Modellazione numerica con SPH di Mega Piattaforme Galleggianti

CNSC 2019 - CONVEGNO NAZIONALE DI STUDI COSTIERI

RemTech Expo 2019 (20 Settembre) FerraraFiere

www.remtechexpo.com

REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Mancanza di spazio

REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Land Reclamation

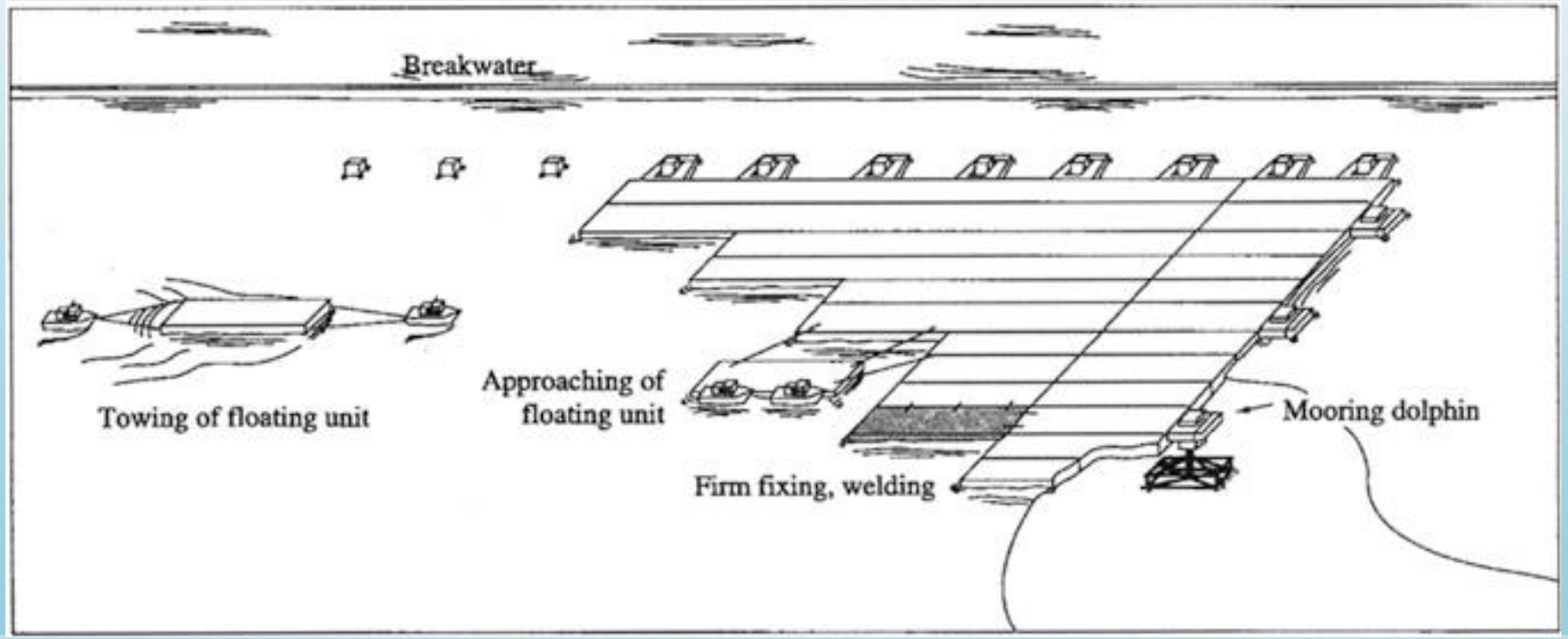
Quale potrebbe essere una soluzione per trovare nuovi spazi per lo sviluppo urbano, industriale e infrastrutturale?

REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Very Large Floating Structure



REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Strutture galleggianti

Valdez Alaska, 1983 Container Terminal

2 cassoni in cemento armato precompresso uniti da cavi post-tesi

REMTECH EXPO

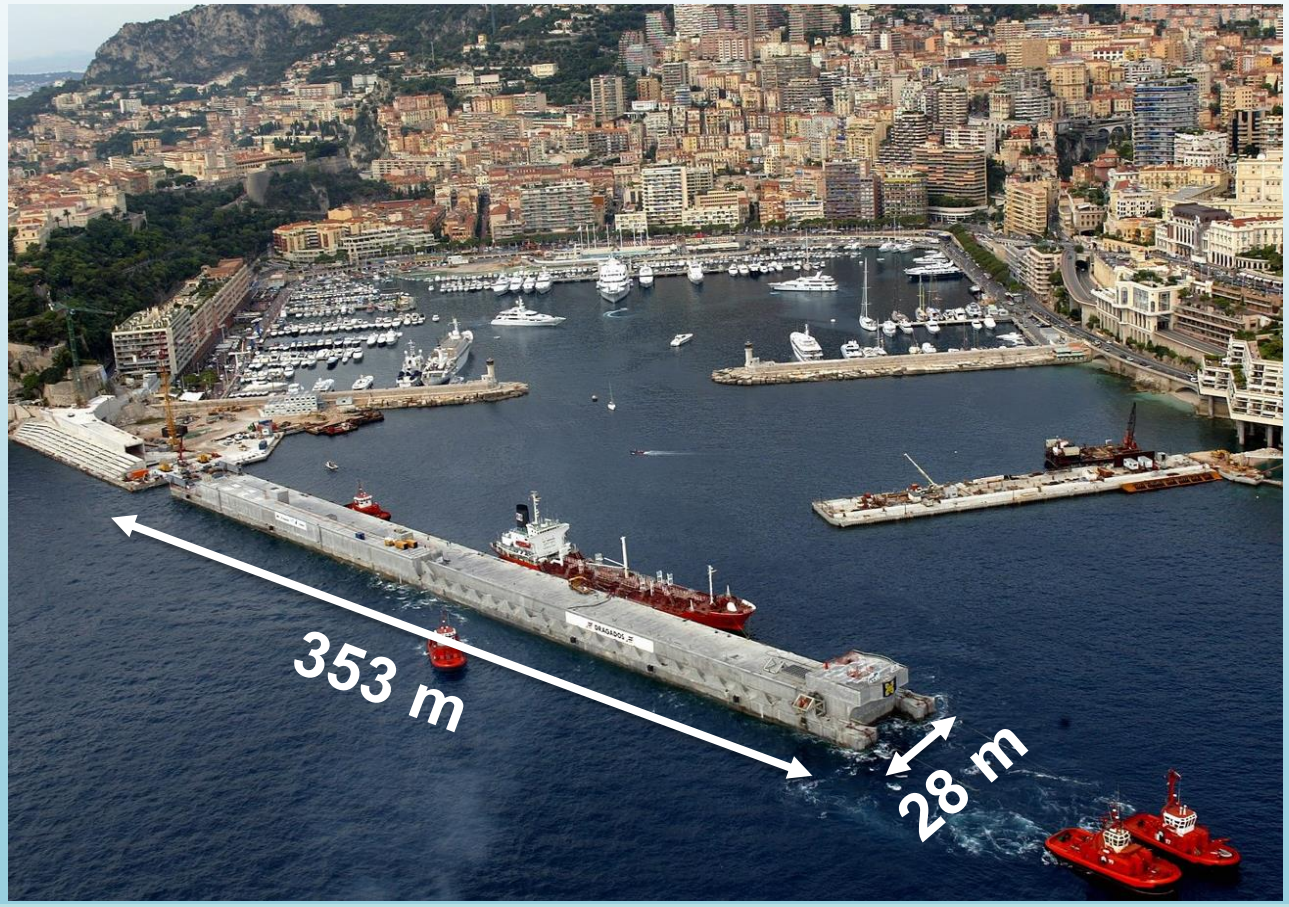
Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Strutture galleggianti

