



GIORNATA DI INCONTRO BORSE DI STUDIO GARR "ORIO CARLINI"
MARTEDI' 12 DICEMBRE 2017 - ROMA



**Accesso remoto alle sperimentazioni su
“tavole vibranti” e alla relativa modellistica
numerica come strumento innovativo a
supporto dell’ingegneria sismica**



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



I anno di attività: Obiettivi e risultati

Obiettivi principali:

- ▶ Realizzare una metodologia per la gestione distribuita (condivisione e storage) dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di strutture esistenti;
- ▶ Facilitare la collaborazione tra gli esperti della comunità scientifica, indipendentemente dalla propria collocazione geografica, che operano nel campo della protezione sismica.

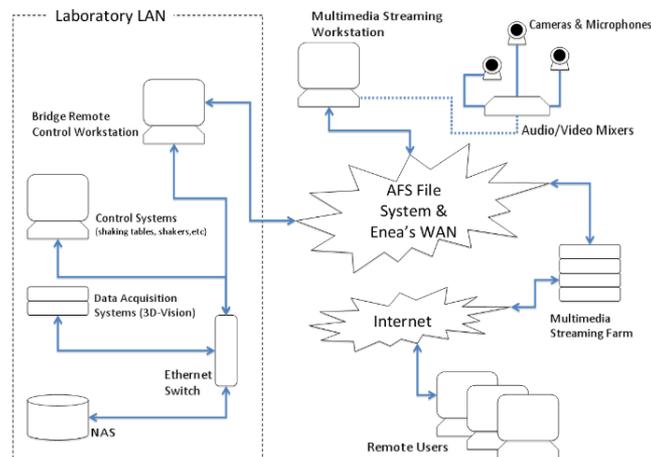
Analisi stato dell'arte:

- ▶ Infrastruttura di base dell'ENEA per lo storage, la condivisione e la gestione remota dei dati sperimentali;
- ▶ Funzionalità e strumenti/software di acquisizione dati del laboratorio SITEC (Laboratorio Tecnologie per l'Innovazione Sostenibile) del C.R. ENEA Casaccia.

I anno di attività: Obiettivi e risultati

Analisi delle funzionalità dell'infrastruttura ENEA per lo storage, la condivisione e la gestione remota dei dati sperimentali:

- ▶ File system AFS o GPFS;
- ▶ Protocollo di autenticazione Kerberos 5
- ▶ Interfacce grafiche Web: NX/FARO2 (ENEAGRID);
- ▶ Sistemi multi-piattaforma per il calcolo in serie e in parallelo (HPC-CRESCO)



Analisi delle funzionalità degli strumenti e dei software di acquisizione dati del laboratorio SITEC (*Sustainable Innovation TEChnologies - C.R. ENEA Casaccia*):

- ▶ Sistema di acquisizione optoelettronico di tipo motion capture 3D (3DVision);
- ▶ Rilevamento delle traiettorie di numerosi markers posizionati sulla struttura (dati memorizzati in file in formato C3D).

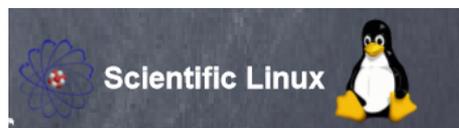


Marker retroriflettenti Camera NIR

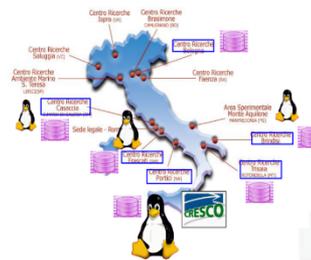
I anno di attività: Obiettivi e risultati

Realizzazione di una architettura distribuita denominata ENEA Staging Storage Sharing (E3S):

- ▶ Architettura distribuita per la condivisione e lo storage dei dati;
- ▶ Basata su tecnologia Cloud (Owncloud)
- ▶ Gestisce la complessità di dati con formati eterogenei
- ▶ Supporta l'intero processo di gestione dei dati (accesso remoto e visualizzazione)



Rete GARR



E3S permette la condivisione in tempo reale e la gestione remota dei dati sperimentali durante prove sismiche su tavola vibrante.

I anno di attività: Logbook DySCo e DataTurbine

Logbook DySCo: applicazione web su piattaforma LAMP (Linux Apache MySQL PHP):

- ▶ Fornisce tutte le informazioni necessarie all'elaborazione dei dati;
- ▶ Permette l'analisi dei dati nel dominio del tempo.

RBNB DataTurbine:

- ▶ Funzione di streaming in real time e gestione remota dei dati;
- ▶ Possibilità di lavorare con dati in tempo reale;
- ▶ Possibilità di fare lo streaming dei dati archiviati per post-processing ed elaborazioni successive.

