

Convección Natural en Calentadores Indirectos Correlaciones vs CFD

Comparación de correlaciones y CFD utilizando herramientas StarCCM+

| Agenda

Experiencia previa

Caso de estudio: Calentador Indirecto Eléctrico

- Geometría
- Mallado
- Modelado
- Resultados
- Comparativa

Trabajos futuros



| Experiencia Previa



Experiencia Previa



Amplia experiencia en diseño y verificación de calentadores en baño de vapor y baño de agua.



Experiencia Previa



Amplia experiencia en diseño y verificación de calentadores en baño de vapor y baño de agua.



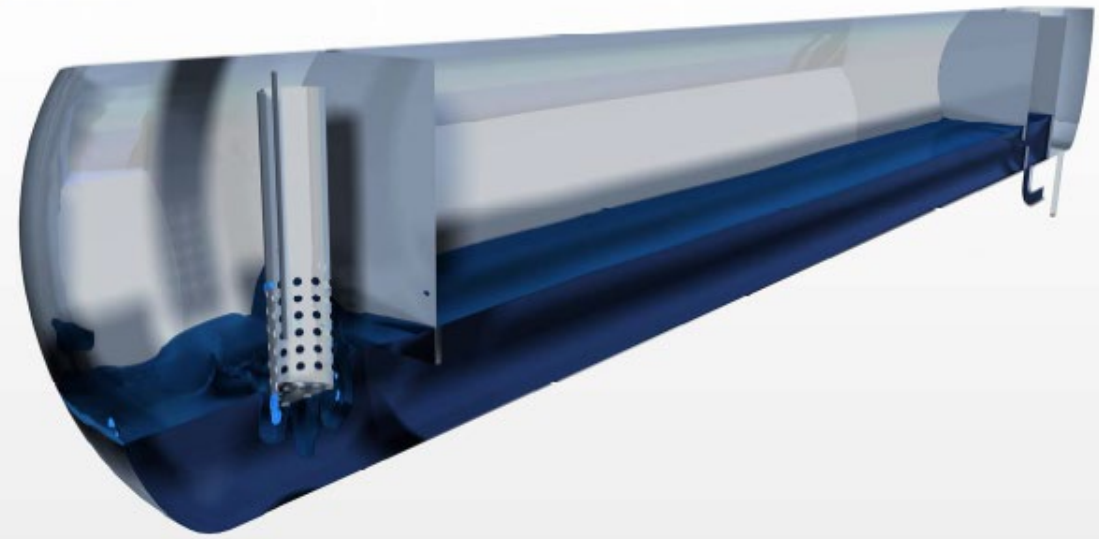
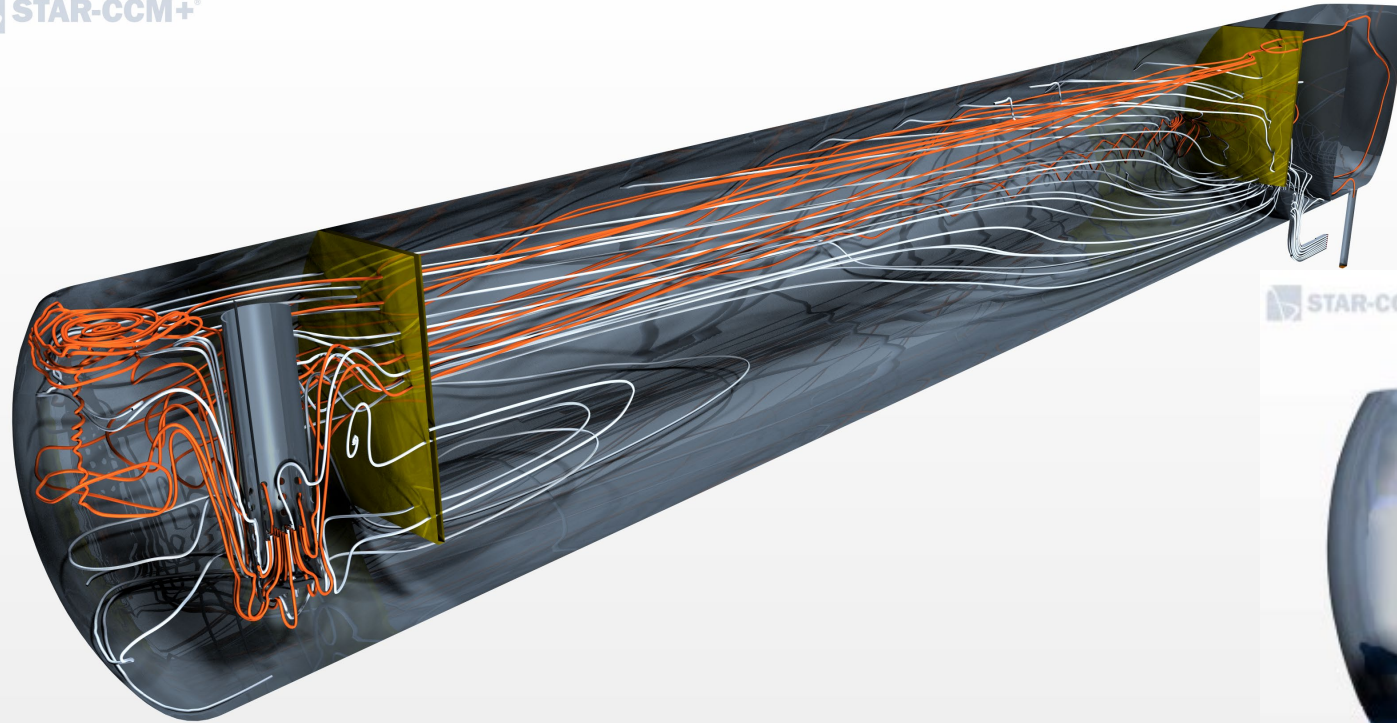
Agradecimientos a MEIP y TECNO Heaters



Experiencia Previa



Otros trabajos en CFD



Experiencia Previa

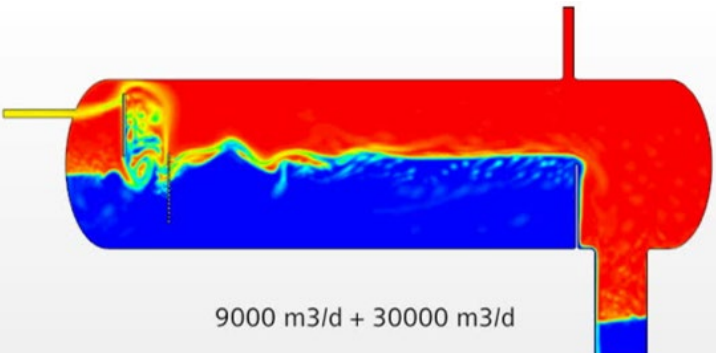
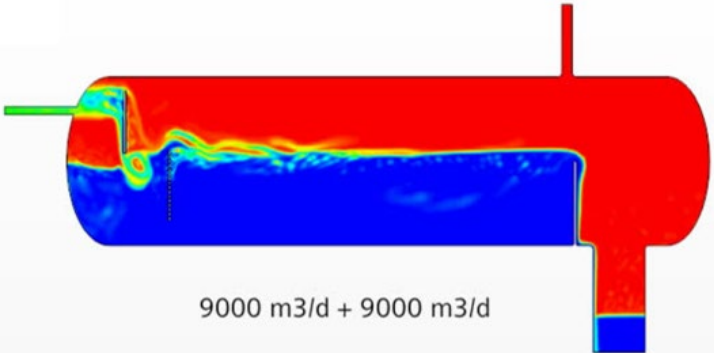
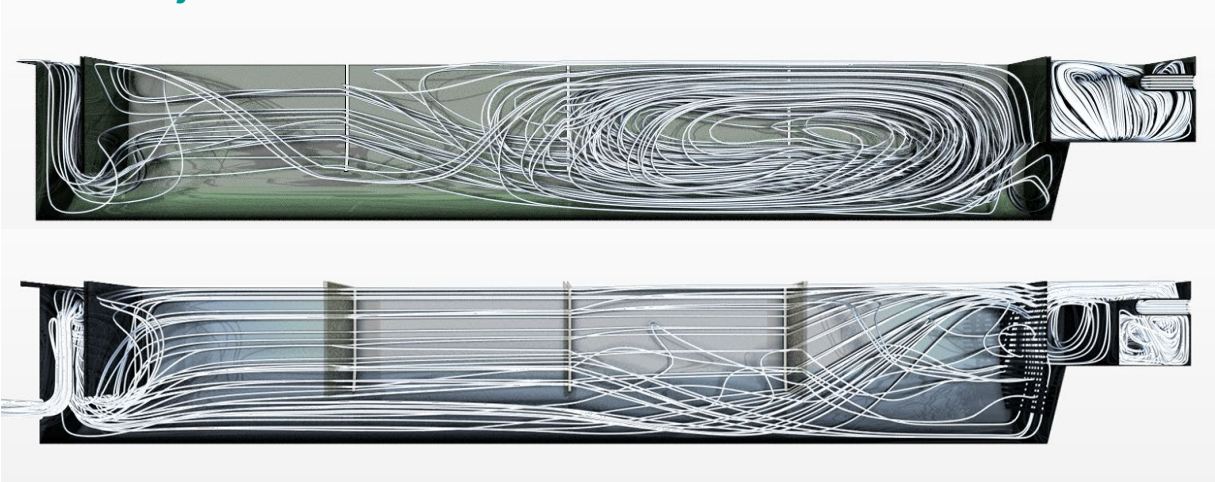


Expert Partner

SIEMENS

Digital Industries Software

Otros trabajos en CFD



Caso de Estudio: Calentador Indirecto Eléctrico



Expert
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

| Geometría

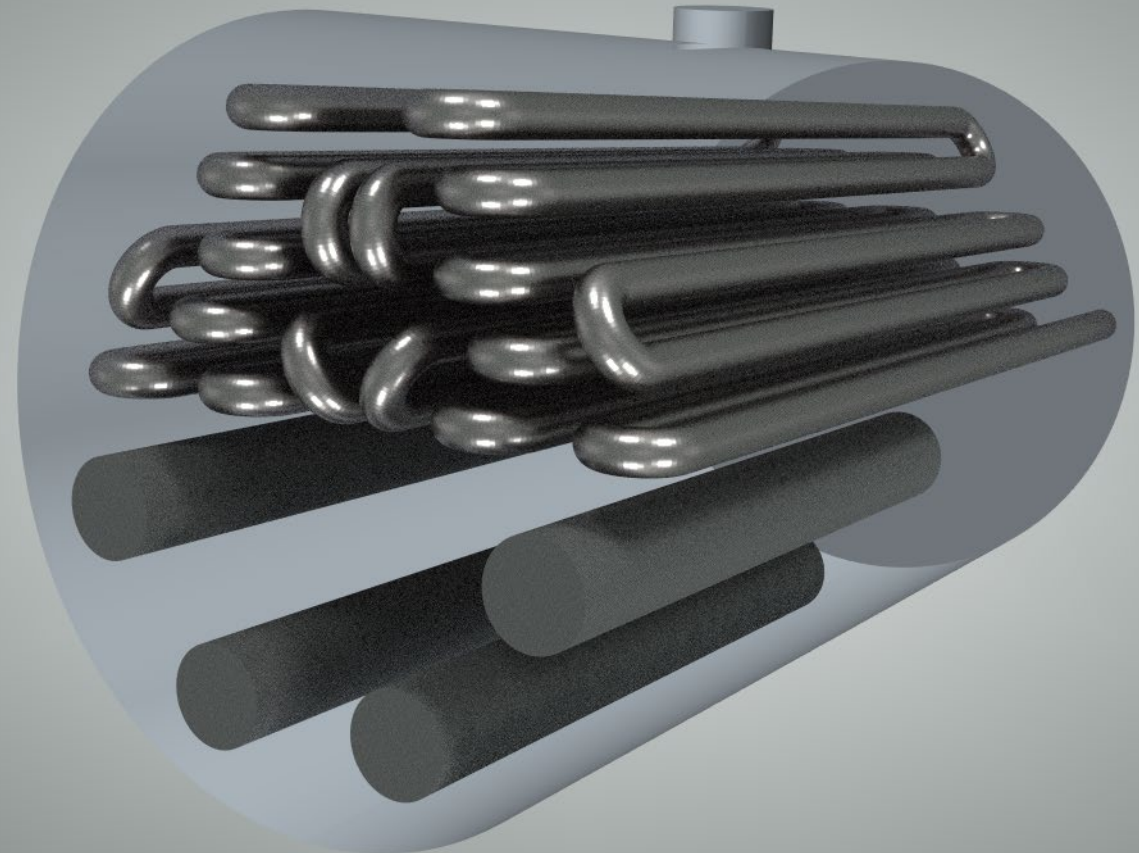


Geometría

- Necesidad de simplificar geometría y obtener modelo representativo.

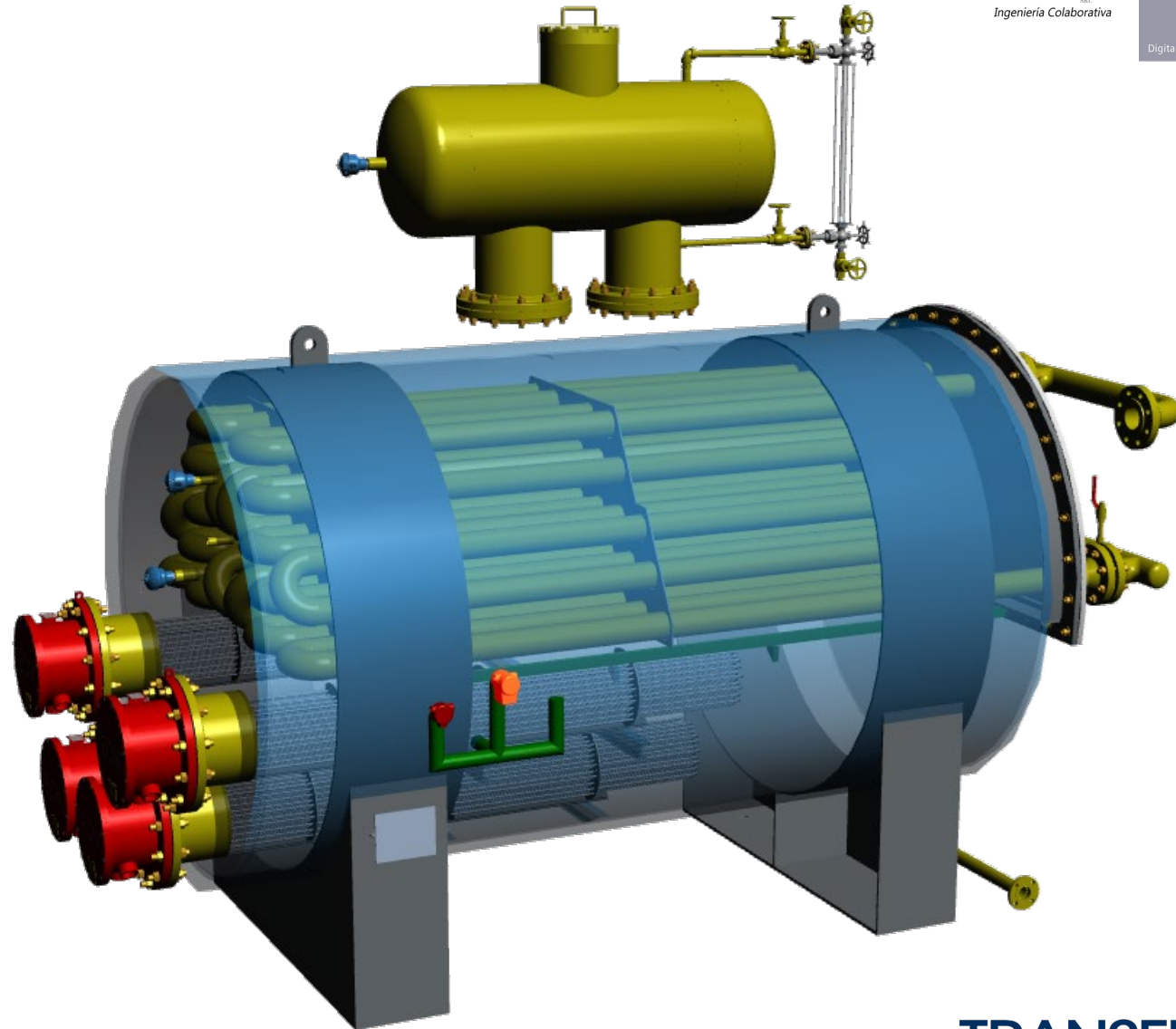


Simcenter STAR-CCM+



Geometría

- Simplificación a partir de modelo mecánico 3D.
- Únicamente se consideran las resistencias y el mazo de intercambio, descartando estructuras internas.



