

WAVE: simulazione geometrie variabili delle pale e strategie di frenatura per l'avanzamento

Ramtin Mollaiyan

Livio Bisogni

Matteo Pettinari

Anno Accademico 2017-2018



UNIVERSITÀ DI PISA

SCUOLA DI INGEGNERIA

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Robotica e
dell'Automazione

SISTEMI SUBACQUEI

Overview

- Obiettivi del progetto
- Periodo 15/05 – 23/05
- Periodo 24/05 – 30/05
- Periodo 31/05 – 05/06
- Periodo 06/06 – 13/06
- Periodo 14/06 – 06/07
- Periodo 07/07 – 22/07
- Conclusioni

Obiettivi del progetto

- Design nuovo profilo alare
- Sviluppo nuove strategie di frenatura
- Analisi prestazioni

Periodo 15/05 – 23/05

- Studio del materiale fornito dai Docenti:
 - *Lagrangian modeling of the Underwater Wave Glider.pdf*
 - *WAVE_1_Lotto_2.pdf*: modellizzazione del veicolo equipaggiato col modulo WAVE
 - *Introduction to Ocean Waves.pdf*: cenni sulla modellizzazione del moto ondoso
- Discussione in aula

Periodo 25/05 – 30/05

To do list & problematiche

- Consegnare simulatore *simulator* e report WAVE – Fase 2 di 2
- Studio del codice e attività di simulazione preliminare (Tab. 3.1)
- Problematiche insorte:
 - script *Animation.m*
 - discrepanza risultati ottenuti

Periodo 31/05 – 05/06

Overview

- 1) Problematiche & soluzioni
- 2) Simulazioni
- 3) Risultati
- 4) Implementazione profilo esponenziale

Periodo 31/05 – 05/06

1) Problematiche & soluzioni

Problematiche insorte:

- script *Animation.m*
- discrepanza risultati ottenuti

Soluzioni:

- modifica script *Animation.m*
- aggiornamento *simulator* per far sì che la velocità considerata dalla condizione del freno sia una velocità media pesata tra quelle agenti sulle varie fette della pala

Periodo 31/05 – 05/06

2) Simulazioni

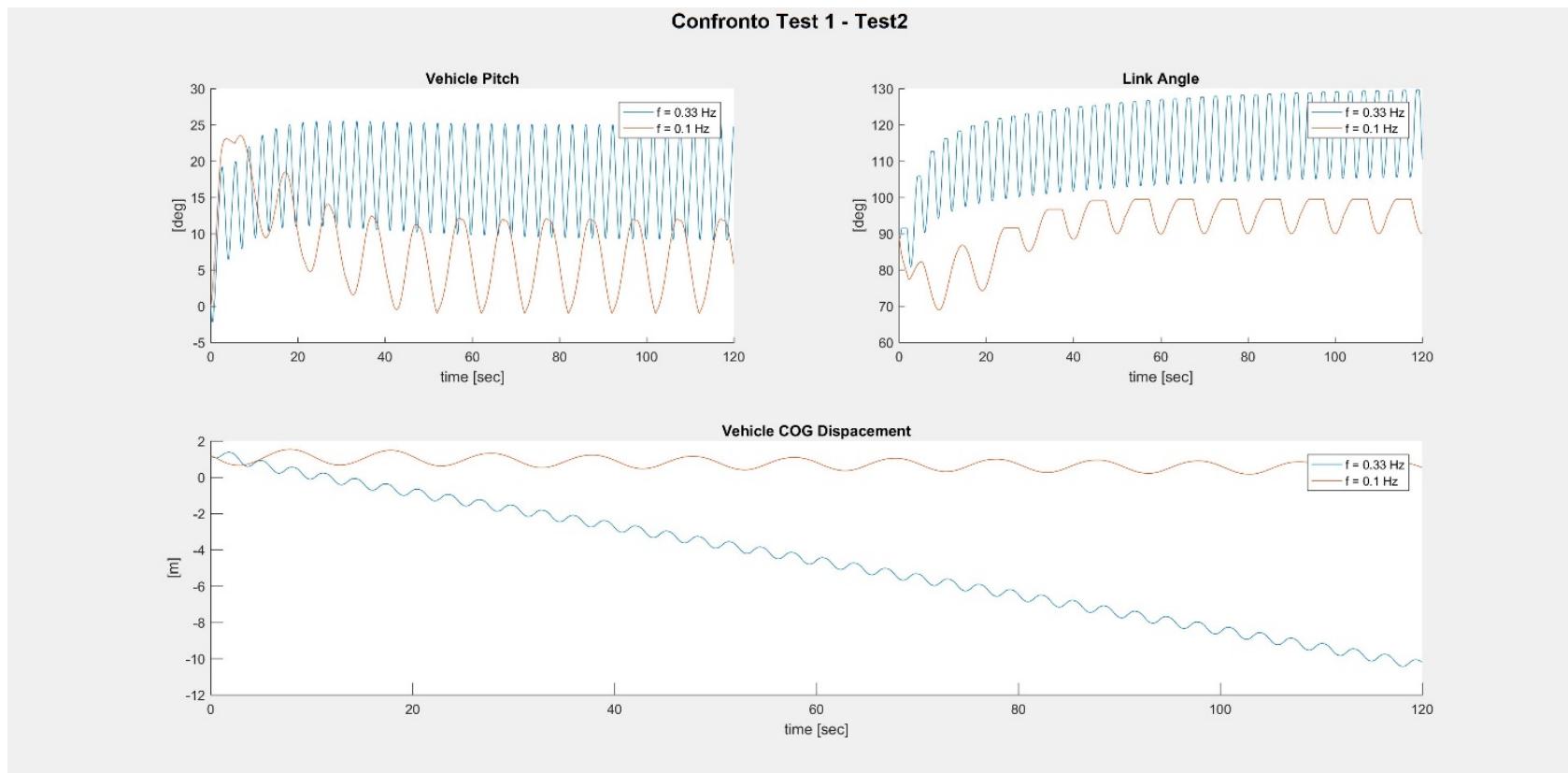
Obiettivi:

- simulare i risultati del report WAVE
- trovare una configurazione veicolo/stato di mare tale che il veicolo non arretri

