

Evaluación de zonas críticas en el sistema de gasoductos de TGS

Por **Daniel Falabella** y **Sergio Río**,
Transportadora de Gas del Sur SA

La amenaza de corrosión externa a las cañerías enterradas es la principal causa de falla en los sistemas de transporte de combustibles en la **Argentina**. Para controlar su efecto negativo, se efectúan estudios periódicos con las distintas herramientas disponibles en el mercado: inspección interna, evaluación directa, cálculo de velocidades de corrosión y protección anticorrosiva, entre otras

Trabajo seleccionado en el Congreso sobre Integridad en Instalaciones de Gas y Petróleo

Las conclusiones que arrojan los análisis periódicos de las cañerías enterradas acerca de los puntos con crecimiento acelerado de la corrosión externa son significativas. Los resultados han obligado a enfocar las tareas de mitigación hacia variables que, pese a haber sido tenidas en cuenta, afectaron la integridad de los ductos.

Una de las principales variables para ajustar es la resistividad del suelo por donde atraviesan las cañerías. Para ello, deben realizarse estudios específicos a fin de determinar las zonas más agresivas del sistema.

Otra variable que debe contemplarse es el apantallamiento de la protección catódica producido por el material de revestimiento despegado.

Administrar los recursos

Uno de los desafíos para tener en cuenta a la hora de elaborar un plan de integridad consiste en administrar eficientemente los recursos técnico-económicos disponibles. Para ello, resulta necesario identificar las posibles amenazas a la integridad que pueden afectar a las cañerías enterradas. Una muy buena clasificación, aceptada a nivel mundial, es la que indica la ASME B31.8.S. Asimismo, es importante identificar zonas prioritarias desde el punto de vista del avance de los fenómenos de corrosión externa, atento a ser una de las principales amenazas en los sistemas de cañerías enterradas de la República Argentina.

En el pasado, en TGS, determinábamos las zonas con corrosión externa activa mediante el cruce de los datos de protección catódica y de potenciales. En la actualidad, contamos con una importante gama de herramientas para evaluar el avance de los fenómenos de corrosión externa, que sirven de soporte para la toma de decisiones. Entre otras, pueden mencionarse:

- Análisis de densidad de fallas
- Análisis de velocidades de corrosión
- Variación de potenciales de protección catódica
- Evaluación de las características del terreno
- Evaluación del estado de integridad del revestimiento existente
- Análisis de riesgo

De la experiencia de TGS, se des-

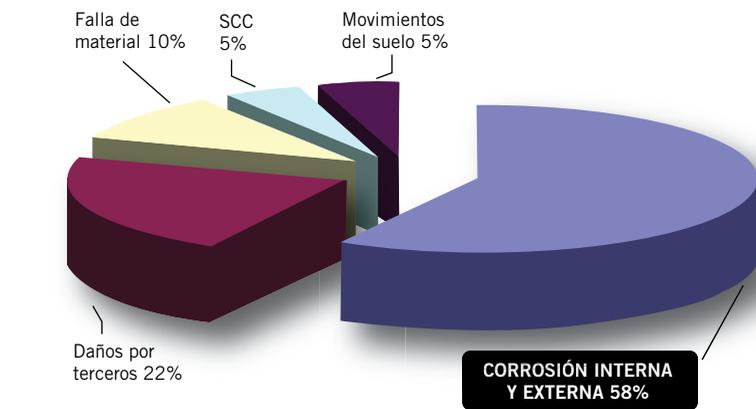


Gráfico I. Total de fallas graves acumuladas entre 1960 y 2009 (Ctd.:86)

prende que todas estas herramientas tienen ventajas y desventajas, puesto que ninguna por sí sola puede garantizarnos un 100% de eficacia. Resulta, entonces, necesario e imprescindible combinar varias de estas herramientas a los efectos de poder mejorar sus potencialidades. Esta tarea se lleva a cabo mediante una base de datos común que funciona en una plataforma de un sistema de información geográfica (GIS, por su sigla en inglés). El análisis realizado para cada sección del gasoducto permite identificar zonas prioritarias de acción donde se combina una alta concentración de defectos de corrosión externa, cuya profundidad y factor estimado de reparación también deben analizarse.

