

2021 Campaign for the Detection and Quantification of Fugitive Methane Emissions

Facilities of TGI Grupo Energía Bogotá (Colombia)

Results report

January 2022



TGI
Grupo Energía Bogotá



Index

1. Purpose of this report	3
2. Purpose and scope of the project	3
3. Tasks developed.....	3
4. Main conclusions of the LDAR campaigns	4
4.1. Conclusions of the LDAR 2019 campaign	5
4.2. Conclusions of the HLDAR 2021 campaign.....	5
5. Extrapolation of emissions from LDAR campaigns	7
6. Action plan	10
Appendix 1 – Detail of the tasks carried out	14
1. Measurement and reporting.....	14
1.1 Identification of emission sources	14
1.2 Analysis of available data	14
1.3 Detection and repair of fugitive emissions	14
2. Identifying Total Fugitive Methane Emissions	14
2.1 Establishment of methodologies for calculating diffuse emissions	14
3. Executive Summary	14
3.1. Preparation of an executive summary of the services provided.....	14



1. Purpose of this report

The object of this report is present the results of the partial LDAR 2021 campaign (measurement and quantification of fugitive methane emissions), based on these results, together with those obtained in the 2019 campaign, make an estimate or extrapolation of the total amount of fugitive emissions from the TGI Grupo Energía Bogotá network, and finally, to be able to elaborate recommendations for reduction of fugitive methane emissions.

2. Object and scope of the project

The object of the project developed by Enagás Services Solutions has been trying to estimate the fugitive methane emissions generated at the TGI Grupo Energía Bogotá facilities. The estimation of TGI's fugitive emissions has been made from the fugitive emissions detection and quantification campaigns (HYBRID LDAR measurement campaign) carried out in 2019 and 2021, at the facilities selected by TGI Grupo Energía Bogotá in Colombia.

3. Tasks developed

The tasks developed are listed below:

1 Measurement and reporting
1.1 Identification of emission sources
1.2 Analysis of available data
1.4 Detection and repair of fugitive emissions
2 Identification of methane emission reduction measures
2.1 Establishment of methodologies for calculating fugitive emissions
3 Definition of objectives
3.1 Preparation of an executive summary of the services provided

The "Appendix 1 - Detail of the tasks developed" includes a brief description of the work performed in each of the tasks.



4. Main conclusions of the LDAR campaigns

Below are the conclusions of the identification and quantification campaigns of fugitive emissions in the facilities selected by TGI GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ in Colombia. These conclusions correspond to the campaigns carried out in the months of September-October 2019 and December 2021.

In general, it should be noted:

- In the present LDAR campaigns, a total of 297 components with fugitive emissions have been detected, reduced to 275 after the parallel repair during the campaign of some of the components that presented methane leaks.
- Fugitive emissions in all the inspected facilities have been quantified at 169.34 tCH₄/year, which were reduced to 161.16 tCH₄/year after the partial parallel repair carried out in both campaigns.
- The total installations measured in both LDAR campaigns correspond to the 5.39% of the TGI Colombia facilities.

installation type	Campaign 2019	Campaign 2021	Installations revised	Total Facilities TGI Colombia network	% Inspection
Compression Stations	1	3	4	15	26.67
Operational centers	1	2	3	13	23.08
Citygates (ERM)	0	0	0	223	0.00
Isolating Valves	0	10	10	118	8.47
Bypass valves	0	16	16	263	6.08
Scrapers Trap	0	8	8	127	6.30
Hub	0	0	0	1	0.00
TOTAL	2	39	41	760	5.39



4.1. Conclusiones de la campaña LDAR 2019

Como resultado de la campaña de detección de emisiones fugitivas llevada a cabo desde el día 26 de septiembre hasta el 8 de octubre de 2019 en la red de Transportadora de Gas Internacional (TGI) Grupo Energía Bogotá, se encontraron un total de 127 emisiones en componentes (47 en la Planta de Deshidratación de Ballenas y 80 en la Estación de Compresión de Padua) de las cuales se logró reparar en el momento 19 de ellas.

