

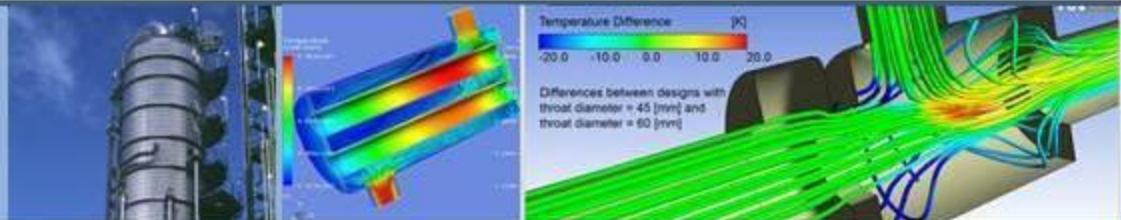
# TECNOLOGÍA CFD PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INGENIERIA



**HNA INGENIERÍA** LTDA.

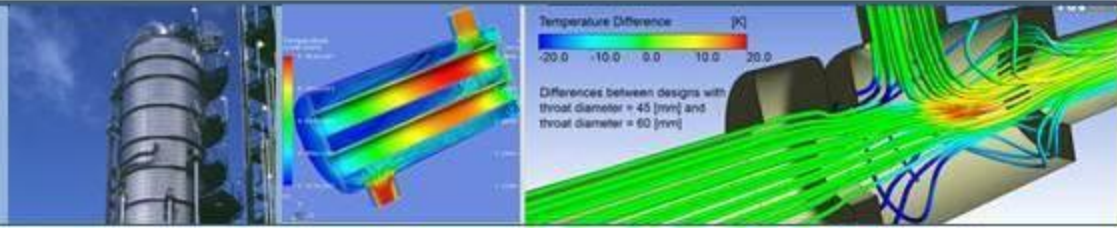
## **CERTIFICACIONES DE CALIDAD BAJO LAS NORMAS ISO 9001 / ISO 14001**

DESARROLLO DE INGENIERÍAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DETALLE E INTERVENTORÍA PARA PROYECTOS DE INGENIERÍA EN LAS ÁREAS CÍVIL (GEOTECNIA), MECÁNICA, ELÉCTRICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS, GESTIÓN DE COMPRAS (PROCUREMENT), CONSTRUCCIÓN, PRECOMISIONAMIENTO, COMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA (EPC) DE PROYECTOS PARA EL PROCESAMIENTO DE HIDROCARBURO.



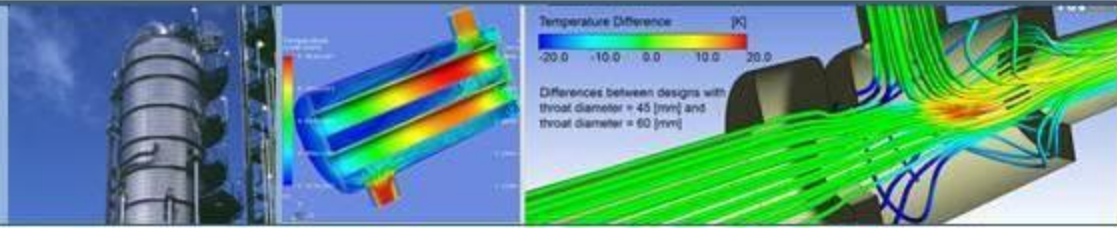
*HNA* provee servicios de ingeniería con base computacional, experticia en mecánica y especialistas internos con experiencia en las siguientes áreas:

- Revisión y evaluación integral de procesos.
- Simulaciones CFD de equipos de tratamiento (separación, intercambio de calor, etc).
- Estudios de régimen de flujo en tuberías y evaluación de sus implicaciones en el desempeño.
- Simulaciones de procesos industriales integrales usando tecnología CFD.
- Desarrollo de sistemas de producción incluyendo investigación, diseño, implementación y pruebas en campo.



*HNA posee amplia experiencia con profesionales de alto perfil y soluciones probadas en los siguientes servicios:*

- Diseños de ingeniería de procesos, mecánica y producción en general.
- Análisis numérico basado en técnicas computacionales.
- Diseño de equipos de tratamiento para la industria de petróleo y gas.
- Simulación convencional y CFD de procesos químicos y petroquímicos.
- Investigación, desarrollo e implementación de sistemas integrales de tratamiento y producción.

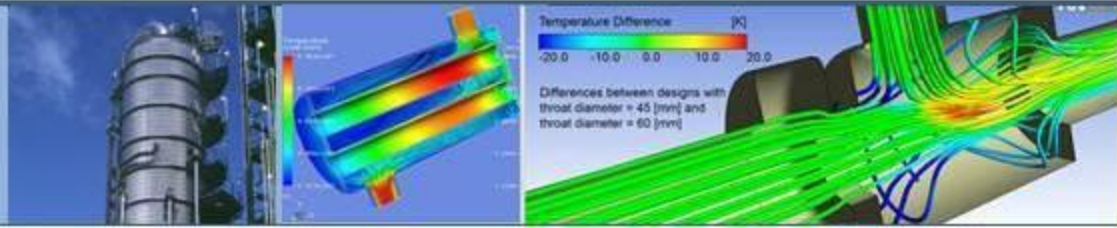


**Adaptabilidad:** Proponemos soluciones específicas a su actual proceso de producción, diseñando equipos “a su medida” o reacondicionando los existentes.

**Experiencia:** Tenemos experiencia en un amplio espectro de investigación y desarrollo. Con experticia probada en desarrollar soluciones para el mundo real.

**Confiabilidad:** Usamos métodos y técnicas de probada eficacia.

**Actividad:** Actualmente estamos desarrollando proyectos en la industria del petróleo y gas con clientes de alto perfil.





**Fluido dinámica computacional (CFD)** es una técnica para solucionar problemas multidimensionales de flujo de fluidos y transferencia de calor en varios campos de la ingeniería. Esta técnica esta basada en los fundamentos de los fenómenos de transporte; usa métodos numéricos para transformar ecuaciones diferenciales en lineales que son solucionadas por medio de variados paquetes computacionales.

- Ecuación de continuidad

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho v_z)}{\partial z} = 0$$

- Transferencia de masa

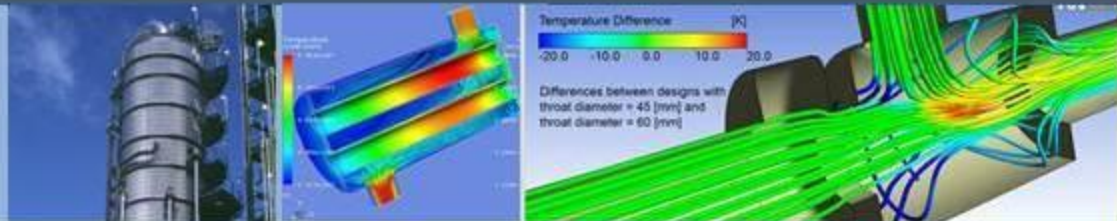
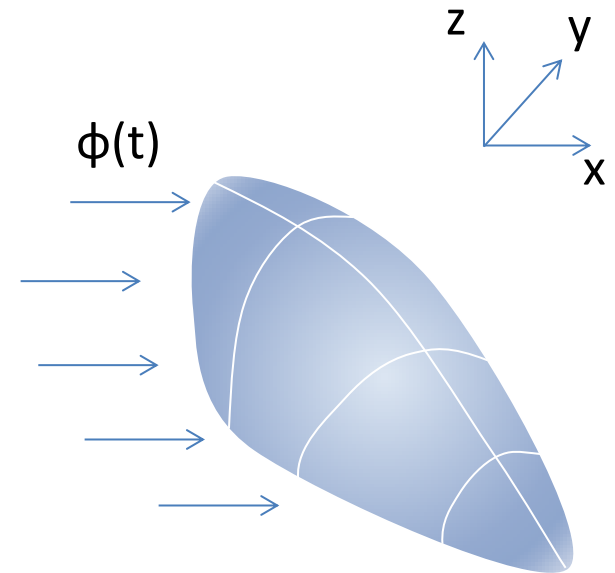
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \left( \frac{\partial N_x}{\partial x} + \frac{\partial N_y}{\partial y} + \frac{\partial N_z}{\partial z} \right) = R$$