Monaco, 2002 Breakwater

Singolo cassone in cemento armato precompresso



REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Strutture galleggianti

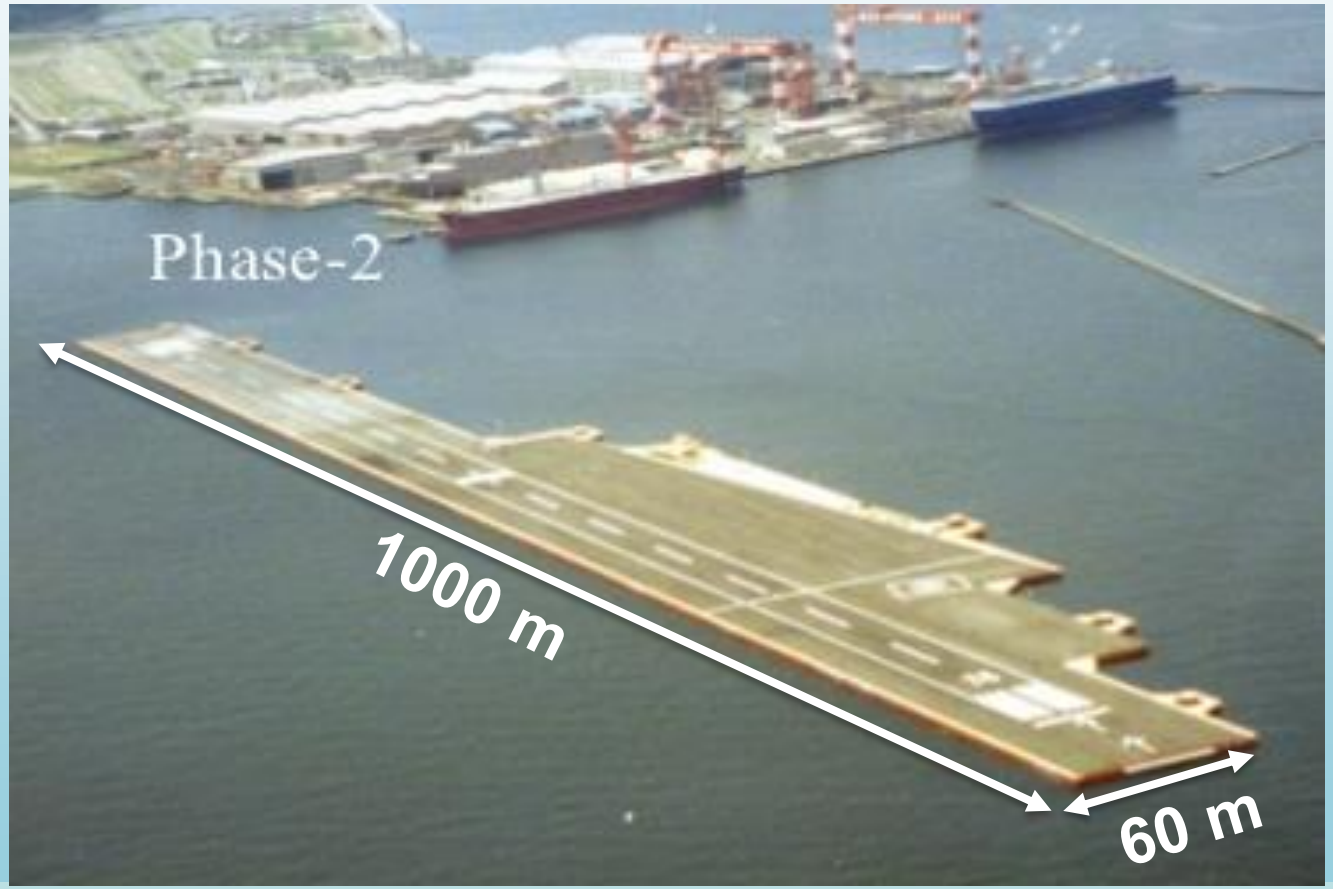
Golfo del Messico, 1994 TLP

Struttura in acciaio ancorata con cavi in tensione al fondo marino

Mega-Strutture galleggianti

Tokyo bay, 1995-2000
Prototipo aeroporto galleggiante

Cassoni in acciaio saldati in opera

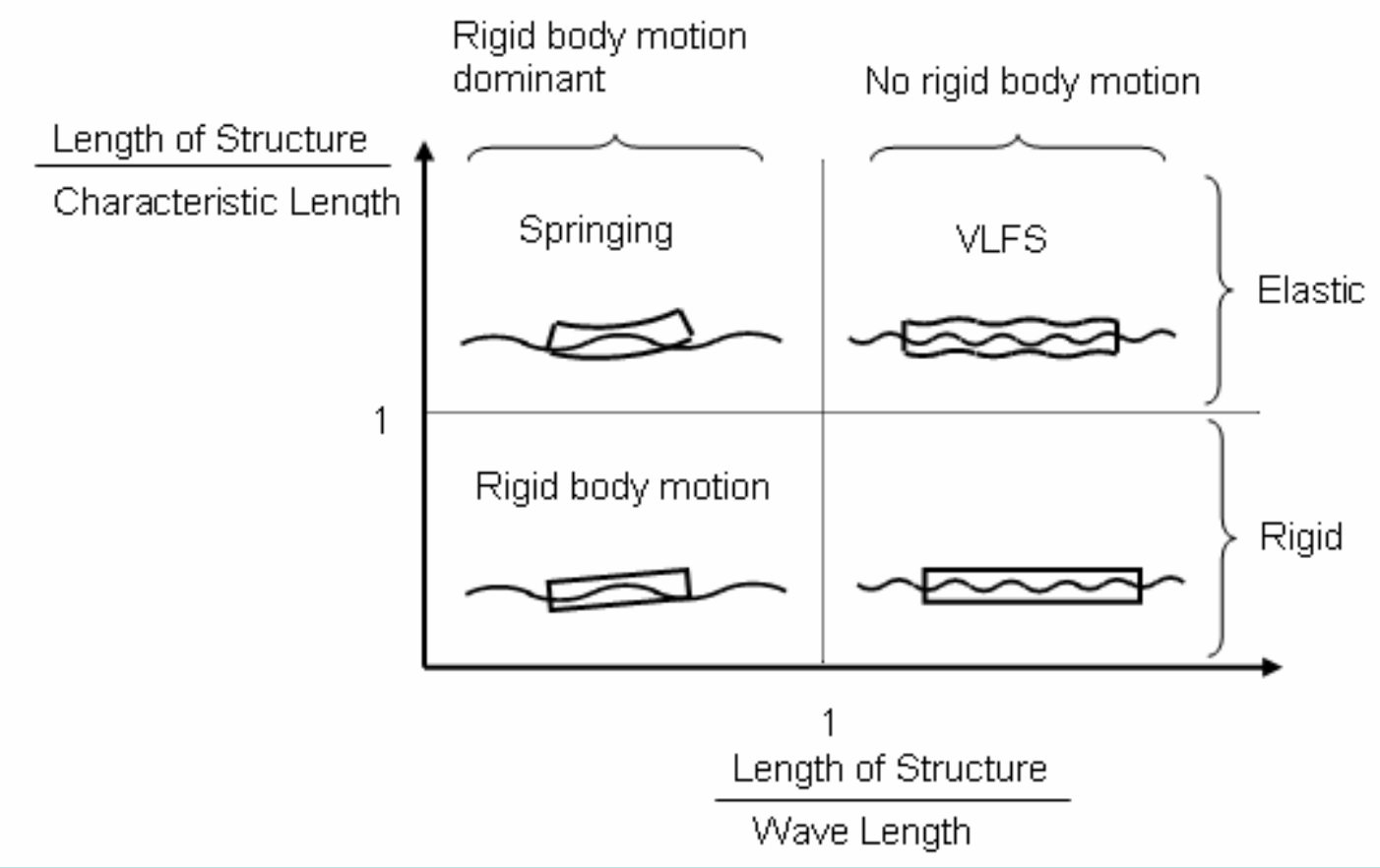


REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Interazione fluido-struttura



Obiettivo del lavoro

Applicare e validare uno strumento numerico per eseguire analisi idroelastiche nel dominio del tempo di strutture galleggianti flessibili

Fluidodinamica computazionale-Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)

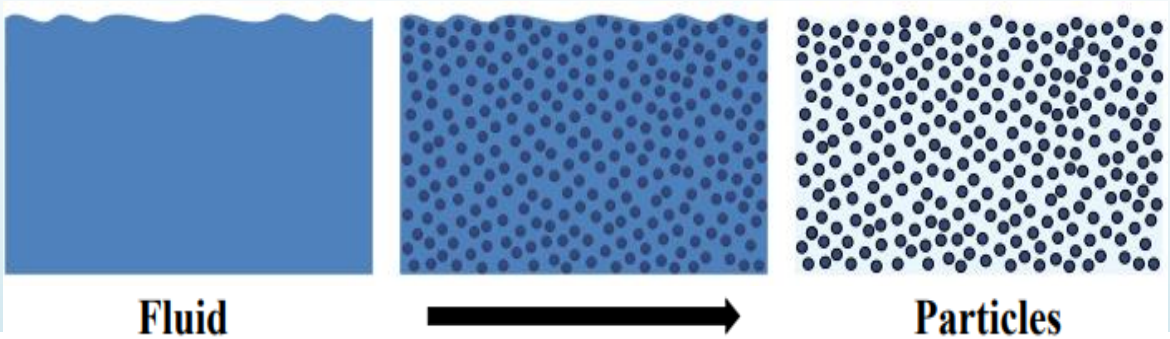
Struttura modellata come insieme di blocchi rigidi con connessioni elastiche

REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

SPH



Natural phenomena → PHYSICAL GOVERNING EQUATIONS

EULERIAN DESCRIPTION

Eulerian derivative $= \frac{\partial}{\partial t}$

→ **MESHBASED METHODS**

Finite-difference
Finite-element
Finite-volume

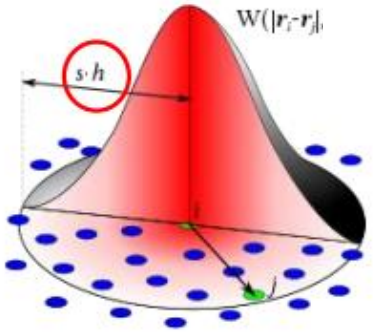
LAGRANGIAN DESCRIPTION

Lagrangian derivative $= \frac{d}{dt}$

→ **MESHFREE METHODS**

SMOOTHED PARTICLE HYDRODYNAMICS

COMPUTATIONAL METHODS



$$F(\mathbf{r}) \approx \sum_{j=1}^{N} F(\mathbf{r}_j) W(\mathbf{r} - \mathbf{r}_j, 2h) \frac{m_j}{\rho_j}$$

KERNEL FUNCTION SMOOTHING LENGT

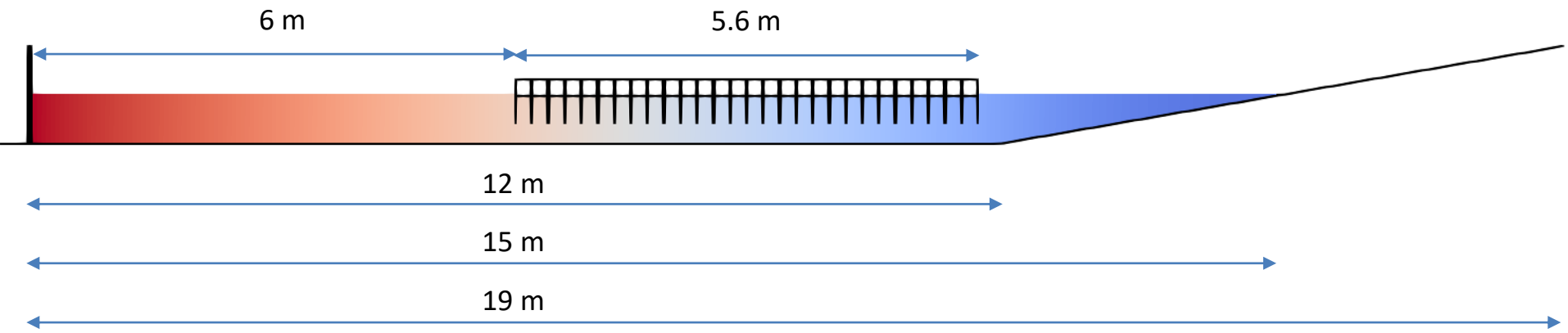
REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

cpu gpu DualSPHysics

Canale marittimo numerico 2D con modello in scala di struttura galleggiante sottoposto all'azione di un moto ondoso regolare.



