

Flying Boats



Contribución Tecnológica de la Industria Aeroespacial
En la Copa America 35th & 36th

Agenda

- Introducción
- Copa America
- Sinergia Ingeniería Naval - Aeronáutica
- Paquetes de Trabajo AC 35th
- Copa America 36th
- Ejemplos
- Conclusión
- Q&A

Consideraciones Generales



Photo: Video capture -American Magic

INTRODUCCION

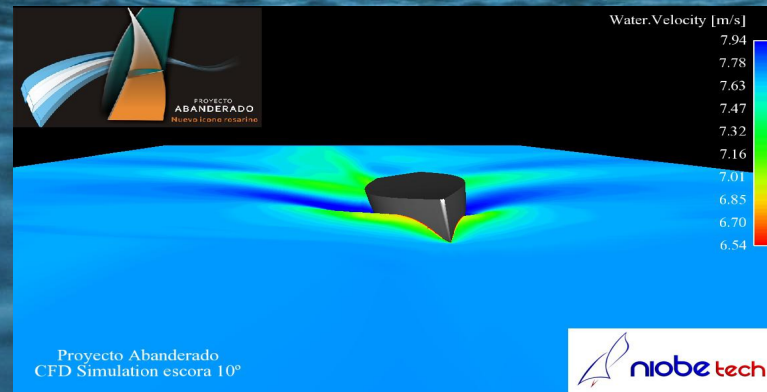
2005 Start Up



Aplicación Ing Aeroespacial
al campo Naval

CFD – WTT – MDOE

Free Lance + 15 años



Que es la Copa America



En 1851, con motivo de la celebración en Londres de la Gran Exposición, se programó una regata para el día 22 de agosto, denominada Queen's Cup.

El recorrido consistió en una vuelta alrededor de la Isla de Wight, al sur de Inglaterra. Miembros del Club de Yates de Nueva York, de los Estados Unidos de América, a bordo de la goleta America se enfrentaron y vencieron a catorce barcos del Real Escuadrón de Yates de Londres. Una anécdota muy famosa relata cómo la reina Victoria I del Reino Unido preguntó en un momento de la regata: «¿Quién va primero?», a lo que le contestaron: «La América, Majestad». «¿Y segundo?», inquirió la reina. «**Majestad, ¡no hay segundo!**», fue la respuesta.

BACKGROUND



© ORACLE TEAM USA / Photo : Guilain GRENIER

INTRODUCCION

35th America's Cup



Airbus incorpora su Innovación y Alta Tecnología y Know-How a ORACLE TEAM USA

- **LA COPA AMERICA:** es el evento deportivo mas Grande en 2017!
- ORACLE TEAM USA – Ganador de la edición 33rd y 34th de la America's Cup
- AIRBUS y ORACLE TEAM USA anunciaron Oficialmente el Partnership en Octubre de 2014

OFFICIAL INNOVATION PARTNER OF

ORACLE
TEAM USA



THE 35TH AMERICA'S CUP

35TH AMERICA'S CUP GLOBAL CALENDAR OF EVENTS BETWEEN 2015-2017



- **Louis Vuitton America's Cup World Series** regattas started in 2015 - Upcoming 2016 events:
 - Chicago (USA) June 10-12
 - Portsmouth (UK) July 23-24
 - Toulon (FRA) September 10-11
 - Fukuoka (JP) November 18-20
- **America's Cup Qualifiers and Challenger Playoffs** in 2017 (May to June)
- **35th America's Cup Match** in 2017 (June 17-27)





America's Cup 35th

Sinergias entre Navegar y Volar mas cerca que nunca!!



- **El Barco esta Impulsado por un Ala (Vela rigida y vuelo sobre el agua sobre Foils**
- **Vela de 20 mts de Altura / 83,5 m² (similar a un ala de A320) consiste en 3 flaps controlados de manera Individual y un esqueleto hecho en fibra de carbono**
- **Usar tecnología Aeronáutica para incrementar las performances del Barco, es estratégico ya que los problemas son similares: Mecánica de Vuelo, Aerodinámica, bajo peso de materiales, sistemas, test en el aire/ en el mar**
- **Con la Diversidad se obtiene Innovación**

AIRBUS

Tecnología AIRBUS más allá de los límites

Diferentes Paquetes de Trabajo

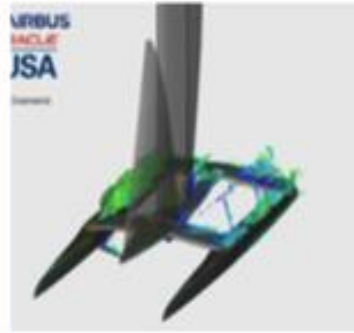
Foil Testing & Design



Hydraulics



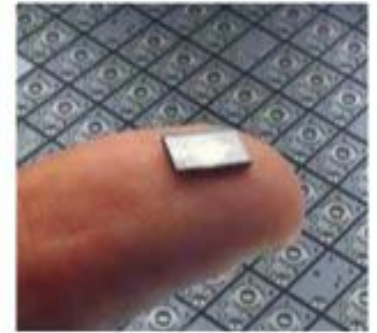
Yacht aerodynamics



3D printing



MEMS



- Mas de 30 Ingenieros de Airbus – en las Areas de Aerodinámica, Instrumentación y Simulación, compuestos, estructuras, sistemas de control, y análisis de datos – estuvieron involucrados en esta tarea

Foil testing & design: a flying yacht!



ORACLE TEAM USA / Photo Rick Tomlinson

A Alta Velocidad los Foils son como Alas, que sustentan el barco fuera del agua, eliminando la resistencia del casco

La forma de los Foils define la velocidad del barco en el modo Foiling

Los Foils soportan grandes cargas:

- El Peso del Barco
- EL impacto de las olas
- Maniobras

Pushing the foil to the brink!

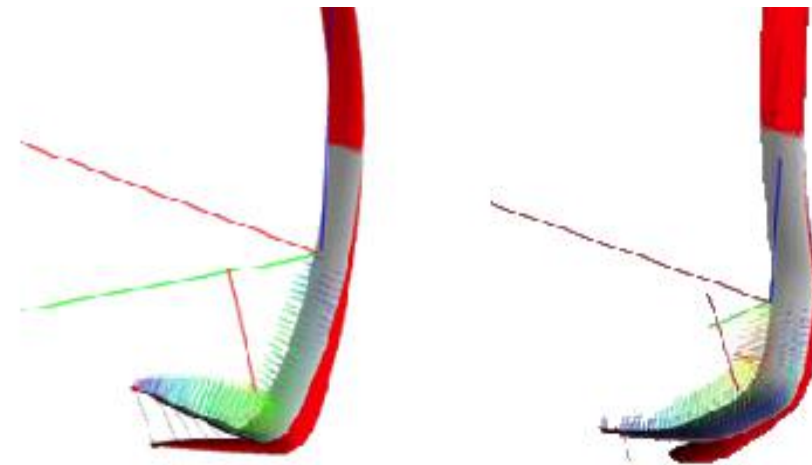
- La Forma y composición de los foils es muy similar al Winglet de A320
- Se han hecho varios Test de criterios de rigidez estructural en los Laboratorios de Hamburgo
- Procesos de diseño y fabricación alternativos se ha propuesto por Airbus

A320 sharklet



Foil hydrodynamics

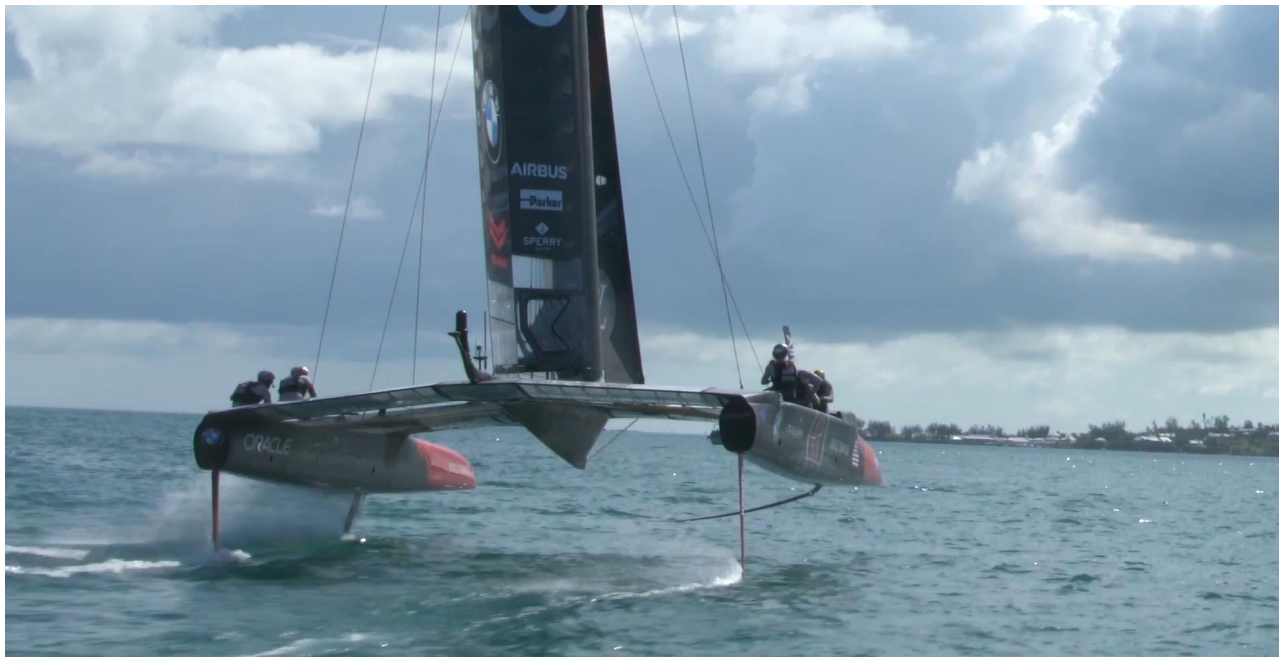
- ORACLE TEAM USA necesitaba una herramienta rápida de exploración para validar el diseño del daggerboard teniendo en cuenta la velocidad del barco y el entorno náutico como la cavitación y la Hidro elasticidad
- Se usaron herramientas In-House comúnmente usadas para diseño de componentes
- Las herramientas permitieron a ORACLE TEAM USA una selección rápida del diseño mas prometedor





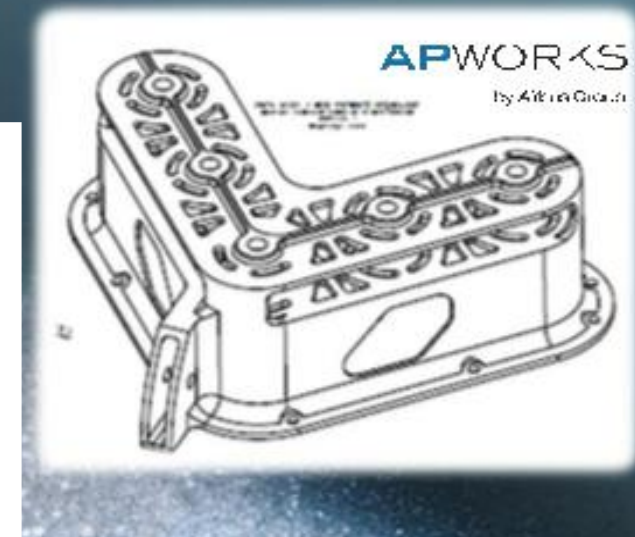
Un Avión y Un catamaran con Foils comparten la misma arquitectura del sistema

- Hidráulico :
 - La Potencia Hidráulica suministrada: Bombas de 5000 PSI energizadas por 5 miembros de la Tripulación – Grinders (Mismo Nivel que un A350 XWB)
 - 3 Circuitos Hidráulicos (Iguales que un A320):
 - 17 Actuadores: Elevador para el Pitch, La curvatura del Ala, el Control del Jib, Control de los Foils (Daggerboards)
 - Sistema de Control: Controladores, sensores, Interface con la tripulación, Fibra Optica, Wi-Fi





- Uso de Aditivo Layer Manufacturing ALM – desarrollada en Diciembre 2015 e Implementada en el Barco en Enero 2016
- Impresión de Diferentes Piezas del Barco
- Optimizacion de Diseño
- Reducción de Peso : Hasta un 57%
- Reducción de Tiempo de Producción
- Reforzar la resistencia sin importar el espesor de la pieza

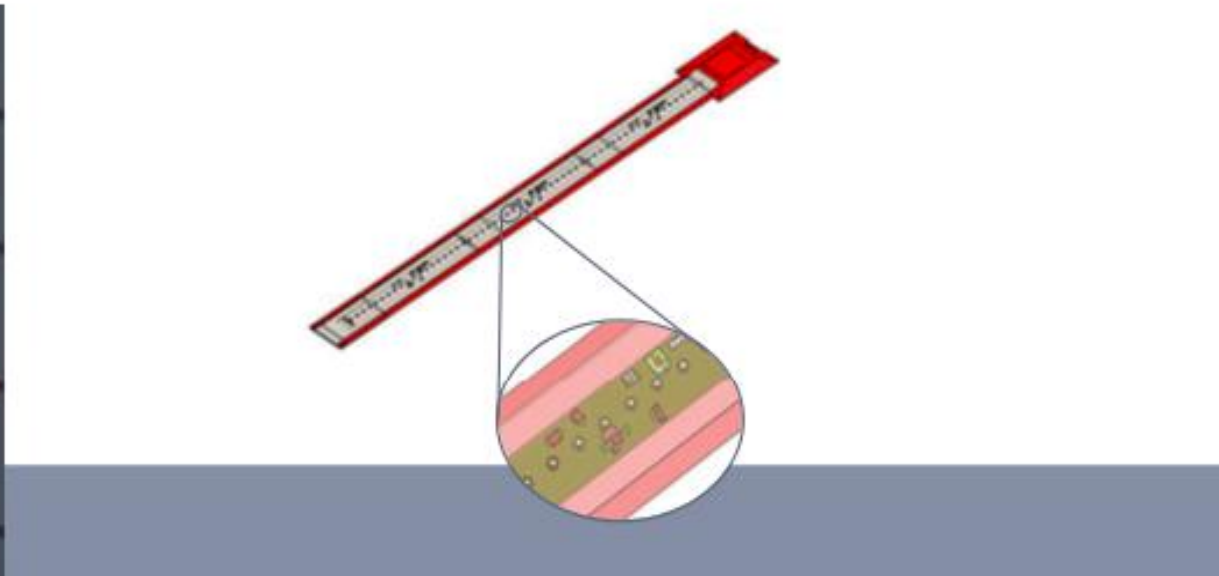


TECNOLOGIA MEMS: Optimizacion del Diseño y Setting de las Velas

Introducción de No Intrusivos, Micro dispositivos los cuales dan un perfil de viento con gran precisión a lo largo de la forma de la Vela:

Alrededor de 8 Tiras de 100 cm sobre el Ala actuando como un Barómetro Digital – Sensor de presiones – con multiples aplicaciones, Anemómetro, Datos de Viento, post Proceso y Un dispositivo anti-perdida de la Vela (para ayudar al Trim)

Proveer al equipo de Vela con una gran cantidad de Información del Comportamiento del flujo del aire sobre la vela rigida en varias condiciones de Navegación



Aerodinámica del Yacht

- Expertos de Airbus en Computational Fluid Dynamics – C.F.D. Proveen a clave a todas las opciones de diseño Aerodinámico del Yacht

Reducción en la Resistencia de un Avión = Bajo Consumo de combustible y aumento en el alcance