X-Plan
Ingeniería Colaborativa

Expert
Partner

Digital Industries Software

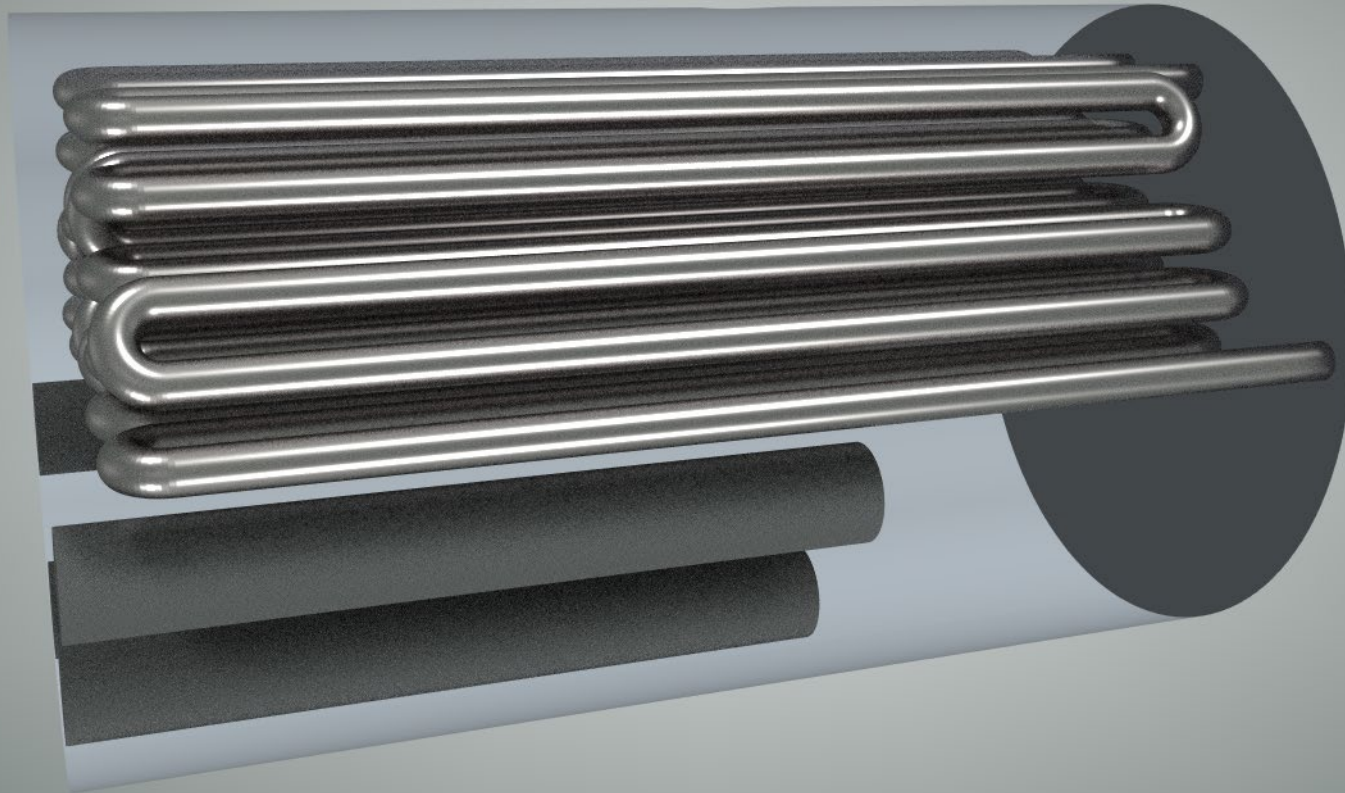
SIEMENS

TRANSEPARACIÓN
Business challenges, engineering solutions.

Geometría

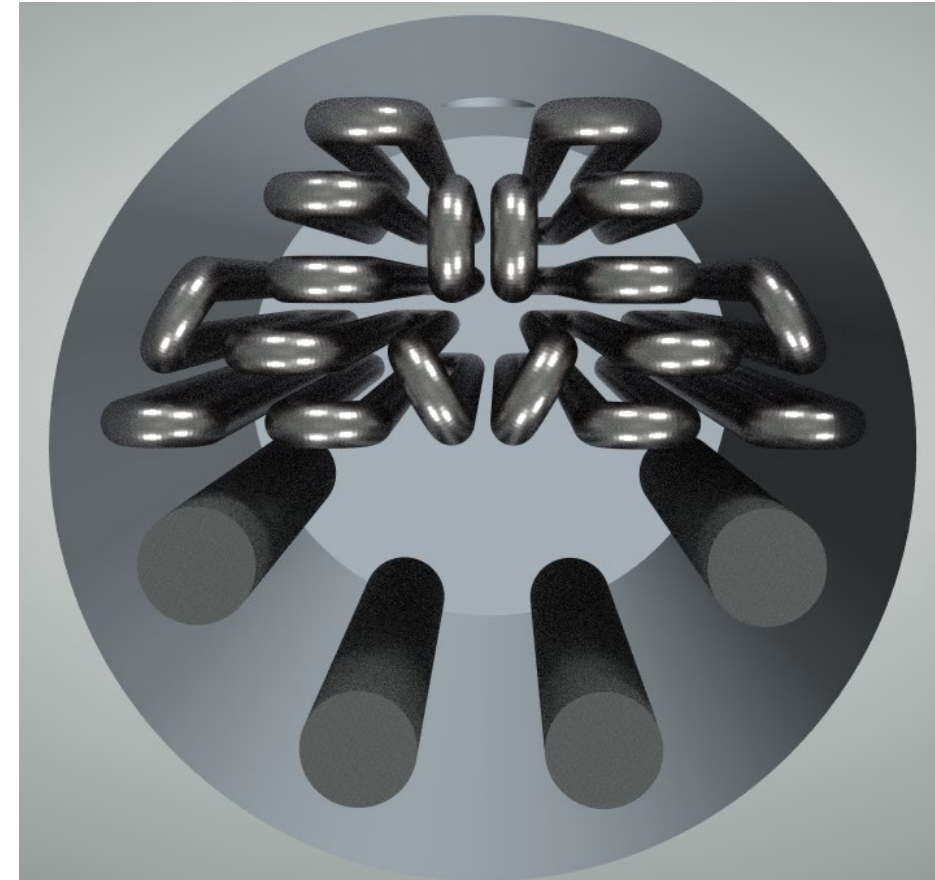
- 2 mazos de 18 tubos 4" 2.9 m
- 4 resistencias de 160 kW
- Carcasa de 2 m x 3.5 m

Simcenter STAR-CCM+



Geometría

- Utilización de simetría para reducción de elementos y costo computacional.
- Resistencias como medios porosos dentro del dominio fluido.
- Mazo con espesor, dominio sólido.



Mallado



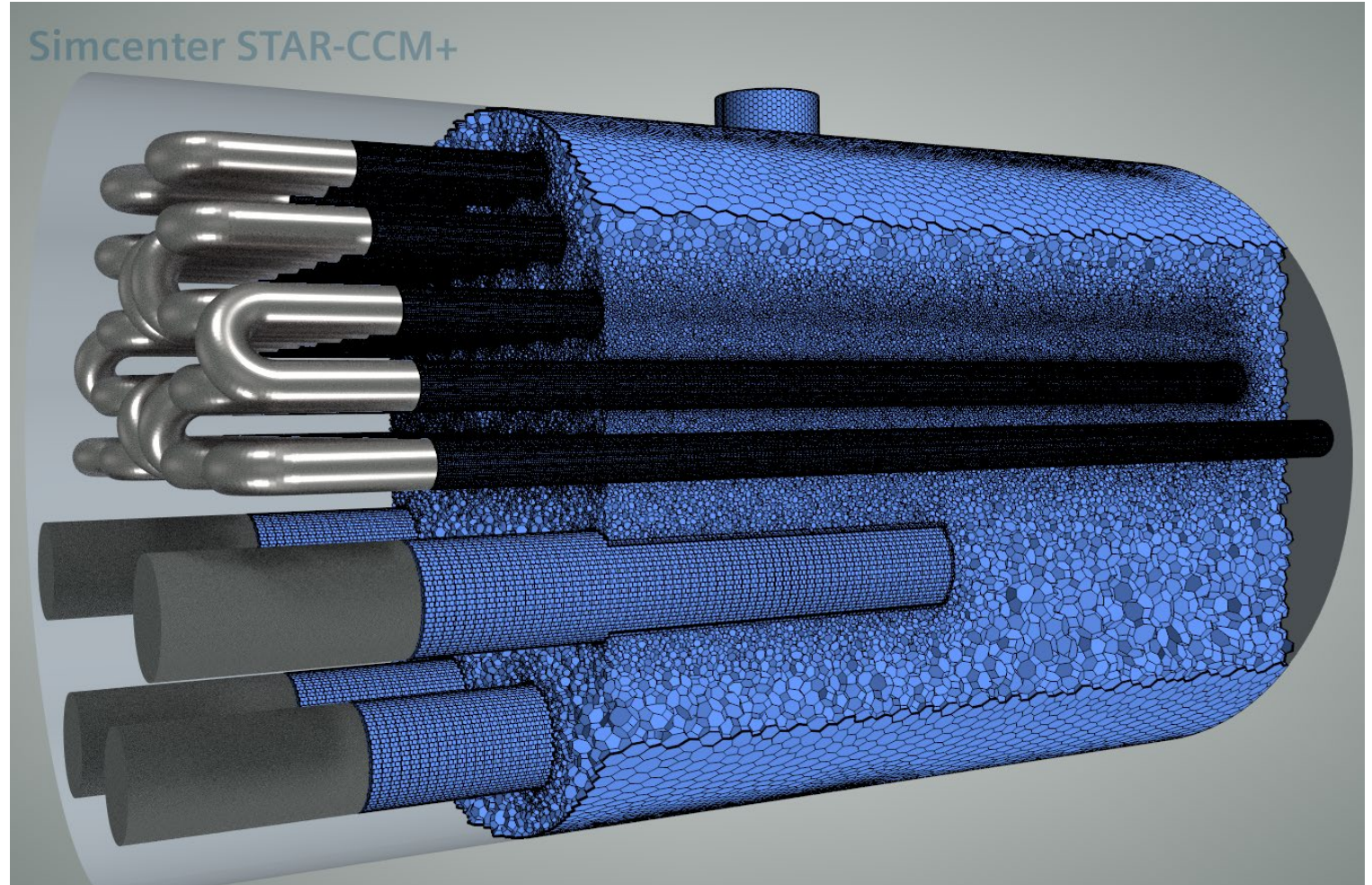
Mallado

- Utilización de elementos poliedricos.

Parametros comunes:

- Curvature: 72 points/circle
- Surface growth rate: 1.3
- Volume growth rate: 1.2
- Target surface: 100%
- Minimum surface: 1%