REMTECH EXPO

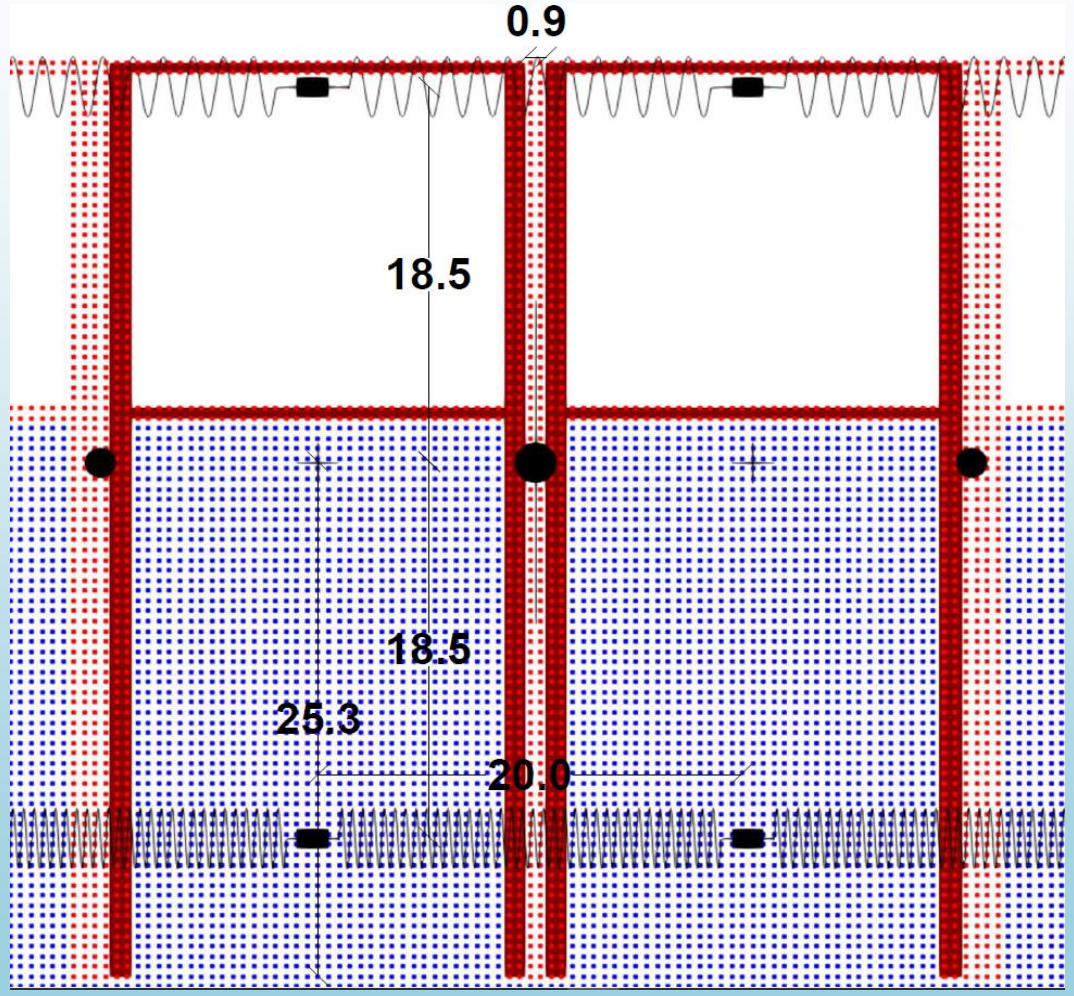
Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Setting delle connessioni

- 2 molle e smorzatori: Rigidezza Ks=2000 N/m Coeff. Smorzamento 1000
- 1 Cerniera: Rigidezza Kh=1200000 Nm/rad