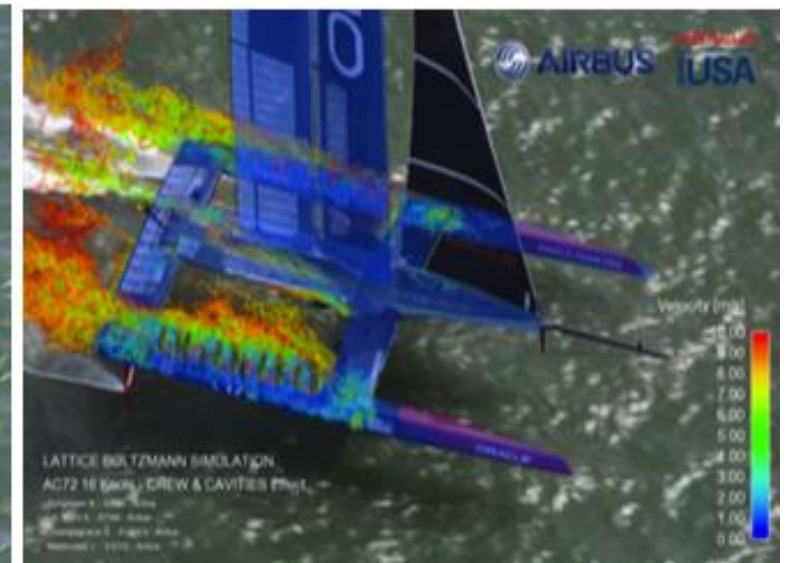
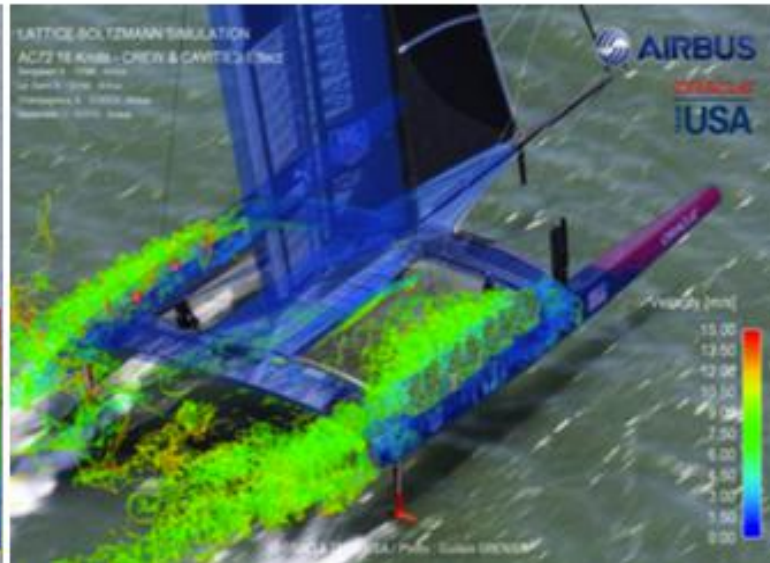
AC45 : reducción de Resistencia = Aumento de Performances

- Las muy precisas representaciones Digitales son útiles para construir simuladores globales mas representativos – equivalentes a los simuladores de la Industria Aeronáutica

Aerodinámica de la Plataforma:

Capacidades de Virtual Test mejoran el modelo Aerodinámico de resistencia de cada componente de la plataforma del Barco

- Cascos, Bigas, Cabina e Incluso la contribución de cada miembro de la tripulación
- Simulación de 6 configuraciones de Navegación – Down y Up Wind a 3 diferentes Velocidades de viento – para evaluar las posiciones de la tripulación y definir las opciones de diseño



AIRBUS –ORACLE TEAM USA WoW



• A320neo Flight Test Campaign

• A350-1000 Flight test Campaign

Coordinación general
WP 6.2

Work
Package
Leader

Aerodynamics
Support

Propuestas de Mejora

ORACLE TEAM
USA
AERO Expert

LBM
Simulation
& Support

Departamentos
Involucrados:

- Acústica
- Diseño Aerodinámico
- Mecánica del Vuelo
- Simulación Numérica
- 7 Personas

Soporte en Simulación
Solver Malla

ORACLE
TEAM USA
VPP Expert

Aerodynamics
Analysis &
Visualization

Análisis de Datos – Post
Pro. Validación -

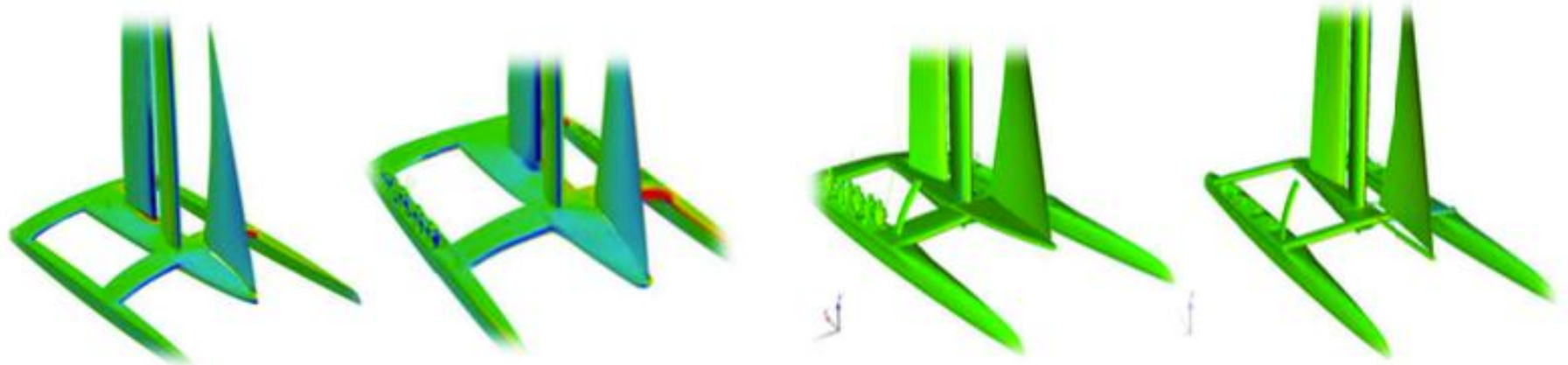
LBM
Simulation

Limpieza de Geometría
Malla y Simulación
Perfil de Viento

Lattice Boltzmann Simulation – Geometry Evolution



AIRBUS



AC 72 Platform
Simplified

AC 72 Platform
Complex

AC 45 Platform
Complex

AC 50 Platform
Complex

2014
No Details over the
Platform

2014
Crew / Cavities
Grinders / Wheels

2015
Crew / Cavities
Grinders / Wheels /
Daggerboard

2016
Dift Crew Positions /
Cavities
Grinders / Wheels /
Daggerboard

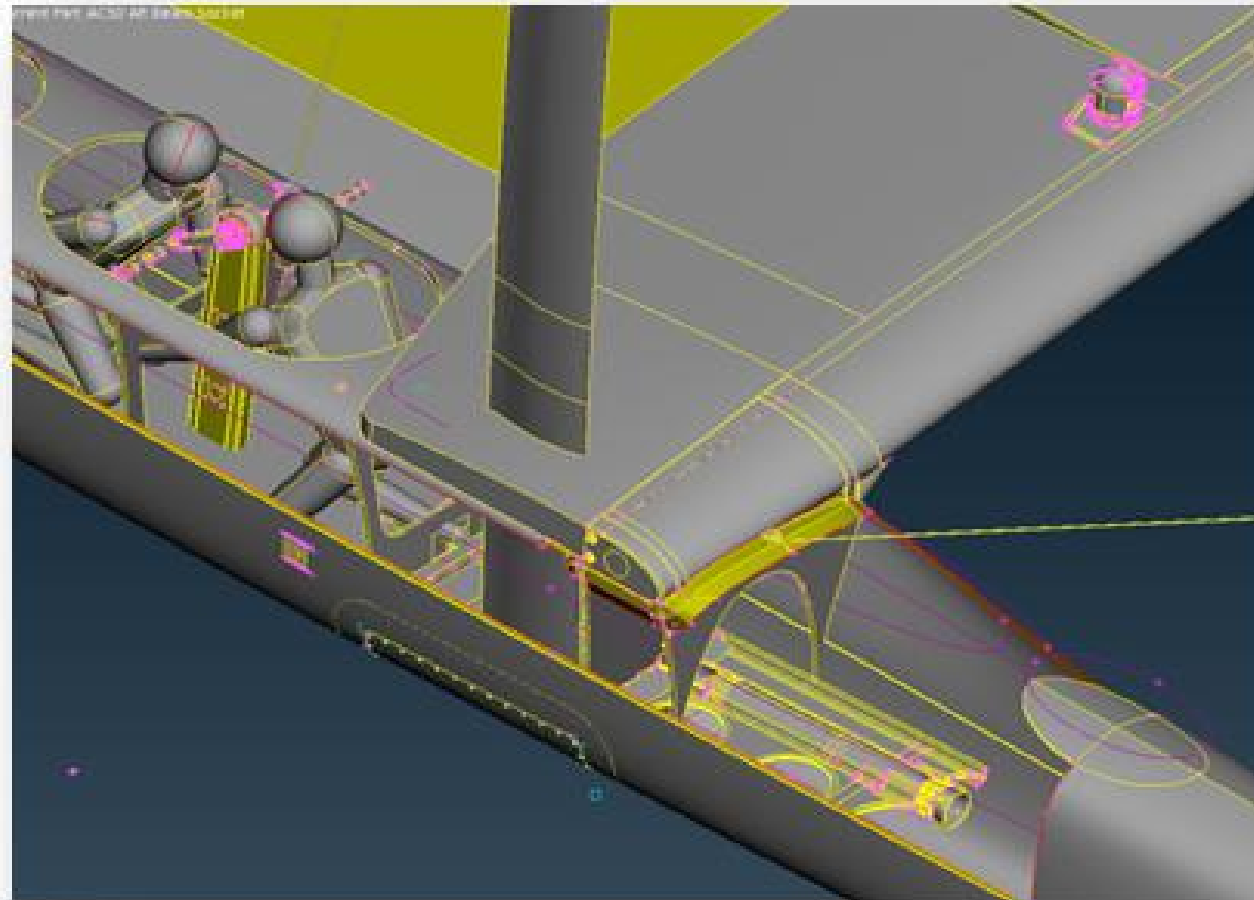
Lattice Boltzmann Simulation – Geometry Evolution



AC CLASS

2017

Dif. Crew Positions /
Cavities /
Trampoline
Grinders / Wheels /
Daggerboard /
Cables, etc

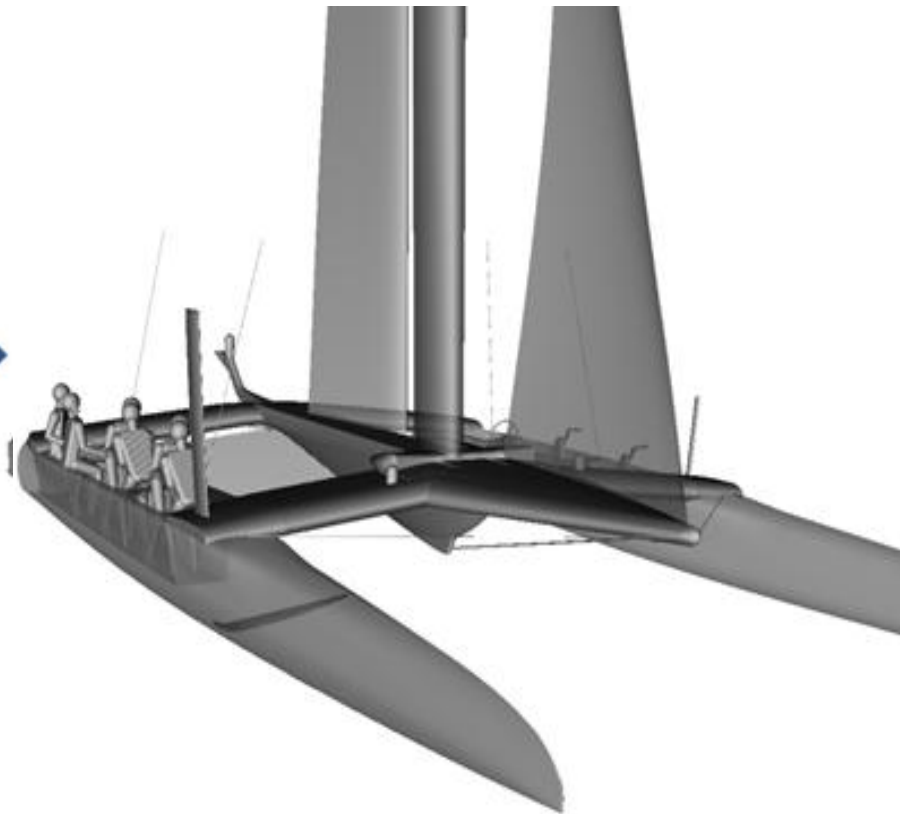


Lattice Boltzmann Simulation – Geometry Evolution



AC CLASS

2017
Dif. Crew Positions /
Cavities /
Trampoline
Grinders / Wheels /
Daggerboard /
Cables, etc



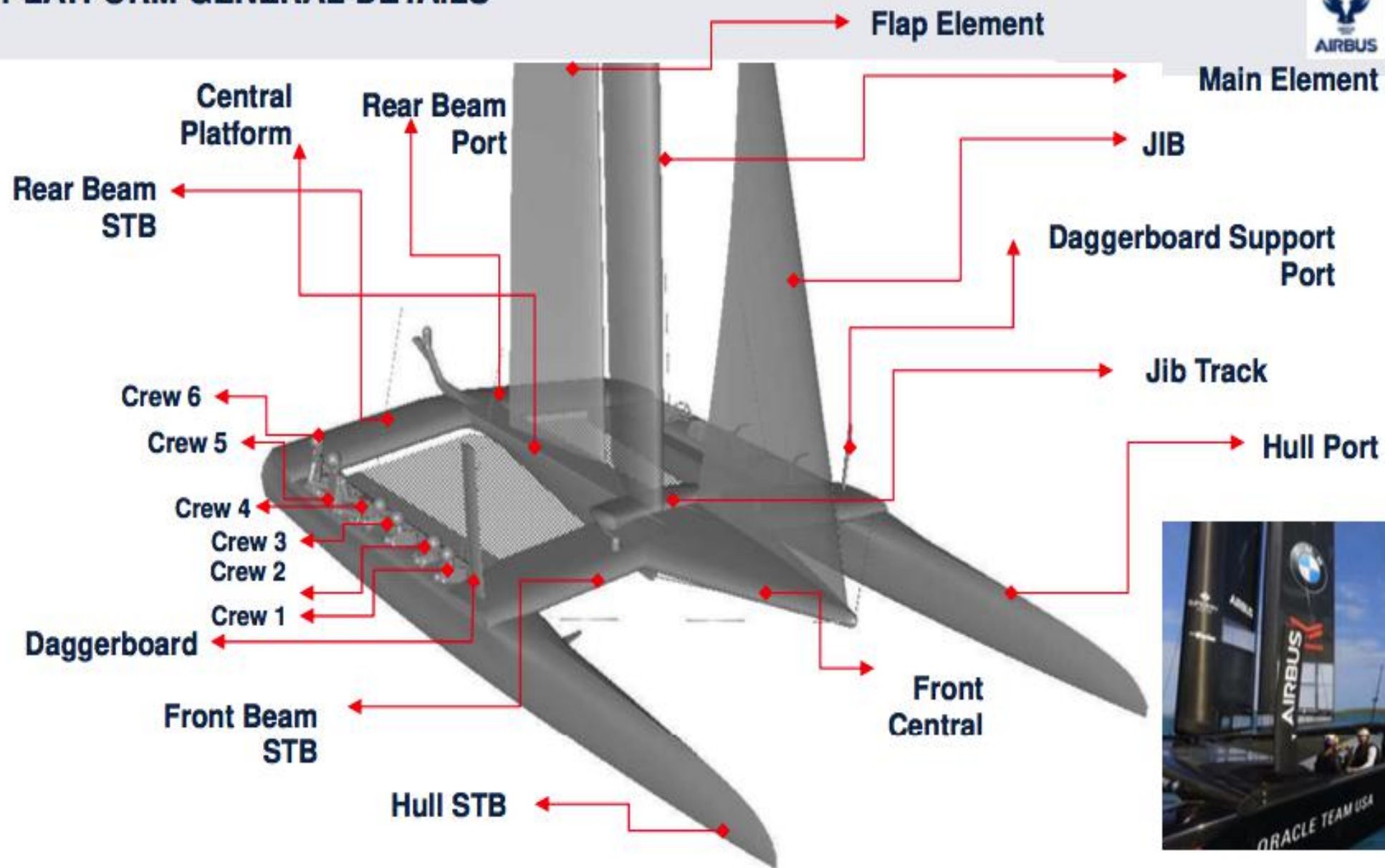
© ACIA 2017 / Photo Sander van der Borch