Il anno di attività: campagna sperimentale su tavola vibrante

- ▶ Studio della risposta dinamica di due paramenti murari per la valutazione del comportamento fuori piano fino al collasso;
- ▶ Verifica della capacità sismica di fibre di rinforzo ad alta resistenza.



Due pareti in muratura:

- ▶ Blocchi in pietra
- ▶ Blocchi regolari in tufo

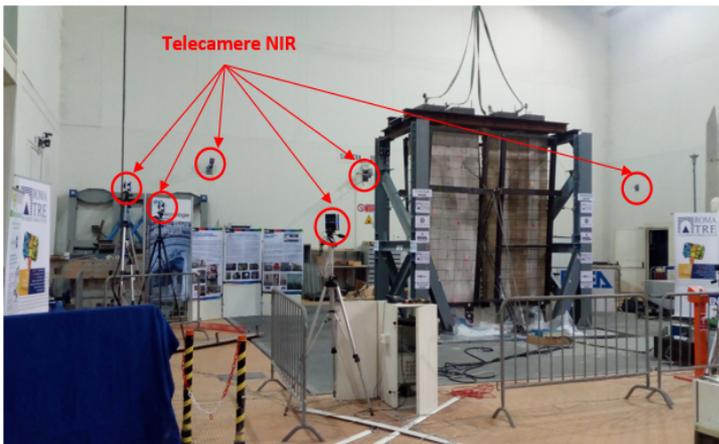


Materiali tipici delle costruzioni storiche dell'Italia centrale

Progetto Italia-USA: "Composites with inorganic matrix for sustainable strengthening of architectural heritage"

Il anno di attività: campagna sperimentale su tavola vibrante

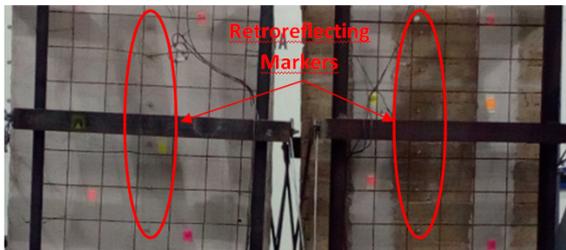
Test set up



5 input sismici di terremoti italiani registrati da accelerogrammi reali, ad intensità crescente dal 25% al 125%:

- Bagnoli
- Mirandola
- Amatrice
- Nocera
- L'Aquila

Larghezza pareti	1,51	m
Profondità pareti	0,25	m
Altezza pareti	3,44	m
Volume parete	1,2986	m ³
Peso specifico muratura in pietra		
Peso specifico	2400	kg/m ³
Peso specifico muratura in tufo		
Peso specifico	1600	kg/m ³



File di output del Sistema 3DVision:

- ▶ file C3D (file binario)-> contiene i metadati e le traiettorie dei markers
- ▶ memorizzazione nell'area di staging di E3S
- ▶ sincronizzazione automatica nell'area di storage di E3S

Il anno di attività: risoluzione problemi su DT e DySCo Logbook (1/2)

Verifica del sistema di condivisione dei dati sperimentali tramite E3S, DySCo Logbook e DataTurbine



Problemi riscontrati:

- Problema legato alla "labelizzazione" dei marker: se vengono modificate le labels dei marcatori durante l'esecuzione della prova, lanciando lo streaming su DataTurbine prima e dopo la "labelizzazione" l'interfaccia grafica RDV mostra sia i marker con le label corrette che i marker con le label di default, che non contengono alcun dato sperimentale.



GIORNATA DI INCONTRO BORSE DI STUDIO GARR "ORIO CARLINI"
MARTEDI' 12 DICEMBRE 2017 - ROMA

Il anno di attività: risoluzione problemi su DT e DySCo Logbook (2/2)

Verifica del sistema di condivisione dei dati sperimentali tramite E3S, DySCo Logbook e DataTurbine



Problemi riscontrati:

- Problema connesso alla sincronizzazione tra la directory nella quale vengono salvati localmente i dati sperimentali acquisiti dal 3DVision e la corrispondente directory (SSF) del gateway node, per l'esecuzione del parsing dei dati ed il successivo lancio dello streaming su DataTurbine.



