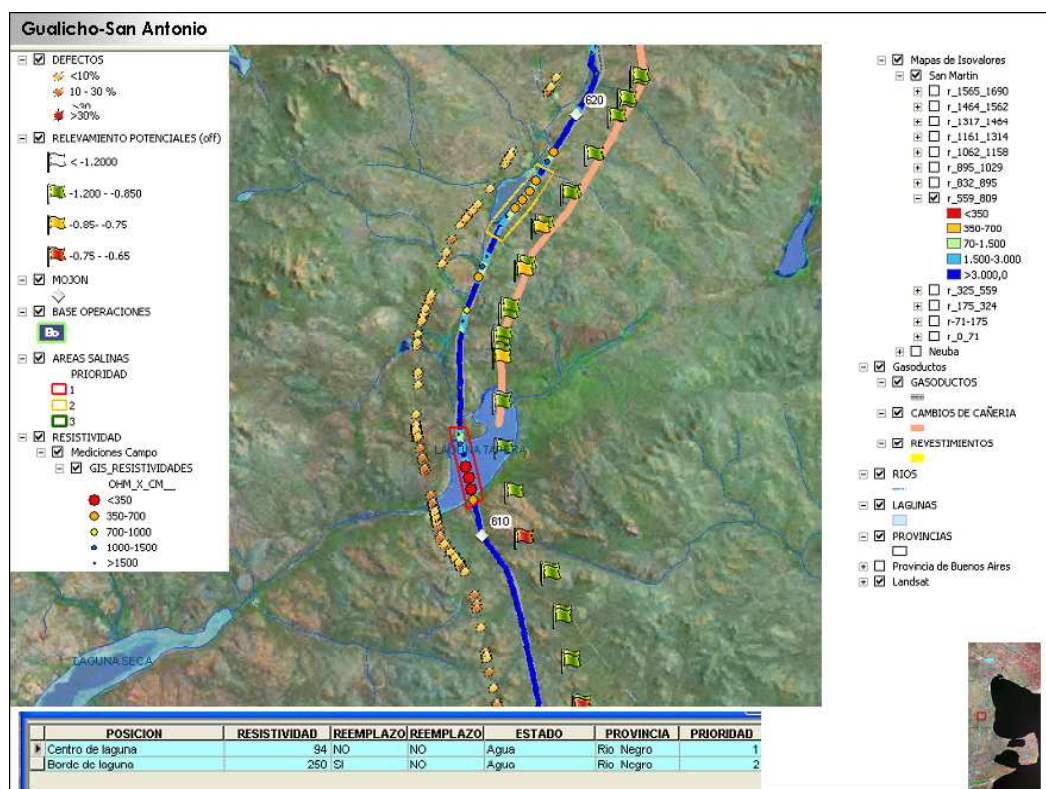


Figura N° 12. Vinculación de Datos Recibidos de Distintas Fuentes

## 4. Conclusiones

Poder controlar el efecto de la corrosión externa en un sistema de cañerías enterrado requiere de un gran esfuerzo y del cruce de información proveniente de distintos tipos de relevamientos.

Combinando las técnicas descriptas en el presente trabajo se logran identificar con considerable grado de precisión zonas prioritarias desde el punto de vista de la Integridad de Cañerías donde los efectos de la corrosión externa se encuentran activos.

Nuevas técnicas disponibles hoy en el mercado como ser: los estudios de resistividad continua combinados con mapeos satelitales resultan ser herramientas fundamentales para identificar zonas agresivas dentro de los sistemas de gasoductos.

Resulta necesario identificar aquellas zonas donde se realizaron reparaciones en suelos agresivos para verificar la integridad de los revestimientos aplicados y la posible existencia de apantallamiento de la protección catódica, y continuar con un monitoreo más detallado en estas áreas.