

NAG 100 parte G – Integración de Datos

Alejandro Long Arnaldi, Transportadora de Gas del Sur S.A, alejandro_long@tgs.com.ar
Leonardo Galimany, Transportadora de Gas del Sur S.A, leonardo_galimany@tgs.com.ar

Sinopsis

Acorde con las modificaciones de la norma NAG-100, en particular la inclusión de la adenda N° 2 Parte G año 2016 en sección 325 d) indica la realización de informes de evaluación de seguridad para el caso de viviendas o sitios aptos para el transporte de seres humanos dentro del Círculo de Impacto Potencial (CIP).

A los efectos de identificar este tipo de situaciones y en un todo de acuerdo con lo especificado en el apéndice G 20 de la citada norma, TGS S.A. realizó un trabajo pormenorizado de identificación de sitios para la toma de medidas de mitigación.

Dado el volumen de información a analizar se desarrolló un proceso automático dentro de la plataforma GIS de la compañía, que permite identificar los cambios de clase de trazado y áreas sensibles.

El presente trabajo detalla las tareas realizadas con la utilización de fotografías aéreas con drones, helicópteros y digitalización de las edificaciones en cada una de ellas.

Introducción

A partir de la puesta en vigencia de la adenda N° 2 de la NAG en TGS se trabajó para cumplimentar la misma. Un punto clave para esto es identificar todos aquellos lugares con viviendas o sitios aptos para el transporte de seres humanos dentro del círculo de impacto potencial para poder realizar los informes de Evaluación de Seguridad requeridos por la normativa.

Debido a la gran extensión de gasoductos que opera TGS S.A. es definió la confección de un proceso automático que nos identificar estos lugares.

Para esto se realizó un trabajo de digitalización de edificaciones visibles a lo largo de la traza del gasoducto y utilizando las herramientas del sistema de información geográfica (GIS) con el que contamos en TGS se automatizó una metodología que nos permita identificar los segmentos de gasoductos afectados.

Esta metodología se puede identificar cuenta con los siguientes pasos:

1. Identificación de las edificaciones (digitalización)
2. Generación de los CIP (agrupados geográficamente)
3. Intersección del gasoducto con los CIPs para obtener los segmentos de gasoducto a estudiar. Para ciertos casos en donde la distancia entre intersecciones son pequeñas se agruparon en una sola.
4. Estudios De riesgo cuantitativo (QRA) para cada segmento de gasoducto.

A continuación se mostrará un ejemplo práctico de la aplicación de la misma en un gasoducto existente en TGS pero cabe aclarar que esta misma metodología se puede aplicar en proyectos a partir de la digitalización de su traza.

El gasoducto Buchanan II – Punta Lara en su traza de 36 km atraviesa los partidos de Berazategui, Ensenada, Florencio Varela y La Plata, donde se cruza con zonas urbanas, rutas, autopistas y ferrocarriles, siendo crítica la seguridad. La figura N° 1 muestra la ubicación de la traza del gasoducto y los Partidos de la Provincia de Buenos Aires que atraviesa.

