

IAPG

RIDA

Registro de Incidentes en
Ductos de la Argentina

1^{er} Informe (1993 - 2020)

AÑO 2022

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
2. CONTENIDO DE RIDA	8
3. DEFINICIONES	9
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS DUCTOS	11
4.1 Longitud y producto transportado	12
4.2 Año de construcción	13
4.3 Máxima presión admisible de operación (MAPO)	14
4.4 Clase de Trazado	15
4.5 Diámetro	16
4.6 Espesor de pared	18
4.7 Grado del acero	19
4.8 Revestimiento	20
4.9 Tapada	22
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS INCIDENTES	23
5.1 Incidentes acumulados por año	24
5.2 Distribución de incidentes en el período 1993-2020	27
5.3 Distribución de incidentes en el período 2006-2020	29
6. EXPOSICIÓN AL DAÑO	31
7. FRECUENCIAS DE FALLA PRIMARIAS	33
7.1 Frecuencia de falla primaria por causa	34
7.2 Frecuencia de falla primaria por principales sub causas	35
7.3 Frecuencia de falla primaria por el tamaño del orificio de fuga	36
7.4 Distribución de sub causas de incidentes por el tamaño del orificio de fuga para el período 2006-2020	37

7.5	Frecuencia de falla primaria por el tamaño del orificio de fuga y principales sub causas	40
8.	FRECUENCIAS DE FALLA SECUNDARIAS	41
8.1	Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto	41
8.3	Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto	43
8.4	Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto	44
8.5	Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el revestimiento del ducto	45
8.7	Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el revestimiento del ducto	47
8.8	Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto	48
8.9	Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y la tapada del ducto	49
8.11	Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y la tapada del ducto	51
8.12	Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y la tapada del ducto	52
8.13	Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto	53
8.15	Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto	55
8.16	Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto	56
8.17	Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el grado del acero del ducto	57
8.19	Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el grado del acero del ducto	59
8.20	Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el grado del acero del ducto	60
8.21	Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto	61
8.23	Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto	63
8.24	Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto	64
9.	CONSECUENCIAS	65

9.1	Consecuencias de los incidentes ocurridos	65
9.2	Frecuencia de ocurrencia de incidentes con consecuencias	66

10. CONCLUSIONES **67**

Índice de figuras

Figura 1 - Longitud anual de ductos incluidos en RIDA	12
Figura 2 - Longitud anual por año de construcción.	13
Figura 3 - Longitud anual por rango de MAPO	14
Figura 4 - Longitud anual por Clase de Trazado	15
Figura 5 - Longitud anual por diámetro	16
Figura 6 – Longitud anual por espesor de pared	18
Figura 7 – Longitud anual por grado del acero	19
Figura 8 – Longitud anual por revestimiento aplicado en la construcción del ducto.	20
Figura 9 – Longitud anual por tapada nominal del ducto.	22
Figura 10 – Incidentes acumulados por año	24
Figura 11 – Incidentes totales por año	25
Figura 12 – Incidentes por año por causas dependientes del tiempo	25
Figura 13 – Incidentes por año por causas estáticas o residentes	25
Figura 14 – Incidentes por año por causas independientes del tiempo	26
Figura 15 – Distribución de Incidentes acumulados por sub-causa para período 1993-2020	27
Figura 16– Distribución de Incidentes acumulados por sub-causa para período 2006-2020	29
Figura 17– Evolución de la exposición al daño en el período 1993-2020	31
Figura 18 – Evolución de la exposición al daño en el período 2006-2020	31
Figura 19 – Distribución de Incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 0 mm a < 2 mm para el período 2006-2020	37
Figura 20 – Distribución de Incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 2 mm a < 110 mm para el período 2006-2020	38
Figura 21 – Distribución de Incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 110 mm a rotura para el período 2006-2020	39

Índice de tablas

Tabla 1 – Distribución de kilómetros de ductos por fluido transportado	12
Tabla 2– Distribución de kilómetros de ductos por década de construcción	13
Tabla 3– Distribución de kilómetros de ductos por rango de MAPO	14
Tabla 4– Distribución de kilómetros de ductos por rango de Clase de Trazado	15
Tabla 5– Distribución de kilómetros de ductos por diámetro nominal	17
Tabla 6 – Distribución de kilómetros de ductos por rango de espesor nominal	18
Tabla 7 – Distribución de kilómetros de ductos por grado del acero	19
Tabla 8 – Distribución de kilómetros de ductos por tipo de revestimiento	21
Tabla 9 – Distribución de kilómetros de ductos por rango de tapada.	22
Tabla 10 – Distribución de incidentes por períodos y causa	24
Tabla 11 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para período 1993-2020	28
Tabla 12 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para período 2006-2020	30
Tabla 13 – Exposición al daño para diferentes períodos	32

Tabla 14 – Frecuencia de falla primaria para diferentes períodos	33
Tabla 15 – Frecuencia de falla primaria por grupo de causa de falla para diferentes períodos	34
Tabla 16 – Frecuencia de falla primaria por principales sub causas de falla para diferentes períodos	35
Tabla 17 – Frecuencia de falla primaria por principales sub causas de falla para diferentes períodos	36
Tabla 18 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 0 mm a < 2 mm para el período 2006-2020	37
Tabla 19 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 2 mm a < 110 mm para el período 2006-2020	38
Tabla 20 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 110 mm a rotura para el período 2006-2020	39
Tabla 21 – Frecuencia de falla primaria por el tamaño del orificio de fuga y subcausa para el período 2006-2020	40
Tabla 22 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020	41
Tabla 23 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo	42
Tabla 24 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes.	43
Tabla 25 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo	44
Tabla 26 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y revestimiento del ducto para el período 2006-2020.	45
Tabla 27 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y revestimiento del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo	46
Tabla 28 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y revestimiento del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes	47
Tabla 29 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo	48
Tabla 30 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y tapada del ducto para el período 2006-2020	49
Tabla 31 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y tapada del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo	50
Tabla 32 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y tapada del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes	51
Tabla 33 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo	52
Tabla 34 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y espesor de la pared del ducto para el período 2006-2020	53
Tabla 35 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y espesor de pared del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo	54
Tabla 36 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y espesor de pared del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes	55
Tabla 37 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo	56
Tabla 38 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020	57
Tabla 39 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo	58
Tabla 40 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes	59
Tabla 41 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo	60
Tabla 42 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020	61

Tabla 43 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo	62
Tabla 44 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes	63
Tabla 45 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo	64
Tabla 46 - Cantidad de incidentes en los que hubo explosiones, incendios, daños a propiedad de terceros, personas heridas o fallecidas en diferentes períodos (entre paréntesis cantidad de personas)	65
Tabla 47 – Frecuencia de ocurrencia en diferentes períodos de incidentes en los que haya habido explosiones, incendios, daños a propiedad de terceros, personas heridas o fallecidas	66

1. Introducción

El 12 de julio de 2018 la Comisión de Integridad de Oleoductos y Gasoductos del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, IAPG, organizó un Workshop sobre Incidentes en Ductos de Transmisión de Petróleo y de Gas. En las conclusiones del mismo se recomendó organizar una base de datos que compilara los datos sobre fugas, roturas y derrames de los fluidos transportados en la Argentina.

Los programas de Gestión de Integridad de Ductos de transporte de hidrocarburos líquidos y gas natural se encuentran respectivamente regulados en nuestro país por la Resolución 120E/2017 de la Secretaría de Recursos Hidrocarburíferos del Ministerio de Energía y Minería y por NAG 100, emitida por Enargas, Ente Nacional Regulador del Gas. En ambos casos, se establece la necesidad de realizar análisis de riesgo asociados a la operación de los ductos en función de las amenazas a la integridad identificadas en cada punto y de las consecuencias que pueden tener la ocurrencia de pérdidas de la estanqueidad de los ductos.

En 2019 la Comisión de Integridad de Oleoductos y Gasoductos del IAPG organiza una Subcomisión de trabajo denominada RIDA, formada por empresas de transporte por ductos de gas natural e hidrocarburos líquidos con el fin de recolectar información de incidentes que impliquen una liberación de fluido no intencional. Las empresas participantes se adhieren voluntariamente y se comprometen a entregar la información que anualmente, por requerimiento de las regulaciones vigentes, deben presentar a los organismos regulatorios relacionadas con fugas, roturas y derrames ocurridos en el año anterior. El grupo de trabajo creó la base de datos RIDA (Registro de Incidentes en Ductos de la Argentina) en donde se almacenan las características de los ductos y de los incidentes ocurridos desde 1993.

Las 12 empresas que participan en la elaboración de este Informe son:

- Camuzzi Gas del Sur
- Camuzzi Gas Pampeana
- Compañía Mega
- Distribuidora de Gas Cuyana
- Distribuidora de Gas del Centro
- Gas NEA
- Litoral Gas
- Naturgy BAN
- Oldelval
- Transportadora de Gas del Norte
- Transportadora de Gas del Sur

YPF

La extensión de los sistemas de ductos de transporte de hidrocarburos líquidos y gas natural incluidos en RIDA en el año 2020 es de 37452 kilómetros.

El objetivo principal de este trabajo es proveer una base amplia de información, para obtener estadísticas nacionales que puedan ser utilizadas en los análisis de riesgo.

Este Primer Informe 1993-2000 comprende la descripción del sistema de ductos de Argentina desde el año 1993 al año 2020, la descripción de las fugas, derrames y roturas ocurridas en el mismo período y la determinación de frecuencias de falla en el período 2006-2020, porque no todas las empresas participantes han completado la carga de los incidentes ocurridos en el período 1993-2005.

Los datos y frecuencias de falla reportados en este Informe son los que corresponden a esta población de ductos. Deben ser utilizados por profesionales familiarizados con el análisis de riesgo.

2. Contenido de RIDA

En RIDA se incluyen datos de ductos de transmisión de hidrocarburos líquidos y gas natural a partir del año 1993, independientemente del año de construcción.

Los ductos deben reunir las siguientes condiciones:

- operar a una presión mayor a 15 bar
- ser de acero
- estar enterrados o sumergidos
- estar fuera del dominio exclusivo del operador, en el espacio público o bajo dominio de terceros

Por lo tanto, no se incluyen incidentes ocurridos en los ductos dentro de plantas de bombeo o compresoras y estaciones de medición y regulación. Se encuentran incluidos incidentes ocurridos en válvulas de bloqueo de línea instaladas fuera de los recintos de las plantas anteriores.

Anualmente se registran las siguientes características nominales de los ductos en operación al 31 de diciembre:

- Longitud
- Diámetro
- Espesor de pared
- Grado del acero
- Revestimiento externo
- Profundidad de tapada
- MAPO
- Producto transportado
- Longitud de cada clase de trazado
- Longitud de sitios identificados como de alta consecuencia

Para cada incidente se registra:

- Características particulares del ducto en el que ocurrió el incidente
- Tamaño del orificio de fuga, derrame o rotura
- Causa del incidente, según la descripción de causas de ASME B31.8 S y API 1160
- Ocurrencia de ignición y/o explosión
- Consecuencias para las personas y bienes de terceros

3. Definiciones

Se definen a continuación las diferentes categorías utilizadas en RIDA.

Longitud por categoría: se calcula la longitud de ductos con una misma característica. Puede ser longitud total del ducto, longitud de los ductos que transportan determinado fluido, longitud por clase de revestimiento, grado del acero, diámetro o de trazado y longitud por rango de espesor de pared, de MAPO, de profundidad de tapada o de año de construcción. La unidad de medición es kilómetro (km).

Incidente: evento de pérdida de estanqueidad del ducto, no deseado o involuntario desde el punto de vista del operador, que provoca una fuga o derrame del fluido transportado.

Exposición individual al daño: se calcula multiplicando la longitud de un ducto por la cantidad de años en que se ha llevado registro de los incidentes acaecidos en él. La unidad de medición es kilómetro-año (km.año).

Exposición total al daño: se calcula sumando las exposiciones individuales de todos los ductos incluidos en RIDA. La unidad de medición es kilómetro-año (km.año).

Exposición parcial al daño por clase: se calcula sumando las exposiciones individuales de todos los ductos que pertenezcan a una misma clase. Por ejemplo la exposición parcial al daño de los ductos de diámetro inferior o igual a 10" es la suma de las exposiciones individuales al daño de todos los ductos de diámetro 2" a 10". La unidad de medición es kilómetro-año (km.año).

Frecuencia de falla: se calcula dividiendo la cantidad de incidentes ocurridos en un período por la exposición al daño acumulada en ese período. El período pueden ser cinco años o desde el inicio del registro de incidentes hasta una determinada fecha. En este Informe se calcularán las frecuencias de falla para los períodos 2006-2010, 2011-2015, 2016-2020 y 2006-2020. La unidad de medida es incidentes por kilómetro.año (incidente/(km.año)). La notación de la frecuencia es científica. Una frecuencia de falla expresada 10^{-3} indica cantidad de incidentes por año cada 1.000 km de ductos, expresada 10^{-4} indica cantidad de incidentes por año cada 10.000 km de ductos y expresada 10^{-5} indica cantidad de incidentes por año cada 100.000 km de ductos. En este Informe en general se expresa en 10^{-4} .

Frecuencia de falla primaria: es la que se calcula tomando en cuenta la totalidad de los ductos incluidos en RIDA para un determinado período. Los incidentes considerados pueden pertenecer solo a una causa o sub causa, o grupo de las mismas.

Frecuencia de falla secundaria: es la que se calcula tomando en cuenta solo una clase de alguna o algunas características de los ductos incluidos en RIDA para un determinado período, con lo cual la exposición debe ser calculada para la clase de ductos seleccionada. Los incidentes considerados pueden pertenecer solo a una causa o sub causa, o grupo de las mismas.

4. Características de los ductos

Se describe la población de ductos incluidos en RIDA en función de longitud, producto transportado, año de construcción, máxima presión admisible de operación (MAPO), clase de trazado y sus características nominales de diseño respecto de diámetro, espesor, grado del acero, revestimiento y tapada.