PLATFORM GENERAL DETAILS



AIRBUS

ORACLE
USA

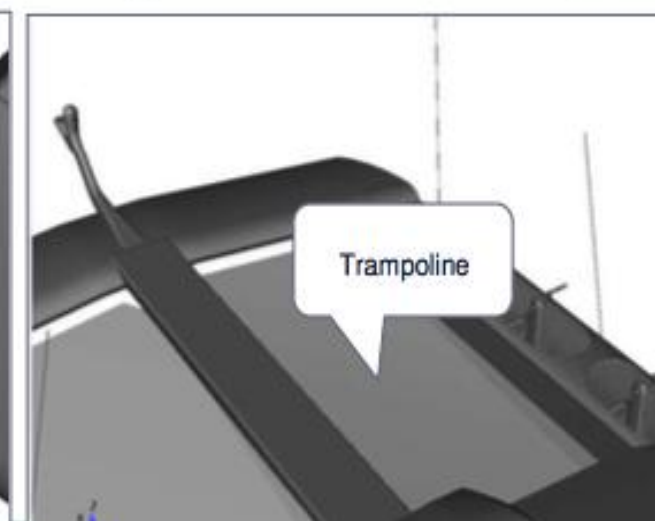
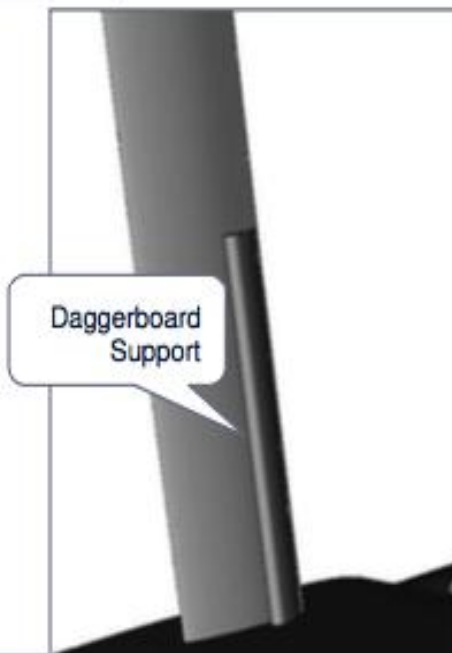
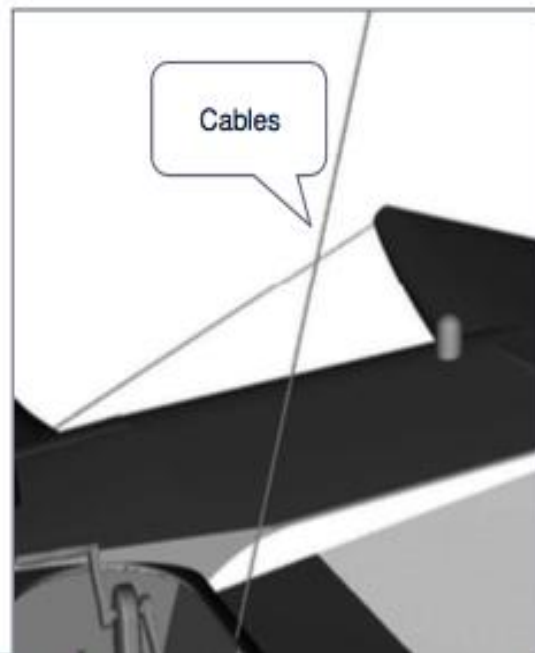
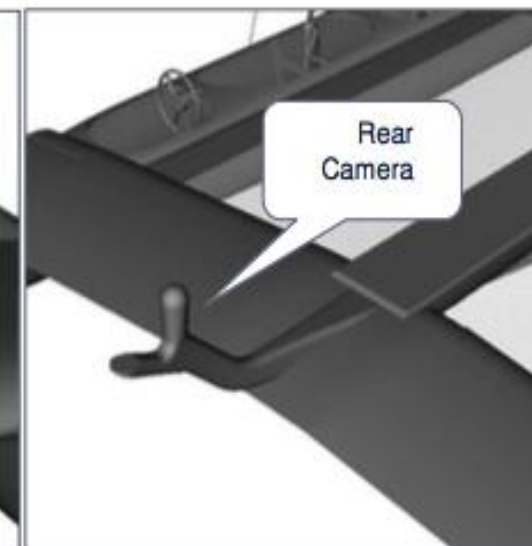
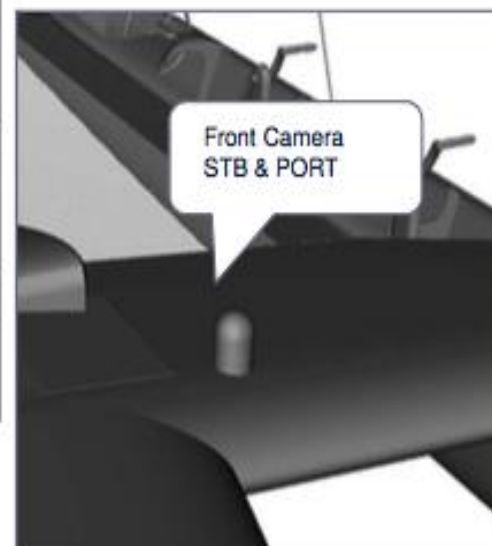
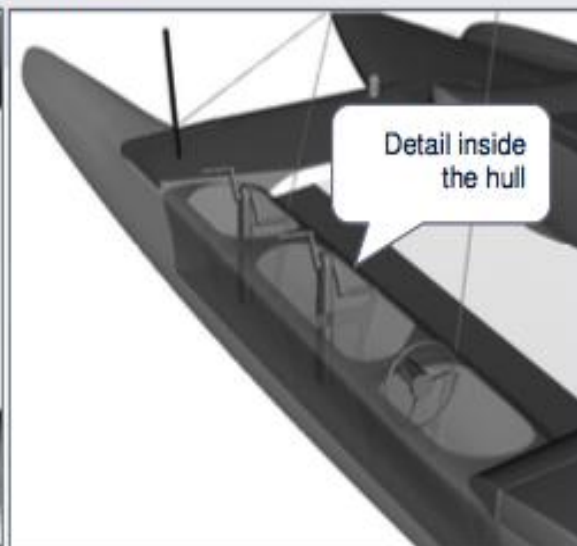


PLATFORM PARTICULAR DETAILS

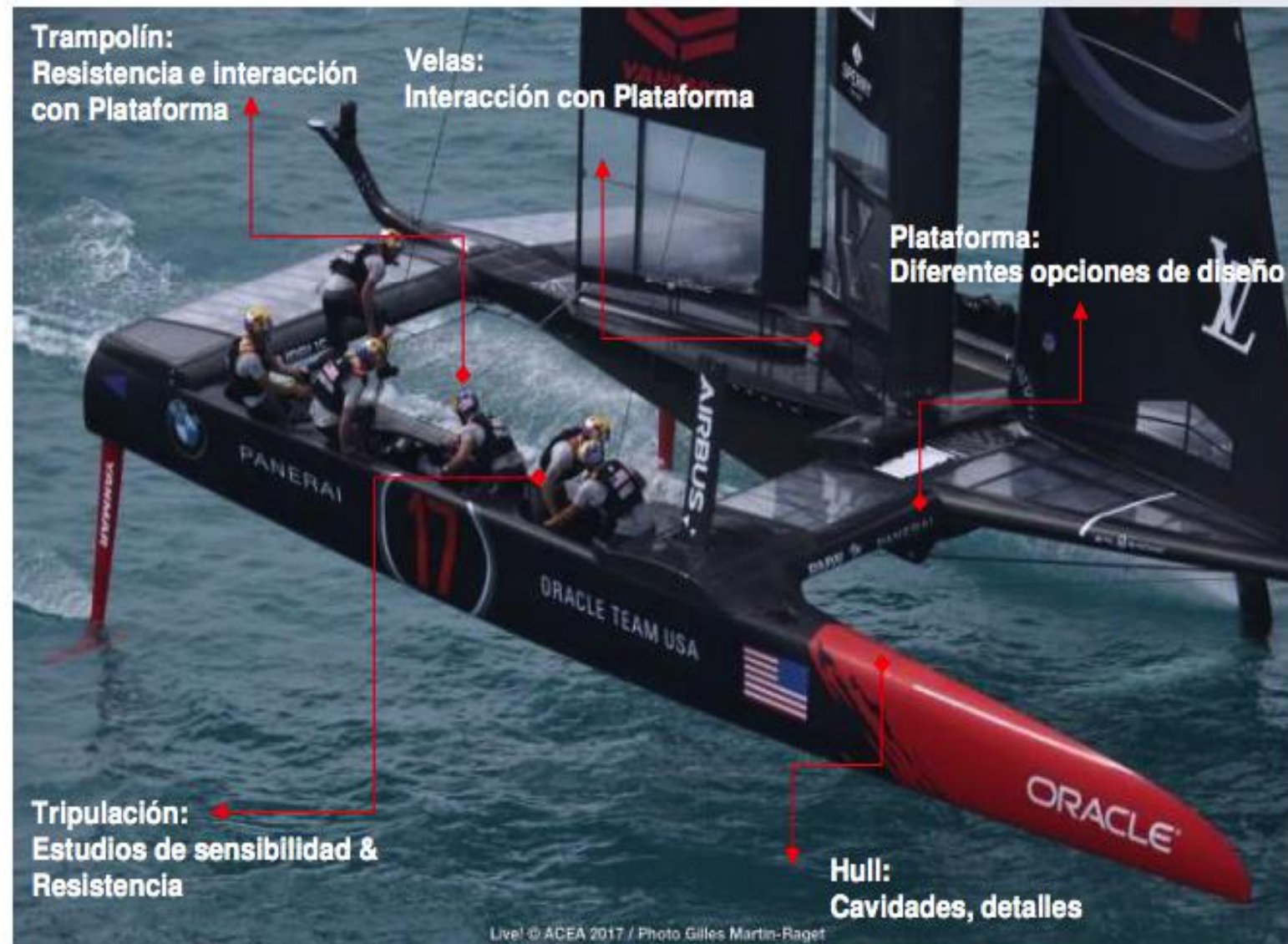


AIRBUS

ORACLE
USA



PLATFORM Aerodynamics



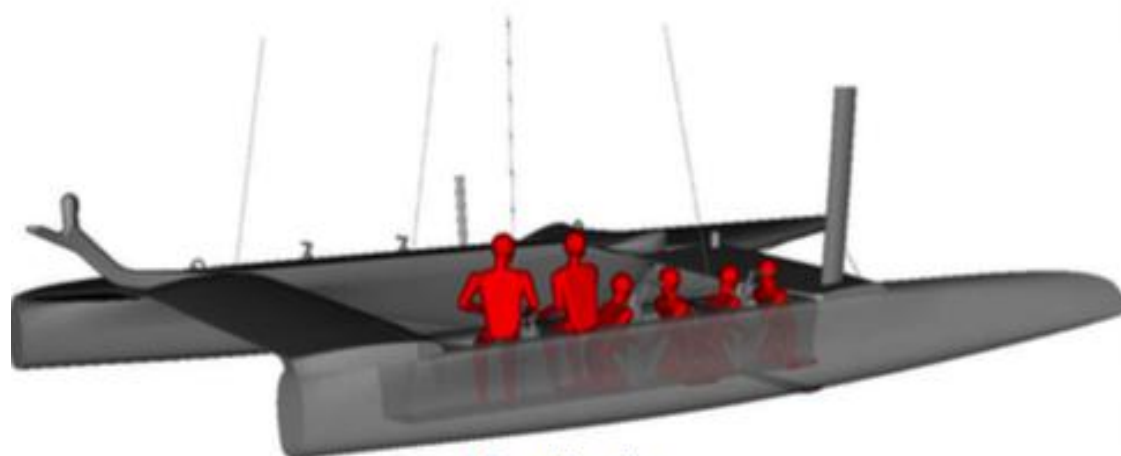
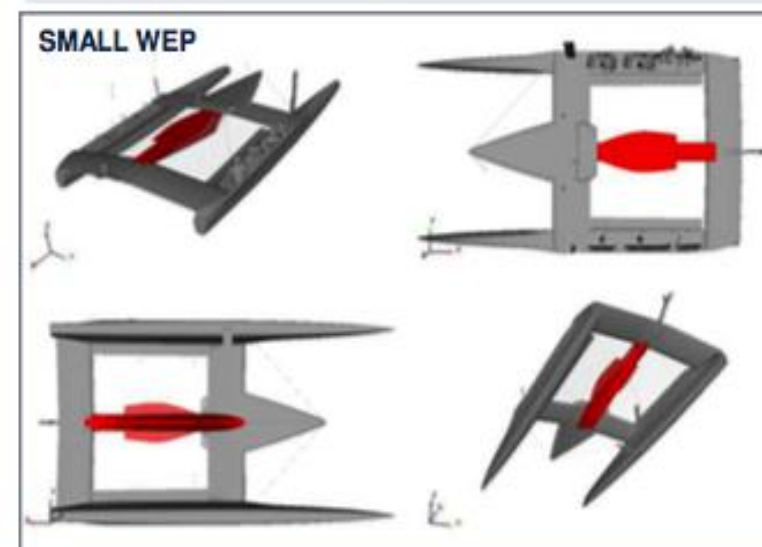
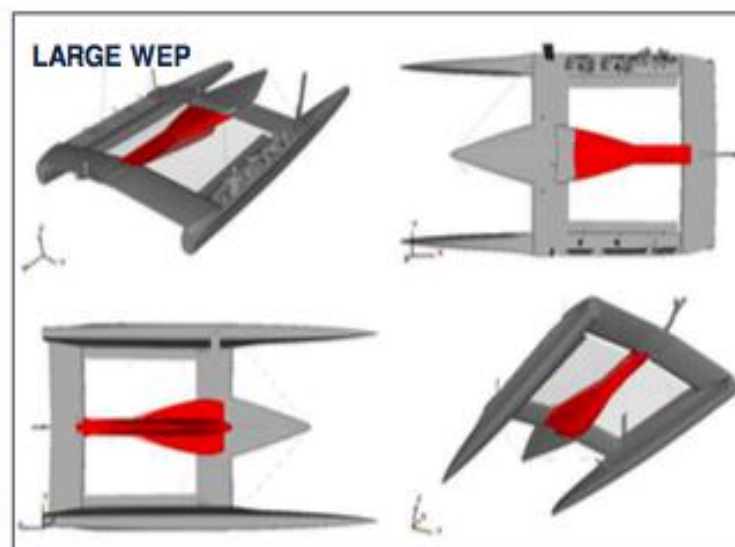
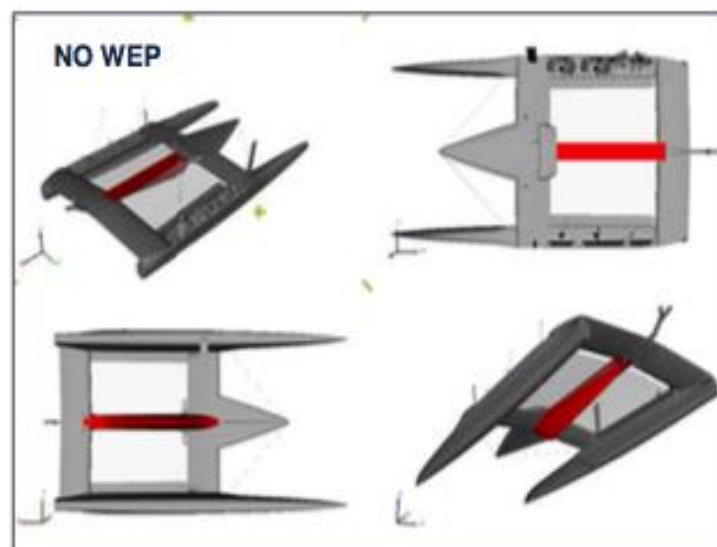
Live! © ACEA 2017 / Photo Gilles Martin-Raget