De las 127 emisiones fugitivas identificadas, 102 se consideran de alta prioridad, 2 se consideran de prioridad media, 4 se consideran de prioridad baja y 19 fueron reparados (se redujo la emisión fugitiva por debajo de 500 ppm). Por tanto, más del 80% de las emisiones fugitivas son de prioridad 1, lo que quiere decir que el caudal másico emitido es superior a 50.000 ppm en cada foco.

En cuanto a los componentes, después de la reparación en paralelo, se aprecia en este caso que las fugas a través de las Salidas a Atmósfera (SA) suponen la mayor aportación a las emisiones fugitivas de la planta con un valor de 29,07 t/año y representan el 44,05%. Seguidos por las emisiones fugitivas de Otros (O) con 15,48 t/año y 23,46%. Los Conectores (C) son los componentes que han respondido mejor a las reparaciones paralelas en cuanto a número de puntos reparados.

Componente	Nº emisiones fugitivas antes reparación paralela	Nº emisiones fugitivas antes después paralela	TON/CH4 después de reparación paralela	% emisión
Salidas Abiertas (SA)	42	42	29,066	44,05%
Válvulas (V)	14	13	12,401	18,79%
Conectores (C)	46	29	7,118	10,79%
Otros (O)	23	22	15,478	23,46%
Trampas rascador (T)	2	2	1,927	2,92%
TOTAL	127	108	65,99	100%

Tras la realización del cálculo de estimación de las emisiones másicas que dichas fugas suponen anualmente un total de 74,13 toneladas de emisiones fugitivas de metano, que se redujeron a 65,99 toneladas tras la reparación en paralelo de parte de ellas.

4.2. Conclusiones de la campaña HLDAR 2021

En la presente campaña de medidas HYBRID LDAR (o SMART LDAR) realizada en diciembre de 2021 en las instalaciones seleccionadas por TGI en Colombia, **han sido identificados un total de 170 componentes con emisiones fugitivas, reducidos a 167 tras la reparación paralela de alguno de los componentes que presentaban fugas de metano.** Las emisiones fugitivas en el total de las instalaciones revisadas han sido cuantificadas en 95,21 tCH4/año que se redujeron a **95,17 tCH4/año** tras la reparación paralela parcial llevada a cabo en campo.

Analizando desde distintos puntos de vista las emisiones fugitivas registradas, pueden obtenerse las siguientes conclusiones:



- **Zonificación:** La instalación con mayor número de puntos con fugas detectadas corresponde a la Estación de Compresión de Puente Guillermo con 51 puntos con emisión. Le sigue la Estación de Compresión de Miraflores y el Centro Operacional de Gas Villavicencio, con 33 y 32 emisiones fugitivas respectivamente. Además, estas zonas presentan la mayor tasa de emisión, expresada en toneladas de metano al año. La Estación de Compresión de Puente Guillermo emite un valor de 26,53 tCH₄/año (representando el 27,87% del total de la emisión detectada). Centro Operacional de Gas Villavicencio, emite 22,97 tCH₄/año (24,13% del total de la emisión detectada) y la Estación de Compresión Miraflores 19,90 tCH₄/año (20,91% del total de la emisión detectada). No se ha realizado ninguna reparación en paralelo en ninguno de los tres centros.
- **Prioridad:** del total de las emisiones fugitivas identificadas inicialmente en la presente campaña (170), tras la reparación en paralelo, 131 se consideran de alta prioridad (etiqueta roja), 24 se consideran de prioridad media (etiqueta amarilla), 12 se consideran de prioridad baja (etiqueta verde) y, 3 emisiones fugitivas se redujeron a un nivel inferior a 500 ppm (umbral de fuga). De este modo, el 78,4% del total de puntos con emisiones fugitivas que están presentes tras la reparación se corresponden a prioridad alta (etiqueta roja). Las 131 emisiones de alta prioridad se cuantifican en 93,93 tCH₄/año (98,7% del total de la tasa de emisión detectada), las 24 emisiones de prioridad media se cuantifican en 0,62 tCH₄/año y las 12 de prioridad baja se cuantifican en 0,12 tCH₄/año (0,6% y 0,1% del total de la tasa de emisión detectada, respectivamente). Mediante las reparaciones en paralelo se logró reducir la tasa de emisión 0,51 tCH₄/año (0,5% del total detectado).