Periodo 31/05 – 05/06

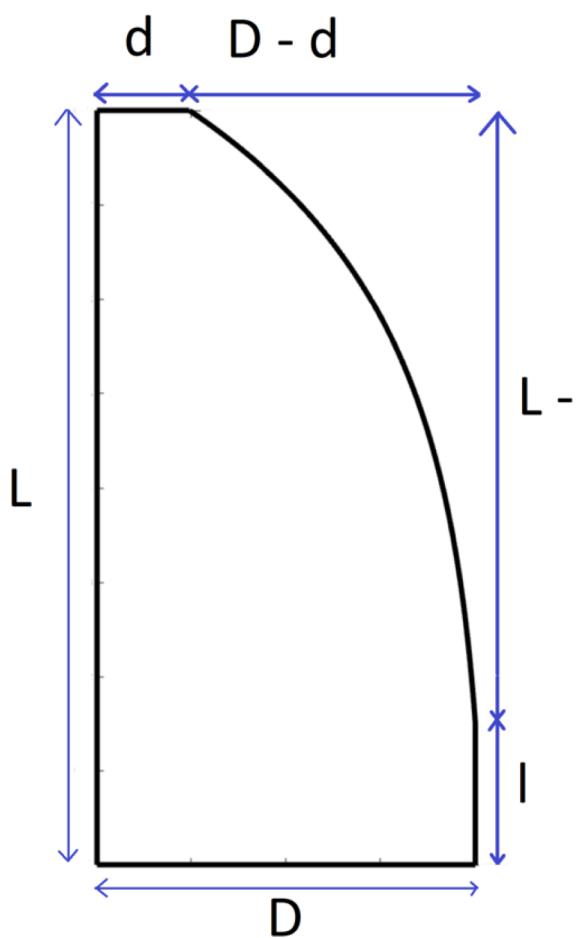
3) Risultati

- Nessun avanzamento riscontrato



Periodo 31/05 – 05/06

4) Implementazione profilo esponenziale



$$w(x) = \begin{cases} D & x \geq L - l \\ d + (D - d) \frac{1 - e^{-\alpha \frac{x}{L-l}}}{1 - e^{-\alpha}} & x < L - l \end{cases}$$

- x : altezza pala ($x \in [0, L]$)
- $w = w(x)$: larghezza pala
- D : larghezza massima
- d : larghezza minima
- L : altezza massima
- l : altezza minima
- α : costante di decadimento ($\alpha \in \mathbb{R}$)

Periodo 06/06 – 13/06

Overview

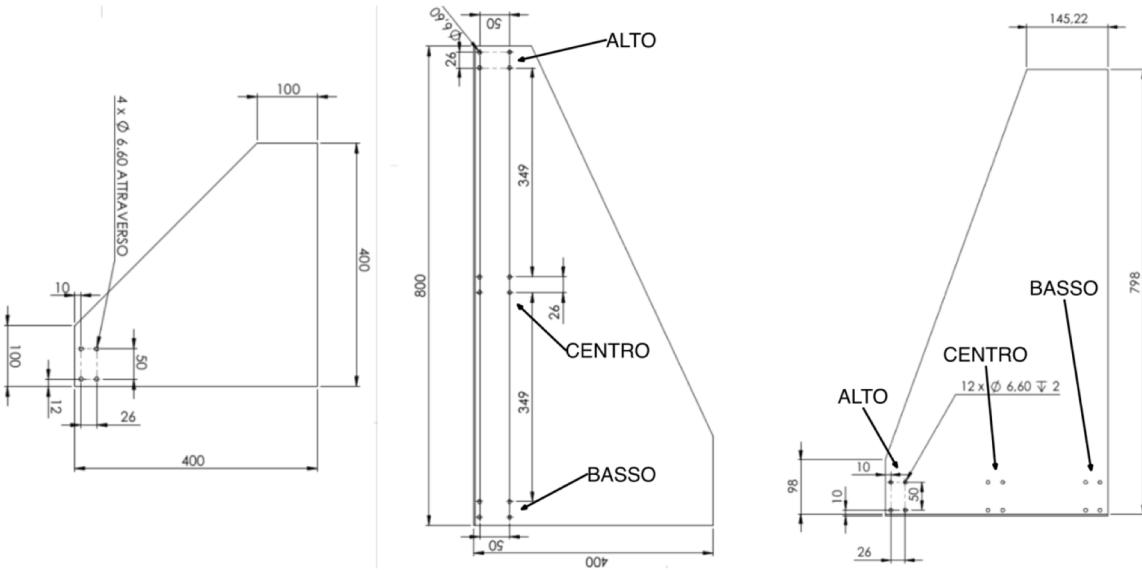
- 1) Scelta configurazione standard veicolo
- 2) Simulazione 1
- 3) Sviluppo strategie di frenatura
- 4) Simulazione 2

Periodo 06/06 – 13/06

1) Scelta configurazione standard veicolo

Profili disponibili:

- quelli proposti nel report WAVE



Criterio di scelta configurazione:

- quella che, con B_o , fa arretrare meno il veicolo

Periodo 06/06 – 13/06

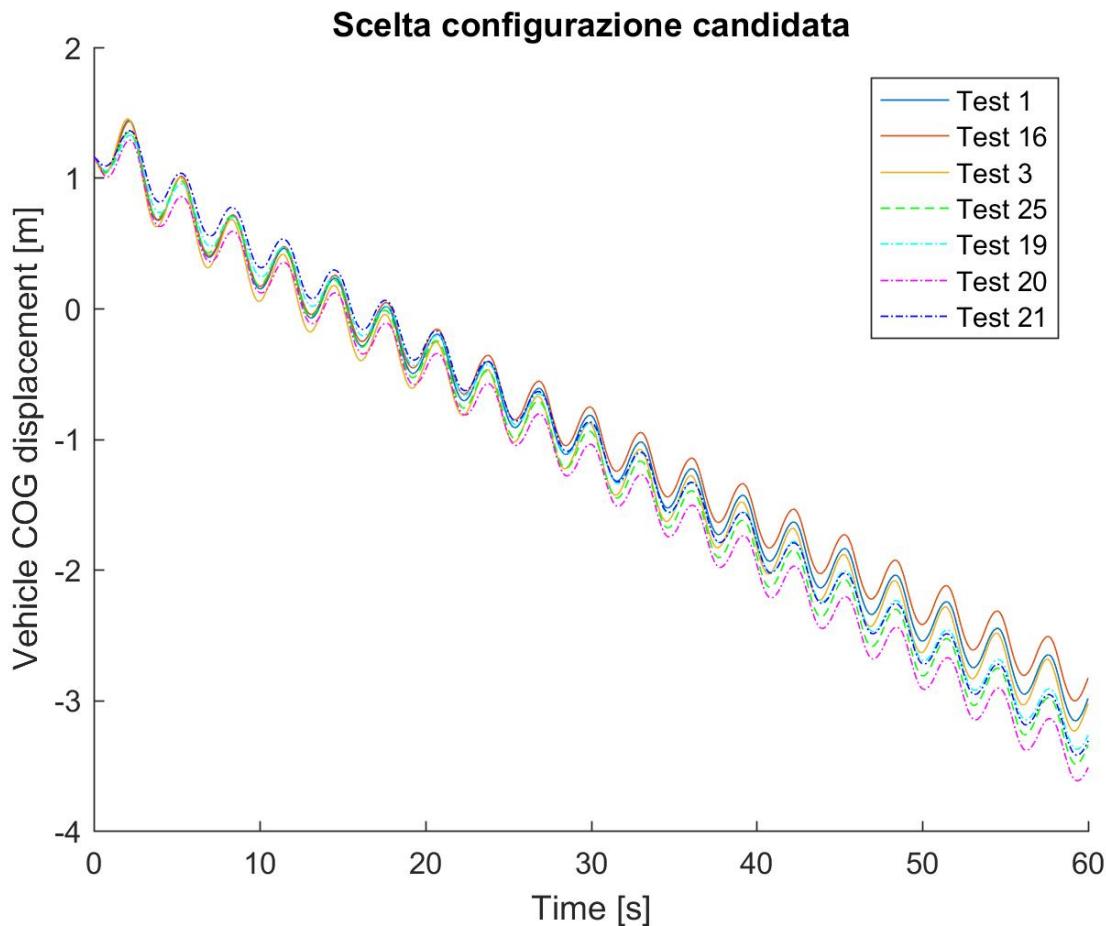
2) Simulazione 1

Obiettivo:

- Determinare configurazione standard:
 - profilo alare
 - posizione attacco
 - verso ala
 - inclinazione ala

Risultato:

- Configurazione Test 1
(Tab. 5.1)



Periodo 06/06 – 13/06

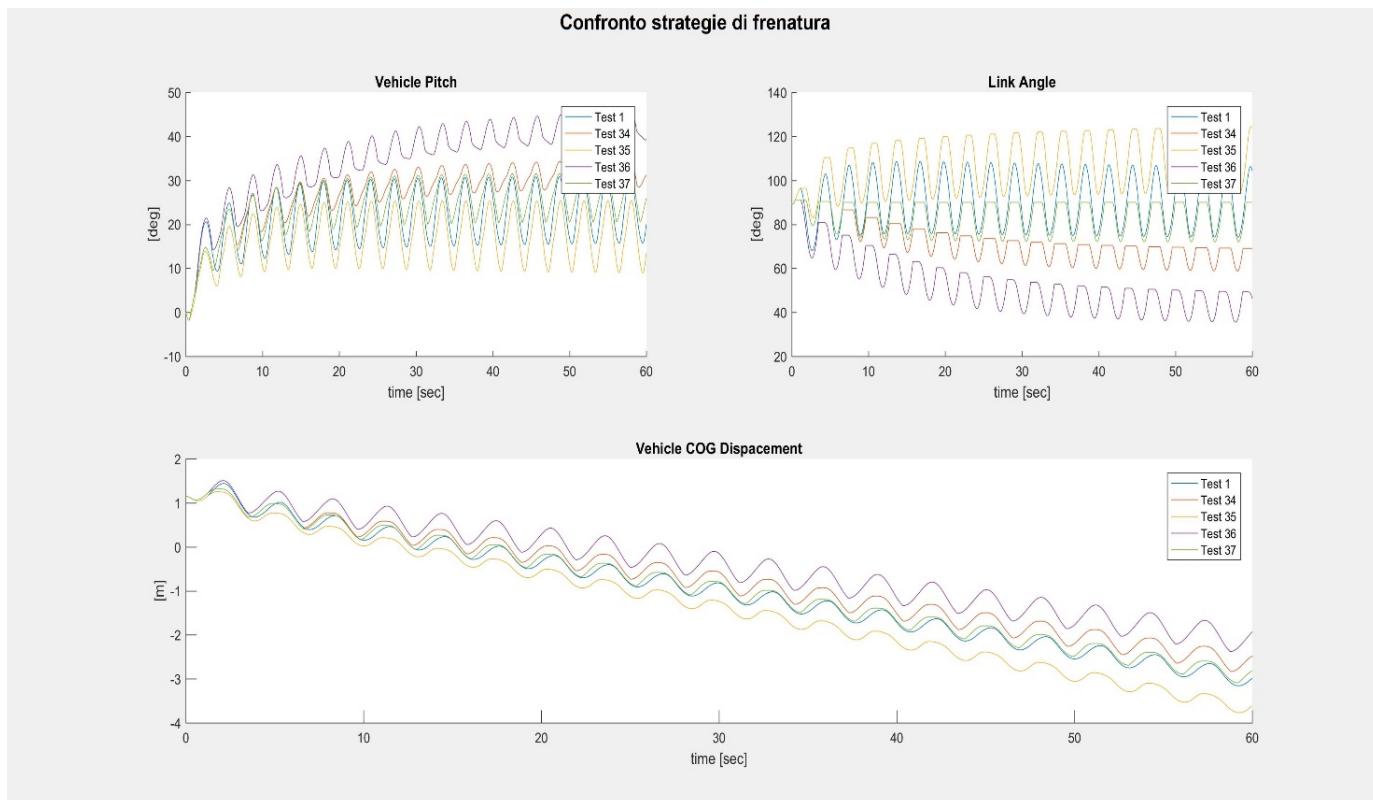
3) Sviluppo strategie di frenatura

- B_0 : no brake
 - B_1 : $v_1(t) > 0$
 - B_2 : $v_1(t) > 0 \ \&\& q_4(t) > \frac{\pi}{2} \text{ rad} \ \&\& |dq_4(t)| \leq 0,01 \text{ rad/s}$
- } Già descritte
nel report
WAVE-FASE
2 DI 2
-
- B_3 : $v_1(t) > 0 \ \&\& v_2(t) > 0$
 - B_4 : $v_1(t) > 0 \ \&\& q_4(t) > \frac{\pi}{2} \text{ rad}$
- } Nuove
strategie di
freno
individuate

Periodo 06/06 – 13/06

4) Simulazione 2

- Wave Amplitude: 0,45 m
- Wave Frequency: 0,33 Hz
- COG: 1,1585 m
- Configurazione Test 1
- No moduli aggiuntivi
- Tempo di simulazione: 60 s



→ B₃ !!!

(Tab. 5.2)

Periodo 14/06 – 06/07

1) Simulazioni

- Configurazione:

Profilo alare	Posizione di attacco	Verso ala	Inclinazione ali [°]
2	Centro	Diritto	-30

