

Ciudad de México, a 12 de septiembre de 2019.
GDN/81/2019

Ing. Edgar Herrera Mendoza
Director Ejecutivo de Gestión Técnica
Centro Nacional de Control de Gas Natural
Avenida Insurgentes Sur No. 838, Piso 9,
Colonia del Valle, Delegación Benito Juárez
C.P. 03100, Ciudad de México, México.

Referencia: Contrato de Servicios de Transporte de Gas Natural Integrados, de fecha 19 de julio de 2013 (el “**Contrato**”), firmado entre Gasoductos del Noreste S. de R.L de C.V. (“GDN”) y el Centro Nacional del Control del Gas Natural (“CENAGAS”).

Asunto: Respuesta a solicitud de información relativa a la metodología para el cálculo del empaque mínimo y máximo.

En referencia al Contrato de Servicios de Transporte de Gas Natural Integrados, de fecha 19 de julio de 2013 (el “**Contrato**”), así como en respuesta al oficio UGTP/00555/2019, recibido el día 03 de septiembre de 2019.

Al respecto, y en respuesta al documento en comento, por medio del presente le envío la información solicitada, referente a la metodología para el cálculo del empaque máximo y mínimo del Sistema Ramones Fase I está basada en el simulador *Aspen Hysys*, El cual está configurado con las siguientes fórmulas para determinar la presión promedio, la temperatura promedio y el factor de compresibilidad:

$$V_b = 28.798 \left(\frac{T_b}{P_b} \right) \left(\frac{P_{ave}}{Z_{ave} + T_{ave}} \right) (D^2 L)$$

donde

V_b = line pack en segmento (SCF)

T_b = Temperatura base (°R)

P_b = Presión base (psi)

P_{ave} = Presión promedio de gas (psig)

T_{ave} = Temperatura promedio de gas (°R)

Z_{ave} = Factor de compresibilidad promedio

D = Diámetro interno del ducto (pulgadas)

L = Longitud del segmento del ducto (millas)

$$Z = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{P_{ave} \times 344.400 \times 10^{1.785 \times SG}}{T_{ave}^{3.825}} \right) \right]}$$

donde:

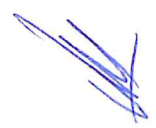
P_{ave} = Presión de gas promedio (psig)

T_{ave} = Temperatura promedio (°R)

SG = gravedad específica

$$P_{ave} = \frac{2}{3} * \left(P_1 + P_2 - \frac{P_1 \times P_2}{P_1 + P_2} \right)$$

$$T_{ave} = \frac{2}{3} * \left(T_1 + T_2 - \frac{T_1 \times T_2}{T_1 + T_2} \right)$$



Así mismo, los datos con la información del ducto donde se está calculando dicho empaque ya están precargados:

- Temperatura base
- Presión base
- Diámetro interno del ducto
- Longitud del segmento

De este modo, los datos que se ingresan para calcular el empaque únicamente son la presión y temperatura de cada tramo del ducto donde se está calculando el empaque, de esa manera se realiza el cálculo del empaque por tramos y el *Hysys* suma cada tramo para darnos el resultado de todo el ducto.

Sin otro particular, agradezco las atenciones tomadas al presente.

Atentamente,



Víctor Manuel Lozano Chávez
Gerente de Administración de Contratos Gas Natural
Gasoductos del Noreste, S. de R.L. de C.V.

CCP: Areli Covarrubias Martínez, Director Comercial Gas Natural, IEnova