Il anno di attività: risoluzione problemi su DT e DySCo Logbook

Soluzioni individuate:

- ▶ Nuovo script in python “updateC3Drecords.py”, che esegue l’upload del file nel DB: viene lanciato in modalità “offline” da un processo di “Chron Job” che verifica la data di ultima modifica dei file C3D e se necessario lancia lo script .py per eseguire l’upload;
- ▶ Modifica script python “C3D2mysql.py”, realizzato per l’inserimento dei file C3D nel database “dyscodw”,
- ▶ Modifica script JAVA “dataturbineC3Dsource.java” che legge il file C3D e lo inserisce nel buffer circolare di DT per l’esecuzione dello streaming dei dati;
- ▶ Modifica script PHP relativo alla sezione «Insert/modify» del Logbook -> nuovo layout del Logbook.



Il anno di attività: nuova interfaccia DySCo Logbook

The screenshot displays the DySCo Logbook interface. At the top, it features the ENEA logo and the text "DIPARTIMENTO TECNOLOGIE ENERGETICHE - DIVISIONE ICT Laboratorio High Performance Computing". A navigation bar includes buttons for "VIEW", "SELECT", "SCOPE", "NEW PROJECT", and "INSERT / MODIFY". The current project ID is "110".

Project details for ID # 110:

- Project: DB2017
- Date: 2017-03-10 14:42:46
- File: COBRA/UNIROMATRE/con_rinforzo/ncr_100p.c3d

Project (SELECT A SUBDIR)	NAME: DB2017 CURRENT DIRECTORY: /ssf/dysco/afs/DB2017/COBRA/UNIROMATRE/con_rinforzo Select Subdirectory: <input type="text"/>
Project (SELECT a C3D file in current directory)	NAME: DB2017 CURRENT DIRECTORY: /ssf/dysco/afs/DB2017/COBRA/UNIROMATRE/con_rinforzo Select C3D file: <input type="text" value="ncr_100p.c3d"/> STREAMING: <input type="checkbox"/>
Pre-memo	Nocera Umbra al 100%
Post-memo	Test 14

Footer: ENEA, C.R. Casaccia (Roma), Dipartimento tecnologie Energetiche - Divisione ICT-HPC lab 2016 - designed by: [I.Bellagamba](#) [Home](#)



Il anno di attività: integrazione della sezione VIEW di DySCo Logbook (1/2)

OBIETTIVI -> Permettere all'utente remoto di visualizzare la posizione nello spazio dei marcatori disposti sulla struttura:

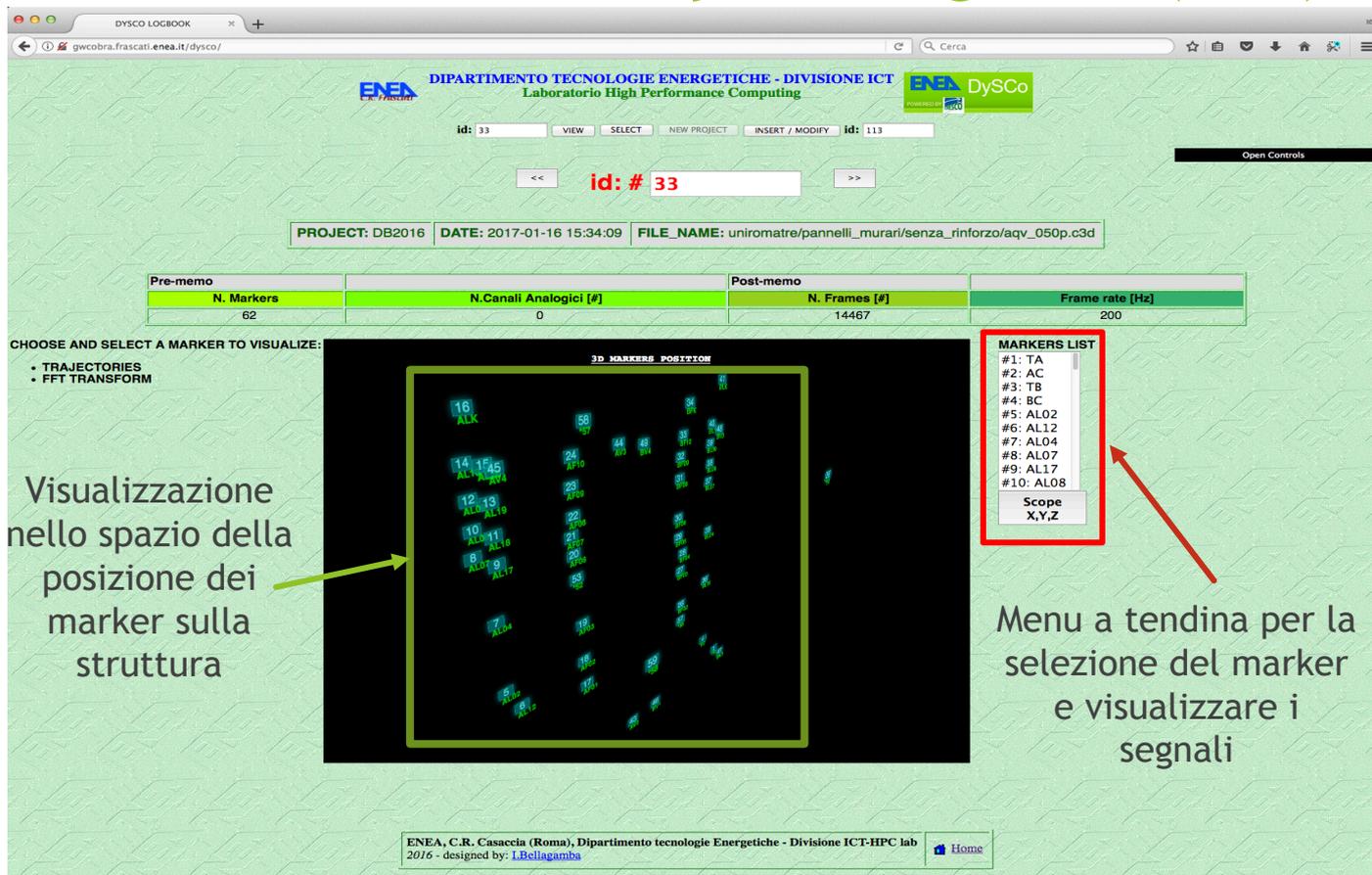


maggior chiarezza nell'individuazione della posizione dei marker
maggior autonomia per la scelta del marker di cui visualizzare le traiettorie

STRUMENTI utilizzati -> applicazione WEBGL:

- ▶ Pacchetto di API Java per la grafica interattiva 3D;
- ▶ Utilizza la scheda grafica del computer client, permettendo di realizzare rendering 3D complessi, utilizzando hardware grafici ad alte prestazioni;
- ▶ Libreria WEBGL utilizzata: libreria "three.js" (<https://threejs.org/>)

Il anno di attività: integrazione della sezione VIEW del DySCo Logbook (1/2)



The screenshot shows the DySCo Logbook interface with the following details:

- Browser: gwcobra.frascati.enea.it/dysco/
- Page Title: DYSKO LOGBOOK
- Navigation: id: 33, VIEW, SELECT, NEW PROJECT, INSERT / MODIFY, id: 113
- Current View: id: # 33
- Metadata: PROJECT: DB2016, DATE: 2017-01-16 15:34:09, FILE_NAME: uniromatre/pannelli_murari/senza_rinforzo/raqv_050p.c3d
- Summary Table:

Pre-memo	N. Canali Analogici [#]	Post-memo	N. Frames [#]	Frame rate [Hz]
N. Markers	62		14467	200
- Options: CHOOSE AND SELECT A MARKER TO VISUALIZE: TRAJECTORIES, FFT TRANSFORM
- 3D MARKERS POSITION: A 3D visualization of markers on a structure, with a red arrow pointing to it from the text "Visualizzazione nello spazio della posizione dei marker sulla struttura".
- MARKERS LIST: A dropdown menu with a red border and a red arrow pointing to it from the text "Menu a tendina per la selezione del marker e visualizzare i segnali". The list contains:
 - #1: TA
 - #2: AC
 - #3: TB
 - #4: BC
 - #5: AL02
 - #6: AL12
 - #7: AL04
 - #8: AL07
 - #9: AL17
 - #10: AL08
 Below the list is a "Scope" dropdown set to "X,Y,Z".
- Footer: ENEA, C.R. Casaccia (Roma), Dipartimento tecnologie Energetiche - Divisione ICT-HPC lab 2016 - designed by: L.Bellagamba



Il anno di attività: integrazione della sezione VIEW del DySCo Logbook (2/2)

OBIETTIVI -> Visualizzazione dei segnali relativi a ciascun marcatore nel *dominio delle frequenze*