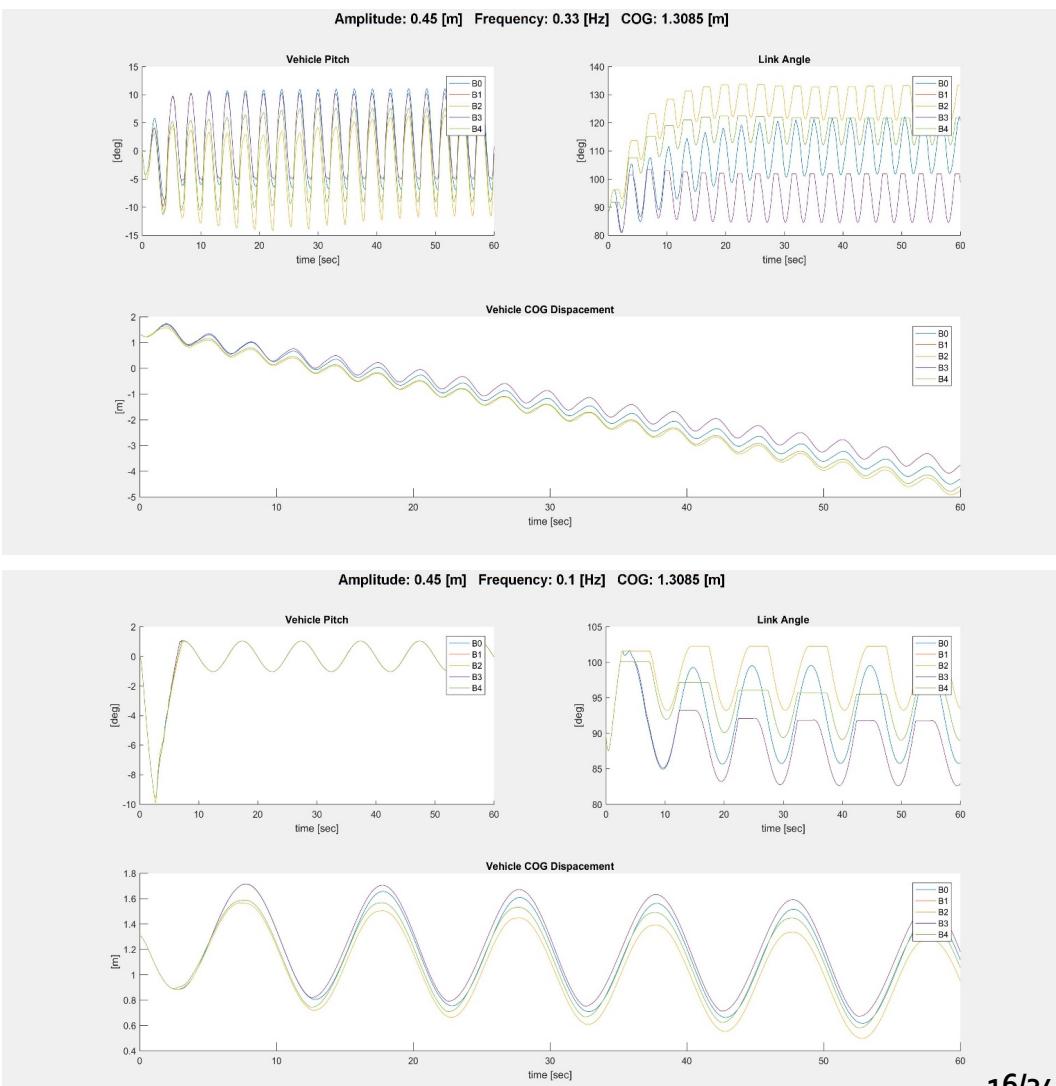
- Estensione delle casistiche per le nuove simulazioni ottenute al variare di:
 - stato di mare (ampiezza 0,45 – 0,82 – 1,5 m e frequenza 0,1 – 0,33 Hz)
 - centro di gravità (1,1585 – 1,2085 – 1,2585 – 1,3085 m)
 - strategia di frenatura ($B_0 - B_1 - B_2 - B_3 - B_4$)

(Tab. 6.4)

Periodo 14/06 – 06/07

2) Analisi

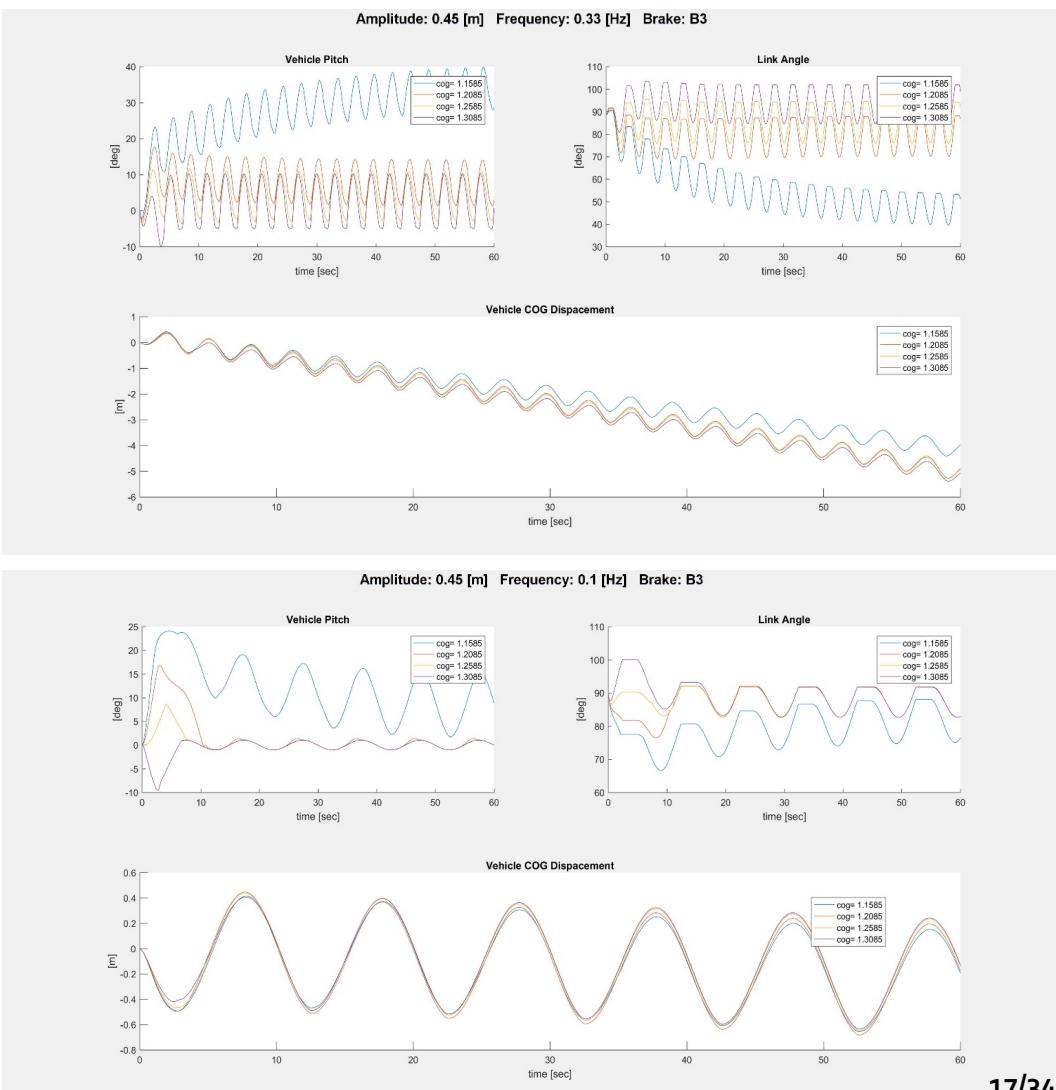
- B_3 (quasi) sempre migliore
- B_2 peggiorativa rispetto a B_0



