



**ZECO**

**DESIGN TOOLS**



# Proyecto hidroeléctrico

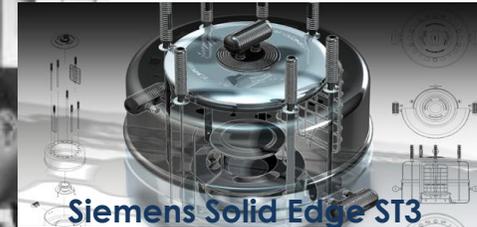
proyectar – *projeter*

*lanzar adelante*





# Como proyectamos ¿Qué recursos tenemos?



Primero las personas  
Segundo las herramientas



**SIMSEN**



Power Vision Engineering

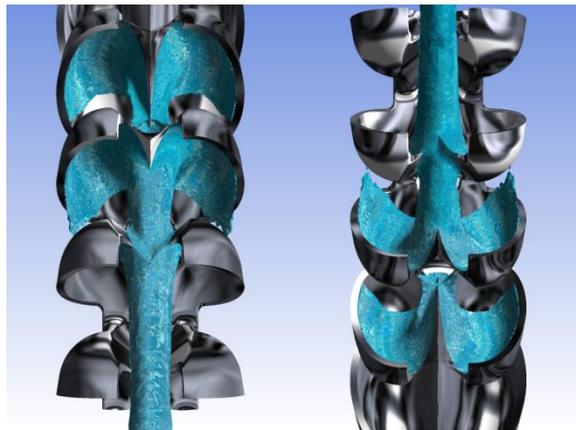
JORNADA TECNOLÓGICA, BUENOS AIRES,  
5 SEPTIEMBRE 2018

# Análisis CFD

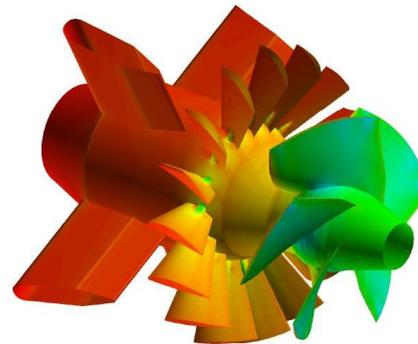
Computational Fluid Dynamics (CFD), es una rama dentro de la dinámica de fluidos donde los métodos numéricos se utilizan para resolver analíticamente los algoritmos fundamentales de la hidráulica.



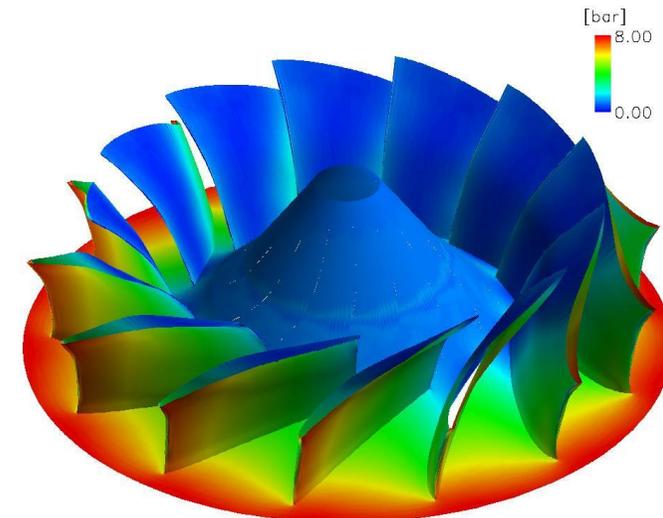
El código utilizado en ZECO es ANSYS - CFX™, Es uno de los mayor codigo CFD utilizado en nel mundo y compite con la mayoría del código CFD desarrollado por la Universidad y los centros de investigación. CFD es vital para las actividades de investigación de dinámica de fluidos.



Jet/Bucket interaction for a Pelton turbine



Pressure contours for Kaplan turbine



Pressure field for a Francis turbine

# Análisis CFD



**CFD** es un fundamental instrumento para explorar algunos típicos problemas en el sector Hidroeléctrico:

- **R&D purposes**

- Nuevos modelos de turbina
- Mejoramiento de la eficiencia de los àlabes
- Menor cavitaciòn en la màquinas

- **Verificación de diseño**

- Brotes de fenómenos indeseables en problemas de instalación
- Evaluaciòn de diferentes layout

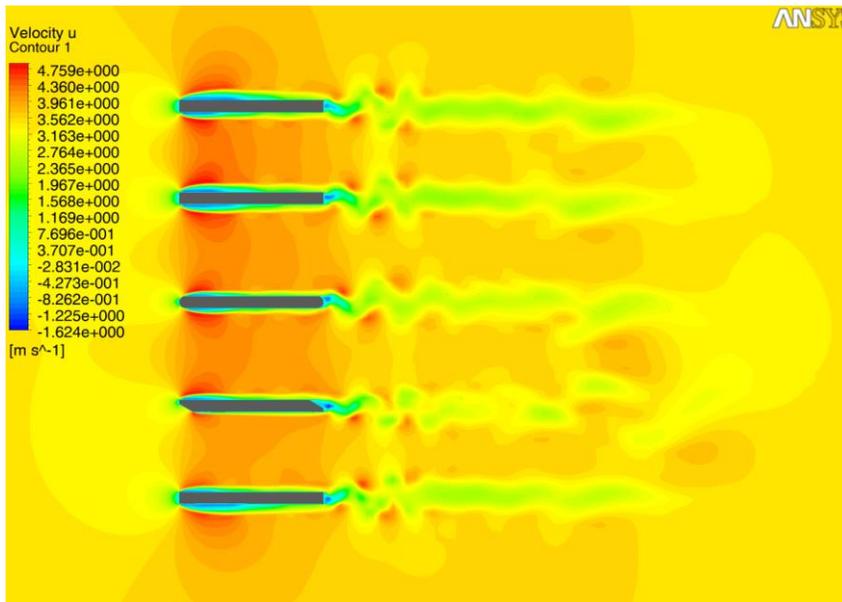
# Análisis CFD

El software CFD se usa para validar el proyecto y en particular:

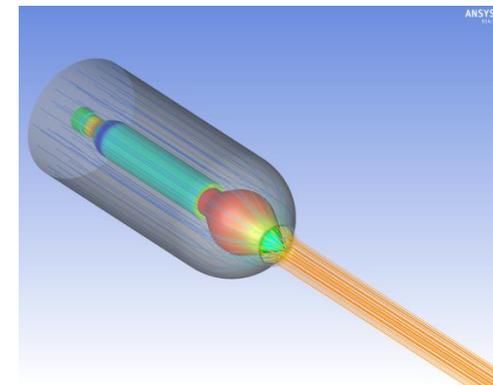
- Eficiencia de las Turbinas hidráulicas
- Comportamiento de cavitación
- Dinámica del flujo superficial libre
- Turbulencia
- Transferencia de calor
- Alabes cargando código FEM.
- Fenómeno transitorio



Flow distortion for a simplified Pelton 4 jet distributor



Von Karman wake for different trashracks hydrofoil

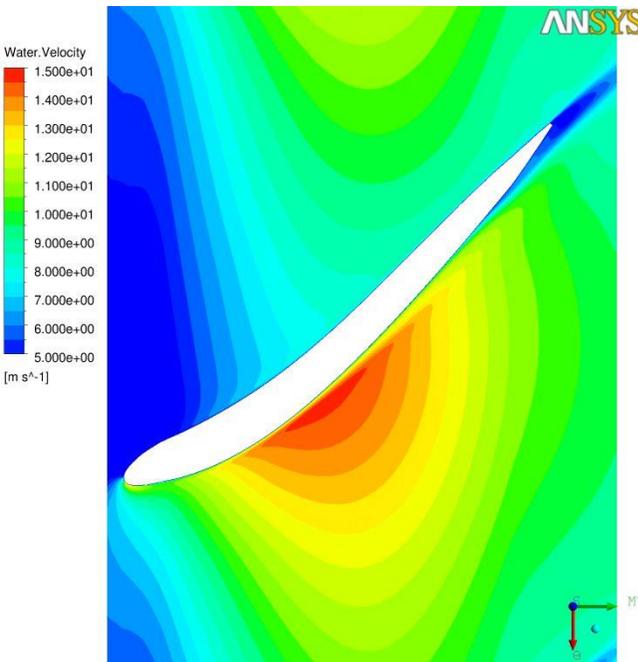


Jet thickness evaluation for a Doble nozzle

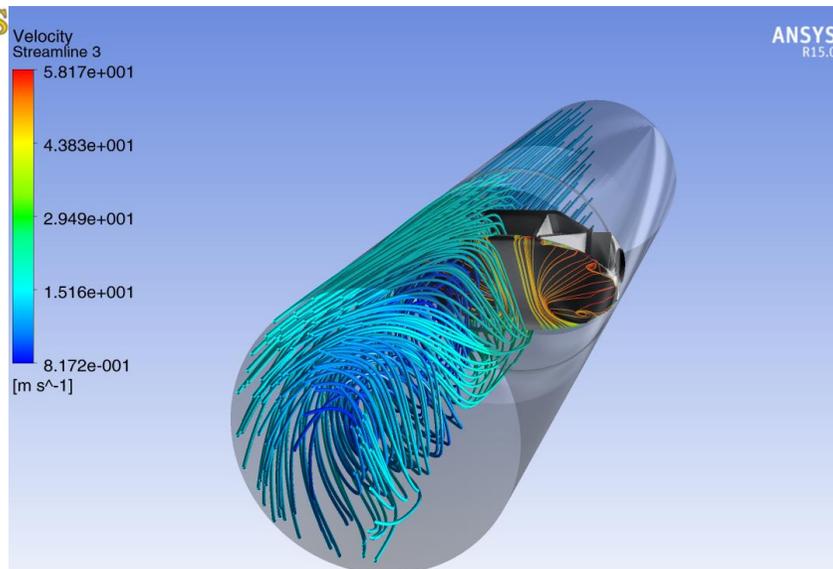
# Análisis CFD

CFD es una clave para la competitividad:

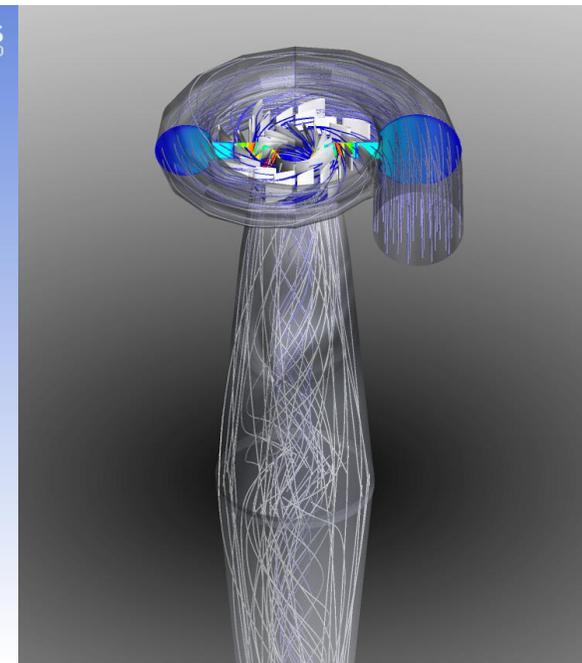
- Permite prevenir el comportamiento indeseable de la máquina
- Permite evaluar aspectos peculiares de la instalación
- Gran cantidad de tiempo y dinero se pueden guardar
- Permite recopilar información sobre el balance costo-beneficio entre alternativas



Esfuerzo en el alabe



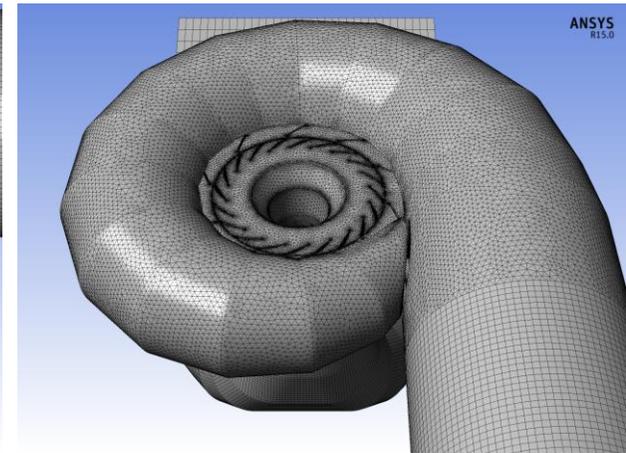
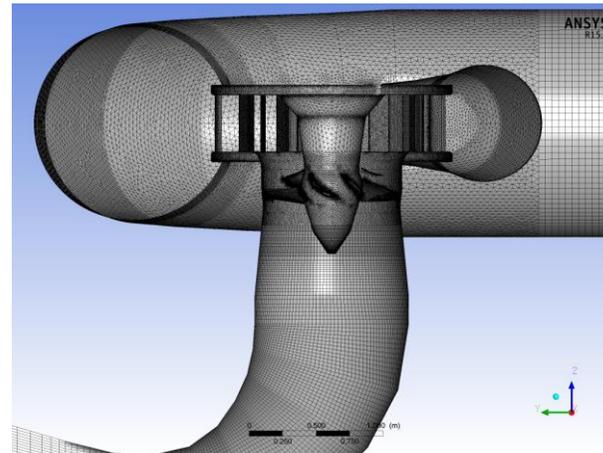
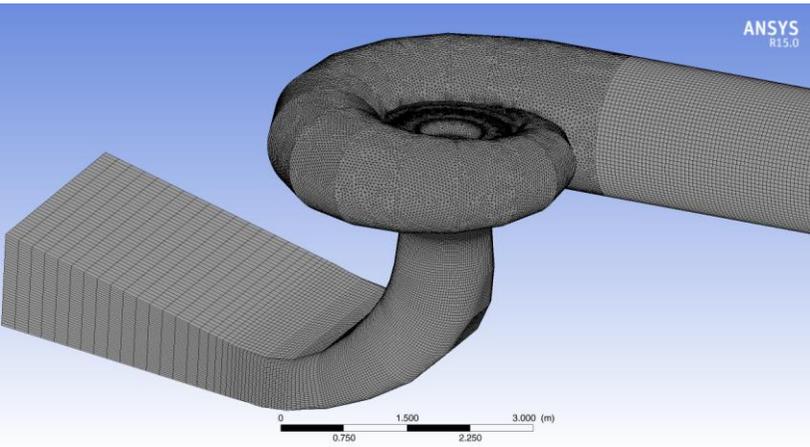
Comportamiento dinámico del fluido de la válvula de mariposa y evaluación de la fuerza



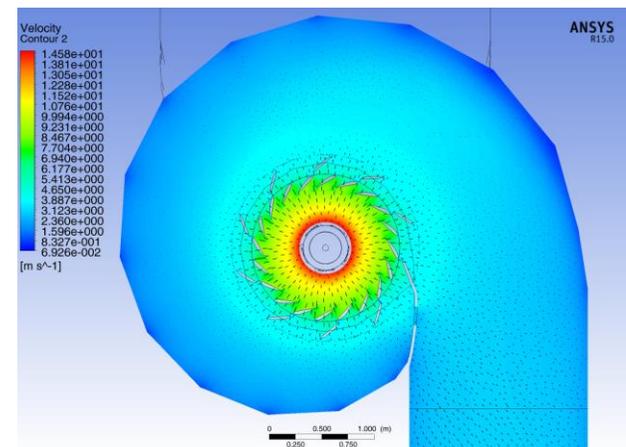
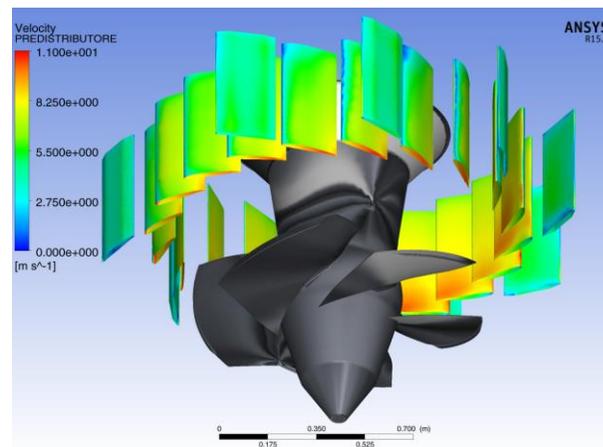
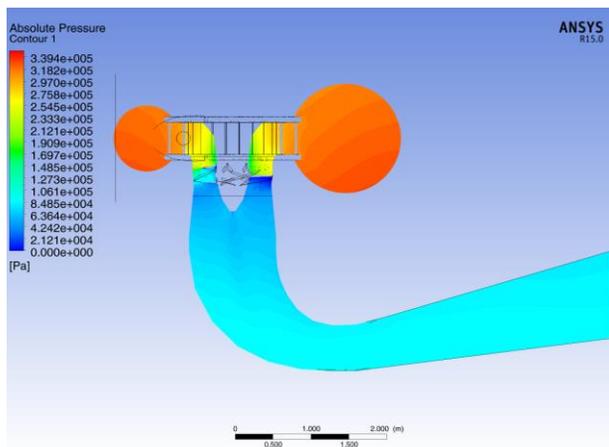
Simulación de eficiencia Francis

# Análisis CFD

## Configuración Radial



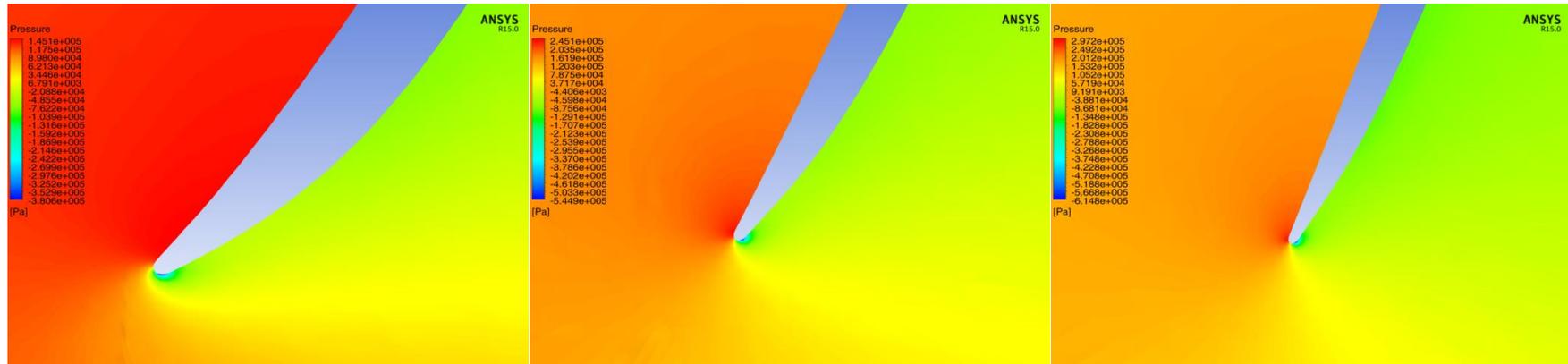
Análisis de CFD para una turbina kaplan radial – meshed model



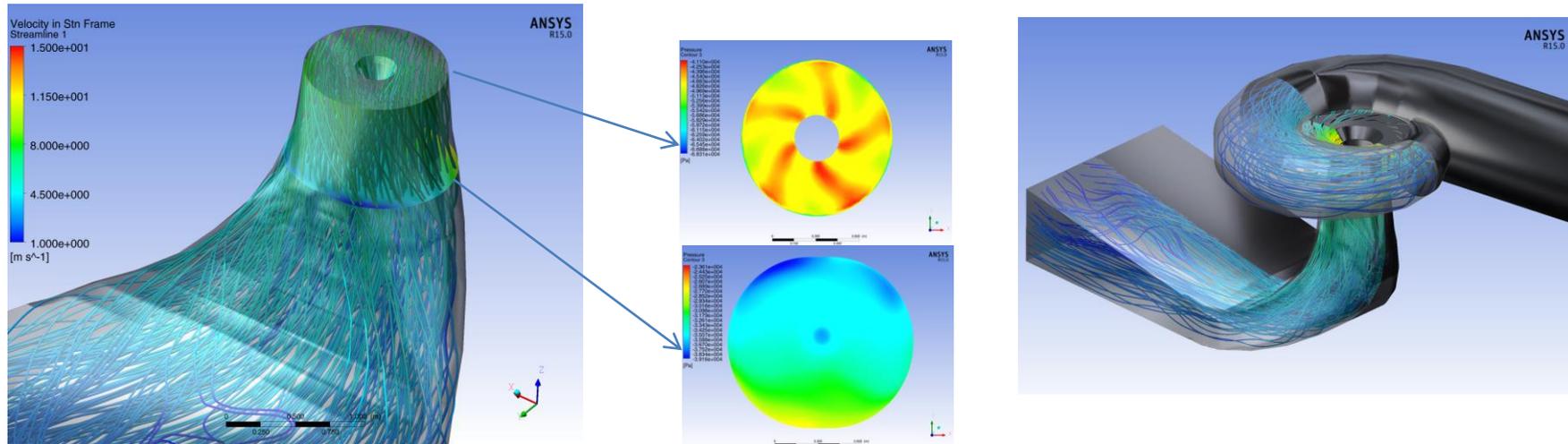
Análisis CFD para turbinas Kaplan radiales - contornos de presión y campo de velocidad

# Análisis CFD

## Configuración Radial



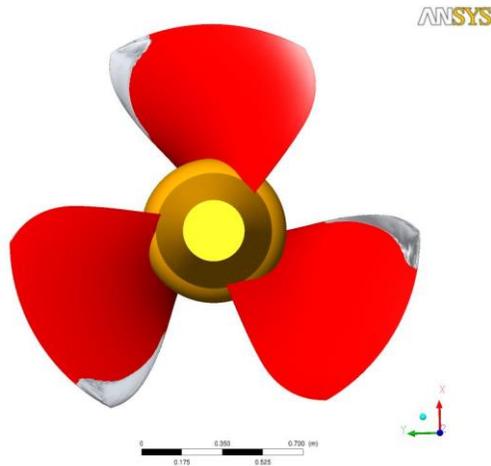
Valores de presión para la alabes Kaplan



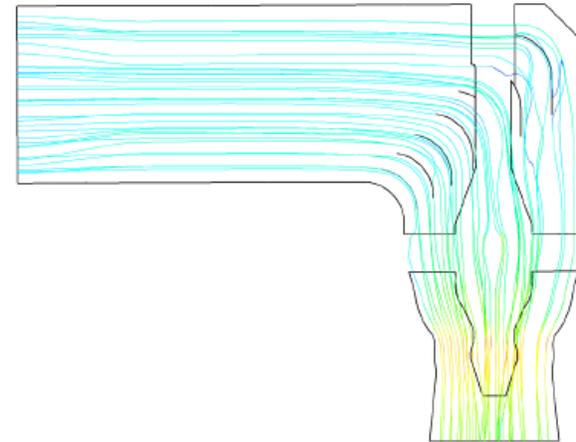
Comportamiento global y rendimiento del difusor para una turbina Kaplan

# Análisis CFD

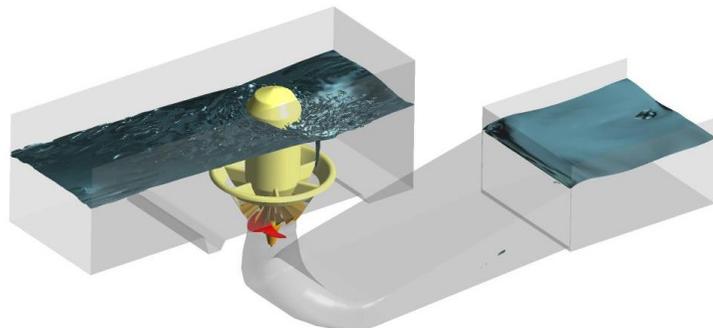
## CFD para Bulbo/Configuración Axial



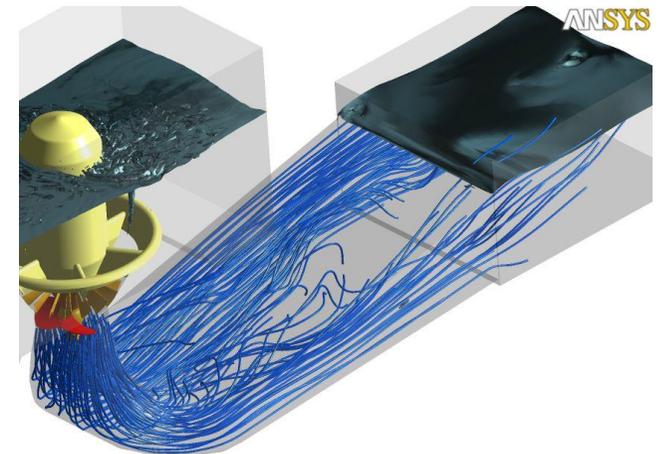
Zonas de posible cavitación de alabes Kaplan



Desviador de flujo en un codo TAT

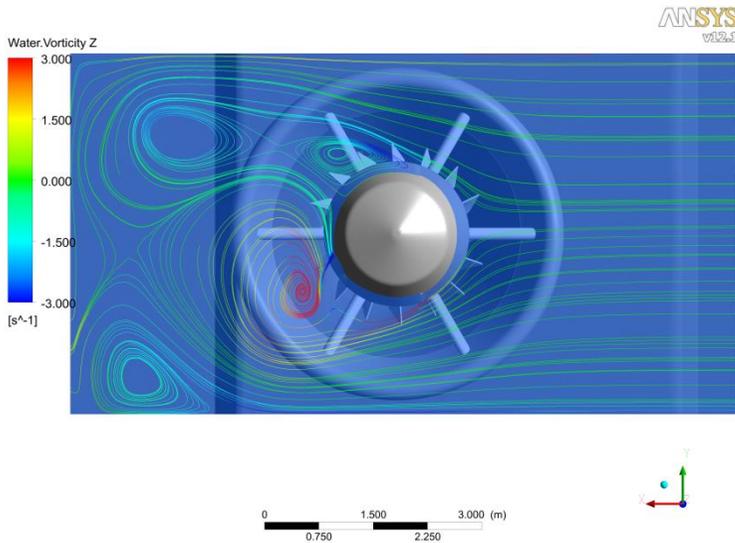


Distorsión de flujo de entrada en un diseño de bulbo-Turbina

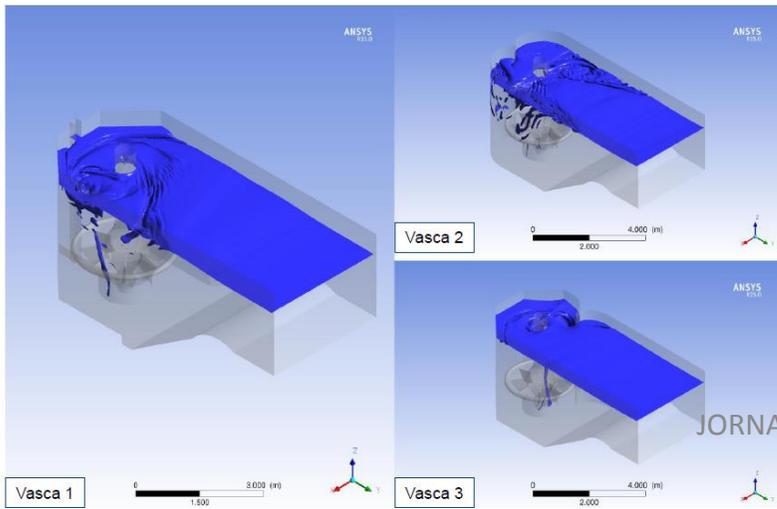
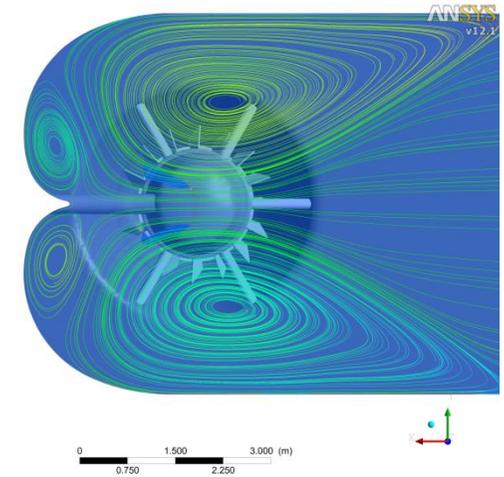


# Análisis CFD

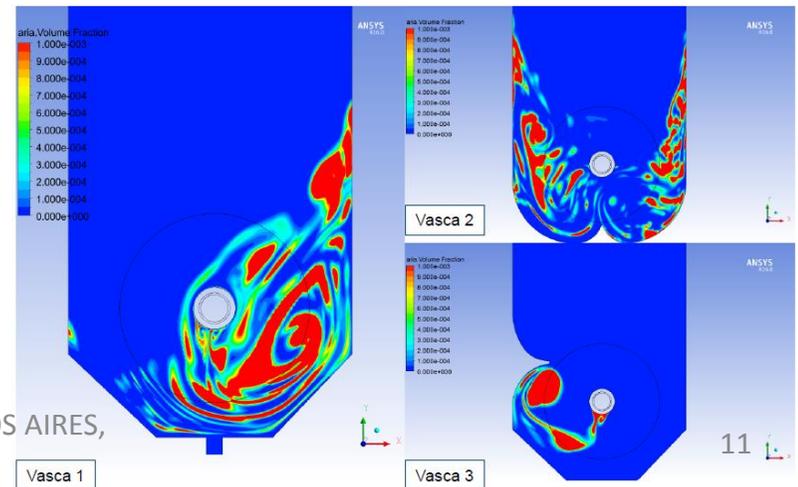
## CFD Bulbo/Configuración Axial



Reducción de vorticidad de agua  
 Forma de entrada de Von Karman wake.



Evaluación de forma de entrada diferente para un diseño axial.  
 Configuración con menos distorsión de flujo fue elegido





## Análisis CFD

- La creación de prototipos virtuales utilizando software CFD sigue siendo un elemento clave para la competitividad
- Ayuda a prevenir comportamientos de máquina no deseados
- Permite evaluar aspectos ad hoc para la instalación
- Permite recopilar información sobre el equilibrio costo-beneficio para soluciones alternativas
- Es fundamental para todas las actividades de investigación relacionadas con la dinámica de fluidos
- Permite de ahorrar tiempo y dinero con resultados confiables.

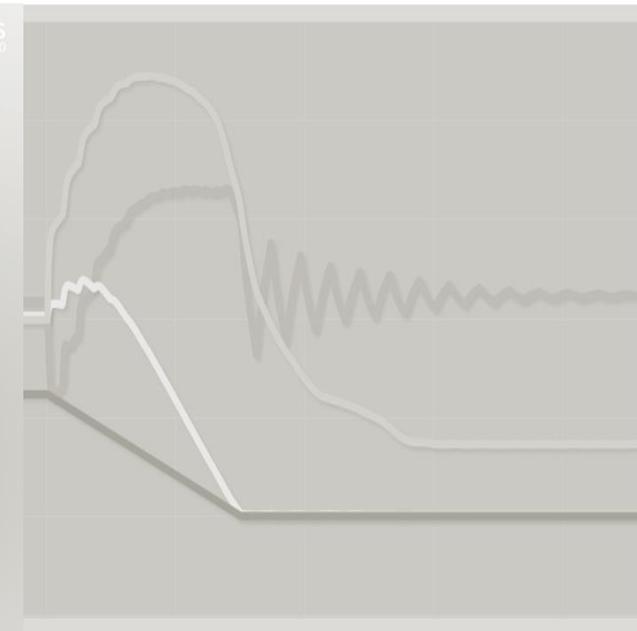


**SIMSEN**

Power Vision Engineering



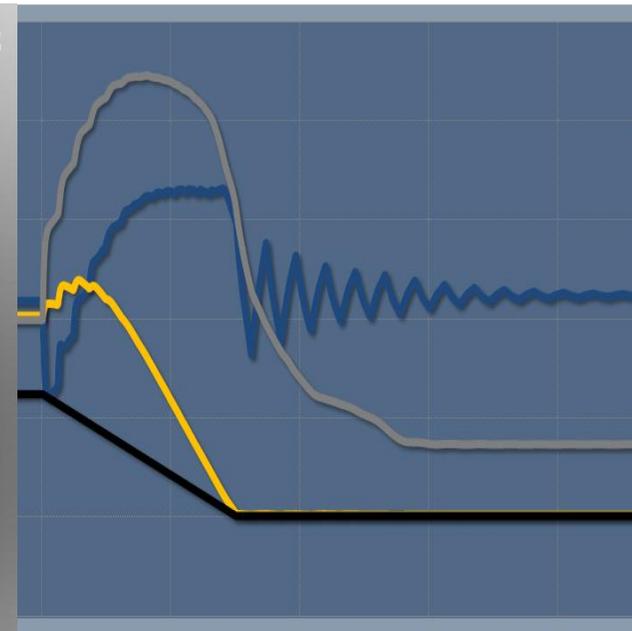
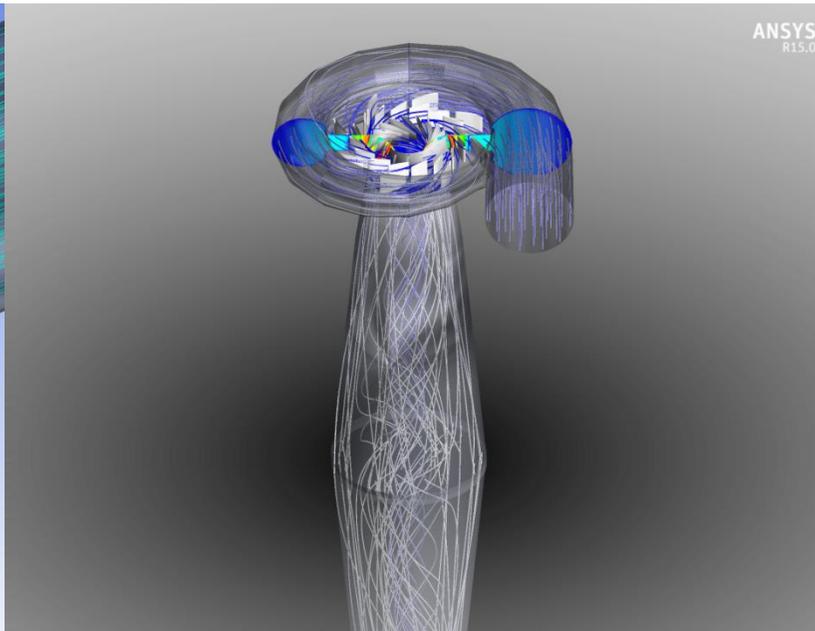
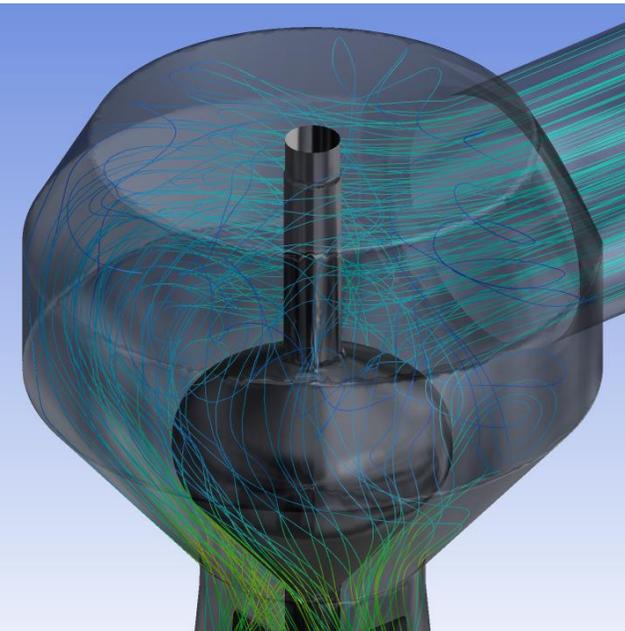
# SIMULACIÓN DE TRANSITORES HIDRÁULICOS EN PLANTAS HIDROELÉCTRICAS



# Análisis Transitorio



El análisis de los fenómenos transitorios es de fundamental importancia desde las primeras fases de diseño y oferta y puede influir fuertemente en varios aspectos de una planta hidroeléctrica, en sus partes hidráulica, mecánica y eléctrica.



# Análisis Transitorio



- a) Calcula y verifica los valores de presión a lo largo del sistema de tuberías
- b) Simula las maniobras de cierre, apertura, desprendimiento y varias combinaciones
- c) Verifica las relaciones entre la turbina y el sistema hidráulico, como la velocidad excesiva y el flujo en este régimen
- d) Ajusta el tamaño de los sistemas pasivos y activos para reducir estos efectos (volantes, desagües, válvulas, disipadores ...)
- e) Verifica los límites de desviación de la frecuencia nominal en operación aislada por las cargas solicitadas por la red.

# Análisis Transitorio

## Métodos de solución:

- 1) Métodos analíticos Michaud, 1878, Joukowski 1898, Allievi 1902)
- 2) Métodos gráficos (Allievi, Evangelisti, Schnyder-Bergeron (1953), ...)
- 3) Métodos con ecuaciones características (MOC)
- 4) Diferencias finitas
- 5) Métodos de matriz
- 6) **Analogía eléctrica**

Estos métodos proporcionan simplificaciones: cierres lineales, ausencia de fricción ...

Estas simplificaciones a menudo tienen un amplio margen de incertidumbre.

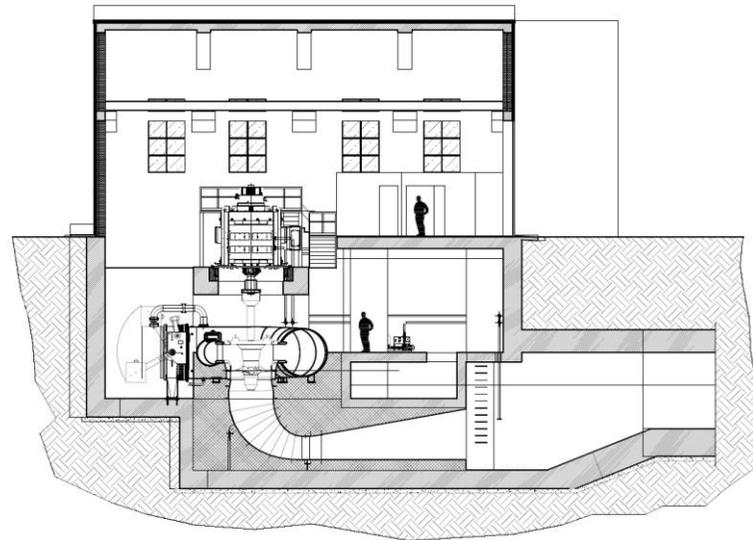
En algunos casos, ni siquiera son conservadores

**método más completo**

# Análisis Transitorio

EJEMPLO: KAPLAN VERTICAL CON UNA TUBERIA DE PRESIÓN MUY LARGA

- Turbina Kaplan
- Tubería de presión: 2358 m

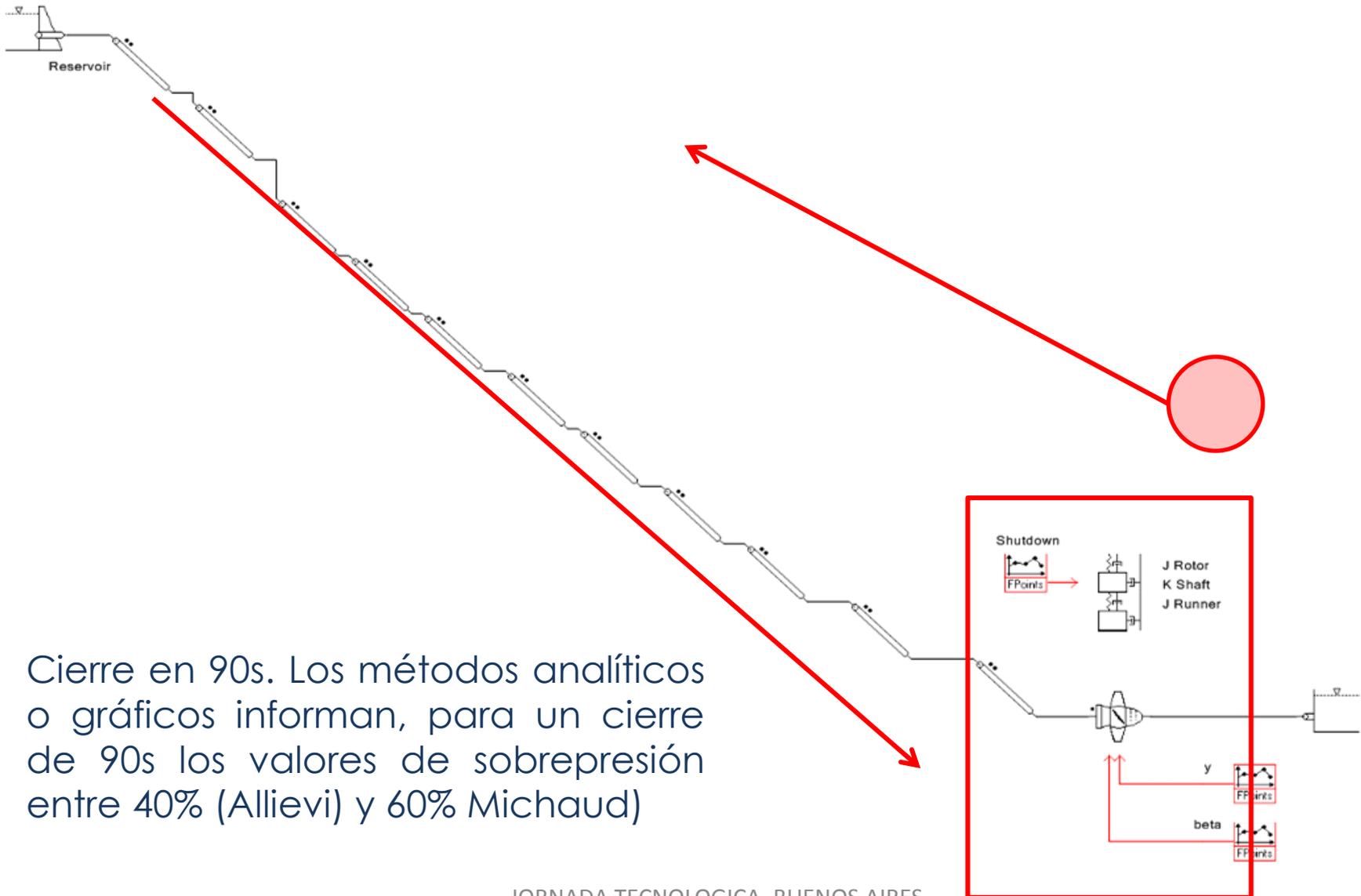


# Análisis Transitorio



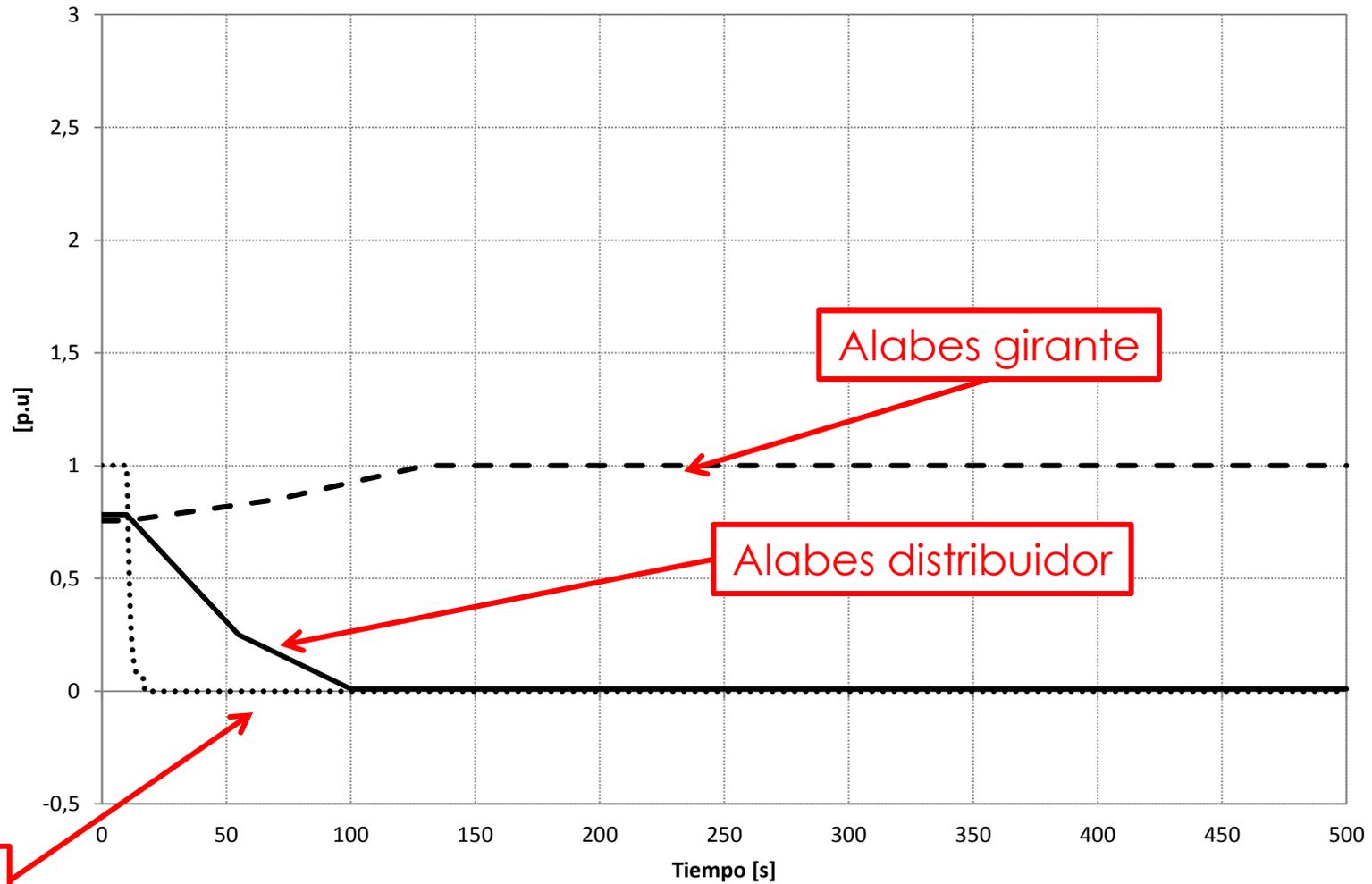
Turbina	1 Kaplan	
Caida	20	m
Caudal	20	m <sup>3</sup> /s
Velocidad	333	rpm
Velocidad de imbalamiento	846	rpm
Caudal de imbalamiento	25.5	m <sup>3</sup> /s
Inercia totale	5600	kg m <sup>2</sup>
Lunidad tuberia	2358	m
<b><u>¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS DE ESTA APLICACIÓN?</u></b>		
Espesor	40	mm

# Análisis Transitorio



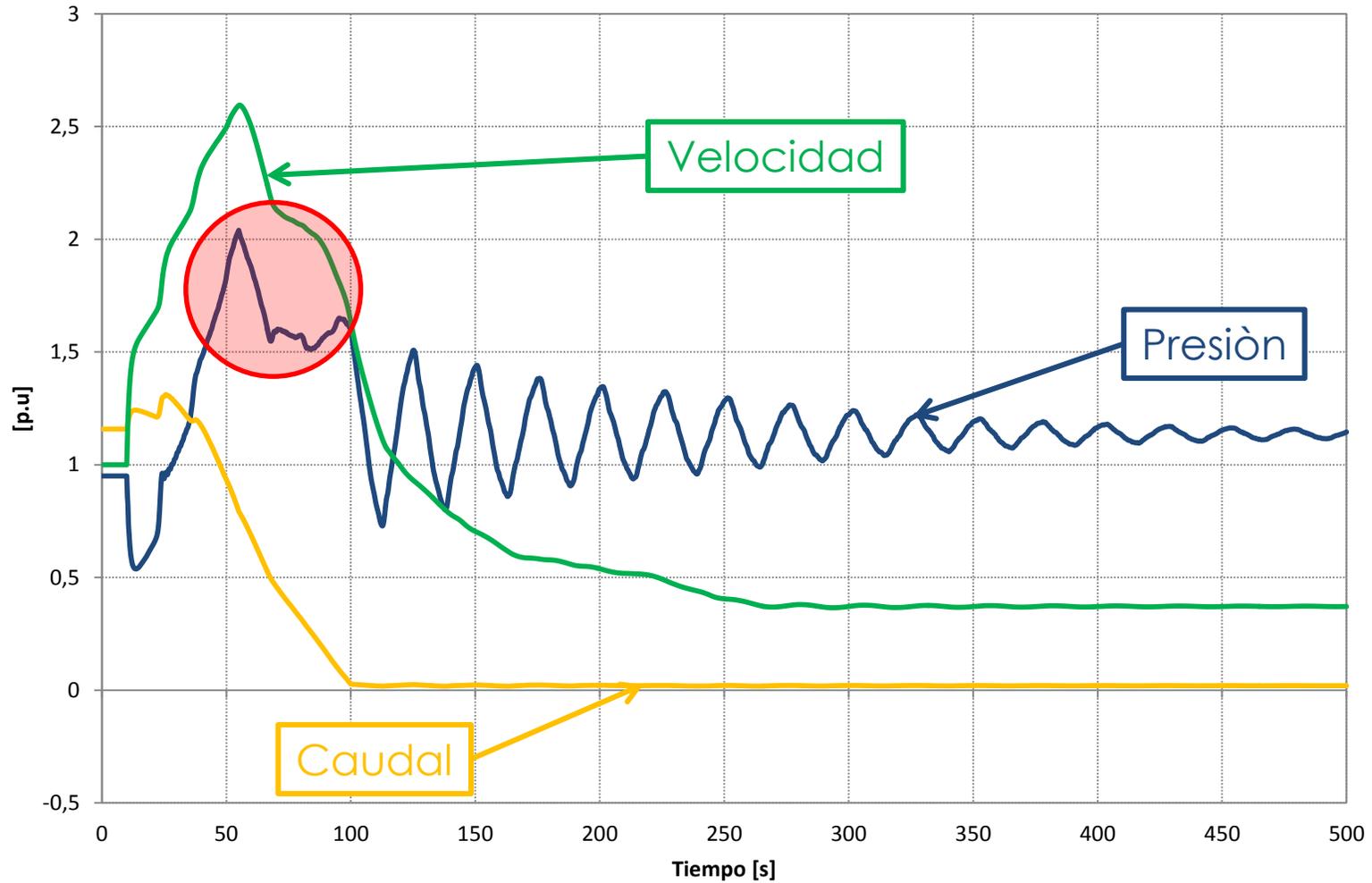
Cierre en 90s. Los métodos analíticos o gráficos informan, para un cierre de 90s los valores de sobrepresión entre 40% (Allievi) y 60% Michaud)

# Análisis Transitorio



Potencia

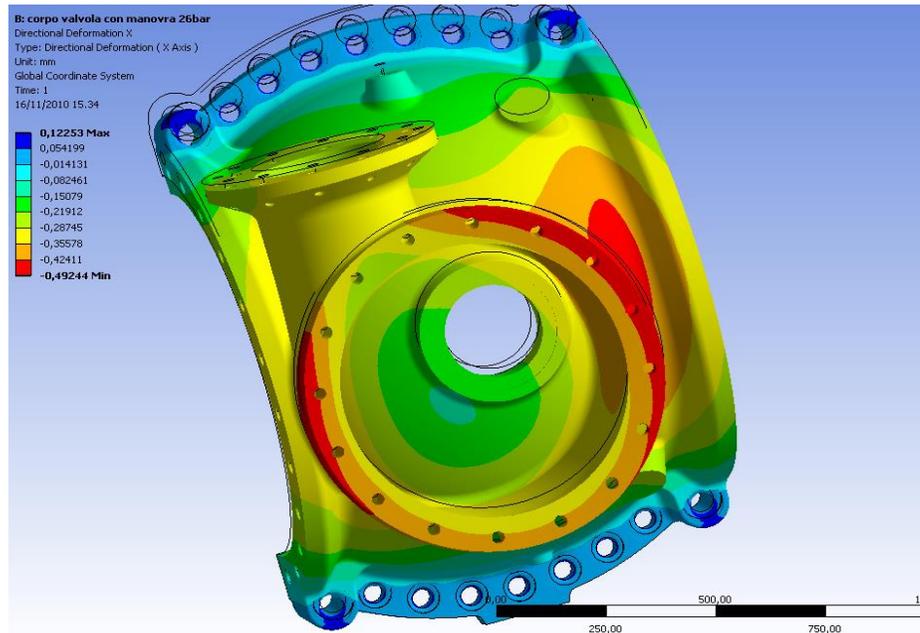
# Análisis Transitorio



## Análisis Transitorio

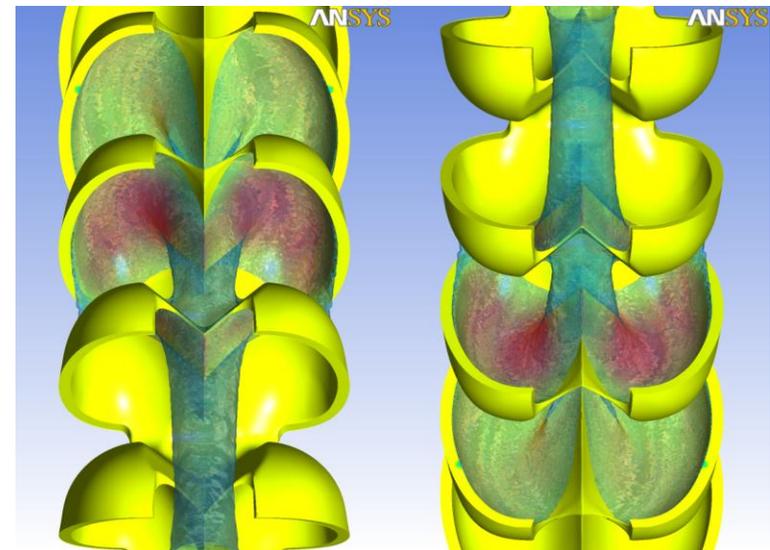
1. El análisis de los transitorios y la interacción impulsada por la turbina es fundamental en el diseño correcto de una planta hidroeléctrica.
2. El análisis no puede excluir la presencia de la turbina. La participación del fabricante es fundamental para el uso de las curvas características del modelo.
3. Los métodos clásicos de análisis son útiles en algunos casos de aplicación, en muchos otros pueden llevar a subestimar o sobreestimar los efectos de los transitorios.
4. El análisis preciso del sistema permite que la planta sea optimizada desde el punto de vista técnico y económico
5. El uso de software avanzado y el conocimiento metódico de la física ayuda a comprender estos fenómenos cuya interpretación no es inmediata.

# Stress Analysis



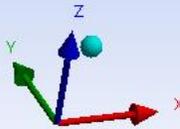
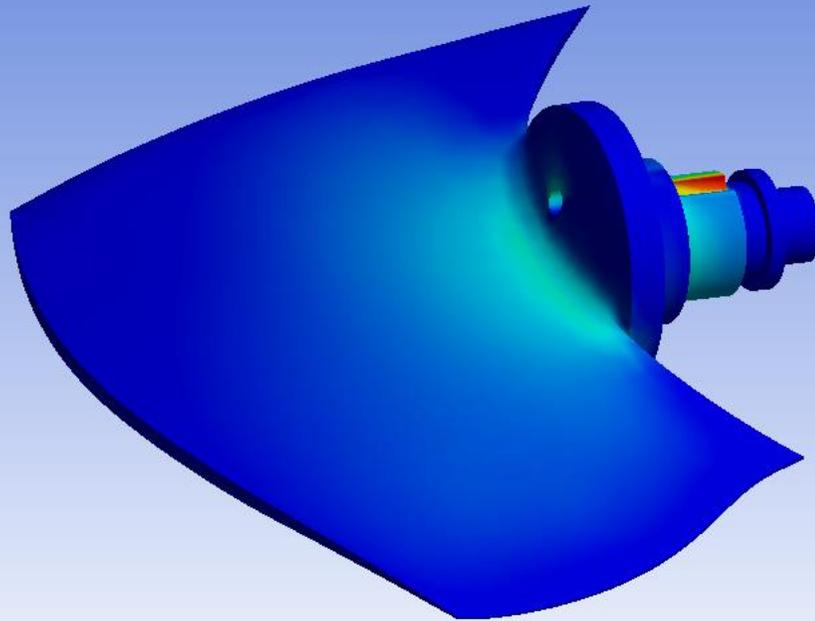
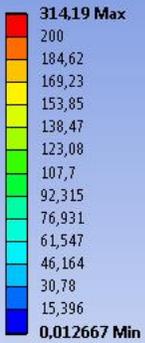
ZECO usa software para el análisis FEM de todos los componentes principales.

El departamento técnico de ZECO usa 3D software para el diseño y la ingeniería de todos los productos en el portffolio, como turbinas Pelton, Francis, Kaplan, Tornillos, Cross-flow y varios tipos de válvulas.



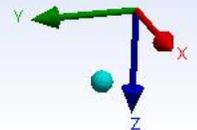
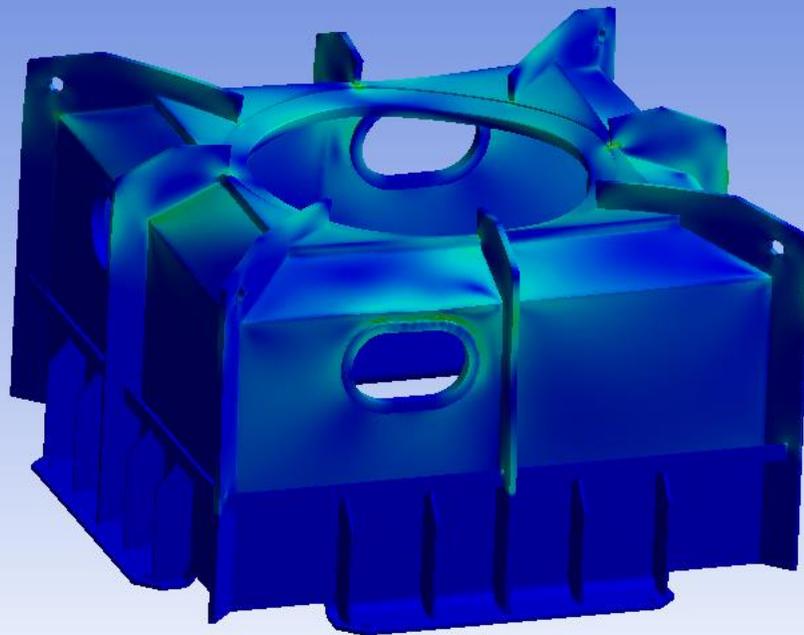
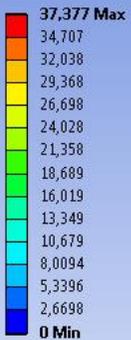
# Stress Analysis

**D: Static Structural**  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 1  
31/08/2018 11:14



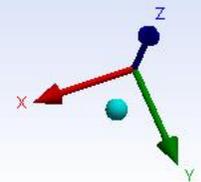
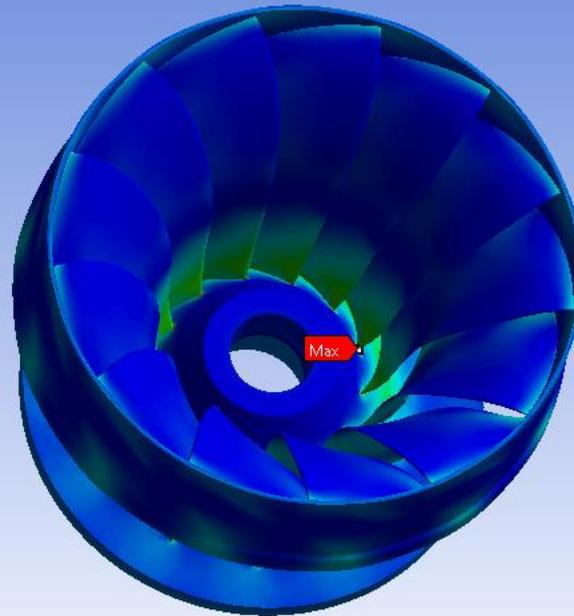
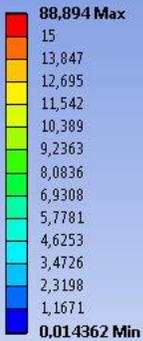
# Stress Analysis

**B: Copy of Vincoli base**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 31/08/2018 11:18



# Stress Analysis

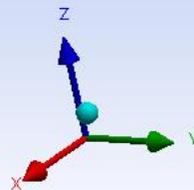
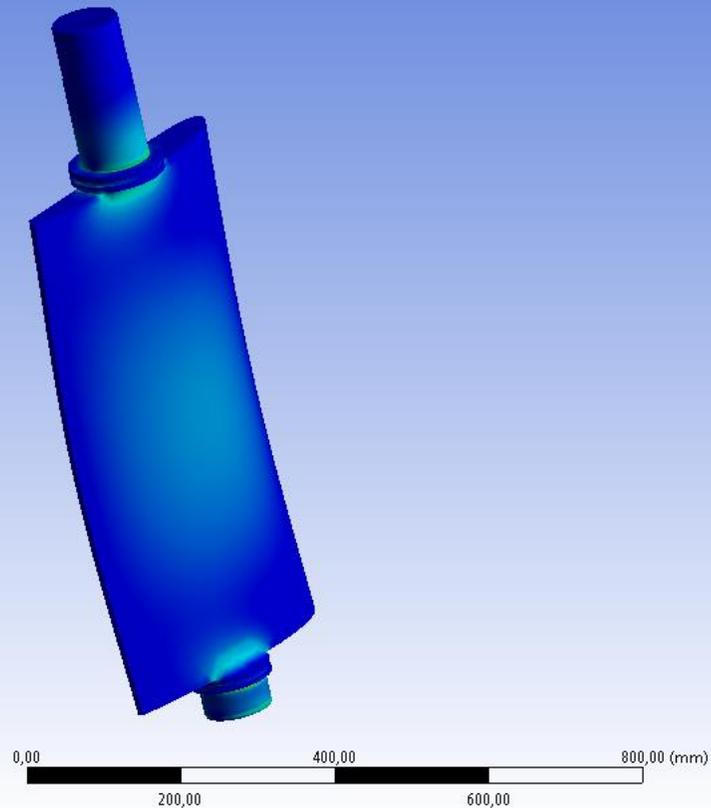
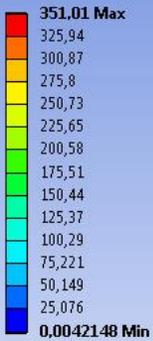
**B: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 31/08/2018 11:28



# Stress Analysis

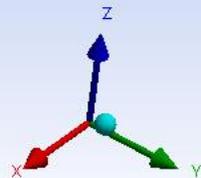
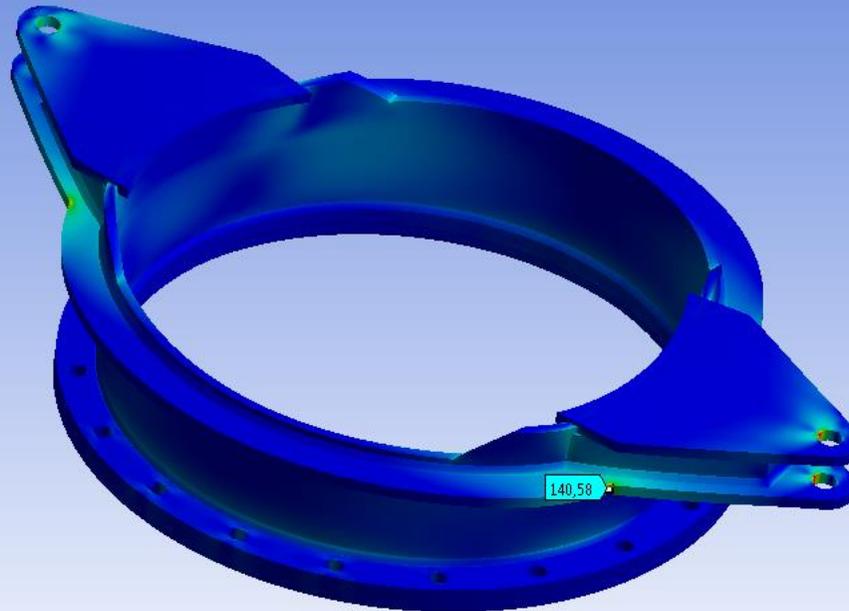
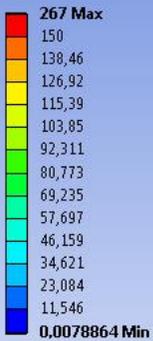
ANSYS  
R18.1

**M: Colpo d'ariete\_ver3**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 31/08/2018 11:30



# Stress Analysis

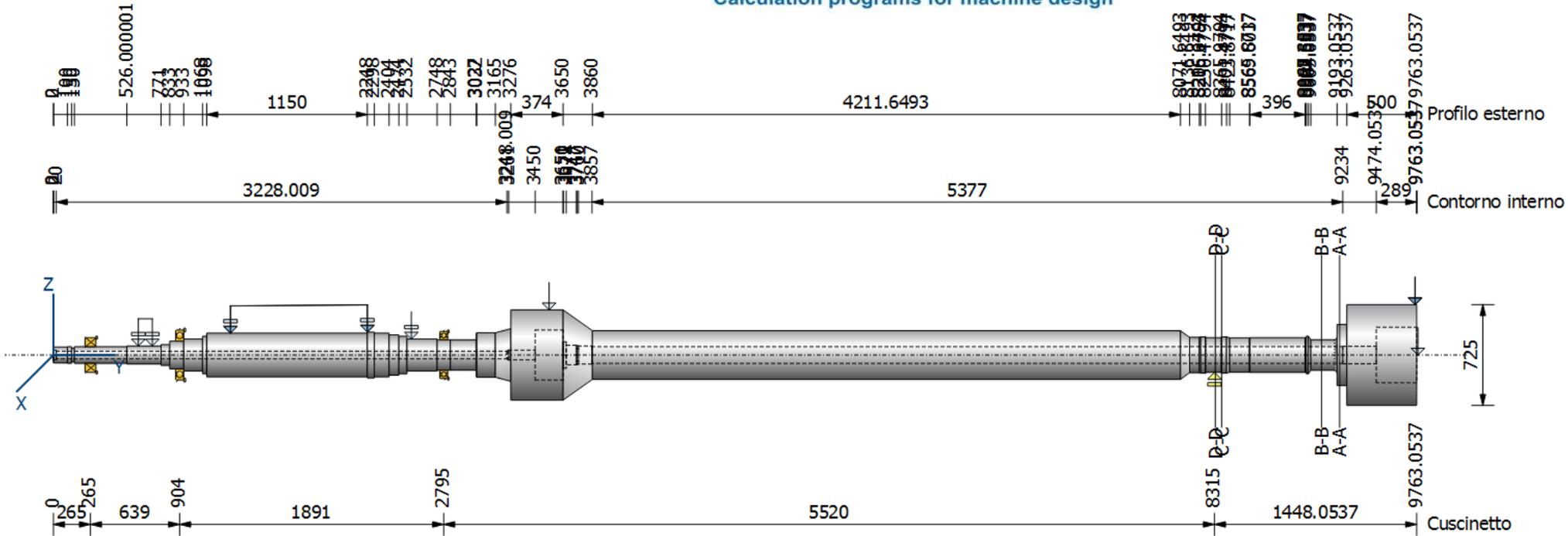
B: Static Structural\_bloccatoSuServo  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 31/08/2018 11:32



# Análisis rotodinámico de las líneas del eje

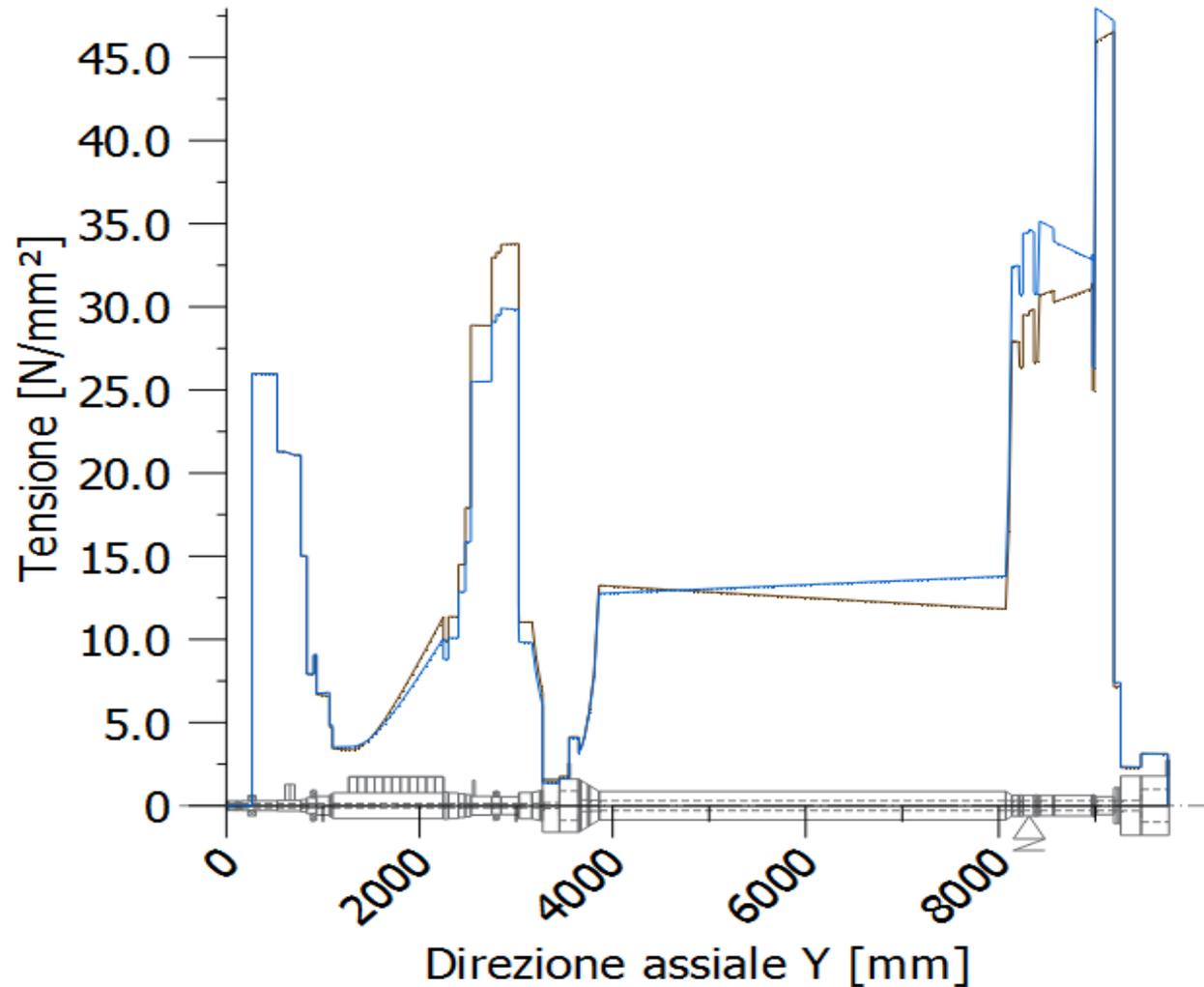
## KISSSOFT

Calculation programs for machine design

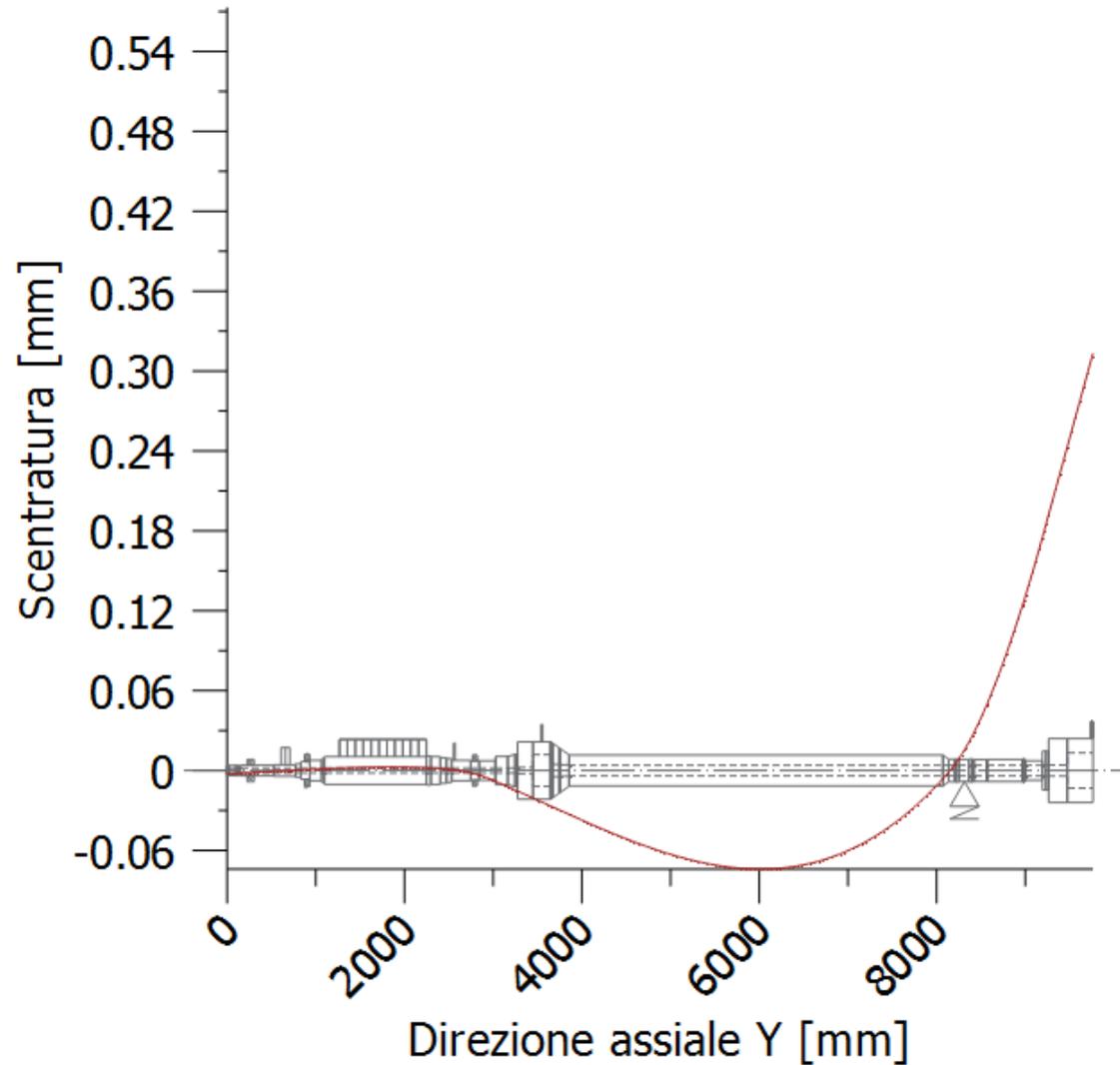


**Turbina = maquina rotativa**

## Análisis rotodinámico de las líneas del eje



## Análisis rotodinámico de las líneas del eje





JORNADA TECNOLÓGICA, BUENOS AIRES,  
5 SEPTIEMBRE 2018



Esta es la filosofía de ZECO: nunca pararse solo frente a lo que estamos haciendo (la turbina) pero mirar hacia los elementos que están relacionados con la turbina.

Porqué si es verdad que el cliente nos va a pedir una turbina, es más bien verdad que al final el objetivo del nuestro cliente non es solo tener una buena turbina sino tener una buena planta que genere la energía esperada.



gracias



*Su socio confiable para el mercado mundial  
de energía hidroeléctrica*