Facilità di gestione ed analisi da remoto dei dati sperimentali

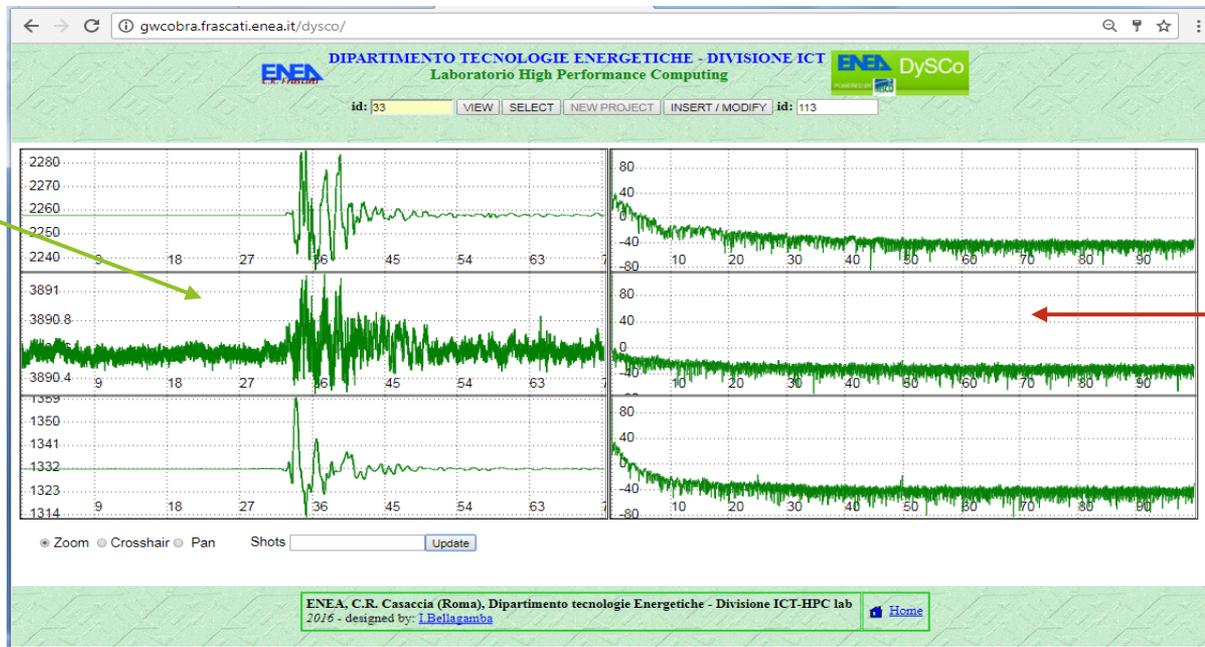
STRUMENTO utilizzato -> tool MDSplus:

- ▶ Tool software multiplatforma per la gestione di dati sperimentali complessi;
- ▶ le API di MDSplus contengono un'interfaccia di accesso alle strutture di dati complessi con semplici comandi base (PUT e GET);
- ▶ include uno strumento di visualizzazione dei dati utilizzabile tramite browser, denominato WebScope.

Il anno di attività: integrazione della sezione VIEW del DySCo Logbook (2/2)

Per l'accesso ai file C3D generati dal 3DVision e per l'analisi nel dominio delle frequenze tramite FFT (Fast Fourier Transform) è stata sviluppata una specifica interfaccia integrata in MDSplus.

Segnali nel dominio del TEMPO



Segnali nel dominio delle FREQUENZE

Il anno di attività: la tecnica SfM a supporto delle prove su tavola vibrante

TECNICA SfM - Tecnica di rilievo che restituisce un modello 3D di un oggetto sotto forma di nuvola di punti, mesh poligonali texturizzate, a partire dall'acquisizione di immagini digitali 2D.

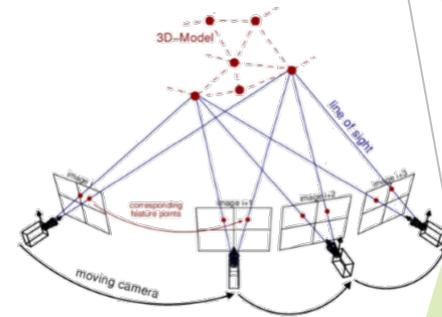
Corrispondenza univoca tra:

- ▶ Punti dello spazio oggetto (spazio reale)
- ▶ Punti dello spazio immagine (spazio fotografia)



Equazioni di "collinearità" e Tecnica della triangolazione

Ricostruzione modello 3D, posizionamento e orientamento camere risolti (con algoritmi complessi) in "via automatica" dal software utilizzato.





