



Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare
Sezione di Milano

IBL Italia
INFN Milano
12 January 2011

Aggiornamenti stave e problematiche inserimento

Simone Coelli

Tempistiche definizione IBL stave

Dal meeting 2-3 Dicembre 2010 a LAPP-Annecy:

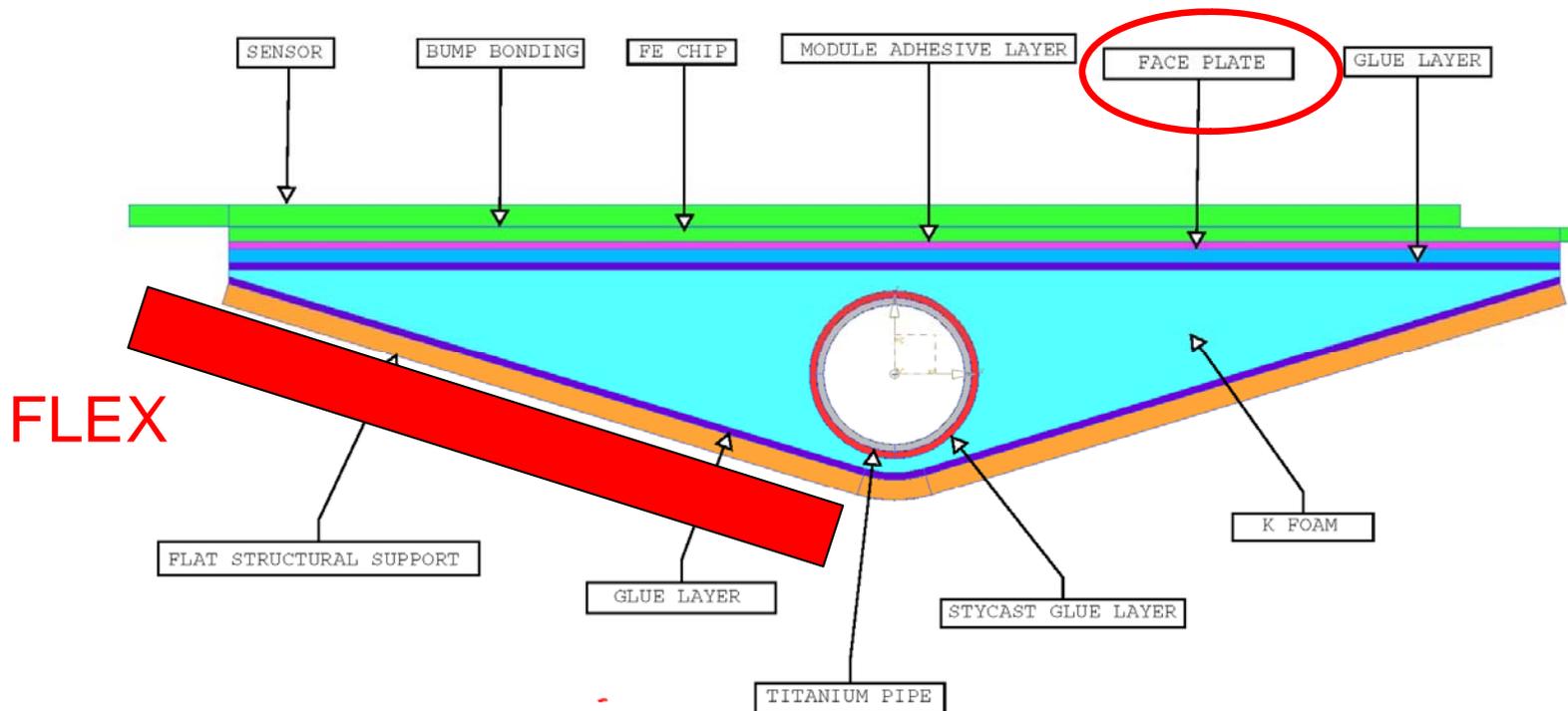
Tempistiche di definizione del progetto per IBL staves,
da comunicazione di Eric Vigeolas:

- Design da definire entro fine gennaio 2011
- Definizione tools e metodica di produzione degli staves, prototipazione entro Maggio 2011
- Test dei prototipi stave in estate 2011
- Seconda iterazione prototipi, con eventuali modificazioni di progetto da risultati dei test, fino alla fine del 2011 per la review
- Definizione degli involucri, soprattutto degli end-block, e schema dell'assemblaggio stave entro fine gennaio 2011
- Definizione fissaggio stave entro fine febbraio 2011