16,466,622 elementos

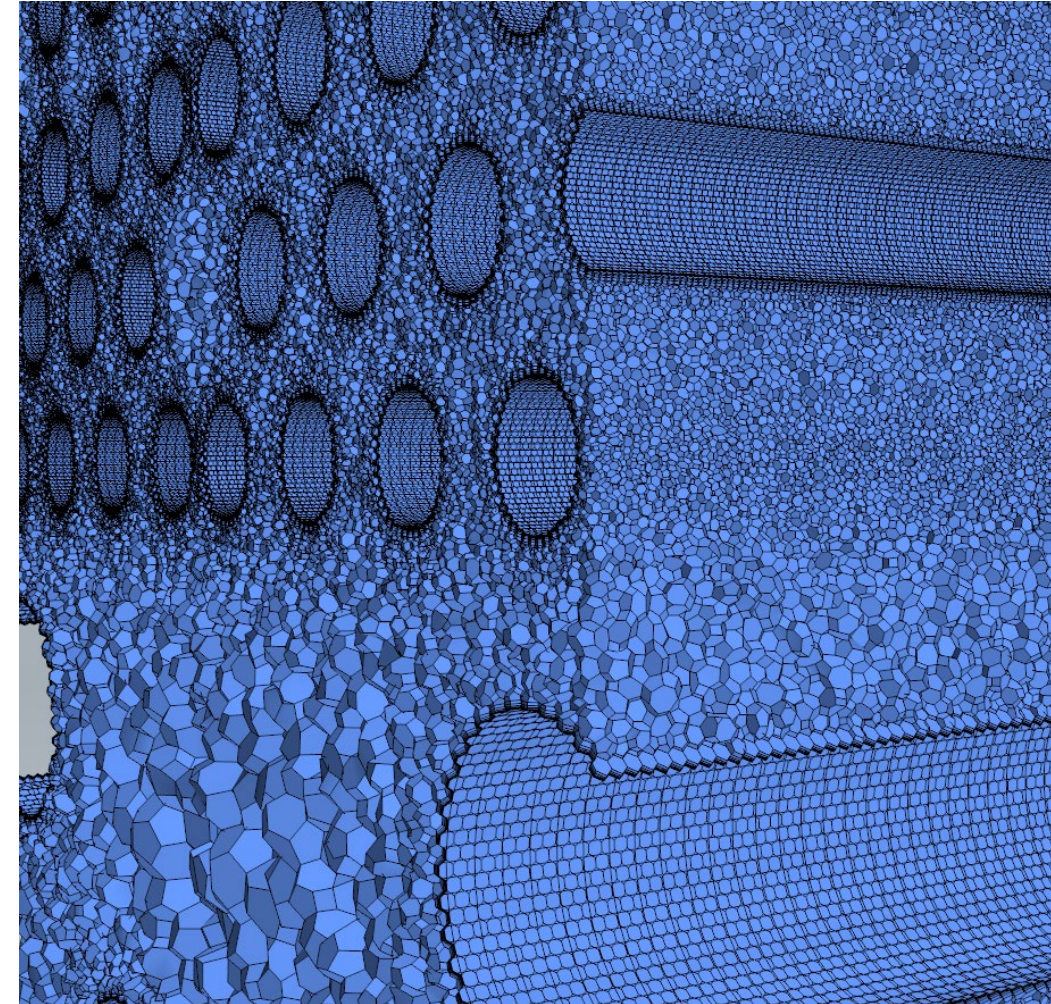
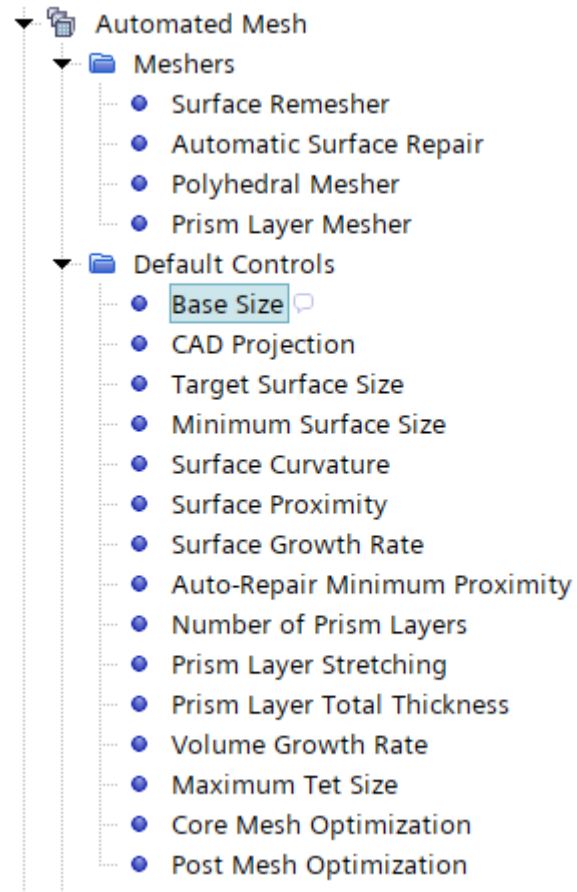


Mallado

Fluido:

- Base size: 0.05 m
- Proximity: 5 cells
- Prism layers: 5
- Prism total thickness: 6 mm
- Max Tet size: 500% (0.25m)

10,933,770 elementos



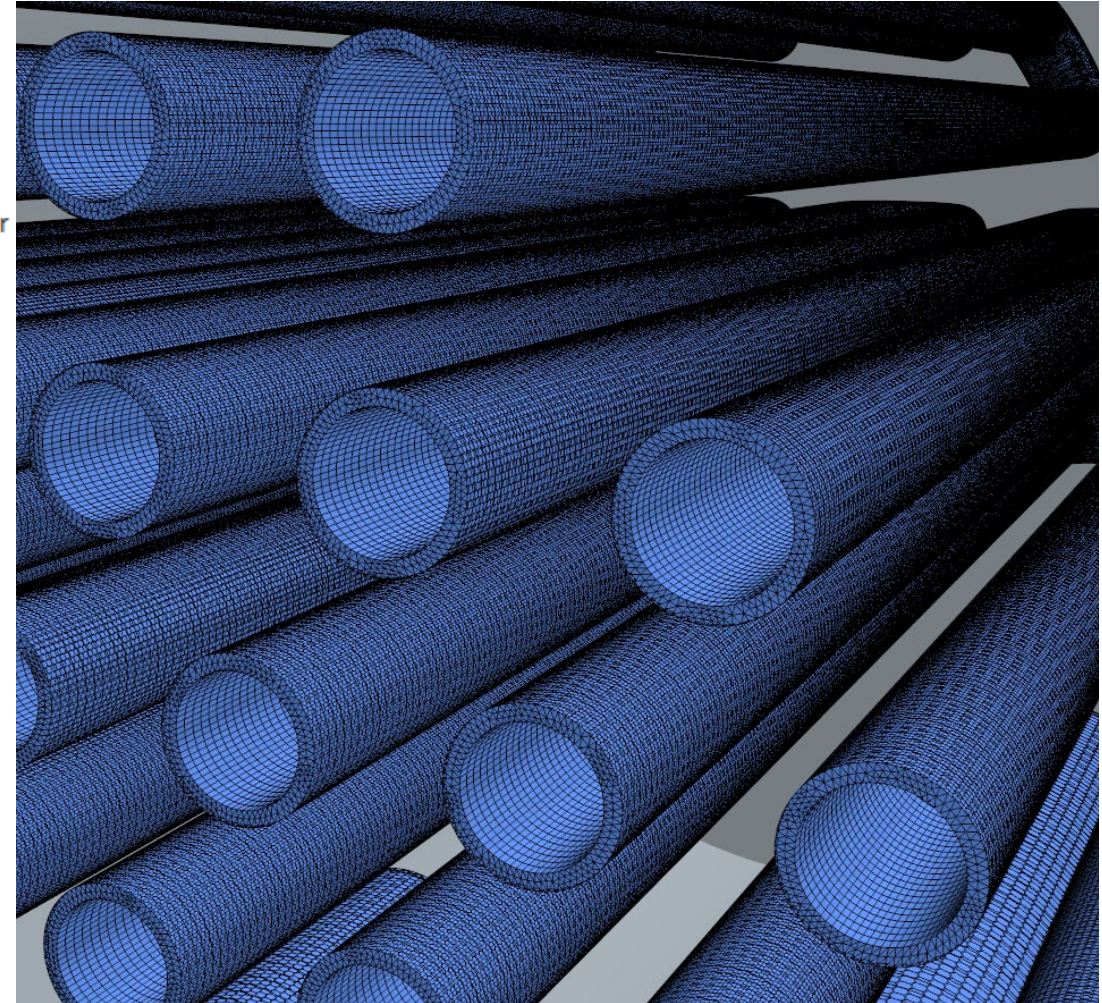
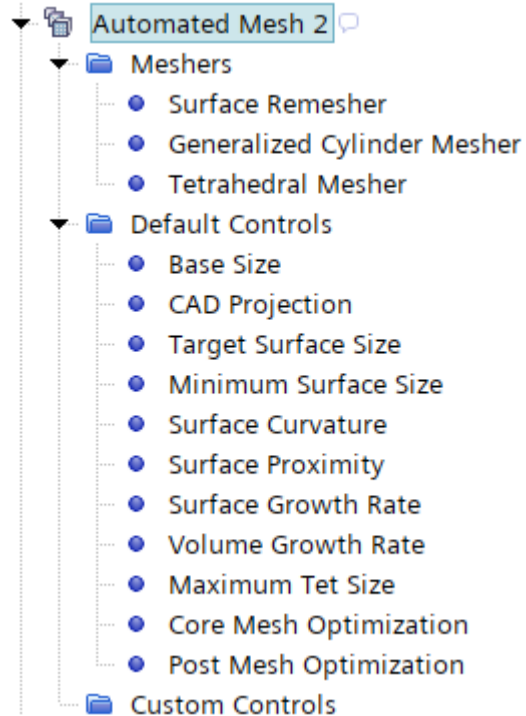
Los parámetros de tamaño e inflation fueron analizados en un estudio previo.

Mallado

Mazo:

- Cylinder Mesher
- Base size: 0.05 m
- Proximity: 2 cells
- Max Tet size: 1000% (0.5m)

140,281 elementos

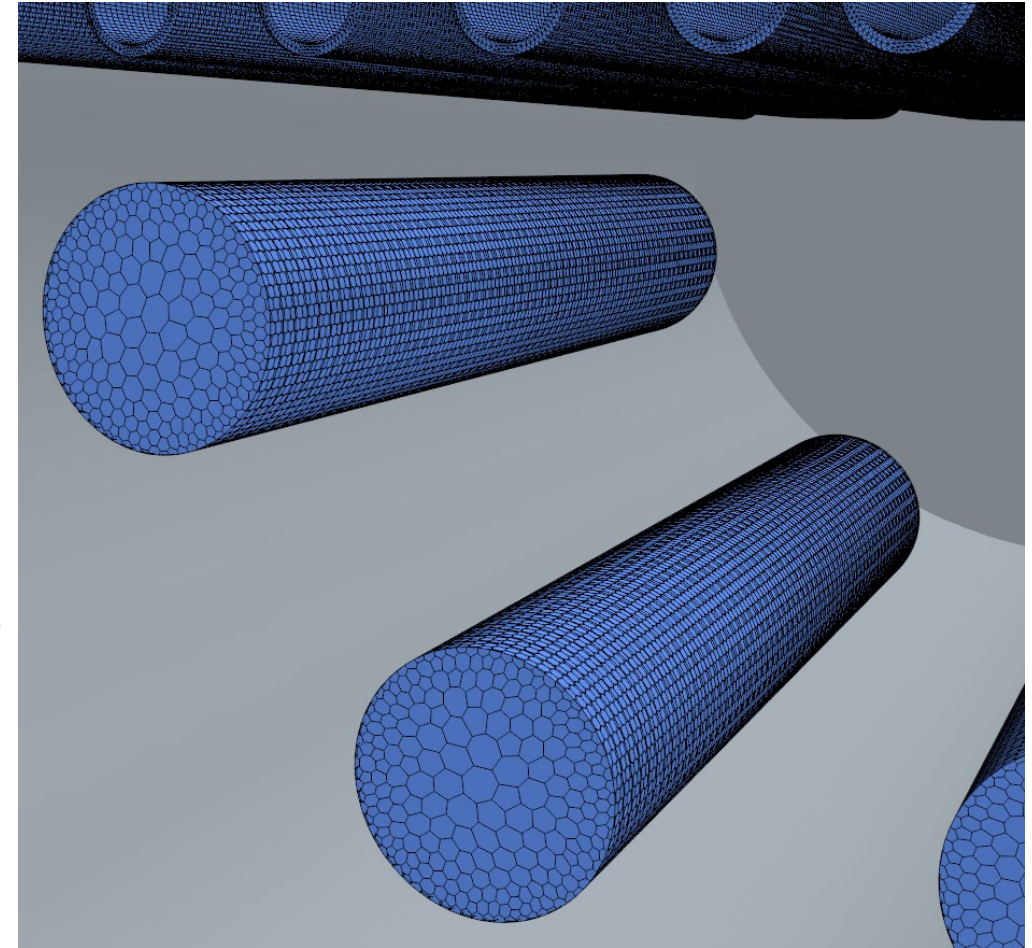
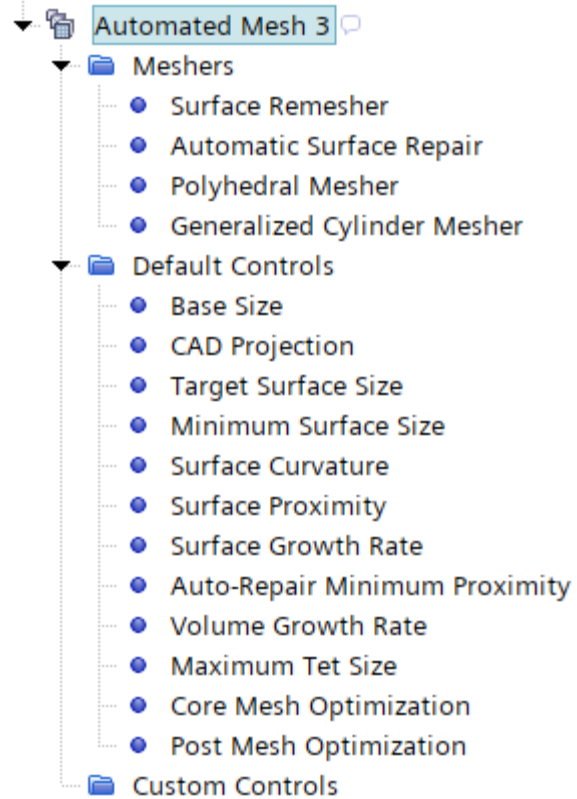


Mallado

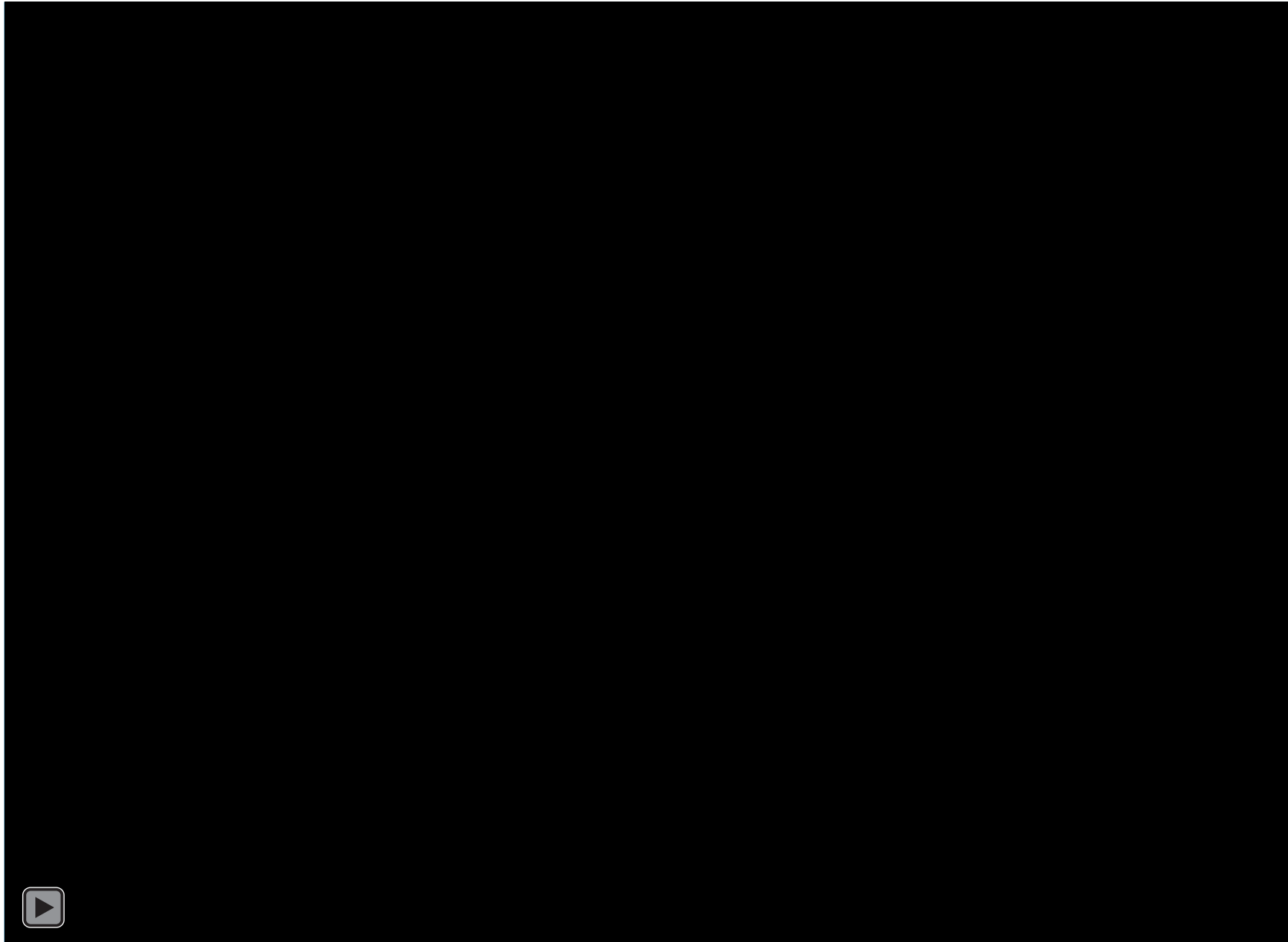
Resistencias:

- Cylinder Mesher
- Base size: 0.1 m
- Proximity: 2 cells
- Max Tet size: 500% (0.5m)

5,392,571 elementos



Mallado – Visualización en todo el dominio



Modelado



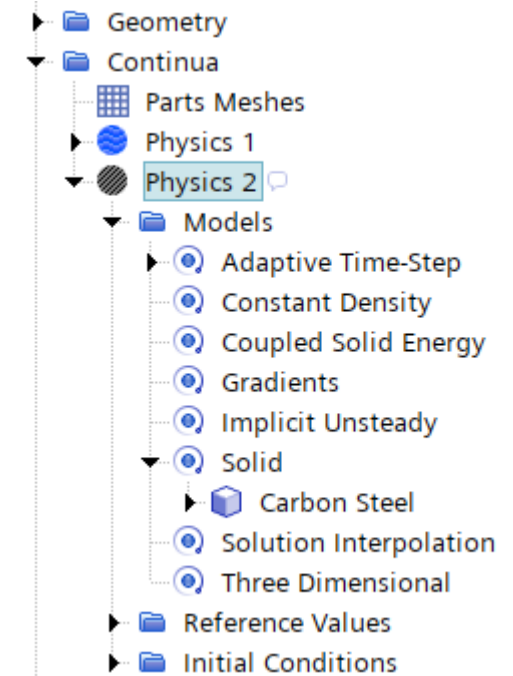
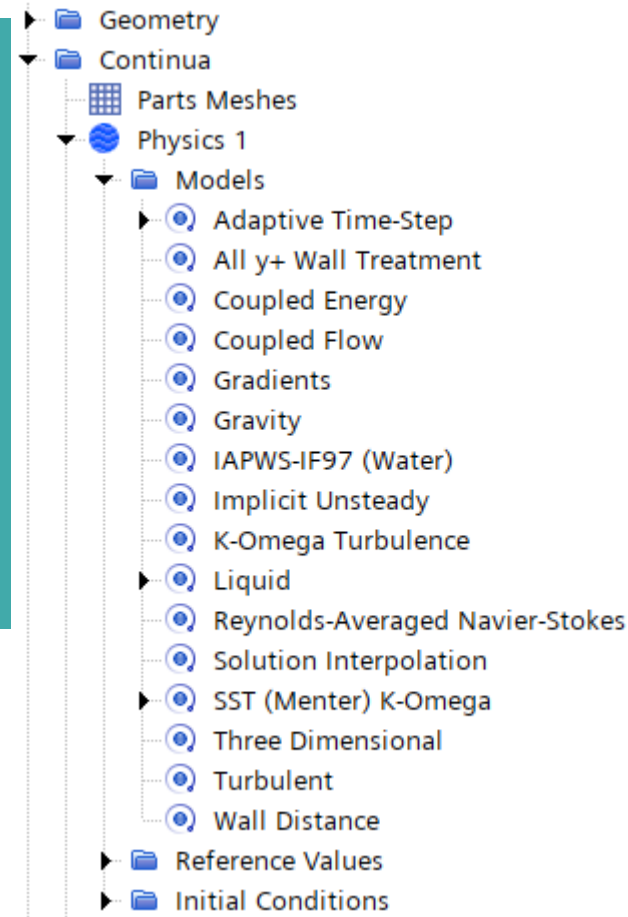
Expert
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

Modelado

- Turbulencia: SST k- ω
 - Energía: Coupled
 - Tiempo: Implicit
 - Fluido: Agua IAPWS-IF97
 - Sólido: Acero Carbono
- Medio poroso
- Inertial resistance tensor: 80,000 kg/m⁴



Condiciones de Contorno

Dentro del mazo:

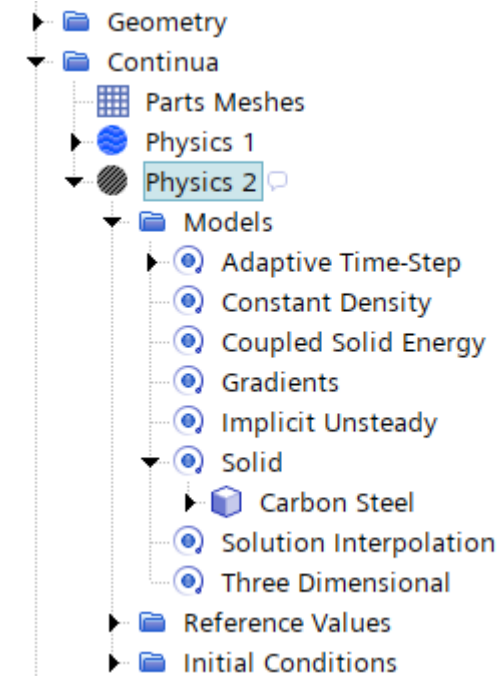
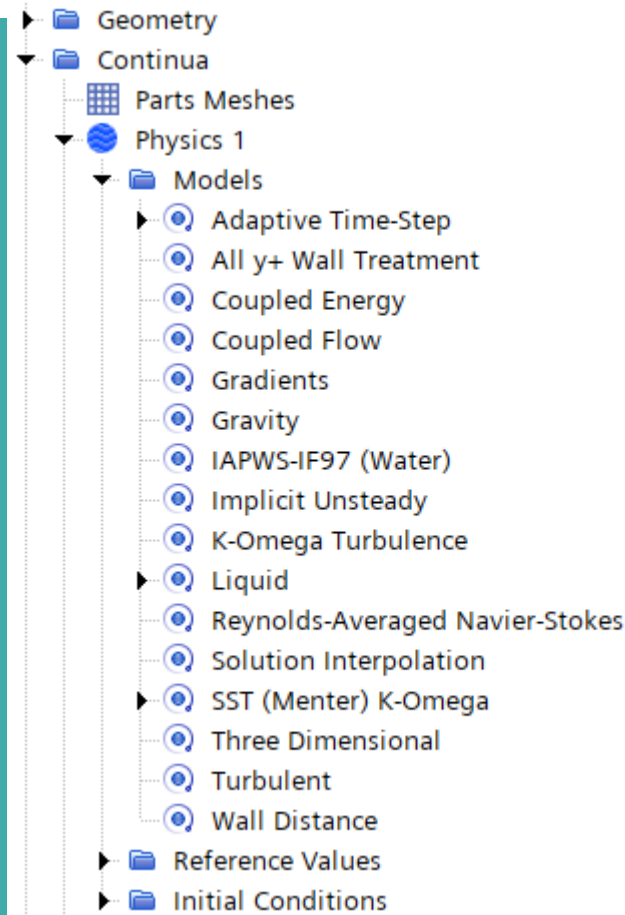
- h externo: $900 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Temperatura externa: 303 K

Medio poroso:

- Fuente de calor: $1,234,568 \text{ W/m}^3$
(160 kW por coil)

Cuerpo:

- Adiabatico hacia exterior



Modelado



Expert
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

Inicialización:

- Temperatura uniforme: 356 K
- Medio estático

Paso de tiempo:

Inicial: 1×10^{-4} s

Adaptativo: 0.1 s

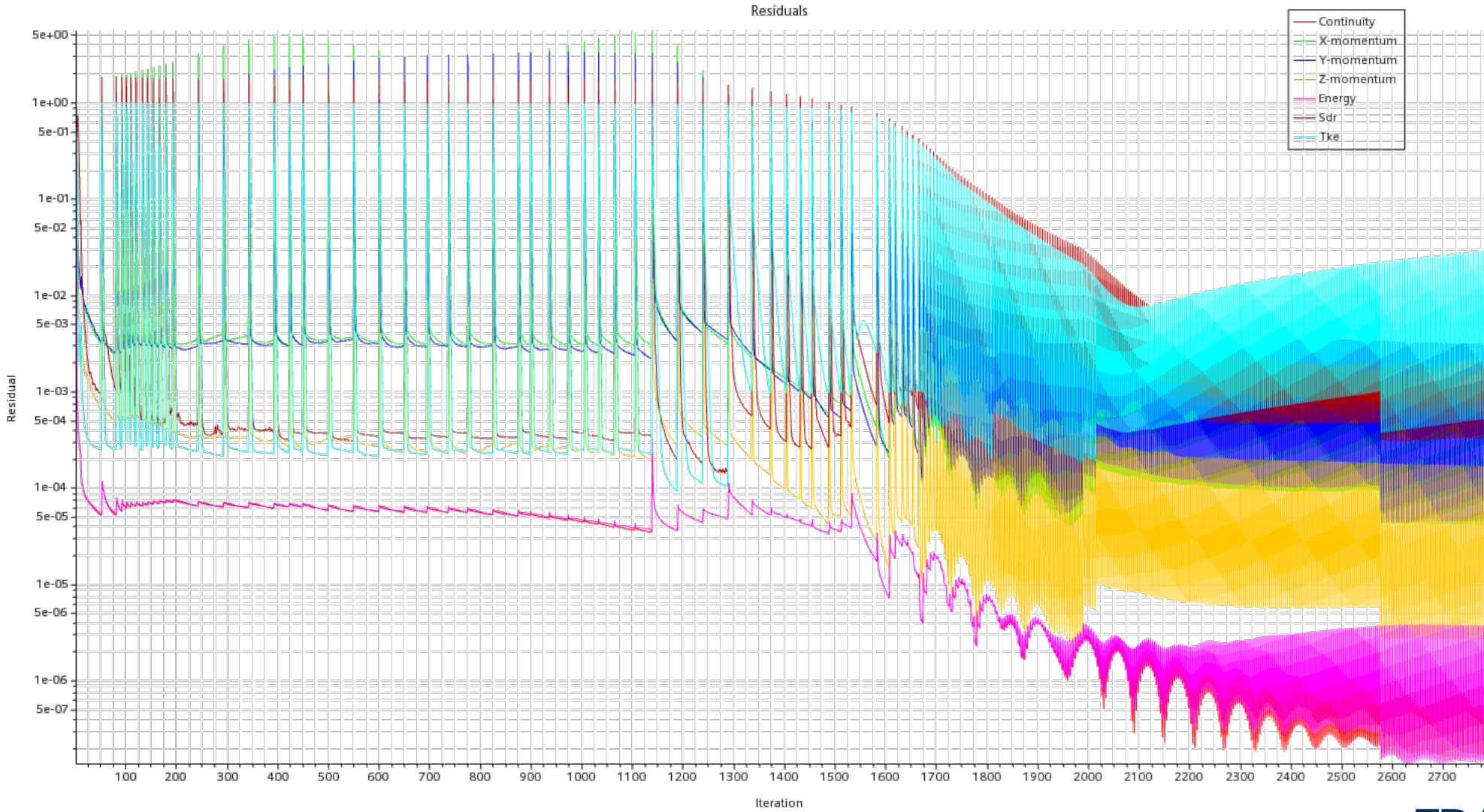
Residuos



Expert Partner

SIEMENS

Digital Industries Software



Utilización de residuos como parámetro de ajuste del paso de tiempo

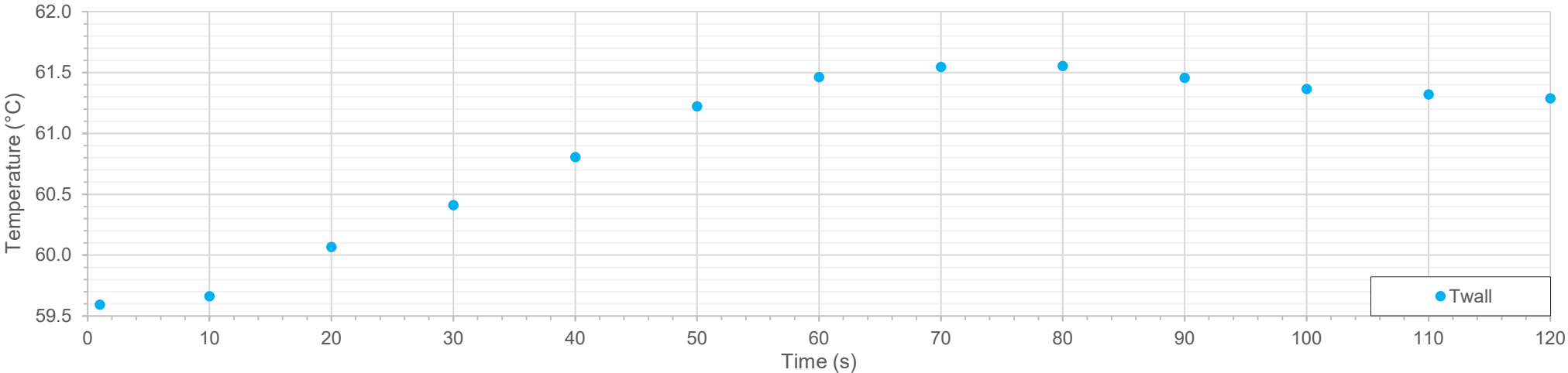
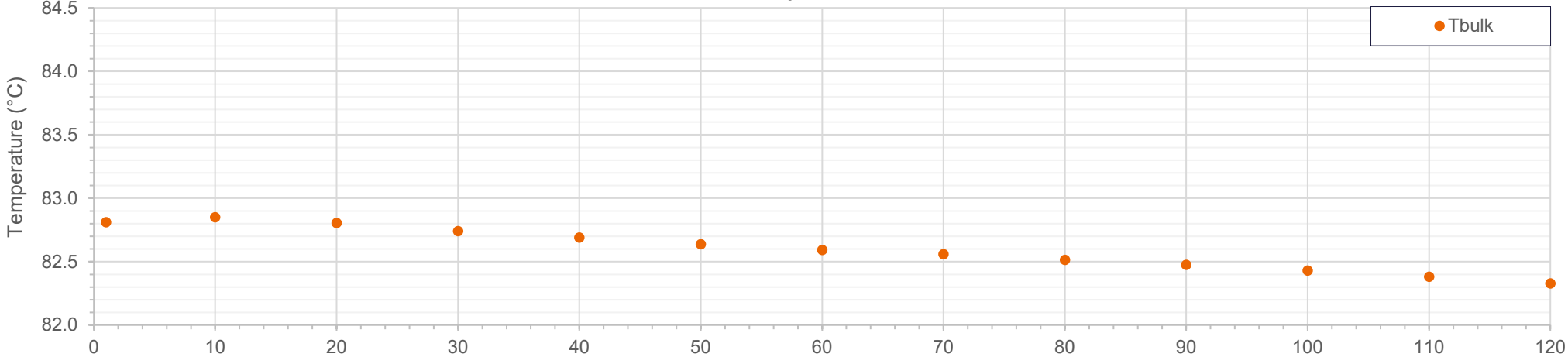