De las corridas con herramientas de inspección interna (ILI), surge la siguiente información:

- Alta demanda de corriente de protección catódica asociada a la mala

calidad de los revestimientos

- Altas tasas de corrosión
- Niveles bajos de protección catódica
- Baja resistividad del suelo, alta conductividad
- Zonas con alta densidad de reparaciones
- Zonas donde históricamente se realizaron tareas mayores de mantenimiento, como cambio de cañería o cambio de revestimiento
- Zonas densamente pobladas o con un importante impacto en el medio ambiente

También se presentan zonas con incongruencias que merecen ser estudiadas en detalle, como 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.

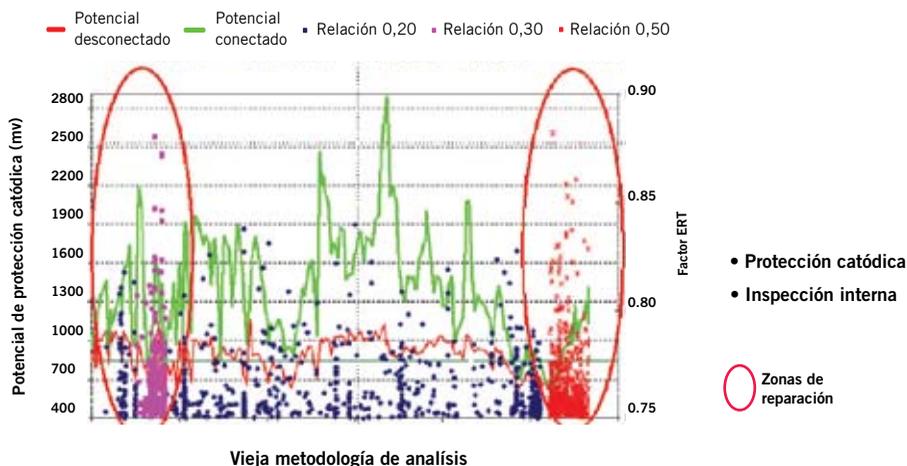


Gráfico II. Total de fallas graves acumuladas entre 1960 y 2009 (Ctd.:86)

Desarrollo

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 efectuadas en distintos períodos. Estas gráficas indican zonas con agrupamiento de defectos en función de distintas variables, como profundidad. En la figura 1, puede observarse una gráfica de este tipo donde se identifican las zonas con mayor cantidad de defectos para distintas corridas de *scraper* instrumentado.

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 enterrado 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

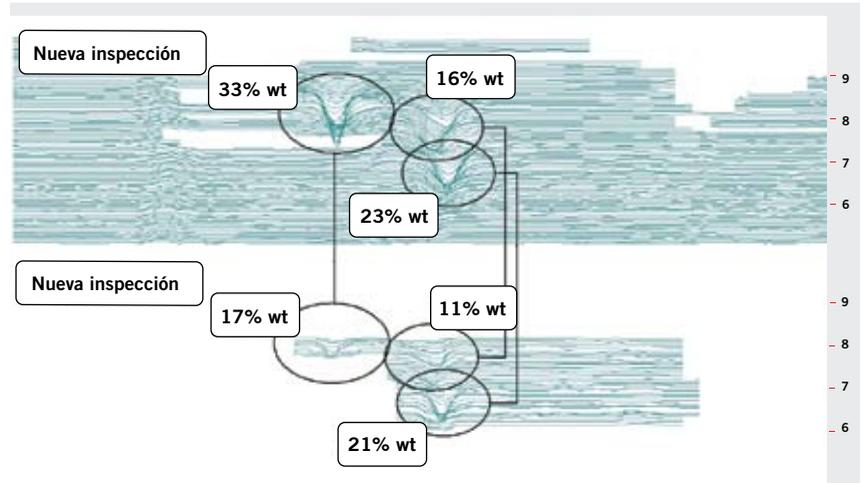


Figura 2. Comparación de señales entre dos corridas de ILI

2, puede observarse un análisis de velocidades de corrosión mediante la comparación directa de señales, cuyo método aporta las siguientes ventajas:

- Elimina errores debido a inconsistencia en las dimensiones, diferencias magnéticas, tecnologías, etc.
- Corrige diferencias en dimensionamiento debido a cambios en algoritmos.
- Permite identificar sitios de corrosión activa.

- Permite identificar sitios de corrosión nueva y activa.

La correlación de señales asegura una máxima exactitud a la hora de relacionar los defectos y determinar la magnitud de la corrosión.

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

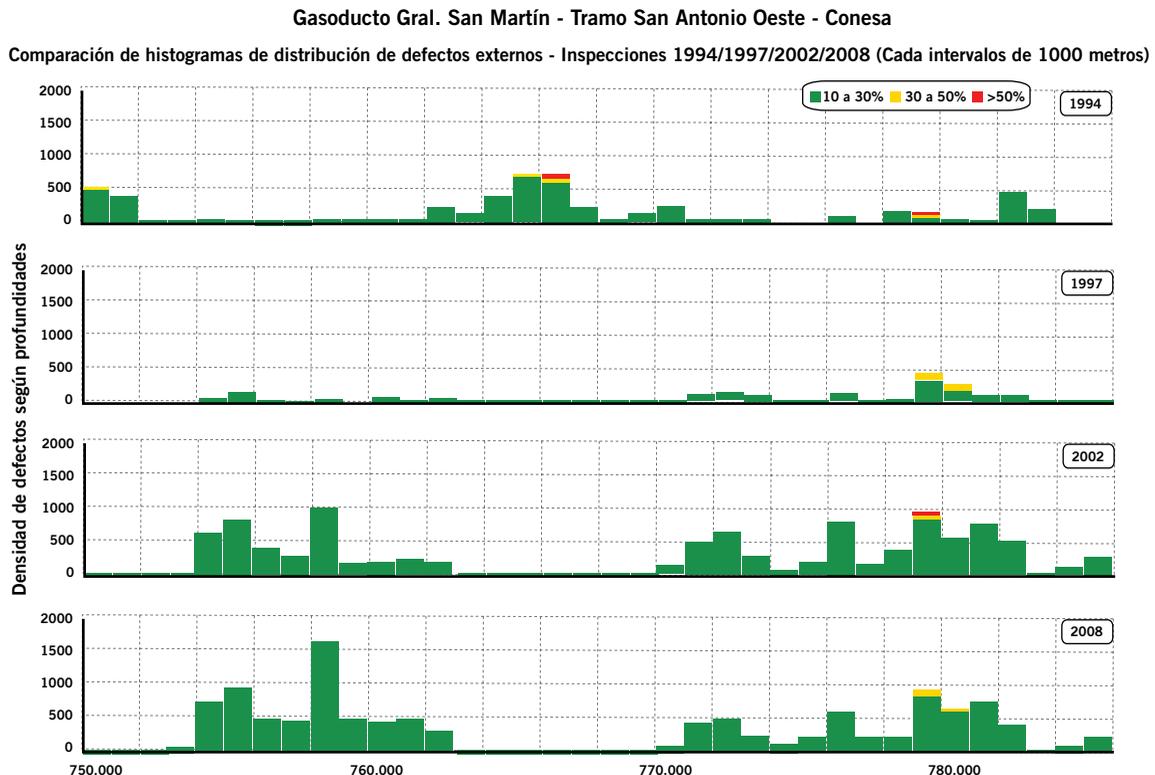


Figura 1. Densidad de defectos para distintas corridas de ILI

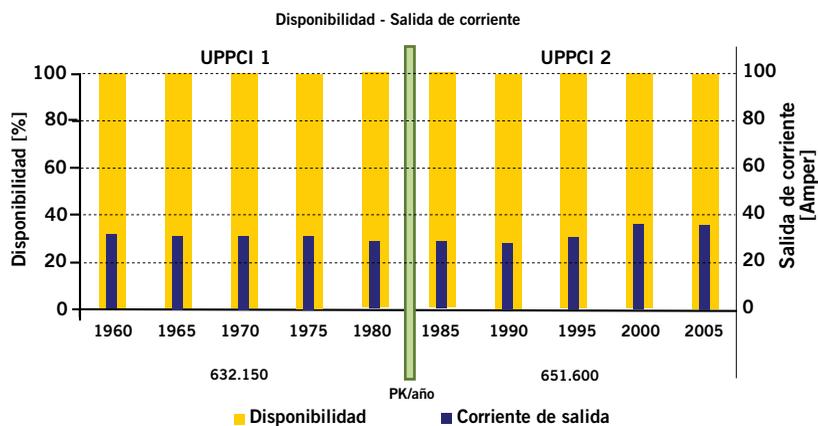


Figura 3. Análisis de funcionamiento de las UPCCI

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 del estado de integridad del revestimiento aplicado

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 que fueron instaladas, y los parámetros para tener en cuenta son:

- Tipo de equipo de protección catódica instalado
- Horas efectivas de funcionamiento
- Corriente suministrada
- Alcance de protección para cada UPCCI (Unidad de Protección Catódica de Corriente Impresa)
- Criterio de protección catódica alcanzado

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

En la figura 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 5, se muestra un gráfico de potenciales de protección catódica con la ubicación de las

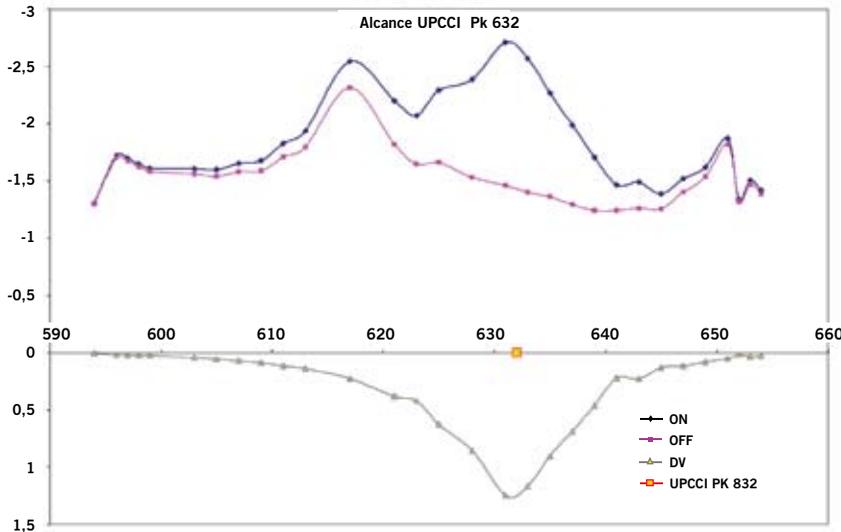


Figura 4. Alcance de las UPCCI

UPCCI y los criterios de protección alcanzados.

Evaluación de las características del terreno

Para determinar las características del terreno, se llevan a cabo relevamientos continuos de resistividad, en los que se obtienen valores metro a metro. Esta técnica permite corregir el error asociado a la medición de resistividad a intervalos mayores (por ej.: cada 50 m o cada 250 m). Además, se realizan estudios topográficos y de subsuelo que se basan en imágenes satelitales de alta resolución con el objetivo de identificar suelos agresivos, con pendientes pronunciadas, concentraciones de sales y humedad.

En la figura 6, se muestra una imagen del sistema de información geográfica donde se observan zonas salinas. Estas zonas son correlacionadas con potenciales de protección catódica, defectos de corrosión externa

y resistividad de suelo.

Del análisis de la figura 6, surge una laguna con valores de resistividad del suelo de 230 cm a 1,5 m de