Prioridad	Nº emisiones antes reparación paralela	Nº emisiones después reparación paralela	% Fugas después de reparación paralela	Tasa emisión (TNCH ₄ /año)	% Prioridad tasa emisión
1	133	131	78,4%	93,925	98,7%
2	25	24	14,4%	0,615	0,6%
3	12	12	7,2%	0,123	0,1%
Reparadas	0	3	0,0%	0,511	0,5%
TOTAL	170	170	100%	95,174	100%

- **Componente:** el componente que presenta mayores emisiones ha sido las Válvulas (V), con 41 puntos de emisión, que se corresponden a 37,06 tCH₄/año (el 38,9% del total de la tasa de emisión detectada). Seguido de las Salidas Abiertas (SA), que ocasionan 31,89 tCH₄/año (33,5% del total de la tasa de emisión detectada). Los Conectores son los únicos componentes que han respondido a las reparaciones en paralelo.

Destacar que la mayor parte de las emisiones fugitivas detectadas en la campaña llevada a cabo en diciembre de 2021 en TGI GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ se encuentran en las Estaciones de Compresión de Puente Guillermo, Miraflores y Villavicencio, así como al Centro Operacional de Gas Villavicencio, aspecto lógico por su mayor complejidad, estructura (presencia de turbocompresores de motor accionado con gas en operación) y, número de componentes por estación.

Por último, ante el nivel de emisión registrado, VIRAGAS recomienda campañas adicionales en el resto de las instalaciones de TGI con el objeto de poder conocer y comprobar el número de fugas presentes, así como la tasa de emisión del resto de la infraestructura.



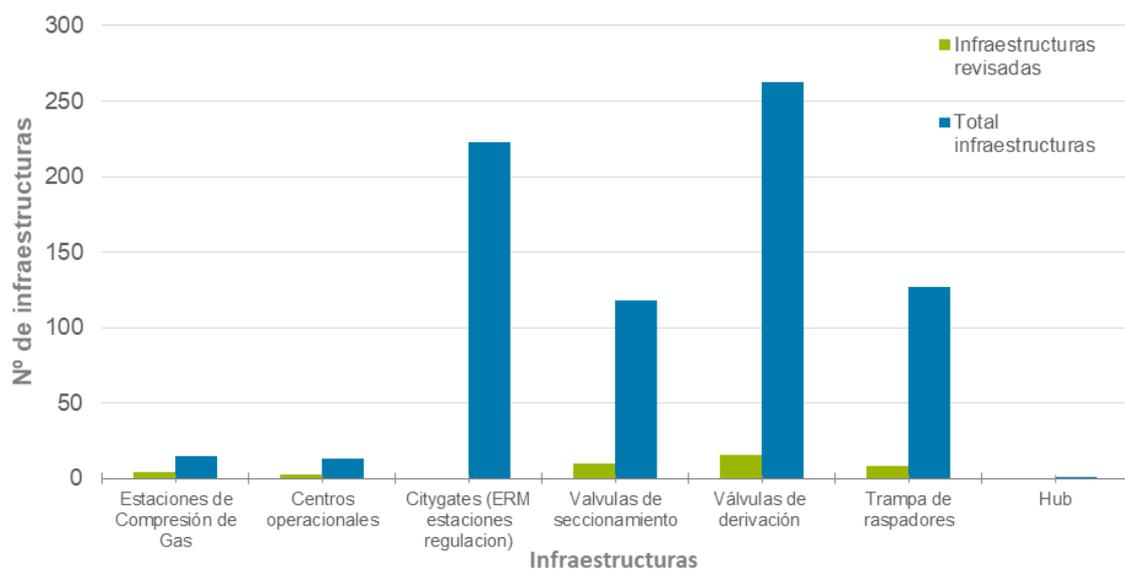
5. Extrapolación de emisiones a partir de campañas LDAR

A partir de las mediciones realizadas durante las campañas LDAR 2019 y 2021, se ha procedido a la extrapolación de las emisiones fugitivas de metano del global de las instalaciones de TGI Colombia. A continuación, se resume la metodología utilizada y los resultados obtenidos:

1. Recopilación de datos de las campañas LDAR y las instalaciones de TGI Colombia:

Las campañas LDAR de 2019 y 2021 permitieron recabar las emisiones fugitivas de metano del 5,39% del total de la red de TGI Colombia. A partir de esta información, y conociendo el total de infraestructuras de TGI Colombia, se podrán extrapolar las emisiones a la totalidad de la red de transporte nacional.