Aggiornamenti design stave

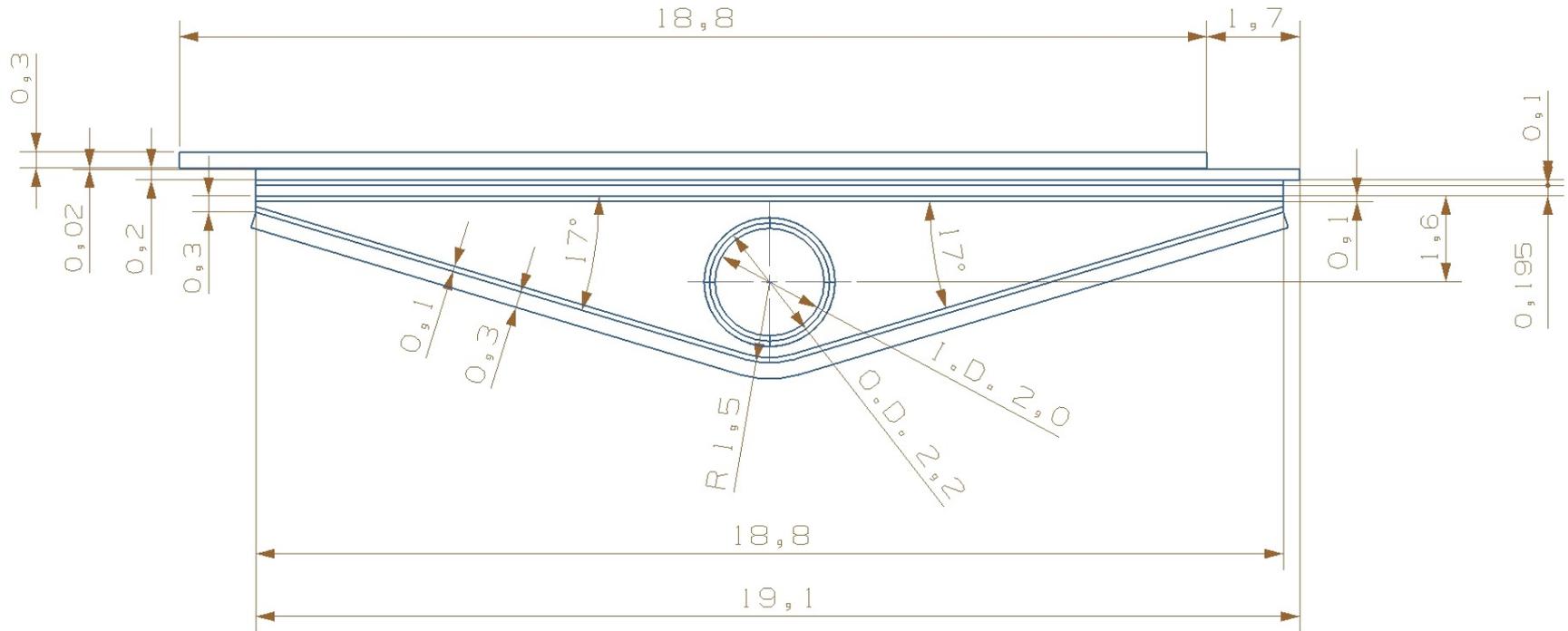
Principali variazioni del design dello stave, da studiare ed implementare:

- Variazione della geometria dello stave: il supporto di composito definito “omega” deve prevedere l’applicazione del “flex” con una nuova geometria “flat-omega” avente delle superfici piane
- Considerazione dell’uso di un interfaccia di materiale composito (face-plate) tra i moduli e il supporto per una problematica evidenziata nell’incollaggio diretto dei moduli sulla superficie porosa della carbon-foam



Aggiornamenti design stave

Geometria in studio e opzioni proposte per l'interfaccia



- Option 1:** The nominal thickness of the composite face-plate is 195 μm (3 plies 0/90/0, each with a nominal thickness of 65 μm).
- Option 2:** a face-plate with a thickness of 65 μm (carbon fibers all along 0°) is considered.

Studio design stave

Studio delle modificazioni proposte con simulazioni in corso:
Metodo Elementi Finiti, con codice ANSYS a Milano

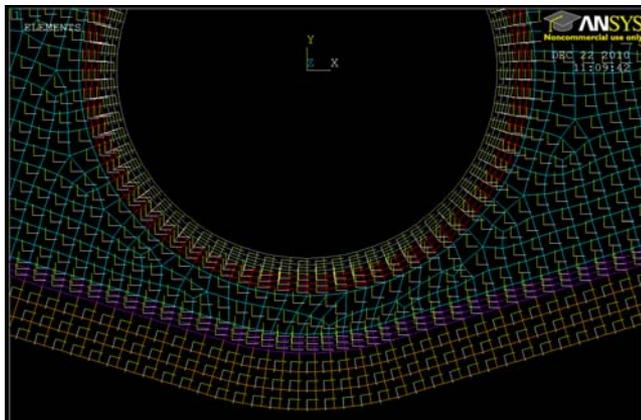
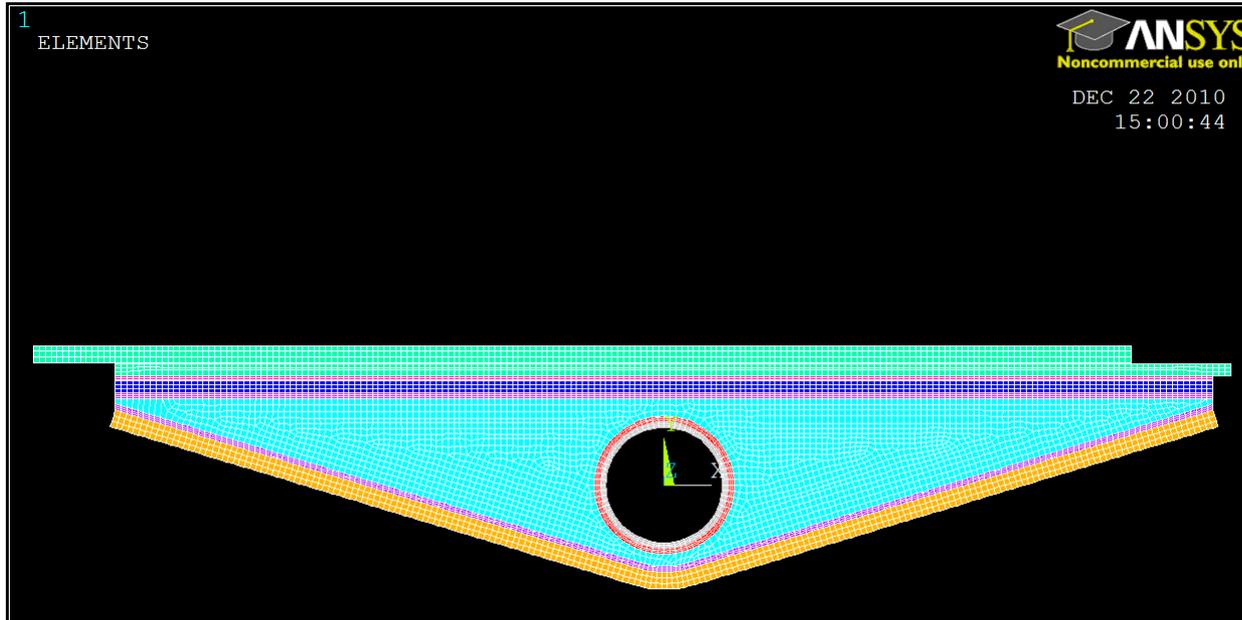
- Prestazioni termiche, per valutazione delle temperature e del margine dal thermal runaway
- Studio di sensitività dei parametri
- Conduttività termica
- delle colle
- del composito face-plate
- della foam

- Deformazioni indotte dal raffreddamento, modello termo-meccanico per studio del comportamento con diverse ipotesi di fissaggio
- anello intermedio
- effetto flex
- effetto rigidità moduli sulla meccanica

- Effetti dinamici e vibrazioni
- Effetti globali IBL (14 staves assemblati)

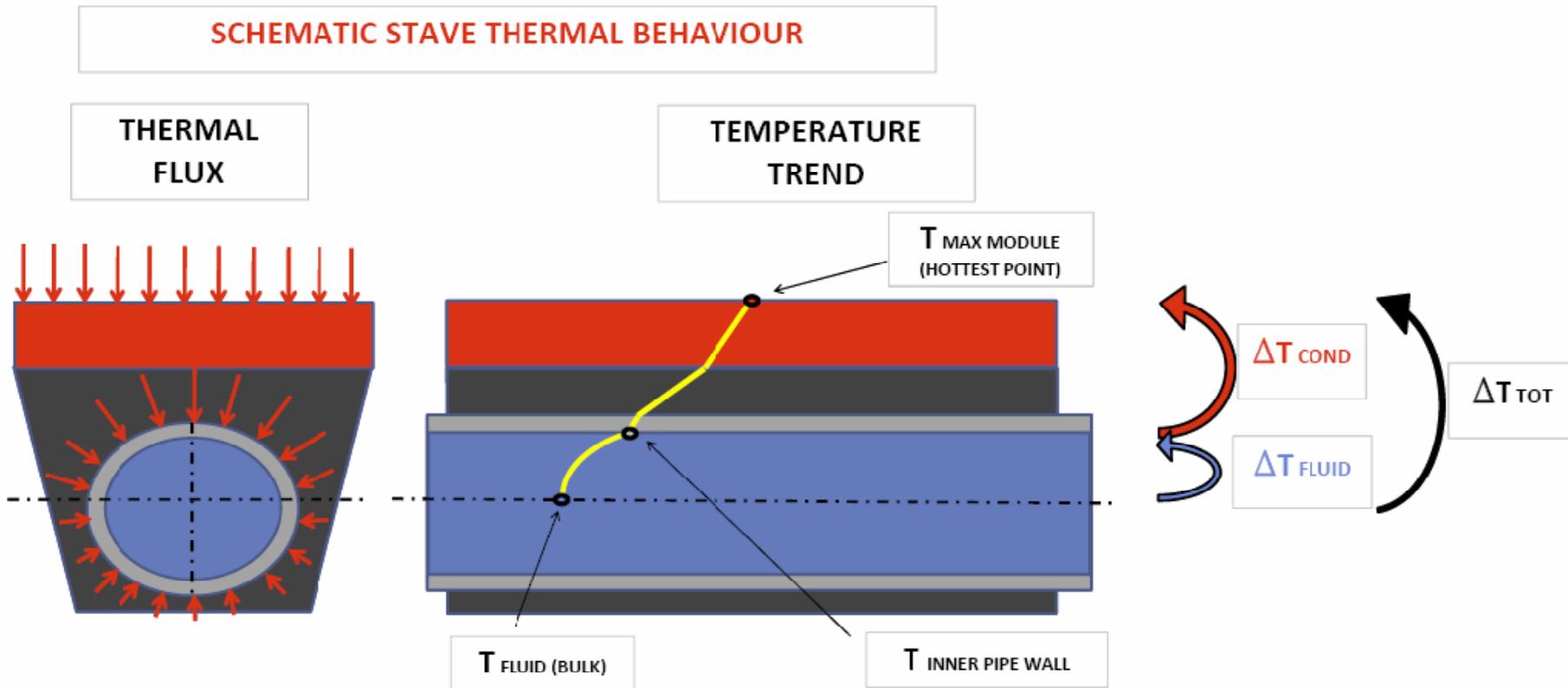
Aggiornamenti design stave

Modello per simulazioni FEM studiato per materiali anisotropi e compositi



Stave thermal performance

Primo report nuove simulazioni termiche dello stave con aggiornamenti,
=> EDMS ATL-IP-EA-0003 "IBL Stave thermal performance"



- ΔT_{fluid} convective contribution: temperature difference between fluid (bulk) and inner pipe wall
- ΔT_{cond} conductive contribution: temperature difference across the stave

Stave thermal performance

$$T_{\text{module}} = T_{\text{FLUID}} + \Delta T_{\text{fluid}} + \Delta T_{\text{cond}}$$

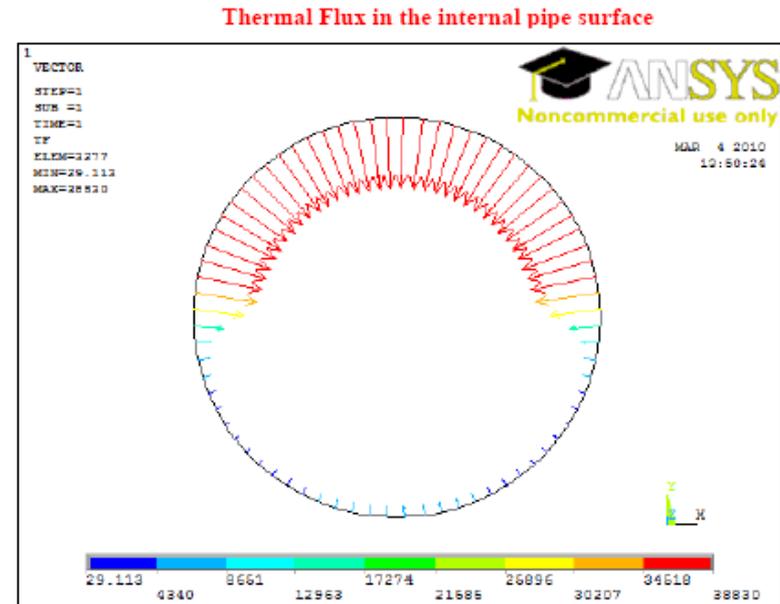
FLUID THERMAL CONVECTIVE CONTRIBUTION

ΔT_{fluid} , is due to the thermal exchange between the cooling fluid, boiling inside the pipe and the inner pipe wall.

The formulation of the effect, to simplify, can be expressed as:

$$\Delta T_{\text{fluid}} = \text{pipe flux} / h_{\text{conv}}$$

For CO₂ boiling in pipe h_{conv} in the range 1000-20000 [W / °C · m²]



Stave thermal performance

$$T_{\text{module}} = T_{\text{FLUID}} + \Delta T_{\text{fluid}} + \Delta T_{\text{cond}}$$

STAVE CONDUCTIVE THERMAL RESISTANCE

- due to the global thermal conduction of the materials between the inner pipe wall to the power source the module.
- consequence of its design.

The formulation of the global stave conductive effect can be expressed as:

$$\Delta T_{\text{cond}} = \text{FoM} * \text{flux} \quad [^{\circ}\text{C}] = [^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}^2/\text{W}] * [\text{W}/\text{cm}^2]$$

where:

flux = input power flux [W/cm^2], this thermal source term is obtained dividing the thermal power imposed by the stave surface on which it is ideally distributed

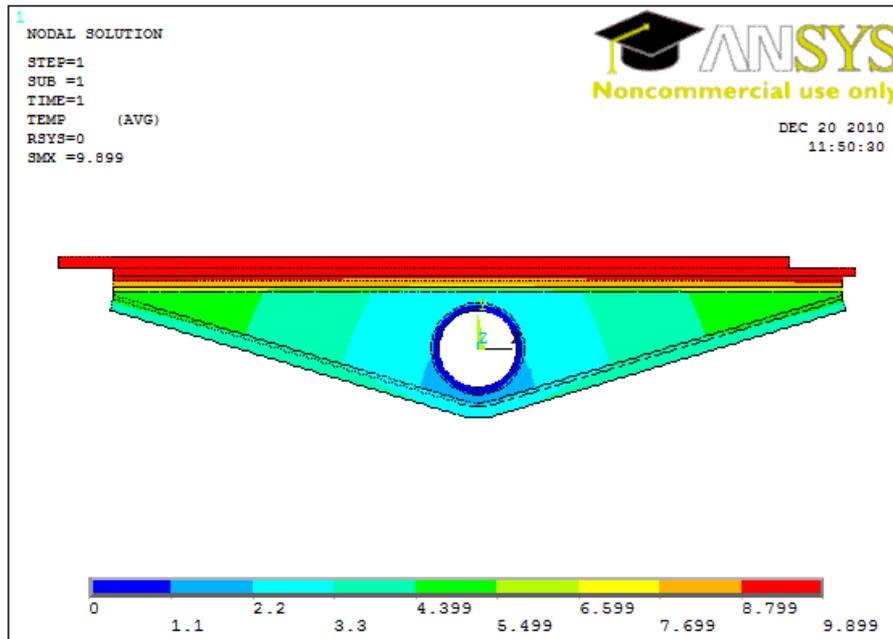
FoM = stave figure of merit, that is the stave conductive thermal resistance [$^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}^2/\text{W}$]

Thermal Figure of Merit is useful to compare the different stave design options.