Para cada característica se describe a través de un gráfico la evolución anual desde el año 1993 hasta el año 2020. Para una mejor evaluación en una tabla se muestran los valores desagregados correspondientes a los últimos 15 años, vale decir para los años 2006, 2011, 2016 y 2020.

4.1 Longitud y producto transportado

El conjunto de ductos de transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos incluidos en RIDA suma 37452 km en el año 2020. En la Figura 1 se observa su evolución desde el año 1993.

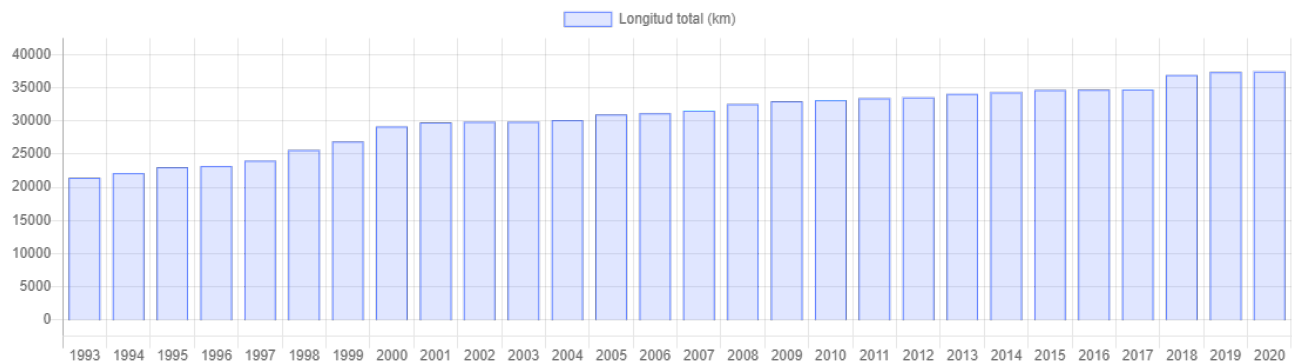


Figura 1 - Longitud anual de ductos incluidos en RIDA

La distribución de longitud de ductos por producto transportado se muestra en la Tabla 1. La mayor proporción corresponde a transporte de gas natural.

Producto	2006	2011	2016	2020	% 2020
	Km	Km	Km	Km	%
Gas Natural	25688	27944	29258	31986	85,41
Petróleo Crudo	2911	2911	2911	3001	8,01
Poliducto	1809	1809	1809	1809	4,83
NGL	599	599	599	599	1,60
Propano	135	135	135	47	0,13
Jet A-1	11	11	11	11	0,03
Total	31153	33409	34723	37452	100

Tabla 1 – Distribución de kilómetros de ductos por fluido transportado

4.2 Año de construcción

La figura 2 muestra la longitud anual por década de construcción de los ductos. Se puede apreciar la longitud construida cada año a partir de 1993. No se observan caídas pronunciadas en ningún año para los ductos de cada década, lo que muestra que la mayoría de estos ductos continúan en operación. Existen ductos en operación de más de 70 años de antigüedad.

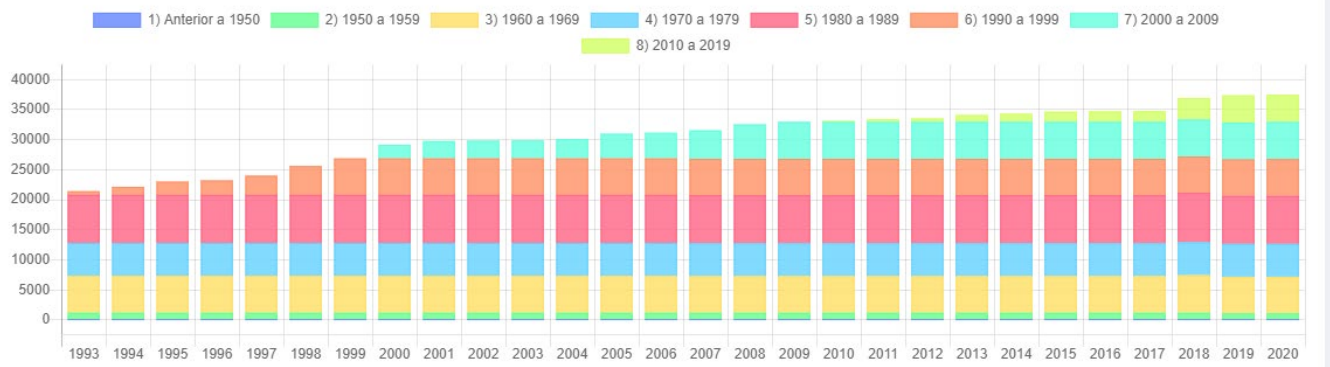


Figura 2 - Longitud anual por año de construcción.

La Tabla 2 muestra la longitud de ductos en operación por década de construcción en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada década. Desde 1960 a 2009 se incorporaron no menos de 5000 km de ductos por década.

Década de Construcción	2006	2011	2016	2020			
				Gas	Líquidos	Total	% Total
				Km	Km	Km	%
Anterior 1950	79	79	79	79	0	79	0,21
1950 a 1959	1122	1122	1122	620	413	1033	2,76
1960 a 1969	6157	6098	6098	3948	2143	6091	16,26
1970 a 1979	5460	5460	5460	4049	1410	5460	14,58
1980 a 1989	8015	8004	8004	7460	541	8001	21,36
1990 a 1999	6055	6055	6055	5888	240	6128	16,36
2000 a 2009	4265	6148	6148	5548	599	6148	16,42
2010 a 2019	0	444	1758	4422	90	4512	12,05

Tabla 2- Distribución de kilómetros de ductos por década de construcción

4.3 Máxima presión admisible de operación (MAPO)

En la Figura 3 se puede observar la longitud anual por rango de MAPO entre 15 kg/cm² y más de 105 kg/cm². En los ductos más nuevos la tendencia es operar a mayores presiones.

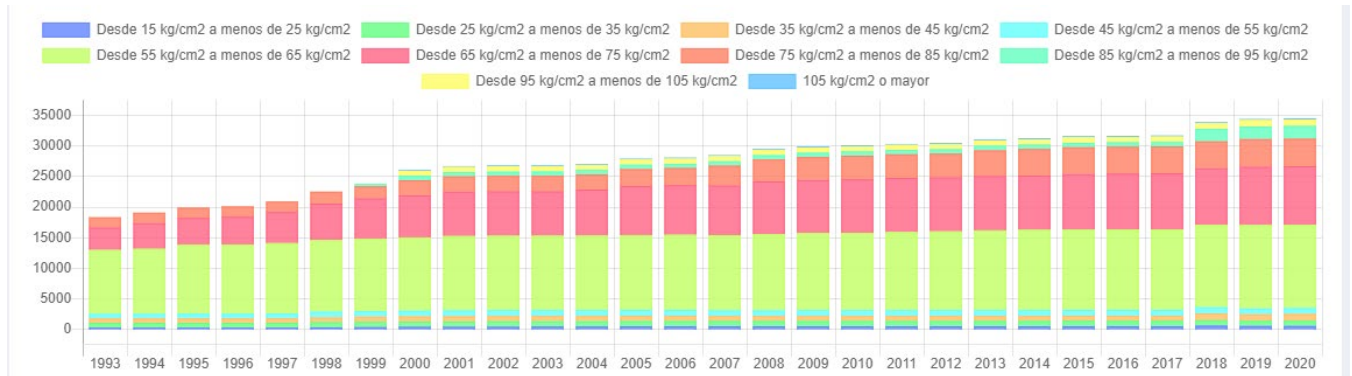


Figura 3 - Longitud anual por rango de MAPO

En la Tabla 3 se muestra la longitud de ductos por rango de MAPO en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 se muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada rango de MAPO. La mayor proporción de ductos, 73,92%, opera con MAPO entre 55 y 85 kg/cm².

Rango de MAPO	2006	2011	2016	2020			
				Gas	Líquidos	Total	% Total
Kg/cm ²	Km	Km	Km	Km	Km	Km	%
15 ≤ MAPO < 25	540	531	547	559	2	561	1,50
25 ≤ MAPO < 35	833	856	865	860	0	860	2,30
35 ≤ MAPO < 45	869	808	843	1122	0	1122	3,00
45 ≤ MAPO < 55	949	950	956	956	0	956	2,55
55 ≤ MAPO < 65	12278	12777	13143	13394	243	13637	36,41
65 ≤ MAPO < 75	8119	8835	9124	9324	220	9544	25,48
75 ≤ MAPO < 85	2792	3880	4393	3133	1374	4507	12,03
85 ≤ MAPO < 95	713	713	732	1748	334	2082	5,56
95 ≤ MAPO < 105	821	821	883	915	115	1030	2,75
105 ≤ MAPO	151	151	151	0	151	151	0,40

Tabla 3- Distribución de kilómetros de ductos por rango de MAPO

4.4 Clase de Trazado

En la Figura 4 se puede observar la longitud anual por clase de trazado.

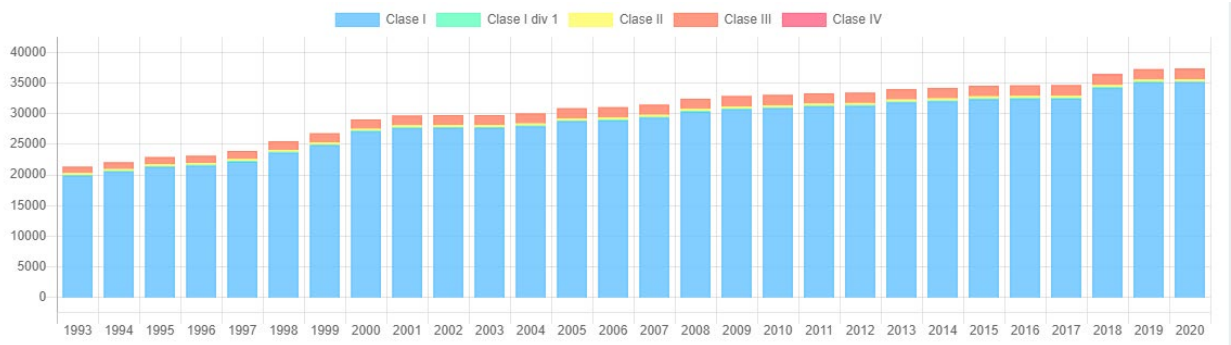


Figura 4 - Longitud anual por Clase de Trazado

En la Tabla 4 se muestra la longitud de ductos por Clase de Trazado en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 se muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada clase de trazado. Se puede observar que los ductos en Clase de trazado 1 son los predominantes; los ductos en Clase de trazado 2 se han mantenido constantes, en muy bajo porcentaje, a lo largo del tiempo y han aumentado levemente los ductos en Clase de Trazado 3 y 4 en el año 2020.

Clase de Trazado	2006	2011	2016	2020			
				Gas	Líquidos	Total	% Total
	Km	Km	Km	Km	Km	Km	%
Clase 1 Div 1	141	141	141	0	108	108	0,29
Clase 1	28911	31146	32411	30056	5118	35174	94,14
Clase 2	341	348	351	240	88	328	0,88
Clase 3	1667	1682	1716	1690	48	1738	4,65
Clase 4	0	0	13	14	0	14	0,04

Tabla 4– Distribución de kilómetros de ductos por rango de Clase de Trazado

4.5 Diámetro

En la Figura 5 se puede observar la longitud anual de ductos por diámetro nominal. Históricamente ductos con Ø24" y 30" han sido los predominantes.

En la Tabla 5 se muestra la longitud de ductos por diámetro nominal en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 se muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada diámetro. Los ductos de 24" y 30" son el 38,52% en el año 2020. Mayoritariamente transportan gas natural. Los ductos de transporte de hidrocarburos líquidos en su mayor parte son de 12" a 16". Las líneas cuyo diámetro es menor o igual a 12" son el 43,24% de las líneas en operación, en su mayor parte de empresas distribuidoras de gas natural.

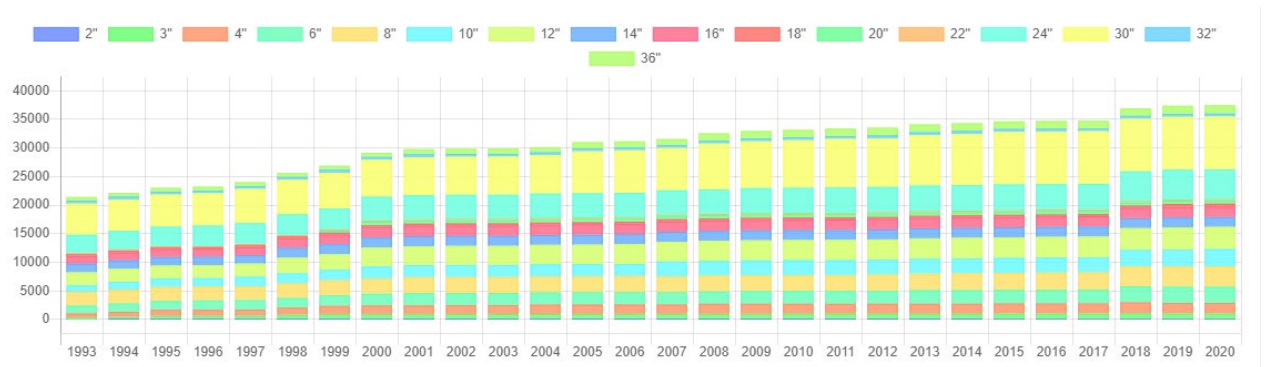


Figura 5 - Longitud anual por diámetro

Diámetro	2006	2011	2016	2020			
				Gas	Líquidos	Total	% Total
pulgada	Km	Km	Km	Km	Km	Km	%
2	130	135	146	147	0	147	0,39
3	856	862	893	893	0	893	2,38
4	1658	1768	1771	1872	0	1872	5,00
6	2162	2242	2372	2806	31	2837	7,58
8	2802	2783	3022	3566	11	3577	9,55
10	2121	2592	2644	2866	133	2999	8,01
12	3467	3530	3603	1816	2055	3871	10,34
14	1736	1736	1736	0	1736	1736	4,64
16	1832	1832	1832	1027	805	1832	4,89
18	365	366	366	422	88	510	1,36
20	610	610	610	610	0	610	1,63
22	180	180	180	180	0	180	0,48
24	4264	4437	4511	5152	50	5202	13,89
30	7394	8495	9191	9223	0	9223	24,63
32	528	528	528	0	528	528	1,41
36	1047	1315	1320	1435	0	1435	3,83

Tabla 5– Distribución de kilómetros de ductos por diámetro nominal

4.6 Espesor de pared

En la Figura 6 se puede observar la longitud anual por rango de espesor de pared.

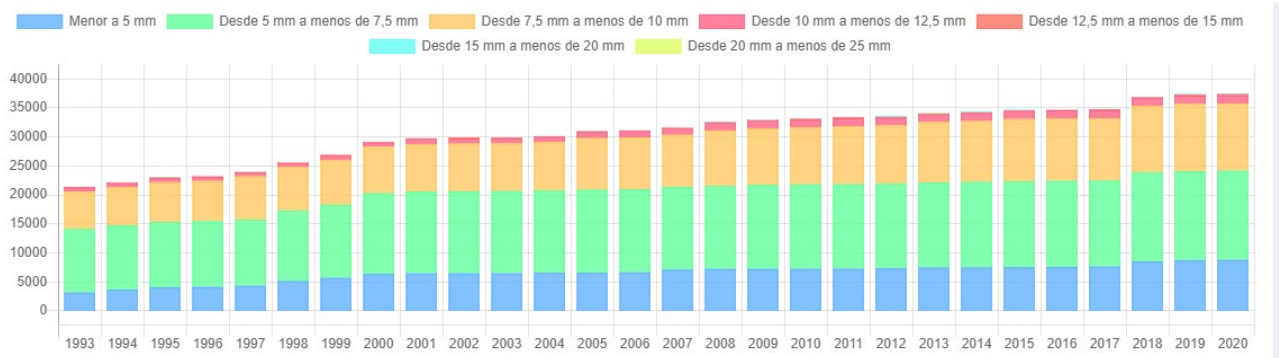


Figura 6 – Longitud anual por espesor de pared

En la Tabla 6 se muestra la longitud de ductos por rango de espesor de pared en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 se muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada rango de espesor de pared. La mayor proporción de ductos, 64,58%, tiene espesor entre 5 y 10mm.

Espesor	2006	2011	2016	2020			
				Gas	Líquidos	Total	% Total
mm	Km	Km	Km	Km	Km	Km	%
Esesor < 5	6652	7243	7593	8442	344	8786	23,46
5 ≤ Espesor < 7,5	14336	14587	14831	10413	4970	15383	41,07
7,5 ≤ Espesor < 10	8956	10035	10750	11468	120	11588	30,94
10 ≤ Espesor < 12,5	1105	1403	1408	1440	0	1440	3,84
12,5 ≤ Espesor < 15	64	64	64	179	0	179	0,48
15 ≤ Espesor < 20	37	74	74	74	0	74	0,20
20 ≤ Espesor < 25	3	3	3	3	0	3	0,01

Tabla 6 – Distribución de kilómetros de ductos por rango de espesor nominal

4.7 Grado del acero

En la Figura 7 se puede observar la longitud anual por grado del acero.

En la Tabla 7 se muestra la longitud para cada calidad de acero en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 se muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada grado del acero del ducto. La mayor proporción de ductos, 35,19%, responde al grado API 5L X52.

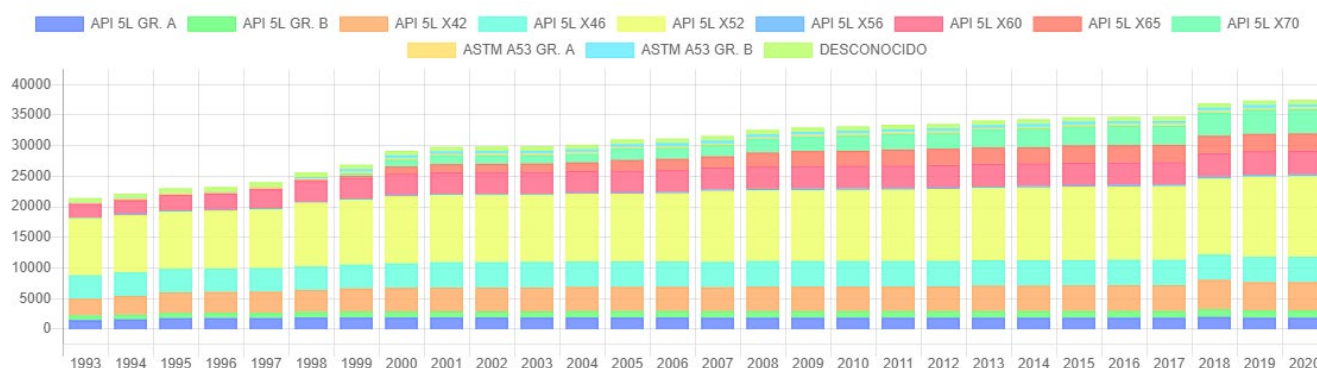


Figura 7 – Longitud anual por grado del acero

Grado del acero	2006	2011	2016	2020			
				Gas	Líquidos	Total	% Total
				Km	Km	Km	%
API 5L Grado A	1885	1859	1859	1855	0	1855	4,95
API 5L Grado B	1080	1080	1093	1139	43	1182	3,16
API 5L X42	3954	4030	4229	4243	382	4625	12,35
API 5L X46	4154	4154	4154	1184	2970	4154	11,09
API 5L X52	11115	11666	11992	11738	1442	13180	35,19
API 5L X56	216	243	243	319	0	319	0,85
API 5L X60	3615	3710	3710	3857	0	3857	10,30
API 5L X65	1810	2637	2820	2221	599	2820	7,53
API 5L X70	1826	2531	3123	3961	0	3961	10,58
ASTM A53 Gr.A	266	266	266	266	0	266	0,71
ASTM A53 Gr.B	495	496	496	496	0	496	1,32
Desconocido	738	738	738	736	0	736	1,97

Tabla 7 – Distribución de kilómetros de ductos por grado del acero

4.8 Revestimiento

En la Figura 8 se puede observar la longitud anual por tipo de revestimiento aplicado a los ductos en el momento de su construcción. Los revestimientos de base asfáltica son los predominantes, seguidos de los polietilenos extruidos.

En la Tabla 8 se muestra la longitud para cada revestimiento en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 se muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada revestimiento.

La mayor proporción de ductos, 45,07%, han sido revestidos con revestimientos de base asfáltica de distintas calidades. Se trata de ductos construidos antes de 1986. Se puede observar en la Tabla 8 que prácticamente desde el año 2006 el único revestimiento aplicado en ductos nuevos es polietileno extruido tricapa, que en 2020 se encuentra en el 39,02% de los ductos en operación.

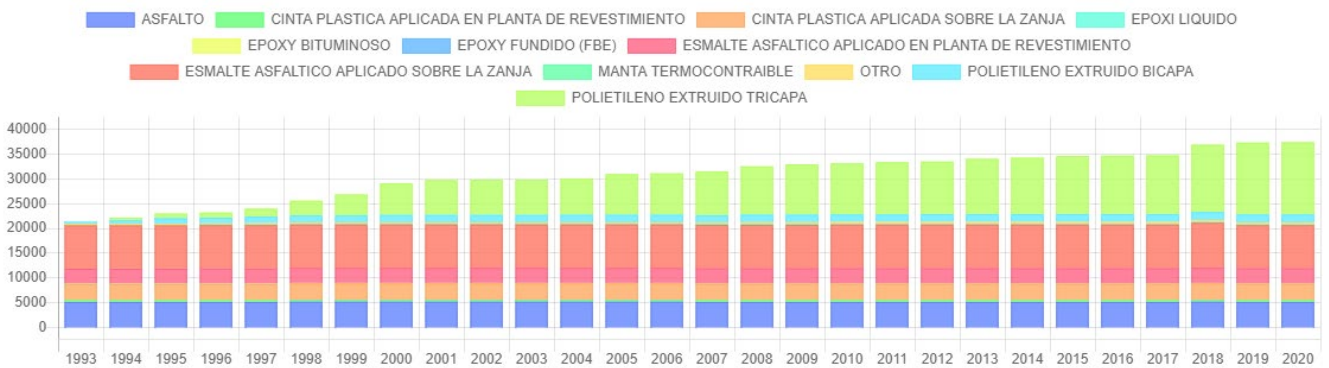


Figura 8 – Longitud anual por revestimiento aplicado en la construcción del ducto.

Revestimiento	2006 Km	2011 Km	2016 Km	2020			
				Gas	Líquidos	Total	% Total
				Km	Km	Km	%
Asfalto	4886	4886	4886	3284	1597	4881	13,03
Esmalte asfáltico aplicado sobre la zanja	8843	8785	8785	5693	2999	8692	23,21
Esmalte asfáltico aplicado en planta de revestimiento	3285	3310	3310	3310	0	3310	8,19
Cinta plástica aplicada sobre la zanja	3346	3346	3346	3346	0	3346	8,84
Cinta plástica aplicada en planta de revestimiento	365	365	365	365	0	365	0,97
Polietileno extruido bicapa	1553	1554	1650	1650	0	1650	4,41
Polietileno extruido tricapa	8386	10567	11785	13773	840	14613	39,02
Manta termocontraíble	120	120	120	120	0	120	0,32
Epoxi fundido (FBE)	54	54	54	54	0	54	0,14
Epoxi bituminoso	33	33	33	33	0	33	0,09
Epoxi líquido	3	3	3	3	0	3	0,01
Otro	278	387	387	387	0	387	1,03

Tabla 8 – Distribución de kilómetros de ductos por tipo de revestimiento

4.9 Tapada

En la Figura 9 se puede observar la longitud anual por profundidad de tapada nominal. La tapada más común es entre 80 y 100cm.

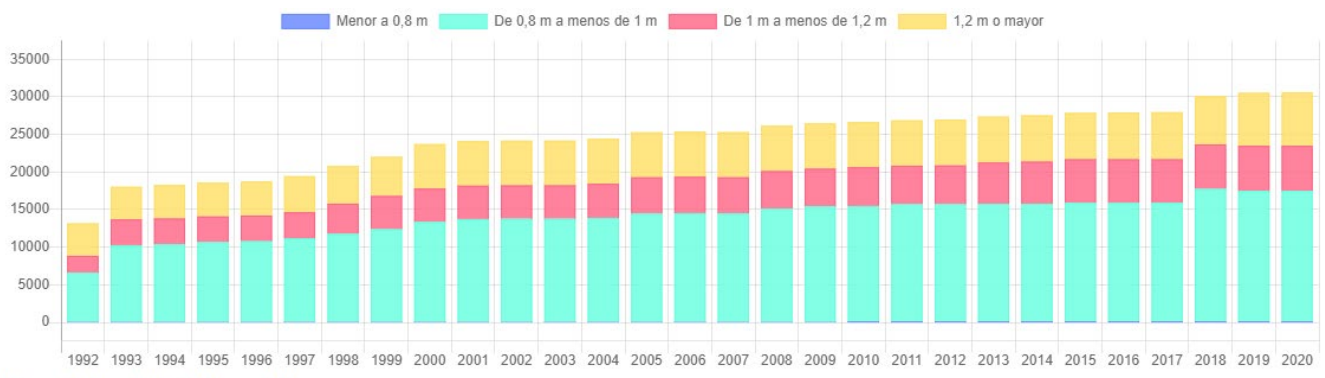


Figura 9 – Longitud anual por tapada nominal del ducto.

En la Tabla 9 se muestra la longitud para cada rango de tapada en los años 2006, 2011, 2016 y 2020. En el año 2020 se muestra la longitud de ductos de transporte de gas natural, hidrocarburos líquidos, total y porcentaje sobre el total para cada rango de tapada. La mayor proporción de ductos, 48,17%, posee tapada entre 80 y 100cm. La tendencia en los nuevos ductos es que la tapada sea superior a 80cm.

Tapada	2006	2011	2016	2020			
				Gas	Líquido	Total	% Total
cm	Km	Km	Km	Km	Km	Km	%
Tapada < 80	39	76	76	76	0	76	0,25
80 ≤ Tapada < 100	14489	15622	15820	17420	0	17420	56,89
100 ≤ Tapada < 120	4831	5146	5786	4161	1838	5999	19,59
Tapada ≥ 120	6022	6036	6236	3527	3598	7125	23,27

Tabla 9 – Distribución de kilómetros de ductos por rango de tapada.

5. Características de los incidentes

Hasta la fecha de redacción de este Informe se encuentran registrados en RIDA 350 incidentes ocurridos entre 1993 y 2020. Todavía hay empresas participantes que no han completado la carga de todos los incidentes para este período completo. Por esa razón no se muestran en este Informe frecuencias de falla para este período. En las páginas siguientes solo se muestran frecuencias de falla para el período 2006-2020.

5.1 Incidentes acumulados por año

En la Figura 10 se muestra la evolución anual de los incidentes totales para el período 1993-2020. También se muestra la evolución de los incidentes agrupados en causas dependientes del tiempo, independientes del tiempo y residentes o estáticas.

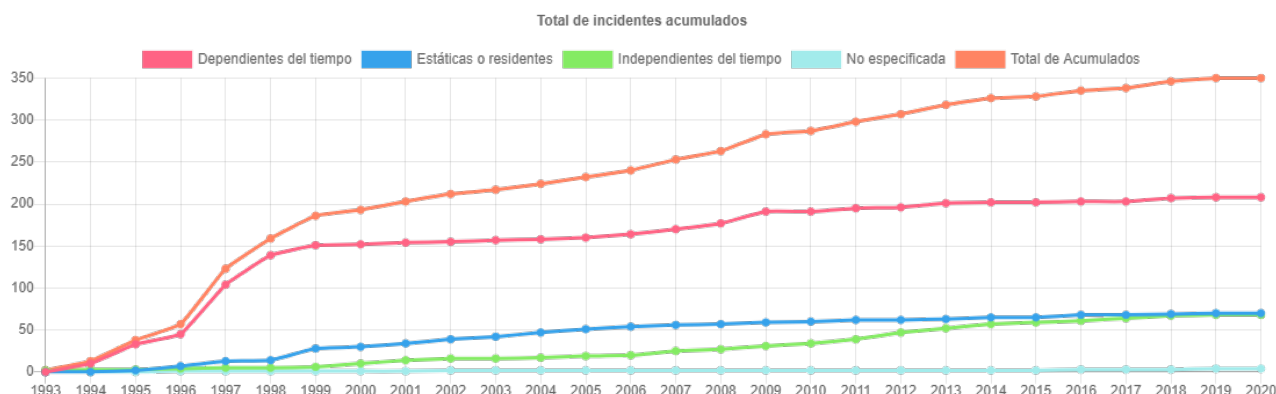


Figura 10 – Incidentes acumulados por año

En la Tabla 10 se muestran los incidentes totales acumulados a los períodos 1993-2020, 2006-2020, 2006-2010, 2011-2015 y 2016-2020. También se muestra los acumulados correspondientes para cada grupo de causa. Se observa la continua caída de la cantidad de incidentes con el avance del tiempo a pesar de que los ductos suman años de operación y el notable retroceso del número de incidentes por causas dependientes del tiempo.

Incidentes con fuga, derrame y/o rotura	1993-2020	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2006-2020		
	Nº	Nº	Nº	Nº	Gas	Líquidos	Total
	Nº	Nº	Nº	Nº	Nº	Nº	Nº
Total	350	55	41	22	80	38	118
Dependientes del tiempo	208	31	11	6	34	14	48
Estática o residente	70	9	5	5	13	6	19
Independientes del tiempo	68	15	25	9	32	17	49
No especificada	4	0	0	2	1	1	2

Tabla 10 – Distribución de incidentes por períodos y causa

En las Figuras 11, 12, 13 y 14 se muestran respectivamente por año los incidentes totales, los por causas dependientes del tiempo, los incidentes por causas residentes o estáticas y los incidentes por causas independientes del tiempo. Se debe prestar atención que la escala de cantidad de incidentes cambia en cada gráfico.

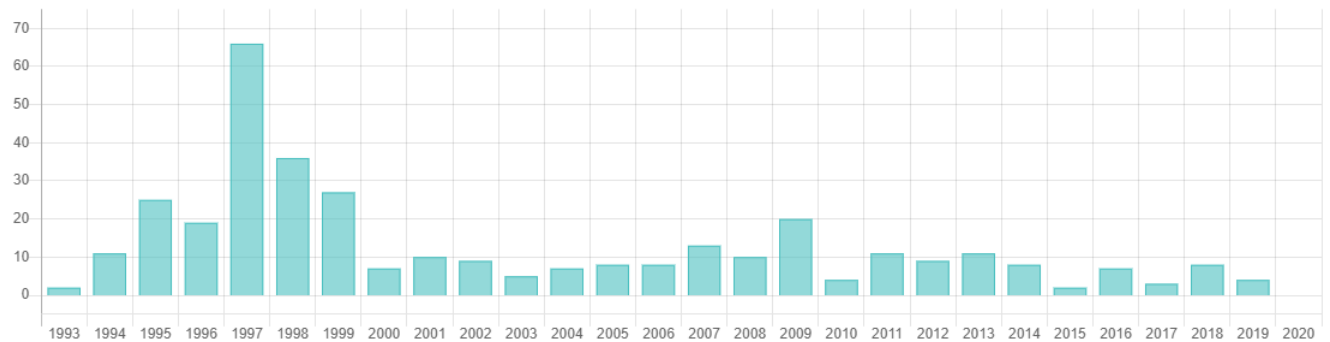


Figura 11 – Incidentes totales por año

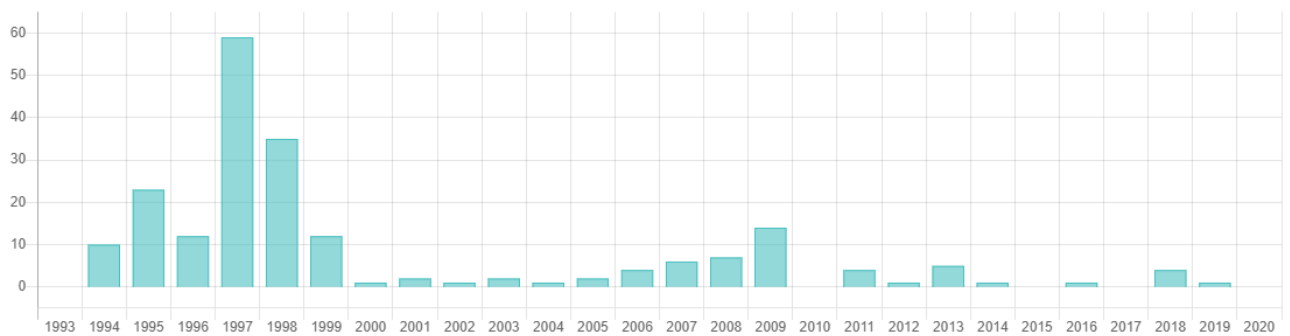


Figura 12 – Incidentes por año por causas dependientes del tiempo

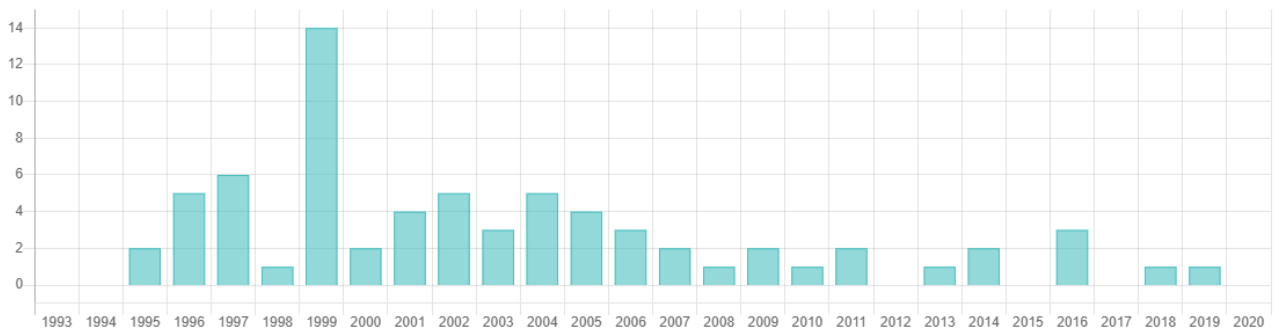


Figura 13 – Incidentes por año por causas estáticas o residentes

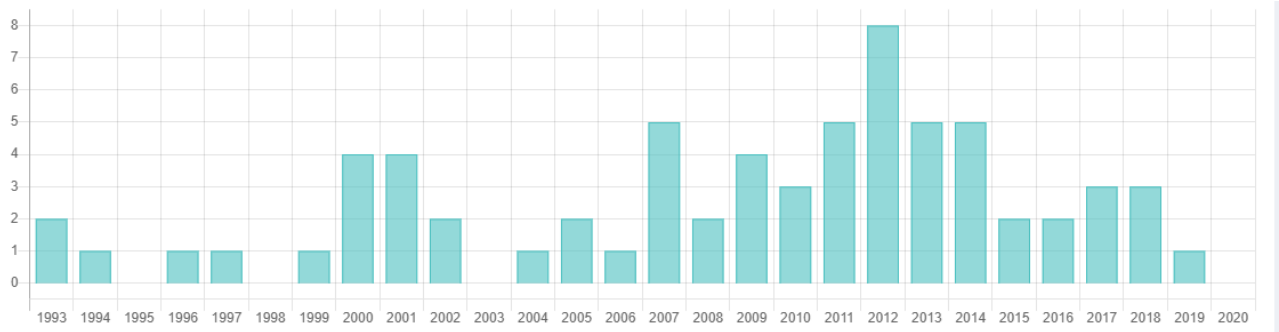


Figura 14 – Incidentes por año por causas independientes del tiempo

5.2 Distribución de incidentes en el período 1993-2020



Figura 15 – Distribución de Incidentes acumulados por sub-causa para período 1993-2020

En la Figura 15 se muestra la distribución de incidentes por sub-causa para el período 1993-2020. En la Tabla 11 se muestra la cantidad y porcentaje correspondiente a cada sub-causa, agrupadas por causa.

Causa	Cantidad de Incidentes	Porcentaje (%)
Corrosión externa	198	56,57
Corrosión interna	2	0,57
Corrosión bajo tensión	6	1,71
Fragilización por hidrógeno	2	0,57
Falla en otras soldaduras de construcción	22	6,29
Fallas en válvulas	19	5,43
Falla de manufactura de la soldadura del caño	13	3,71
Fallas en sellos	13	3,71
Falla de manufactura de la chapa del caño	2	0,57
Fallas de uniones roscadas	1	0,29
Daño por tercero	46	13,14
Robo de fluido	7	2,00
Daño por contratista	5	1,43
Deslizamiento de ladera	5	1,43
Crecida de curso de agua	3	0,86
Daño por personal propio	1	0,29
Operación incorrecta	1	0,29
Otras fallas	4	1,14

Tabla 11 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para período 1993-2020

5.3 Distribución de incidentes en el período 2006-2020

En el período 2006-2020 se produjeron 118 incidentes. En la Figura 16 se muestra la distribución de incidentes por sub-causa para el período 2016-2020. En la Tabla 12 se muestra la cantidad y porcentaje correspondiente a cada sub-causa agrupadas por causa y fluido transportado.

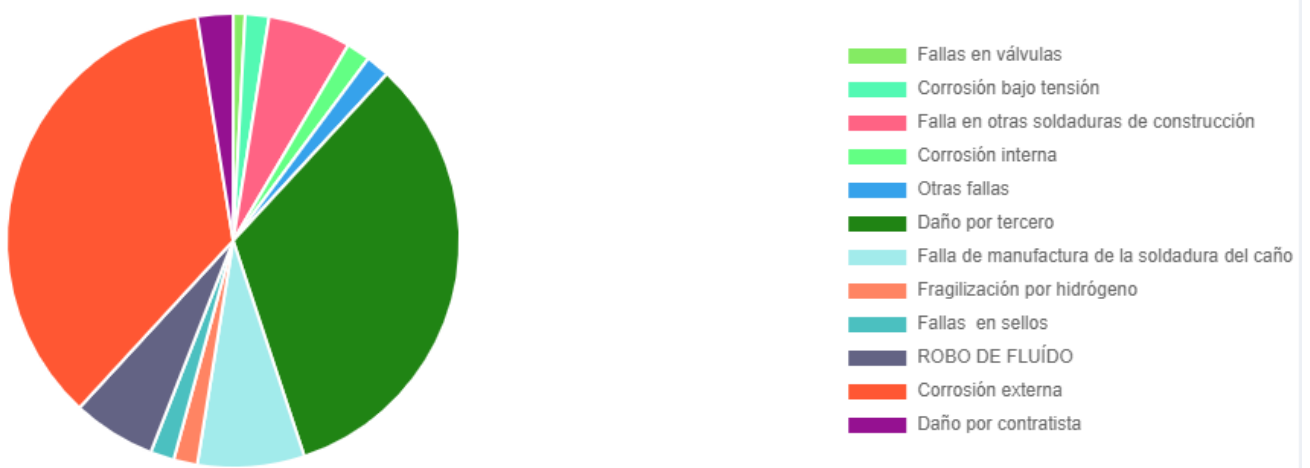


Figura 16– Distribución de Incidentes acumulados por sub-causa para período 2006-2020

Causa	Cantidad de Incidentes			
	Gas	Líquidos	Total	(%)
Corrosión externa	30	12	42	35,59
Corrosión interna	0	2	2	1,69
Corrosión bajo tensión	2	0	2	1,69
Fragilización por hidrógeno	2	0	2	1,69
Falla en otras soldaduras de construcción	5	2	7	5,93
Fallas en válvulas	1	0	1	0,85
Falla de manufactura de la sold. del caño	5	4	9	7,63
Fallas en sellos	2	0	2	1,69
Daño por tercero	29	10	39	33,05
Robo de fluido	0	7	7	5,93
Daño por contratista	3	0	3	2,54
Otras fallas	1	1	2	1,69

Tabla 12 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para período 2006-2020

6. Exposición al daño

La exposición al daño, medida en kilómetro-año, indica el ámbito en tiempo de operación y longitud del ducto en el cual han ocurrido los incidentes. En la Figura 17 se muestra la evolución de la exposición al daño de todos los ductos registrados en RIDA desde el año 1993 hasta el año 2020, alcanzando el valor de 844868 km.año.

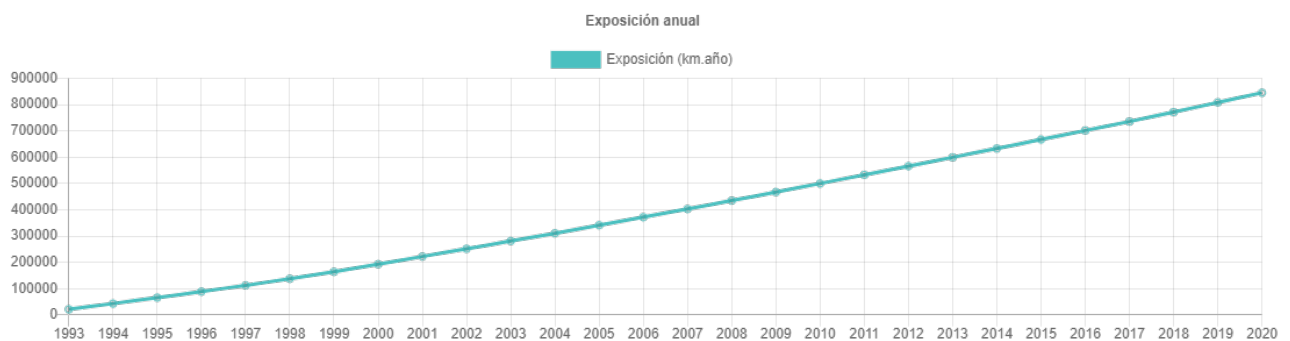


Figura 17– Evolución de la exposición al daño en el período 1993-2020

A la fecha de redacción de este Informe todas las empresas participantes en este Informe de RIDA han cargado todos sus incidentes ocurridos desde 2006 pero no desde 1993. Por lo tanto las frecuencias de falla que se muestran en las secciones siguientes están calculadas para el período 2006-2020 y para los quinquenios 2006-2010, 2011-2015 y 2016-2020. En la Figura 18 se muestra la evolución de la exposición al daño de los ductos registrados en RIDA desde el año 2006 hasta el año 2020, alcanzando el valor de 503864 km.año.

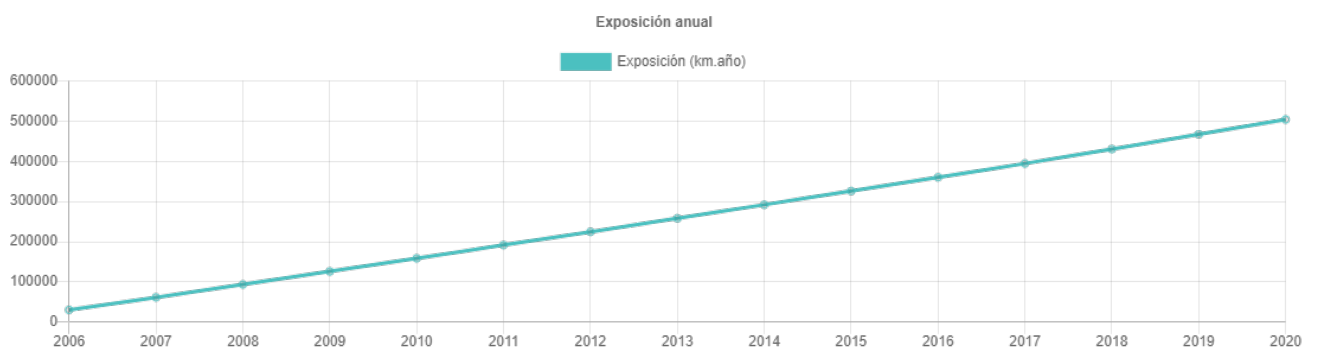


Figura 18 – Evolución de la exposición al daño en el período 2006-2020

En la Tabla 13 se encuentran las exposiciones acumuladas para los períodos en que se informarán frecuencias de falla primarias.

Período	Exposición al daño		
	Ductos de gas natural	Ductos de hidrocarburos líquidos	Total
año	Km.año	Km.año	Km.año
1993-2020	698869	145999	844868
2006-2010	131765	27025	158790
2011-2015	140174	27025	167199
2016-2020	150846	27029	177875
2006-2020	422785	81079	503864

Tabla 13 – Exposición al daño para diferentes períodos

7. Frecuencias de falla primarias

En la Tabla 14 se muestra la frecuencia de falla primaria para diferentes períodos considerando todo tipo de fugas, derrames y roturas. Es notable la disminución de la frecuencia entre el primer y tercer quinquenio. El valor para el período 2016-2020 es el 35,7% del valor del período 2006-2010.

Período	Incidentes	Exposición al daño	Frecuencia de falla primaria
Años	Número	Km.año	Incidentes/km.año
2006-2010	55	158790	3,464 10 ⁻⁴
2011-2015	41	167199	2,452 10 ⁻⁴
2016-2020	22	177875	1,237 10 ⁻⁴
2006-2020	118	503864	2,342 10 ⁻⁴

Tabla 14 – Frecuencia de falla primaria para diferentes períodos

7.1 Frecuencia de falla primaria por causa

En la Tabla 15 se muestra la frecuencia de falla primaria de las tres grandes causas de incidentes para diferentes períodos. Se observa para el período 2006-2020 que la frecuencia de falla primaria para hidrocarburos líquidos, en todos los casos es mayor (algo más del doble) que para gas natural.

Causa de falla	Frecuencia de falla primaria (incidentes/km.año)					
	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2006-2020		
				Gas	Líquidos	Total
Todas	3,464 10 ⁻⁴	2,452 10 ⁻⁴	1,237 10 ⁻⁴	1,892 10 ⁻⁴	4,661 10 ⁻⁴	2,342 10 ⁻⁴
Dependientes del tiempo	1,952 10 ⁻⁴	0,658 10 ⁻⁴	0,337 10 ⁻⁴	0,804 10 ⁻⁴	1,717 10 ⁻⁴	0,953 10 ⁻⁴
Estáticas o residentes	0,567 10 ⁻⁴	0,299 10 ⁻⁴	0,281 10 ⁻⁴	0,308 10 ⁻⁴	0,736 10 ⁻⁴	0,377 10 ⁻⁴
Independientes del tiempo	0,945 10 ⁻⁴	1,495 10 ⁻⁴	0,506 10 ⁻⁴	0,757 10 ⁻⁴	2,085 10 ⁻⁴	0,973 10 ⁻⁴
No especificada	0	0	0,112 10 ⁻⁴	0,024 10 ⁻⁴	0,123 10 ⁻⁴	0,040 10 ⁻⁴

Tabla 15 – Frecuencia de falla primaria por grupo de causa de falla para diferentes períodos

7.2 Frecuencia de falla primaria por principales sub causas

En la Tabla 16 se muestra la frecuencia de falla primaria de cada una de las sub causas de los incidentes ocurridos entre 2006 y 2020.

Sub causa de falla	Frecuencia de falla primaria (incidentes/km.año)					
	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2006-2020		
				Gas	Líquidos	Total
Corrosión externa	1,889 10 ⁻⁴	0,598 10 ⁻⁴	0,112 10 ⁻⁴	0,710 10 ⁻⁴	1,472 10 ⁻⁴	0,834 10 ⁻⁴
Corrosión Interna	0,063 10 ⁻⁴	0	0,056 10 ⁻⁴	0	0,245 10 ⁻⁴	0,040 10 ⁻⁴
Corrosión Bajo Tensión	0	0,060 10 ⁻⁴	0,056 10 ⁻⁴	0,047 10 ⁻⁴	0	0,040 10 ⁻⁴
Fragilización por hidrógeno	0	0	0,112 10 ⁻⁴	0,047 10 ⁻⁴	0	0,040 10 ⁻⁴
Falla manufactura de soldadura del caño	0,252 10 ⁻⁴	0,120 10 ⁻⁴	0,169 10 ⁻⁴	0,118 10 ⁻⁴	0,491 10 ⁻⁴	0,179 10 ⁻⁴
Falla en otras soldaduras de construcción	0,252 10 ⁻⁴	0,120 10 ⁻⁴	0,056 10 ⁻⁴	0,118 10 ⁻⁴	0,245 10 ⁻⁴	0,139 10 ⁻⁴
Falla en válvulas	0,063 10 ⁻⁴	0	0	0,024 10 ⁻⁴	0	0,020 10 ⁻⁴
Falla en sellos	0	0,060 10 ⁻⁴	0,056 10 ⁻⁴	0,047 10 ⁻⁴	0	0,040 10 ⁻⁴
Daño por contratista	0,063 10 ⁻⁴	0	0,112 10 ⁻⁴	0,071 10 ⁻⁴	0	0,060 10 ⁻⁴
Daño por tercero	0,630 10 ⁻⁴	1,376 10 ⁻⁴	0,337 10 ⁻⁴	0,686 10 ⁻⁴	1,227 10 ⁻⁴	0,774 10 ⁻⁴
Robo de fluido	0,252 10 ⁻⁴	0,120 10 ⁻⁴	0,056 10 ⁻⁴	0	0,859 10 ⁻⁴	0,139 10 ⁻⁴
Otras fallas	0	0	0,112 10 ⁻⁴	0,024 10 ⁻⁴	0,123 10 ⁻⁴	0,040 10 ⁻⁴

Tabla 16 – Frecuencia de falla primaria por principales sub causas de falla para diferentes períodos

7.3 Frecuencia de falla primaria por el tamaño del orificio de fuga

En la Tabla 17 se muestra la frecuencia de falla primaria por tamaño del orificio por el que se produjo la fuga, derrame o rotura para diferentes períodos.

Tamaño del orificio de fuga	Frecuencia de falla primaria (incidentes/km.año)					
	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2006-2020		
				Gas	Líquidos	Total
0 mm a < 2 mm	2,267 10 ⁻⁴	0,538 10 ⁻⁴	0,225 10 ⁻⁴	0,876 10 ⁻⁴	1,472 10 ⁻⁴	0,973 10 ⁻⁴
2 mm a < 6 mm	0,063 10 ⁻⁴	0,179 10 ⁻⁴	0	0,047 10 ⁻⁴	0,245 10 ⁻⁴	0,079 10 ⁻⁴
6 mm a < 20 mm	0,126 10 ⁻⁴	0,060 10 ⁻⁴	0,056 10 ⁻⁴	0	0,491 10 ⁻⁴	0,079 10 ⁻⁴
20 mm a < 40 mm	0,315 10 ⁻⁴	0,658 10 ⁻⁴	0,112 10 ⁻⁴	0,118 10 ⁻⁴	1,594 10 ⁻⁴	0,357 10 ⁻⁴
40 mm a < 110 mm	0,315 10 ⁻⁴	0,419 10 ⁻⁴	0,281 10 ⁻⁴	0,331 10 ⁻⁴	0,368 10 ⁻⁴	0,337 10 ⁻⁴
110 mm a corte completo	0,189 10 ⁻⁴	0,359 10 ⁻⁴	0,225 10 ⁻⁴	0,213 10 ⁻⁴	0,491 10 ⁻⁴	0,258 10 ⁻⁴
Corte completo	0,189 10 ⁻⁴	0,239 10 ⁻⁴	0,337 10 ⁻⁴	0,308 10 ⁻⁴	0	0,258 10 ⁻⁴

Tabla 17 – Frecuencia de falla primaria por principales sub causas de falla para diferentes períodos

7.4 Distribución de sub causas de incidentes por el tamaño del orificio de fuga para el período 2006-2020

En la Figura 19 se muestra la distribución de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 0 mm a menor de 2 mm en el período 2016-2020. En la Tabla 18 se muestra la cantidad y porcentaje correspondiente a cada sub-causa agrupadas por causa. Se puede observar que la mayor parte de las fugas para este tamaño de orificio corresponden a corrosión externa y a la vez, si consultamos la Tabla 12, que la mayoría de las fugas por corrosión externa y todas la por corrosión interna se produjeron a través de orificios de tamaño menor a 2 mm.

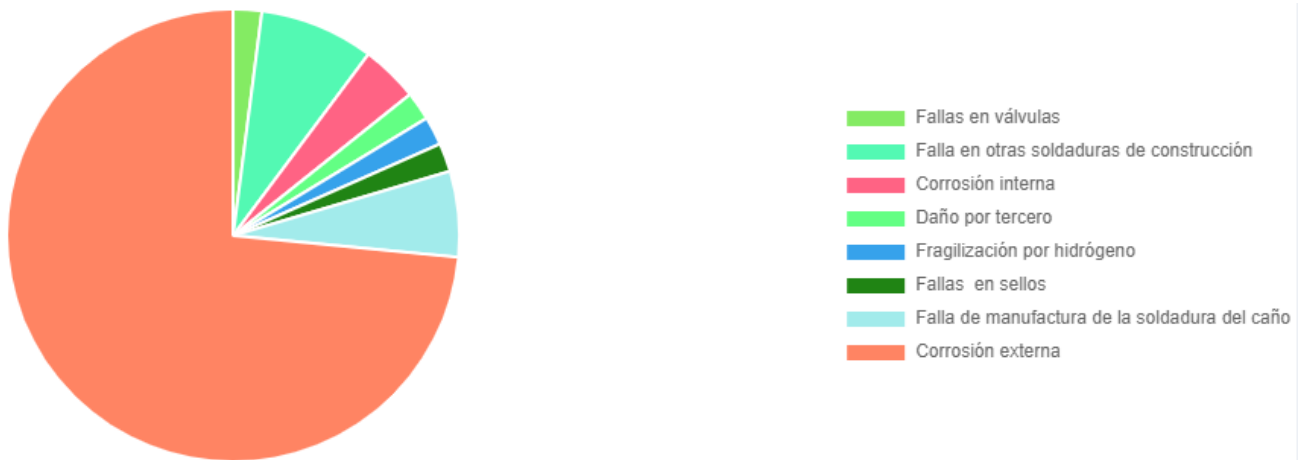


Figura 19 – Distribución de Incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 0 mm a < 2 mm para el período 2006-2020

Causa	Cantidad de Incidentes			
	Gas	Líquidos	Total	%
Corrosión externa	27	9	36	73,47
Corrosión interna	0	2	2	4,08
Fragilización por hidrógeno	1	0	1	2,04
Falla en otras soldaduras de construcción	3	1	4	8,16
Fallas en válvulas	1	0	1	2,04
Falla de manufactura de la sold. del caño	3	0	3	6,12
Fallas en sellos	1	0	1	2,04
Daño por tercero	1	0	1	2,04

Tabla 18 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 0 mm a < 2 mm para el período 2006-2020

En la Figura 20 se muestra la distribución de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 2 mm a menor de 110 mm en el período 2006-2020. En la Tabla 19 se muestra la cantidad y porcentaje correspondiente a cada sub-causa agrupadas por causa. Se puede observar que la mayor parte de las fugas para este tamaño de orificio corresponden a daño por tercero y a la vez, si consultamos la Tabla 12, que las fugas de daño por tercero y robo de fluido se produjeron a través de orificios de tamaño de 2 mm a menor de 110 mm.

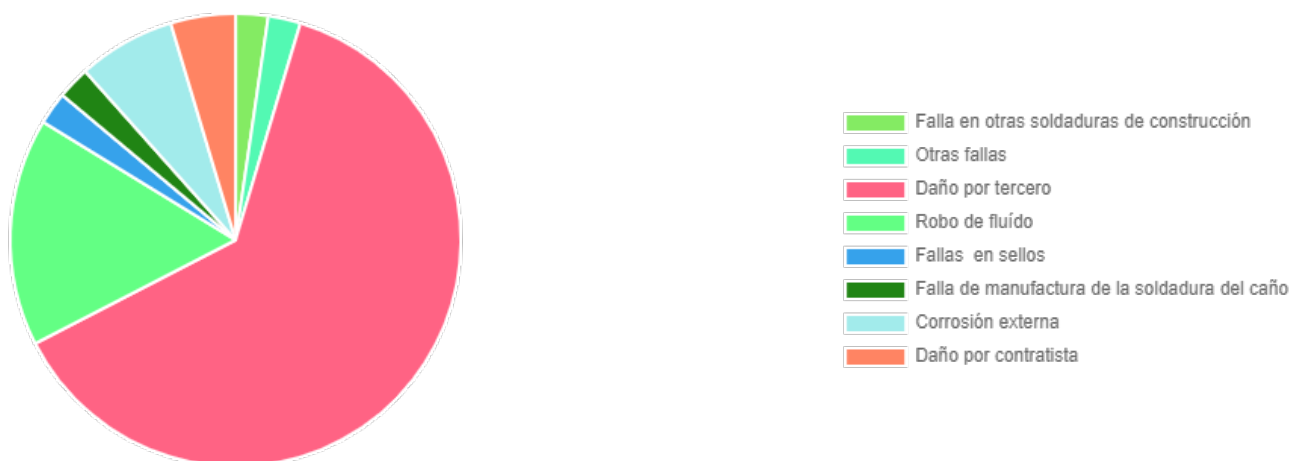


Figura 20 – Distribución de Incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 2 mm a < 110 mm para el período 2006-2020

Causa	Cantidad de Incidentes			
	Gas	Líquidos	Total	%
Corrosión externa	0	3	3	6,98
Falla de manufactura de la soldadura del caño	0	1	1	2,33
Falla en otras soldaduras de construcción	0	1	1	2,33
Fallas en sellos	1	0	1	2,33
Daño por tercero	18	9	27	62,79
Robo de fluido	0	7	7	16,28
Daño por contratista	2	0	2	4,65
Otras fallas	0	1	1	2,33

Tabla 19 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 2 mm a < 110 mm para el período 2006-2020

En la Figura 21 se muestra la distribución de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 110 mm a rotura en el período 2016-2020. En la Tabla 20 se muestra la cantidad y porcentaje correspondiente a cada sub-causa agrupadas por causa.

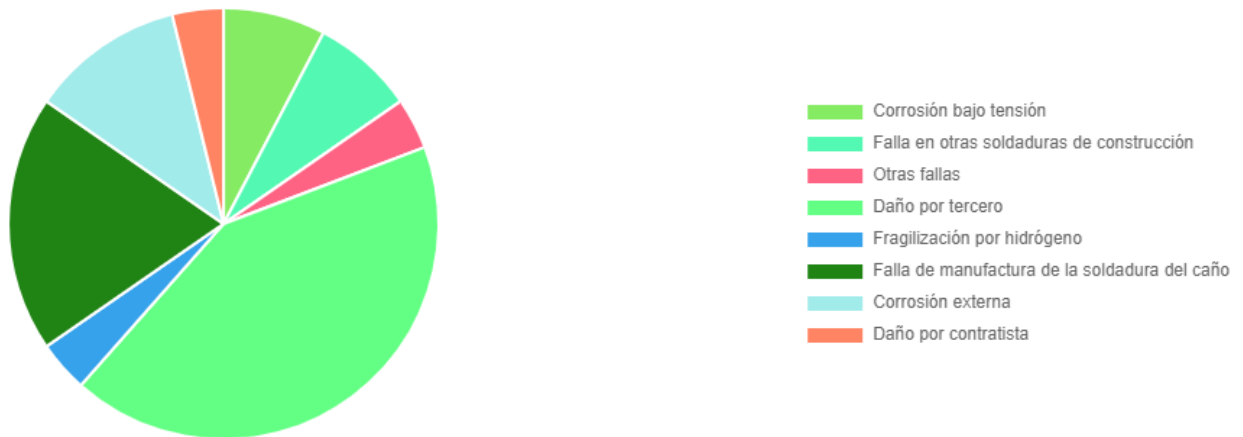


Figura 21 – Distribución de Incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 110 mm a rotura para el período 2006-2020

Causa	Cantidad de Incidentes			
	Gas	Líquidos	Total	%
Corrosión externa	3	0	3	11,54
Corrosión bajo tensión	2	0	2	7,69
Fragilización por hidrógeno	1	0	1	3,85
Falla en otras soldaduras de construcción	2	0	2	7,69
Falla de manufactura de la soldadura del caño	2	3	5	19,23
Daño por tercero	10	1	11	42,31
Daño por contratista	1	0	1	3,85

Tabla 20 – Cantidad y porcentaje de incidentes por sub-causa para tamaño de orificio de fuga de 110 mm a rotura para el período 2006-2020

7.5 Frecuencia de falla primaria por el tamaño del orificio de fuga y principales sub causas

En la Tabla 21 se muestra la frecuencia de falla primaria por tamaño del orificio por el que se produjo la fuga, derrame o rotura y por sub causa para el período 2006-2020.

Sub causa	Frecuencia de falla primaria (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Corrosión externa	0,715 10 ⁻⁴	0,060 10 ⁻⁴	0,060 10 ⁻⁴	0,710 10 ⁻⁴	1,472 10 ⁻⁴	0,834 10 ⁻⁴
Corrosión interna	0,040 10 ⁻⁴	0	0	0	0,245 10 ⁻⁴	0,040 10 ⁻⁴
Corrosión bajo tensión	0	0	0,040 10 ⁻⁴	0,047 10 ⁻⁴	0	0,040 10 ⁻⁴
Fragilización por hidrógeno	0,020 10 ⁻⁴	0	0,020 10 ⁻⁴	0,047 10 ⁻⁴	0	0,040 10 ⁻⁴
Falla en otras soldaduras de construcción	0,079 10 ⁻⁴	0,020 10 ⁻⁴	0,040 10 ⁻⁴	0,118 10 ⁻⁴	0,245 10 ⁻⁴	0,139 10 ⁻⁴
Fallas en válvulas	0,020 10 ⁻⁴	0	0	0,024 10 ⁻⁴	0	0,020 10 ⁻⁴
Falla de manufactura de la soldadura del caño	0,060 10 ⁻⁴	0,020 10 ⁻⁴	0,099 10 ⁻⁴	0,118 10 ⁻⁴	0,491 10 ⁻⁴	0,179 10 ⁻⁴
Fallas en sellos	0,020 10 ⁻⁴	0,020 10 ⁻⁴	0	0,047 10 ⁻⁴	0	0,040 10 ⁻⁴
Daño por tercero	0,020 10 ⁻⁴	0,476 10 ⁻⁴	0,218 10 ⁻⁴	0,687 10 ⁻⁴	1,227 10 ⁻⁴	0,774 10 ⁻⁴
Robo de fluido	0	0,139 10 ⁻⁴	0	0	0,859 10 ⁻⁴	0,139 10 ⁻⁴
Daño por contratista	0	0,040 10 ⁻⁴	0,020 10 ⁻⁴	0,071 10 ⁻⁴	0	0,060 10 ⁻⁴
Otras fallas	0	0	0,020 10 ⁻⁴	0,024 10 ⁻⁴	0,123 10 ⁻⁴	0,040 10 ⁻⁴

Tabla 21 –Frecuencia de falla primaria por el tamaño del orificio de fuga y subcausa para el período 2006-2020

8. Frecuencias de falla secundarias

8.1 Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto

En la Tabla 22 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 6 rangos de diámetro del ducto considerando todos los incidentes ocurridos en el período 2006-2020.

Diámetro	Frecuencia de falla secundaria (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
2" a 4"	0	0,252 10 ⁻⁴	1,009 10 ⁻⁴	1,299 10 ⁻⁴	0	1,262 10 ⁻⁴
6" a 10"	0,085 10 ⁻⁴	1,021 10 ⁻⁴	0,511 10 ⁻⁴	1,572 10 ⁻⁴	3,300 10 ⁻⁴	1,617 10 ⁻⁴
12" a 16"	1,225 10 ⁻⁴	2,072 10 ⁻⁴	0,283 10 ⁻⁴	0,798 10 ⁻⁴	5,104 10 ⁻⁴	3,580 10 ⁻⁴
18" a 22"	1,727 10 ⁻⁴	0	0,576 10 ⁻⁴	2,326 10 ⁻⁴	0	2,302 10 ⁻⁴
24" a 28"	4,559 10 ⁻⁴	1,030 10 ⁻⁴	0,588 10 ⁻⁴	6,245 10 ⁻⁴	0	6,177 10 ⁻⁴
30" a 36"	0,064 10 ⁻⁴	0,064 10 ⁻⁴	0,451 10 ⁻⁴	0,475 10 ⁻⁴	2,540 10 ⁻⁴	0,580 10 ⁻⁴

Tabla 22 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020

8.2 Frecuencia de falla por causas dependientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto

En la Tabla 23 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 6 rangos de diámetro del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas dependientes del tiempo, a sea los producidos por corrosión externa, corrosión interna, corrosión bajo tensión y fragilización por hidrógeno.

Diámetro	Frecuencia de falla secundaria por causas dependientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga			Fluido transportado		
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Gas	Líquidos	Total
2" a 4"	0	0	0	0	0	0
6" a 10"	0,085 10 ⁻⁴	0	0	0	3,300 10 ⁻⁴	0,085 10 ⁻⁴
12" a 16"	1,036 10 ⁻⁴	0,283 10 ⁻⁴	0	0,266 10 ⁻⁴	1,896 10 ⁻⁴	1,319 10 ⁻⁴
18" a 22"	0,576 10 ⁻⁴	0	0,576 10 ⁻⁴	1,163 10 ⁻⁴	0	1,151 10 ⁻⁴
24" a 28"	3,824 10 ⁻⁴	0	0,147 10 ⁻⁴	4,014 10 ⁻⁴	0	3,971 10 ⁻⁴
30" a 36"	0	0	0,258 10 ⁻⁴	0,271 10 ⁻⁴	0	0,258 10 ⁻⁴

Tabla 23 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo

8.3 Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto

En la Tabla 24 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 6 rangos de diámetro del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas estáticas o residentes, a sea los producidos por falla de manufactura de los materiales, fallas de construcción y fallas de sellos.

Diámetro	Frecuencia de falla secundaria por causas estáticas o residentes (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga			Fluido transportado		
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Gas	Líquidos	Total
2" a 4"	0	0	0	0	0	0
6" a 10"	0	0	0	0	0	0
12" a 16"	0,188 10 ⁻⁴	0,188 10 ⁻⁴	0,188 10 ⁻⁴	0,532 10 ⁻⁴	0,583 10 ⁻⁴	0,565 10 ⁻⁴
18" a 22"	0,576 10 ⁻⁴	0	0	0,582 10 ⁻⁴	0	0,576 10 ⁻⁴
24" a 28"	0,735 10 ⁻⁴	0,147 10 ⁻⁴	0,147 10 ⁻⁴	1,041 10 ⁻⁴	0	1,030 10 ⁻⁴
30" a 36"	0,064 10 ⁻⁴	0	0,193 10 ⁻⁴	0,136 10 ⁻⁴	2,540 10 ⁻⁴	0,258 10 ⁻⁴

Tabla 24 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes.

8.4 Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto

En la Tabla 25 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 6 rangos de diámetro del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas independientes del tiempo, a sea los producidos por daño por tercero, robo del fluido y daño por contratista.

Diámetro	Frecuencia de falla secundaria por causas independientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
2" a 4"	0	0,252 10 ⁻⁴	0,757 10 ⁻⁴	1,039 10 ⁻⁴	0	1,009 10 ⁻⁴
6" a 10"	0	1,021 10 ⁻⁴	0,511 10 ⁻⁴	1,572 10 ⁻⁴	0	1,447 10 ⁻⁴
12" a 16"	0	1,507 10 ⁻⁴	0,094 10 ⁻⁴	0	2,479 10 ⁻⁴	1,601 10 ⁻⁴
18" a 22"	0,576 10 ⁻⁴	0	0	0,581 10 ⁻⁴	0	0,576 10 ⁻⁴
24" a 28"	0	0,883 10 ⁻⁴	0,294 10 ⁻⁴	1,190 10 ⁻⁴	0	1,177 10 ⁻⁴
30" a 36"	0	0,064 10 ⁻⁴	0	0,068 10 ⁻⁴	0	0,064 10 ⁻⁴

Tabla 25 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo

8.5 Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el revestimiento del ducto

En la Tabla 26 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de revestimientos del ducto considerando todos los incidentes ocurridos en el período 2006-2020. Los grupos incluyen a los revestimientos citados en la Tabla 8. Los revestimientos de base asfáltica incluyen a los revestimientos asfalto, esmalte asfáltico aplicado sobre la zanja y aplicado en planta de revestimiento. Las cintas plásticas incluyen a las cintas plásticas aplicadas sobre la zanja y en planta de revestimiento. Los revestimientos extruidos incluyen a los polietilenos extruidos bicapa y tricapa. Los revestimientos epoxis incluyen a los epoxis fundido (FBE), líquido y bituminoso. Los revestimientos varios incluyen a las mantas termocontraíbles y a los otros.

Revestimiento	Frecuencia de falla secundaria (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Base asfáltica	1,911 10 ⁻⁴	1,633 10 ⁻⁴	0,717 10 ⁻⁴	3,814 10 ⁻⁴	5,414 10 ⁻⁴	4,261 10 ⁻⁴
Cinta plástica	0,181 10 ⁻⁴	0,181 10 ⁻⁴	0	0,362 10 ⁻⁴	0	0,362 10 ⁻⁴
Polietileno extruido	0	0,053 10 ⁻⁴	0,318 10 ⁻⁴	0,394 10 ⁻⁴	0	0,370 10 ⁻⁴
Epoxi	0	0	0	0	0	0
Varios	0	0	1,383 10 ⁻⁴	1,383 10 ⁻⁴	0	1,383 10 ⁻⁴

Tabla 26 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y revestimiento del ducto para el período 2006-2020.

8.6 Frecuencia de falla por causas dependientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el revestimiento del ducto

En la Tabla 27 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de revestimiento del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas dependientes del tiempo, a sea los producidos por corrosión externa, corrosión interna, corrosión bajo tensión y fragilización por hidrógeno.

Revestimiento	Frecuencia de falla secundaria por causas dependientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
				Gas	Líquidos	Total
Base asfáltica	1,553 10 ⁻⁴	0,120 10 ⁻⁴	0,199 10 ⁻⁴	1,824 10 ⁻⁴	1,995 10 ⁻⁴	1,872 10 ⁻⁴
Cinta plástica	0	0	0	0	0	0
Polietileno extruido	0	0	0,056 10 ⁻⁴	0,056 10 ⁻⁴	0	0,053 10 ⁻⁴
Epoxi	0	0	0	0	0	0
Varios	0	0	0	0	0	0

Tabla 27 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y revestimiento del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo

8.7 Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el revestimiento del ducto

En la Tabla 28 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de revestimiento del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas estáticas o residentes, a sea los producidos por falla de manufactura de los materiales, fallas de construcción y fallas de sellos.

Revestimiento	Frecuencia de falla secundaria por causas estáticas o residentes (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Base asfáltica	0,319 10 ⁻⁴	0,120 10 ⁻⁴	0,239 10 ⁻⁴	0,608 10 ⁻⁴	0,855 10 ⁻⁴	0,677 10 ⁻⁴
Cinta plástica	0,181 10 ⁻⁴	0	0	0,181 10 ⁻⁴	0	0,181 10 ⁻⁴
Polietileno extruido	0	0	0	0	0	0
Epoxi	0	0	0	0	0	0
Varios	0	0	0	0	0	0

Tabla 28 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y revestimiento del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes

8.8 Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el diámetro del ducto

En la Tabla 29 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de revestimiento del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas independientes del tiempo, a sea los producidos por daño por tercero, robo del fluido y daño por contratista.

Revestimiento	Frecuencia de falla secundaria por causas independientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
				Gas	Líquidos	Total
Base asfáltica	0,040 10 ⁻⁴	1,354 10 ⁻⁴	0,279 10 ⁻⁴	1,382 10 ⁻⁴	2,422 10 ⁻⁴	1,672 10 ⁻⁴
Cinta plástica	0	0,181 10 ⁻⁴	0	0,181 10 ⁻⁴	0	0,181 10 ⁻⁴
Polietileno extruido	0	0,053 10 ⁻⁴	0,212 10 ⁻⁴	0,282 10 ⁻⁴	0	0,265 10 ⁻⁴
Epoxi	0	0	0	0	0	0
Varios	0	0	1,383 10 ⁻⁴	1,383 10 ⁻⁴	0	1,383 10 ⁻⁴

Tabla 29 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo

8.9 Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y la tapada del ducto

En la Tabla 30 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 4 rangos de tapada del ducto considerando todos los incidentes ocurridos en el período 2006-2020. Los rangos son los incluidos en la Tabla 9.

Tapada cm	Frecuencia de falla secundaria (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido Transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Tapada < 80	0	10,35 10 ⁻⁴	0	10,35 10 ⁻⁴	0	10,35 10 ⁻⁴
80 ≤ Tapada < 100	0,809 10 ⁻⁴	0,255 10 ⁻⁴	0,426 10 ⁻⁴	1,493 10 ⁻⁴	0	1,490 10 ⁻⁴
100 ≤ Tapada < 120	3,536 10 ⁻⁴	1,515 10 ⁻⁴	1,010 10 ⁻⁴	5,287 10 ⁻⁴	7,623 10 ⁻⁴	6,061 10 ⁻⁴
Tapada ≥ 120	0,218 10 ⁻⁴	2,613 10 ⁻⁴	0,871 10 ⁻⁴	4,324 10 ⁻⁴	3,282 10 ⁻⁴	3,702 10 ⁻⁴

Tabla 30 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y tapada del ducto para el período 2006-2020

8.10 Frecuencia de falla por causas dependientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y la tapada del ducto

En la Tabla 31 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 4 rangos de tapada del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas dependientes del tiempo, a sea los producidos por corrosión externa, corrosión interna, corrosión bajo tensión y fragilización por hidrógeno.

Tapada cm	Frecuencia de falla secundaria por causas dependientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Tapada < 80	0	0	0	0	0	0
80 ≤ Tapada < 100	0,468 10 ⁻⁴	0	0,170 10 ⁻⁴	0,640 10 ⁻⁴	0	0,639 10 ⁻⁴
100 ≤ Tapada < 120	3,409 10 ⁻⁴	0	0,126 10 ⁻⁴	3,399 10 ⁻⁴	3,812 10 ⁻⁴	3,536 10 ⁻⁴
Tapada ≥ 120	0,109 10 ⁻⁴	0,327 10 ⁻⁴	0,109 10 ⁻⁴	0,270 10 ⁻⁴	0,729 10 ⁻⁴	0,544 10 ⁻⁴

Tabla 31 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y tapada del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo

8.11 Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y la tapada del ducto

En la Tabla 32 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 4 rangos de tapada del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas estáticas o residentes, a sea los producidos por falla de manufactura de los materiales, fallas de construcción y fallas de sellos.

Tapada cm	Frecuencia de falla secundaria por causas estáticas o residentes (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquido	Total	
Tapada < 80	0	0	0	0	0	0
80 ≤ Tapada < 100	0,298 10 ⁻⁴	0	0,128 10 ⁻⁴	0,426 10 ⁻⁴	0	0,426 10 ⁻⁴
100 ≤ Tapada < 120	0,126 10 ⁻⁴	0,253 10 ⁻⁴	0,126 10 ⁻⁴	0,567 10 ⁻⁴	0,381 10 ⁻⁴	0,505 10 ⁻⁴
Tapada ≥ 120	0,109 10 ⁻⁴	0,109 10 ⁻⁴	0,327 10 ⁻⁴	0	0,912 10 ⁻⁴	0,544 10 ⁻⁴

Tabla 32 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y tapada del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes

8.12 Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y la tapada del ducto

En la Tabla 33 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de revestimiento del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas independientes del tiempo, a sea los producidos por daño por tercero, robo del fluido y daño por contratista.

Tapada cm	Frecuencia de falla secundaria por causas independientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
				Gas	Líquidos	Total
Tapada < 80	0	10,35 10 ⁻⁴	0	10,35 10 ⁻⁴	0	10,35 10 ⁻⁴
80 ≤ Tapada < 100	0,043 10 ⁻⁴	0,256 10 ⁻⁴	0,128 10 ⁻⁴	0,427 10 ⁻⁴	0	0,426 10 ⁻⁴
100 ≤ Tapada < 120	0	1,263 10 ⁻⁴	0,631 10 ⁻⁴	1,133 10 ⁻⁴	3,430 10 ⁻⁴	1,894 10 ⁻⁴
Tapada ≥ 120	0	2,069 10 ⁻⁴	0,436 10 ⁻⁴	4,054 10 ⁻⁴	1,459 10 ⁻⁴	2,504 10 ⁻⁴

Tabla 33 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y diámetro del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo

8.13 Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto

En la Tabla 34 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de tapada del ducto considerando todos los incidentes ocurridos en el período 2006-2020.

Espesor de pared [mm]	Frecuencia de falla secundaria (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga – 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Espesor < 5	0	0,453 10 ⁻⁴	0,543 10 ⁻⁴	1,045 10 ⁻⁴	0	0,996 10 ⁻⁴
5 ≤ Espesor < 7,5	2,066 10 ⁻⁴	1,469 10 ⁻⁴	0,597 10 ⁻⁴	3,659 10 ⁻⁴	5,017 10 ⁻⁴	4131 10 ⁻⁴
7,5 ≤ Espesor < 10	0,261 10 ⁻⁴	0,392 10 ⁻⁴	0,457 10 ⁻⁴	1,114 10 ⁻⁴	0	1,110 10 ⁻⁴
10 ≤ Espesor < 12,5	0	0	0	0	0	0
Espesor ≥ 12,5	0	0	0	0	0	0

Tabla 34 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y espesor de la pared del ducto para el período 2006-2020

8.14 Frecuencia de falla por causas dependientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto

En la Tabla 35 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de espesor de pared del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas dependientes del tiempo, a sea los producidos por corrosión externa, corrosión interna, corrosión bajo tensión y fragilización por hidrógeno.

Espesor de pared mm	Frecuencia de falla secundaria por causas dependientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga – 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Espesor < 5	0	0	0	0	0	0
5 ≤ Espesor < 7,5	1,744 10 ⁻⁴	0,138 10 ⁻⁴	0,092 10 ⁻⁴	2,041 10 ⁻⁴	1,848 10 ⁻⁴	1,974 10 ⁻⁴
7,5 ≤ Espesor < 10	0,065 10 ⁻⁴	0	0,261 10 ⁻⁴	0,328 10 ⁻⁴	0	0,326 10 ⁻⁴
10 ≤ Espesor < 12,5	0	0	0	0	0	0
Espesor ≥ 12,5	0	0	0	0	0	0

Tabla 35 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y espesor de pared del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo

8.15 Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto

En la Tabla 36 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de espesor de pared del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas estáticas o residentes, a sea los producidos por falla de manufactura de los materiales, fallas de construcción y fallas de sellos.

Espesor de pared mm	Frecuencia de falla secundaria por causas estáticas o residentes (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga – 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Espesor < 5	0	0	0	0	0	0
5 ≤ Espesor < 7,5	0,275 10 ⁻⁴	0,138 10 ⁻⁴	0,275 10 ⁻⁴	0,633 10 ⁻⁴	0,792 10 ⁻⁴	0,689 10 ⁻⁴
7,5 ≤ Espesor < 10	0,196 10 ⁻⁴	0	0,065 10 ⁻⁴	0,262 10 ⁻⁴	0	0,261 10 ⁻⁴
10 ≤ Espesor < 12,5	0	0	0	0	0	0
Espesor ≥ 12,5	0	0	0	0	0	0

Tabla 36 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y espesor de pared del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes

8.16 Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto

En la Tabla 37 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de espesor de pared del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas independientes del tiempo, a sea los producidos por daño por tercero, robo del fluido y daño por contratista.

Espesor de pared mm	Frecuencia de falla secundaria por causas independientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga - 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
Espesor < 5	0	0,453 10 ⁻⁴	0,453 10 ⁻⁴	0,950 10 ⁻⁴	0	0,906 10 ⁻⁴
5 ≤ Espesor < 7,5	0,046 10 ⁻⁴	1,148 10 ⁻⁴	0,230 10 ⁻⁴	0,985 10 ⁻⁴	2,244 10 ⁻⁴	1,423 10 ⁻⁴
7,5 ≤ Espesor < 10	0	0,392 10 ⁻⁴	0,131 10 ⁻⁴	0,524 10 ⁻⁴	0	0,522 10 ⁻⁴
10 ≤ Espesor < 12,5	0	0	0	0	0	0
Espesor ≥ 12,5	0	0	0	0	0	0

Tabla 37 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y el espesor de pared del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo

8.17 Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y el grado del acero del ducto

En la Tabla 38 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de grados del acero del ducto considerando todos los incidentes ocurridos en el período 2006-2020.

Grado del acero	Frecuencia de falla secundaria (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga - 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
				Gas	Líquidos	Total
API 5L X42 y X46	1,059 10 ⁻⁴	2,036 10 ⁻⁴	0,570 10 ⁻⁴	1,514 10 ⁻⁴	6,788 10 ⁻⁴	3,666 10 ⁻⁴
API 5L X52 y X56	1,929 10 ⁻⁴	0,331 10 ⁻⁴	0,827 10 ⁻⁴	3,227 10 ⁻⁴	1,970 10 ⁻⁴	2,756 10 ⁻⁴
API 5L X60, X65 y X70	0,074 10 ⁻⁴	0	0,074 10 ⁻⁴	0,158 10 ⁻⁴	0	0,148 10 ⁻⁴
API 5L y ASTM Gr. A y B	0	0,373 10 ⁻⁴	0,373 10 ⁻⁴	0,778 10 ⁻⁴	0	0,746 10 ⁻⁴
Desconocido	0	9,313 10 ⁻⁴	0,931 10 ⁻⁴	10,24 10 ⁻⁴	0	10,24 10 ⁻⁴

Tabla 38 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020

8.18 Frecuencia de falla por causas dependientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el grado del acero del ducto

En la Tabla 39 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de grados de acero del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas dependientes del tiempo, a sea los producidos por corrosión externa, corrosión interna, corrosión bajo tensión y fragilización por hidrógeno.

Grado del acero	Frecuencia de falla secundaria por causas dependientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga – 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
				Gas	Líquidos	Total
API 5L X42 y X46	0,896 10 ⁻⁴	0,244 10 ⁻⁴	0	0,138 10 ⁻⁴	2,596 10 ⁻⁴	1,140 10 ⁻⁴
API 5L X52 y X56	1,543 10 ⁻⁴	0	0,276 10 ⁻⁴	1,986 10 ⁻⁴	0,492 10 ⁻⁴	1,819 10 ⁻⁴
API 5L X60, X65 y X70	0	0	0,074 10 ⁻⁴	0,079 10 ⁻⁴	0	0,074 10 ⁻⁴
API 5L y ASTM Gr. A y B	0	0	0	0	0	0
Desconocido	0	0	0	0	0	0

Tabla 39 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo

8.19 Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y el grado del acero del ducto

En la Tabla 40 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de grados del acero del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas estáticas o residentes, a sea los producidos por falla de manufactura de los materiales, fallas de construcción y fallas de sellos.

Grado del acero	Frecuencia de falla secundaria por causas estáticas o residentes (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
API 5L X42 y X46	0,163 10 ⁻⁴	0,163 10 ⁻⁴	0,163 10 ⁻⁴	0,275 10 ⁻⁴	0,799 10 ⁻⁴	0,489 10 ⁻⁴
API 5L X52 y X56	0,331 10 ⁻⁴	0,055 10 ⁻⁴	0,276 10 ⁻⁴	0,621 10 ⁻⁴	0,985 10 ⁻⁴	0,661 10 ⁻⁴
API 5L X60, X65 y X70	0,074 10 ⁻⁴	0	0	0,079 10 ⁻⁴	0	0,074 10 ⁻⁴
API 5L y ASTM Gr. A y B	0	0	0	0	0	0
Desconocido	0	0	0	0	0	0

Tabla 40 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes

8.20 Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y el grado del acero del ducto

En la Tabla 41 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 grupos de grado del acero del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas independientes del tiempo, a sea los producidos por daño por tercero, robo del fluido y daño por contratista.

Grado del acero	Frecuencia de falla secundaria por causas independientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga – 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
API 5L X42 y X46	0	1,548 10 ⁻⁴	0,326 10 ⁻⁴	0,963 10 ⁻⁴	3,195 10 ⁻⁴	1,874 10 ⁻⁴
API 5L X52 y X56	0,055 10 ⁻⁴	0,276 10 ⁻⁴	0,276 10 ⁻⁴	0,621 10 ⁻⁴	0,492 10 ⁻⁴	0,606 10 ⁻⁴
API 5L X60, X65 y X70	0	0	0	0	0	0
API 5L y ASTM Grado A y B	0	0,373 10 ⁻⁴	0,373 10 ⁻⁴	0,778 10 ⁻⁴	0	0,746 10 ⁻⁴
Desconocido	0	9,313 10 ⁻⁴	0,931 10 ⁻⁴	10,24 10 ⁻⁴	0	10,24 10 ⁻⁴

Tabla 41 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y grado del acero del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo

8.21 Frecuencia de falla por el tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto

En la Tabla 42 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de MAPO del ducto considerando todos los incidentes ocurridos en el período 2006-2020. No hay ductos en operación con MAPO entre 5 y 15 kg/cm² y ni incidentes en los ductos en operación con MAPO mayor a 85 kg/cm².

MAPO kg/cm ²	Frecuencia de falla secundaria (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga - 2006-2010					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
				Gas	Líquidos	Total
15 ≤ MAPO < 45	0,946 10 ⁻⁴	5,677 10 ⁻⁴	1,577 10 ⁻⁴	8,320 10 ⁻⁴	0	8,200 10 ⁻⁴
45 ≤ MAPO < 55	1,419 10 ⁻⁴	0	1,419 10 ⁻⁴	2,838 10 ⁻⁴	0	2,838 10 ⁻⁴
55 ≤ MAPO < 65	1,567 10 ⁻⁴	0,105 10 ⁻⁴	0,418 10 ⁻⁴	2,076 10 ⁻⁴	2,766 10 ⁻⁴	2,089 10 ⁻⁴
65 ≤ MAPO < 75	0,304 10 ⁻⁴	0,076 10 ⁻⁴	0,532 10 ⁻⁴	0,850 10 ⁻⁴	4,671 10 ⁻⁴	0,913 10 ⁻⁴
75 ≤ MAPO < 85	1,350 10 ⁻⁴	1,687 10 ⁻⁴	0	0	8,791 10 ⁻⁴	3,037 10 ⁻⁴

Tabla 42 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020

8.22 Frecuencia de falla por causas dependientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto

En la Tabla 43 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de MAPO del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas dependientes del tiempo, a sea los producidos por corrosión externa, corrosión interna, corrosión bajo tensión y fragilización por hidrógeno.

MAPO kg/cm ²	Frecuencia de falla secundaria por causas dependientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga – 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
				Gas	Líquidos	Total
15 ≤ MAPO < 45	0,315 10 ⁻⁴	0	0	0,320 10 ⁻⁴	0	0,315 10 ⁻⁴
45 ≤ MAPO < 55	0,710 10 ⁻⁴	0	0	0,710 10 ⁻⁴	0	0,710 10 ⁻⁴
55 ≤ MAPO < 65	1,358 10 ⁻⁴	0	0,261 10 ⁻⁴	1,597 10 ⁻⁴	2,766 10 ⁻⁴	1,619 10 ⁻⁴
65 ≤ MAPO < 75	0,152 10 ⁻⁴	0	0,076 10 ⁻⁴	0,155 10 ⁻⁴	4,671 10 ⁻⁴	0,228 10 ⁻⁴
75 ≤ MAPO < 85	1,350 10 ⁻⁴	0	0	0	3,907 10 ⁻⁴	1,350 10 ⁻⁴

Tabla 43 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas dependientes del tiempo

8.23 Frecuencia de falla por causas estáticas o residentes en función del tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto

En la Tabla 44 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de MAPO del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas estáticas o residentes, a sea los producidos por falla de manufactura de los materiales, fallas de construcción y fallas de sellos.

MAPO kg/cm ²	Frecuencia de falla secundaria por causas estáticas o residentes (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas				Líquidos	Total	
15 ≤ MAPO < 45	0,315 10 ⁻⁴	0	0,315 10 ⁻⁴	0,640 10 ⁻⁴	0	0,631 10 ⁻⁴
45 ≤ MAPO < 55	0,710 10 ⁻⁴	0	0,710 10 ⁻⁴	1,419 10 ⁻⁴	0	1,419 10 ⁻⁴
55 ≤ MAPO < 65	0,209 10 ⁻⁴	0,052 10 ⁻⁴	0,105 10 ⁻⁴	0,373 10 ⁻⁴	0	0,366 10 ⁻⁴
65 ≤ MAPO < 75	0,152 10 ⁻⁴	0	0	0,155 10 ⁻⁴	0	0,152 10 ⁻⁴
75 ≤ MAPO < 85	0	0,169 10 ⁻⁴	0	0	0,488 10 ⁻⁴	0,169 10 ⁻⁴

Tabla 44 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas estáticas o residentes

8.24 Frecuencia de falla por causas independientes del tiempo en función del tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto

En la Tabla 45 se muestra la frecuencia de falla secundaria relacionando el tamaño del orificio de fuga con 5 rangos de MAPO del ducto considerando solamente los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 debido a causas independientes del tiempo, a sea los producidos por daño por tercero, robo del fluido y daño por contratista.

MAPO kg/cm ²	Frecuencia de falla secundaria por causas independientes del tiempo (incidentes/km.año)					
	Tamaño del orificio de fuga – 2006-2020					
	< 2 mm	2 a < 110 mm	110 mm a rotura	Fluido transportado		
Gas Natural				Líquidos	Todos	
15 ≤ MAPO < 45	0,315 10 ⁻⁴	5,677 10 ⁻⁴	1,262 10 ⁻⁴	7,360 10 ⁻⁴	0	7,254 10 ⁻⁴
45 ≤ MAPO < 55	0	0	0,710 10 ⁻⁴	0,710 10 ⁻⁴	0	0,710 10 ⁻⁴
55 ≤ MAPO < 65	0	0,052 10 ⁻⁴	0,052 10 ⁻⁴	0,107 10 ⁻⁴	0	0,105 10 ⁻⁴
65 ≤ MAPO < 75	0	0,076 10 ⁻⁴	0,380 10 ⁻⁴	0,464 10 ⁻⁴	0	0,456 10 ⁻⁴
75 ≤ MAPO < 85	0	1,518 10 ⁻⁴	0	0	4,396 10 ⁻⁴	1,518 10 ⁻⁴

Tabla 45 – Frecuencia de falla secundaria por tamaño del orificio de fuga y MAPO del ducto para el período 2006-2020 considerando solo los producidos por causas independientes del tiempo

9. Consecuencias

9.1 Consecuencias de los incidentes ocurridos

En la Tabla 46 se muestra la cantidad de incidentes que en diferentes períodos han tenido explosiones e incendios, provocado daños a la propiedad de terceros o han resultado con personas heridas o fallecidas. La cantidad de personas heridas o fallecidas aparece entre paréntesis. Se puede observar que sobre 114 incidentes ocurridos en el período 2006-2020 en el 10,53% de los mismos se han producido explosiones, en 4,38% se han producido incendios, el 11,40% se han provocado daño a propiedad de terceros, en el 0,88% se han provocado heridas a personas y en el 0,88% se ha producido la muerte de personas.

	Cantidad de incidentes				
	1993-2020	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2006-2020
Explosión	33	2	4	6	12
Incendio	11	2	1	2	5
Daño a propiedad de terceros	17	2	9	2	13
Lesionados	1 (6)	0	1 (6)	0	1 (6)
Fallecidos	3 (12)	0	1 (2)	0	1 (2)

Tabla 46 - Cantidad de incidentes en los que hubo explosiones, incendios, daños a propiedad de terceros, personas heridas o fallecidas en diferentes períodos (entre paréntesis cantidad de personas)

9.2 Frecuencia de ocurrencia de incidentes con consecuencias

En la Tabla 47 se muestra la frecuencia de ocurrencia, en diferentes períodos, de incidentes en los que ha habido explosiones, incendios, se han provocado daños a la propiedad de terceros o han resultado personas heridas o fallecidas.

La frecuencia de ocurrencia de personas heridas en los incidentes ocurridos en el período 2006-2020 y la frecuencia de ocurrencia de fallecidos en el mismo período es $0,040 \times 10^{-4}$ fallecidos/km.año.

Consecuencia	Frecuencia de ocurrencia					
	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2006-2020		
				Gas	Líquidos	Total
Explosión	$0,126 \times 10^{-4}$	$0,239 \times 10^{-4}$	$0,538 \times 10^{-4}$	$0,213 \times 10^{-4}$	0	$0,238 \times 10^{-4}$
Incendio	$0,126 \times 10^{-4}$	$0,060 \times 10^{-4}$	$0,112 \times 10^{-4}$	$0,118 \times 10^{-4}$	0	$0,099 \times 10^{-4}$
Daño a propiedad de terceros	$0,126 \times 10^{-4}$	$0,538 \times 10^{-4}$	$0,112 \times 10^{-4}$	$0,308 \times 10^{-4}$	0	$0,258 \times 10^{-4}$
Lesionados	0	$0,060 \times 10^{-4}$	0	$0,024 \times 10^{-4}$	0	$0,020 \times 10^{-4}$
Fallecidos	0	$0,060 \times 10^{-4}$	0	$0,024 \times 10^{-4}$	0	$0,020 \times 10^{-4}$

Tabla 47 – Frecuencia de ocurrencia en diferentes períodos de incidentes en los que haya habido explosiones, incendios, daños a propiedad de terceros, personas heridas o fallecidas

10. Conclusiones

- RIDA es hoy una base de datos de incidentes de fugas, derrames y roturas en servicio en 37452 km de ductos de transporte de gas natural e hidrocarburos líquidos en Argentina, con una exposición acumulada de 844868 km-año.
- Existen 350 incidentes reportados en el período 1993-2020.
- La frecuencia de falla para el período 2006-2020 es $2,342 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año, lo que equivale a 0,234 incidentes por año por cada 1000 km de ductos en operación.
- En el período 2006-2020 la frecuencia de falla se ha reducido notablemente. En el quinquenio 2006-2020 resultó $3,464 \times 10^{-4}$, en el período 2011-2015 resultó $2,452 \times 10^{-4}$ y en el período 2016-2020 resultó $1,237 \times 10^{-4}$, el 36% de la frecuencia de falla del quinquenio inicial.
- La principal causa de incidentes en el período 2006-2020 estuvo igualada entre corrosión externa y daños por terceros más daño por contratista, para los cuales la frecuencia de falla resultó $0,834 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año para cada uno.
- La principal causa de incidentes en el período 2016-2020 fue daños por terceros más daño por contratista, para los cuales la frecuencia de falla resultó $0,449 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año. La frecuencia de falla por corrosión externa resultó $0,112 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año.
- La frecuencia de falla para ductos revestidos con revestimientos asfálticos para el período 2006-2020 resultó $4,062 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año, alrededor de 11 veces mayor que para revestimientos de cinta plástica o de polietileno extruido.
- La frecuencia de ocurrencia de incidentes donde se produjeron explosiones, para el período 2006-2020, resultó $0,238 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año, lo que equivale a 0,024 incidentes por año por cada 1000 km de ductos en operación.
- La frecuencia de ocurrencia de incidentes donde se produjeron daños a la propiedad de terceros, para el período 2006-2020, resultó $0,258 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año, lo que equivale a 0,026 incidentes por año por cada 1000 km de ductos en operación.
- La frecuencia de ocurrencia de incidentes donde se produjeron incendios, para el período 2006-2020, resultó $0,099 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año, lo que equivale a 0,01 incidentes por año por cada 1000 km de ductos en operación.
- La frecuencia de ocurrencia de incidentes donde resultaron personas heridas, para el período 2006-2020, resultó $0,020 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año, lo que equivale a 0,002 incidentes por año por cada 1000 km de ductos en operación. La frecuencia de cantidad de personas heridas resultó $0,120 \times 10^{-4}$ heridos/km.año lo que equivale a 0,012 personas heridas por año por cada 1000 km de ductos en operación.

- La frecuencia de ocurrencia de incidentes donde resultaron personas fallecidas, para el período 2006-2020, resultó $0,020 \times 10^{-4}$ incidentes por km.año, lo que equivale a 0,002 incidentes por año por cada 1000 km de ductos en operación. La frecuencia de cantidad de personas fallecidas resultó $0,040 \times 10^{-4}$ fallecidos/km.año lo que equivale a 0,004 personas fallecidas por año por cada 1000 km de ductos en operación.
- RIDA se construyó con el soporte de IAPG, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas y la colaboración de 12 Empresas transportistas de hidrocarburos líquidos y gas natural que decidieron aunar esfuerzos.