Tipo de instalaciones	Revisado 2019	Revisado 2021	Total revisado	Total red	% Inspec.	Pendientes	% pendientes
Estaciones de Compresión	1	3	4	15	26,67	11	73,33
Centros operacionales	1	2	3	13	23,08	10	76,92
Citygates (ERM)	0	0	0	223	0,00	223	100,00
Válvulas de seccionamiento	0	10	10	118	8,47	108	91,53
Válvulas de derivación	0	16	16	263	6,08	247	93,92
Trampa de raspadores	0	8	8	127	6,30	119	93,70
Hub	0	0	0	1	0,00	1	100,00
TOTAL	2	39	41	760	5,39	719	94,61



2. Valores medios de emisión anual por infraestructura:

Mediante los valores de emisiones fugitivas recopiladas en las campañas LDAR de 2019 y 2021, se obtienen los valores medios de emisión anual por infraestructura:

Tipo de infraestructura	Núm. de inf. 2021	t/año totales 2021	Núm. de inf. 2019	t/año totales 2019	Media de emisión por inf. (t/año)
Estaciones de Compresión	3	51,71	1	35,18	21,72
Centros operacionales	2	32,31	1	30,81	21,04
Citygates	0	0,00	0	0	0,00
Válvulas de seccionamiento	10	4,51	0	0	4,51
Válvulas de derivación	16	2,34	0	0	2,34
Trampa de raspadores	8	4,31	0	0	4,31
Hub	0	0,00	0	0	0,00

3. Toma de asunciones para la extrapolación de las emisiones fugitivas de metano totales de la red de transporte nacional de TGI Colombia:

- Las trampas de recibo se incluyen dentro del grupo de infraestructuras de las trampas de rascadores, teniendo en cuenta la semejanza entre los equipos.
- Debido a las características habituales de las *Citygates*, los valores de emisiones fugitivas de metano se han asimilado al valor de cantidad de emisión anual de las válvulas de seccionamiento.
- Según las descripciones disponibles de los equipos, el valor anual de emisiones fugitivas de metano del Hub se asimila al valor de emisión de las Estaciones de Compresión de Gas.

Cantidades totales de emisiones fugitivas en TGI

Tipo de infraestructura	Núm. total de inf.	inf. No revisadas	inf. revisadas	t/año inf. Revisadas	t/año inf. No revisadas	t/año total por inf.
Estaciones de Compresión	15	11	4	86,89	238,95	325,84
Centros operacionales	13	10	3	63,12	210,39	273,50
Citygates	223	223	0	0,00	(*) 1.005,11	1.005,11
Válvulas de seccionamiento	118	108	10	4,51	486,78	491,29
Válvulas de derivación	263	247	16	2,34	577,71	580,05
Trampa de raspadores	127	119	8	4,31	513,21	517,53
Hub	1	1	0	0,00	(**) 21,72	21,72

(*) 223 infraestructuras por el valor de emisión medio de las válvulas de seccionamiento (4,51 t/año).

