

Simulación Computacional en la Industria del Gas y Petróleo. Casos de Aplicación.

Históricamente la industria del gas y petróleo ha impuesto desafíos tecnológicos en todas sus divisiones: exploración, producción, mantenimiento, refinación, desarrollo de producto y mantenimiento. En estos últimos años gran parte de estos desafíos se concentraron en las simulaciones computacionales, ya que estas permiten a los ingenieros y profesionales la optimización de sus productos, procesos y el consecuente ahorro de la necesidad de realizar ensayos a plena escala.

Si bien la diversidad de simulaciones computacionales en Oil&Gas son tan variadas como las problemáticas que involucra esta industria, a continuación trataré casos específicos en los que estuve involucrado y fueron llevados a la práctica con éxito.

Desarrollo de Producto - Uniones Roscadas

Los pozos petroleros se componen del tubo camisa (casing), tubo de conducción (tubing) y la varilla de bombeo (sucker-rod). En la Figura 1 se muestra un esquema de un pozo petrolero típico. Estos pozos pueden medir desde los 1500 m a los 5000 m de profundidad

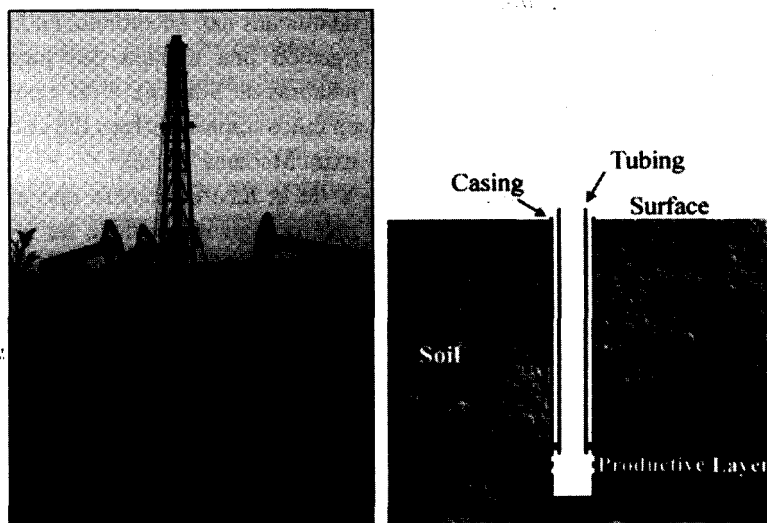


Figura 1: Componentes de un Pozo Petrolero.

o más. Como estos productos (casing, tubing, sucker-rod) se fabrican típicamente en 12m de longitud, el armado de un pozo implica cientos de uniones, las cuales deben resistir las mismas acciones que soportan los cuerpos de tubo o varillas.

En la Figura 2 se muestra una conexión roscada de tubo, donde pueden verse las distintas partes que la componen: (1) Sello, (2) Rosca.

En la Figura 3 se muestra un detalle de la simulación de la conexión roscada. Puede verse que las zonas en rojo muestran las áreas de mayor esfuerzo y deformación, las cuales deben controlarse para evitar plastificaciones excesivas.

Con este tipo de estudio puede analizarse la sellabilidad de la unión, y con esto se garantiza que no se produzcan pérdidas de gas o petróleo en la

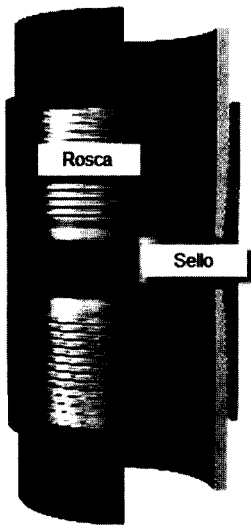


Figura 2: Conexión Roscada.

conexión. Es interesante notar que este tipo de análisis es muy complejo para realizarlo en ensayos reales, ya que no se puede acceder a la zona del sello de una manera flexible como lo permiten las herramientas de simulación.

Estos estudios los utilice tanto para el Desarrollo y Optimización de nuevos productos, como para análisis post-mortem de uniones que habían fallado en campo y de las que se necesitaba conocer las causas de esas roturas.

Este tema en especial fue mi principal punto de aplicación en mi tesis de Maestría en Simulación Numérica y Control. Ahora este tipo de aplicaciones está siendo ampliado en el grupo de investigación de Mecánica Computacional de La Universidad de la Marina Mercante. Los puntos principales de estudio en los que nos estamos enfocando ahora son teorías de fallas contemplando efectos dinámicos y las aplicaciones de nuevas fórmulaciones de elementos finitos.

Refinación - Dispersión de Contaminantes y Ventilación

En este caso se necesitaba estudiar la dispersión de un contaminante en la atmosfera, producto de gases emanados. Para ello se utilizo una

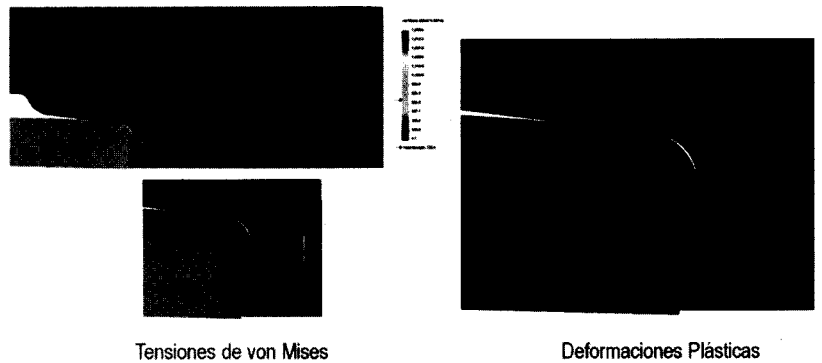


Figura 3: Tensiones y Deformaciones Plásticas.

tecnología de dinámica de fluidos computacional (CFD: Computational Fluid Dynamics).

En la Figura 4 se muestra una simulación de contaminante emanado a la atmosfera. A partir de estos resultados se puede determinar qué zonas van a quedar afectadas por estos contaminantes, y así permitir tomar los recaudos necesarios para la modificación de las construcciones o la toma de decisiones para cumplimentar con las normativas correspondientes.

En la Figura 5 se muestra el estudio de ventilación dentro de una planta, la cual es transitada por personas. En este caso el objetivo era determinar las condiciones optimas de habitabilidad en todas las áreas de la planta. Para conocer estas condiciones, no solo se realizan estudios de velocidad de aire, temperatura, presión y humedad relativa, sino que también se determinan los parámetros

de confort que asocian con los anteriormente mencionados y permiten llevarlos a una escala de confort humano.

Producción - Análisis de Tuberías

El análisis de tuberías implica múltiples estudios. Muchas veces estos análisis son realizados de una manera simplificada en la que muchos parámetros desconocidos son estimados e introducidos en el modelo computacional. El gran problema de estas estimaciones es que la mayoría de las veces no contemplan todos los fenómenos físicos que se están produciendo en la tubería, lo cual genera un error considerable en los datos de entrada al modelo. De esta manera, si el modelo está alimentado con errores en los inputs, es de esperar que los resultados obtenidos tengan como mínimo este nivel de incertidumbre de los datos antes mencionados.

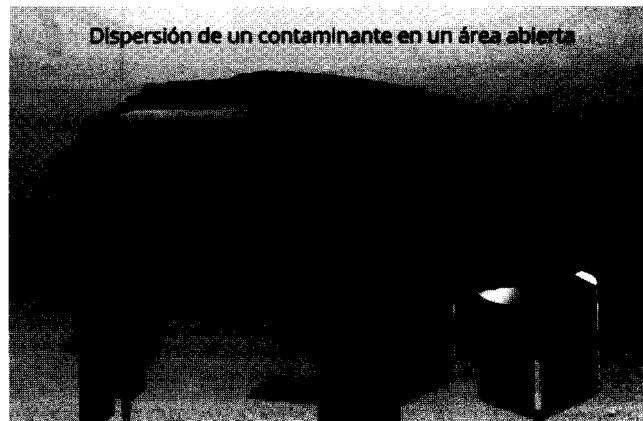


Figura 4: Dispersión de un Contaminante.

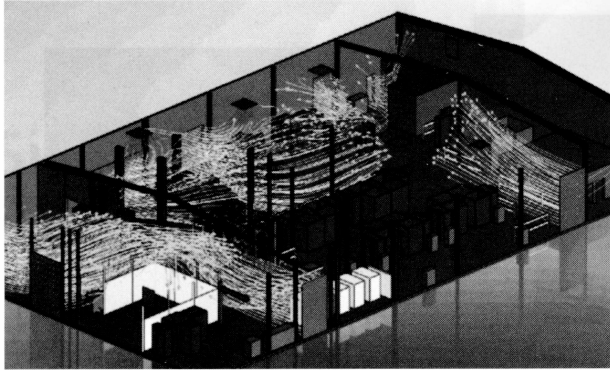


Figura 5: Análisis de Ventilación en una Planta.

Justamente este es el caso que me toco estudiar, y que se detalla en la Figura 6. Esta es una tubería que conduce vapor sobrecalentado a una determinada velocidad, la cual produce esfuerzos en los accesorios y soportes. Inicialmente los cálculos se realizaban estimando las temperaturas y esfuerzos a lo largo de la tubería. Luego con esas estimaciones se cargaba el modelo para calcular tensiones y deformaciones. El problema con esta metodología era que esos datos arrastraban errores, que afectaban los resultados finales. La metodología propuesta fue la de utilizar la herramienta de fluidodinamica

para estimar los campos de temperaturas y los esfuerzos en accesorios. Ahora estos valores son calculados de una manera precisa y los mismos son introducidos en el modelo de cálculo de tensiones y deformaciones. En la Figura 7 se muestra el cálculo de toda la tubería incluyendo un alto nivel de detalle donde se llega al nivel de los soportes. Esta simulación toma en forma “transparente” los cálculos realizados con la herramienta de fluidodinamica. Hasta aquí he descripto 3 casos específicos de aplicación directa en Desarrollo de Producto, Refinación y Producción. Estas aplicaciones se

basaron principalmente en técnicas numéricas conocidas como Elementos Finitos para lo que es el cálculo estructural, y Volúmenes Finitos para el cálculo de dinámica de fluidos. Quiero hacer notar que todos estos casos fueron llevados a cabo por profesionales de la industria y no solamente por especialistas computacionales. Esto muestra que este tipo de tecnología está a disposición de todo profesional que necesite afrontar desafíos de este tipo. En este artículo he tratado de mostrar mediante aplicaciones concretas el potencial de las herramientas de simulación para cualquiera de los desafíos que se presentan día a día en la industria de Gas y Petróleo. Finalmente quiero mencionar el trabajo de investigación que estamos desarrollando en la Universidad de la Marina Mercante conjuntamente con la capacitación de estudiantes y docentes en el uso de estas tecnologías de análisis.

- Vapor a 150 grados Celcius(Flow)
 - Fuerzas sobre accesorios
 - Campo de Temperaturas
- Analisis de Flexibilidad
 - Concentracion de Tensiones
 - Desplazamientos
 - Optimizacion de Soportes

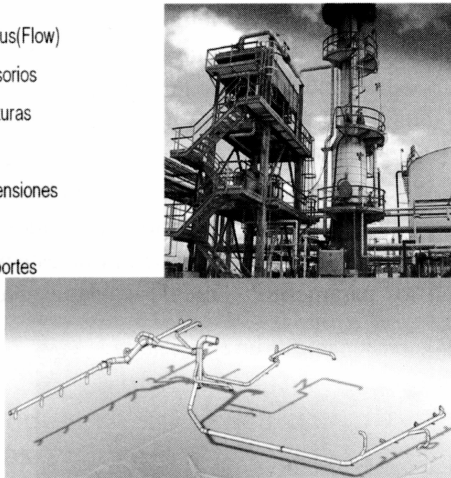


Figura 6: Modelo de la tubería.

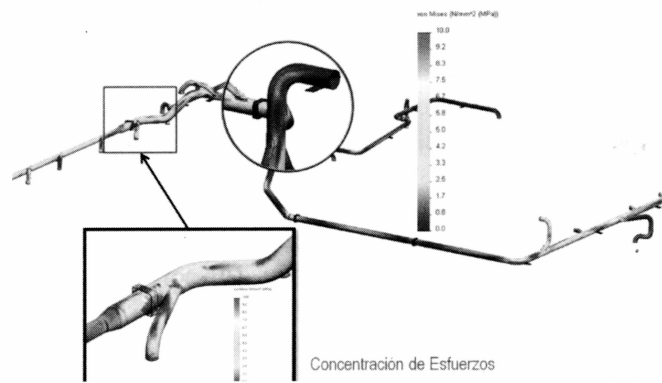


Figura 7: Esfuerzos en la tubería y soportes.