Il anno di attività: la tecnica SfM a supporto delle prove su tavola vibrante

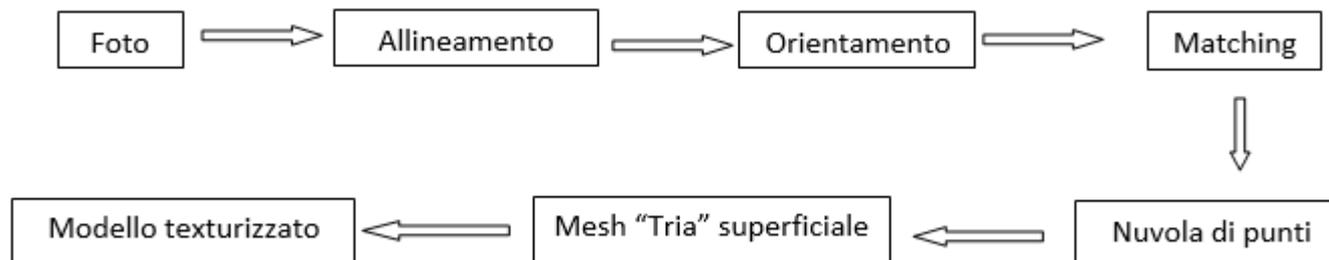
SfM: Tecnica a supporto della fase di *modellazione ad elementi finiti e relative analisi numeriche*, finalizzata alla corretta definizione dei modelli FE in termini di forma e dimensione.

Obiettivi:

- ▶ Facilitare e velocizzare il processo di rilievo geometrico e architettonico di strutture esistenti, da riprodurre e testare su tavola vibrante;
- ▶ Realizzare un modello 3D «metricamente corretto» (geometrie, forme, dimensioni) in maniera speditiva e senza contatto;
- ▶ Facilitare la successiva definizione di modelli numerici ad elementi finiti, a partire dal modello 3D ottenuto tramite SfM, a supporto dell'analisi FE.

Il anno di attività: la tecnica SfM a supporto delle prove su tavola vibrante

Software di ricostruzione 3D: PhotoScan Pro



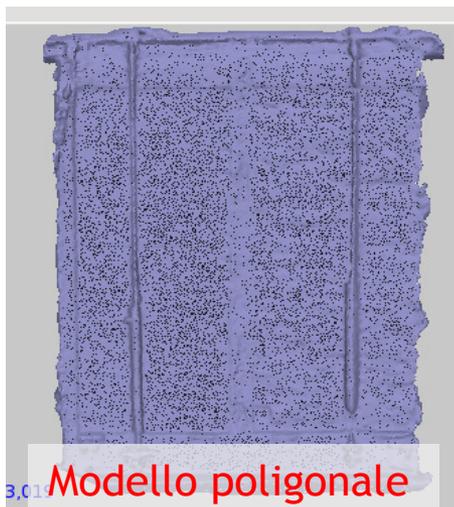
- ▶ **Allineamento immagini:** tramite algoritmi di multi stereo matching il software orienta e posiziona i punti di presa fotografici ed estrae una nuvola sparsa di punti (Sparse Cloud);
- ▶ **«Dense Cloud»:** vengono analizzati dettagliatamente i punti di tutte le immagini caricate in ciascun chunk estraendo la **nuvola densa di punti**;
- ▶ **Modello poligonale:** ottenuto dall'unione della nuvola di punti e costituito da mesh (elementi 2D) triangolari;
- ▶ **Modello texturizzato:** creazione di una texture sulla superficie costituita da mesh.

Il anno di attività: la tecnica SfM a supporto delle prove su tavola vibrante

Caso studio: paramenti murari oggetto dei test su tavola vibrante

- ▶ Immagini acquisite: 207 (dimensione 5MB, risoluzione 10 Mpx)
- ▶ Utilizzo delle risorse computazionali di CRESCO;
- ▶ Accesso al software tramite Virtual Lab ITACHA;
- ▶ Elaborazione da remoto (rete GARR).

Risultati ricostruzione 3D



Il anno di attività: la tecnica SfM a supporto delle prove su tavola vibrante

Il modello fotogrammetrico 3D è stato scalato per ottenerne uno di **DIMENSIONI REALI** e realizzare un modello FE

	Muro 1 (muro in tufo)	Muro 2 (muro in pietra)
Altezza [m]	3,45	3,45
Spessore [m]	0,26	0,26
Larghezza [m]	1,56	1,52

Autocad
(struttura di progetto)

	Muro 1 (muro in tufo)	Muro 2 (muro in pietra)
Altezza [m]	3,44	3,44
Spessore [m]	0,25	0,25
Larghezza [m]	1,51	1,51