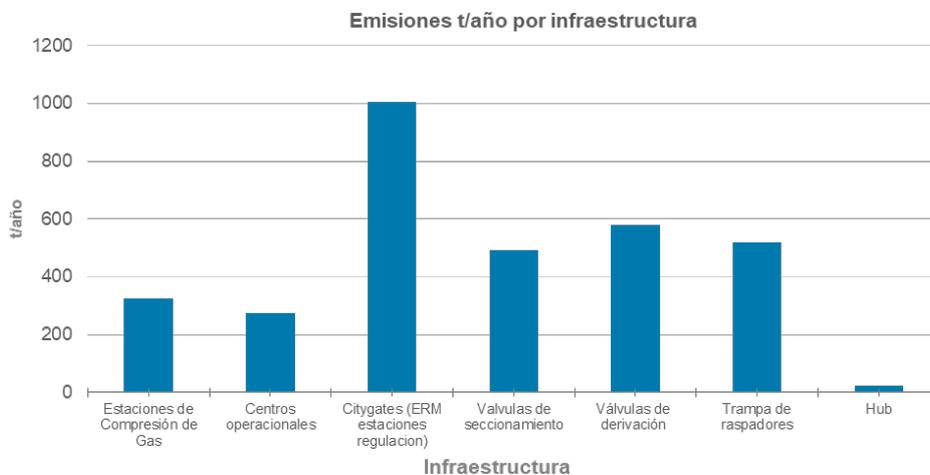
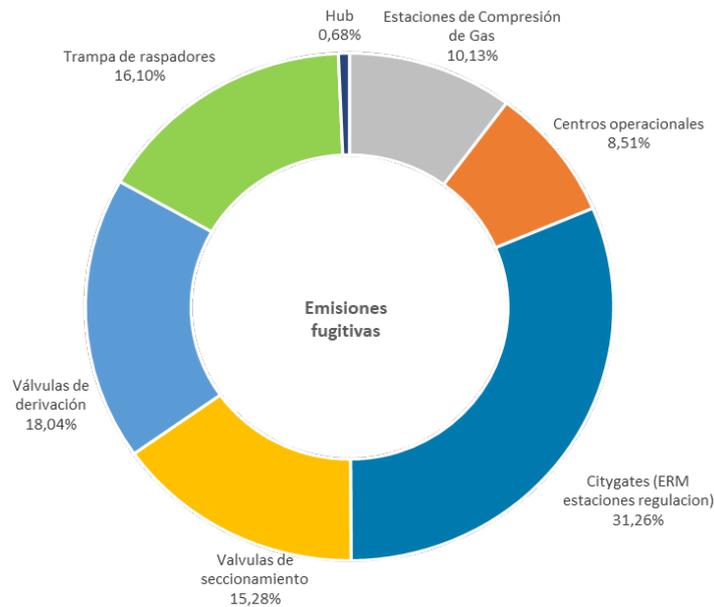
(**) El valor de emisión medio de las de las Estaciones de Compresión de Gas (21,72 t/año).



4. Resultado de extrapolaciones de las emisiones fugitivas de metano totales de la red de transporte nacional de TGI Colombia:

Teniendo en cuenta las asunciones referidas anteriormente, los resultados de la extrapolación de las emisiones fugitivas de metano anuales a todas las instalaciones de TGI Colombia son los siguientes:

Tipo emisión	Clasificación fuente emisión	Equipo/Componente	tCH ₄ /año	%
Emisiones fugitivas	Emisiones fugitivas en componentes	Estaciones de Compresión de Gas	325,84	10,13
		Centros operacionales	273,50	8,51
		Citygates (ERM estaciones regulación)	1.005,11	31,26
		Válvulas de seccionamiento	491,29	15,28
		Válvulas de derivación	580,05	18,04
		Trampa de raspadores	517,53	16,10
		Hub	21,72	0,68
Total			3.215,04	100,00



6. Plan de acción

Durante el desarrollo de las campañas LDAR y el posterior estudio de los datos obtenidos, se han identificado las siguientes principales acciones a realizar según los resultados obtenidos:

1. Reparación de las emisiones fugitivas detectadas en las campañas LDAR 2019 y 2021

Como resultado de las campañas de detección de emisiones fugitivas llevada a cabo en 2019 y 2021, se han detectado un gran número de fugas, principalmente fugas consideradas como de alta prioridad (alrededor del 80% en ambas campañas), lo que indica que el caudal másico emitido es superior a 50.000 ppm en estos focos. Estas fugas no fueron reparadas durante el transcurso de la inspección.

Prioridad fugas campaña LDAR 2019

Prioridad	Nº emisiones antes reparación paralela	Nº emisiones después reparación paralela	% Fugas después de reparación paralela
1	124	102	80,3%
2	2	2	1,6%
3	1	4	3,1%
4	0	19	15,0%
TOTAL	127	127	100%

Prioridad fugas campaña HLDAR 2021

Prioridad	Nº emisiones antes reparación paralela	Nº emisiones después reparación paralela	% Fugas después de reparación paralela
1	133	131	78,4%
2	25	24	14,4%
3	12	12	7,2%
Reparadas	0	3	0,0%
TOTAL	170	170	100%

La reparación de las fugas detectadas, primordialmente las consideradas como prioridad alta, **debe ser considerado un objetivo clave para la reducción de las emisiones de metano.**

Los componentes que presentan mayores emisiones han sido las Válvulas (V), y las Salidas Abiertas (SA), componentes que normalmente aparecen como focos de emisión y a los que se deberá prestar especial atención en futuras campañas. Los



conectores son los únicos componentes que han respondido a las reparaciones en paralelo.

2. Las Estaciones de Compresión y los Centros Operacionales suponen grandes focos de emisión difusa de metano

Tras el análisis de las campañas LDAR, las instalaciones que emergen como principales fuentes de emisiones fugitivas de metano son las Estaciones de Compresión de Gas y los Centros Operacionales. Ambas instalaciones generan el 18,64% de las emisiones fugitivas totales, tan sólo suponiendo el 3,68% del total de las instalaciones de TGI Colombia.

Claramente estas emisiones vienen determinadas por las características intrínsecas de estas instalaciones debido a su mayor complejidad, estructura y número de elementos en espacios limitados. En especial, los equipos de compresión suponen una media del 73,71% de las emisiones registradas en las ECG, por lo que el número de compresores en funcionamiento en cada ECG hará variar considerablemente la emisión de metano asociada a cierta estación de compresión.

ECG	Campaña LDAR	Emisión t/año totales	Emisión t/año unidades compresión	% de emisión en la instalación
Miraflores	2021	19,90	9,96	50,07
Puente Guillermo	2021	26,53	22,11	83,35
Villavicencio	2021	5,28	4,42	83,57
Padua	2019	35,18	22,54	64,07
% medio				73,71

Los principales componentes por los que se emite metano en las unidades de compresión inspeccionadas son salidas abiertas (Respiraderos del packing del motor, salidas del cooler, exhaust packing, ...) y bridas (Conexiones entre flexibles de mufla y exhaust, ...).

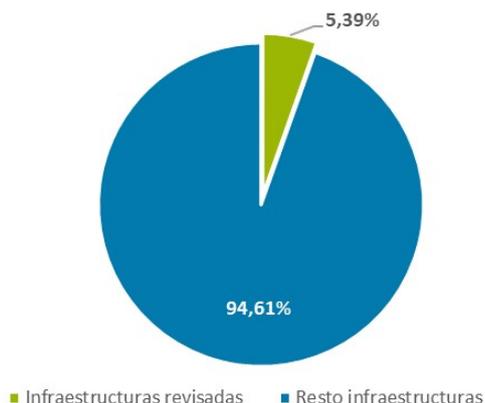
Cabe destacar que el 100% de las fugas detectadas en los equipos de compresión han sido catalogadas como de alta prioridad (caudal másico emitido superior a 50.000 ppm).

Esta concentración de focos de emisiones fugitivas en las ECG supone una oportunidad de reparación de emisiones alto; la concentración de focos de emisión permite diseñar y llevar a cabo campañas de detección y reparación rápidas y efectivas al no requerir grandes trayectos entre componentes para su revisión y reparación.

3. La detección y cuantificación de las emisiones fugitivas como herramienta base para el cálculo de la huella de metano

Ante el nivel de emisión registrado, se recomienda llevar a cabo campañas adicionales en el resto de las instalaciones de TGI, con el objetivo de poder conocer y comprobar el número de fugas presentes, así como la tasa de emisión del resto de la infraestructura, aumentando el porcentaje de infraestructuras inspeccionadas situado actualmente en el 5,39%.





Conforme la base de datos de emisiones fugitivas de metano vaya aumentando, las extrapolaciones también verán incrementadas su precisión y exactitud con respecto a la situación real en las que se encuentran las instalaciones de TGI Colombia.

Deberán ser altamente considerados los perfiles de funcionamiento de las instalaciones a inspeccionar, priorizando instalaciones con mayor caudal a tratar e instalaciones con grandes cantidades de equipos y componentes (p. ej., turbocompresores presentes en las ECG, componentes con gran potencial de generación de emisiones difusas).