| Resultados



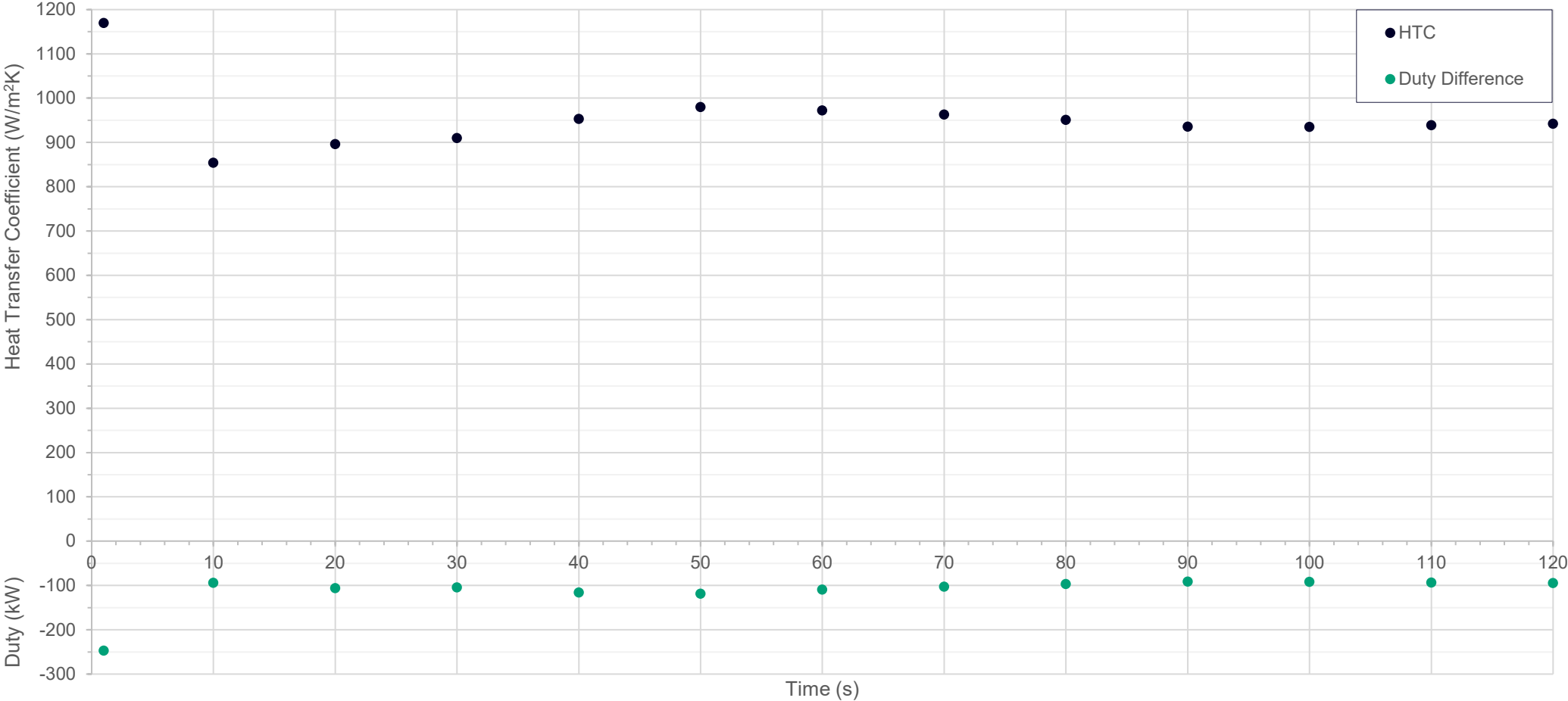
Resultados

Temperature

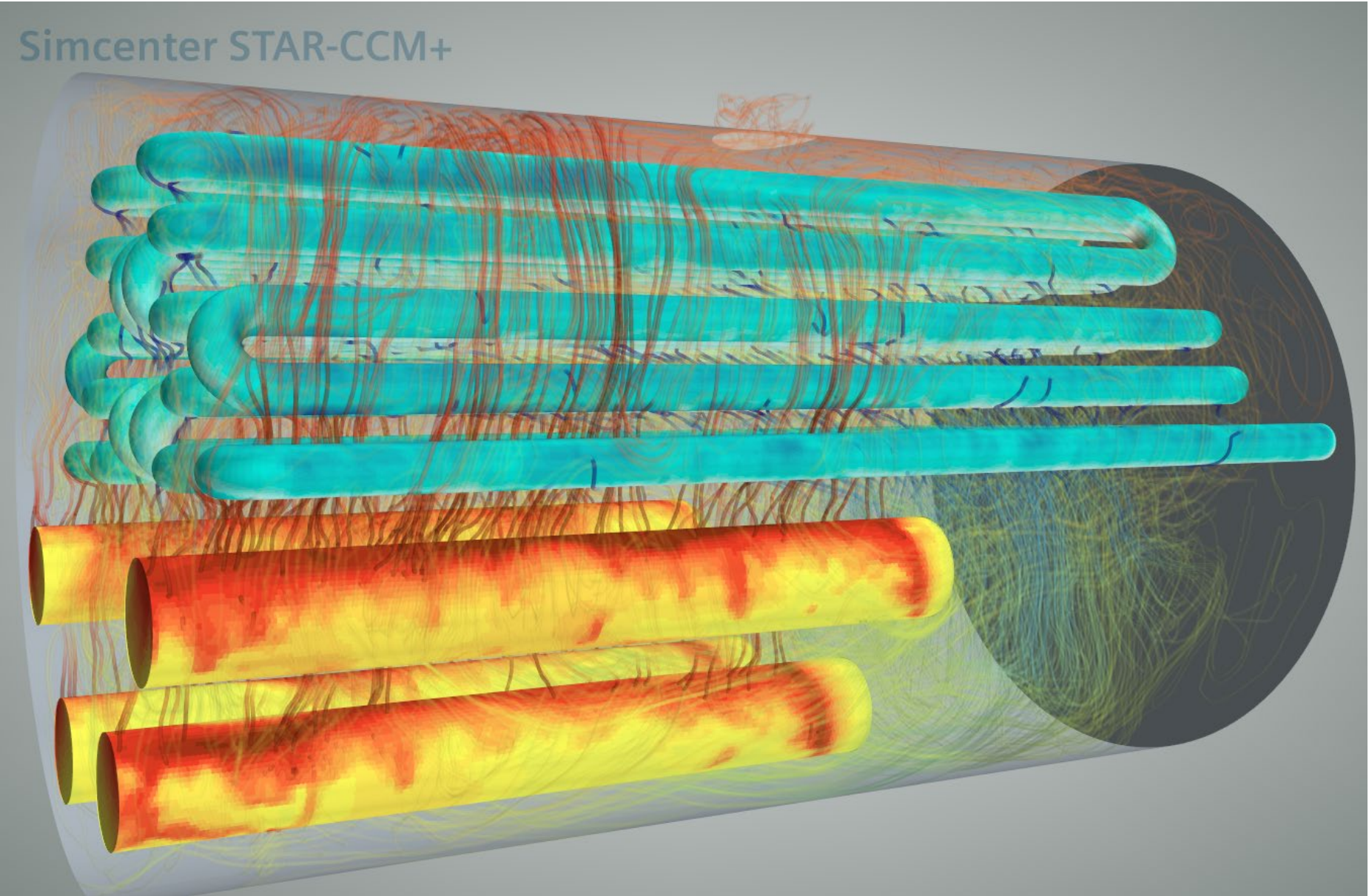


Resultados

Heat Transfer Coefficient



Resultados



X-Plan
Ingeniería Colaborativa

Expert
Partner

Digital Industries Software



Formación de patrones de flujo favorables gracias a la configuración adoptada

TRANSEPARACIÓN
Business challenges, engineering solutions.

Resultados

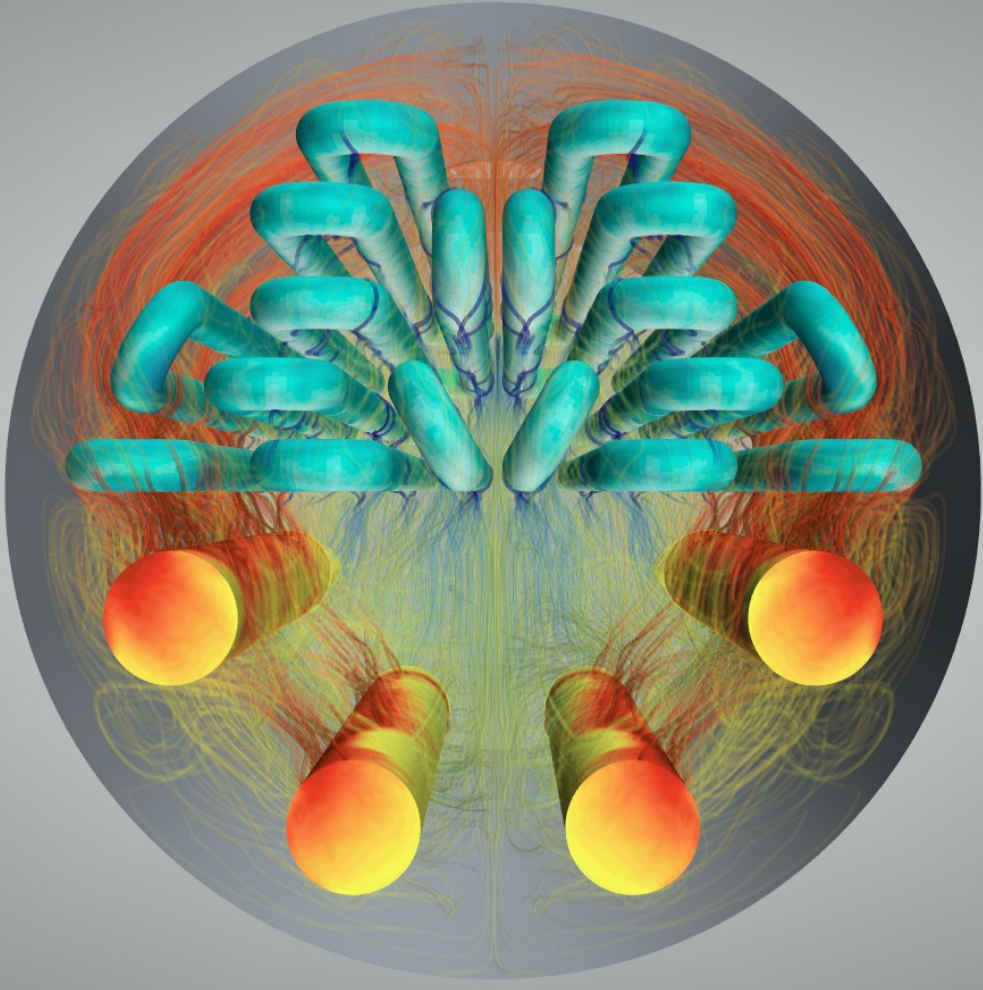
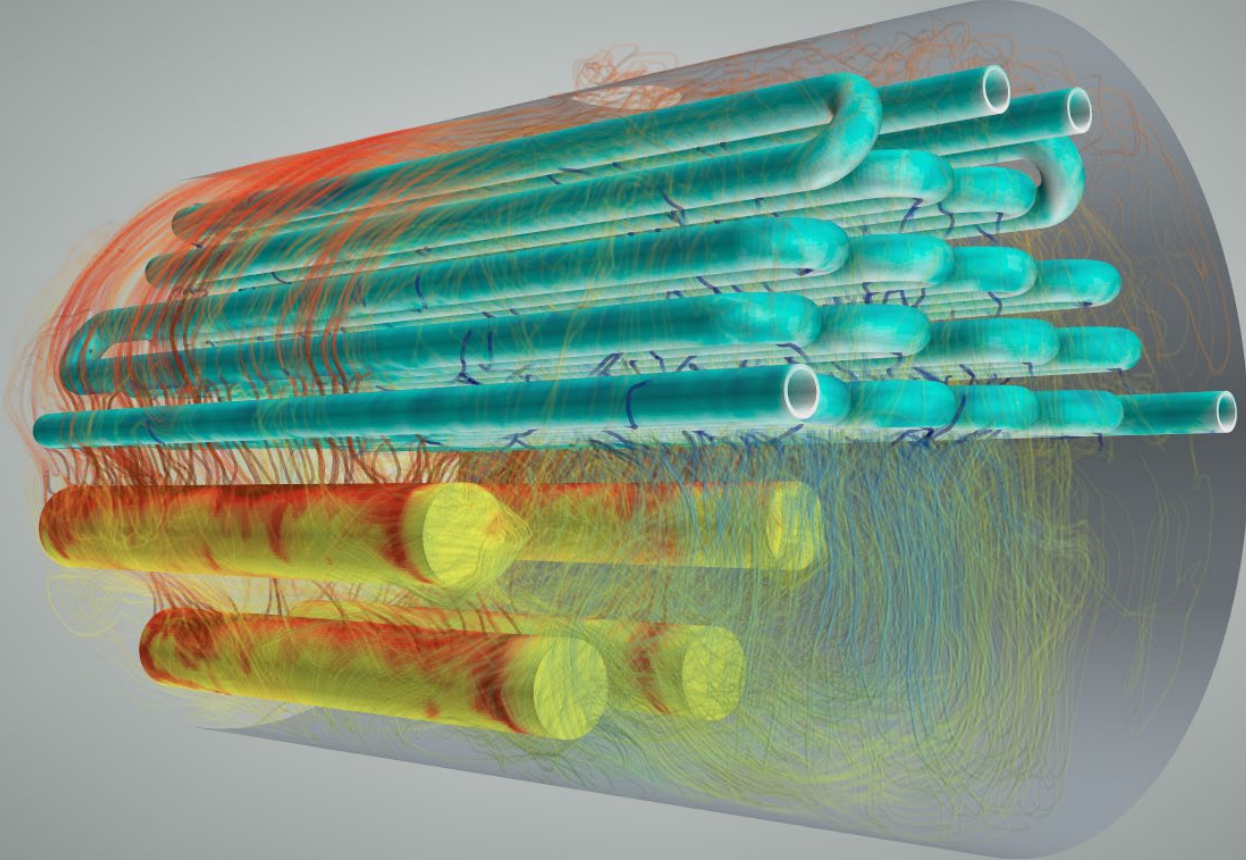


Expert Partner

Digital Industries Software



Simcenter STAR-CCM+



Resultados

X-Plan
Ingeniería Colaborativa

Expert
Partner

SIEMENS

Digital Industries Software



TRANSEPARACIÓN
Business challenges, engineering solutions.

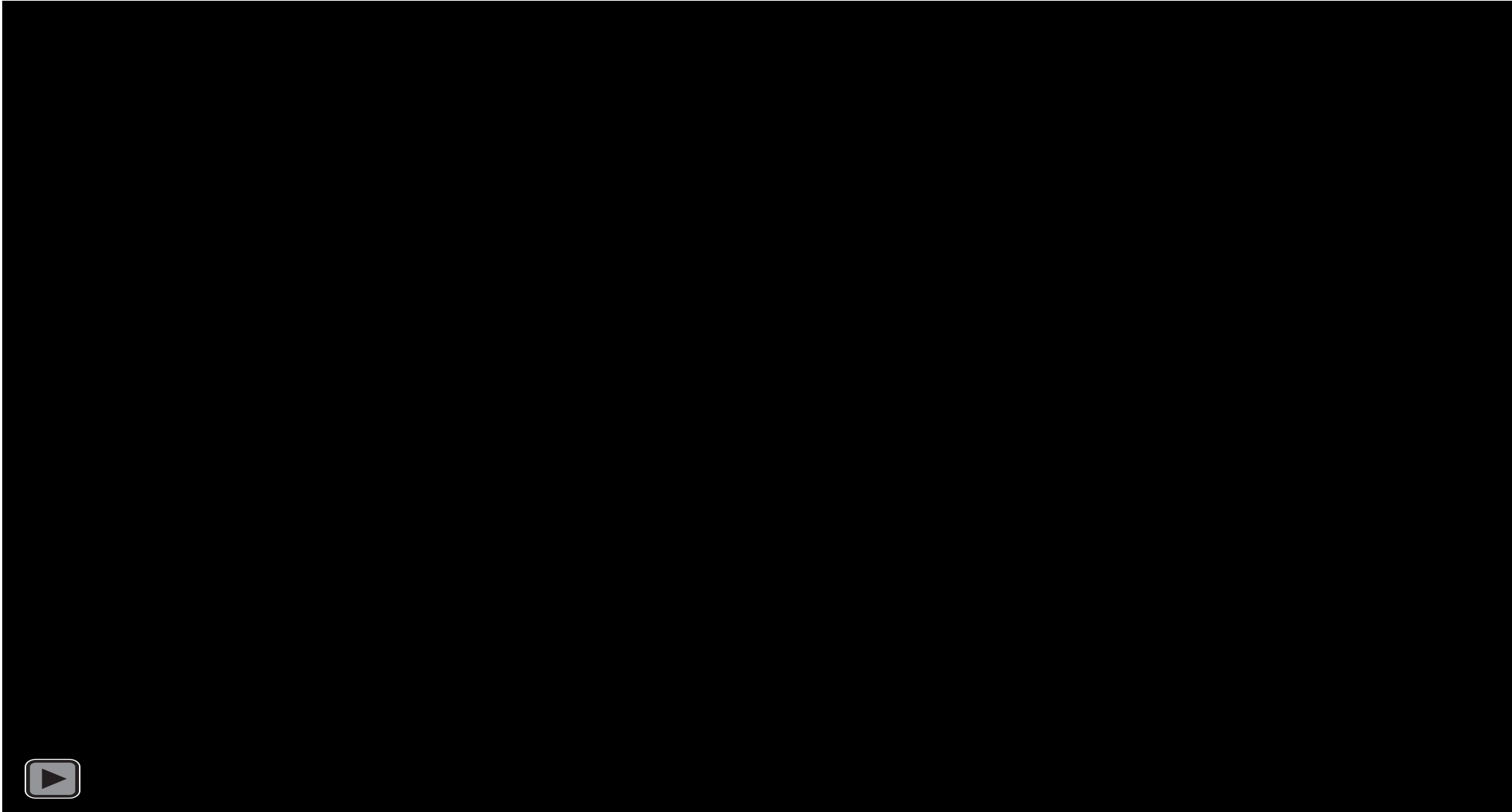
Resultados – Resampled Volume



Expert
Partner

Digital Industries Software

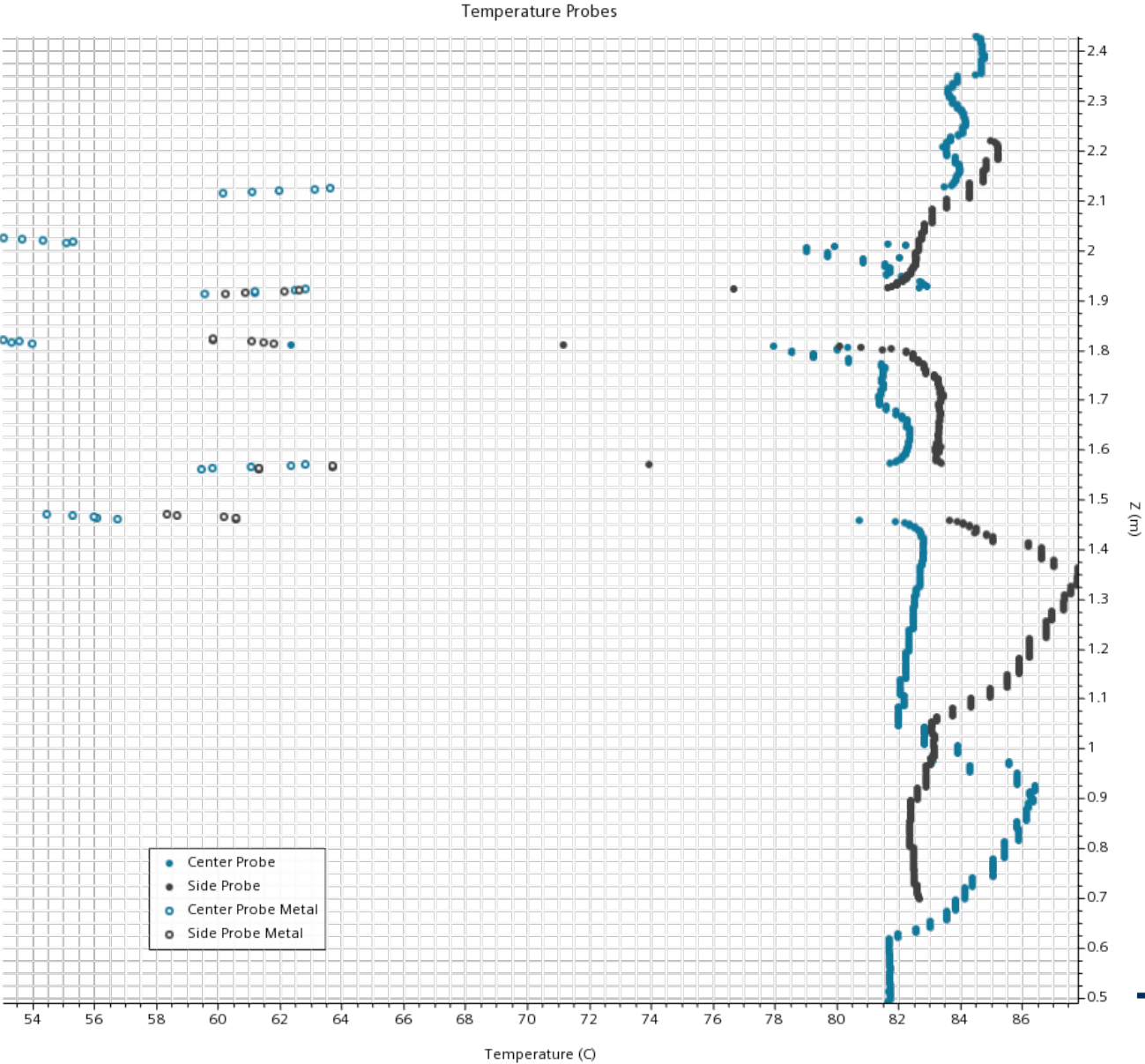
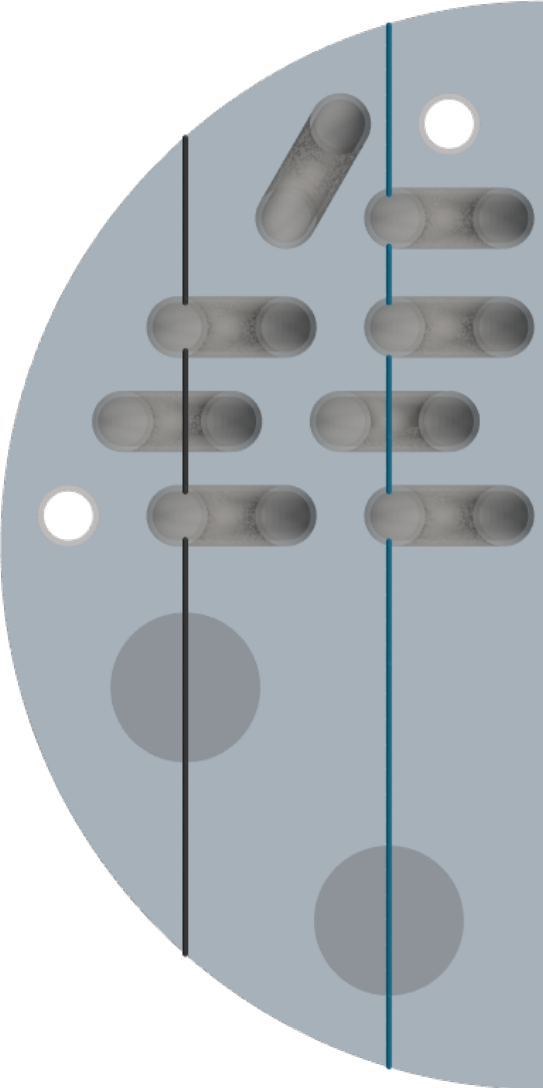
SIEMENS



Resultados – Sondas de Temperatura



Expert Partner
Digital Industries Software



Patrón típico de convección natural en tubos inferiores centrales

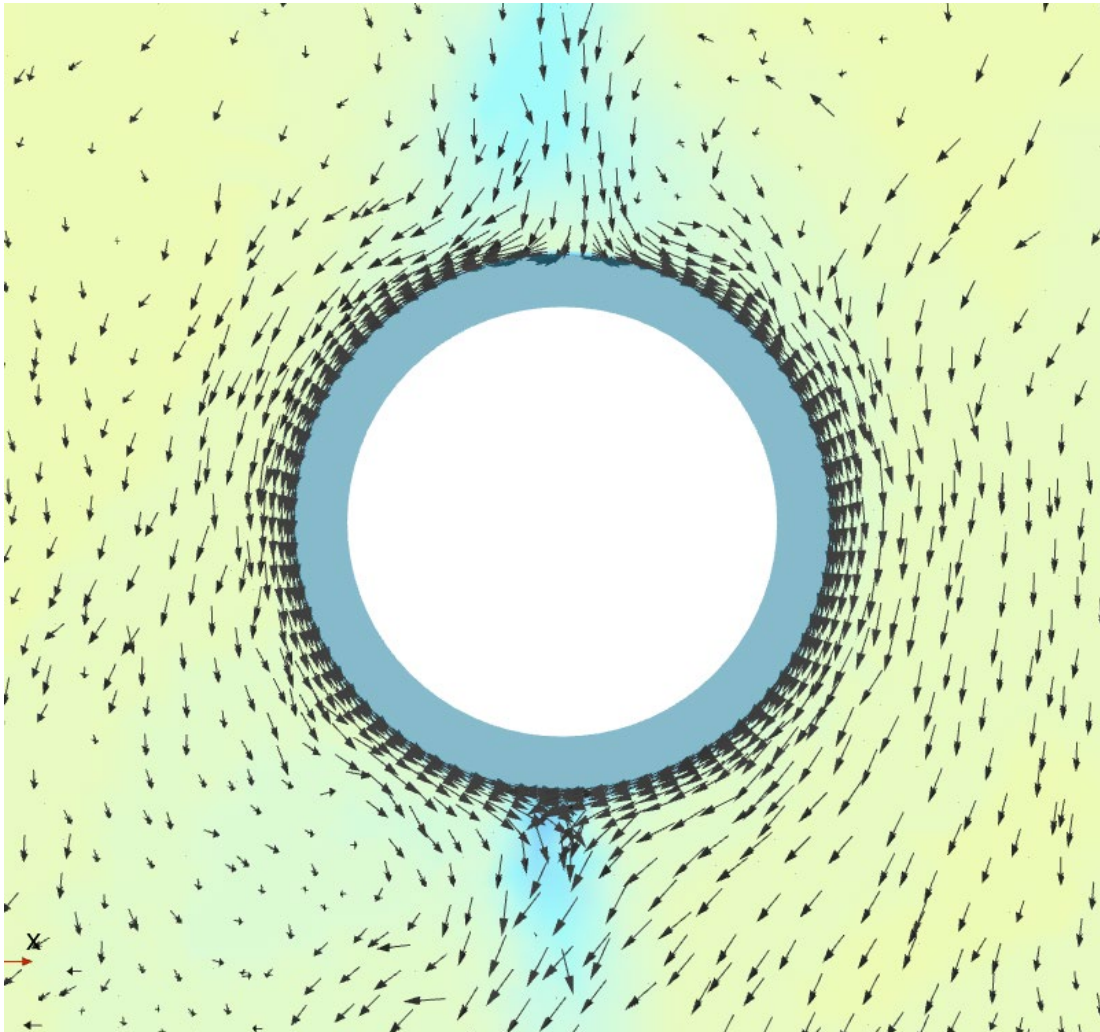
Patrón turbulento en tubos laterales y en tubos superiores



| Comparativa



Comparativa



$$Nu = \frac{hD}{k} = 0.114(Gr \cdot Pr)^{1/3}$$

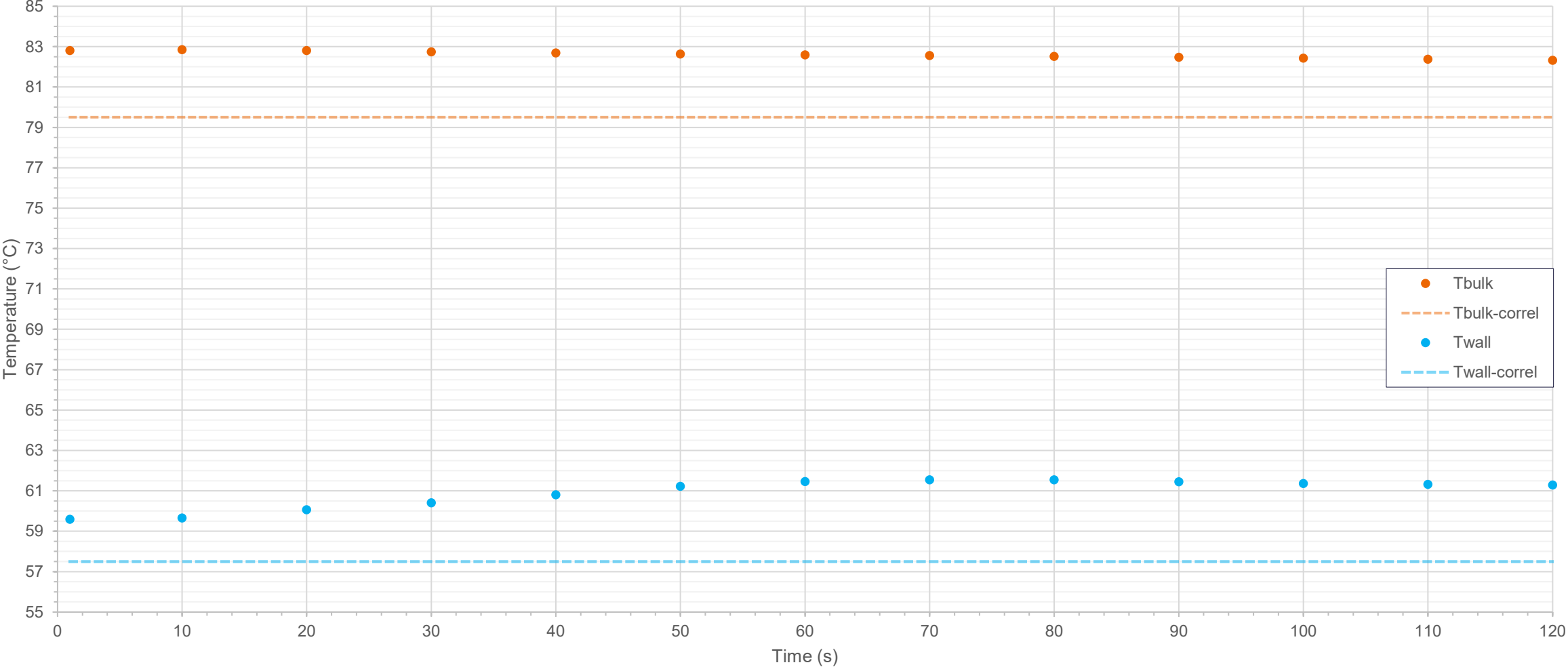
Correlación de convección natural

HTC: 826 W/m²K

Temperatura media: 79.5 °C

Comparativa

Temperature

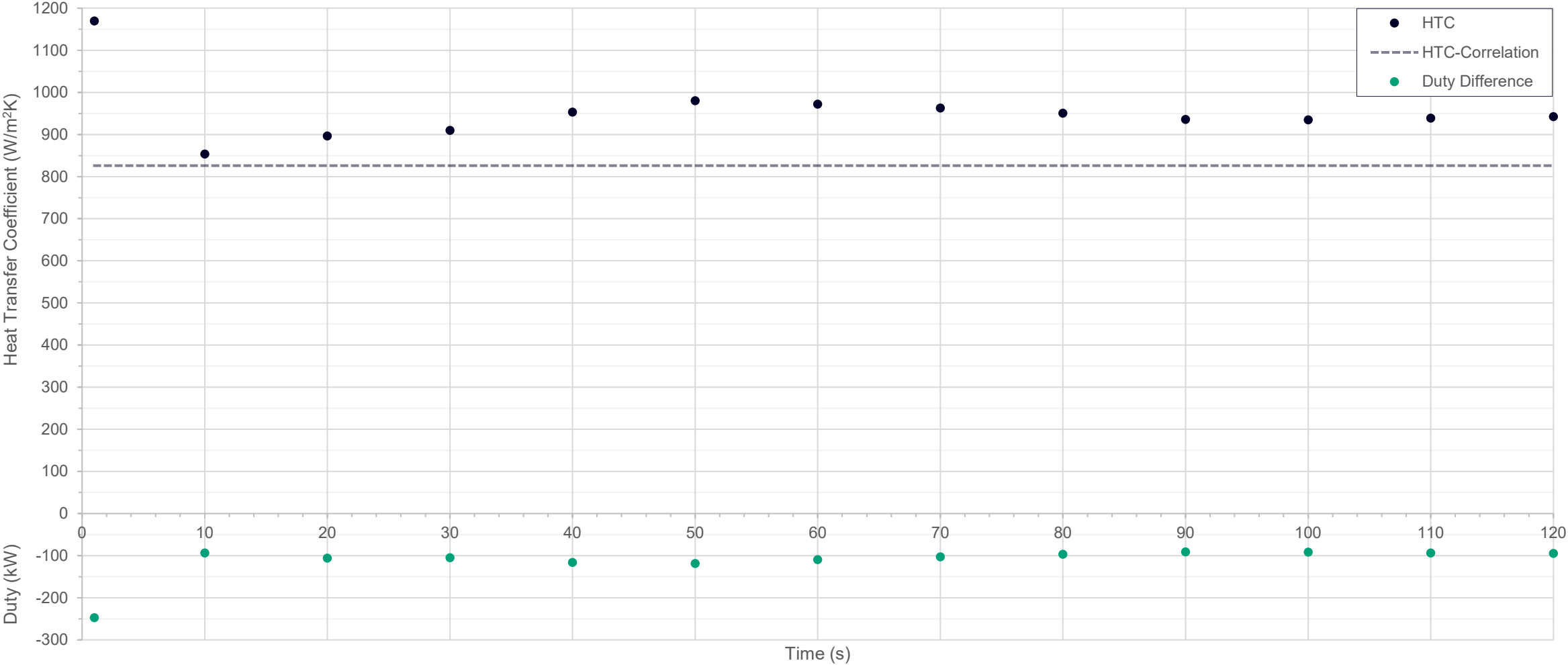


Coeficiente y temperatura calculados mediante correlación: McAdams W.H.: *Heat Transmission*. New York: McGraw-Hill, 1954.

Comparativa



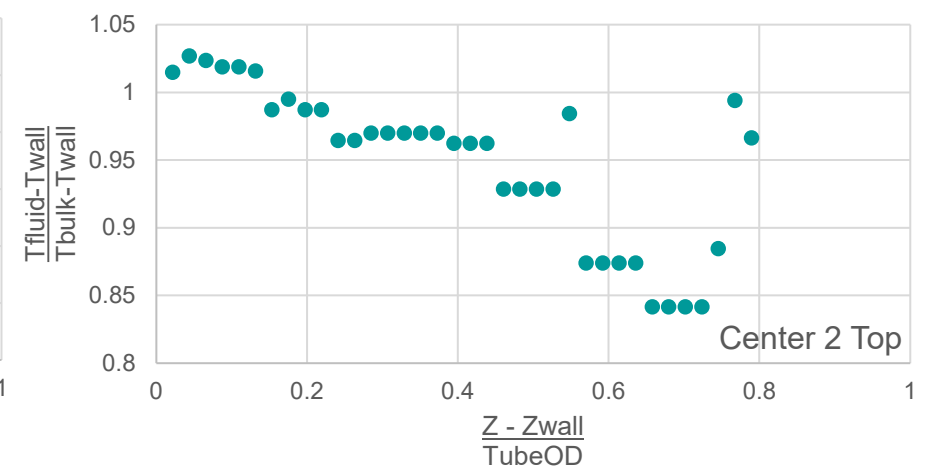
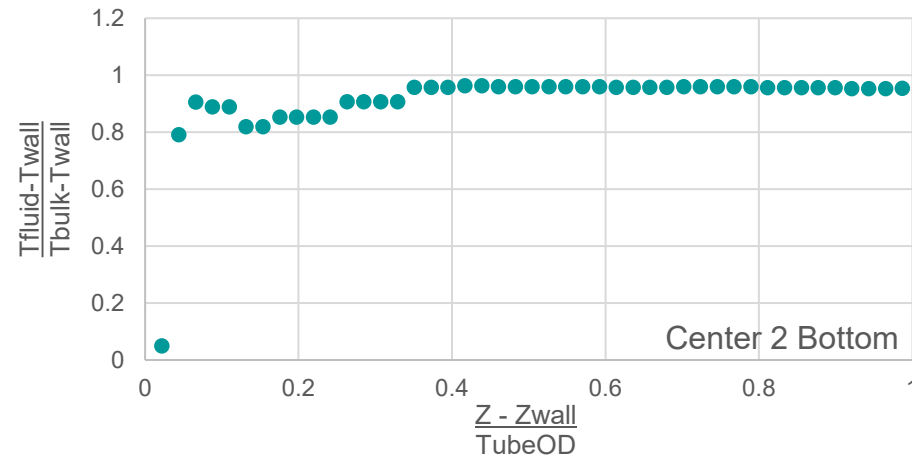
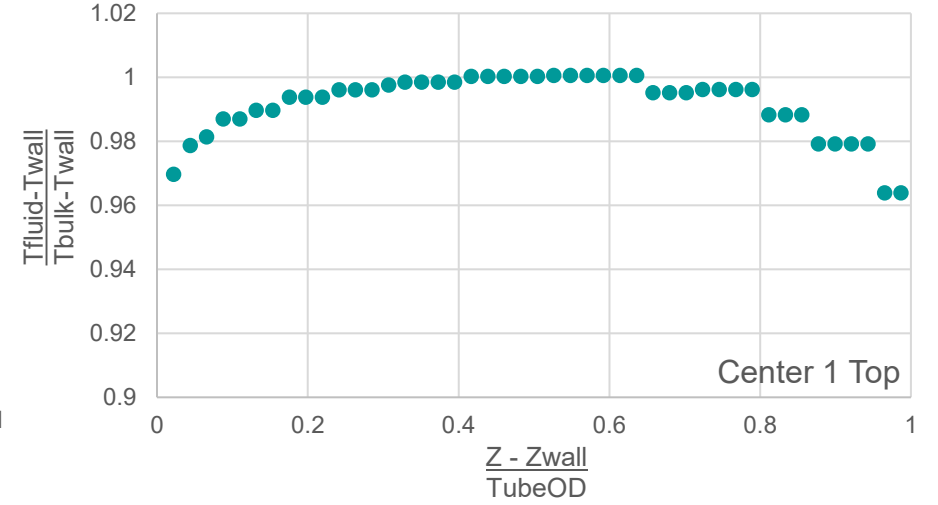
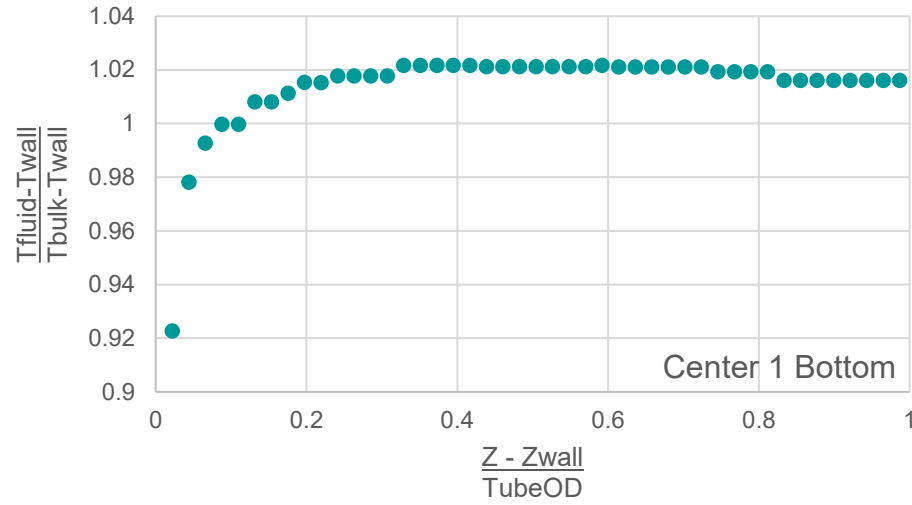
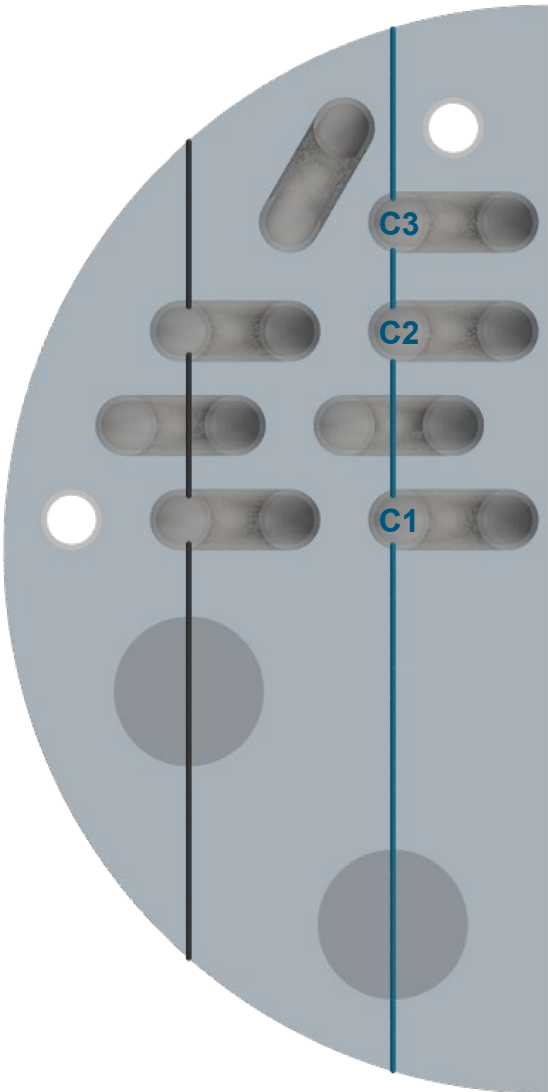
Heat Transfer Coefficient



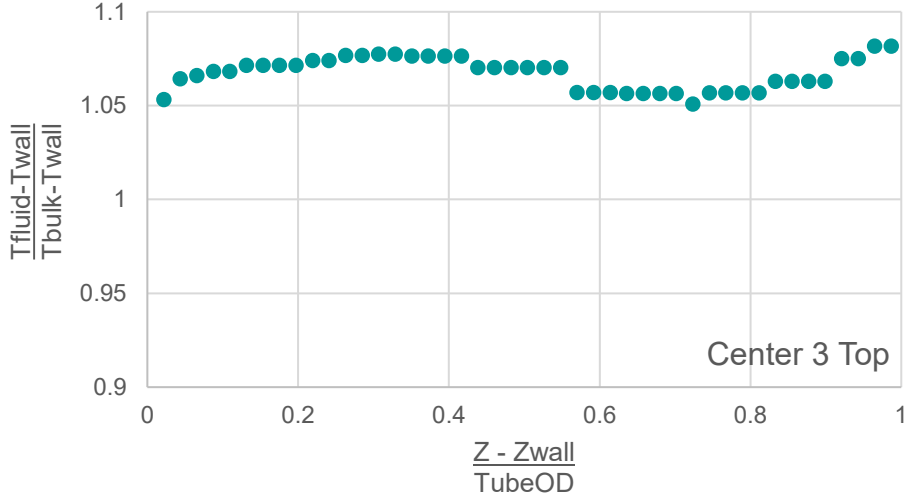
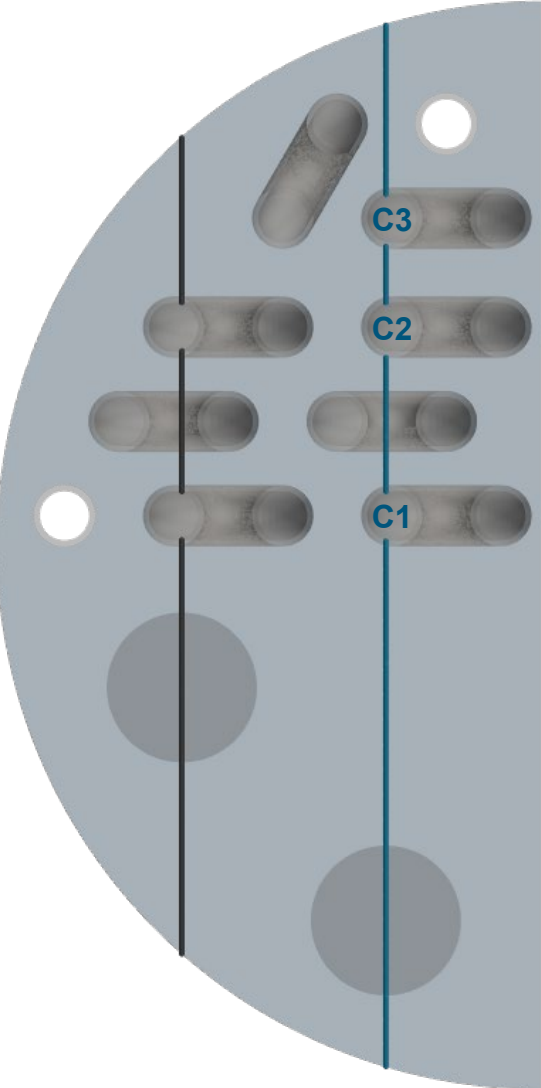
Coeficiente y temperatura calculados mediante correlación: McAdams W.H.: *Heat Transmission*. New York: McGraw-Hill, 1954.



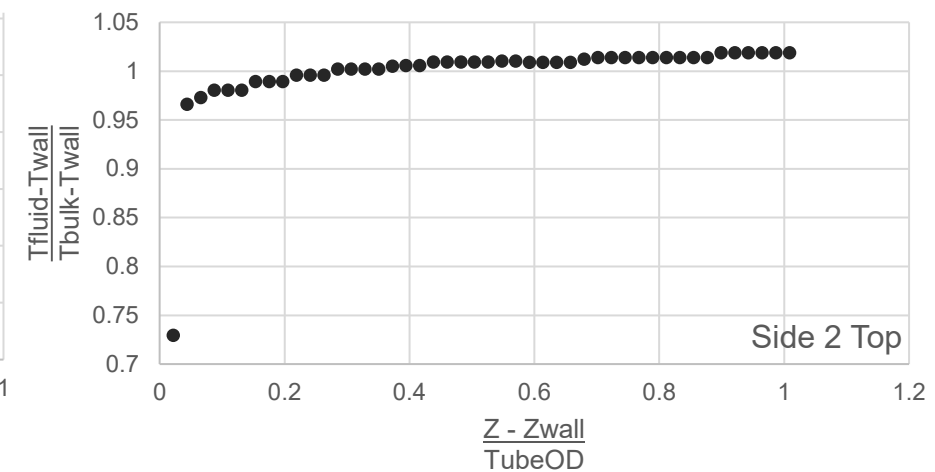
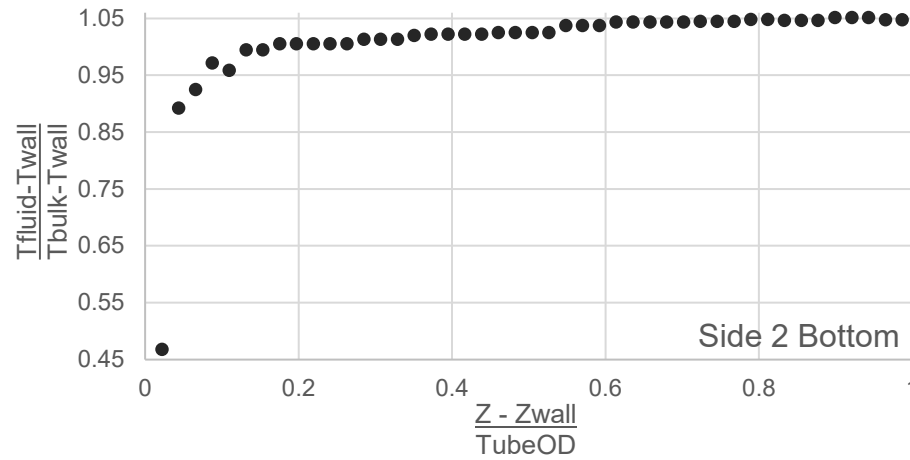
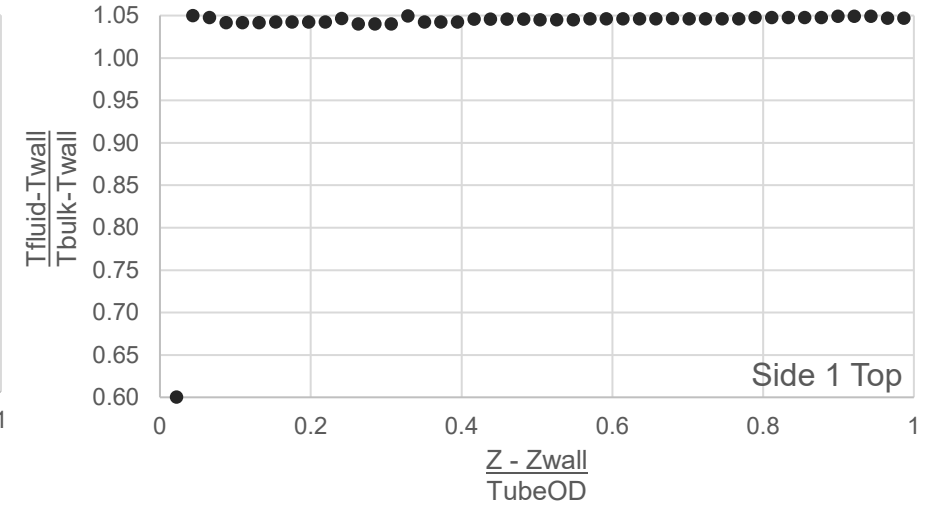
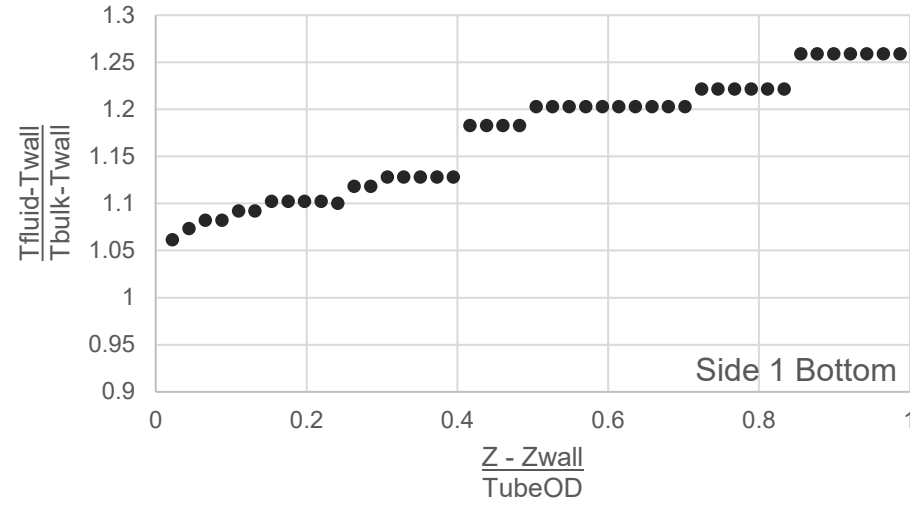
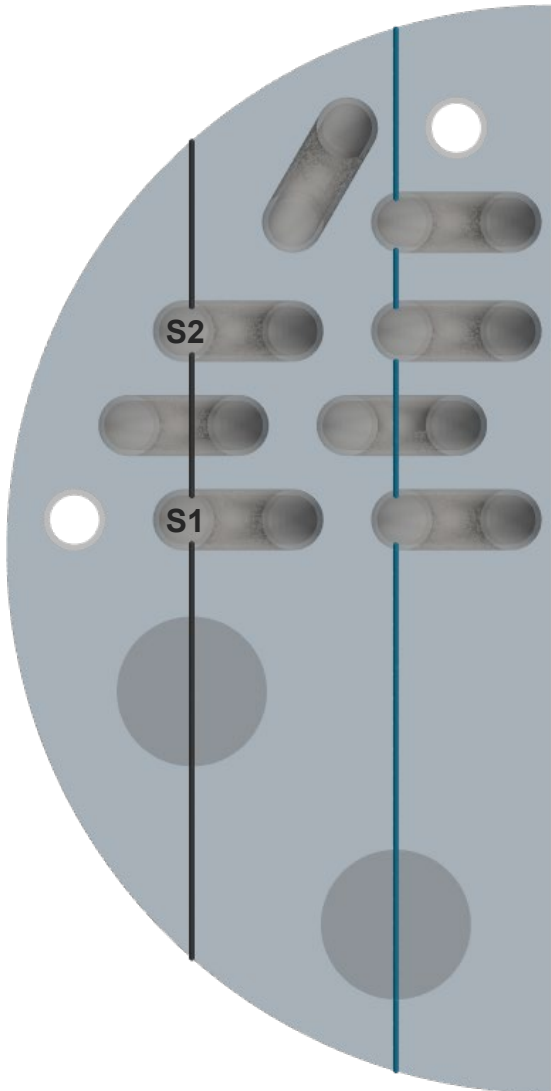
Comparativa



Comparativa



Comparativa



Trabajos Futuros

Impacto de estructuras internas.

Impacto de geometría real de resistencias y film boiling.

Análisis de PEM.

Validación con datos de campo.



Expert
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

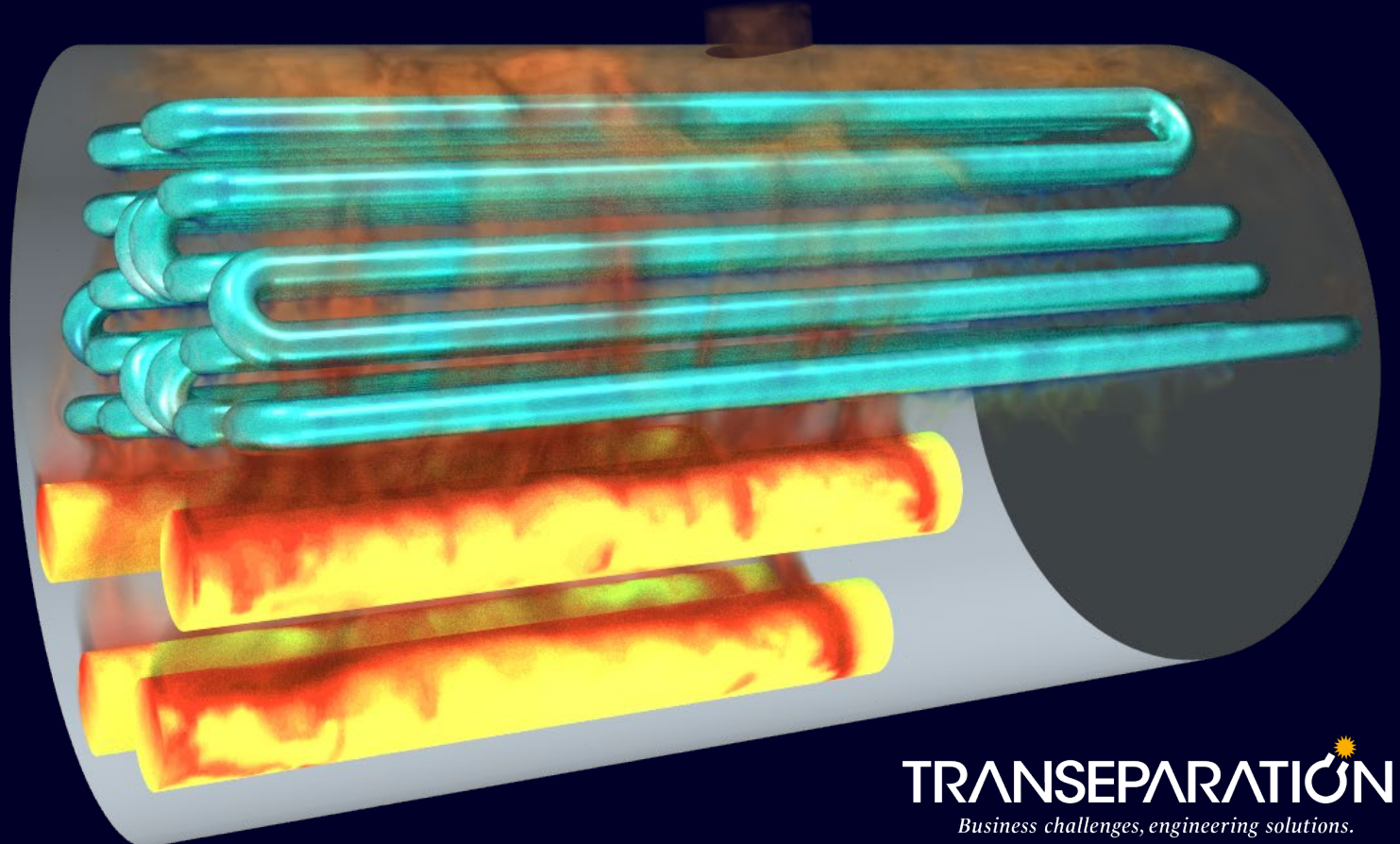


¡Muchas Gracias!

Federico Petracci
Líder de Proyectos y CAE
Transeparation SA
Darwin 1154 1°A Loft C
Buenos Aires
Argentina

+54 1158652750

federico.petracci@transeparation.com



TRANSEPARATION
Business challenges, engineering solutions.