ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DI MODENA

# CORSO FIRE SAFETY ENGINEERING

FSE PER LA SALVAGUARDIA DELLA VITA UMANA (ESODO)
E PER LA VERIFICA DELLA RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE

Dott. Pietro Monaco
p.monaco@edilizianamirial.it

Namirial Spa
Soluzioni Software per l'Edilizia

METODI

# Capitolo M.1 Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio


Premessa

Fasi della metodologia

Prima fase: analisi preliminare
- Definizione del progetto
- Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio
- Definizione delle soglie di prestazione
- Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Seconda fase: analisi quantitativa
- Elaborazione delle soluzioni progettuali
- Valutazione delle soluzioni progettuali
- Selezione delle soluzioni progettuali idonee

Documentazione di progetto

Sommario tecnico

Relazione tecnica

Requisiti aggiuntivi per la gestione della sicurezza antincendio

Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo

Riferimenti

## M.1.1 Premessa

1. L'applicazione dei principi dell'ingegneria della sicurezza antincendio consente, analogamente alle altre discipline ingegneristiche, di definire soluzioni idonee al raggiungimento di obiettivi progettuali mediante analisi di tipo *quantitativo*.

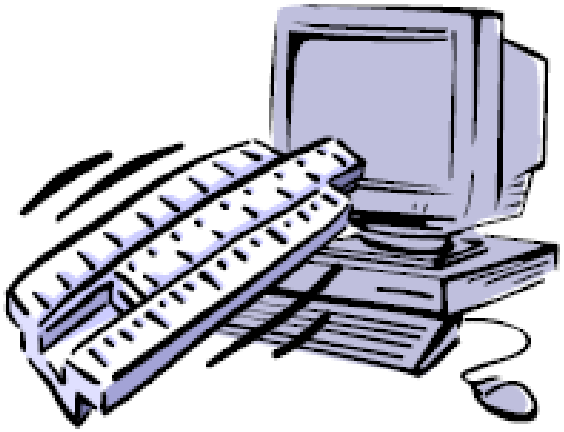
   Il progettista definisce lo *scopo* della progettazione, quindi specifica gli *obiettivi di sicurezza antincendio* che intende garantire e li traduce in *soglie di prestazione* quantitative. Successivamente identifica gli *scenari d'incendio di progetto*, i più gravosi eventi che possono ragionevolmente verificarsi nell'attività.

   Dopodiché, grazie a strumenti di modellazione analitici o numerici, descrive o calcola gli effetti degli *scenari d'incendio di progetto* in relazione alla *soluzione progettuale* ipotizzata per l'attività. Se gli effetti così calcolati conservano un adeguato *margine di sicurezza* rispetto alle *soglie di prestazione* precedentemente stabilite, allora la soluzione progettuale analizzata è considerata accettabile.

# IL RUOLO DEI MODELLI DI SIMULAZIONE

TEST E VERIFICA

delle scelte/ipotesi progettuali



**Strumenti di supporto alle decisioni**

# Modelli deterministici di simulazione degli incendi

- Sono basati sui principi della chimica e delle fisica dell’incendio (conservazione della massa, dell’energia e della quantità di moto)

Si distinguono in

Modelli a zone

Modelli di campo

# IL RUOLO DEI MODELLI DI SIMULAZIONE

PART 4: Software for fire design

F. Morente; J. de la Quintana
*LABEIN Technological Centre, Bilbao, Spain*

F. Wald
*Czech Technical University in Prague, Czech Republic*

To determinate the safety of a structure is also necessary to have clearly the requirements that the structure has to fulfil. Normally these requirements are defined in function of the time. In each country there are codes and regulations specifying these requirements (prescriptive requirements). Through the fire safety engineering, different methodologies has been developed to determinate these requirements in a more realistic way (performance based requirements; see figure 3 - requirements).