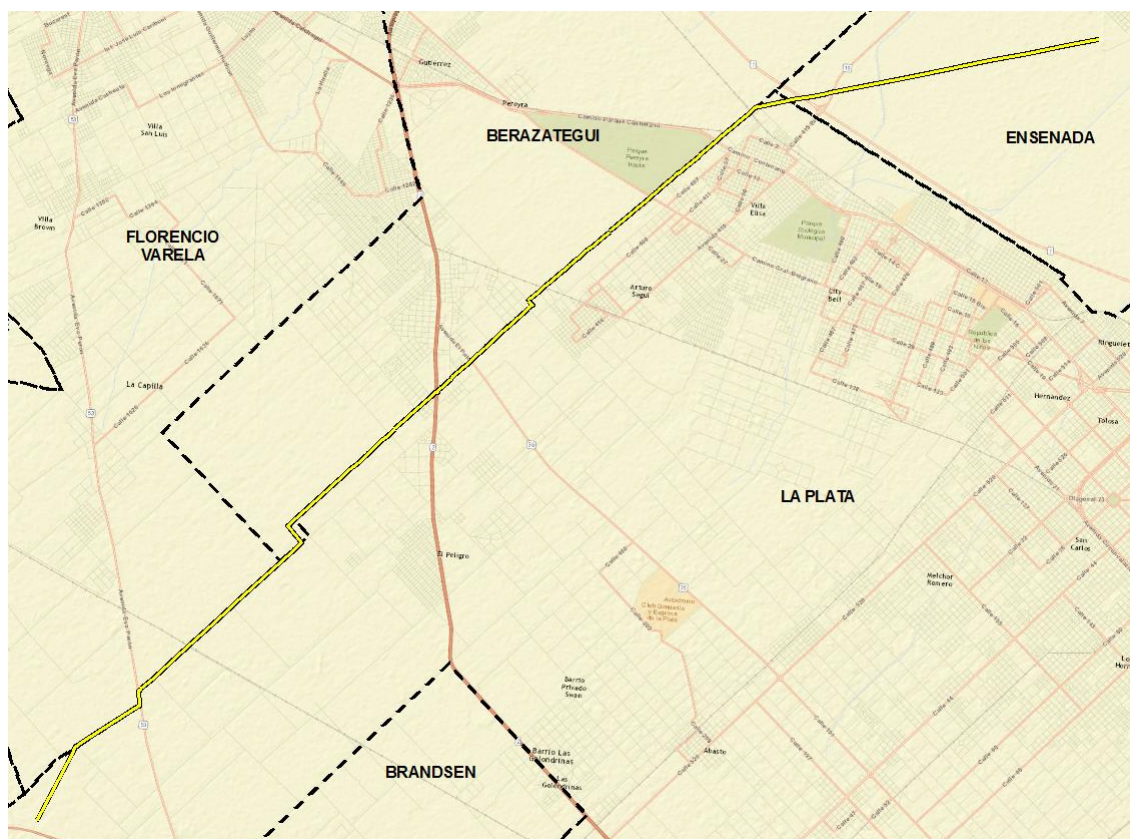


Figura N° 1 - Ubicación del gasoducto Buchanan II – Punta Lara

TGS realizó un trabajo de digitalización de edificaciones visibles a lo largo de la traza del gasoducto Buchanan II – Punta Lara, cuya extensión es de casi 36 km e intersecta autopistas, rutas, caminos de gran tránsito, ferrocarriles, zonas urbanas, etc.

Las edificaciones digitalizadas fueron migradas al formato Feature Class de la base de datos GIS de la compañía.

A partir de la identificación de construcciones se realizó el CIP (Círculo de Impacto Potencial) sobre las mismas con el objetivo de identificar los segmentos de gasoductos que se intersectan con el mismo.

Para establecer el radio del CIP, hay que tener en cuenta la MAPO (Máxima Presión de Operación) y el Diámetro (D) del gasoducto. La fórmula es la siguiente:

$$R = 0.7933 \times D \times \sqrt{P}$$

En nuestro ejemplo: un gasoducto de 18" de diámetro y una MAPO de 45 kg/cm², resulta un radio de 95.8 m.

Utilizando las herramientas de GIS se realizó la identificación de los segmentos de gasoductos que son intersectados con el CIP para realizar los estudios de Riesgo cuantitativo.

Desarrollo

Identificación de las edificaciones (digitalización)

Para la realización de la tarea de digitalización de edificaciones se utilizan distintas fuentes de información dependiendo de cuales se dispone en cada caso. Estas pueden ser adquisición de imágenes satelitales, toma de imágenes por vuelos (drones o helicópteros) herramienta Google Earth las cuales se contrastan con el relevamiento de la tarea de mantenimiento de recorrido de instalaciones.

En el año 2016 TGS S.A. realizó vuelos con drones de 198km de gasoductos distribuidos en áreas seleccionadas. La distribución de las áreas a continuación se grafican en amarillo en la figura N° 2:

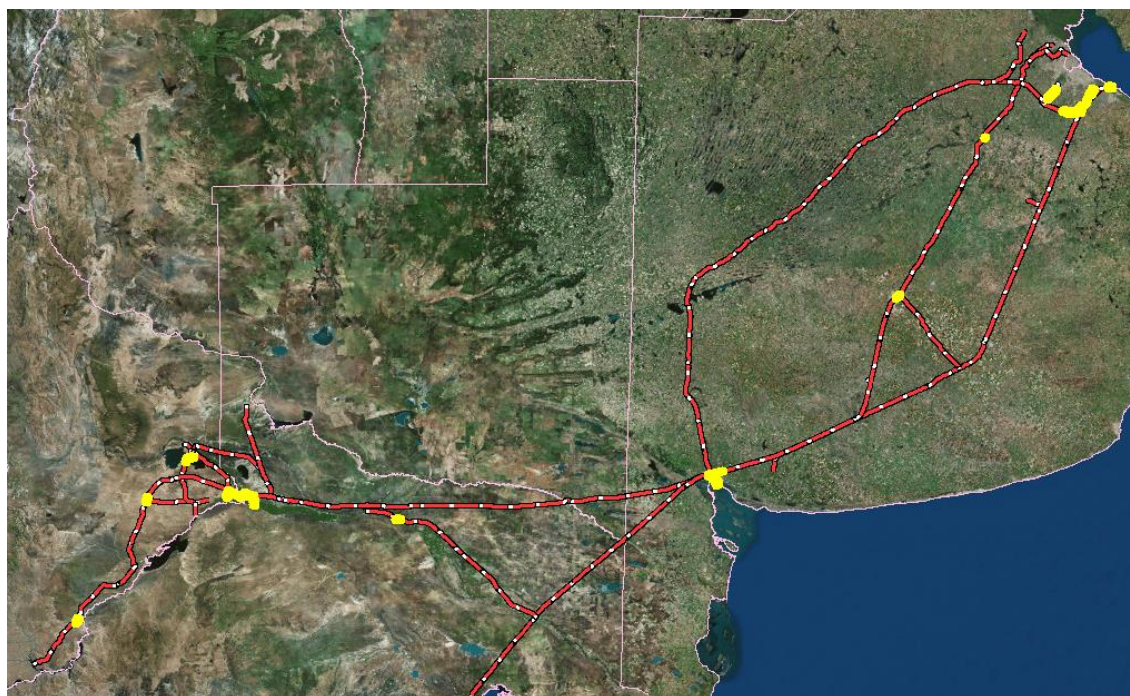


Figura N° 2 - Captura de la distribución de las áreas a cubrir con imágenes

Las características generales de los mosaicos obtenidos son:

- 6 y 8 cm de resolución
- Imágenes nuevas
- Imágenes ortorectificadas
- Formato .img

Para cada segmento de gasoducto se realizó el plan de vuelo para cubrir un área de 200m a cada lado de la traza y calcular la resolución de pixel. El drone cuenta con un software para planificar el vuelo donde determina la ruta segura y correcta. A su vez nos determina la duración del vuelo, km a recorrer, cantidad de imágenes de cobertura a tomar y el tamaño de pixel (definición de la imagen). La figura N° 3, muestra una captura de pantalla del software mencionado.

