

CONCLUSIONES

1. Las características de los ductos deben adecuarse al tipo de flujo y de fluido que transportan, ya que cada uno requiere características especiales. El flujo multifásico es el que plantea los mayores retos al diseño, por la complejidad de las interacciones entre las fases. Las propiedades del fluido se pueden determinar a través de análisis PVT de las muestras o utilizando las correlaciones adecuadas.
2. El método de fabricación continuo o “sin costuras” es el que provee una mayor resistencia a los esfuerzos.
3. El material con el que se fabrica una tubería determina las propiedades de la misma, como la ductilidad, fuerza, resistencia a la corrosión, etc. Un grado mayor del material permite tener tuberías menos pesadas y más resistentes, pero también más costosas. Se debe encontrar el balance costo-beneficio al hacer la selección.
4. Dentro de los patrones de flujo que pueden presentarse dentro de la tubería, el que causa mayores problemas operativos es el flujo bache.
5. Los factores que tienen más impacto sobre el gasto que puede manejar una línea y las caídas de presión a lo largo de la ruta son el diámetro interno, la presión de entrada, la densidad del fluido, la elevación y la longitud de la línea:
 - Una tubería con elevación positiva provocará caídas de presión muy grandes al sistema, por lo que se necesitará variar los demás parámetros de diseño para ajustar.
 - Aumentar el diámetro interno de la tubería contribuye a facilitar el flujo y disminuir las caídas de presión por fricción a lo largo de la línea.
 - Una línea de gran longitud requerirá estaciones de bombeo y compresión para re-energizar el sistema y poder llevar los hidrocarburos a su destino final.
 - El aumento de los valores del diámetro interno o de la presión inicial, significarán un mayor gasto máximo, por el contrario, mayores longitudes y elevaciones provocan que el gasto que se puede transportar sea menor.
6. El espesor de la pared permite a la tubería resistir las presiones diferenciales y las cargas longitudinales a las que se ve expuesta.
7. Los códigos, normas y guías de diseño deben escogerse de acuerdo a las especificaciones y requerimientos de cada proyecto y seguirse escrupulosamente. Dependen de las necesidades técnicas, del lugar donde se encuentren y de la legislación a la que se esté sujeto.

8. El diseño respecto a la resistencia a esfuerzos permite conocer la resistencia máxima a la presión externa, interna, el torcimiento, la tensión y la compresión a los que se verán sometidos los ductos, mientras que el diseño respecto al estado límite nos indica la resistencia del ducto al estallamiento, colapso y pandeo local, deformación elíptica, fatiga, deformación plástica y fractura.
9. Las funciones más importantes que debe tener un sistema de inspección y control son: cierre de emergencia, controles de temperatura, presión y flujo, sistemas de alivio y detección de fugas.
10. Un programa de mantenimiento periódico logrará prevenir una gran cantidad de problemas operativos que podrían presentarse.
11. Para evitar la corrosión es necesario conocer las propiedades del fluido que transporta la línea así como las condiciones ambientales y las propiedades del material para poder escoger el método anti-corrosión más adecuado, la protección catódica resulta la forma más efectiva de combatir la corrosión en las líneas.
12. En general, las corridas de diablo cumplen funciones de limpieza, medición del diámetro interno, inspección, detección de fallas, inhibición de la corrosión, remoción de líquido y gas y recubrimiento interno de los ductos. Las corridas de diablos instrumentados son la mejor herramienta para detectar fugas e imperfecciones a lo largo de la ruta.
13. Los factores que más influencia tienen sobre los costos de un proyecto de diseño e instalación de ductos son la economía general, supervisión del proyecto, las relaciones de trabajo, las condiciones de trabajo, el equipo necesario y el clima.
14. La utilización de programas computacionales para hacer simulaciones de flujo, permite optimizar el diseño de una manera rápida y económica, estudiando los cambios del sistema bajo diferentes escenarios de operación.
15. El análisis en régimen transitorio permite analizar el sistema en el tiempo, con lo cual se puede conocer el comportamiento de flujo a cada momento y hacer predicciones. Así, se pueden planear mejoras operativas, controlar problemas de operación y, en general, optimizar el flujo durante cada parte del trayecto a través del tiempo.

RECOMENDACIONES

1. Tomar como base la secuencia de diseño establecida en este trabajo, ya que permite ir haciendo el diseño paso por paso de manera coherente y ordenada. Antes de empezar a diseñar, investigar los códigos, legislación y estándares a los que estará sometido el proyecto para basarse en sus especificaciones.
2. Utilizar las tuberías continuas o “sin costuras” en líneas cortas donde se manejen presiones muy altas, para garantizar una mayor resistencia sin elevar el peso de los ductos.
3. Inspeccionar el terreno antes de establecer la ruta para poder prever posibles complicaciones.
4. Probar las líneas antes de ponerlas en operación, para evitar fugas, estallamiento, fractura, colapso, etc.
5. Hacer el análisis del sistema en régimen transitorio y con un intervalo corto de tiempo, para obtener una representación más exacta del comportamiento del flujo.
6. Simular diversos escenarios de producción en base a las limitantes operativas del campo para la obtención de las condiciones óptimas de operación.
7. Mantener la velocidad del flujo dentro del rango permisible para minimizar los problemas de erosión y corrosión de la tubería. De acuerdo a las propiedades del fluido transportado, las características de la tubería y las condiciones ambientales determinar el sistema anti-corrosión adecuado.
8. Elaborar un manual de métodos y operaciones donde se especifiquen los límites de operación de la línea, las acciones a realizar antes cierres planeados y no planeados de la línea, etc. Establecer planes de mantenimiento periódico para conservar la línea en óptimas condiciones.
9. Utilizar corridas de diablos instrumentados para la inspección de las líneas, para detectar de manera eficiente fugas e imperfecciones a lo largo de la ruta.
10. Instalar sensores conectados a centros automatizados de control para tener un monitoreo constante de las condiciones operativas de la línea y poder tomar medidas de manera automática.