A good stave should have a LOW thermal Figure of Merit, that means a low stave conductive thermal resistivity.

Stave thermal performance first results

STAVE DESIGN OPTION	COOLING PIPE	OMEGA	FOAM	FACE PLATE	FE CHIPS and SENSORS	BUMP BONDING	STYCAST GLUE (PIPE-FOAM)	MODULE ADHESIVE SE4445	EPOXY GLUE (OMEGA-FOAM) (FACE PLATE-FOAM)
2	TITANIUM GR.2 I.D. = 2,0 mm O.D. = 2,2 mm	K13C/RS3 [0/90/0] Vf = 60% Thick. = 300 μm	KFOAM	K13C/RS3 [0] Vf = 60% Thick. = 65 μm	SILICON	Tin/Ag3,5% Thick. = 20 μm	Thick. = 100 μm	Thick. = 100 μm	Thick. = 100 μm
	K = 16,45 W/m K	K _∞ = 96 W/m K K _⊥ = 0,5 W/m K	K = 40 W/m K	K _∞ = 96 W/m K K _⊥ = 0,5 W/m K	K = 148 W/m K	Equiv. Layer K = 6,32 W/m K	K = 1 W/m K	K = 0,8 W/m K	K = 0,2 W/m K



Thermal FoM

senza FACE-PLATE

7 °C cm² / W

Thermal FoM

FACE-PLATE monopoly (0)

14 °C cm² / W

Thermal FoM

FACE-PLATE (0/90/0)

17 °C cm² / W

Stave thermal performance

Effect of a stave with a face-plate made by a composite (90/0/90) or a single ply interposed between modules and carbon-foam.

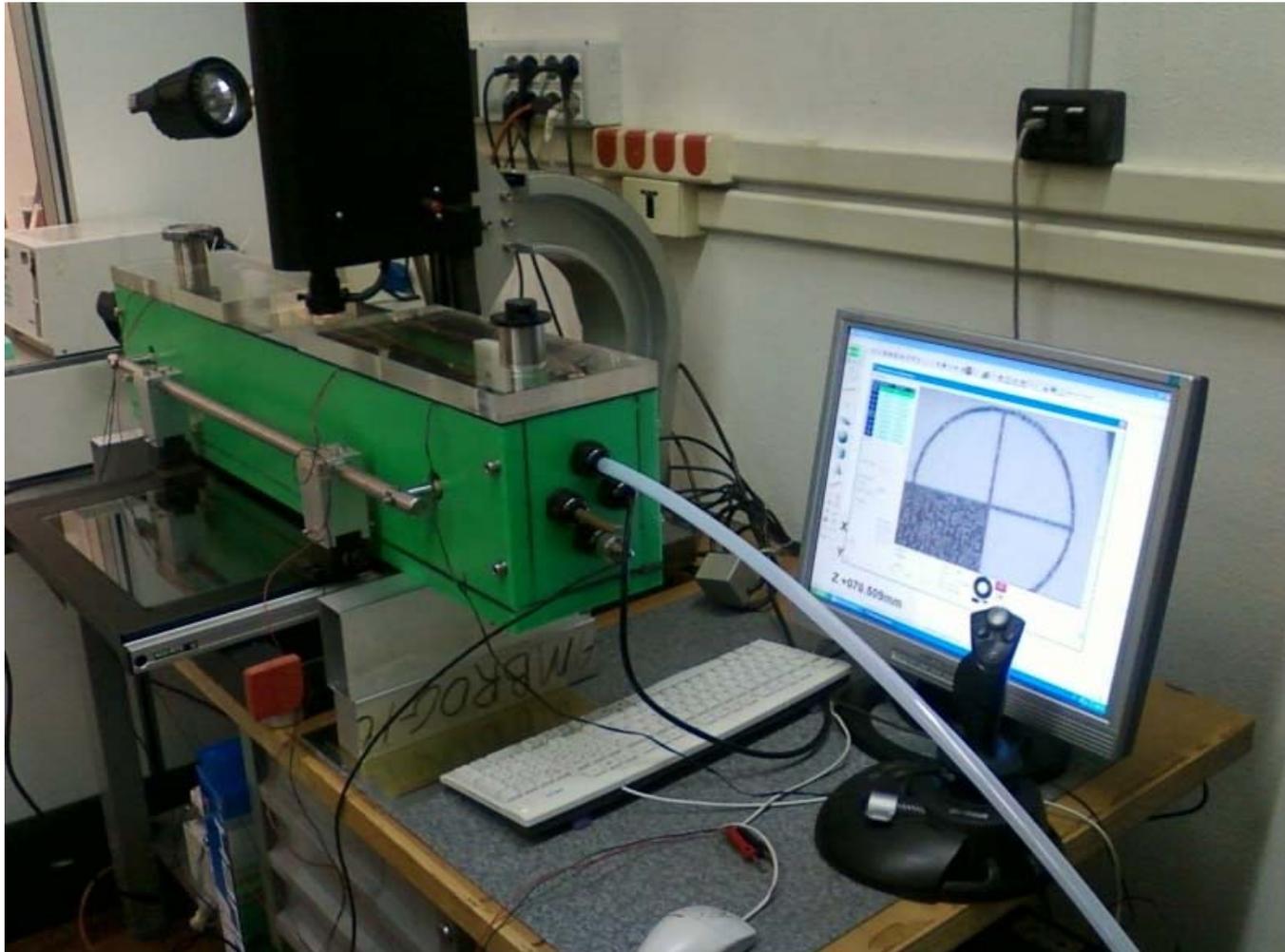
Effects of the glue layers is not negligible and the sensitivity analysis on the conductivity and thickness parameters is useful to see their effects.