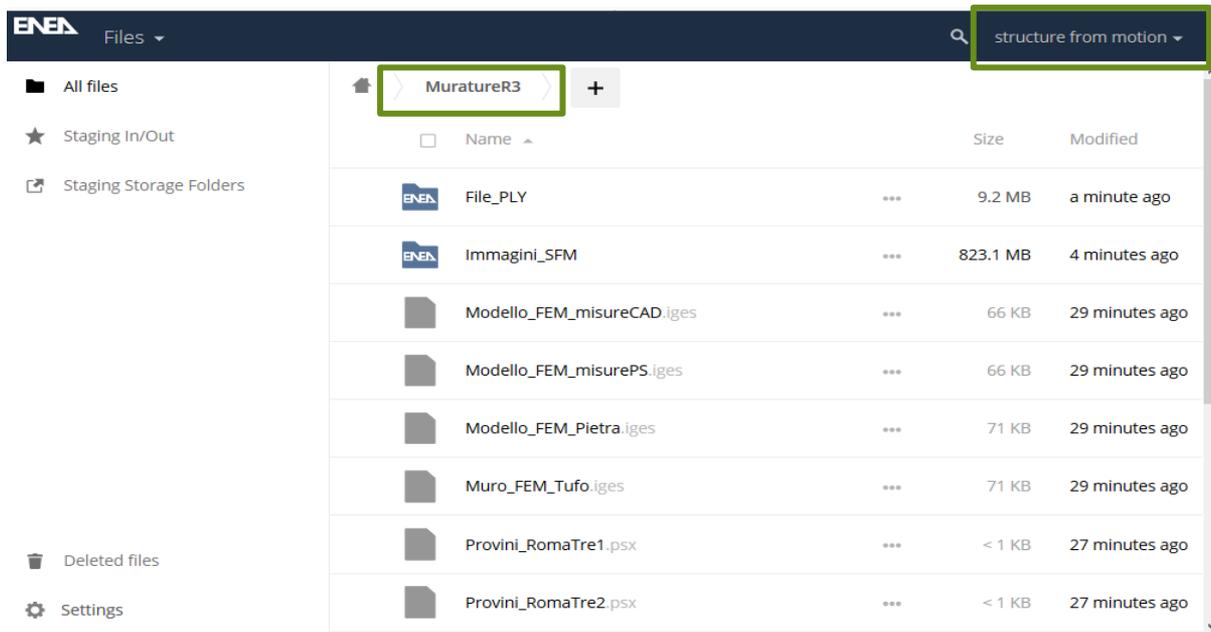
Modello 3D
(struttura reale - costruita)



Confronto tra le misure ottenute dal modello 3D e le misure ottenute dai disegni tecnici in Autocad.

Il anno di attività: repository OwnCloud per la condivisione dei risultati

Repository "SfM" per la condivisione con partner di progetto e utenti remoti di dati scientifici e risultati numerici



The screenshot shows the ENEA OwnCloud interface. The search bar at the top right contains the text "structure from motion". The main content area displays a folder named "MuratureR3" containing several files:

Name	Size	Modified
File_PLY	9.2 MB	a minute ago
Immagini_SfM	823.1 MB	4 minutes ago
Modello_FEM_misureCAD.iges	66 KB	29 minutes ago
Modello_FEM_misurePS.iges	66 KB	29 minutes ago
Modello_FEM_Pietra.iges	71 KB	29 minutes ago
Muro_FEM_Tufo.iges	71 KB	29 minutes ago
Provini_RomaTre1.psx	< 1 KB	27 minutes ago
Provini_RomaTre2.psx	< 1 KB	27 minutes ago