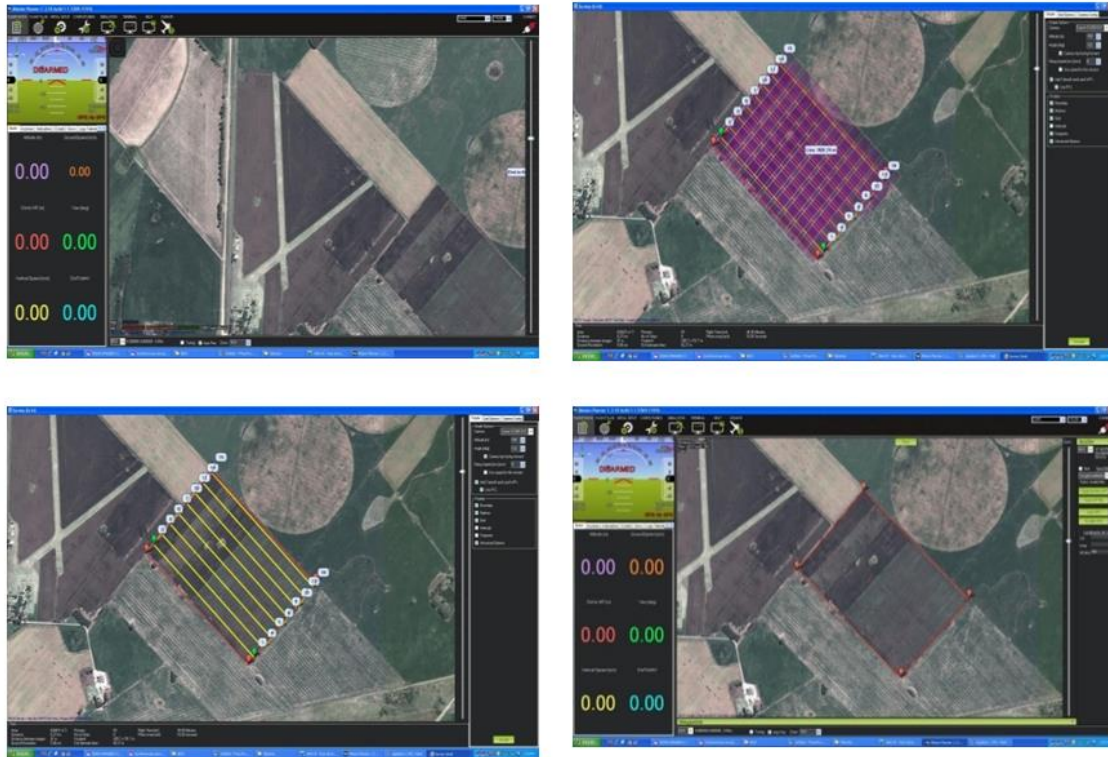


Figura N° 3 - Captura del software para la planificación de vuelo

Una vez obtenidas las imágenes pasa al proceso de generación de DEM (Digital Elevation Model, Modelo Digital de Elevación) para ortorectificar las imágenes y a partir de estas generar el mosaico definitivo. Los mosaicos finalizados a escala 1:500 se ven de la siguiente manera, ver figura N° 4:



Figura N° 4 - Captura de mosaico a escala 1:500

Adicional al trabajo realizado con las imágenes se identificaron las construcciones clasificadas por:

- Vivienda
- Vivienda en construcción
- Galpón
- Iglesia
- Escuela
- Garita
- Etc.

TGS S.A. cuenta con relevamientos de edificaciones realizados con anterioridad y con distintos sensores a lo largo de cada uno de los gasoductos totalizando, sin contabilizar el trabajo mencionado anteriormente, aproximadamente 21.000 edificaciones.

En nuestro ejemplo se utilizó Google Earth formato .kml. En primer lugar, se delimita la zona de trabajo a cada lado de la cañería. Luego, se procede a identificar, contabilizar y marcar las construcciones. Una vez realizado esto, el archivo .kml es migrado a la base de datos GIS como Feature Class (FC) para realizar los CIPs correspondientes. La figura N° 5 muestra una captura de Google Earth con la digitalización de las edificaciones.

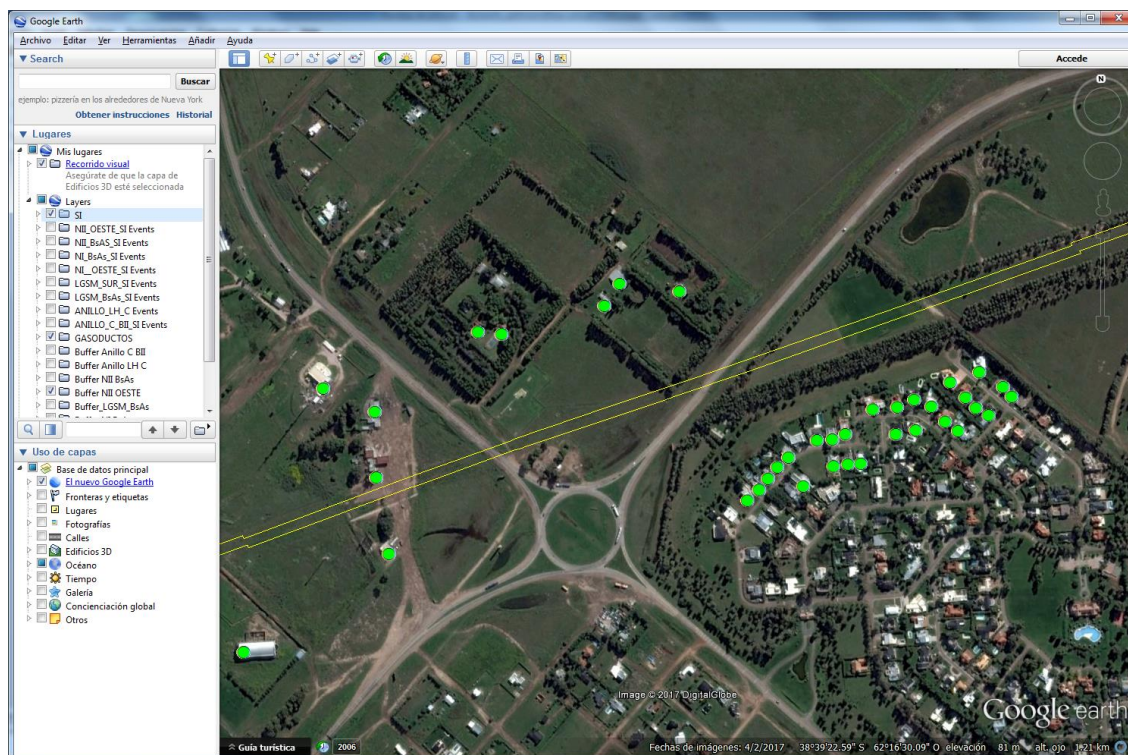


Figura N° 5 - Captura de Google Earth (digitalización de edificaciones)

Generación de los CIP (agrupados geográficamente)

A partir de las edificaciones digitalizadas se procede a la confección los CIPs de cada una de ellas agrupándolas por cercanía donde los círculos interactúan. La Figura N° 6 muestra un ejemplo de agrupamiento de CIPs de las edificaciones.



Figura N° 6 - Captura ejemplo de agrupamiento de CIPs

Intersección del gasoducto con los CIPs

Para realizar la intersección de los CIPs con el gasoducto, se utilizan la herramientas de ArcGIS que nos permiten de forma automática obtener todos los segmentos de gasoductos que son intersectados por los CIPs de cada una de las edificaciones pudiendo identificar sus progresivas inicial y final, ver figura N° 7.

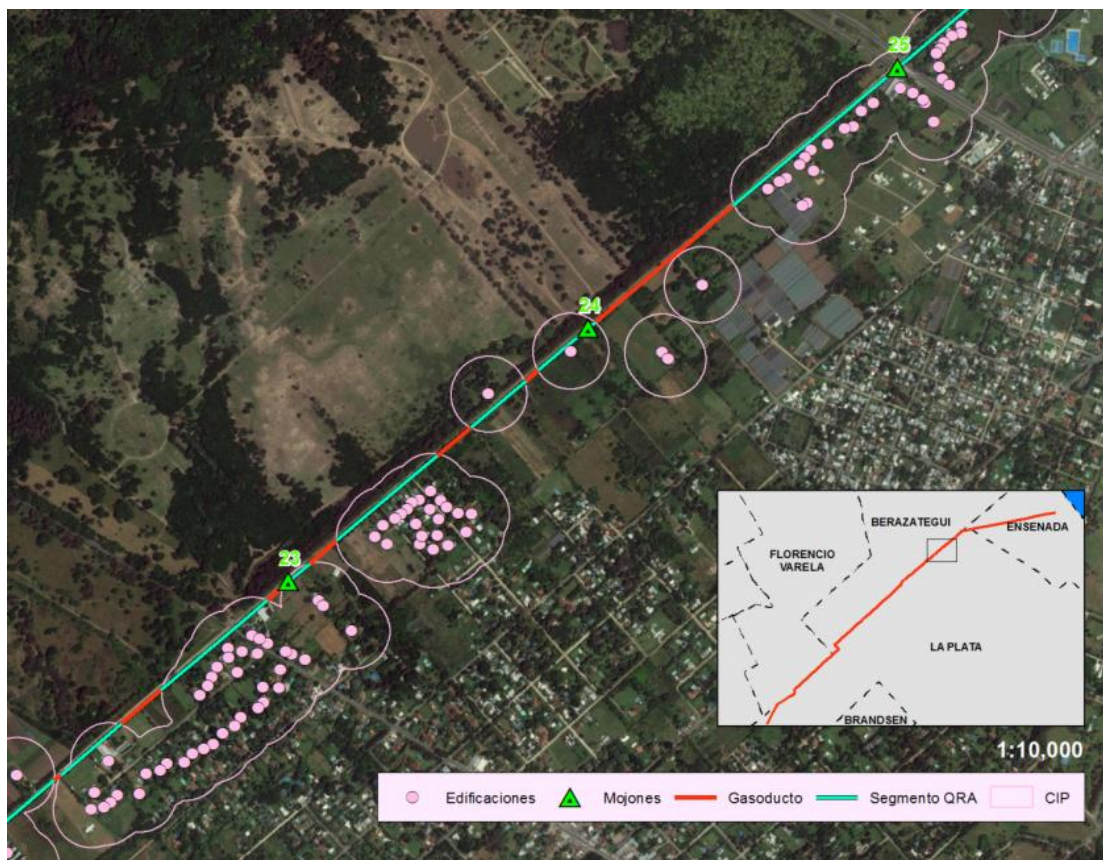


Figura N° 7 - Radios de impacto potencial en la traza del ducto.

Para el caso de nuestro ejemplo se identificaron 28 segmentos con una longitud de 20 km de gasoducto.

Estudios QRA para cada segmento de gasoducto.

Aplicando esta metodología en todo los 9500 km de gasoductos que opera TGS se pudieron identificar todos aquellos segmentos donde realizar los Informes de Evaluación de Seguridad. En los mismos se realizará un estudio de análisis de riesgo cuantitativo QRA de forma tal de predecir y cuantificar el riesgo sobre los mismos, y discernir si este resulta aceptable o no y en caso de ser necesarios, que medidas de mitigación adicionales se deberán implementar en cada caso de forma tal de asegurar que los niveles de riesgo sean tolerables en todo el sistema.

Las evaluaciones del nivel de riesgo se llevarán a cabo sobre todo el sistema de gasoductos en el término de los próximos 5 años a fin de definir las acciones de mitigación y control comenzando por las de más alto riesgo. Cumpliendo con lo establecido por la Sección 921 de la NAG 100 Parte O, se han definido evaluaciones sobre el 20% del sistema durante el primer año, el 26% durante el

segundo año, el 29% durante el tercer año, el 20% durante el cuarto año y el 5% restante durante el quinto año, donde los porcentajes se miden en longitud evaluada sobre longitud total de cañerías.

La figura N° 8, muestra el detalle de algunos segmentos de gasoductos a realizar los estudios de QRA.



Figura N° 8 - Detalle de segmentos a realizar QRA

Otra aplicación de la metodología: Clase de Trazado

El ENARGAS (Ente Nacional Regulador del Gas) estableció en las Normas Argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas y otros gases por cañerías, N.A.G.-100, sección 5, la clase de trazado.

En la norma define la unidad de clase de trazado como una superficie (milla móvil) que se extiende 200 metros a cada lado del eje longitudinal de un tramo continuo de gasoducto de 1600 metros y donde establece 4 categorías de clase de trazado, con las siguientes características:

- Clase 1 de trazado:
 - Clase 1 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que contiene 10 o menos unidades de vivienda destinadas a ocupación humana. También corresponden a clase 1 los trazados costa afuera.
- Clase 2 de trazado:
 - Clase 2 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que tiene más de 10, pero menos de 46 unidades de vivienda destinadas a ocupación humana.
- Clase 3 de trazado:
 - 1) cualquier unidad de clase de trazado que contiene 46 o más unidades de vivienda destinadas a ocupación humana, o
 - 2) una zona donde la cañería está colocada dentro de los 100 metros de cualquiera de los siguientes casos:
 - i) un edificio que es ocupado por 20 o más personas durante el uso Normal;
 - ii) una pequeña área abierta, bien definida. que es ocupada por 20 o más personas durante el uso normal, tales como un campo de deportes o juegos, zona de recreación, teatros al aire libre u otro lugar de reunión pública.
- Clase 4 de trazado:
 - Corresponde a la unidad de clase de trazado donde predominen edificios con cuatro o más pisos sobre el nivel de terreno.

Automatización del cálculo de clase de trazado

Otra gran utilidad para sacar provecho de la digitalización de las edificaciones es calcular la Clase de Trazado del gasoducto. Aplicando un proceso automático similar al ya definido para identificar los sitios donde realizar los análisis QRA se implementa para calcular la clase de trazado con la potencialidad de los sistemas de información geográfica (GIS, Geographic Information Systems), en el caso de TGS se utilizó la plataforma ArcGIS.

Dentro de ArcGIS se utilizó el módulo llamado Model Builder, una aplicación que se utiliza para crear, editar y administrar modelos. Estos modelos son flujos de trabajo que encadenan herramientas de geoprocésamiento y posibilitan la concatenación de una herramienta a otra para generar uno o varios productos de salida.

Para generar la clase de trazado se utilizó como información de entrada, las edificaciones y los gasoductos. Se resolvió que al iniciar el proceso de forma opcional el operador pueda seleccionar

mediante la nomenclatura un gasoducto en particular, esto es para evitar realizar el cálculo de todos los gasoductos al mismo tiempo por la sencilla razón de utilizar eficientemente los recursos y tiempos si solamente se quiere realizar el cálculo de clase de trazado de un solo tramo de gasoducto.

El resultado que se obtiene del proceso, son los segmentos de gasoductos que no pertenecen a clase 1 de trazado. Este proceso también realiza una copia del gasoducto original y se le carga a toda su extensión clase 1 de trazado, para luego reemplazar las que sean distintas con el primer resultado descrito, figura N° 9.