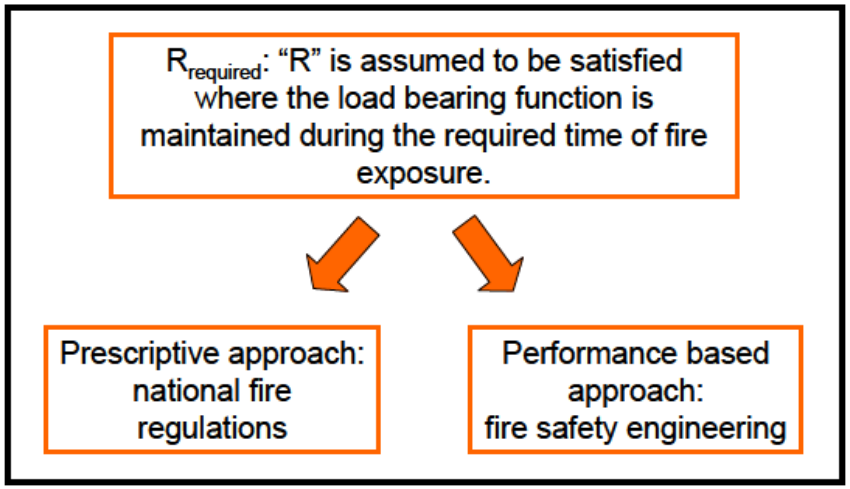



Fig. 3 Requirements

In order to obtain these two parameters ($R_{\text{resistance of the structure submitted to fire}}$ and $R_{\text{required for being safe}}$), a lot of fire software have been developed. A total of 177 fire software have been detected, being 30 of them publicly available.

# CLASSIFICATION OF FIRE SOFTWARE

2.1 *Fire Thermal models:*

Into this application field we can found different types of software in function of the method to solve the thermal response associated to a fire. To classify them we follow the classification of the EN 1991-1-2:2002 for the "Thermal actions for temperature analysis" (See figure 5).

| Fire thermal models | | |
|---|---|---|
| Nominal temperature – time curves (Prescriptive rules) | Standard temperature – time curve | |
| | External fire curve | |
| | Hydrocarbon curve | |
| Natural fires (Performance based rules) | Simplified fire models | Compartment fires |
| | | Localised fires |
| | Advanced fire models | Zone models |
| | | Field models |

Fig. 5 Thermal actions for temperature analysis – Fire Thermal models

## M.1.9 Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo

1. Il professionista antincendio può optare tra i modelli di calcolo che le conoscenze tecniche di settore mettono a disposizione, sulla base di valutazioni inerenti la complessità del progetto.

2. Il professionista antincendio che adotta modelli di calcolo sofisticati, deve possedere una particolare competenza nel loro utilizzo, nonché un'approfondita conoscenza sia dei fondamenti teorici che ne sono alla base che della dinamica dell'incendio.

3. Allo stato attuale i modelli più frequentemente utilizzati sono:

   a. modelli analitici,

Nota Ad esempio, le correlazioni per i modelli di incendio localizzati o *fire plumes* di Zukoski, Heskestad, McCaffrey, Thomas, Hasemi e Nishiata, Alpert, …

   b. modelli numerici tra cui:

      i. modelli di simulazione dell'incendio a zone per ambienti confinati,

Nota Ad esempio, codici di calcolo CFAST, Ozone, …

      ii. modelli di simulazione dell'incendio di campo,

Nota Ad esempio, codici di calcolo CFX, FDS, Fluent, …

      iii. modelli di simulazione dell'esodo,

Nota Ad esempio, codice di calcolo FDS+EVAC, …

      iv. modelli di analisi termostrutturale.

Nota Ad esempio, codici di calcolo Abaqus, Adina, Ansys, Diana, Safir, …

4. Nel loro campo di applicazione, i modelli analitici garantiscono stime accurate di effetti specifici dell'incendio (es. il calcolo del tempo di *flashover* in un locale). Per analisi più complesse che coinvolgano interazioni dipendenti dal tempo di più processi di tipo fisico e chimico presenti nello sviluppo di un incendio si ricorre generalmente ai modelli numerici.

# MODELLI NUMERICI DI SIMULAZIONE

## Confronto prestazioni codici numerici

| Principali Vantaggi dei Modelli Numerici | | |
|---|---|---|
| **Proprietà** | **Modelli a zone** | **Modelli di campo** |
| *Definizione della geometria* | Semplificata | Esatta** |
| *Definizione della ventilazione* | Esatta | Esatta |
| *Sorgente termica* | Semplificata | Semplificata - Esatta |
| *Complessità del modello* | Bassa | Alta |
| *Risultati* | Globali, integrali | Locali |
| *Verifica* | Costosa | Costosa |
| *Test di plausibilità* | Semplice | Costoso |
| *Dipendenza dalle dimensioni* | Media | Alta** |
| *Accuratezza dei risultati locali* | Ordine della soluzione | Dimensioni cella |
| *Costo di utilizzo* | Basso | Molto alto* |

* Tempi di calcolo crescenti in modo esponenziale con il numero di celle.
** Dipendenza dalle dimensioni della griglia e dagli errori di discretizzazione.

| Capacità Previsionali dei Modelli Numerici | | |
|---|---|---|
| **Capacità Previsionale** | **Modelli a zone** | **Modelli di campo** |
| *Temperatura locale del pennacchio* | Si | Si |
| *Temperatura locale esterna al pennacchio* | Pennacchi a soffitto Interno pareti | Si |
| *Temperatura degli strati* | Si | Si |
| *Concentrazione Fumi* | Si | Si |
| *Campo di velocità* | Pennacchio – Aperture | Si |
| *Geometria complessa* | no | Si - Onerosa |
| *Temperature di parete* | Si | Si - Equazione della Conduzione |
| *Analisi parametrica* | Semplice | Possibile - Onerosa |

# Strumenti di simulazione

## Modelli a zona

**Per** essere in grado di **utilizzare** le equazioni differenziali ordinarie derivate dalle **leggi** fondamentali di **conservazione della massa e dell'energia** alla base del modello **sono necessarie le seguenti ipotesi semplificative**:

- Il pennacchio (plume) del focolaio agisce come una pompa di calore che sposta una massa, costituita dalle particelle di fumo, e riscalda la zona superiore.
- **Il fumo si stratifica in due strati distinti considerati uniformi al loro interno.**
- Non si considera la propagazione delle fiamme agli arredi circostanti, ma gli oggetti che bruciano vengono impostati con i valori della propria curva HRR

# GLI STRUMENTI DI SIMULAZIONE

| Application field: zone models | | | |
|---|---|---|---|
| Model | Country | Id. Number | Short description |
| ARGOS | Danish | 4 | Multiroom zone model |
| ASET/ASET-B | USA | 5 | One room zone model without ventilation |
| ASMET | USA | 6 | Atria Smoke Management Engineering Tool |
| Branzfire | New Zealand | 7 | A multi-room zone model fully integrated with a flame spread and fire growth model applicable to room fire scenarios. |
| BRI-2 | Japan/US | 8 | Two-layer zone model for multi-storey, multiroom smokes transport |
| CCFM/Vents | USA | 9 | Multiroom zone model with ventilation |
| Cfire-X | German/Norway | 10 | Zone model for compartment fires, particularly liquid hydrocarbon pool fires |
| CiFi | France | 11 | Multiroom zone model |
| COMPBRN | USA | 12 | Compartment zone model |
| COMPF2 | USA | 13 | Single room postflashover compartment model |
| *DACFIR-3* | *USA* | *14* | *Zone model for aircraft cabin* |
| DSLAYV | Sweden | 15 | Single compartment zone model |
| FAST/CFAST | USA | 16 | Zone model to predict the environment in a compartment structure |
| FASTLite | USA | 17 | Feature limited version of CFAST |

# GLI STRUMENTI DI SIMULAZIONE

| | | | |
|---|---|---|---|
| FFM | USA | 18 | Preflashover zone model |
| *FIGARO II* | *German* | *19* | *Zone model for determining untenability* |
| FIRAC | USA | 20 | Uses FIRIN, including complex vent systems |
| FireMD | USA | 21 | One room, two zone model |
| FireWalk | USA | 22 | Uses CFAST model with improved visualisation |
| FireWind | Australian | 23 | Multiroom zone model with several submodels |
| FIRIN | USA | 24 | Multiroom zone model with ducts, fans and filters |
| FIRM | USA | 25 | One room, two zone model |
| FIRST | USA | 26 | One room zone model with ventilation |
| FLAMME-S | France | 27 | Two-zone model |
| FMD | USA | 28 | Zone model for atria |
| HarvardMarkVI | USA | 29 | Earlier version of FIRST |
| HEMFAST | USA | 30 | Furniture fire in a room |
| HYSLAB | Sweden | 31 | Preflashover zone model |
| IMFE | Poland | 32 | Single compartment zone model with vents |
| *MAGIC* | *France* | *33* | *Two-zone model for nuclear power stations* |
| **MRFC** | **German** | **34** | **Multiroom zone model, smoke movement and thermal load on structures** |
| **NAT** | **France** | **35** | **Single compartment zone model focused to the response of the structures** |
| NBS | USA | 36 | Preflashover zone model |
| NRCC1 | Canada | 37 | Single compartment zone model |
| NRCC2 | Canada | 38 | Large office space zone model |
| OSU | USA | 39 | Single compartment zone model |
| **Ozone** | **Belgium** | **40** | **Zone model focused to the response of the structures** |

# GLI STRUMENTI DI SIMULAZIONE

| | | | |
|---|---|---|---|
| POGAR | Russia | 41 | Single compartment zone model |
| RADISM | UK | 42 | Zone model incorporating an immersing ceiling jet within the buoyant layer, sprinklers and vents |
| RFIRES | USA | 43 | Preflashover zone model |
| R-VENT | Norway | 44 | Single room smoke ventilation model |
| SFIRE-4 | Sweden | 45 | Postflashover zone model |
| SICOM | France | 46 | Single compartment zone model |
| SMKFLW | Japan | 47 | One layer zone model for transport of smoke in buildings |
| Smokepro | Australian | 48 | Single compartment smoke zone model |
| SP | UK | 49 | Postflashover zone model |
| WPI-2 | USA | 50 | Single compartment zone model |
| WPIFIRE | USA | 51 | Multiroom zone model |
| ZMFE | Poland | 52 | Single compartment zone model |

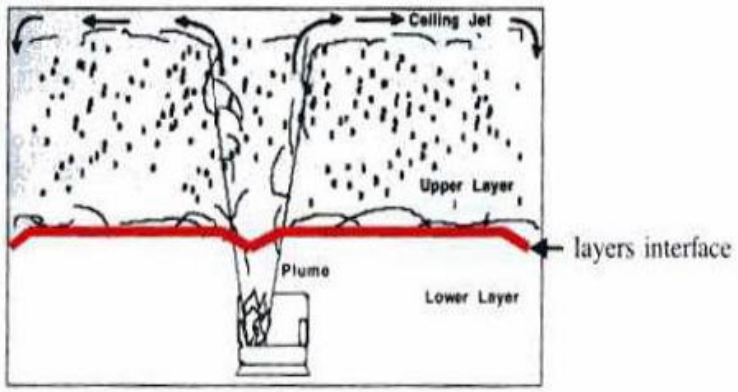
# Caratteristiche dei modelli a zona

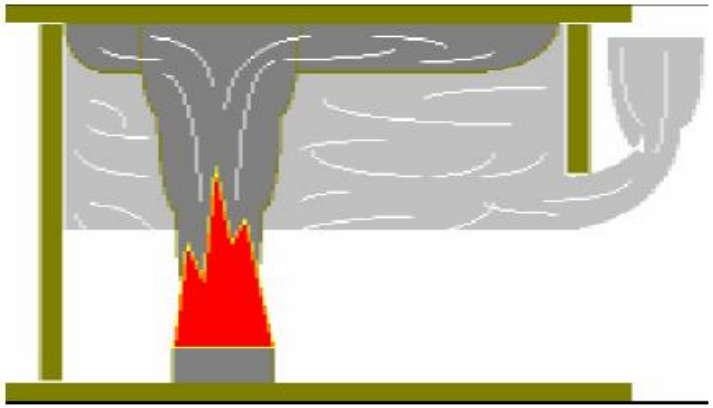
I modelli a zona stimano in funzione del tempo:

- le temperature (medie) dello strato inferiore e superiore;
- la posizione dell'interfaccia tra le zone;
- la concentrazione di ossigeno;
- la concentrazione di ossido di carbonio;
- la visibilità;
- il flusso in entrata ed in uscita da aperture verso l'esterno o verso altri locali.
- i risultati di output sono tabellari.

# CARATTERISTICHE DEI MODELLI A ZONA

- *Ogni compartimento è diviso in due volumi: strato superiore e strato inferiore*
- *Le caratteristiche termodinamiche e le concentrazioni dei fumi e delle specie chimiche vengono considerate uniformi per ciascuna delle due zone*
- *Una terza zona può essere rappresentata dal "plume"*
- *Per la schematizzazione di camini, ascensori, ecc… possono essere utilizzati modelli ad una sola zona.*



# CARATTERISTICHE DEI MODELLI A ZONA

- **I modelli a zone si applicano, in genere, ad ambienti con geometria semplice**, anche se collegati tra di loro e con aperture.
- I dati di input per i modelli a zone variano dal modello e dalle informazioni che si desidera ottenere.
- **Generalmente, in questi modelli i dati di input sono molto meno numerosi rispetto a quelli richiesti per i modelli di campo**. Sono necessari dati sulla geometria del compartimento e sul numero e dimensioni delle aperture.
- La conoscenza delle proprietà termiche delle pareti di confine del compartimento é necessaria per stimare la dispersione del calore attraverso muri, soffitto, solai ecc.

# Caratteristiche dei modelli a zona

- Nei modelli a zone la “storia” dell’incendio è definita dall’andamento della curva del tasso di rilascio termico (HRR) costruita dall’analista

- Nei modelli di campo è lo stesso modello che costruisce la “storia dell’incendio” determinando l’andamento della curva di rilascio termico (HRR)

# STRUMENTI DI SIMULAZIONE

**Modelli di campo**

- Un modello di campo rappresenta la punta di diamante dell'ingegneria antincendio
- Il modello di campo CFD suddivide lo spazio da esaminare in una griglia tridimensionale di volumi di controllo dove vengono risolte le equazioni di trasmissione del calore e degli elementi della combustione
- I modelli CFD possono essere usati per esaminare geometrie complesse

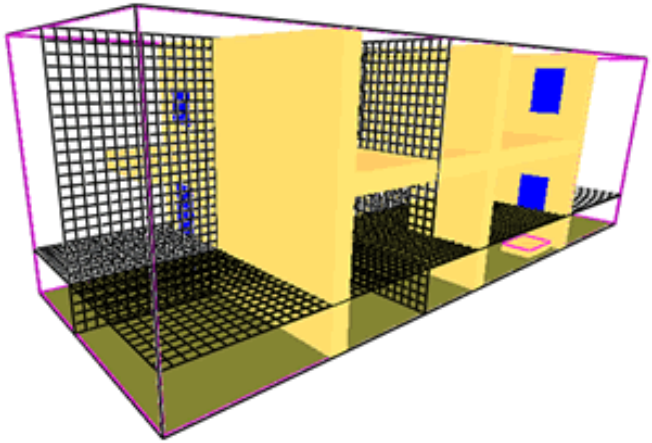
# GLI STRUMENTI DI SIMULAZIONE

| Application field: Field models (CFD) | | | |
|---|---|---|---|
| Model | Country | Id. Number | Short description |
| *ALOFT-FT* | *USA* | *53* | *Smoke movement from large outdoor fires* |
| **CFX** | **UK** | **54** | **General purpose CFD software** |
| FDS | USA | 55 | CFD code specific for fire related flows |
| FIRE | Australian | 56 | CFD model with water sprays and coupled to solid/liquid phase fuel to predict the burning rate and extinguish process |
| FISCO-3L | German/Norway | 57 | One room field model for describing the interaction of sprinkler sprays with fire gases with forced or natural ventilation |
| **FLUENT** | **USA** | **58** | **General purpose CFD software** |
| JASMINE | UK | 59 | CFD model for fire and smoke spread |
| KAMALEON | Norway | 60 | CFD model for fire linked to a finite element code for thermal responses of the structures |
| KOBRA-3D | German | 61 | CFD model for heat transfer and smoke spread |
| MEFE | Portugal | 62 | CFD model for one or two compartments, includes time response of thermocouples |
| **PHOENICS** | **UK** | **63** | **General purpose CFD software** |
| RMFIRE | Canada | 64 | Two dimensional field model for the transient calculation of smoke movement |
| SMARTFIRE | UK | 65 | Fire field model |
| SmokeView | USA | 66 | Tool for visualising FDS data |
| SOFIE | UK/Sweden | 67 | CFD model for fire and smoke spread |
| *SOLVENT* | *USA* | *68* | *CFD model for heat transfer and smoke spread in a tunnel* |
| SPLASH | UK | 69 | Field model for describing the interaction of sprinkler sprays with fire gases |
| **STAR-CD** | **UK** | **70** | **General purpose CFD software** |
| *TUNFIRE* | *UK* | *71* | *CFD model for heat transfer and smoke spread in a tunnel* |
| UNDSAFE | USA/Japan | 72 | Field model for outdoors and indoor fires |

# CARATTERISTICHE DEI MODELLI DI CAMPO

**Modelli di campo (FDS)**

- I modelli di campo forniscono la stima dell'evoluzione dell'incendio in uno spazio per via numerica, risolvendo le equazioni differenziali di conservazione (della massa, dell'energia, della diffusione delle specie ecc.) che risultano da un  incendio.
-



- Questo approccio è sviluppato attraverso i metodi degli elementi finiti

# CARATTERISTICHE DEI MODELLI DI CAMPO

## Modelli di campo (FDS)

- I modelli di campo dividono uno spazio in un numero elevato di elementi e risolvono le equazioni di Navier-Stokes all'interno di ciascuno di essi.
- Maggiore il numero di elementi, più dettagliata sarà la soluzione.
- I risultati sono tridimensionali e, se comparati con i modelli a zone, molto più dettagliati

Navier-Stokes:

Mass Conservation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho \boldsymbol{u} = \dot{m}_b'''$$

Momentum Conservation

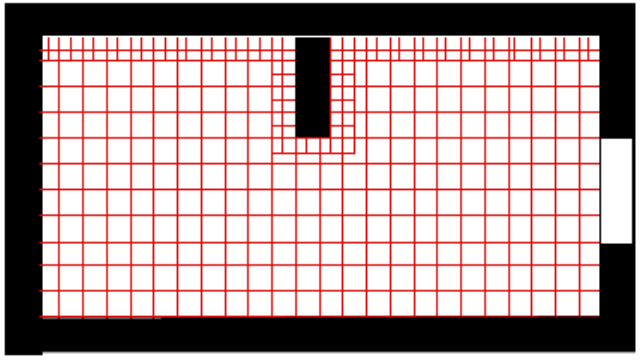
$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \boldsymbol{u}) + \nabla \cdot \rho \boldsymbol{u}\boldsymbol{u} + \nabla p = \rho \boldsymbol{g} + \boldsymbol{f}_b + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau}_{ij}$$

Energy Conservation

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \nabla \cdot \rho h \boldsymbol{u} = \frac{Dp}{Dt} + \dot{q}''' - \nabla \cdot \dot{\boldsymbol{q}}''$$

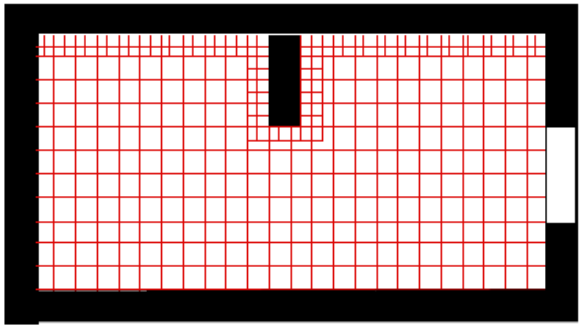
Gas Equation (for closure)

$$p = \rho \mathcal{R}_{\text{spec}} T$$



# Caratteristiche dei modelli di campo

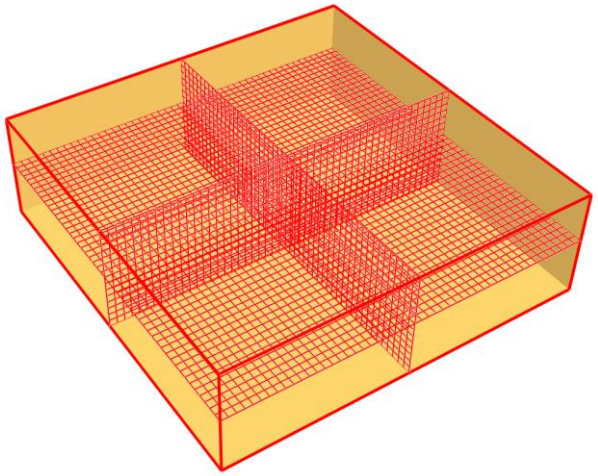
- Una delle principali caratteristiche dei modelli di campo è quella di rappresentare l'ambiente in cui si manifesta la combustione nel modo più adeguato alle necessità dell'utente.
- **A differenza dei modelli a zone, attraverso la definizione di celle tridimensionali, possono essere studiate geometrie diverse da quelle assimilabili al parallelepipedo**.
- Si possono prendere in considerazione la presenza di elementi architettonici particolari

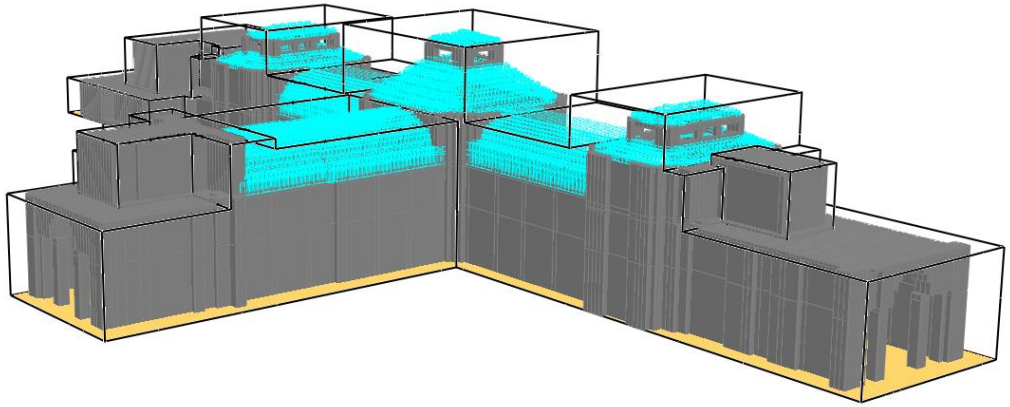


# Caratteristiche dei modelli di campo

*I modelli di campo, grazie alla suddivisione del "dominio" in celle tridimensionali, consentono di studiare geometrie diverse e più complesse di quelle assimilabili a parallelepipedi, previste dai modelli a zone.*
*Affinché il metodo conduca a risultati accurati è necessario però che le "celle" abbiano dimensioni ridotte (35 -50 cm) e siano molto numerose (alcune centinaia di migliaia)*

***Griglia tridimensionale***

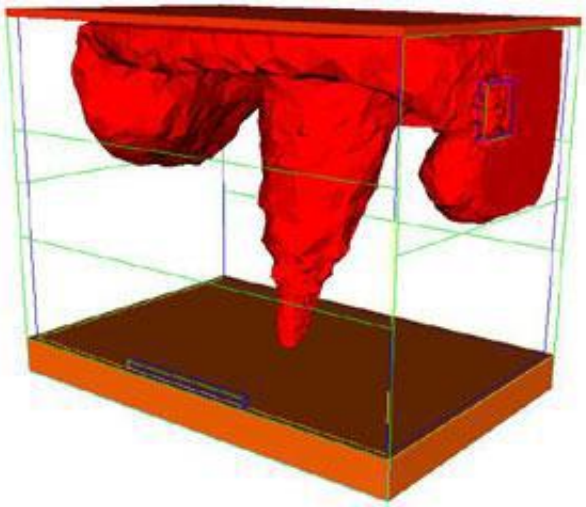




# CARATTERISTICHE DEI MODELLI DI CAMPO

I modelli di campo predicono in funzione del tempo:

- la distribuzione puntuale dei prodotti della combustione
  - fiamme
  - fumo
  - Anidride carbonica ($CO_2$)
  - Monossido di carbonio (CO)
- componenti del calore trasmesso
  - conduttiva, convettiva, radiattiva, totale
- Heat Release Rate
- La temperatura delle pareti, la trasmissione del calore attraverso le pareti, le aperture, all'interno di oggetti, ecc.,
- la propagazione del fumo e il movimento dell'aria causati dall'incendio, dal vento, e dal sistema di ventilazione.



# STRUMENTI DI SIMULAZIONE

**Modelli a zona**

- **CFAST** è un modello a zone sviluppato per predire gli effetti dell'incendio sulle temperature e sulle concentrazioni di gas
- suddivide ogni locale in un piccolo numero di volumi di controllo chiamati "layer", lo stato di ognuno dei quali è ipotizzato uniforme al suo interno, cioè i valori di temperatura, quantità di fumo, concentrazione dei prodotti della combustione sono uguali in ogni punto dello stesso volume;
- **I metodi a zone sono veloci, ma le informazioni ottenute sono in qualche misura limitate**

# CARATTERISTICHE DEI MODELLI A ZONA

- **In CFAST l'incendio è considerato come una sorgente di combustibile rilasciata con una determinata velocità**. La combustione può avere luogo sia nella zona bassa che in quella alta all'interno di un compartimento; in ogni caso vi deve essere presenza di ossigeno.
- Il modello consente all'utente di definire tutti i parametri che caratterizzano l'incendio da simulare e in particolare la curva di rateo di rilascio di calore.
- Il risultato fornito da CFAST consiste negli andamenti nel tempo dei parametri che caratterizzano gli effetti dell'incendio
  - la quantità di fumi prodotti,
  - le temperature
  - le concentrazioni delle specie chimiche pericolose.