PLATFORM CONFIGURATION

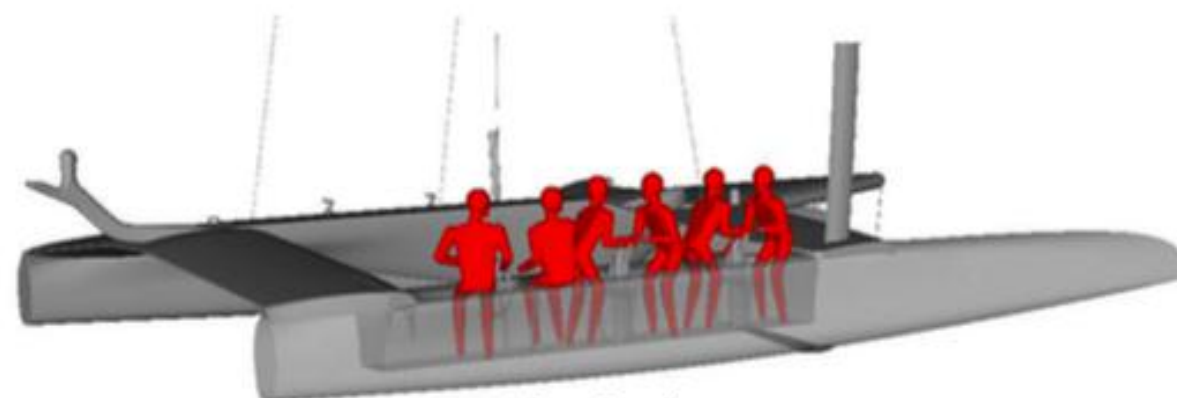


AIRBUS

ORACLE
USA



4 Crew Kneeling



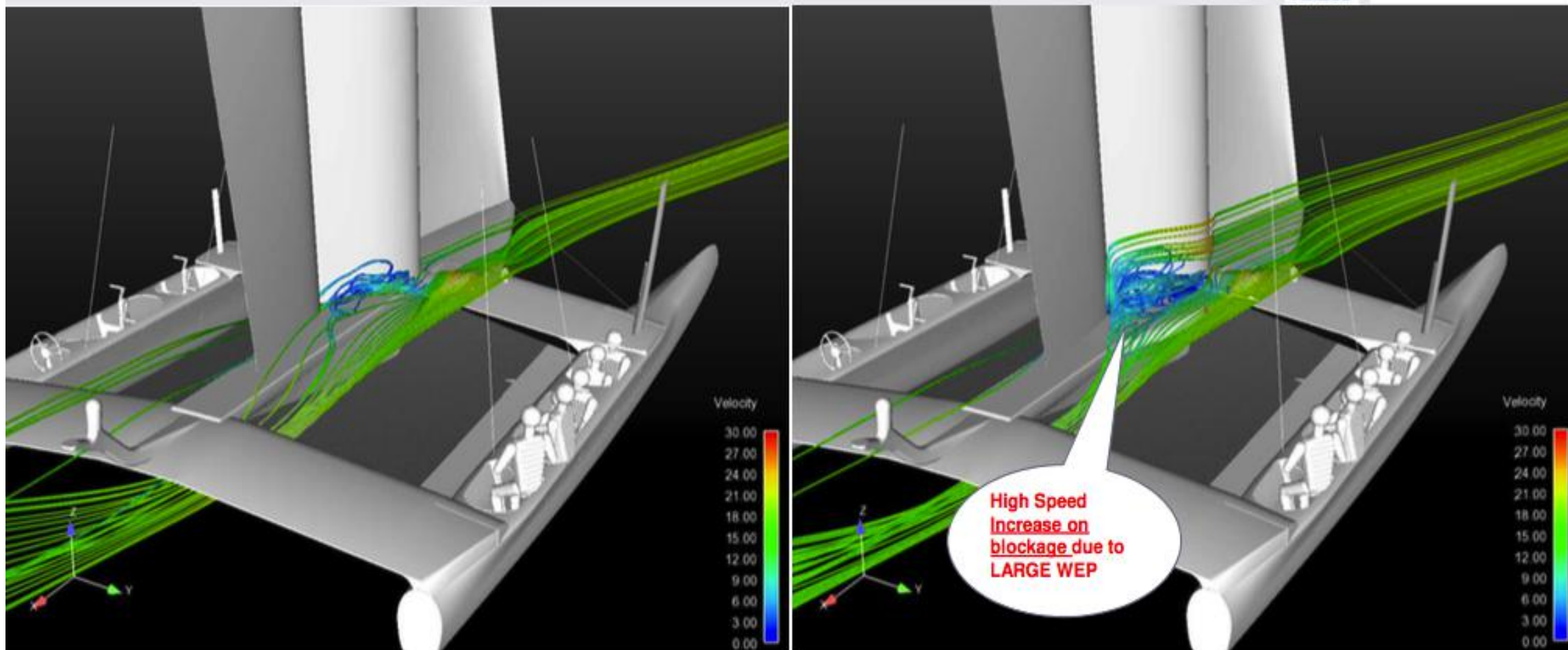
4 Crew Standing

Plataforma: Diferentes Opciones de Diseño



AIRBUS

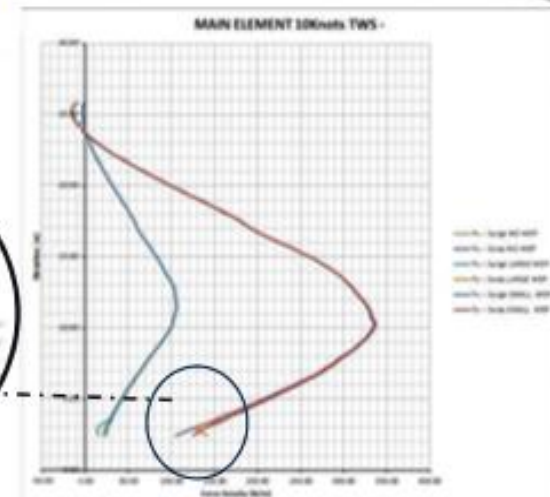
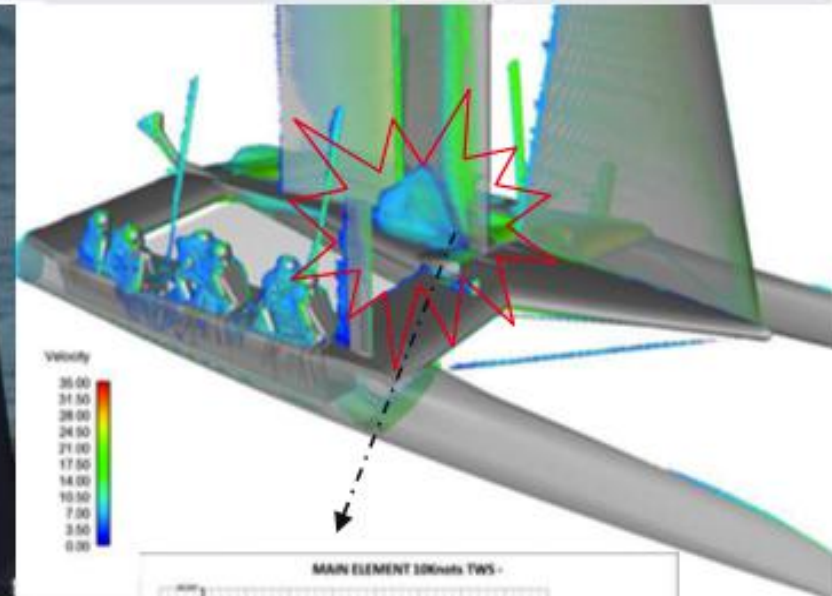
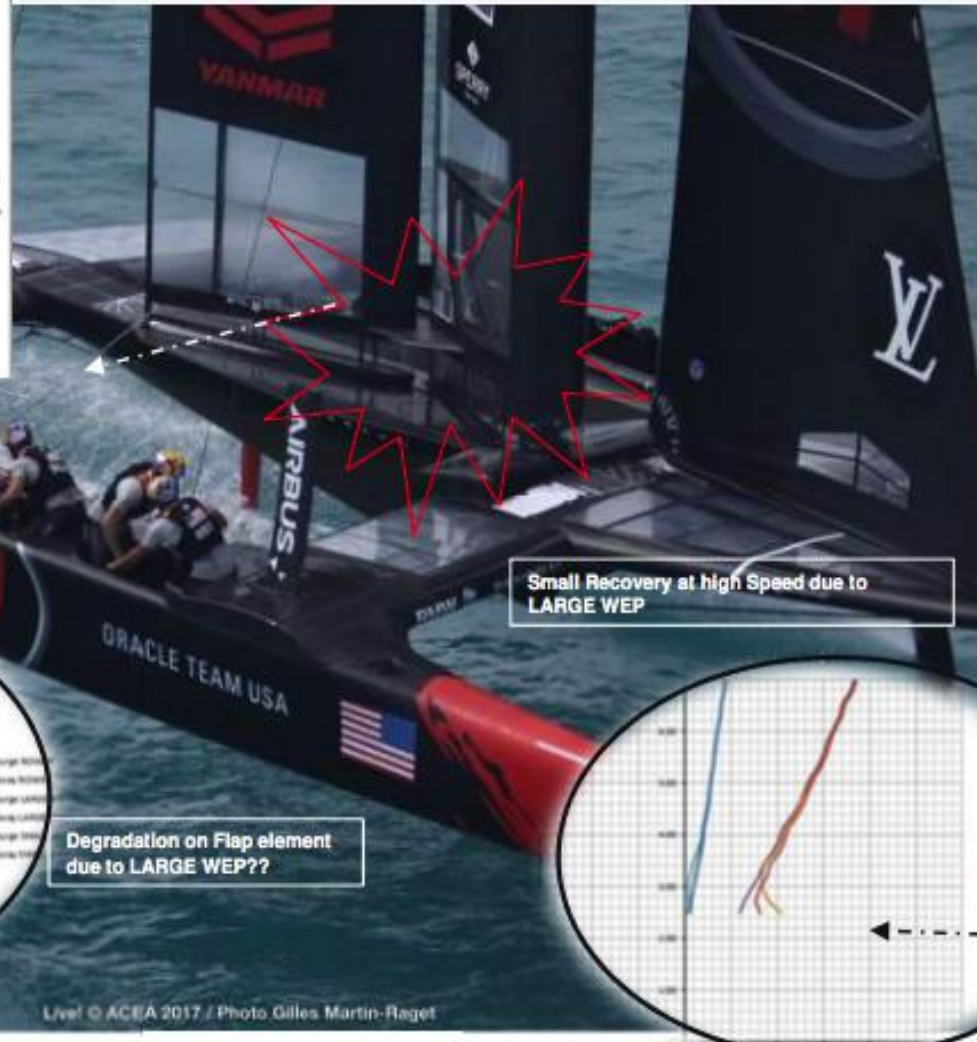
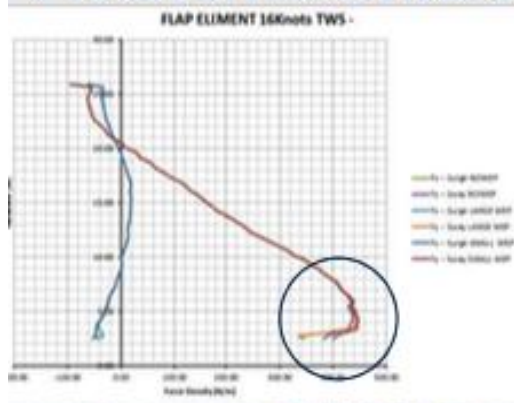
ORACLE
USA