PROJECT CHRONO



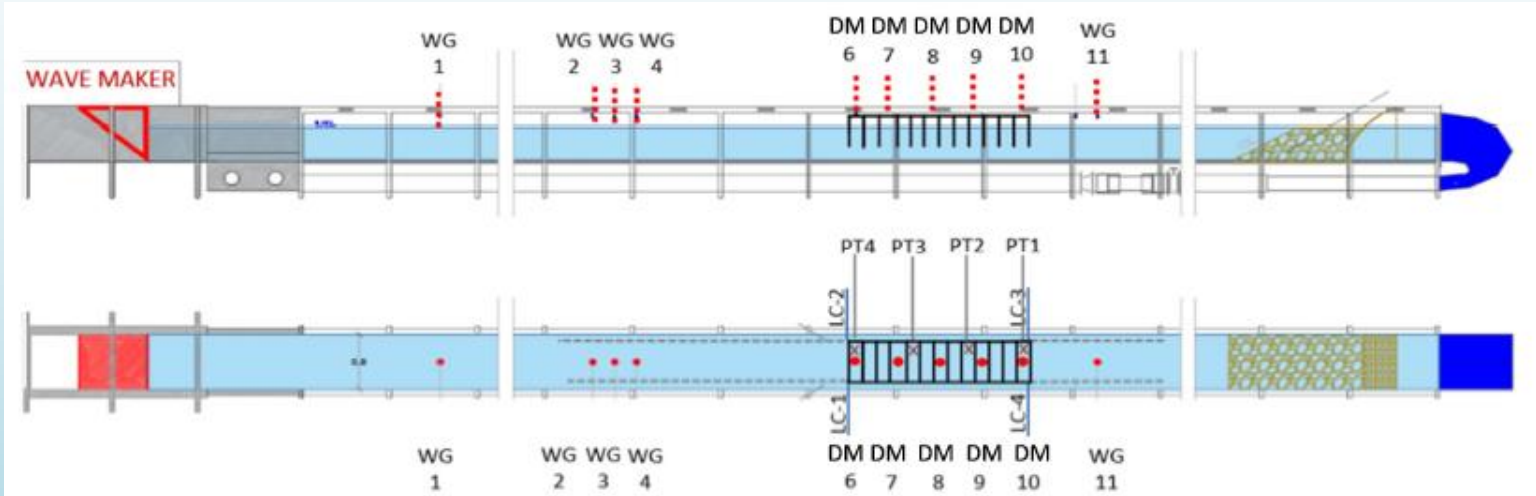
Misure in cm

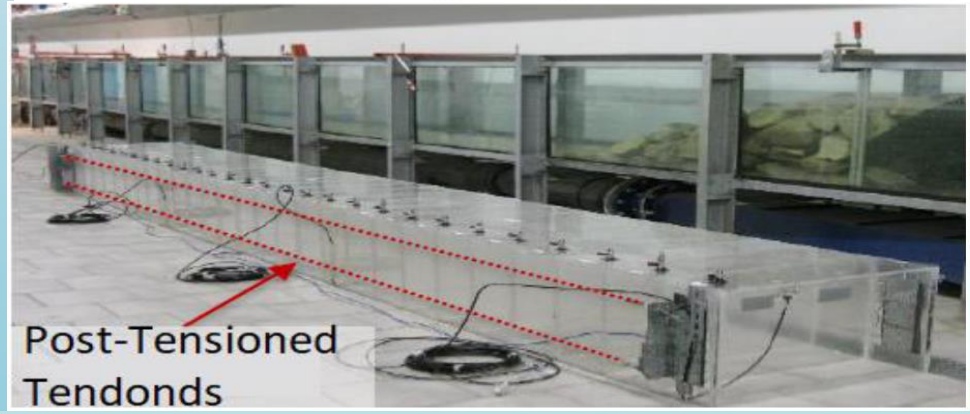
REMTECH EXPO

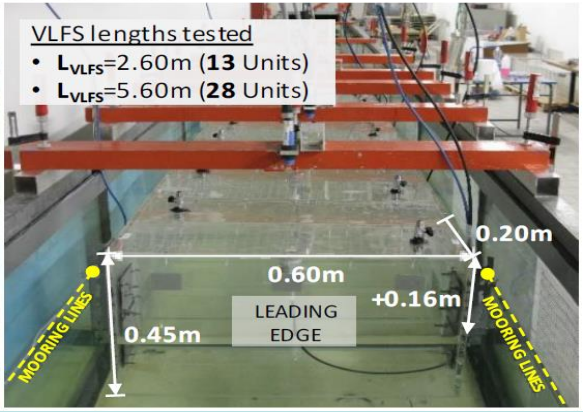
Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Modello Fisico-LABIMA

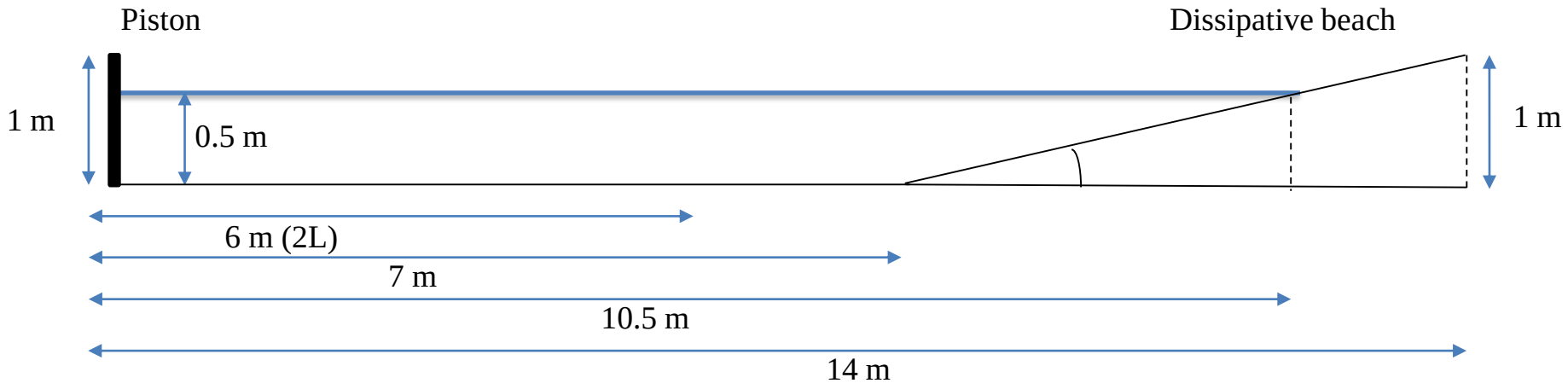






Setting del canale marittimo numerico

Onda Regolare: H=0.0615m, T=1.6s, d=0.5m, L≈3m



Risoluzione dimensione part: dp=0.005m

Tempo fisico simulato: t=30.0s

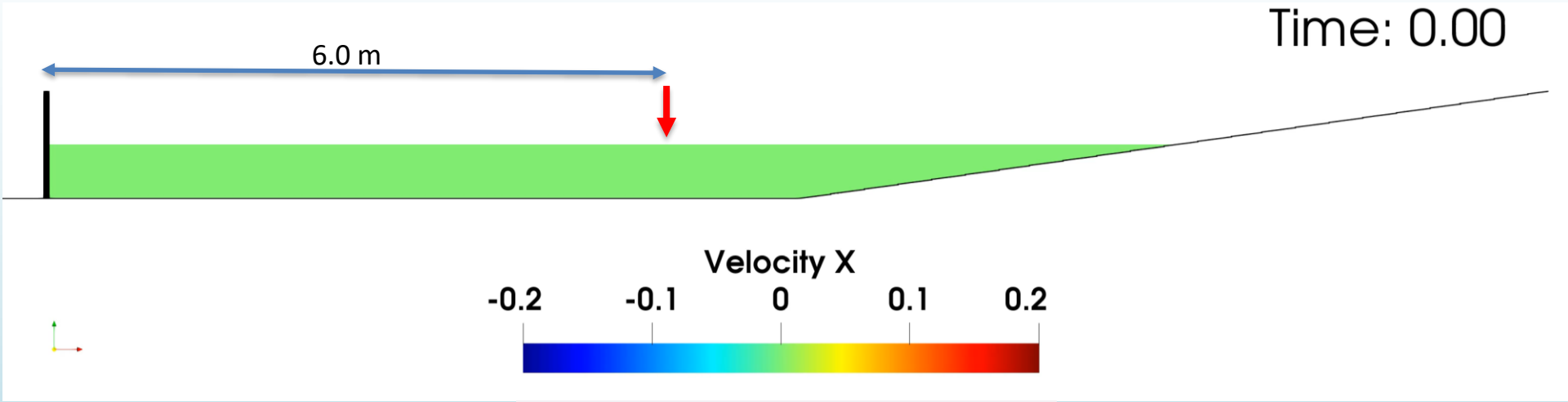
GPU : GeForce GTX TITAN Black

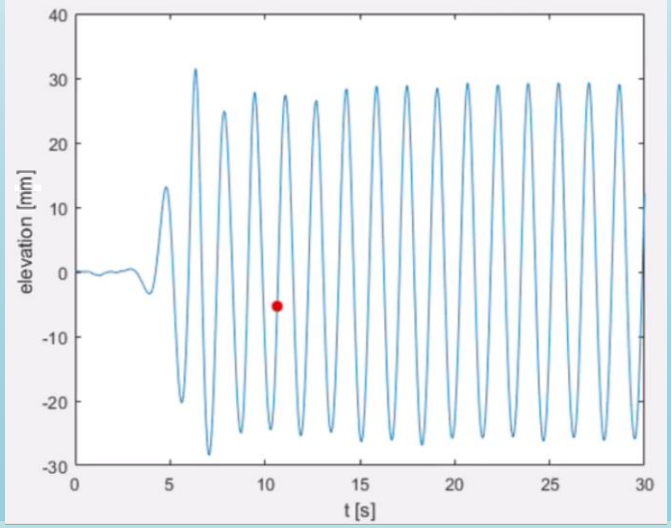
Numero di particelle

180351

Tempo di calcolo

5068s (≈ 1h 25min)


Time: 0.00
6.0 m
Velocity X
-0.2
-0.1
0
0.1
0.2


elevation [mm]
t [s]
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
0
5
10
15
20
25
30

REMTECH EXPO

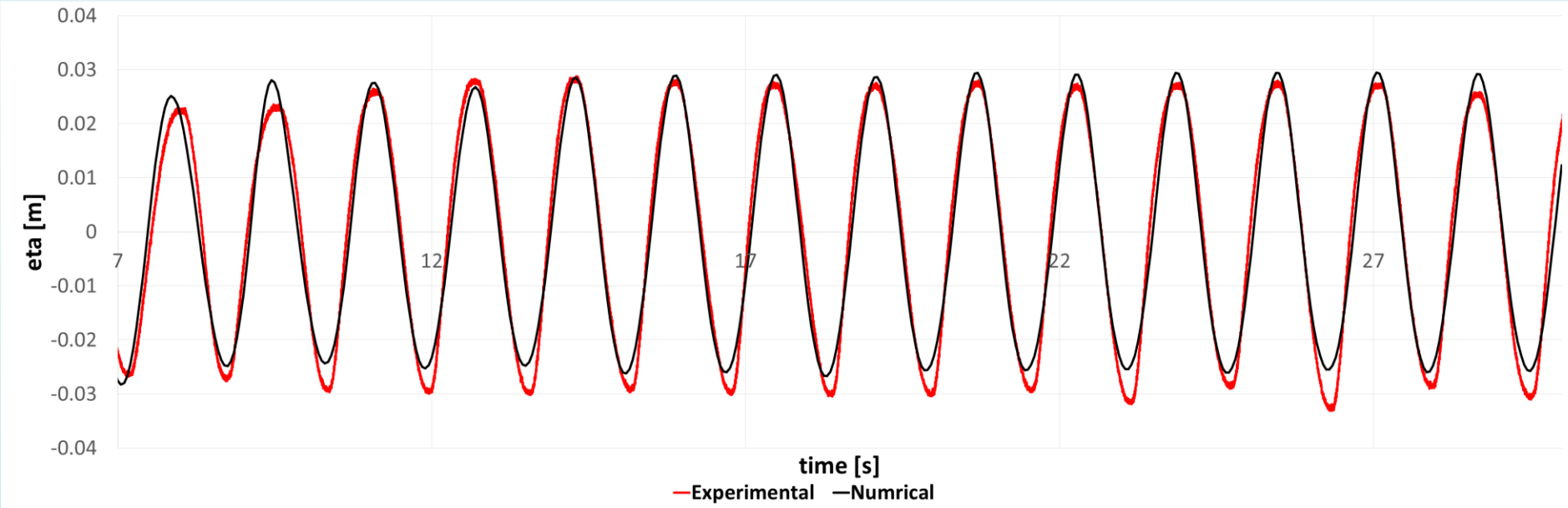
Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Validazione del canale numerico

Time series del livello (eta) a +6.0 m dal wavemaker

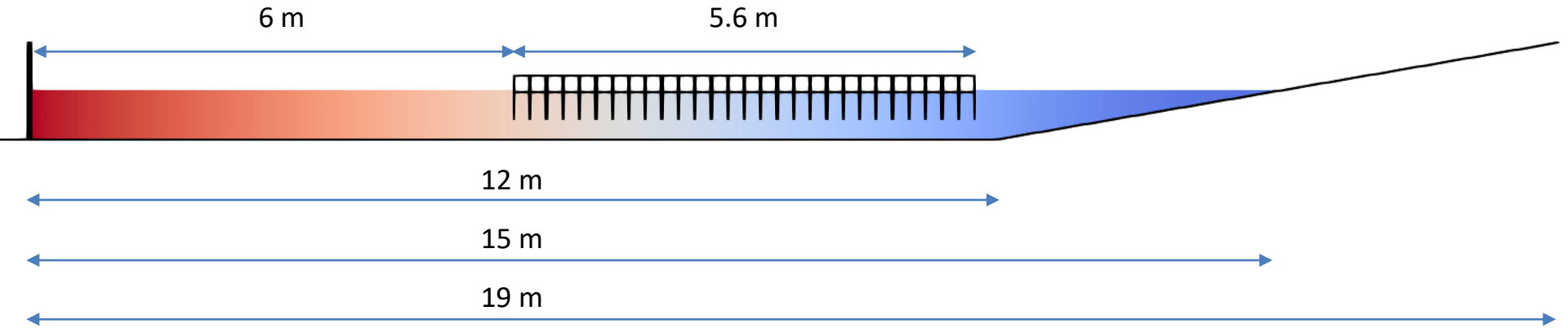
Confronto con valori sperimentali



Errore relativo sull'ampiezza media ≈ 10%

REMTECH EXPO

Setting della simulazione idroelastica completa



Risoluzione dimensione part: dp=0.005m

Tempo fisico simulato: t=50.0s

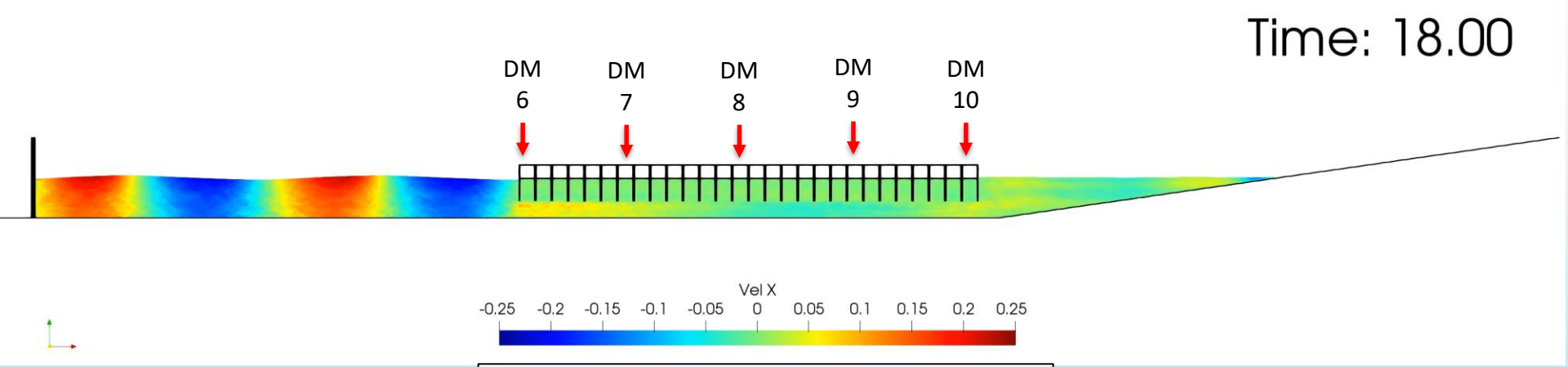
GPU : GeForce GTX TITAN Black

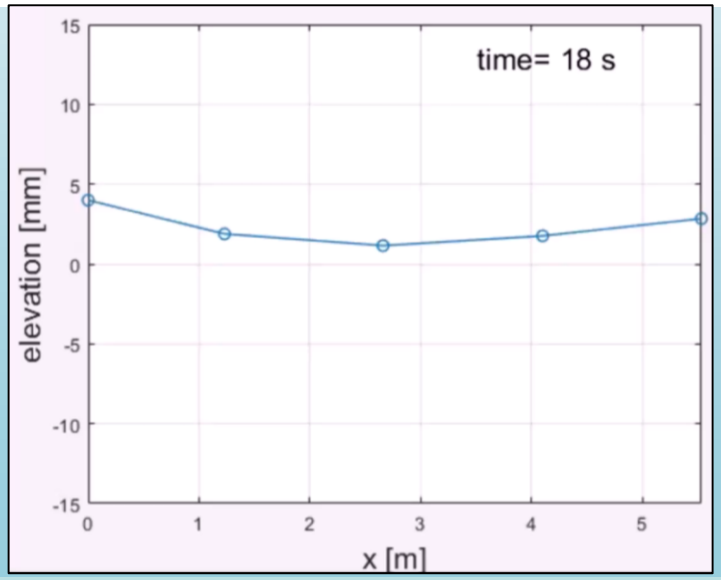
Numero di particelle

286727

Tempo di calcolo

7h 56min


Time: 18.00
DM 6
DM 7
DM 8
DM 9
DM 10
Vel X
-0.25 -0.2 -0.15 -0.1 -0.05 0 0.05 0.1 0.15 0.2 0.25

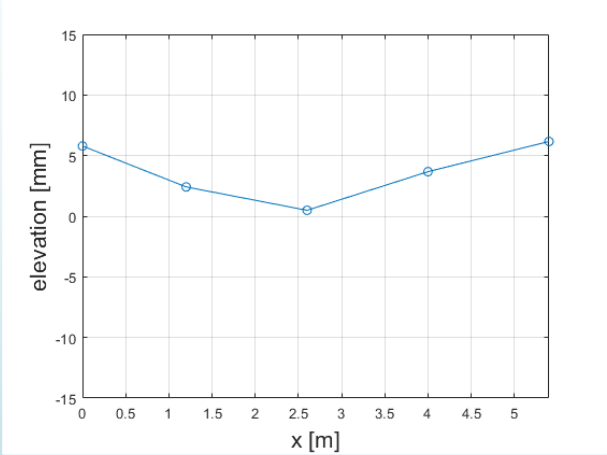

time= 18 s
elevation [mm]
x [m]
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
1
2
3
4
5

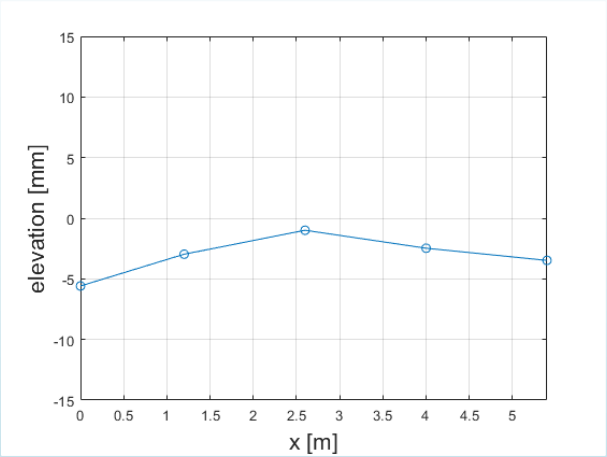
REMTECH EXPO

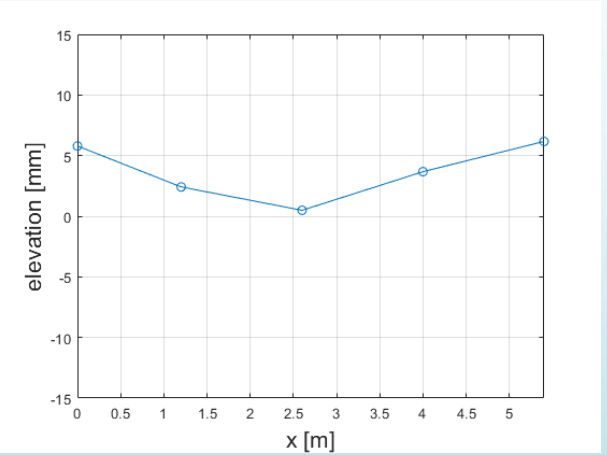
Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