4. Prioridad en el análisis de instalaciones aún no revisadas

Las infraestructuras que aún no han sido objeto de campañas LDAR deberán ser priorizadas en futuras campañas de medición y control de emisiones difusas, con el objetivo de caracterizar este tipo de instalaciones y así mejorar las extrapolaciones a realizar en un futuro.

Concretamente, según la división de las infraestructuras de TGI Colombia facilitada, las instalaciones conocidas como **Citygates (ERM estaciones de regulación)** y el **Hub** todavía no han formado parte de una campaña LDAR.

Tipo de infraestructura	Revisado 2019	Revisado 2021	Total revisado	Total red
Estaciones de Compresión de Gas	1	3	4	15
Centros operacionales	1	2	3	13
Citygates (ERM estaciones regulación)	0	0	0	223
Válvulas de seccionamiento	0	10	10	118
Válvulas de derivación	0	16	16	263
Trampa de raspadores	0	8	8	127
Hub	0	0	0	1
TOTAL INSTALACIONES	2	39	41	760

5. Perfeccionamiento de la metodología de extrapolación de emisiones fugitivas de metano a partir de las características de la red de TGI Colombia

Las campañas LDAR realizadas en las instalaciones de TGI han permitido y permiten modelizar las emisiones fugitivas del resto de las instalaciones de TGI Colombia.



Debido a que actualmente sólo se encuentran revisadas el 5,39% de las instalaciones de TGI Colombia, conocer las características de las infraestructuras, producción y servicios de TGI Colombia permitiría minimizar las desviaciones que generan las suposiciones asumidas en la extrapolación.

La revisión de los **perfiles de producción**, la revisión de los datos sobre asignaciones de **caudal tratado por cada infraestructura** de la red, la revisión de un **esquema de bloques** que detalle las conexiones entre infraestructuras y un **listado de equipos principales** de cada infraestructura y su **filosofía operacional** se consideran herramientas vitales a disponer con tal de elaborar asunciones más efectivas y por lo tanto aumentar la precisión de las extrapolaciones.



Apéndice 1 – Detalle de las tareas desarrolladas

1. Medición y reporte

1.1 Identificación de fuentes de emisión

Enagás ha realizado un análisis de las fuentes de emisión de metano existentes en las instalaciones de TGI a través de:

1. Realización de **mediciones *in situ*** de emisiones fugitivas por parte VIRA GAS IMAGING, S.L.

Este análisis permitió identificar las potenciales fuentes de emisiones fugitivas provenientes de fugas de equipos y componentes.

1.2 Análisis de datos disponibles

Una vez identificadas las fuentes de emisión, se analizó la disponibilidad de los datos. Este análisis permitió conocer cuál es el **origen de los datos** y determinar la **metodología de cálculo más idónea** para cada fuente (sólo datos medidos).

1.3 Detección y reparación de emisiones fugitivas

VIRA GAS IMAGING ha realizado dos **estudios de detección y cuantificación de emisiones fugitivas** (campañas LDAR por sus siglas en inglés) en diferentes instalaciones de TGI en los meses de septiembre-octubre de 2019 y diciembre de 2021. Se realizaron mediciones en los equipos que identificaron como de especial interés, bajo las indicaciones de TGI.

VIRA GAS IMAGING ha emitido dos **informes de resultados en 2019 y 2021** con el alcance de los trabajos y las principales conclusiones.

2. Identificación de las emisiones fugitivas totales de metano

2.1 Establecimiento de metodologías de cálculo de emisiones difusas

Enagás ha elaborado una metodología para la extrapolación de los valores de emisiones fugitivas de metano al global de la red de distribución de metano de TGI Colombia. Este cálculo ha permitido realizar el **Diagnóstico de las Emisiones Fugitivas de Metano en las instalaciones de TGI**. Esta herramienta recoge las fuentes de emisión fugitivas medidas a través de las campañas de detección y reparación de fugas y permite el cálculo de las emisiones fugitivas de metano globales.

3. Resumen Ejecutivo

3.1. Elaboración de un resumen ejecutivo de los servicios prestados

Enagás ha elaborado un resumen ejecutivo (presente documento) incluyendo las **conclusiones**, un **plan de acción** y las tareas realizadas en cada fase del proyecto.