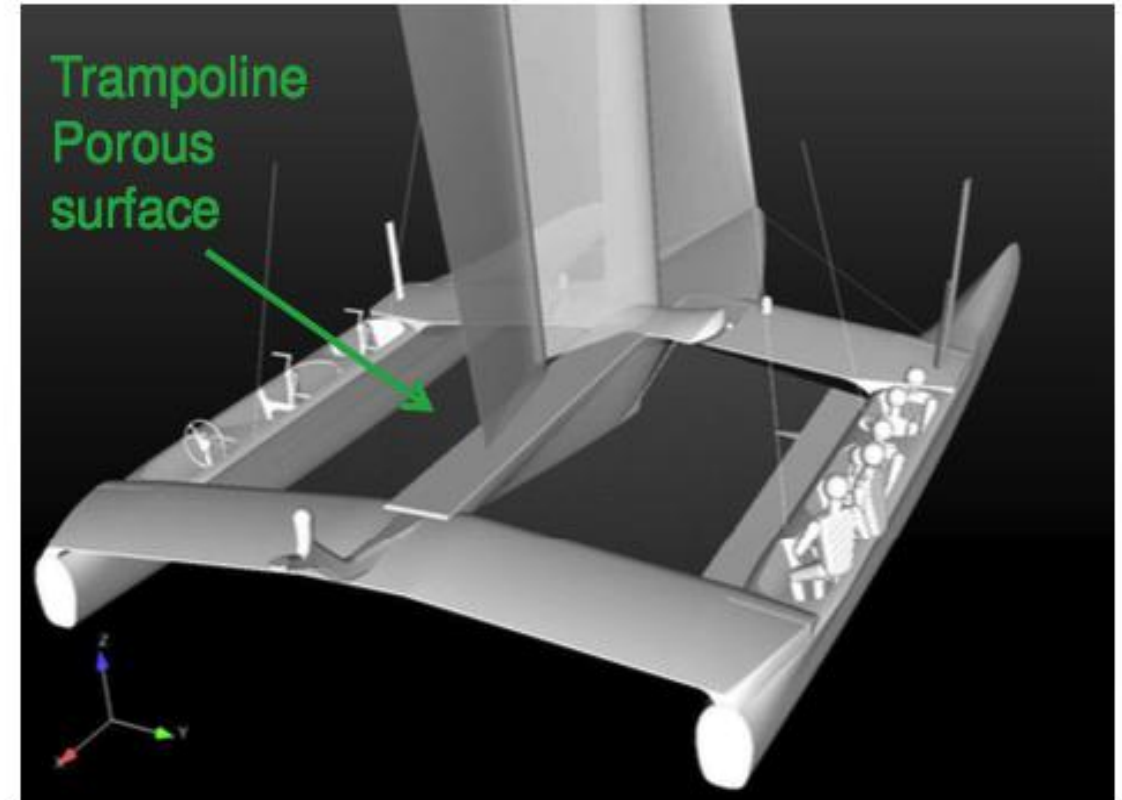
AIRBUS

ORACLE
USA

Plataforma: Interacción con Velas

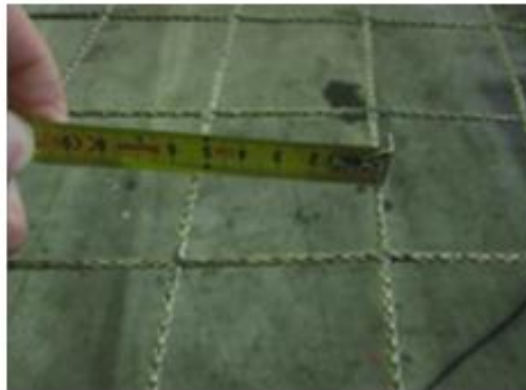


Trampolín: Resistencia e interacción con Plataforma

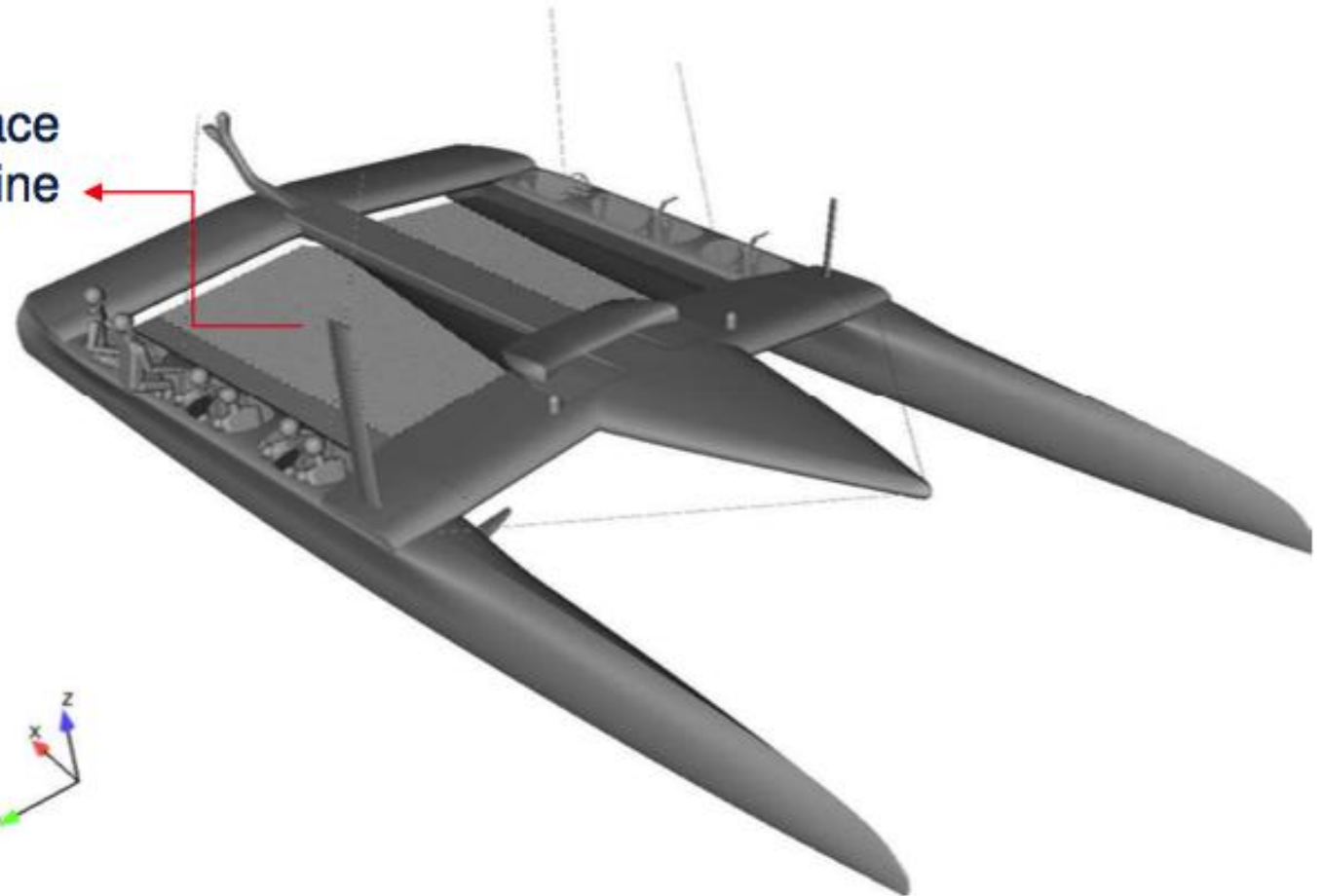


La superficie del Trampolín es simulada con una superficie porosa

Trampolín: Resistencia e interacción con Plataforma



Porous Surface
on Trampoline



Rz fixed to 0.20233

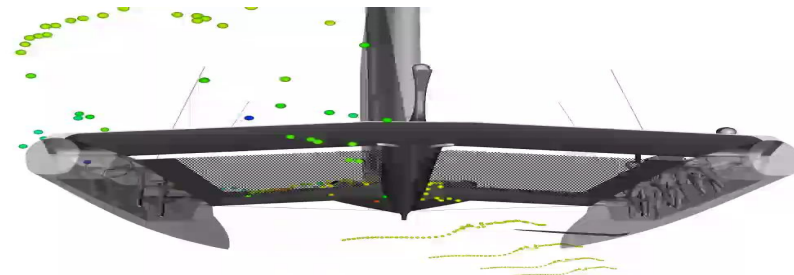
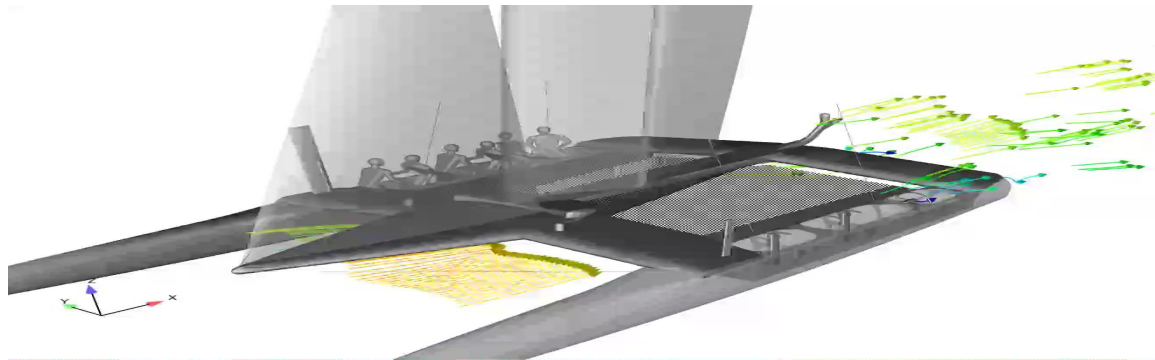
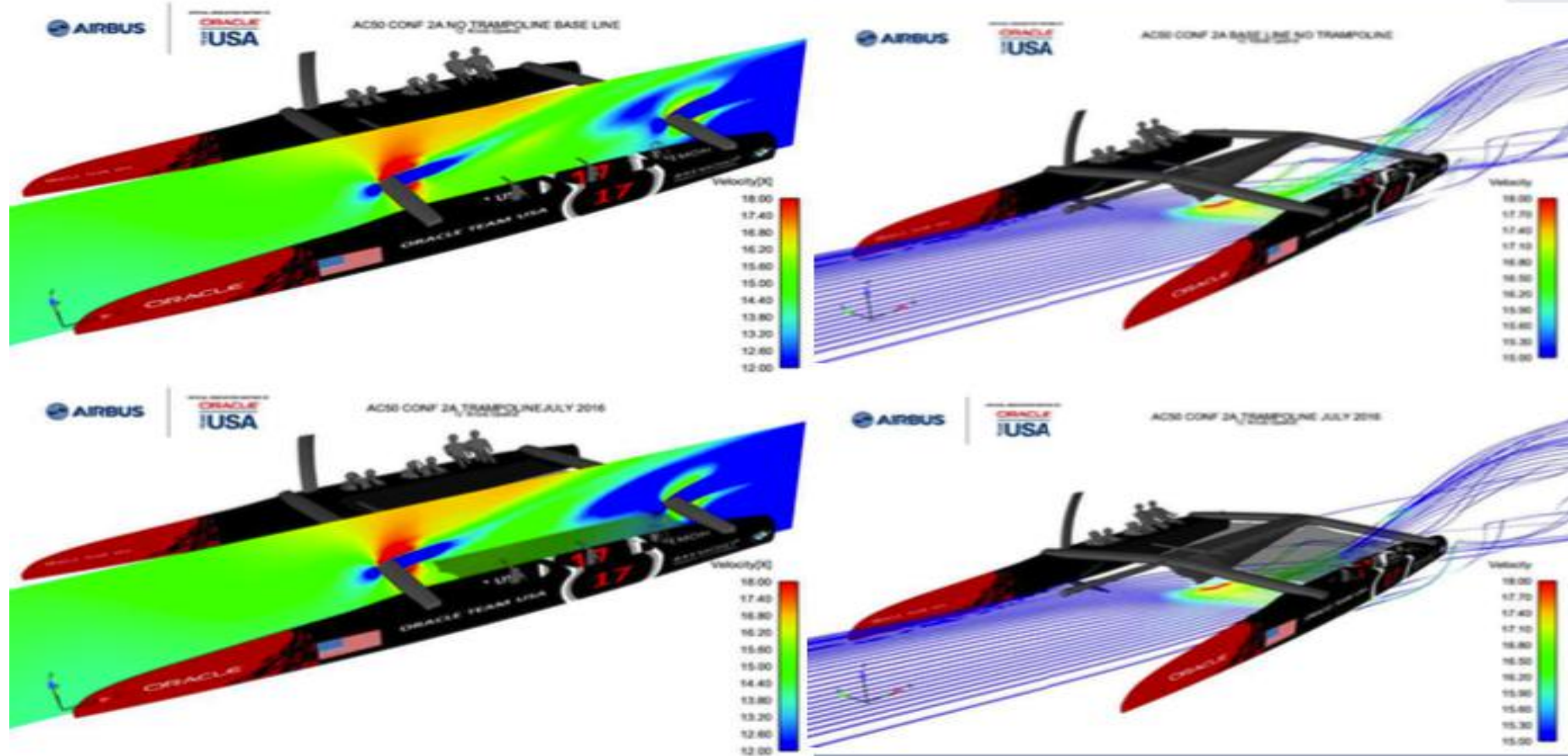
$R_x = R_y = 10R_z$

lz varies

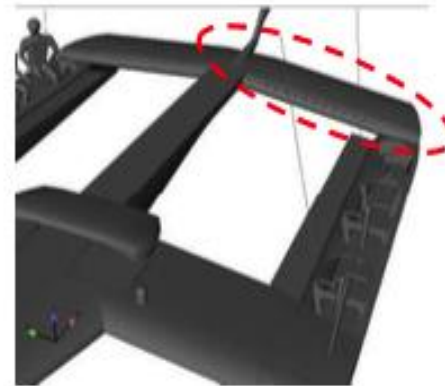
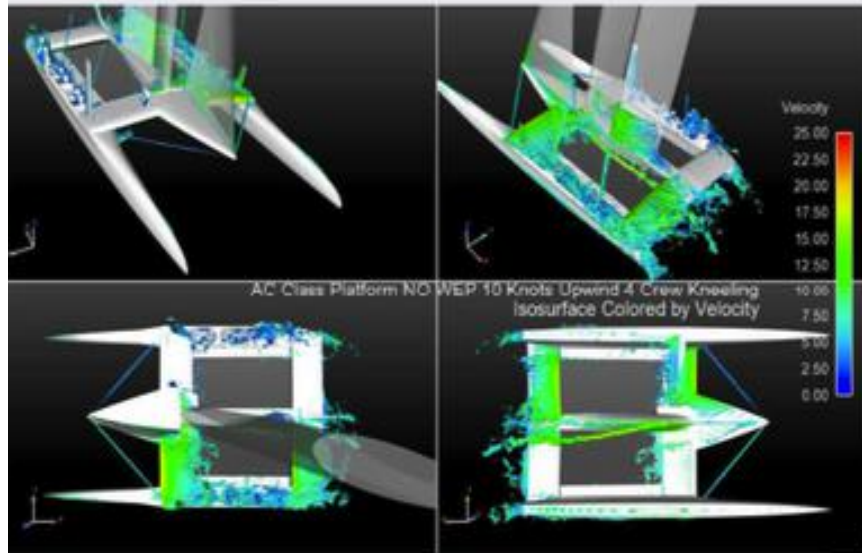
$l_x = l_y = 10l_z$

The trampoline was simulated
using a representative surface
with porous model

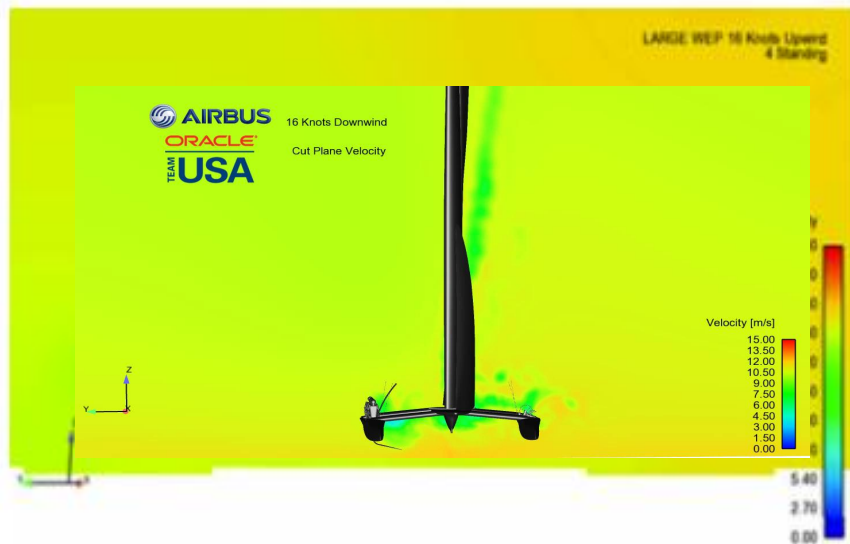
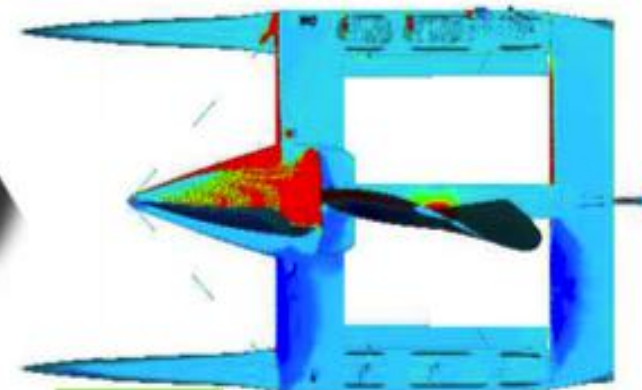
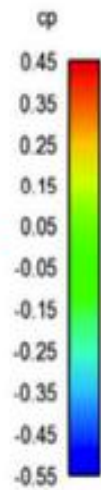
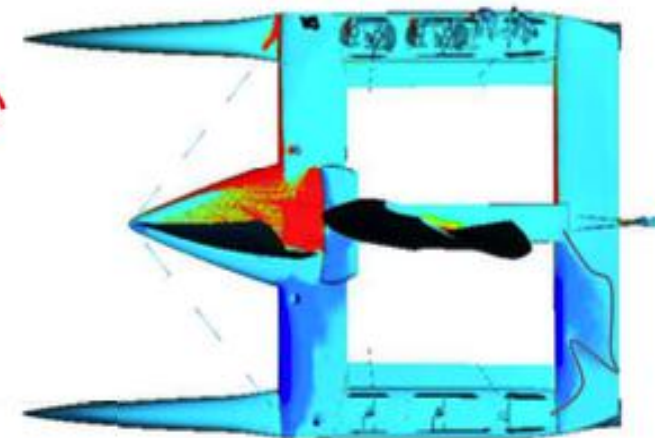
Trampolín: Resistencia e interacción con Plataforma



Oportunidades de mejora – carenas - VGS



NO VGS

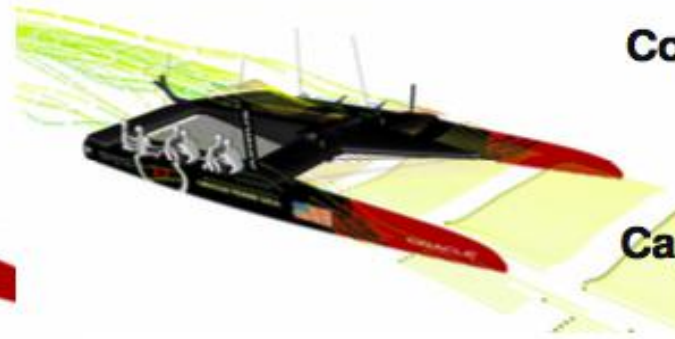


Experiencia Adquirida en AC Aero & WoW



AIRBUS

ORACLE
TEAM
USA



**Consolidación de La Aerodinámica de la
Plataforma, interacción con Velas,
Trampolín Superficie porosa, Crew,
Cavidades
Capacidades de Post pro incrementadas**

AIRBUS

ORACLE
TEAM
USA

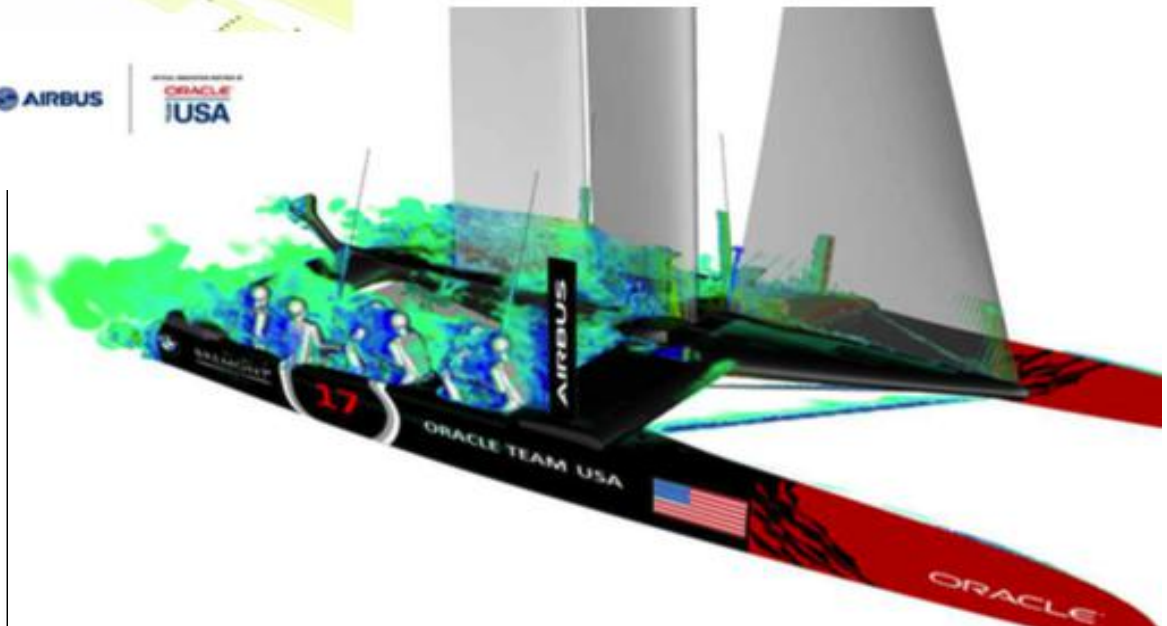
AIRBUS

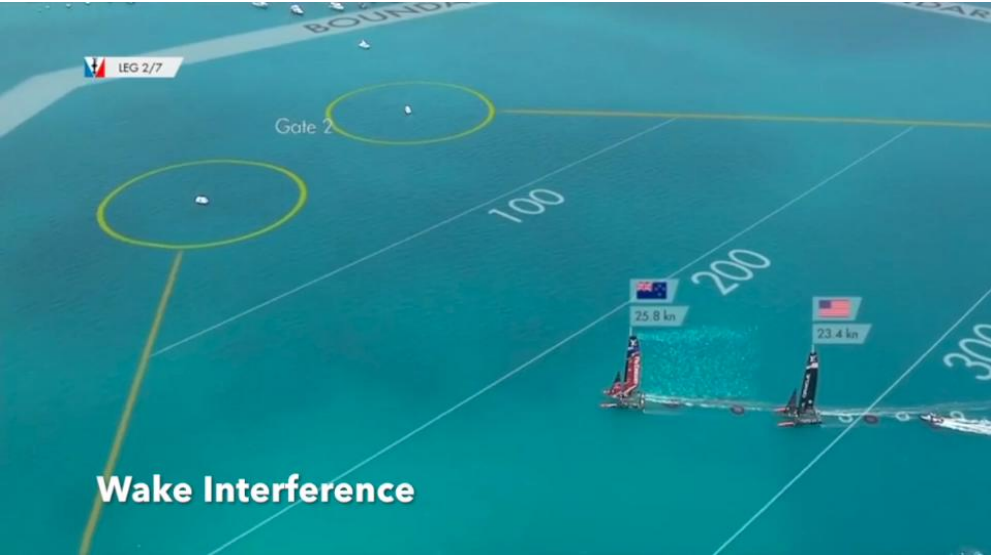
ORACLE
TEAM
USA

16 Knots Downwind

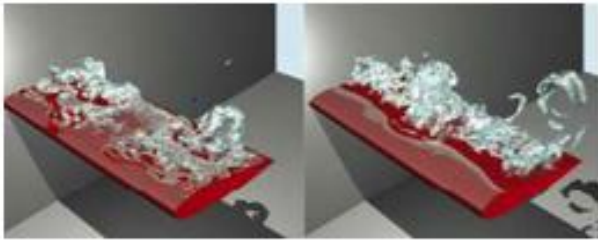
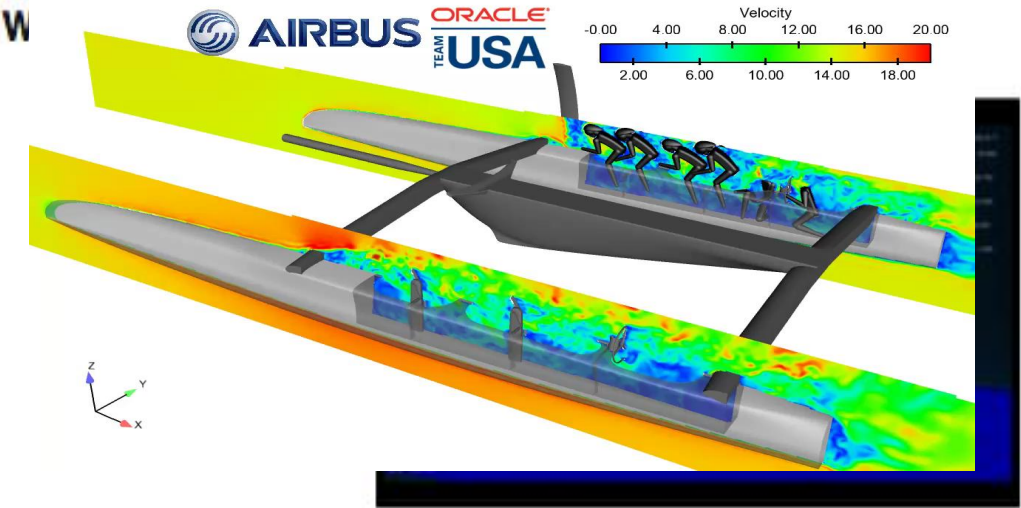


Cp
1.30
1.05
0.80
0.55
0.30
0.05
-0.20
-0.45
-0.70
-0.95
-1.20





Boats Interaction



Apendices

Hydrodynamics /
Aero
Interaction Foil vs
Rudder
Cavitation





America's Cup 36th

36th America's Cup



Airbus aporta su Innovación y alta tecnología y Know-How y su experiencia en previas Americas Cupa AMERICAN MAGIC

- AMERICAN MAGIC - Challenger y representante del NY Yacht Club
- AIRBUS y AMERICAN MAGIC anunciaron el Partnership Innovation Oficialmente en Octubre 2017
- El Nuevo Formato es un Mono-Hull Foiling (75fs)

An aerial, high-angle view of a futuristic city at night. The city is illuminated with a vibrant blue and cyan light. A prominent feature is a glowing blue grid or wireframe overlay that covers the city's layout, suggesting a digital or data-driven environment. The city features a dense cluster of tall, slender skyscrapers in the center, surrounded by lower-rise buildings and green spaces. In the foreground, there are large, open areas with some structures and what appears to be a parking lot or plaza. The background shows a dark, silhouetted landscape with some distant lights, possibly representing a natural environment or a distant city. The overall atmosphere is one of advanced technology and urban planning.

The future

Airbus AMERICAN MAGIC Partnership



Reuniones en TLS – FRANCE

Discusión del Protocolo Técnico
Presentación de diferentes WP's



American Magic 2021 Competition Path

A winner takes all event where there is no second place!

ROUND ROBINS

January
15 - 24



Ineos Team UK



Luna Rossa
Prada Pirelli Team



NYYC
American Magic Team

PRADA CUP SEMIFINALS

January 29 -
February 2

First to 4 points



WINNER of the ROUND ROBINS
advances to **PRADA CUP FINALS**

PRADA CUP FINALS

February
13 - 22

First to 7 points



Born in 1851, the **America's Cup** is the oldest sports trophy of the modern era and the holy grail in sailing.

Legendary New York Yacht Club - represented by American Magic in 2021 - has won the Cup from 1851 to 1983, now they want it back!

It is often said the **America's Cup** is an **innovation race** and a **game of life...**

36TH AMERICA'S CUP

PRESENTED BY
PRADA
AUCKLAND 2021

March 6 - 21

First to 7 points



**WINNER OF THE
PRADA CUP**

VS



**EMIRATES TEAM
NEW ZEALAND**

**WINNER OF THE
AMERICA'S CUP** **36TH**

AIRBUS

NEW YORK YACHT CLUB
**AMERICAN
MAGIC**

OFFICIAL INNOVATION PARTNER

Discover the fascinating history of this legendary competition <https://www.americascup.com/en/history>

“We Make It Fly”

Length **75 ft / 23 m**

Boat Weight **14300 lb / 6.5 t**

11 Crew Weight **2200 lb / 1 t**

Estimated Speed **50+ kn. (~100 km/h)**

AIRBUS AREAS OF ENGINEERING EXPERTISE

Smart Controls

Optimize boat
handling

Aero/Hydrodynamic & Structure

Increase boat
performances

Flight Dynamics

Understanding
boat behavior

Sytem Architecture & Testing

Enhance efficiency
& reliability

Foil Wing



OFFICIAL INNOVATION PARTNER OF
NEW YORK YACHT CLUB
**AMERICAN
MAGIC**
CHALLENGER 36TH AMERICA'S CUP

AIRBUS

America's Cup 36 Test Boats



Competition Outlook

Muchas Mejoras entre el “PATRIOT” vs “DEFIANT” (Casco, Diseño de la cubierta, Velas y Union con la Plataforma, Sistemas, ...)

Key dates => compared Covid impact, main features / differences (some examples)

Boat#1 Sailing days		Boat#2 launch dates		Covid-19 impact on production	
USA	66	USA	Oct 16	USA	No impact
TNZ	54	TNZ	Nov 19	TNZ	5 Week stop
LR	69	LR	Oct 21	LR	6 Week stop
ITUK	38	ITUK	Oct 18	ITUK	?

3 Challengers (+ S&S 'quietly' disappeared)



Photo: Video capture American Magic

Diferentes Diseños





INEOS TEAMUK







Work Packages Updates

Active Work Packages



Airbus know-how to meet AC75 challenges

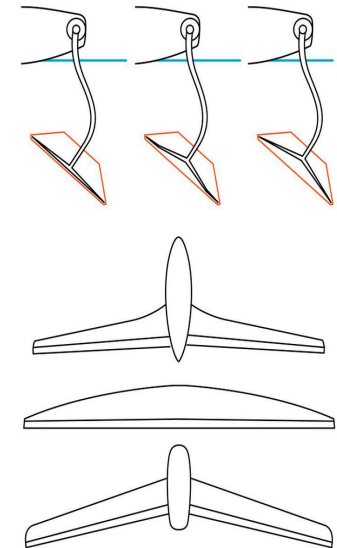


OBJETIVOS & AMBICION

Entregar Simulación representativa para el desarrollo del sistema de control y entrenamiento de la tripulación

- Entregar leyes de control del barco para entrenamiento y propósitos de la carrera respondiendo a las necesidades del equipo
- Entregar soporte diario en las soluciones de control (Direct Control)
- Entregar Leyes de Control optimas y en linea con la reglamentación para mejorar las performance del Barco

Design & Test for Efficient System



OBJETIVOS & AMBICION

- Contribuir al diseño del sistema de control (Velas, Apéndices, hardware & Software)
- Soporte a la arquitectura y optimización del sistema de control (Energía, Distribución de Potencia)
- Definir y ejecutar Test en Tierra y su estrategia

Aero Design

Diseño de Foil

Luna Rossa Foils



1st foil generation



Aero Design

Diseño de Foil

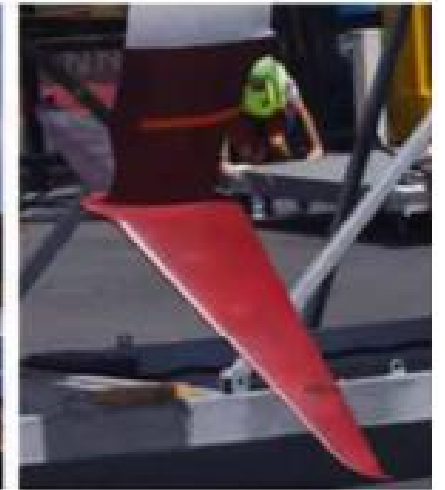
INEOS Foils



1st foil generation



2nd foil generation



3rd foil generation

Aero Design

Diseño de Foil

ETNZ Foils

Boat 1 FW1 Anhedral & Flat foil



Small boat 1st foil generation



Small boat 2nd foil generation

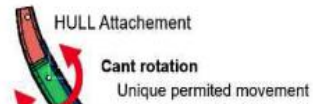


Small boat 2nd foil generation

Aero Design

Diseño de Foil

Foil rules

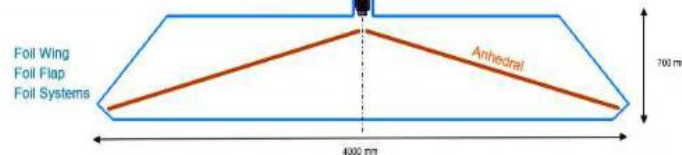


The Foil Arm

Same part provided to all the teams
Large margins of safety
Big thickness driving the way of sailing

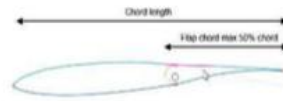
The Rule box

There is a specific region where the foil wing cannot exceed
The flap also must be in the region in the full flap rotation range
This basically limits the span and aspect ratio of the foils



Foil Flap

The Foil Flap is a movable part that must be attached to the foil wing. The only permitted movement of the flap is a rotation about an axis. The chord length of a foil flap must not be greater than 50% of the chord length



Foil rules

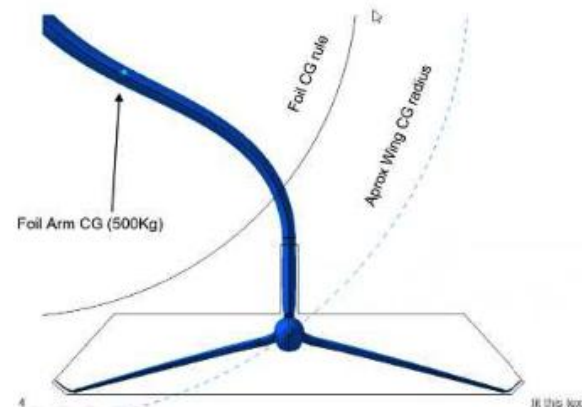
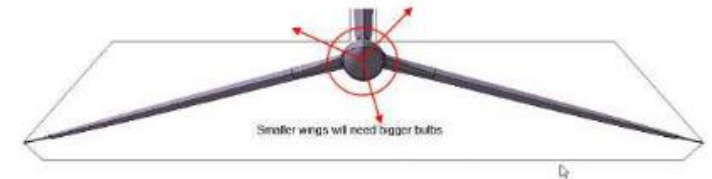
Weight

The weight of the foil to be **exactly 1385Kg**

Lead pocket must be designed to remove or add weight during the weighting of the foil to match the **exact target value**

Small Wings → Big Bulbs

The main structural materials are steel, and material reduction is made in order to fill with lead.