The experimental measurement of the real thermal characteristics (thermal conductivity) of the face-plate, the glues, the carbon-foam to be used in the stave construction, will give the real numbers to be put as input in the simulations.

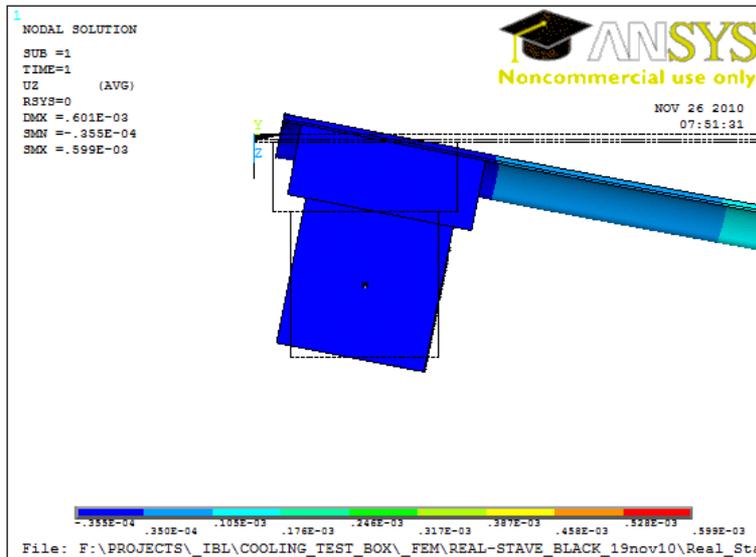
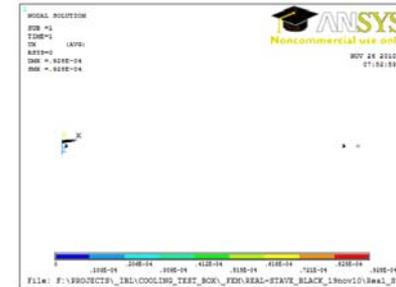
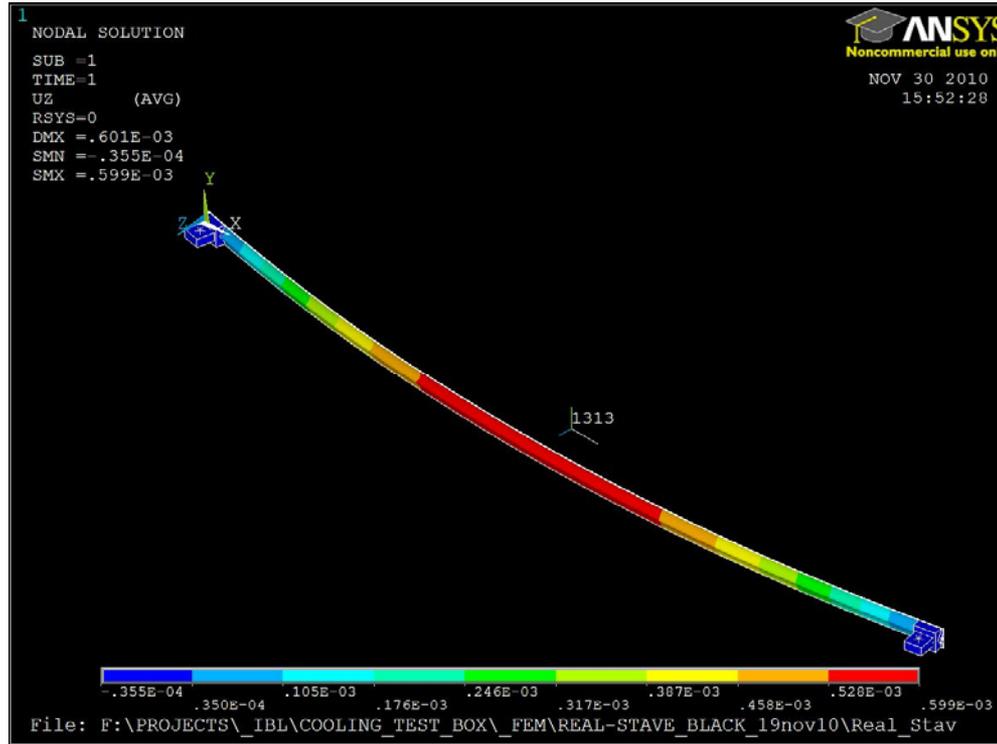
Using measured figures and interpolating between the values used in the sensitivity analysis in the sum-up table will give approximately the expected stave thermal behavior.