Periodo 14/06 – 06/07

2) Analisi

- Per frequenze alte meglio COG id (1.1585 m)
- Per frequenze basse meglio COG id + 0.15 m (1.3085 m)



Periodo 07/07 – 22/07

Overview

- 1) Implementazione *DisplacementVelocity.m*
- 2) Studio preliminare di *simulator_new* e integrazione
- 3) Creazione di una GUI
- 4) Simulazioni con pale esponenziali

Periodo 07/07 – 22/07

1) Implementazione *DisplacementVelocity.m*

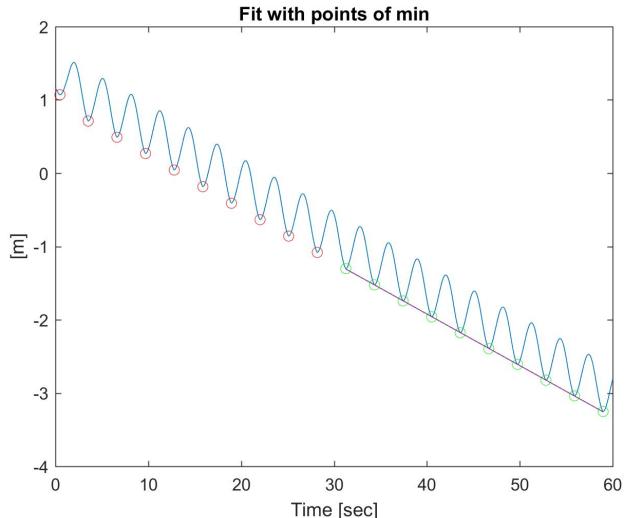
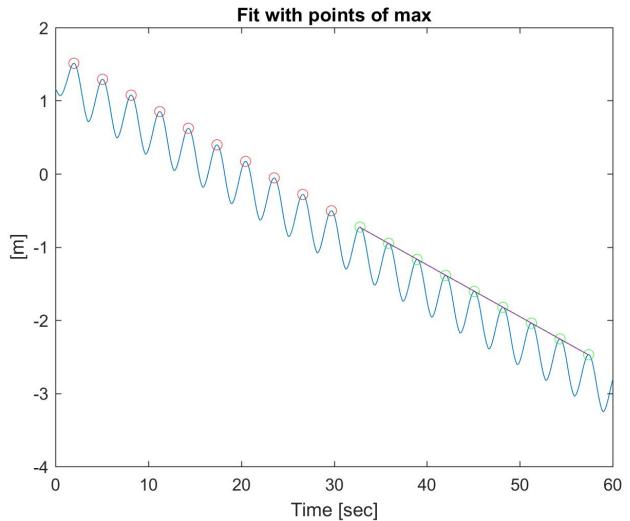
Scopo:

- creare un modo sistematico per quantificare tale indice anche per simulazioni future
- determinare simulazione col minor arretramento → migliori caratteristiche di mare, posizionamento COG e frenatura

Periodo 07/07 – 22/07

1) Implementazione *DisplacementVelocity.m*

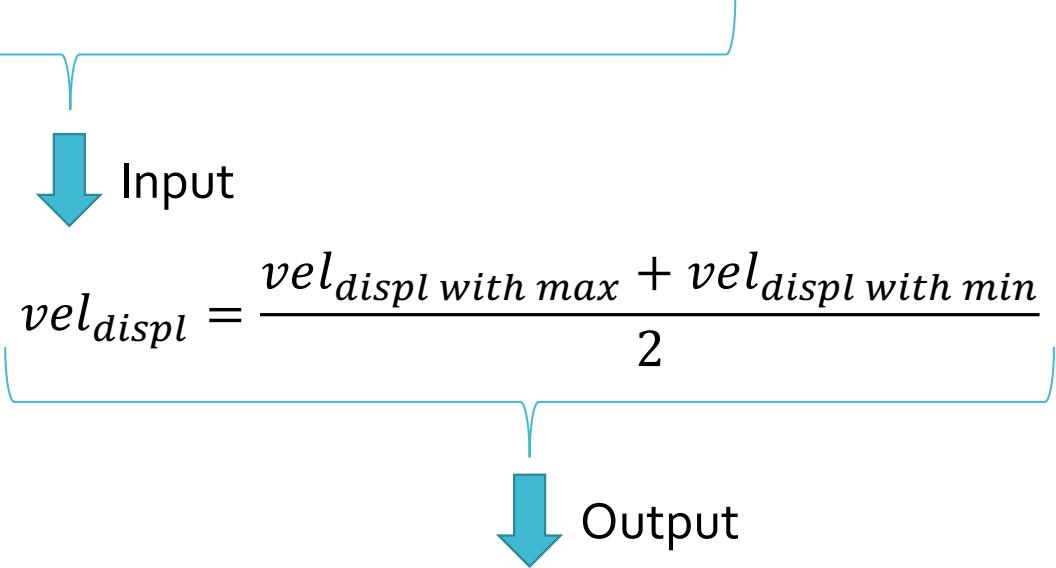
- ***vel_displ_with_max.m*** individua punti di massimo della traiettoria di *vehicle_north* → coefficiente angolare retta di fit ai minimi quadrati dei massimi
- ***vel_displ_with_min.m*** individua punti di minimo della traiettoria di *vehicle_north* → coefficiente angolare retta di fit ai minimi quadrati dei minimi



Periodo 07/07 – 22/07

1) Implementazione *DisplacementVelocity.m*

- *vehicle_north*, traiettoria del COG del veicolo
- *T_cut*, tempo da cui considerare la traiettoria
- *dT*, passo di simulazione
- *T_final*, tempo di simulazione