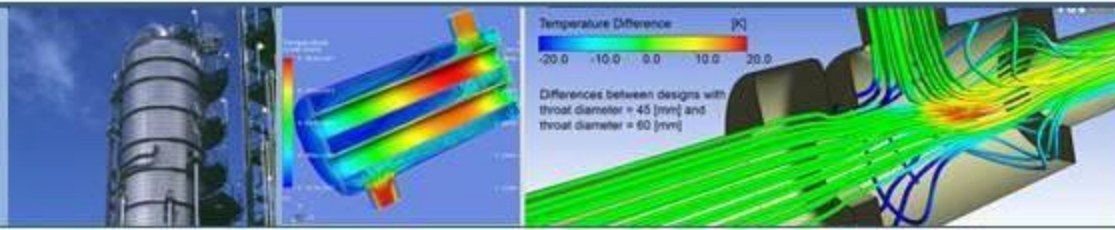
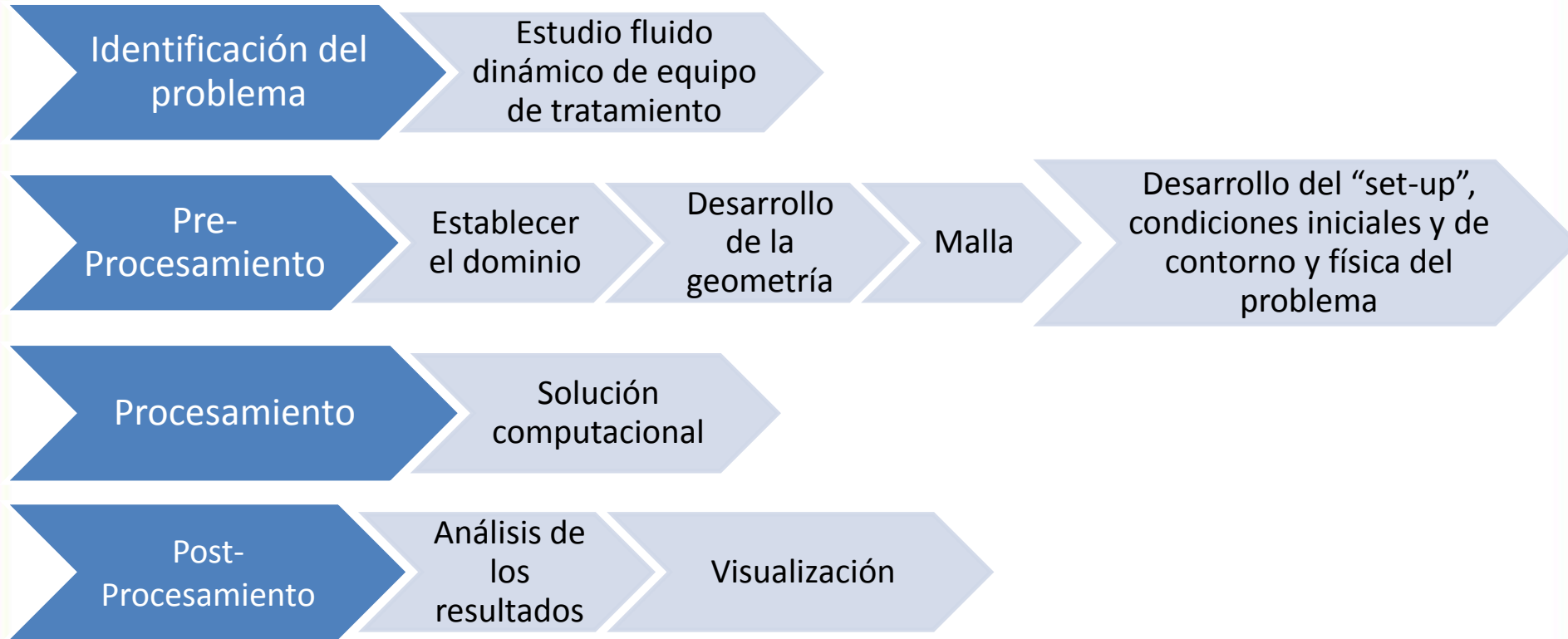
- Transferencia de calor

$$\rho \hat{C}_v \left( \frac{\partial T}{\partial t} + v_x \frac{\partial T}{\partial x} + v_y \frac{\partial T}{\partial y} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = - \left[ \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} \right] + \Phi_v$$

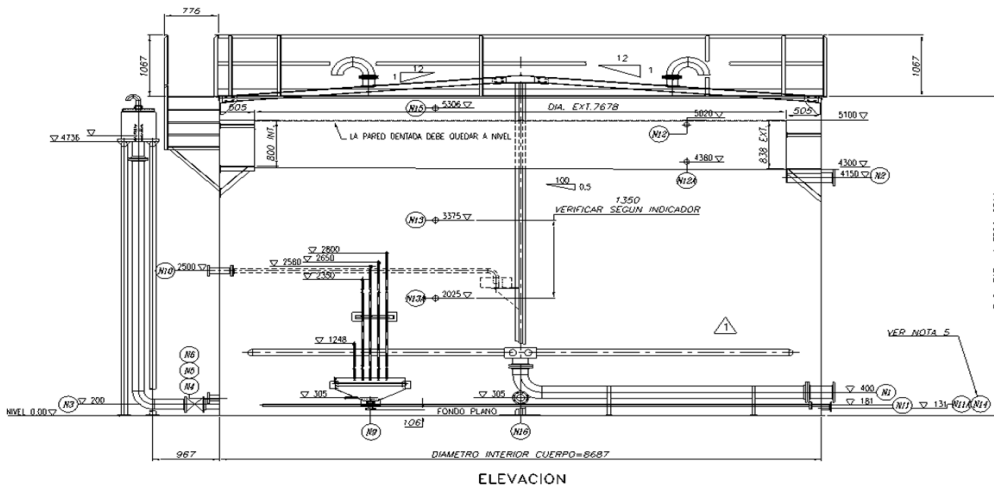
- Transferencia de Momento (en la dirección x)

$$\rho \left( \frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[ \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right] + \rho g_x$$

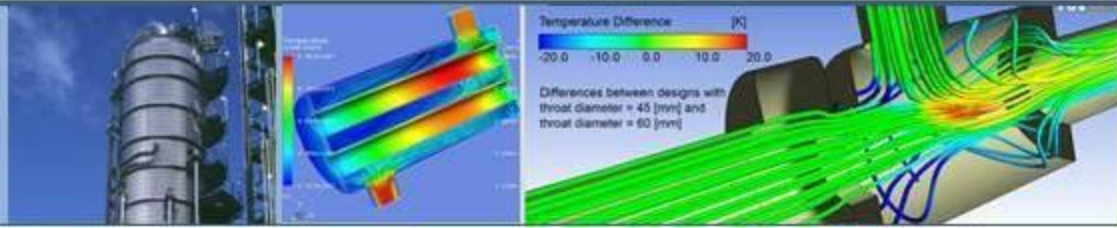




## IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA



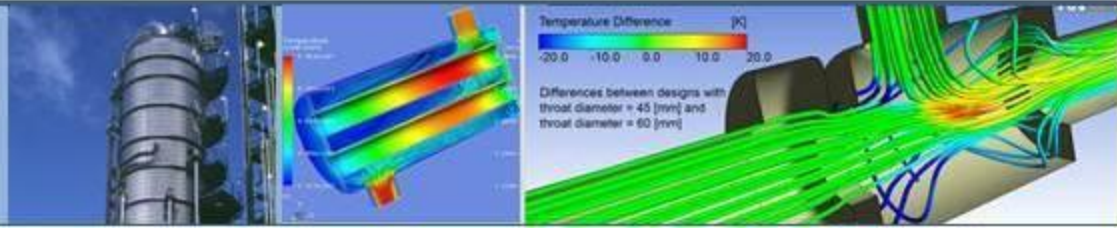
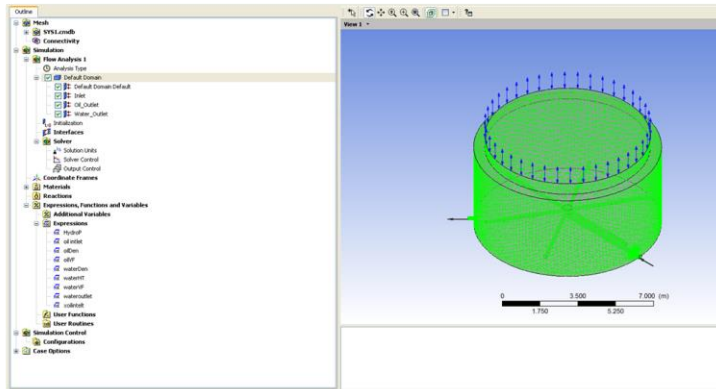
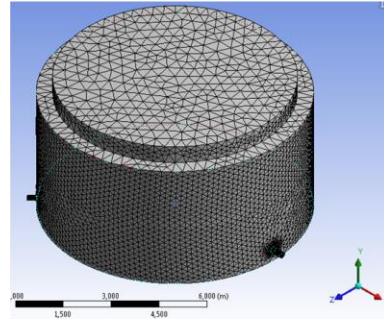
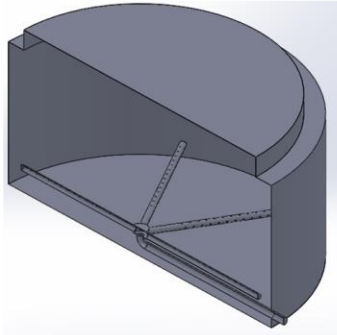
Estudio fluido dinámico de un Gun Barrel para mejorar la distribución de los fluidos y la eficiencia en la separación de fases.