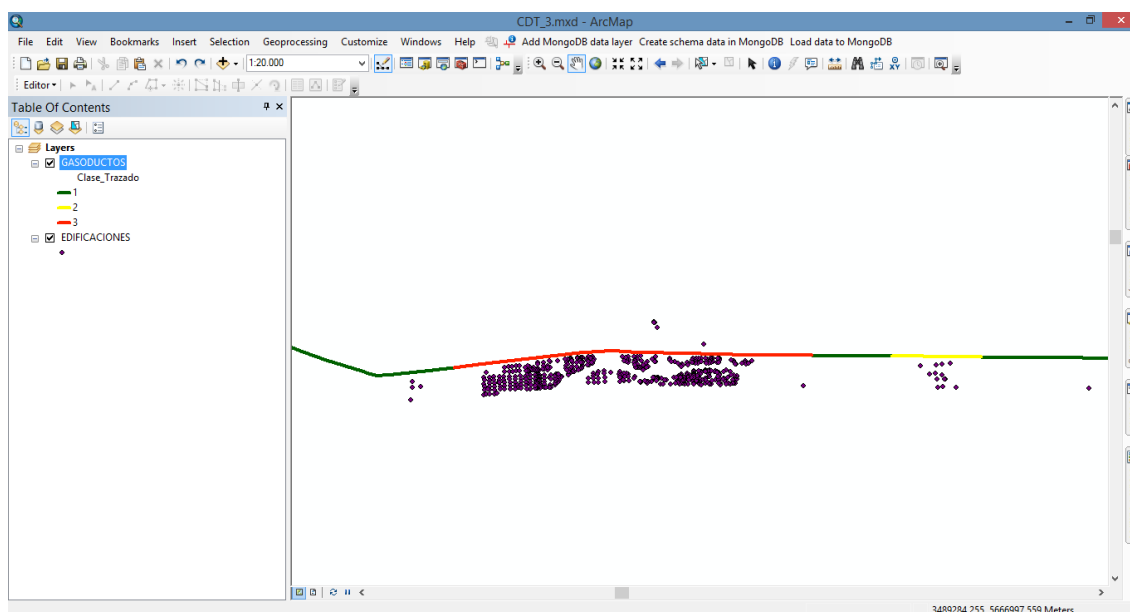


Figura N° 9 – Resultado del proceso de cálculo de automático de la clase de trazado

La generación de este proceso automático comenzó a mediados de abril de 2017, donde internamente, en la Gerencia de Gasoductos, fue presentada la idea de automatizar el cálculo y se presentó la primera versión del proceso.

Hoy el proceso funciona para la generación de las clases 1, 2 y 3 de trazado, más adelante y como evolución del proceso, se quiere contemplar el cálculo de la clase 4 de trazado, incorporar la identificación de las áreas de mayor ocupación (escuelas, campos deportivos, etc.) y sujeto a debate la posibilidad de discriminar dentro de la clase de trazado los tipos de edificaciones que la componen.

El sistema de TGS se hará cada vez más confiable desde el punto de vista de la seguridad y operación.

Conclusiones:

Las principales ventajas son:

- Ahorro de tiempos de tareas en campo (relevamiento de edificaciones) y en consecuencia mejor administración de recursos humanos. Esta tarea puede ser realmente muy compleja de realizar recorriendo la traza del gasoducto a pie o en camioneta.
- Aprovechamiento de las herramientas tecnológicas (GIS) de TGS S.A.
- Actualización periódica de áreas de mayor interés por medio de vuelos de drones, aviones, helicópteros o imágenes satelitales.
- Posibilidad de analizar el crecimiento poblacional comparando las distintas imágenes y proyectar futuros puntos de interés.
- Evaluar la necesidad de tomar acciones inmediatas en función de los parámetros antes mencionados.
- La automatización del cálculo de clase de trazado contribuye a la disminución de tiempos, al ser un proceso automatizado aporta a minimizar posibles errores en la generación de las clases de trazado.
- La identificación de estas zonas es una tarea crucial para la Integridad de Ductos ya que aporta información clave sobre tareas a realizar para la prevención de daños por terceros en las instalaciones de la empresa.

CURRICULUM

Alejandro Long Arnaldi



Ingeniero Industrial de la Universidad Católica Argentina (2011). Desde febrero de 2014 integra la gerencia de gasoductos ocupado el puesto de Analista de Integridad de Gasoductos realizando diversas tareas. Cursó la carrera de Especialización en Gas del Instituto de Gas y Petróleo de la Universidad de Buenos Aires en 2016.

Leonardo Galimany



Técnico Geógrafo Matemático, desde marzo de 2017 integra la gerencia de gasoductos ocupado el puesto de Analista de Base de Datos GIS de la compañía. Con 18 años de experiencia en Sistemas de Información Geográfica en distintos mercados incluyendo Petróleo y Gas.