Center of gravity

The CG of the foil assembly must be out of a circumference drawn from the cant axis with a **radius of 2.942m**

Foil arm weight provided, its weight and CG is fixed

The main component providing CG is the wing, meaning if the wing is smaller the bulb will have to be lowered exposing foil arm

The rational of this weight and CG rule is to ensure the boat can self-righting in case of capsize.



Aero Design

Diseño de Foil



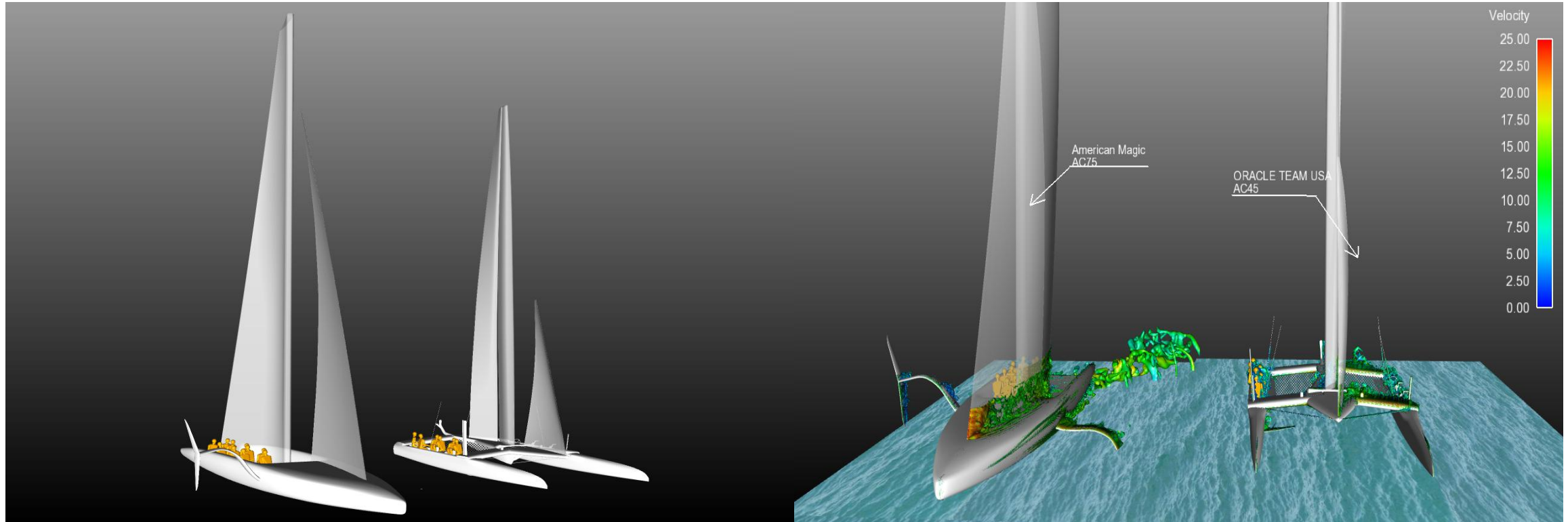
Gran Dependencia de las Performances del Barco de la Forma y Características del Foil

Velocidad de Take-Off – Drag – Velocidad - Maniobrabilidad



Aero Design

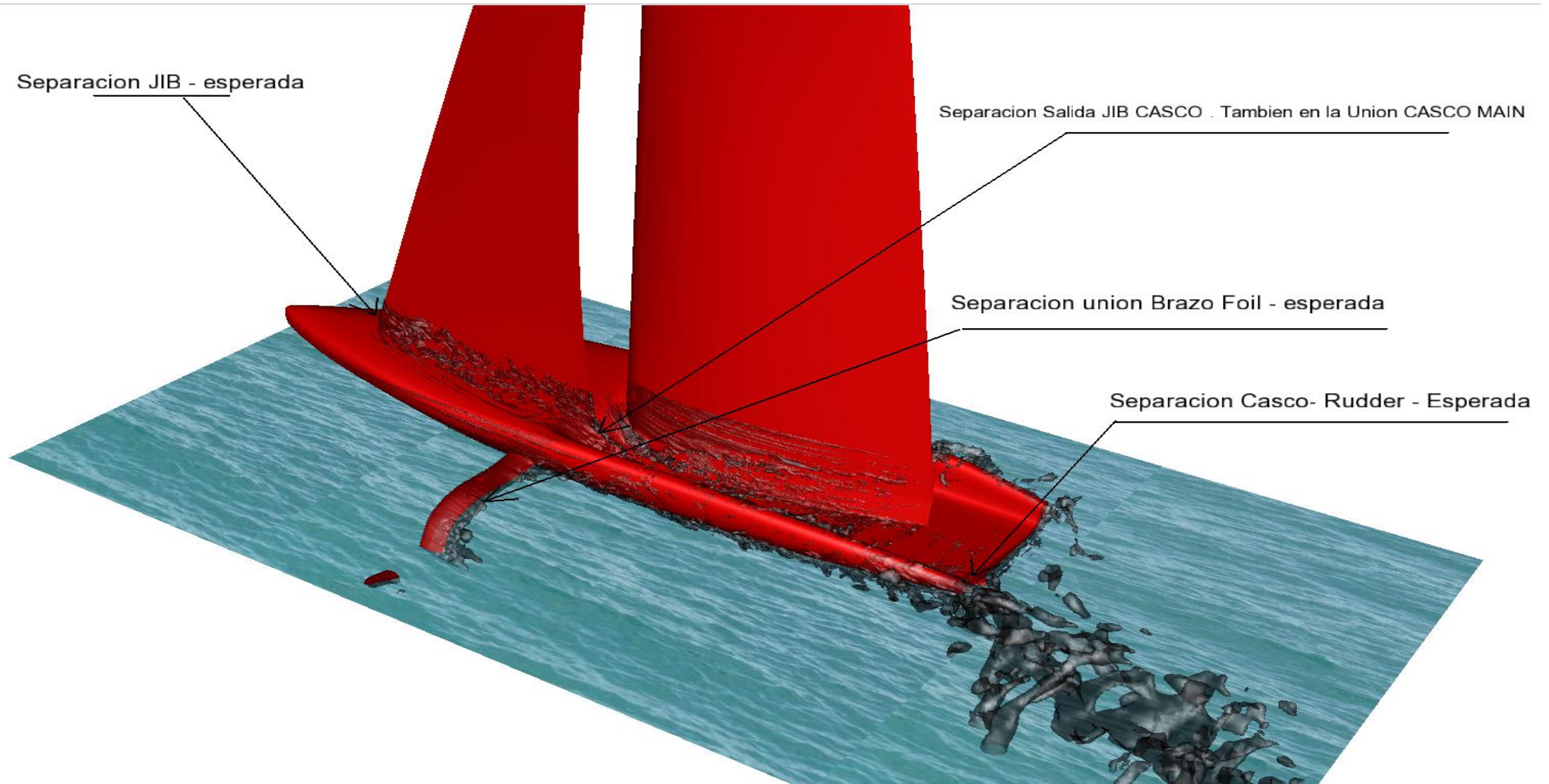
Estudio de Resistencia



Comparación de Métodos y Herramientas utilizados en AC35
Validación de Tendencias