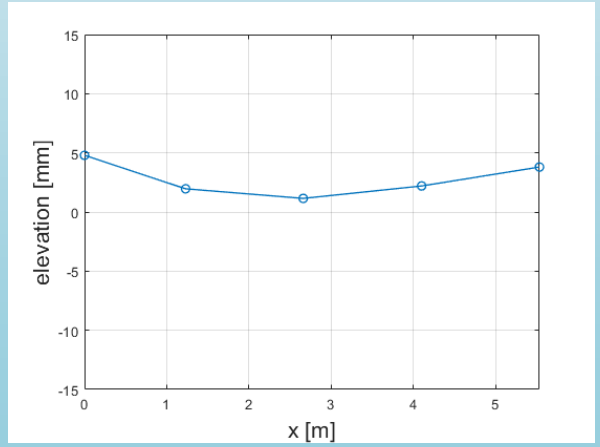
Deformata modello sperimentale

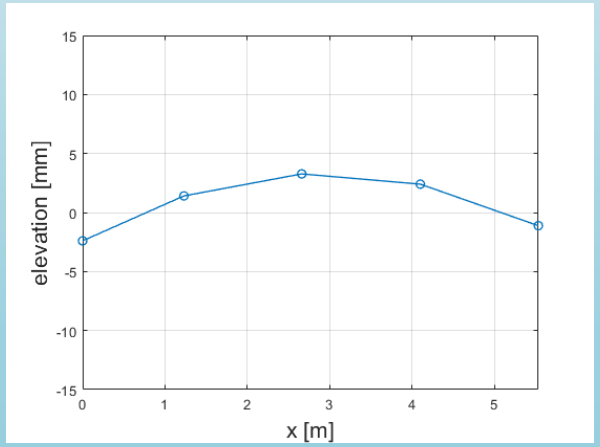


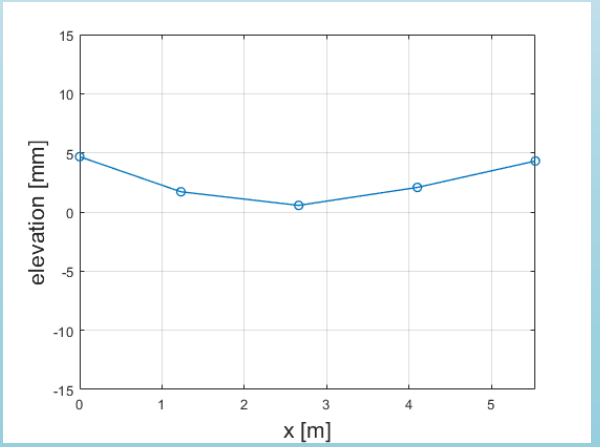


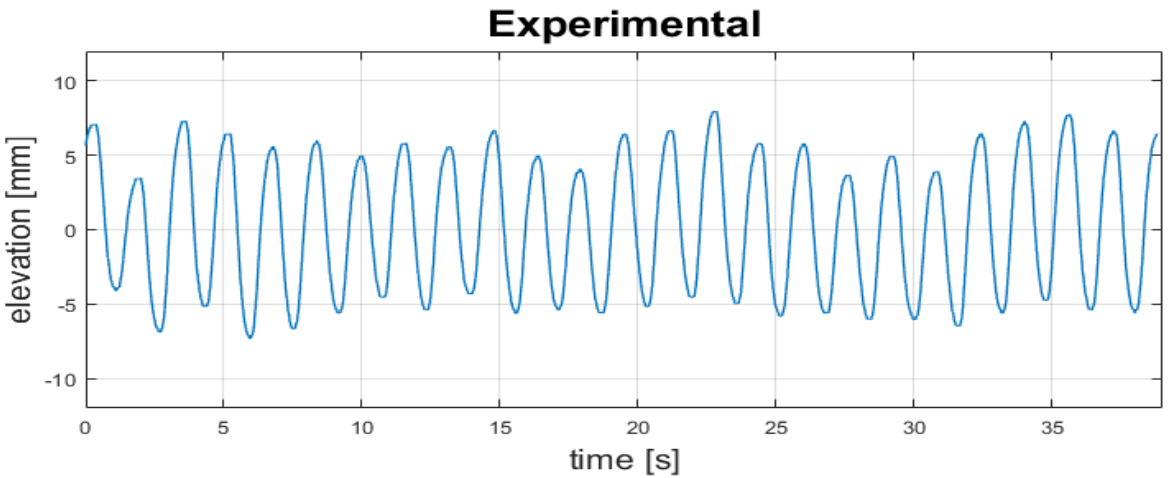


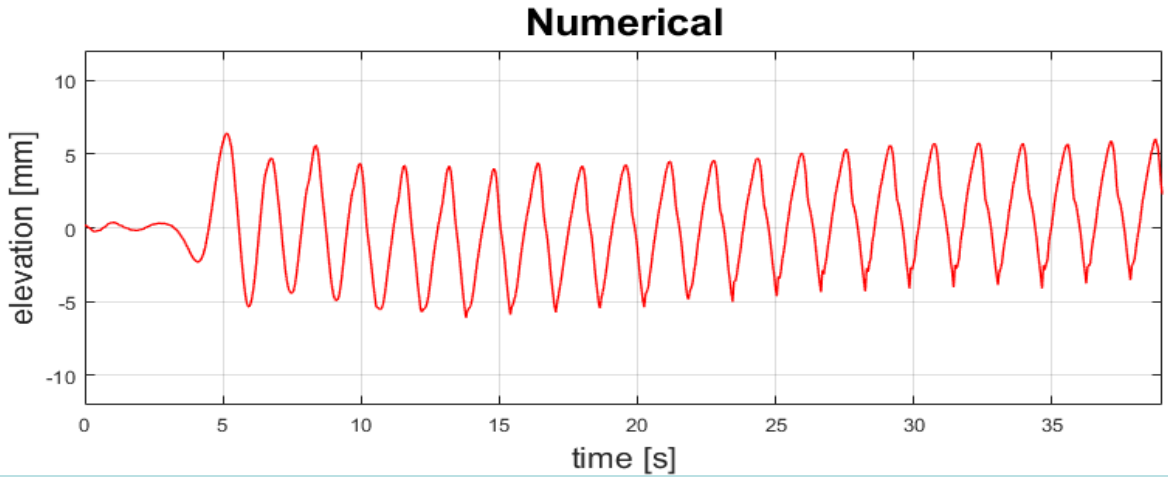
Deformata modello numerico











Confronto Time Series movimento verticale testa struttura

$$err = \frac{\left| A_{num} - A_{\exp} \right|}{A_{\exp}}$$

A_{num} Ampiezza media segnale numerico

A_{exp} Ampiezza media segnale sperimentale

Conclusioni

1) E’ stato possibile simulare un sistema dinamico molto complesso con interazione reciproca tra moto ondoso e moto di un struttura galleggiante flessibile modellata come insieme di blocchi rigidi con connessioni elastiche

2) Il modello numerico è in grado di riprodurre la corretta dinamica strutturale derivante dall'interazione fluido-struttura

3) Il tempo di calcolo necessario è accettabile

Outlooks

1) Questo strumento potrebbe essere utilizzato per condurre indagini parametriche con lo scopo di definire una correlazione fra le proprietà delle connessioni, le dimensioni dei blocchi rigidi e le proprietà strutturali di una struttura reale.

2) Testare varie proposte progettuali di strutture galleggianti flessibili

REMTECH EXPO

Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

coast

Grazie per l'attenzione