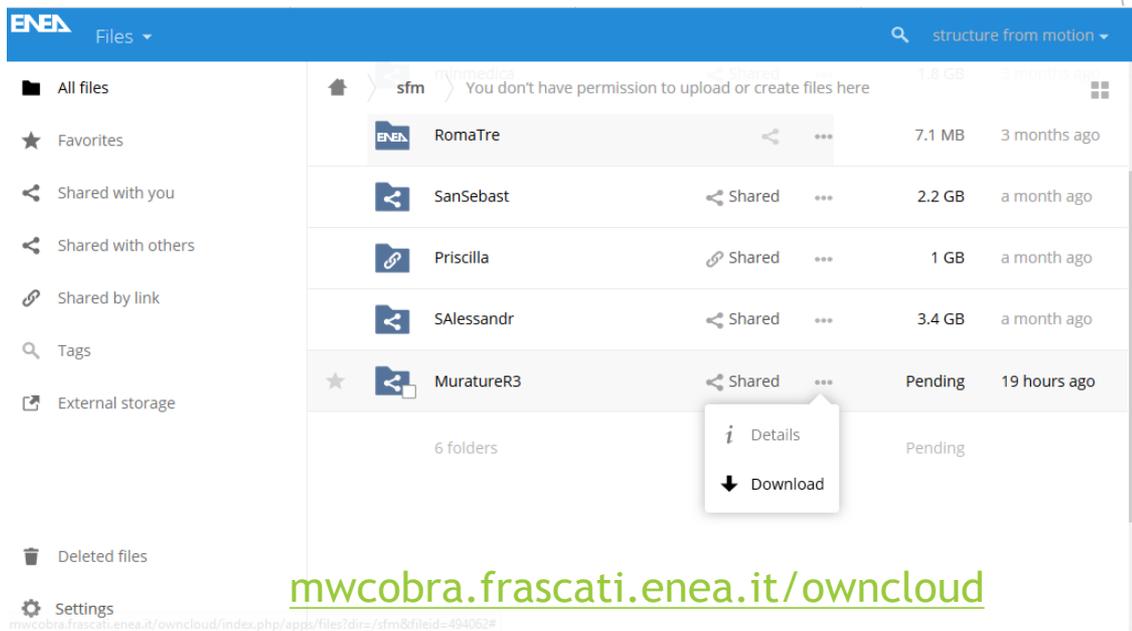
Ricercatore
ENEA

1. Accesso web al repository dei dati: gwcobra.frascati.enea.it/owncloud
2. Creazione SSF da condividere con i partner di progetto

Il anno di attività: repository OwnCloud per la condivisione dei risultati



Partner di progetto
o utente remoto



mwcobra.frascati.enea.it/owncloud

- accesso alla cartella condivisa digitando nome utente e password forniti dall'ENEA;
- possibilità di scaricare i dati e i risultati delle elaborazioni sul proprio pc;
- eseguire proprie analisi numeriche FE;
- inserire e condividere le elaborazioni all'interno della cartella condivisa.

Attività in corso di svolgimento

- ▶ **Debug e verifica del corretto funzionamento dell'intera procedura di *remotizzazione* delle prove e *gestione distribuita* dei dati sperimentali, a seguito delle modifiche apportate al Logbook (campagna di prove sperimentali su tavola vibrante);**
- ▶ **Integrare il Logbook DySCo: sezione «SELECT», per una più facile individuazione degli step di acquisizione da visualizzare successivamente nella sezione VIEW del logbook;**
- ▶ **Definire un processo semiautomatico per l'importazione del modello 3D ottenuto dalla ricostruzione fotogrammetrica in un software di modellazione FE.**



Paper presentati a conferenze:

- ▶ Conferenza GARR 2017: “Gestione distribuita dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di murature storiche”.
I. Bellagamba, F. Iannone, M. Mongelli, S. Migliori, G. Bracco. ENEA, Italy.
- ▶ Conferenza METROARCHAEO 2017: “Experimental data sharing of shaking table tests on masonry structures by “Staging Storage Sharing” (E3S) system”.
I. Bellagamba, F. Iannone, M. Mongelli, B. Calosso, G. Giovanetti, S. Migliori, A. Perozziello, A. Quintiliani, G. De Canio, I. Roselli, G. Bracco. ENEA, Italy.
- ▶ Conferenza CS3 2017: “Staging Storage Sharing System for Data Handling in a Multisite Scientific Organization”.
F. Iannone*, I. Bellagamba, G. Bracco, B. Calosso, G. Giovanetti, S. Migliori, M. Mongelli, A. Perozziello, S. Pierattini, A. Quintiliani, F. Ambrosini, D. Di Mattia, A. Funel, G. Guarnieri, G. Ponti, F. Simoni, M. Steffé. ENEA, Italy.



GIORNATA DI INCONTRO BORSE DI STUDIO GARR “ORIO CARLINI”
MARTEDI' 12 DICEMBRE 2017 - ROMA

Paper sottomessi:

- ▶ Conferenza SAHC 2018: “User of fiber optic sensors and 3D photogrammetric reconstruction for crack pattern monitoring of masonry structures at the “Aurelian Walls” in Rome”.

I. Bellagamba, M. Caponero, M. Mongelli

- ▶ IJMRI (International Journal of Masonry Research and Innovation): “From 2D digital imaging to finite element analysis using the ENEAGRID high performance computing infrastructure for the preservation of historical masonry structures”.

M. Mongelli, I. Bellagamba, F. Iannone, G. Bracco





GIORNATA DI INCONTRO BORSE DI STUDIO GARR "ORIO CARLINI"
MARTEDI' 12 DICEMBRE 2017 - ROMA



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!!!

Ringraziamenti

M. Mongelli; F. Iannone.

G. Bracco; R. Guadagni; S. Migliori; A. Quintiliani.

I colleghi della divisione ICT del Dipartimento di Tecnologie Energetiche dell'ENEA, che a vario titolo mi hanno aiutato nello svolgimento della mia attività di borsa di studio.

Consortium GARR, tutor GARR.

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile