

	Proyecto: ESTUDIO CONCEPTUAL DE GASODUCTOS GPNK		Rev.: A
	Fase: INGENIERÍA CONCEPTUAL	Fecha de emisión:	15/02/22
Página 1 de 24			

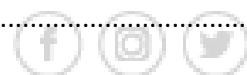
ESTUDIO CONCEPTUAL GASODUCTO PRESIDENTE NESTOR KIRCHNER

INFORME

A	15/02/2022	EMISIÓN PARA INFORMACIÓN	RC	RMC	AP
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARÓ	REVISÓ	APROBÓ

ÍNDICE

1	OBJETIVO.....	3
2	NORMA DE APLICACIÓN.....	3
3	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE.....	13
4	Parametros de Operación	14
5	Calculos DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE	16
5.1	ESCENARIO A: CAÑO DE Ø36"	16
5.2	ESCENARIO B: CAÑO DE Ø30"	17
5.3	ESCENARIO C: CAÑO DE Ø24"	17
5.4	ESCENARIO D: CAÑO DE Ø20"	18
5.5	RESUMEN DE RESULTADOS	18
6	DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS	19
7	CONCLUSIÓN.....	21



/econojournal

ECONO
JOURNAL

ECONOMÍA
ENERGÍA
MINERÍA

1 OBJETIVO

El objeto de este informe es demostrar que el análisis técnico -económico óptimo para lograr alcanzar los objetivos establecidos en el DNU 76/2022 en lo concerniente a realizar una obra que permita el transporte de 40 MMm³/d de gas natural redundando en un gasoducto de Ø36".

2 NORMA DE APLICACIÓN

Las obras destinadas al transporte de gas natural que forman para la prestación de un servicio público se encuadran dentro de lo establecido en la NORMA ARGENTINA DE GAS - NAG 100.

En la norma se establecen parámetros mínimos de seguridad que deben cumplir las obras, siendo uno de los primeros puntos que desarrolla esta norma es la definición de la "Clase de Trazado", "Factores de diseño" y "Cálculo de espesores", las cuales se transcriben a los efectos de tenerlas presentes en el desarrollo del documento.


SECCION 5 - CLASE DE TRAZADO

- a) La clase de trazado costa adentro está determinada por la aplicación del criterio expuesto en esta sección: la unidad de clase de trazado es una superficie que se extiende 200 metros a cada lado del eje longitudinal de un tramo continuo de gasoducto de 1 600 metros. Excepto lo previsto en párrafos d) 2) y f) de esta sección, la clase de trazado queda determinada por la cantidad de edificios dentro de la unidad de clase de trazado. Para los propósitos de esta sección, cada unidad de vivienda en un edificio de múltiples viviendas deberá ser contada como edificio separado destinado a ocupación humana.
- b) Clase 1 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que contiene 10 o menos unidades de vivienda destinadas a ocupación humana. También corresponden a clase 1 los trazados costa afuera.
- c) Clase 2 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que tiene más de 10, pero menos de 46 unidades de vivienda destinadas a ocupación humana.
- d) Clase 3 de trazado corresponde a:
 - 1) cualquier unidad de clase de trazado que contiene 46 o más unidades de vivienda destinadas a ocupación humana, o
 - 2) una zona donde la cañería está colocada dentro de los 100 metros de cualquiera de los siguientes casos:
 - i) un edificio que es ocupado por 20 o más personas durante el uso Normal;
 - ii) una pequeña área abierta, bien definida, que es ocupada por 20 o más personas durante el uso normal, tales como un campo de deportes o juegos, zona de recreación, teatros al aire libre u otro lugar de reunión pública.
- e) Clase 4 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado donde predominen edificios con cuatro o más pisos sobre el nivel de terreno.

- f) Los límites de las clases de trazado determinadas de acuerdo con los párrafos a) hasta e) de esta sección pueden ser ajustados como sigue:
- 1) una clase 4 de trazado finaliza a 200 m del edificio más próximo de cuatro o más pisos sobre el nivel del terreno;
 - 2) cuando un grupo de edificios destinados a ocupación humana requiere una clase 3 de trazado, ésta finalizará a 200 metros de los edificios más próximos del grupo;
 - 3) cuando un grupo de edificios destinados a ocupación humana requiere una clase 2 de trazado, ésta finalizará a 200 metros de los edificios más próximos del grupo.