Aero Design

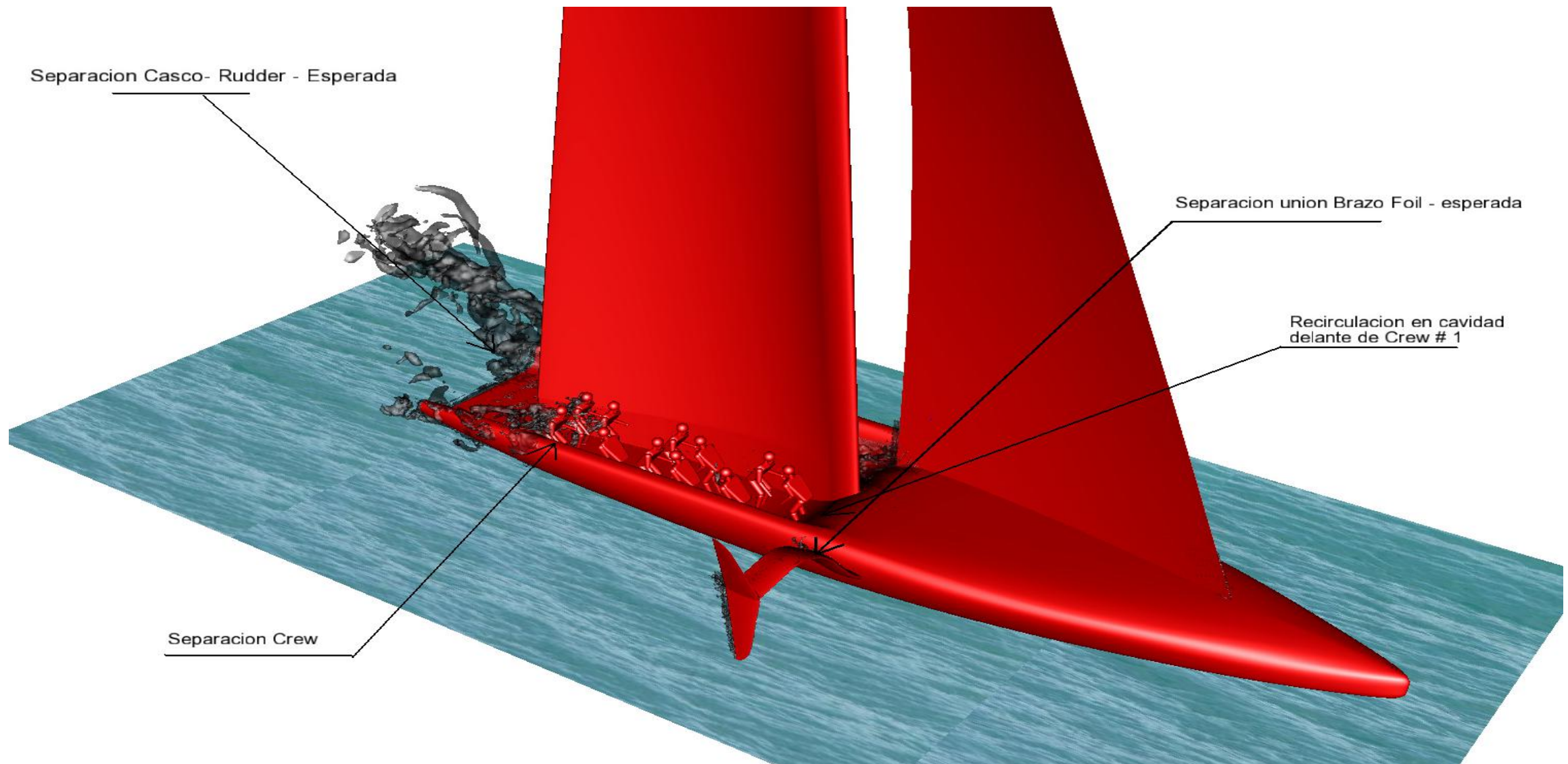
Estudio de Resistencia



Identificación de Zonas de Mejora

Aero Design

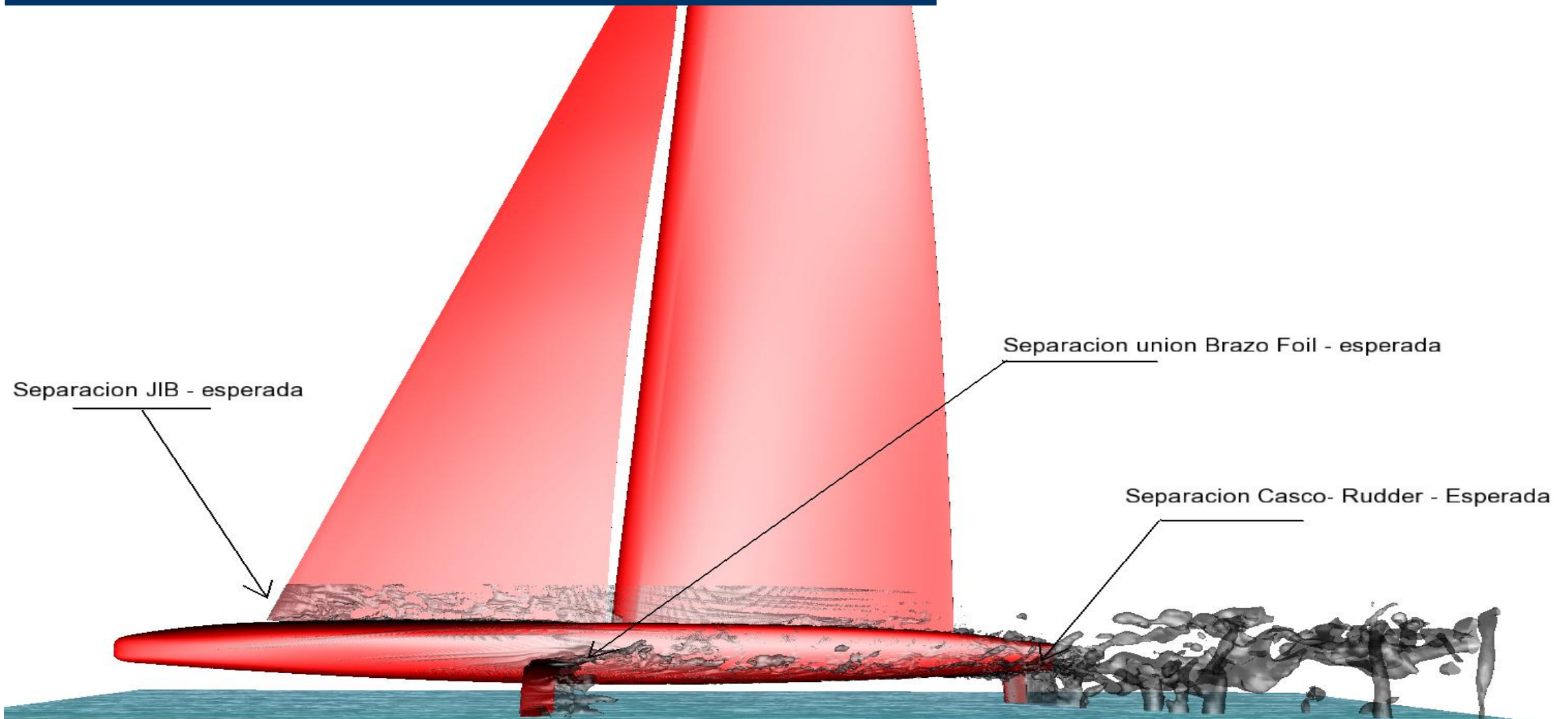
Estudio de Resistencia



Identificación de Zonas de Mejora

Aero Design

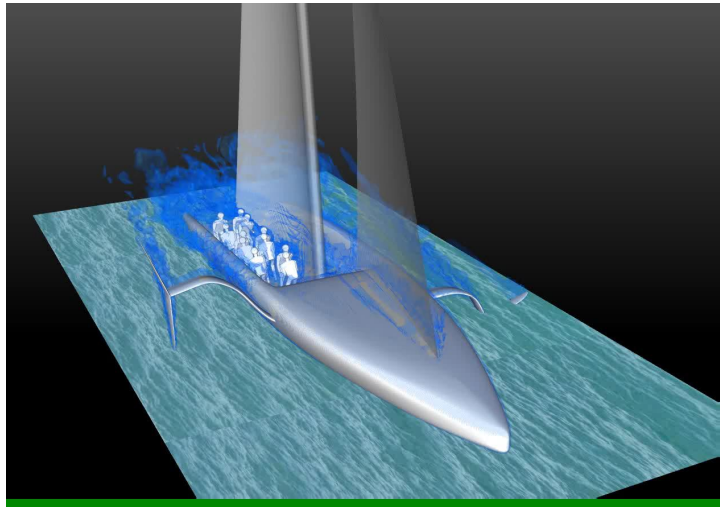
Estudio de Resistencia



Identificación de Zonas de Mejora

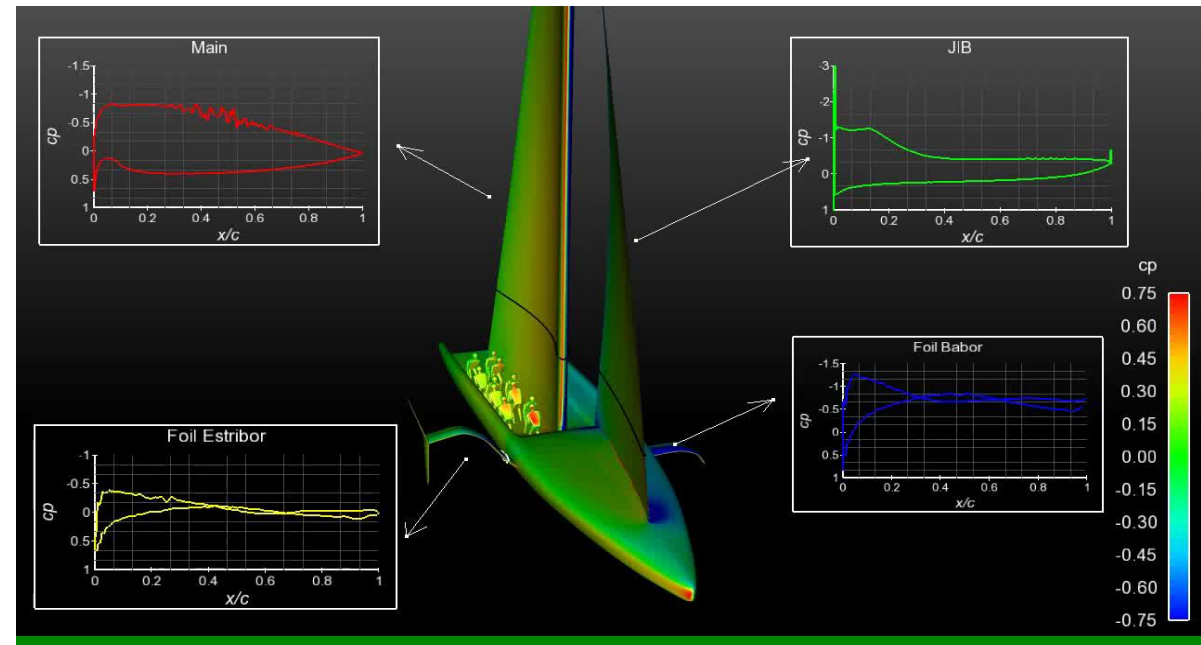
Aero Design

Estudio de Resistencia



Soporte en en Análisis de Velas
e Interacción con el casco

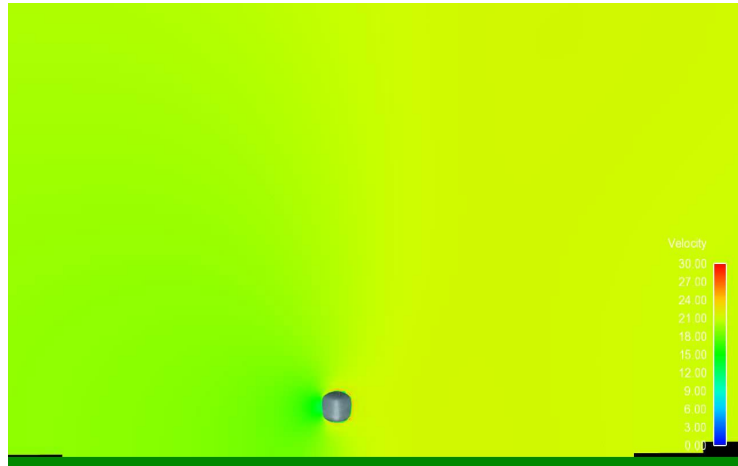
Desprendimientos Resistencia y Análisis de Aerodinámica
No estacionaria



Identificación de Zonas de Mejora

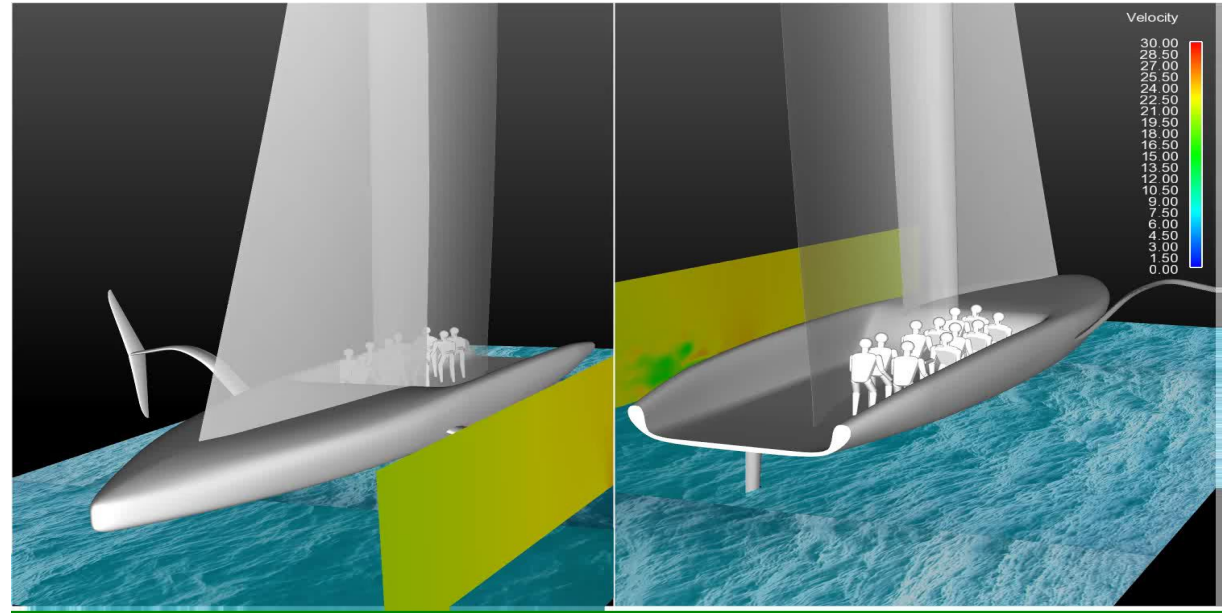
Aero Design

Estudio de Resistencia



Análisis y estudio del comportamiento del Aire alrededor del casco

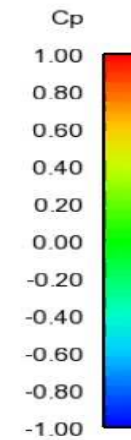
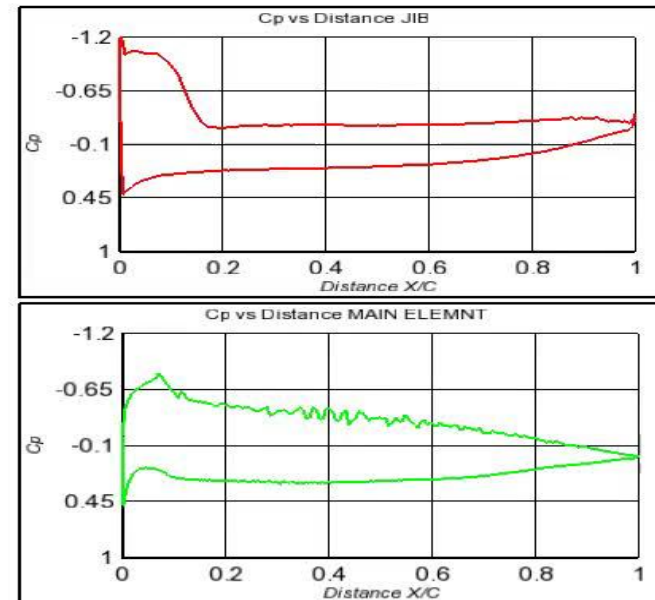
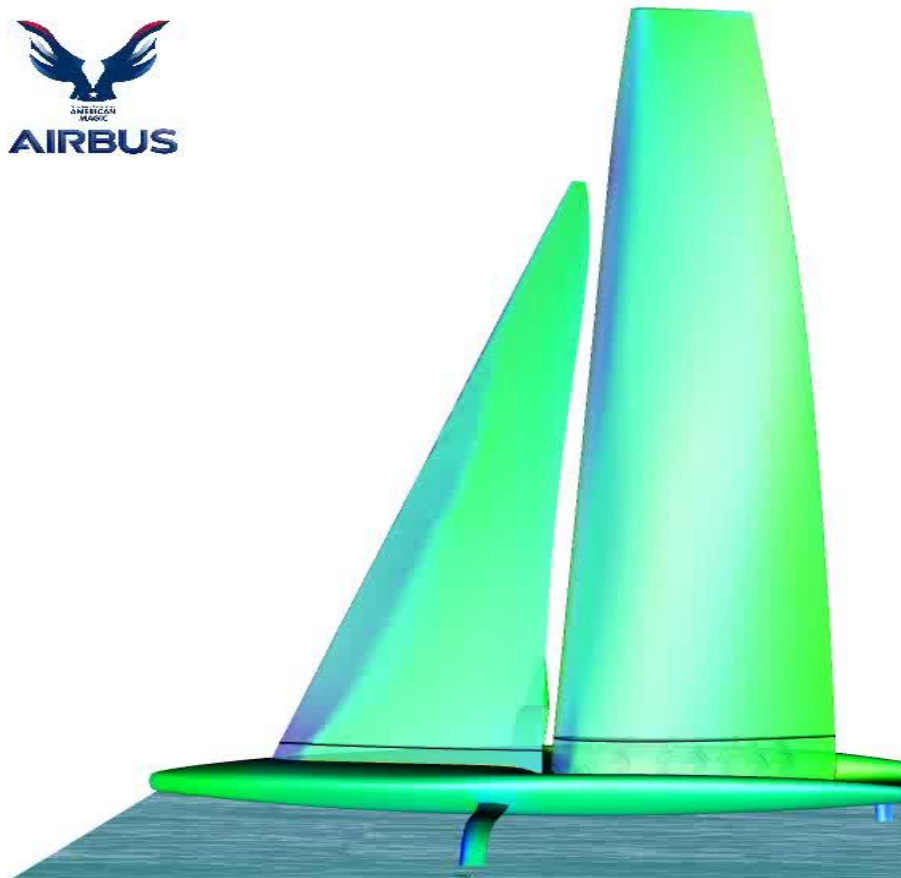
Optimizacion de la Tripulación



Identificación de Zonas de Mejora

Aero Design

Estudio de Resistencia

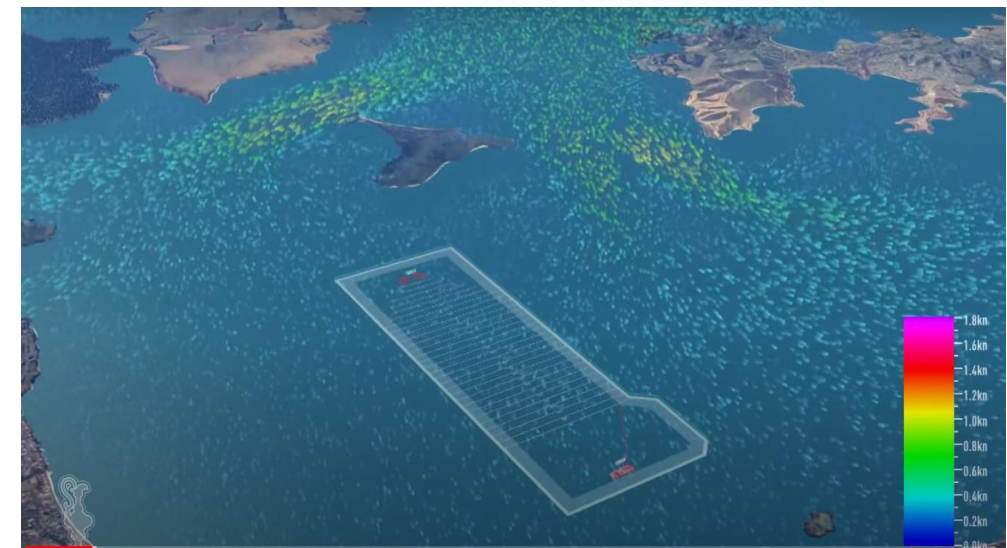


Pequeño Soporte en Diseño de Velas

La REGATA



El Barco mas rápido de la
AC 36



LEG 5 of 6



1 USA 

2.2 m
FLIGHT HEIGHT

99%
FLIGHT TIME

482 m

LEAD

100%
FLIGHT TIME

2.0 m
FLIGHT HEIGHT

 2 ITA

La REGATA



COR 36 STUDIO BOFFENHOF

Conclusiones:

• Oportunidad de Participar en 2 Copa America

• Aplicación y Sinergia de Tecnologías de forma Transversal

• Adaptarse a nuevas formas WoW
Gran Empresa vs Pequeño Equipo





GRACIAS.....

Q&A