Figura 6. Identificación de zonas salinas para una sección de gasoducto

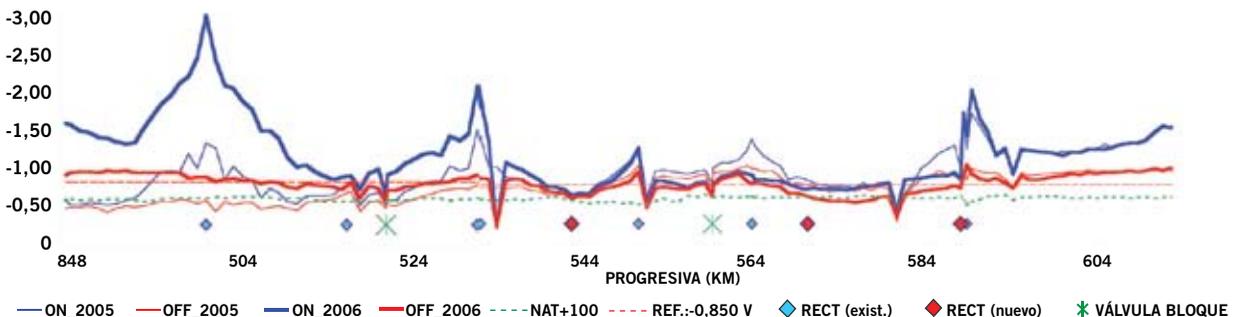


Figura 5. Ubicación de las UPCCI y criterio de protección alcanzado



Figura 7. Topografía del terreno en zona de salitres

profundidad. Además, puede observarse la presencia de agua salitrosa procedente de napa por el aporte de lagunas y salitres existentes en las cercanías.

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

Evaluación del 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 se aceleren los procesos de corrosión externa. Se evalúa el tipo de revestimiento utilizado para cada una de las secciones seleccionadas por su agresividad.

Resultan más complicados aquellos casos en los que la cañería se encuentra revestida con cintas de 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 de revestimiento del gasoducto y genera una celda de corrosión con altas velocidades de crecimiento. Este tipo de defectos no puede ser identificado mediante estudios eléctricos, ya que se produce un



Figura 8. Celda de corrosión debajo del revestimiento despegado

fenómeno de apantallamiento en las mediciones. En la figura 8, se observa una celda de corrosión debajo del revestimiento tipo cinta.

Un caso similar se produce con el uso de mantas termocontraíbles aplicadas en forma incorrecta. Estas presentan pliegues de consideración, mayormente ubicados entre hora 3:00 y hora 9:00. En la cavidad que dejan dichos pliegues, se observa el ingreso de electrolito y sedimento arcilloso, que queda depositado y adherido directamente sobre la superficie metálica. A su vez, se observan otras



Figuras 9 y 10. Pliegues en mantas termocontraíbles

zonas con ausencia de adhesivo componente de la manta termocontraíble (figuras 9 y 10).

Integración de datos

Se comparan los datos recibidos de las distintas fuentes de información para definir las zonas prioritarias dentro del sistema de gasoductos. En la figura 11, se observa un gráfico comparativo de potenciales de protección catódica para diferentes períodos frente a la resistividad de suelo. Los círculos indican la veloci-

dad de corrosión para los defectos de corrosión externa involucrados en la sección en estudio. 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 esta no tenga eficiencia debajo de la zona con revestimientos despegados.

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 calcular su grado de riesgo utilizando un programa de información geográfica (figura 12).

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 < 850 mV Off



Figura 12. Identificación de zonas prioritarias en función de la densidad poblacional

- Baja resistividad < 2000 Ω cm
- Zonas entre recobertura 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 emprendió la recorrida de todo el sistema de gasoductos de TGS reconociendo las zonas previamente identificadas en gabinete y realizando un ajuste en zona de los parámetros evaluados (figura 13).

Finalizado el relevamiento, se confeccionó el Plan de Tareas para el período 2010-2013 cargando los datos en el sistema de información geográfica.

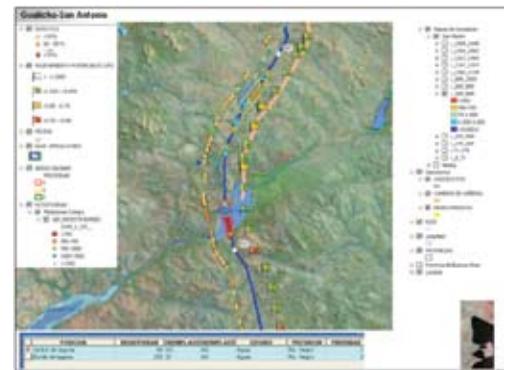


Figura 13. Vinculación de datos recibidos de distintas fuentes

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.