Measurement of the thermal deformation induced

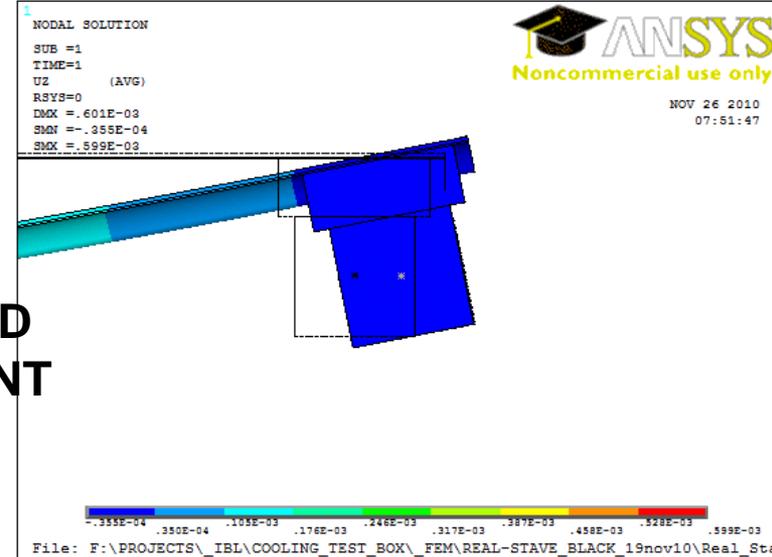
thermo-mechanical FEM validation test



FEM RESULT DETAILS

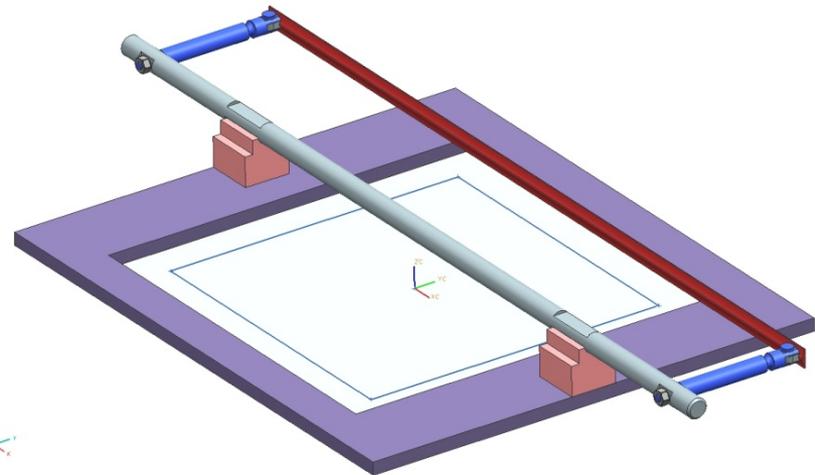
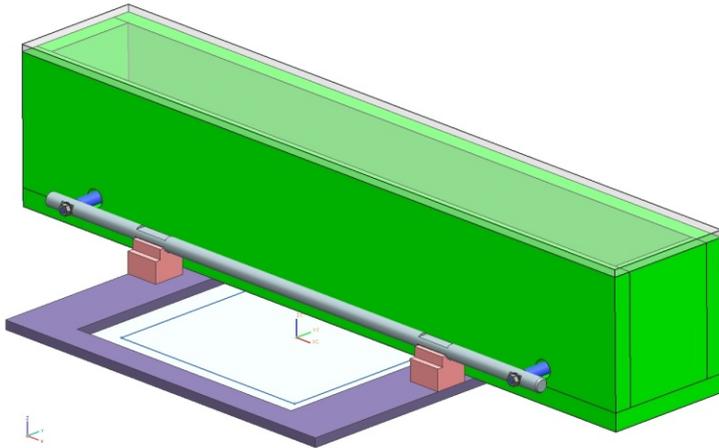


**ROTATION AND
DISPLACEMENT
OF THE B.C.**

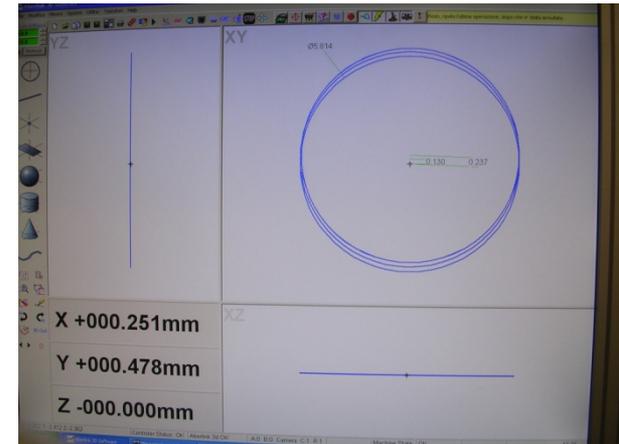
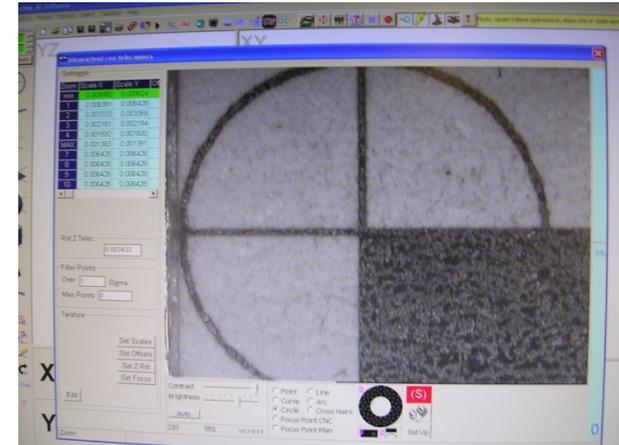
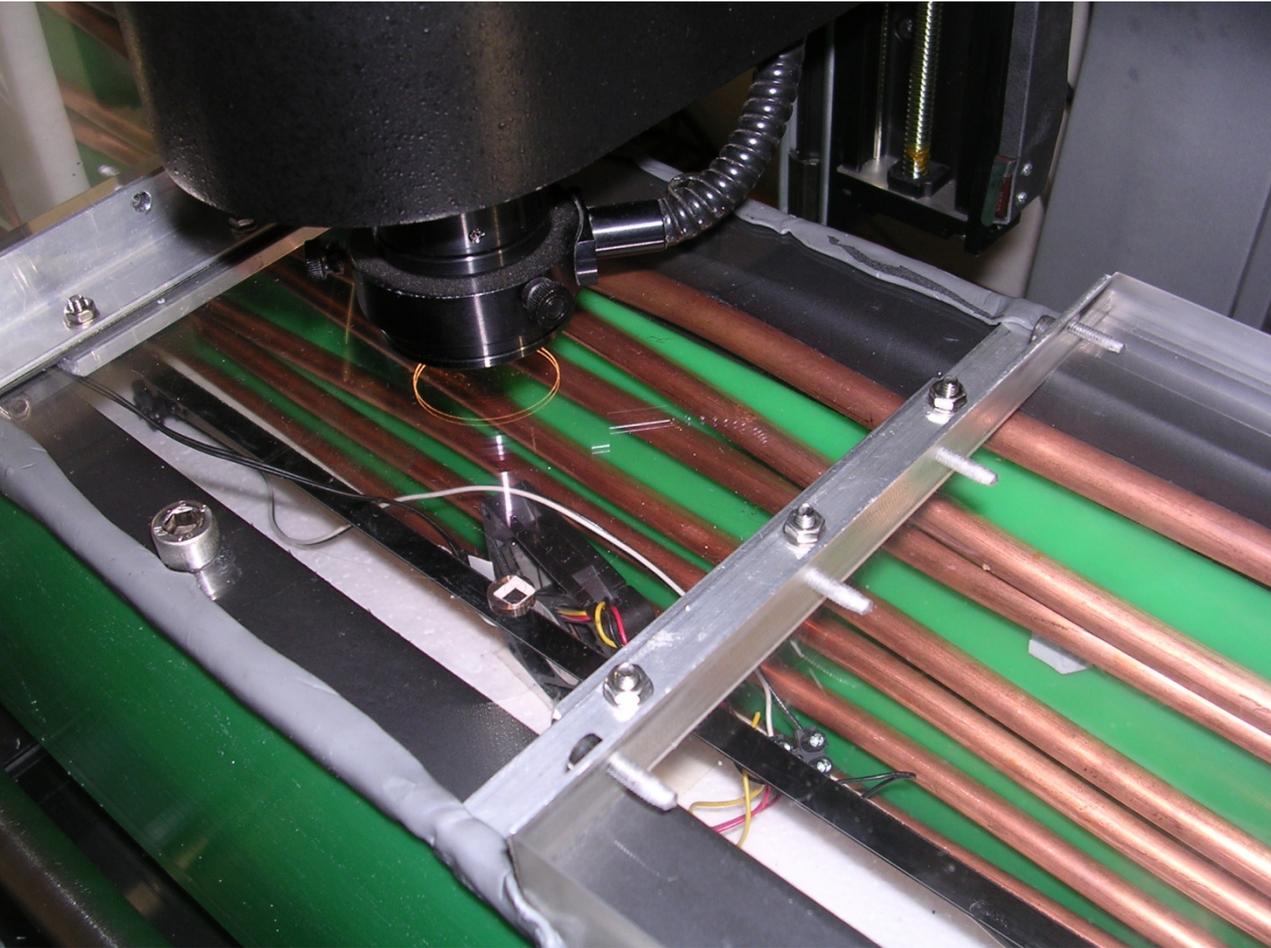


Experimental apparatus

- Environmental box with heating-cooling system
- Injection of dry-air to avoid humidity condensation
- Temperature sensor on the dummy stave
- Dew-point internal measure point
- Optical displacement metrology
- Mechanical constraints attached to a reference bar (NVAR steel insulated bar to minimize B.C. displacement)



Measurement of the thermal deformation



Pictures taken during the test

Scenari di installazione IBL

Problematiche relative all'inserimento del rivelatore IBL:

- la strategia di integrazione/installazione dipende ovviamente dalla tempistica scelta per le operazioni
- Produzione degli elementi critici
 - nuovo Beam-pipe diametro ridotto su cui montare IBL
 - Inner Support Tube da inserire all'interno del B-Layer attuale
- operazione effettuata in coordinazione all'integrazione dei nuovi service Quarter Panel in superficie, usando il tool ITT (usato per integrazione di Pixel)
- diversa strategia per inserimento in caverna ATLAS

Scenari di installazione IBL

Durante le operazioni in superficie per i nSQP si provvede a de-integrare parzialmente il Pixel Detector in questa fase sarebbe possibile in alternativa:

1. montare direttamente IBL nel detector, se pronto
2. Avvantaggiarsi per
 - inserire IST: sicuramente il supporto sarebbe posizionato con accuratezza e stabilita' migliore
 - modificare le flange del beam-pipe attuale per facilitare il suo successivo smontaggio in caverna
 - riduzione del rischio per il rivelatore Pixel delle operazioni
 - Riduzione del tempo di lavoro in caverna attivata
 - Semplificazione tool da sviluppare per tale operazione