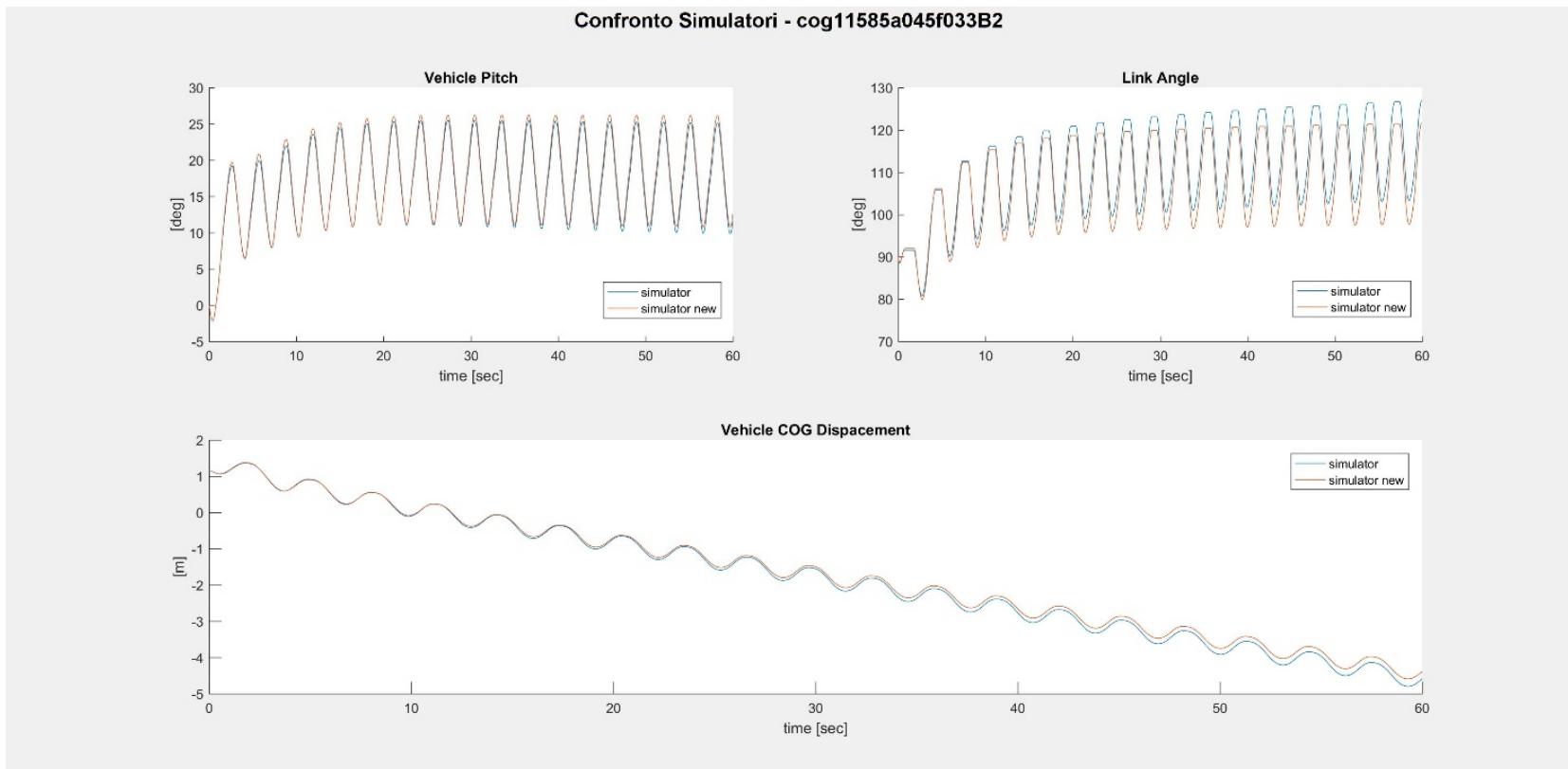


Indice della velocità di spostamento

Periodo 07/07 – 22/07

2) Studio preliminare di *simulator_new* e integrazione

- I due simulatori sono diversi!



- Simulator_Code_Version.m*

Periodo 07/07 – 22/07

3) Creazione di una GUI

Implementata in *MATLAB*® utilizzando *App Designer* al fine di:

- agevolare la modifica di molti parametri di simulazione senza la necessità di accedere al codice
- rendere più agevole l'analisi delle simulazioni

WAVE Glider Simulator

Set Center of Gravity

COG [m]

Set Sea Properties

Water Density [kg/m³]

Set Wave Properties

Amplitude [m]

Frequency [Hz]

Set Initial Conditions

Generalized Positions

$q_1(0)$ [m]

$q_2(0)$ [m]

$q_3(0)$ [°]

$q_4(0)$ [°]

$q_5(0)$ [°]

Velocities

$dq_1(0)$ [m/s]

$dq_2(0)$ [m/s]

$dq_3(0)$ [°/s]

$dq_4(0)$ [°/s]

$dq_5(0)$ [°/s]

WAVE Glider Simulator

Set Wing Profile

Type Exponential ▼

Set Wing Dimensions

Max Length 0.8 [m]

Min Length 0 [m]

Max Width 0.4 [m]

Min Width 0 [m]

Exponential Profile

a 5 []

Set Mounting Point

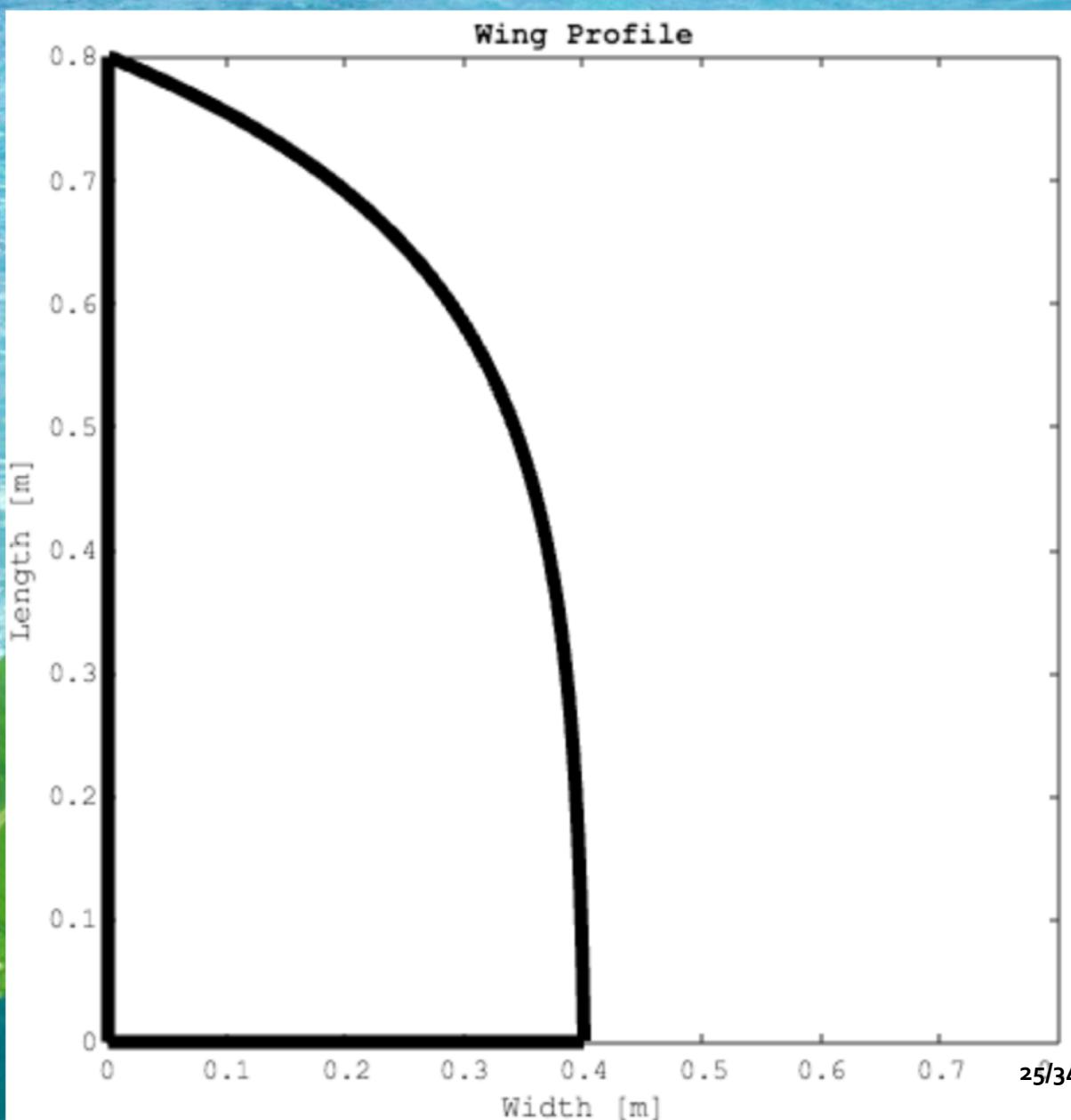
Mounting Point Halfway ▼

Set Wing Mounting Direction

Mounting Direction

Straight

Reverse



WAVE Glider Simulator

Set Brake Preferences

Brake

Notice

Rechargin' mode implies no brake action.

Brake Action

B1
 B2
 B3
 B4

Brake Conditions

B1 := $v(1) > 0$
B2 := $v(1) > 0 \&\& q(4) > \pi/2 \&\& |dq(4)| \leq 1e-2$
B3 := $v(1) > 0 \&\& v(2) > 0$
B4 := $v(1) > 0 \&\& q(4) > \pi/2$

Default Brake: B2

WAVE Glider Simulator

Set Time Preferences

Step Time [s]

Simulation Time [s]

Start Simulation

Analysis Tool

Animation

Plots

Refresh GUI field

Refresh

Evaluate Displacement Velocity

Transient Time [s]

Displacement Velocity [m/s]

Evaluate

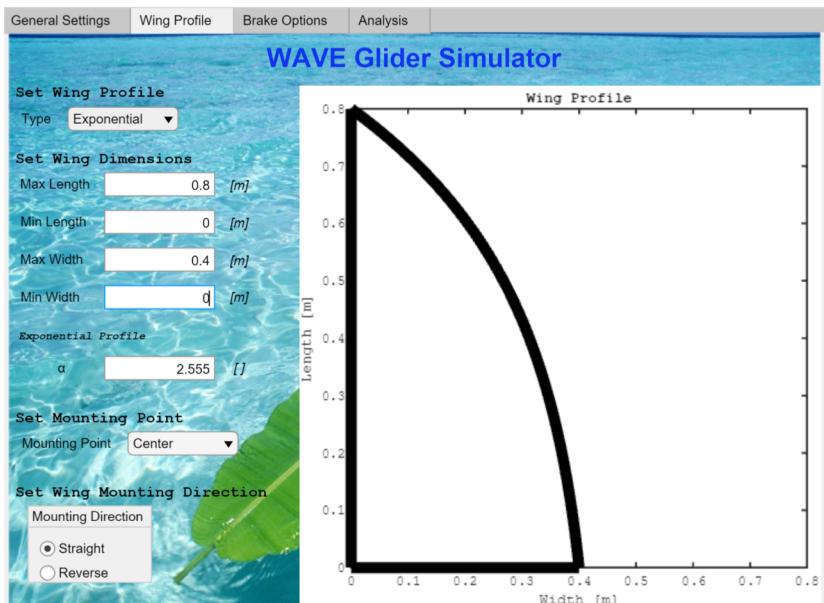
N.B.: The evaluation of the Displacement Velocity should be performed only for simulation at least of 60 seconds. Notice that Transient Time has to be less than Simulation Time.

Refresh Button works only in case of updated simulator version workspaces. Do not perform using old workspaces!

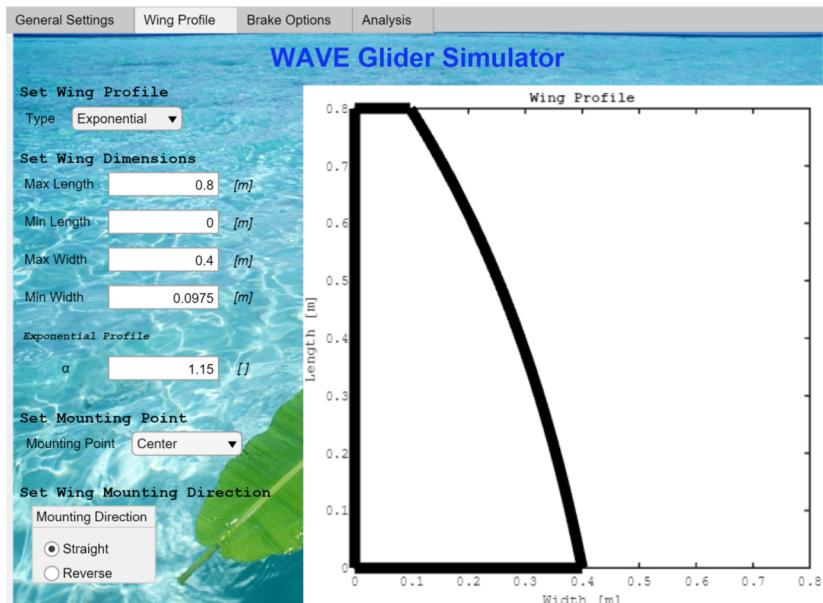
Periodo 07/07 – 22/07

4) Simulazioni con pale esponenziali

Profilo esponenziale 1



Profilo esponenziale 2



- $L = 0.8 \text{ m}$
- $l = 0$
- $D = 0.4 \text{ m}$
- $d = 0$

- $L = 0.8 \text{ m}$
- $l = 0$
- $D = 0.4 \text{ m}$
- $d = 0.0975$

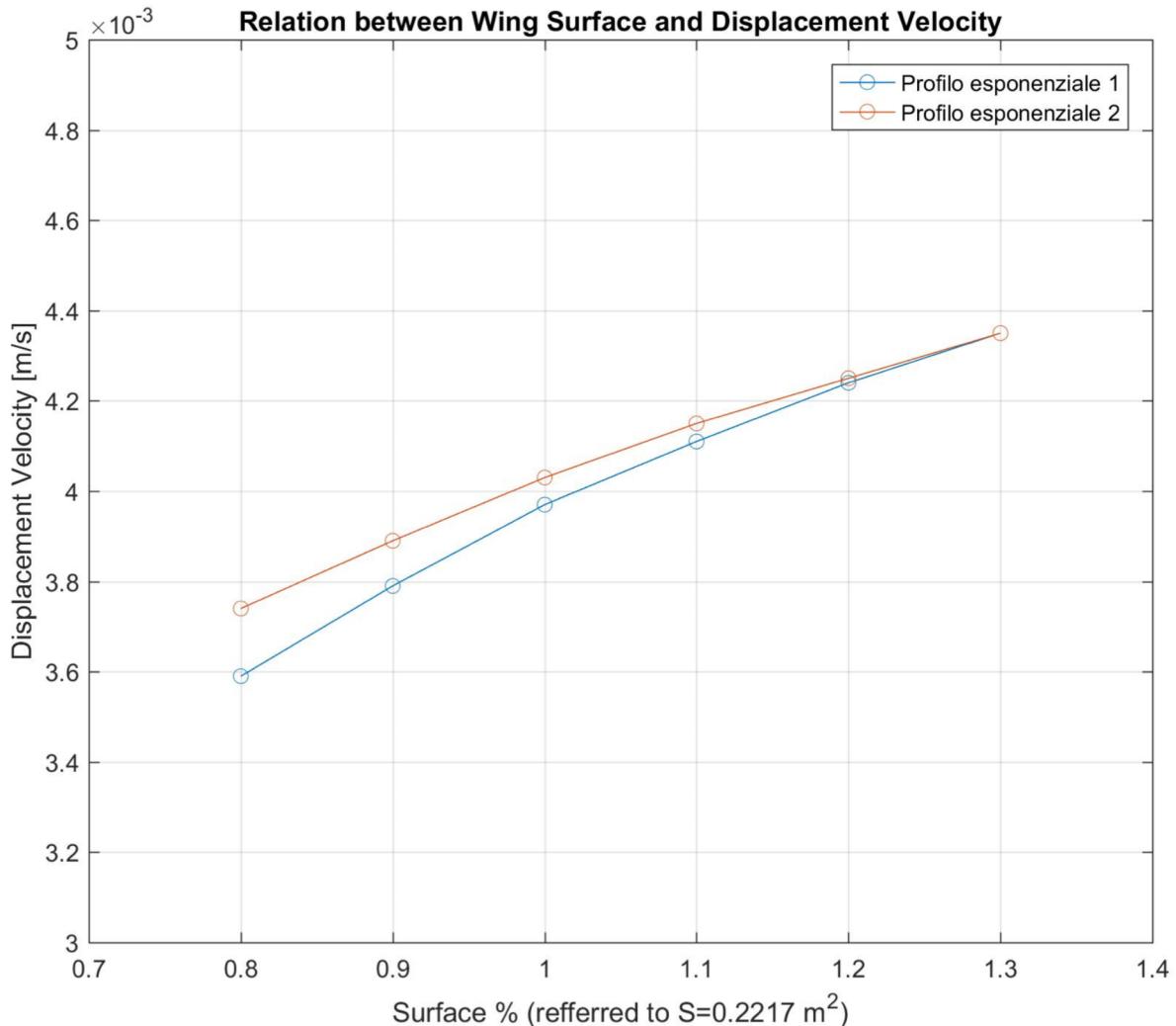
Periodo 07/07 – 22/07

4) Simulazioni con pale esponenziali

Test	Profilo	Superficie (%S)	Superficie (valore numerico) [m ²]	α [J]	Velocità di spostamento [m/s]
1	2 (Test 99)	100	0,2217	-	-0,00399
2	Esponenziale 1	80	0,1774	0,658	-0,00359
3	Esponenziale 1	90	0,1995	1,537	-0,00379
4	Esponenziale 1	100	0,2217	2,555	-0,00397
5	Esponenziale 1	110	0,2439	3,852	-0,00411
6	Esponenziale 1	120	0,2660	5,827	-0,00424
7	Esponenziale 1	130	0,2882	10,05	-0,00435
8	Esponenziale 2	80	0,1774	-1,093	-0,00374
9	Esponenziale 2	90	0,1995	0,025	-0,00389
10	Esponenziale 2	100	0,2217	1,15	-0,00403
11	Esponenziale 2	110	0,2439	2,439	-0,00415
12	Esponenziale 2	120	0,2660	4,19	-0,00425
13	Esponenziale 2	130	0,2882	7,58	-0,00435

Periodo 07/07 – 22/07

4) Simulazioni con pale esponenziali



Conclusioni

Prodotto del lavoro

- una serie di simulazioni
- due nuove strategie di frenatura
- una nuova geometria di pala
- la modifica del codice del simulatore già esistente
- uno script in grado di quantificare la velocità di spostamento del veicolo
- una interfaccia grafica utente (*GUI*)

Conclusioni

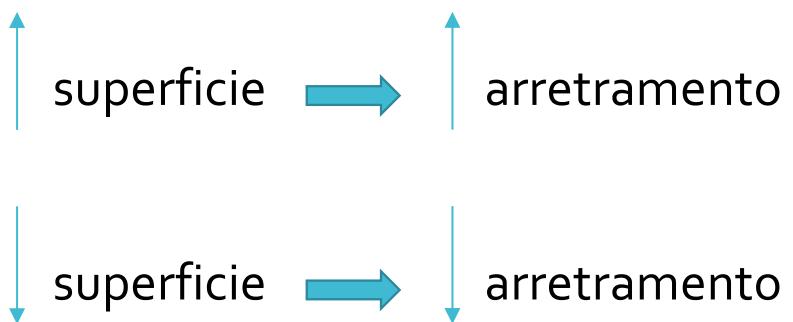
Prodotto del lavoro

- Cartella *Workspace*:
 - *Periodo 24-05 - 30-05 TAB 3.1*
 - *Periodo 31-05 - 05-06 TAB 4.1*
 - *Periodo 06-06 - 13-06 TAB 5.1 TAB 5.2*
 - *Periodo 14-06 - 06-07 TAB 6.4*
 - *Periodo 07-07 - 22-07 TAB 7.2*
- Cartella *Simulator_WAVE_Gruppo_2*:
 - file *GUI_simulator.mlapp*
 - sottocartella *Main*:
 - *Simulator_Code_Version.m*
 - *Simulator_GUI_Version.m* e *Simulator_run.m*
 - sottocartella *geometry*
 - sottocartella *FunzioniSupporto*
 - sottocartella *@SeaWave* (invariata)
 - sottocartella *@PrototypeWAVE* (invariata)
- Relazione *Report_WAVE_Gruppo_2.pdf*

Conclusioni

Riassumendo...

- In nessuna simulazione il veicolo è avanzato contro il fronte ondoso
- B_3 fa arretrare meno di $B_0 - B_1 - B_2 - B_4$; B_2 peggio di B_0
- La geometria incide sulla velocità di spostamento (profilo exp. 1 migliore di exp. 2 e di trap. 2, a parità di S)
- Aumentando/diminuendo la superficie della pala la velocità di spostamento aumenta/diminuisce (in modulo)



A large, vibrant green banana leaf with a prominent central vein is floating on the surface of clear, turquoise-blue ocean water. The water is filled with fine, radiating ripples and small white bubbles, suggesting a gentle current or wind. The background is a vast expanse of the same clear blue water stretching to the horizon under a clear sky.

Grazie per l'attenzione