SECCION 111 - FACTOR DE DISEÑO (F) PARA CAÑOS DE ACERO

- a) Excepto lo dispuesto en los párrafos b), c) y d) de esta sección, el factor de diseño a usarse en la fórmula de la sección 105 se determinará de acuerdo con la tabla siguiente:



CLASE DE TRAZADO	FACTOR DISEÑO (F)
1	0,72
2	0,60
3	0,50
4	0,40

- b) Un factor de diseño de 0,60 o menor debe ser usado en la fórmula de diseño en sección 105 para caño de acero en clase 1 de trazado que:
- 1) cruce sin camisa la servidumbre de un camino público sin mejoras;
 - 2) cruce sin camisa o corra paralelo en la servidumbre de cualquier camino de superficie dura, ruta, calle pública o ferrocarril;
 - 3) esté soportado por un puente para vehículos, peatonal, ferroviario o para cañería; o

- 4) sea usado en fabricación de conjuntos (incluyéndose separadores, conjunto para válvulas de líneas principales, conexiones en cruces y colectores de cruces de ríos), o usado dentro de los 5 diámetros de cañería, en cualquier dirección desde el último accesorio de un conjunto fabricado, que no sea una pieza de transición o un codo usado en lugar de una curva que no está asociado con un conjunto fabricado.
- c) Deberá usarse para clase 2 de trazado, un factor de diseño de 0,50 o menor, en la fórmula de cálculo de la sección 105 para los casos en que un caño de acero sin camisa cruce la servidumbre de un camino de superficie compactada (dura), una ruta, una calle pública o un ferrocarril.
- d) Deberá usarse, para clases 1 ó 2 de trazado, un factor de diseño de 0,50 o menor, en la fórmula de la sección 1 05 para:
1. Caños de acero en plantas compresoras, trampas de "scraper", plantas de regulación o de medición, de acuerdo a:
 - 1.1. Hasta un radio de 200 m desde la instalación de superficie de importancia más cercana al gasoducto, en plantas compresoras; y hasta el cerco de alambrado industrial olímpico en las trampas de "scraper", plantas de regulación y de medición, instaladas aisladamente en la línea.
 - 1.2. Se aplicará el mismo criterio de diseño que el señalado en 1.1. para plantas que operen con combustibles, plantas de almacenamiento de combustibles, plantas de tratamiento de gas natural y otras instalaciones cuya actividad propia conlleve riesgos potenciales.
 - 1.3. El tramo comprendido, 50 m antes y después del cruce con electroductos de 500 kV o más.
 2. Caño de acero, incluyendo la acometida, en una plataforma costa afuera, o en aguas navegables interiores.

MATERIAL DE GUIA

1. INTRODUCCION

Las siguientes tablas sirven como guía para las aplicaciones del factor de diseño (F) para caño de acero.

2. EJEMPLOS DE SITUACIONES DONDE SE USA EL FACTOR DE DISEÑO (F) PARA CAÑO DE ACERO

TABLA 111 i

FACTOR DE DISEÑO F (Ver Sección 105)			
0,72	0,60	0,50	0,40
Servidumbres privadas en clase 1 de trazado	Servidumbres privadas En clase 2 de trazado	Servidumbres privadas en clase 3 de trazado	En todas las clases 4 de trazado
Invasiones parciales sobre:	Invasiones paralelas Sobre:	Invasiones paralelas sobre:	
(i) Caminos privados en clase 1 de trazado.	(i) Caminos privados en Clase 2 de trazado.	(i) Caminos privados en clase 3 de trazado.	
(ii) Caminos no mejorados en clase 1 de trazado.	(ii) Caminos públicos No mejorados en clase 2 de trazado.	(ii) Caminos públicos no mejorados en clase 3 de trazado.	
	(iii) Caminos de Superficie dura, Autopistas o calles	(iii) Caminos de superficie dura, autopistas o calles	

	Públicas ferrocarriles En clases 1 y 2.	y	públicas ferrocarriles en clase 3.	y
Cruces sin camisa de caminos privados en clase 1 de trazado.	Cruces sin camisa de: (i) Caminos privados en Clase 2 de trazado. (ii) Caminos públicos No mejorados en clase 1 y 2 de trazado. (iii) Caminos de Superficie dura, Autopistas o calles Públicas y ferrocarriles En clase 1 de trazado.	y	Cruces sin camisa de: (i) Caminos privados en clase 3 de trazado. (ii) Caminos públicos no mejorados en clase 3 de trazado. (iii) Caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clases 2 y 3 de trazado.	y
Cruces encamisados de caminos públicos no mejorados, caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clase 1 de trazado.	Cruces encamisados de Caminos de superficie Dura, autopistas o Calles públicas y Ferrocarriles en clase 2 De trazado.	y	Cañerías de plantas de compresoras, reguladores y de medición en clase 1, 2 y 3 de trazado.	y
	En puentes en clases 1 Y 2 de trazado.		En plataformas costa	



ECONOMÍA
JOURNAL

ECONOMÍA
ENERGÍA
MINERÍA

	<p>Conjuntos soldados en Gasoductos en clase 1 y 2 de trazado</p> <p>(Ver 1 1 1 (b) (4).</p>	<p>afuera o aguas navegables interiores,</p> <p>incluyendo acometidas, en clases 1, 2 y 3 de trazado.</p>	
--	--	---	--



/econojournal

ECONO
JOURNAL

ECONOMÍA
ENERGÍA
MINERÍA

3. TABULACION DE REQUISITOS PARA EL FACTOR DE DISEÑO (F) PARA CAÑO DE ACERO INVOLUCRADO EN CAMINOS Y FERROCARRILES

3.1 Factor de diseño (F) para invasiones paralelas de gasoductos y cañerías principales en caminos y ferrocarriles.

TABLA 1 1 1 ii

TIPO DE VIA DE COMUNICACION	CLASE 1 TRAZADO	CLASE 2 TRAZADO	CLASE 3 TRAZADO	CLASE 4 TRAZADO
Caminos privados.	0,72	0,60	0,50	0,40
Caminos públicos no mejorados.	0,72	0,60	0,50	0,40
Caminos de superficie dura, autopistas o caminos públicos y ferrocarriles.	0,60	0,60	0,50	0,40

3.2 Factor de diseño (F) para gasoductos y cañerías principales que cruzan caminos y ferrocarriles.

TABLA 1 1 1 iii

TIPO DE VIA DE COMUNICACION	CLASE 1 TRAZADO	CLASE 2 TRAZADO	CLASE 3 TRAZADO	CLASE 4 TRAZADO
------------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Caminos privados.	0,72	0,60	0,50	0,40
Caminos públicos no mejorados.	0,72 c/camisa 0,60 s/camisa	0,60	0,50	0,40
Caminos de superficie dura, autopistas o caminos públicos y ferrocarriles.	0,72 c/camisa 0,60 s/camisa	0,60 c/camisa 0,50 s/camisa	0,50	0,40

SECCION 113 - FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL (E) PARA CAÑO DE ACERO



/econojournal

El factor de junta longitudinal a usarse en la fórmula de diseño de la sección 105 se determinará de acuerdo con la tabla siguiente:

ECONO
JOURNAL

ECONOMÍA
ENERGÍA
MINERÍA

ESPECIFICACION	CLASE DE CAÑO	FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL (E)
IRAM-IAS U500-2613 (*)	Sin costura	1,00
	Soldado por resistencia eléctrica	1,00
	Soldado a tope en horno	0,60

ASTM A 106	Sin costura	1,00
ASTM A 333	Sin costura	1,00
	Soldado eléctricamente	1,00
ASTM A 381	Soldado por doble arco	
	Sumergido	1,00
ASTM A 671	Soldado por fusión eléctrica	1,00
ASTM A 672	Soldado por fusión eléctrica	1,00
ASTM A 691	Soldado por fusión eléctrica	1,00
API SL	Sin costura	1,00
	Soldado por resistencia eléctrica	1,00
	Soldado por destello eléctrico	1,00
	Soldado a tope en horno	0,60
OTROS	Caño mayor de 101 mm.	0,80
OTROS	Caño de 101 mm. o menor	0,60

(*) Corresponde a la ASTM A 53

Si el tipo de junta longitudinal no puede ser determinado, el factor de junta a ser usado no debe exceder los indicados en "Otros".

MATERIAL DE GUIA

La fabricación de caño soldado a solapa en horno se interrumpió, por lo cual se eliminó dicho proceso de la A PI-5L en 1962.

SECCION 1 1 5 - FACTOR DE VARIACION POR TEMPERATURA (T) PARA CAÑOS DE ACERO

El factor de temperatura a usarse en la fórmula de diseño de la sección 105 se determinará como sigue:

TEMPERATURA DEL GAS EN	FACTOR DE REDUCCION POR TEMPERATURA (T)
-------------------------------	--

°C	°F	
121 o menos	250 o menos	1,00
149	300	0,967
177	350	0,933
204	400	0,900
232	450	0,867

Para temperaturas intermedias del gas, el factor se determina por interpolación.



SECCION 105 - FORMULA DE CALCULO PARA CAÑO DE ACERO

a) La presión de diseño para caños de acero se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{2 S x t}{D} x F x E x T$$

P = Presión de diseño en megapascal.

S = Tensión de fluencia en megapascal determinada de acuerdo con la sección 107.

D = Diámetro nominal exterior de la cañería en milímetros.

t = Espesor nominal de pared de la cañería en milímetros. Si es desconocido, se determinará de acuerdo con la sección 109.

El espesor adicional de pared requerido por cargas concurrentes externas de acuerdo con la sección 103, puede no ser incluido en el cálculo de la presión de diseño.

F = Factor de diseño determinado de acuerdo con la sección 111.

E = Factor de junta longitudinal determinado de acuerdo con la sección 113.

T = Factor de temperatura determinado de acuerdo con la sección 115.

En el caso particular que motiva el documento, tenemos también que mencionar que para el dimensionamiento de las cañerías se utilizan fórmulas que permiten predecir el comportamiento que tendrá el sistema en las condiciones de trabajo solicitadas.

3 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Existen varias ecuaciones aceptadas por la doctrina en la materia para calcular el transporte de gas natural por cañería ya que han habido varias versiones/correcciones y simplificaciones de acuerdo a diámetro y presiones.

A fin de exponer una sencilla y simplificada ecuación general de flujo se transcribe una ecuación seleccionada a título ejemplificativo:

$$P_1^2 - P_2^2 = 51,5 \times s \times L_e \times Q^{1,82} \times D^{-4,82}$$

/econojournal

De dicha fórmula, es posible comprender conceptualmente el diseño de la presión máxima a adoptar .

Esta ecuación fue mejorada con mayor precisión para tuberías grandes como la que nos ocupa en esta Primera Etapa, introduciendo los conceptos de Fricción o Eficiencia (dado por el número de Reynolds que define el cómo es el flujo, si laminar o turbulento); coeficiente de compresibilidad (que es el que nos dice que estamos en presencia de un gas real y no ideal), si hay diferencia en las alturas piezométricas de salida y llegada también, y la temperatura. Todo se detalla en las unidades de cada término correspondiente o sin unidades como es el caso del factor z de compresibilidad, precisada por Panhandle.

A modo de ejemplo se transcribe la fórmula de Panhandle, utilizada comúnmente para gasoductos de larga trayectoria en diámetros superiores a los Ø24" Dn

$$Q_b = 737 \left(\frac{T_b}{P_b} \right)^{1.020} \left[\frac{P_1^2 - P_2^2 - 0.0375G(h_2 - h_1) \frac{P_{avg}^2}{Z_{avg} T_{avg}}}{G^{0.961} L T_{avg} Z_{avg}} \right]^{0.516} D^{2.530} \quad [A]$$

$$Q_b = 737 \left(\frac{T_b}{P_b} \right)^{1.020} \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2 e^S) S}{G^{0.961} L T_{avg} Z_{avg} (e^S - 1)} \right]^{0.516} D^{2.530} \quad [B]$$

[B] es la ecuación simplificada para los ductos donde la diferencia de alturas entre sus extremos no es relevante.

Lo importante para esta instancia conceptual, resulta que podemos advertir que las diferencias cuadráticas de las presiones P1 y P2, son directamente proporcionales a la longitud de la cañería L, al caudal Q que se quiere transportar elevado a una potencia de 1,82; e inversamente proporcional al diámetro interno de la cañería D y este elevado a potencia de 4,82. En donde, P1 es la presión de cabecera y P2 es la presión de llegada.

Esto, claramente, indica y advierte que las caídas de presión (que no son lineales sino cuadráticas) van incrementándose a medida que tenemos un gasoducto de transporte de mayor longitud. Esta diferencia sí es lineal con la longitud.

También la caída de presión o mejor dicho su diferencia, entre la de cabecera y llegada, es mayor a medida que queremos transportar más, y con el aditamento que el crecimiento de esa diferencia cuadrática de presiones va creciendo casi cuadráticamente (1,82) a medida que aumenta el caudal que queremos transportar. Esto significa que, a mayor caudal, mayor es la pérdida de carga o presión.

NO FORMA PARTE DEL ESTUDIO EL ANÁLISIS DE LAS COMPRESORAS que se necesitan para lograr alcanzar ese volumen, se incorporan al cálculo al solo efecto de realizar los cálculos. No es parte del estudio ni las características técnicas ni las etapas en las cuales se deberán construir, todo ese tipo de consideraciones deberán ser estudiadas en una etapa posterior de acuerdo con la evolución de la disponibilidad de gas y demás consideraciones.

4 PARAMETROS DE OPERACIÓN

Tomando los resultados que se desprenden de la ecuación de transporte de los fluidos y de la aplicación de la NAG 100 podemos ir definiendo las características de la cañería para este proyecto, junto con otras condiciones de borde que hacen a la viabilización del proyecto

Considerando en el lugar de ingreso al sistema de TGS en la Provincia de Buenos Aires la presión del gas natural transportado por el GPNK debe ser superior a la Máxima Presión de Transporte del Sistema de TGS en Salliqueló para garantizar su ingreso, motivo por el cual se adopta una presión mayor a 70 kg/cm².

El mayor diámetro utilizado para algunos gasoductos del sistema de transporte en la Argentina es de Ø36" Dn, eso también es tomado como una limitación en cuanto a su concepción, la no existencia de antecedentes de instalaciones de mayor diámetro que Ø36" y un mercado no preparado para el abastecimiento de materiales conllevarían a hacer imposible la realización de la obra en los términos que se infiere del DNU.

Si se despeja la presión en cabecera a la cual deba ingresar el volumen de 40 MM m³/d sin compresión intermedia nos encontramos que esa presión supera los valores normales de operación tanto para la cañería como para los accesorios.

Atendiendo a esas consideraciones de materialización de los insumos, de la logística y de la instalación se adoptó que el diámetro sea de Ø36" y los accesorios sean fabricados en Serie #600, los cuales son aptos para operar hasta presiones máximas de operación de 101 kg/cm² (M) (según la temperatura máxima permitida).

En el desarrollo del documento que demuestra que la cañería de Ø36" es la opción recomendable para este proyecto sólo haremos unos cálculos hidráulicos y su comparación presupuestaria con otros proyectos que cumplan las condiciones de transporte solicitadas en el GPNK (40 MM m³/d) pero con diámetros menores al seleccionado que es de Ø36". Al mismo tiempo para su simplificación solo consideraremos la cañería predominante en el trazado (o cañería liviana) desestimando aquellos tramos que por temas normativos se deba utilizar mayores espesores respondiendo a temas de seguridad impuestos en la NAG 100.

De acuerdo a la NAG 100 en su sección 105 para una clase de trazado "Clase 1" adoptando una presión en cabecera de 98 kg/cm²



$$P = \frac{2 S x t}{D} x F x E x T$$

ECONO
JOURNAL



P = Presión de diseño = 98 kg/cm².

S = Tensión de fluencia = 70.000 psi.

D = Diámetro nominal exterior de la cañería Ø36", Ø30" Ø24" Ø20"

t = Espesor nominal de pared de la cañería

F = Factor de diseño = 0.72

E = Factor de junta longitudinal = 1

T = Factor de temperatura determinado =1

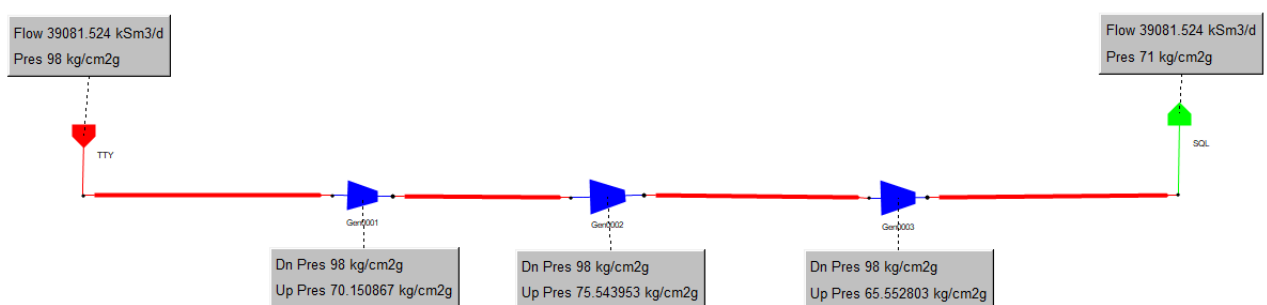
	Unidad	Escenario A	Escenario B	Escenario C	Escenario D
Diámetro	<i>pulgadas</i>	36	30	24	20
MAPO	<i>kg/cm²</i>	98	98	98	98
Tensión de Fluencia	<i>PSI</i>	70.000	70.000	70.000	70.000
Factor de Diseño		0.72	0.72	0.72	0.72
Espesor teórico	<i>mm</i>	12.64	10.53	8.43	7.02
Espesor comercial adoptado	<i>mm</i>	12.7	11.1	8.7	7.1

5 CALCULOS DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE

5.1 ESCENARIO A: CAÑO DE Ø36"

En el siguiente diagrama puede observarse que la capacidad de transporte de un caño de Ø36" con compresión es de alrededor de 39 MMm³/d. Este cálculo adopta las condiciones de borde asumiendo que la presión en cabecera es coincidente con el límite de serie #600 y considerando en la llegada una presión superior a la máxima presión de operación del sistema existente (lo cual garantiza su ingreso).

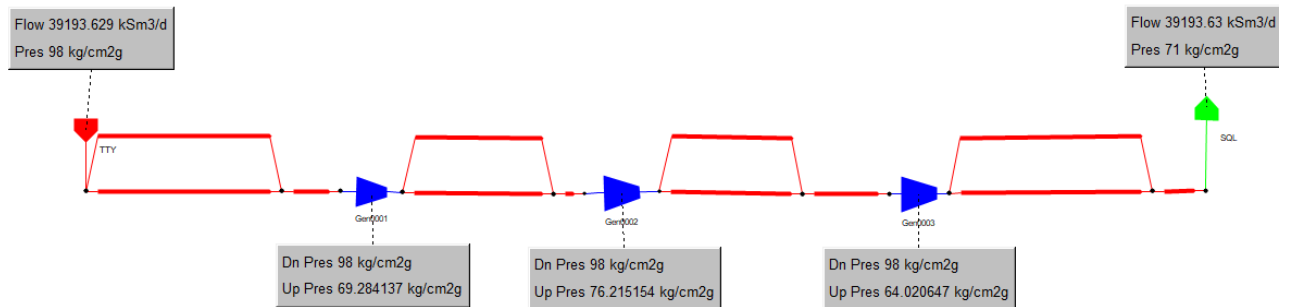
Cabe aclarar que en la práctica operativa del transporte de gas se podría aumentar el caudal si se inyecta a la succión de la planta compresora de Saturno o se agrega una compresora en el punto de interconexión. Pero a los fines de este trabajo no cambiaremos las condiciones de borde para garantizar que los proyectos están siendo comparados en las mismas condiciones. Las etapas de compresión no son parte del alcance del documento



Esquema 1 - Caño de Ø36" con compresión

5.2 ESCENARIO B: CAÑO DE Ø30"

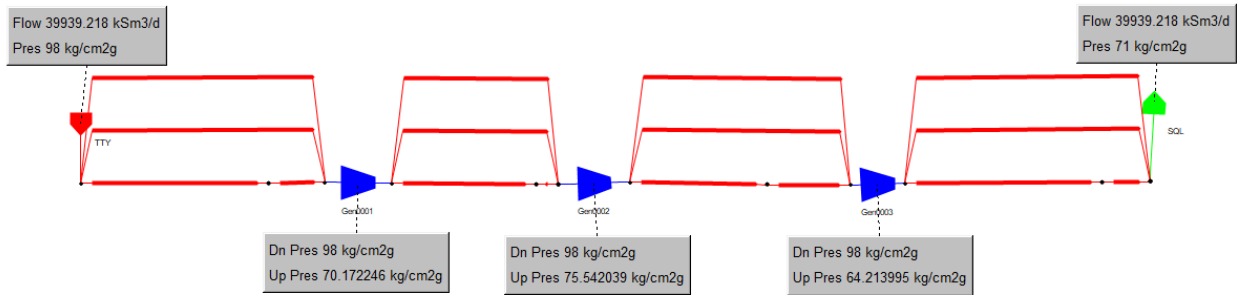
Para poder alcanzar el mismo transporte que el caño de Ø36" de 39 MMm³/d es necesaria la incorporación de ductos paralelos al caño troncal (loops) a la entrada y salida de las plantas compresoras. En este ejemplo hay que construir prácticamente un gasoducto nuevo en paralelo entre los puntos de entrada del gas natural en Tratayen (Neuquén) y Salliqueló (Provincia de Buenos Aires) instalado en 4 tramos de 116 km en promedio cada uno, sumando un total de 464km de loops para 560 km de caño principal, representando un tendido paralelo de un segundo gasoducto por una longitud equivalente al 83% de la distancia que une ambos extremos.



Esquema 2 - Caño de Ø30" con compresión y loops

5.3 ESCENARIO C: CAÑO DE Ø24"

Análogamente si estudiamos como lograr el transporte de aproximadamente 39 MMm³/d utilizando cañería de Ø24" es necesaria la incorporación de 2 ductos paralelos al caño principal o troncal (loops) uniendo la entrada y salida de las plantas compresoras. En este caso prácticamente se tienen que realizar 3 Gasoductos en paralelo de Ø24" (Gasoducto principal, más dos gasoductos adicionales en loops) desde el origen en Tratayen hasta el punto de entrega final en Salliqueló para que tengan la misma capacidad de transporte.

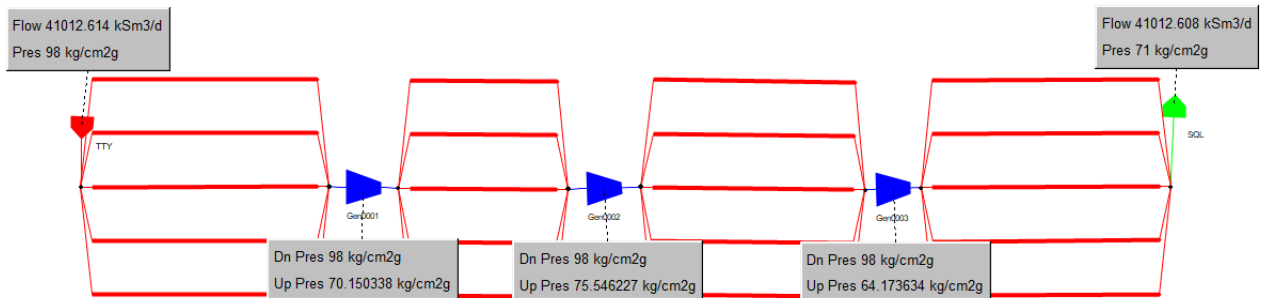


Esquema 3 - Caño de Ø24'' con compresión y loops

5.4 ESCENARIO D: CAÑO DE Ø20''

Finalmente si estudiamos como lograr ese mismo transporte de gas natural de 39 Mm³/d utilizando cañería de Ø20'' es necesaria la incorporación de 5 ductos paralelos al caño principal o troncal (loops) a la entrada y salida de las plantas compresoras.

Estos 5 Gasoductos en paralelo de Ø20'' desde el origen en Tratayen hasta el punto de entrega final en Salliqueló (Gasoducto principal más 4 loops) son los necesarios para tener la misma capacidad de transporte. En este caso si bien el transporte es de 41MM m³/d la reducción de uno de los loops para disminuir el transporte a 39 MM m³/d es mínimo y técnicamente desaconsejable.



Esquema 4 - Caño de Ø20'' con compresión y loops

5.5 RESUMEN DE RESULTADOS

La tabla a continuación resume los resultados obtenidos para cada uno de los distintos escenarios en diversos diámetros, para la condición final de transporte de aproximadamente 39 Mm³/d.

Tabla 1 - Resumen de Resultados

	Unidad	Escenario A	Escenario B	Escenario C	Escenario D
Diámetro	<i>pulgadas</i>	36	30	24	20
MAPO	<i>kg/cm²</i>	98	98	98	98
Presión de llegada	<i>kg/cm²</i>	71	71	71	71
Longitud del trazado	<i>km</i>	560	560	560	560
Longitud efectiva instalada	<i>km</i>	560	1024	1680	2800
N° de Plantas Compresoras	-	3	3	3	3
Cantidad de Gasoductos	<i>km</i>	1	1.82	3	5
Caudal transportado	<i>MM Sm³/d</i>	39	39	39.9	41

Se entiendo bajo el concepto de “Cantidad de Gasoductos” como la cantidad de líneas de transmisión destinadas al transporte de gas natural que deben realizarse desde Tratayen hasta Salliqueló para conseguir un transporte similar al indicado en el proyecto.

En el escenario B hay que interpretar que se debe hacer una cañería de Ø30 desde Tratayen a Salliqueló y además la instalación de cañería paralela durante el 82% de su trazado para que entre ambas transporten los 40 MMm³/d, el resto de los escenarios representan la cantidad de cañerías completas en paralelo que deben instalarse. Es decir que el trazado es de extremo a extremo (Tratayen – Salliqueló).

Estos resultados son analíticos a los efectos de demostrar la magnitud de las obras que conllevarían los proyectos si se utiliza diámetros menores, no obstante queda expuesto la irracionalidad de quintuplicar las instalaciones para obtener la misma capacidad de transporte.

6 DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS

Además de los temas exclusivamente técnicos podemos también mostrar el impacto negativo que tiene la realización del proyecto con diámetros menores.

En la primera parte de este apartado, nos detendremos a analizar el valor estimado de inversión que requiere la compra del insumo más representativo en este tipo de obras que es la adquisición de la cañería. Posteriormente se expondrá cual es el porcentaje de incremento para la contratación de la instalación de la cañería.

A los fines de simplificación del estudio se adopta que los espesores predominantes en los gasoductos son los detallados en el cuadro anterior, dado que la participación de la cañería pesada es baja y que no genera un cambio sustancial en la comparativa, dado que su utilización se reserva normativamente a los cruces especiales como ser arroyos, rutas, o zonas densamente pobladas, que resultan mínimas respecto de toda la extensión en la totalidad del recorrido.

Definimos para el análisis los siguientes casos de estudio:

1. Escenario A: caño de Ø36” con compresión (560 km)
2. Escenario B: caño de Ø30” con compresión y Loop (1024 km)

3. Escenario C: caño de Ø24" con compresión y Loop (1560 km)
4. Escenario D: caño de Ø20" con compresión y Loop (2800 km)

En primer lugar, determinamos el peso total de la cañería a partir del peso lineal definido para el espesor seleccionado.

Tabla 2 - Peso total de cañería

	Unidad	Escenario A	Escenario B	Escenario C	Escenario D
Diámetro nominal	<i>pulgadas</i>	Ø36	Ø 30	Ø 24	Ø 20
Espesor	<i>mm</i>	12,7	11,1	8.7	7.1
Peso lineal caño	<i>kg/m</i>	282,27	205,54	128.9	87.7
Cantidad de caño instalado	<i>km</i>	560	1024	1560	2800
Peso total	<i>Miles ton</i>	158,0	210,4	216.6	245.6

Seguidamente, para los criterios adoptados más arriba, definimos la variación del precio de la cañería en función del costo del precio del acero por tonelada, criterio que es aplicable a todos los diámetros.

Para la valorización de este valor representativo para la elaboración de un presupuesto estimado de tomaron distintos antecedentes y se consideró la tendencia en la evolución del mercado de estos materiales, siendo el valor adoptado para hacer la estimación presupuestaria de 2.790 U\$S/ ton

De esta manera podemos inferir que el incremento negativo por la utilización de una cañería de diámetro inferior a Ø36" Dn se puede resumir en el siguiente cuadro.

Tabla 3 - Costos

	Unidad	Escenario A	Escenario B	Escenario C	Escenario D
Diámetro nominal	<i>pulgadas</i>	Ø 36	Ø 30	Ø 24	Ø 20
Cantidad de caño instalada	<i>km</i>	560	1024	1560	2800
Caudal transportado	<i>MM m³/d</i>	39	39	39	41
Peso total	<i>Miles ton</i>	158,0	210,4	216.6	245.6
Presupuesto estimado	<i>MM U\$S</i>	441,2	587,2	604.3	685.1
Incremento de costo (*)	<i>%</i>	Base	33%	37%	55%

(*) Se determina el porcentaje de incremento del monto estimado para la adquisición de la cañería de los escenarios de diámetros menores, representados en las columnas B, C y D, respecto del escenario base A, correspondiente a Ø36", 560 km y compresoras.

Los cuadros anteriores se refieren solamente al costo de inversión y su variación en la adquisición de la cañería.

En todos los casos, el menor presupuesto estimado para la adquisición de cañería que permita evacuar los gases producidos en la zona de Neuquén de Vaca Muerta hasta Salliqueló en la Provincia de Buenos Aires es el proyecto dimensionado en cañería de Ø36" Dn.

Por la envergadura de la obra, la menor diferencia presupuestaria que se puede estimar cuando se quiere analizar el proyecto en diámetros menores a Ø36" es de U\$S 146 millones de dólares para el caso de diámetro de Ø30". Esta diferencia aumenta hasta tener la necesidad de destinar U\$S 244.31 millones de dólares en caso que se diseñe la obra con cañería de Ø20" con la misma capacidad de transporte.

Para completar la comparación y seguir verificando que el dimensionamiento de la cañería en Ø36" es la óptima, además de la estimación del presupuesto para la adquisición de la cañería hay hacer una estimación de la variación de la inversión en la instalación de la misma, lo cual procederemos a realizarlo seguidamente .

Si hacemos una estimación sobre el impacto negativo en términos económicos que tiene la instalación de cañería de menor diámetro, la podemos evidenciar en términos porcentuales, si consideramos un valor unitario como "valor por pulgada/metro" de instalación para caño de Ø36" Dn y luego lo ajustamos a los diámetros menores.

De esta manera podemos tener una comparación cualitativa en cuanto a los porcentajes de incremento del costo de inversión para su instalación.

Se consideró un valor menor al unitario como costo de instalación de los diámetros menores a los efectos de ser conservadores en la estimación de la variación del presupuesto y de esta manera no aumentar los incrementos de inversión en forma espuria.

La comparación en términos porcentuales entendemos que es representativa respecto de la variación del monto de inversión necesarios para su construcción.

	Unidad	Escenario A	Escenario B	Escenario C	Escenario D
Diámetro nominal	<i>pulgadas</i>	Ø 36	Ø 30	Ø 24	Ø 20
Cantidad de caño instalada	<i>km</i>	560	1024	1560	2800
Costo unitario de instalación	<i>Pesos/(Pulg*m)</i>	1	0.95	0.85	0.8
Pulgada * metro del proyecto	<i>Pulg*m</i>	20.160.000	30.720.000	40.320.000	56.000.000
Incremento de costo (*)	%	Base	45%	70%	122%

7 CONCLUSIÓN

Del análisis efectuado se llega a la conclusión que para transportar un volumen aproximado de 40 MM m³/d resulta evidente que el diámetro del gasoducto debe ser de Ø36" y no de Ø30" Dn o menores.

Evaluando exclusivamente el costo de la cañería entre la cañería de Ø36" y los diámetros menores de Ø30" ,Ø24" y Ø20" se estima que para hacer la obra que cumpla con las mismas condiciones de borde se incrementará la inversión entre un 33% , 37% y 55% respectivamente solamente en el ítem señalado.

Este aumento en la adquisición de cañería no redundará en una ventaja comparativa o en una mejor performance del proyecto, sino que simplemente es un costo incremental sin contrapartida.

En todos los casos también hay que adicionar el incremento del costo que conllevaría la instalación de otro/s gasoductos que no sean de Ø36" para lograr el objetivo de transporte de los 40 MMm³/d indicados en el DNU.

Estos incrementos en la inversión que deben preverse por la instalación de nuevos gasoductos que vinculen los mismos puntos de entrada y salida de gas (Tatayen-Salliqueló), son del orden de 45% al 122% respecto del proyecto diseñado en Ø36", para los casos que se dimensione la obra utilizando diámetros menores de Ø30", Ø24" o Ø20" Dn.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, la realización del proyecto en un diámetro inferior a las Ø36" Dn implica que se tienen que asumir erogaciones superiores tanto en la compra de cañería como en los montos necesarios para la instalación del ducto, sin que se pueda justificar técnicamente ese incremento.

ECONO
JOURNAL

/econojournal

ECONOMÍA
ENERGÍA
MINERÍA