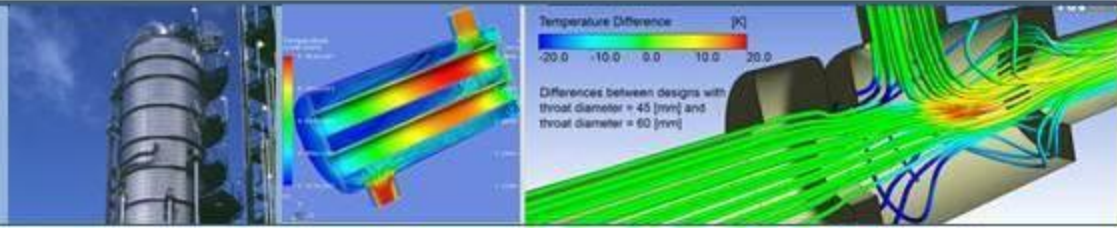
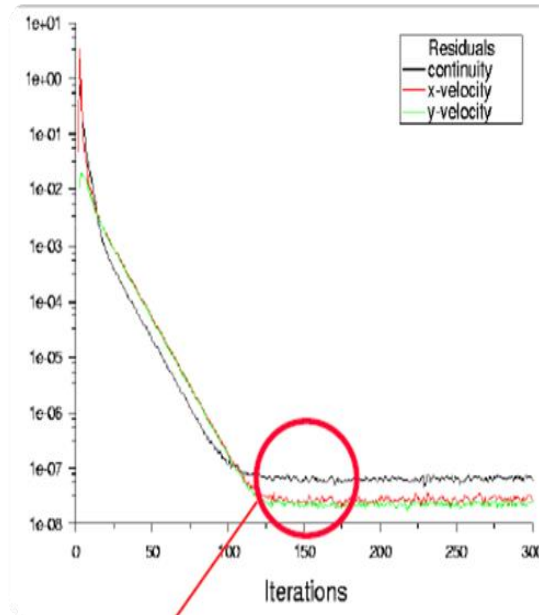
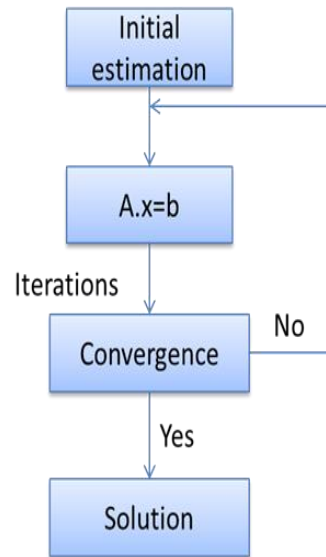
## PRE-PROCESAMIENTO

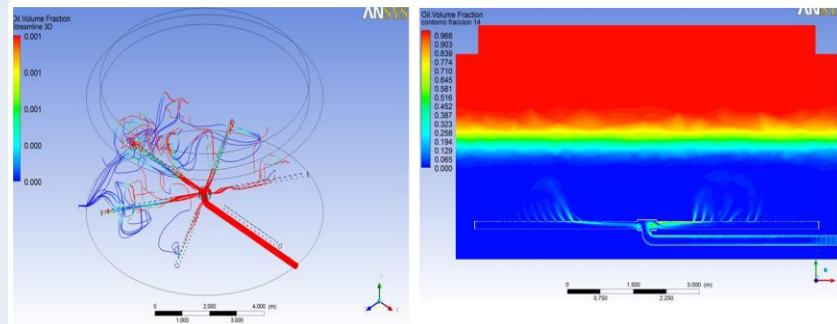
- Delimitar el dominio
- Desarrollo de la geometría
- Mallado
- Definir la naturaleza del estudio (estacionario o transitorio)
- Definir los fenómenos presentes
- Seleccionar condiciones iniciales y de contorno



## PROCESAMIENTO

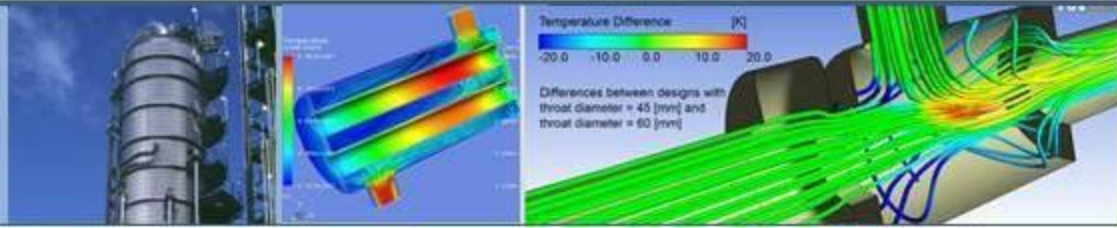
Usando un proceso iterativo, el sistema de ecuaciones lineares es solucionado usando un paquete computacional.





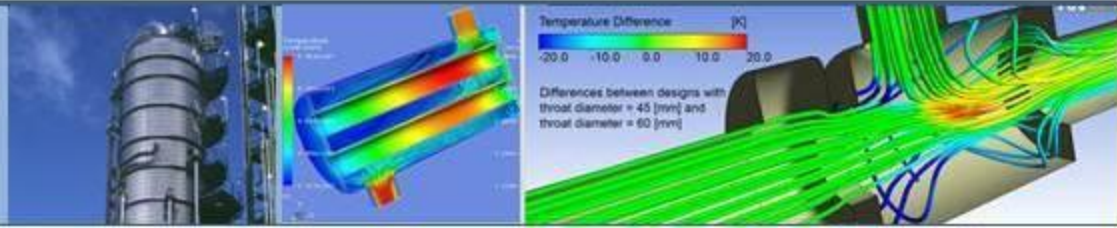
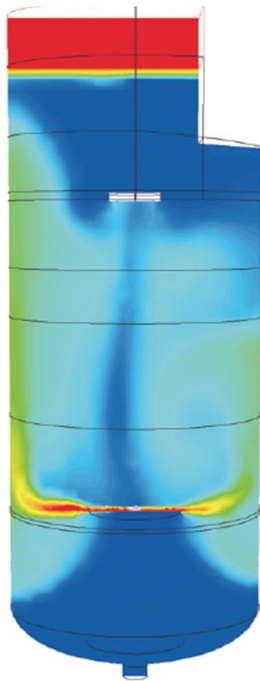
## POST-PROCESAMIENTO

- Análisis de los datos obtenidos y selección de herramientas (líneas de corriente, contornos, vectores, iso-superficies, etc.) para visualización y presentación de resultados.
- Traducción de los resultados gráficos en información numérica y tabulada.



## EQUIPO DE FLOTACIÓN DE GAS

Diseño y optimización de equipos de flotación de gas para lavado de agua aceitosa. Simulaciones dinámicas y en estado estacionario desarrolladas para evaluar el desempeño de diseños nuevos y ya existentes, y para estudios de sensibilidad.





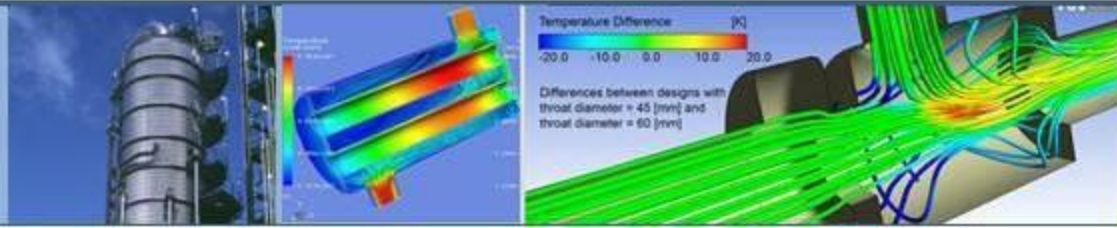
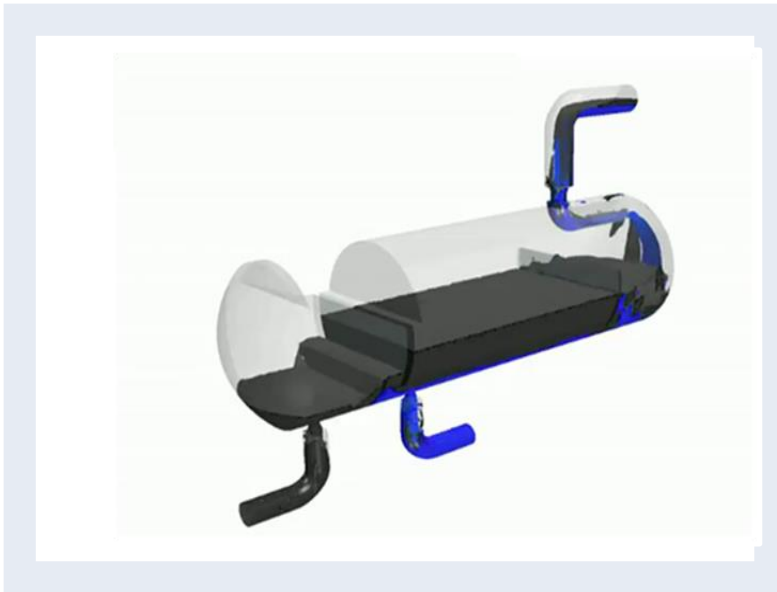
## SEPARADOR GAS-PETROLEO-AGUA

Simulaciones bifásicas y trifásicas para separadores:

- petróleo/agua,
- petróleo/gas/agua,
- petróleo/agua/ sólidos

Para diseños nuevos y optimización de equipos existentes, con o sin tratamiento térmico.

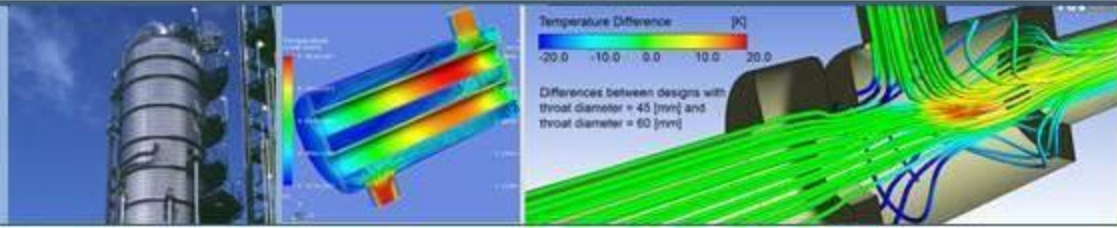
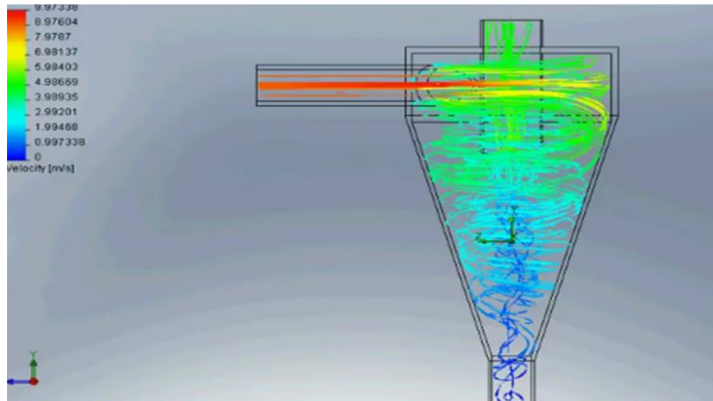
Simulaciones en estado dinámico para análisis de sensibilidad. Además de diseño y optimización de dispositivos internos.





## CICLONES

- Evaluación del desempeño de diferentes arreglos geométricos para ciclones (separación de partículas solidas/gas) para condiciones de proceso establecidas.
- Simulaciones en estado estacionario para dispositivos nuevos y existentes.
- Simulaciones en estado dinámico para análisis de sensibilidad.



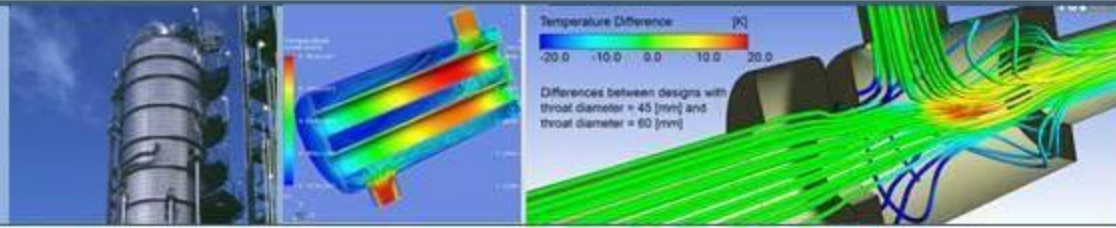
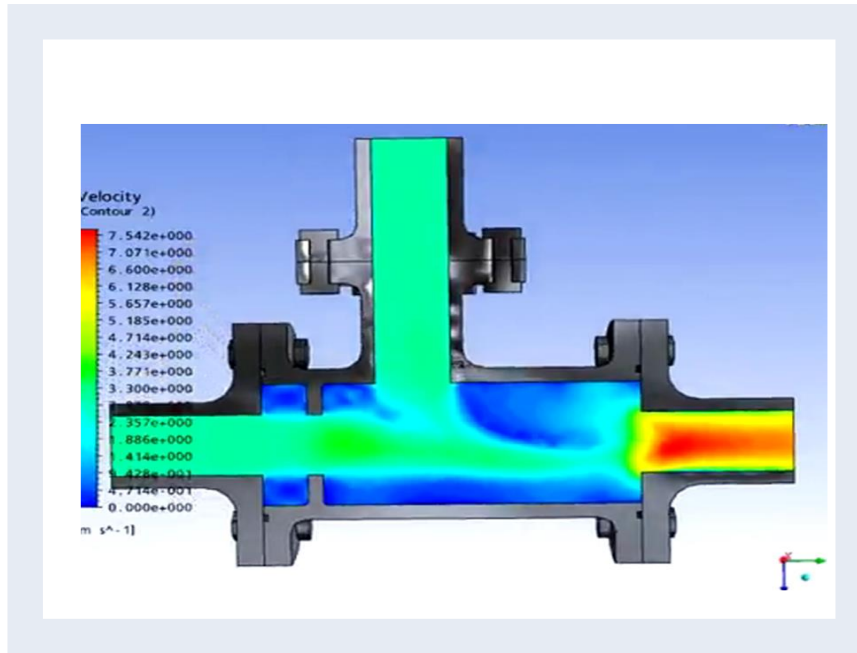
## TUBERÍAS

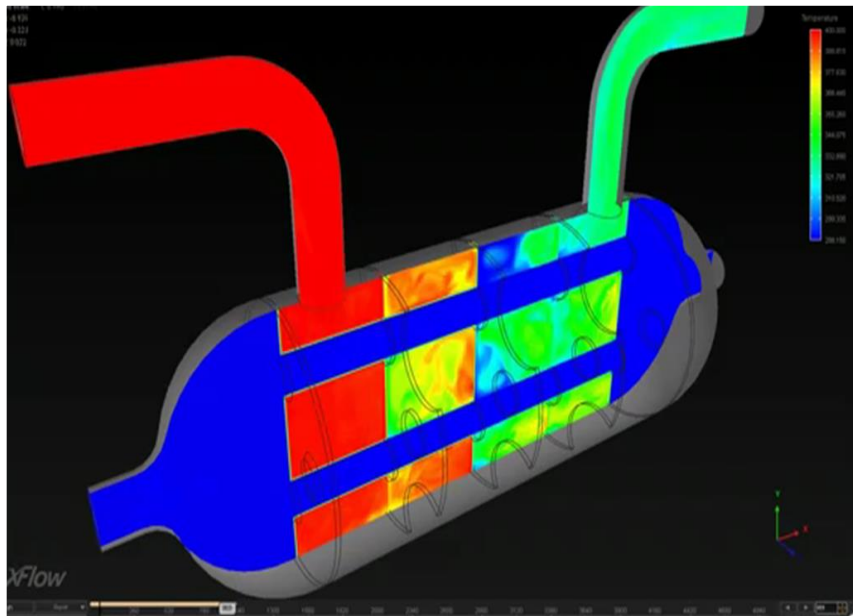
Análisis fluido dinámico para flujo en tuberías y accesorios.

Simulaciones bifásicas (líquido-líquido) y trifásicas (gas-líquido-líquido y gas-líquido-sólido) para evaluar la eficiencia de mezclado.

Evaluación de la caída de presión para diseños nuevos y existentes.

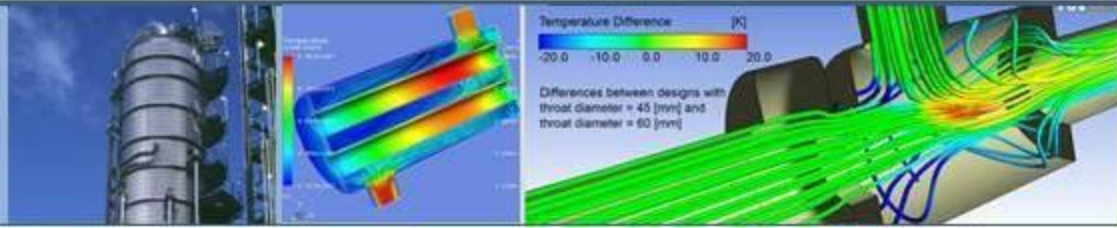
Análisis de regímenes de flujo.





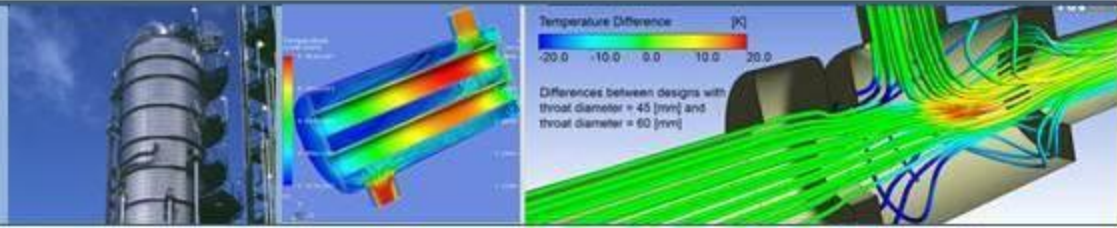
## INTERCAMBIADORES DE CALOR

- Simulaciones en estado estacionario para evaluar el desempeño de equipos existentes y nuevos diseños.
- Evaluación de la eficiencia de intercambio de calor.
- Determinación del área de transferencia mínima para alcanzar los requerimientos de proceso.
- Estudios fluido dinámicos para determinar la caída de presión y regímenes de flujo.



# EXPERIENCIA

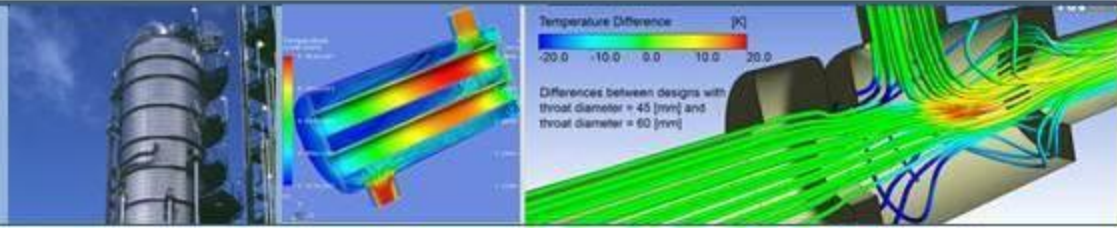
CLIENTE	ALCANCE DEL CONTRATO
HOCOL	Diseño sistemas de separación de sólidos y gas Gun Barrels CPF La Hocha Estudio de alternativas e ingeniería Conceptual (Ot 42-12 / C11 0261)- Diseño del Hidrociclón utilizando técnicas CFD para definir los internos. Pruebas de sensibilidad y puesta en marcha. (OT 42-12).
HOCOL	Simulación CFD y diseño para distribuidores TK desnatador Campo Ocelote. (Balance de masa, análisis termodinámico. Evaluación desempeño de separación de fases –Crudo-Agua, análisis de sensibilidad, puesta en marcha y pruebas de desempeño) – (OT 27-12).
HOCOL	Estudio dinámico de fluidos, utilizando simulación con software especializado. Definir el mejor diseño para optimizar la capacidad de manejo de los equipos( OT 04-12)
HOCOL	Estudio Fluido Dinámico para el diagnóstico y mejoramiento de eficiencia de operación del Gun Barrel ABK-901 ubicado en el campo La Hocha ( Ot- 78-12)
CEPSA	Estudios Simulación Gun Barrels: Elaboración del estudio dinámico de fluidos para el mejoramiento de los Gun Barrels T-112 y T-101 en la estación Jaguar - Caracas





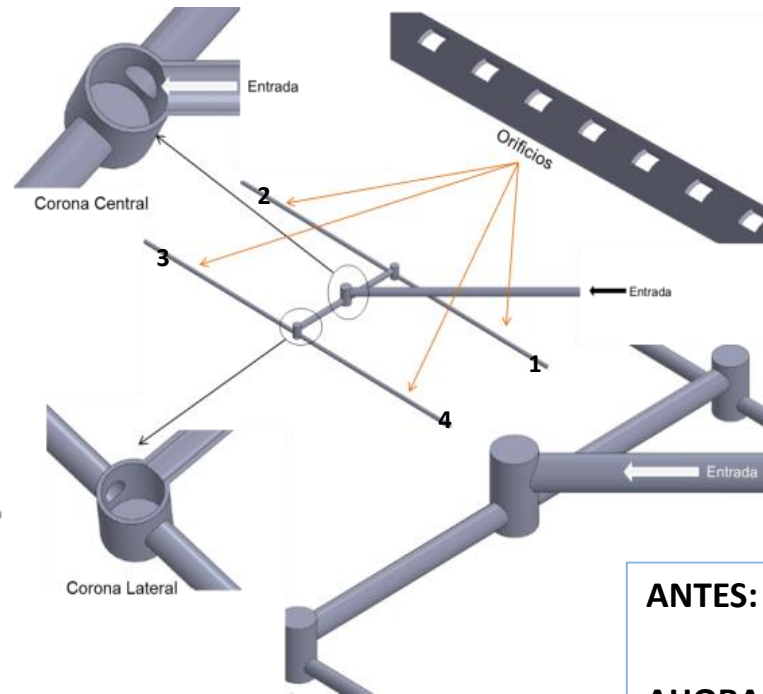
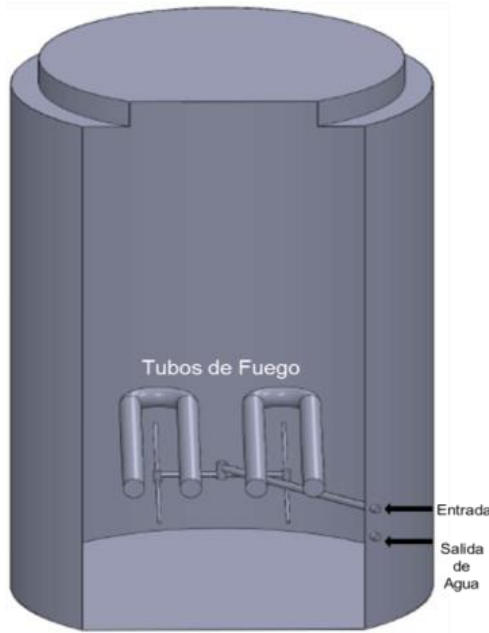
# EXPERIENCIA

CLIENTE	ALCANCE DEL CONTRATO
PACIFIC RUBIALES	Diagnóstico y formulación de sistema de distribución para skimming tank, ubicado en el CPF Yenac Pacific Rubiales Energy, utilizando técnica CFD para simulación de procesos.
PACIFIC RUBIALES	Modelamiento y evaluación de los sistemas de distribución de fluidos de de los tanques desnatadores de campo curito mediante dinámica computacional de fluidos (CFD)
HOCOL	Diseño optimizado de los sistemas de distribución de fluidos del tanque surge tank 3 del CPF Ocelote, mediante simulación dinámica computarizada de fluidos CFD, incluye: Revisión del data sheet diseño preliminar, selección de alternativas, simulación hasta optimizar y seleccionar la mejor opción, elaboración de planos de taller para construcción, control de calidad durante la construcción y evaluación de desempeño en operación. (OT S13-460 / C11-0261 )
HOCOL	Efectuar una simulación computarizada del flujo dinámico CFD para ajustar el diseño del nuevo tanque desnatado de 15.000 bls, ejecución del diseño y planos fabricación internos del tanque - Evaluación de desempeño y optimización operacional de los tanques de tratamiento del nuevo tren de producción del CPF, Surge Tank, Gun Barrel y Desnatador. (OT 43-12).





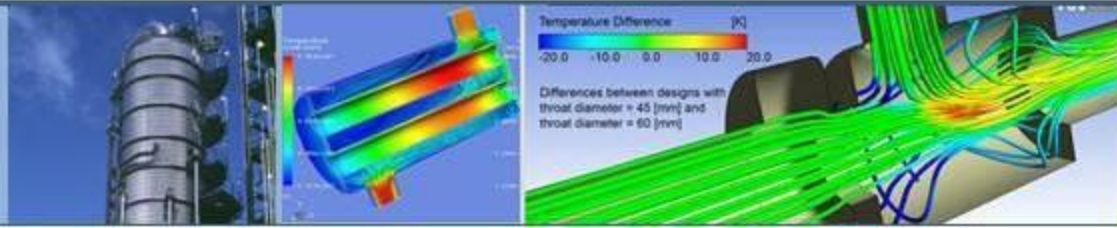
## Evaluación y optimización de tanque Gun Barrel CPF La Hocha.



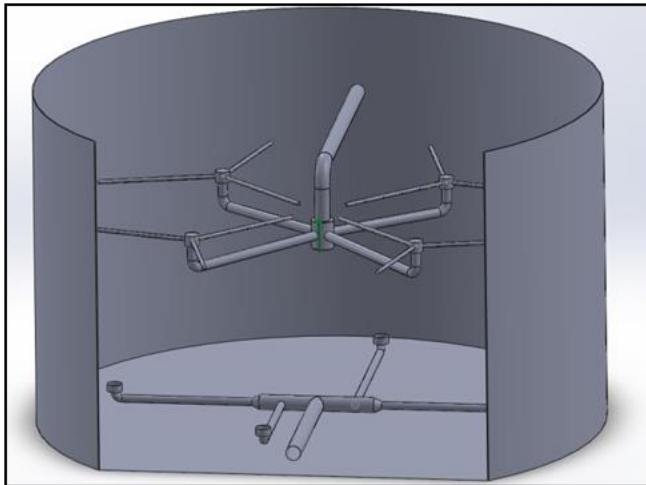
- Evaluación de alternativas de distribución.
- Diseño de dispositivos para mejorar la distribución y facilitar la separación de fases.
- Acompañamiento en construcción.

**ANTES:** Eran necesarios **2 GunBarrel** en serie para obtener 0,2% BSW

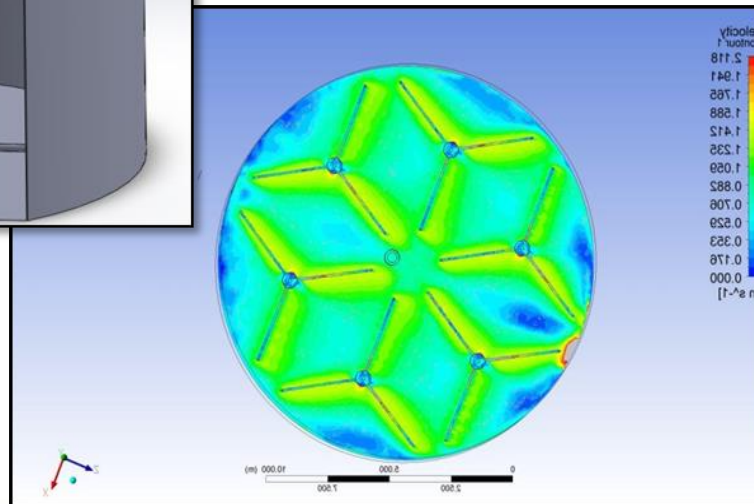
**AHORA:** **1 GunBarrel** produce crudo de 0,2 % BSW.



## Evaluación y optimización de sistemas de distribución tanque desnatador campo Ocelote.

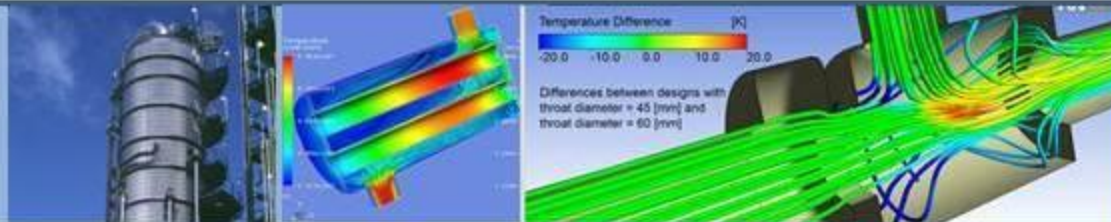


Digitalización 3D de geometrías de distribución y recolección de fluidos.

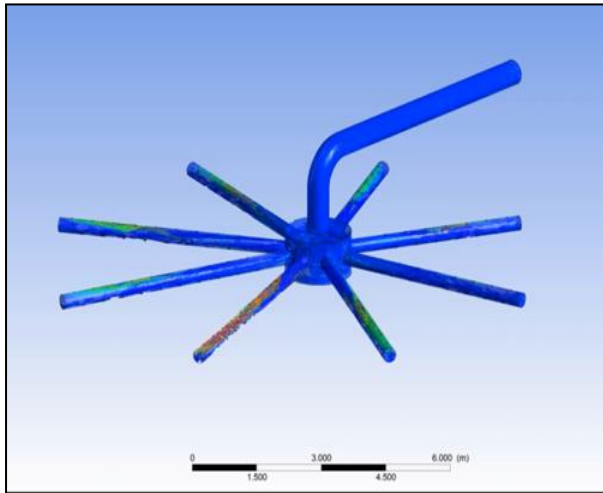


- Estudio completo de distribución de velocidad de fluidos en el tanque.
- Diseño de un sistema de distribución/recolección que proporcione el mejor comportamiento hidráulico.
- Eficiencias de desnatado hasta del 90%.

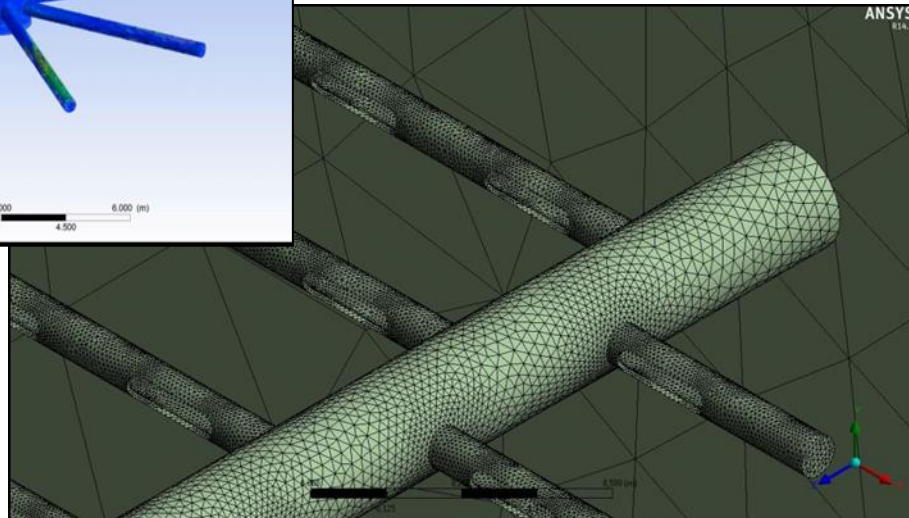
Análisis por contornos: Velocidad de distribución.



## Evaluación y optimización de sistemas de distribución Surge Tank campo Ocelote.

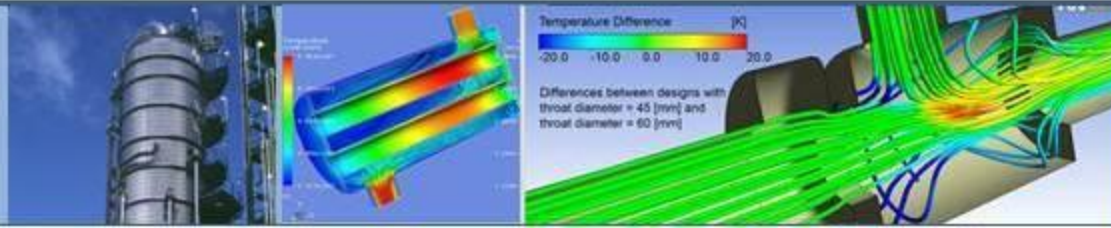


Análisis de distribución por fracción volumétrica de fase



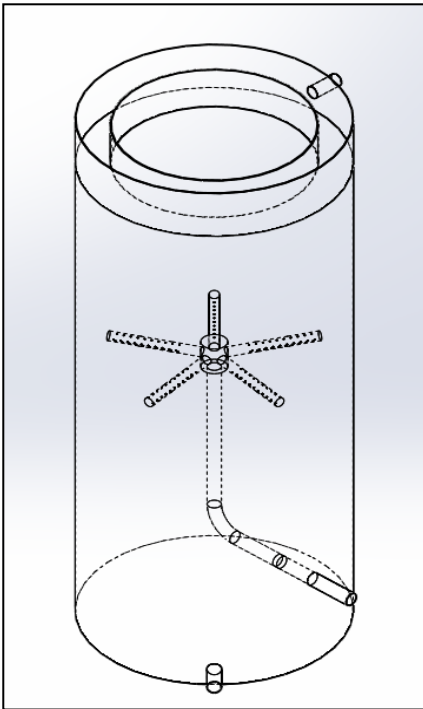
- Evaluación de desempeño de distribuidores previamente diseñados.
- Estimación de la velocidad de flujo más adecuada, disposición de agujeros y relación de tamaño distribuidor/recolector para óptima eficiencia de operación.

Detalle de mallado: H en espina de pescado evaluada para diseño.

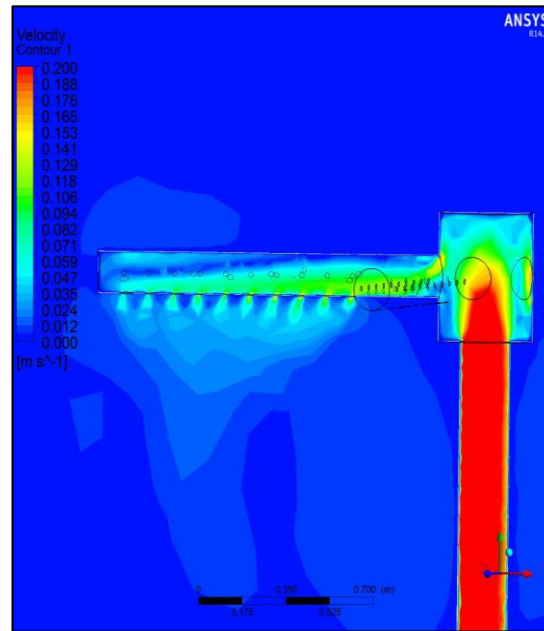




## Evaluación de desempeño y análisis de sensibilidad para diseño CFD de tanque desnatador campo Curito.

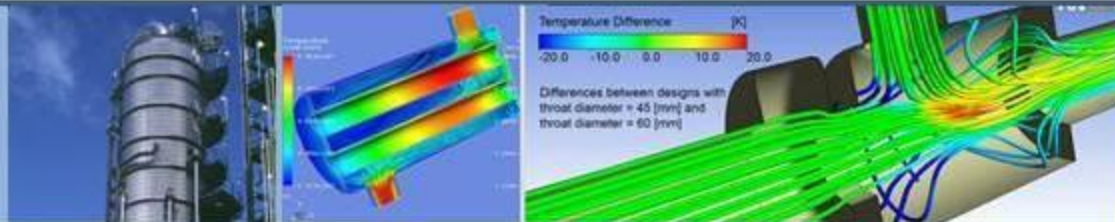


Digitalización 3D de geometrías de distribución y recolección de fluidos.

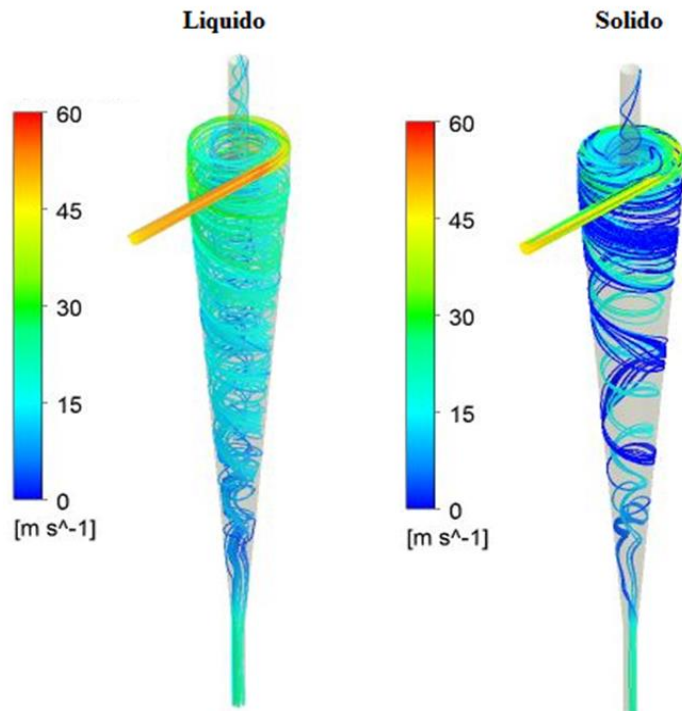


Análisis de distribución de velocidad por contornos.

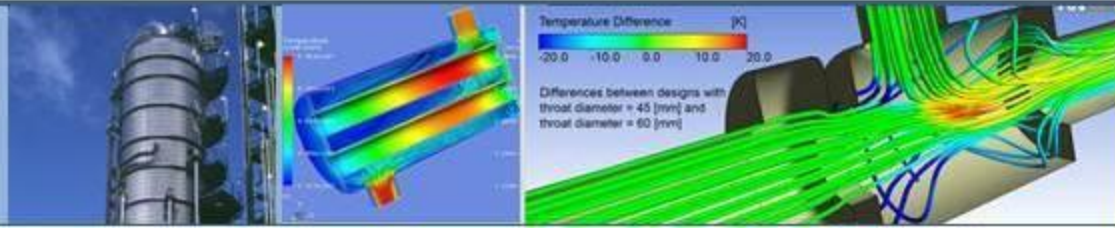
- Evaluación de desempeño del equipo.
- Análisis de sensibilidad de la eficiencia de desnatado respecto a variaciones en la altura del distribuidor.
- Se encontró la altura óptima del distribuidor con eficiencias de desnatado del 87% y del 90% en remoción de sólidos.



## Diseño CFD de un sistema de remoción de sólidos basado en dispositivo Hidrociclón para el campo La Hocha

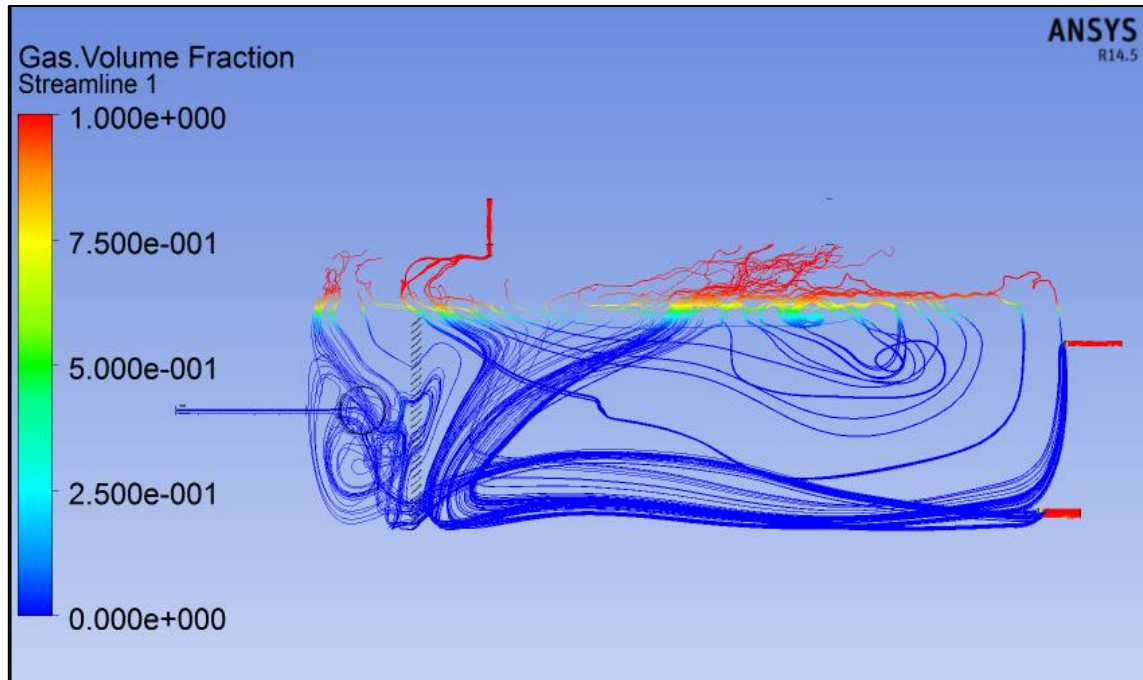


- Análisis y evaluación fluidodinámica de dispositivos tipo Bradley y Rietema.
- Análisis de sensibilidad de remoción de sólidos según tamaño de partícula y dimensiones del equipo.
- El hidrociclón tipo Bradley es capaz de retirar el 100% de los sólidos desde 100  $\mu\text{m}$  operando a 170°F.

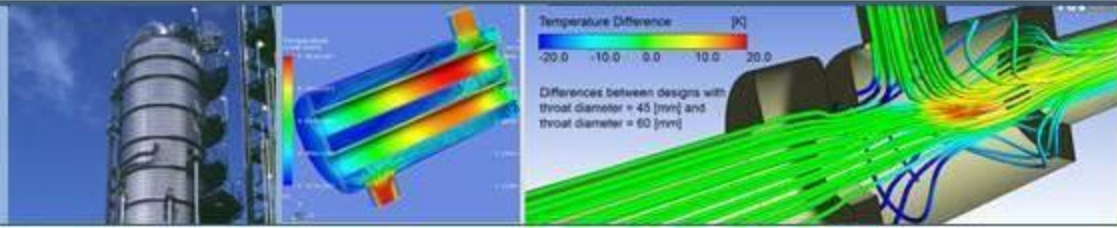




## TANQUE DESNATADOR DE OPERACIÓN FLEXIBLE HNA



- Los dispositivos internos intercambiables permiten la correcta operación del equipo incluso con variaciones en el caudal de alimentación.
- La tecnología de alineamiento de flujo HNA facilita la separación de partículas de crudo en una amplia ventana de gravedades API.
- Situaciones críticas de proceso como la presencia de sólidos y lodos son solucionados mediante la adición de internos.





**APLICABILIDAD E IMPACTO DE LA  
TECNOLOGÍA CFD PARA EL DESARROLLO DE  
PROYECTOS EN COLOMBIA**

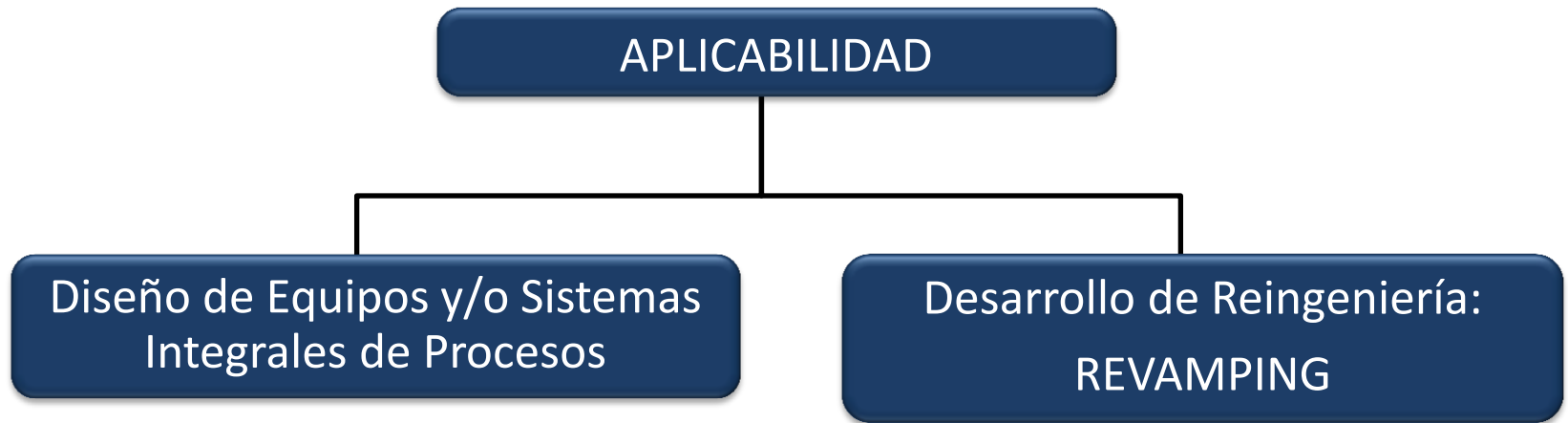


**HNA INGENIERÍA LTDA.**



**EQUIPOS DE PROCESO**

# APLICABILIDAD E IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA CFD PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS EN COLOMBIA



# APLICABILIDAD E IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA CFD PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS EN COLOMBIA

## Diseño de Equipos y/o Sistemas Integrales de Procesos

### OBJETIVOS

Minimizar el número y tamaño de los equipos de proceso

Unificar procesos industriales = Máxima Eficiencia

Desarrollar equipos versátiles (Amplio rango operativo)

Disminución de costos de inversión (CAPEX) y de operación y mantenimiento (OPEX)





# APLICABILIDAD E IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA CFD PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS EN COLOMBIA

## Desarrollo de Reingeniería: REVAMPING

### OBJETIVOS

Evaluación de condiciones operativas – medición de eficiencia

Adecuación de equipos existentes a nuevas condiciones de proceso

Mejoramiento de la eficiencia de proceso en instalaciones industriales existentes

Disminución de costos de operación y mantenimiento (OPEX)



# APLICABILIDAD E IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA CFD PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS EN COLOMBIA

## VALOR AGREGADO DE LA TECNOLOGIA CFD

MODELO COMPUTACIONAL DEL EQUIPO Y/O SISTEMA,  
DISPONIBLE PERMANENTEMENTE PARA LA VALIDACION Y  
PREDICCION DE LA EFICIENCIA OPERATIVA REAL, FRENTE A  
VARIACIONES DE LAS CONDICIONES DE PROCESO



# REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

## EVENTOS ESTACIONES HIDROCARBUROS Vs. CFD

ITEM	EVENTO	CAUSA
1	Alarmas permanentes por niveles alto y alto alto en TKS de almacenamiento por variación de producción en los pozos	Las características de producción de los pozos cambian en cantidad y calidades.
2	Bajo rendimiento de separación en los GUN BARREL	Diseños originales no fueron sometidos a simulaciones.
3	Bajo rendimiento de separación en los GUN BARREL	Inversiones de alto costo y requerimiento de área de proceso.
4	Burbujas de gas inesperadas en botas de gas insuficientes para manejo de picos de alto volumen de gas.	Botas de gas insuficientes para el manejo de picos de alto volumen de gas.
5	Incendio de TEAS	Rebose en botas de gas y/o en tanques de almacenamiento.
6	Incendio de TEAS	Rebose en sistema recuperador de vapor URV
7	Taponamiento de bombas de trasiego (TKS gun barrel)	Variación en las características de los solidos presentes en el crudo



# REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

## EVENTOS ESTACIONES HIDROCARBUROS Vs. CFD

ITEM	EVENTO	CAUSA
8	Agua en bombas de trasiego (crudo)	Requiere de recirculación del crudo incrementando los costos por reproceso.
9	Sistemas de tratamiento de agua rebosadas	Las plantas de tratamiento no son eficientes para la separación de hidrocarburo y el agua.
10	Desperdicio de volumen de tanques de lavado	Se usan diseños tipo utilizados en la industria.
11	Areas de Gun Barrel y lavado de crudo con atmosferas explosivas	Falta implementar sistemas de Blanketing diseñados para picos de presión por burbujas en la línea de flujo.
12	Riesgo de actividades de mantenimiento en caliente en areas con TKS en operación	Desconocimiento del comportamiento de las atmosferas explosivas, en función de los vientos y de su volatilidad.
13	Lineas de NAFTA sometidas a altas sobrepresiones por temperatura ambiental a 1/2 día.	Es normal en la operación aislar sectores de tubería, pero no todos cuentan con válvulas de alivio térmico, sobre todo los tramos cortos.
14	Fugas de crudo o gas o agua de proceso durante los arranques operacionales de sistemas en mantenimiento o nuevos.	Sistemas de alarma no dan tiempo al operador para que tome acción en un evento inminente.





# REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

## EVENTOS ESTACIONES HIDROCARBUROS Vs. CFD

ITEM	EVENTO	CAUSA
15	Pozos conectados a una misma troncal con diferentes presiones de transporte	No se realizan corridas hidráulicas de las troncales y sus ramales para establecer el comportamiento en caudal y presión de cada uno de los pozos.
16	Ajuste permanente del diluyente (Nafta) en cabeza de pozo	El comportamiento de la mezcla crudo-Nafta se realiza por experiencia del operador.
17	Presiones de bombas en crudo, agua, o Nafta diferentes a las esperadas por el diseño	Sistemas y diseños no son evaluados en los rangos de operación reales.
18	Crudo de proceso en los sistemas de CLD (drenajes cerrados de aguas aceitosas)	Falta evaluación de los equipos en condiciones extremas de operación.
19	Largos tiempos de estabilización de las estaciones para el tratamiento de hidrocarburos, después de cada parada o después del ingreso de un nuevo pozo	Cambian las condiciones de operación después de cada ingreso de un nuevo pozo, pero se desconocen los valores debido a la falta de simulaciones antes del arranque real.



# REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

## EVENTOS ESTACIONES HIDROCARBUROS

ITEM	EVENTO	CAUSA
20	Rebose en las piscinas de desnatado	No se someten los diseños a simulaciones de rendimiento.
21	Sistemas de enfriamiento de agua tratada insuficientes	No se someten los diseños a simulaciones de aspersion según el tipo de boquilla, caudal o torre.
22	Rebose de tanques de almacenamiento de aguas aceitosas con aguas lluvias.	Hidráulica de red de aguas lluvias y red de aguas aceitosas inadecuada.
23	Sobrediseño de bombas de despacho de agua por tubería (línea de flujo 10 KM)	No tener en cuenta las condiciones topográficas de la tubería, la diferencia de niveles y falta de corrida hidráulica.



# REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

## EVENTOS ESTACIONES HIDROCARBUROS

ITEM	EVENTO	CAUSA
24	Golpes en líneas de flujo (solo se detectan en el marraneo)	Golpes por retroexcavadoras por drenajes de cultivos realizado por lo propietarios de los predios.
25	Daño en los tubos de fuego de calentadores de crudo	Desajuste en las interfaces de agua y crudo.
26	Sistemas de Sand Jet de TKS ineficiente	Implementación de diseños tipo
27	Cavitación de bombas	Diseños no son sometidos a simulaciones de operación.
28	Recalentamiento de cuartos de variadores de velocidad	No tener en cuenta las corrientes internas dentro de los cuartos, incluidas las interferencias estructurales y de muebles.
29	Gas en tubería con arrastre de finos solidos	Falta implementar sistemas de separación de finos.
30	Crudo con arrastre de arena	Falta de sistemas separadores de sólidos al inicio del proceso.

**HNA. INGENIERIA LTDA.**

**WEBSITE: [HTTP://HNA.COM.CO](http://HNA.COM.CO)**

**DIRECCIÓN: CRA 13A No. 113-59 BOGOTA-COLOMBIA**

**TELÉFONOS: (57) 1 6127704. (57) 1 4743555. (57) 3158011636**

**GERENTE GENERAL : HECTOR HIGUERA NIÑO**