Las nuevas técnicas que se encuentran actualmente en el mercado, como estudios de resistividad continua combinados con mapeos satelitales, resultan ser herramientas fundamentales para identificar zonas agresivas.

Si se combinan las técnicas descritas con un detallado análisis de campo, es posible identificar con mucha precisión zonas prioritarias donde los efectos de la corrosión externa se encuentran activos.

Resulta necesario identificar aquellas zonas donde se efectuaron reparaciones en suelos agresivos para verificar la integridad de los revestimientos aplicados y la posible existencia de apantallamiento de la protección catódica.

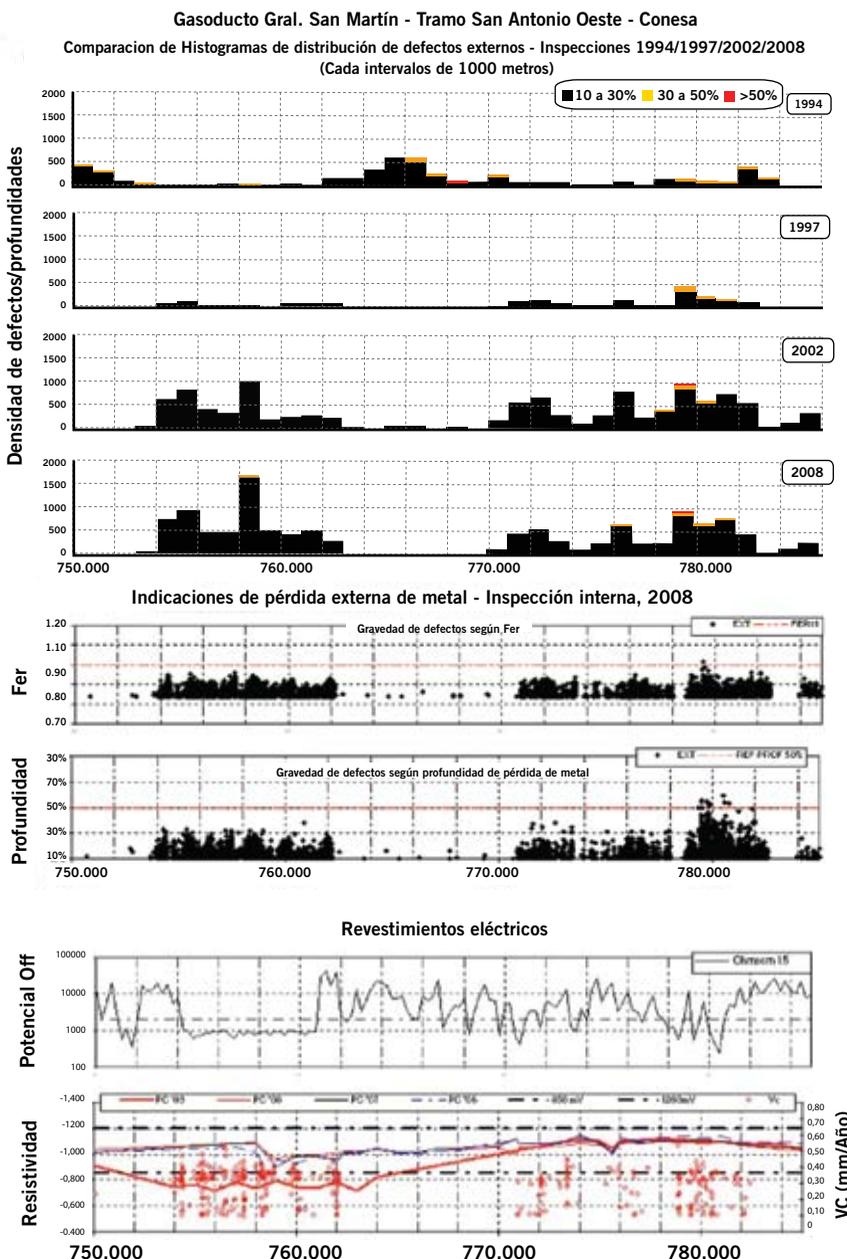


Figura 11. Comparación de potenciales frente a resistividades, velocidades de corrosión y densidad de defectos