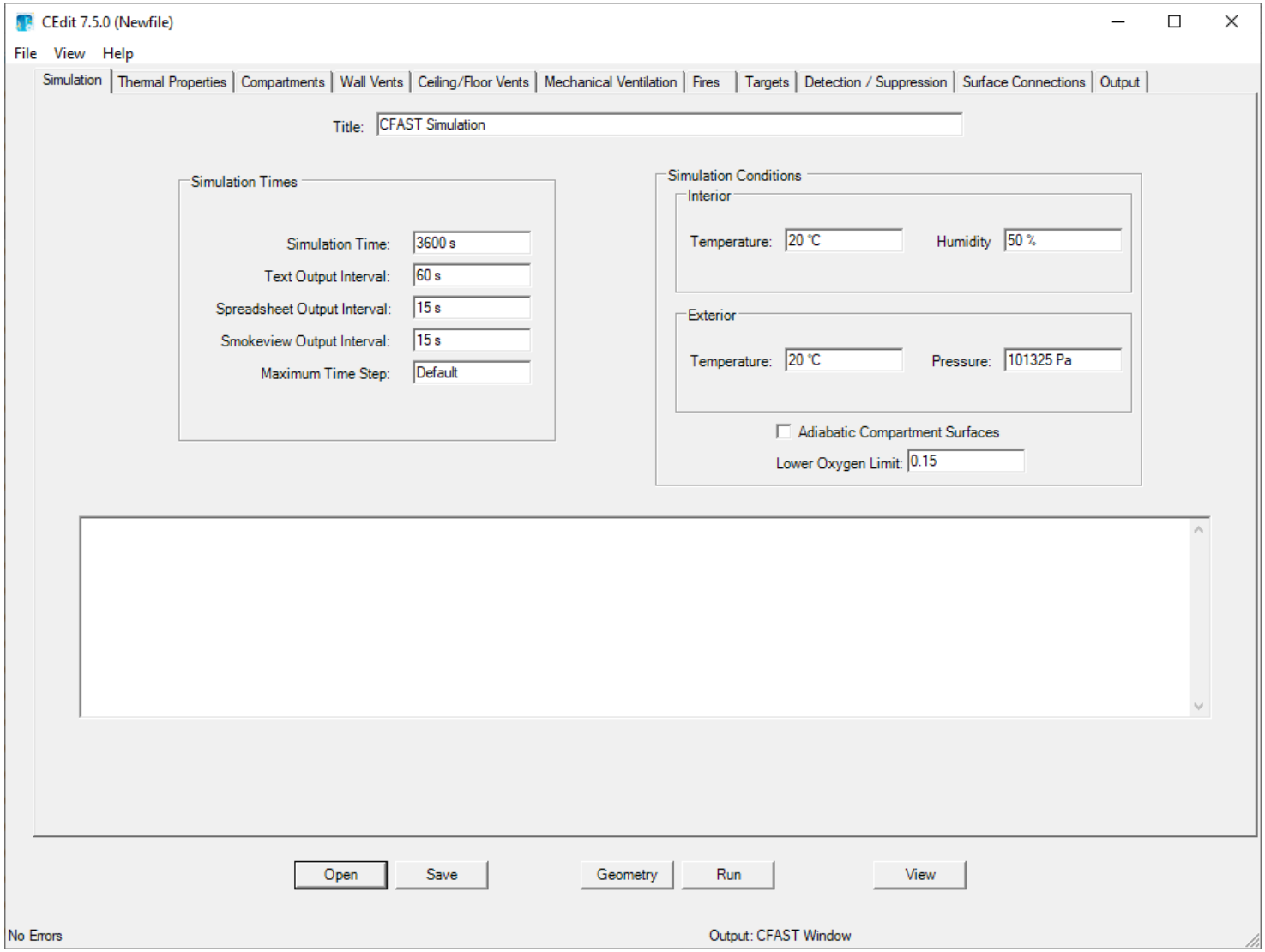
# Download ed installazione

- Eseguire l’installazione di CFAST effettuando un doppio click sul file ***cfast_7.X.Y_SMV_6. X.Y _win64.exe***. Seguire le istruzioni
- Di default il motore di calcolo viene installato all’interno della cartella C:\Program Files\firemodels\cfast7
- L’installazione copia tutti i file compresi anche i manuali di utilizzo e riferimento tecnico.

# Struttura di un file di input

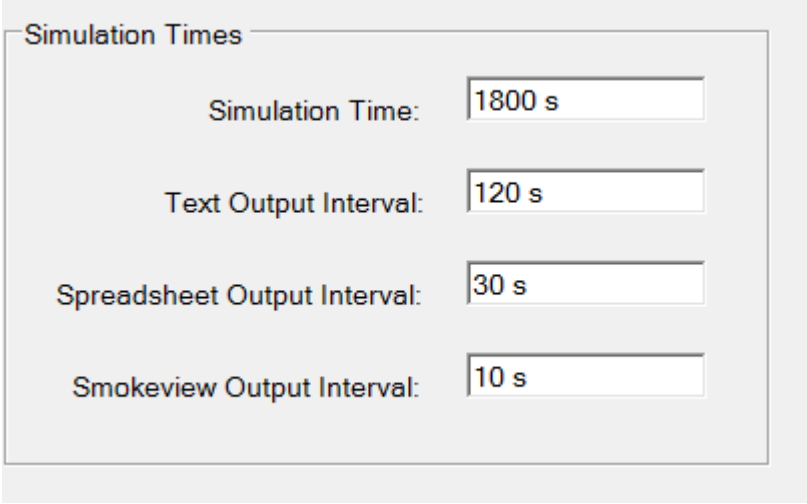
- Tutti i dati per eseguire il modello sono contenuti in un file di dati primario.
- Il file di testo ha estensione .in e può essere gestito direttamente dall'utente tramite un'interfaccia grafica denominata **CEdit**, che scrive direttamente il file **nomefile.in**
- Ogni comando in CFAST risulta essere associato ad un gruppo definito da una parola chiave che risulta essere la prima parola di ciascuna riga
- Le righe che iniziano con !! sono considerate come commento e ignorate nel calcolo
- Ogni riga di un file di input definisce le informazioni relative ad un singolo gruppo.

# Struttura di un file di input



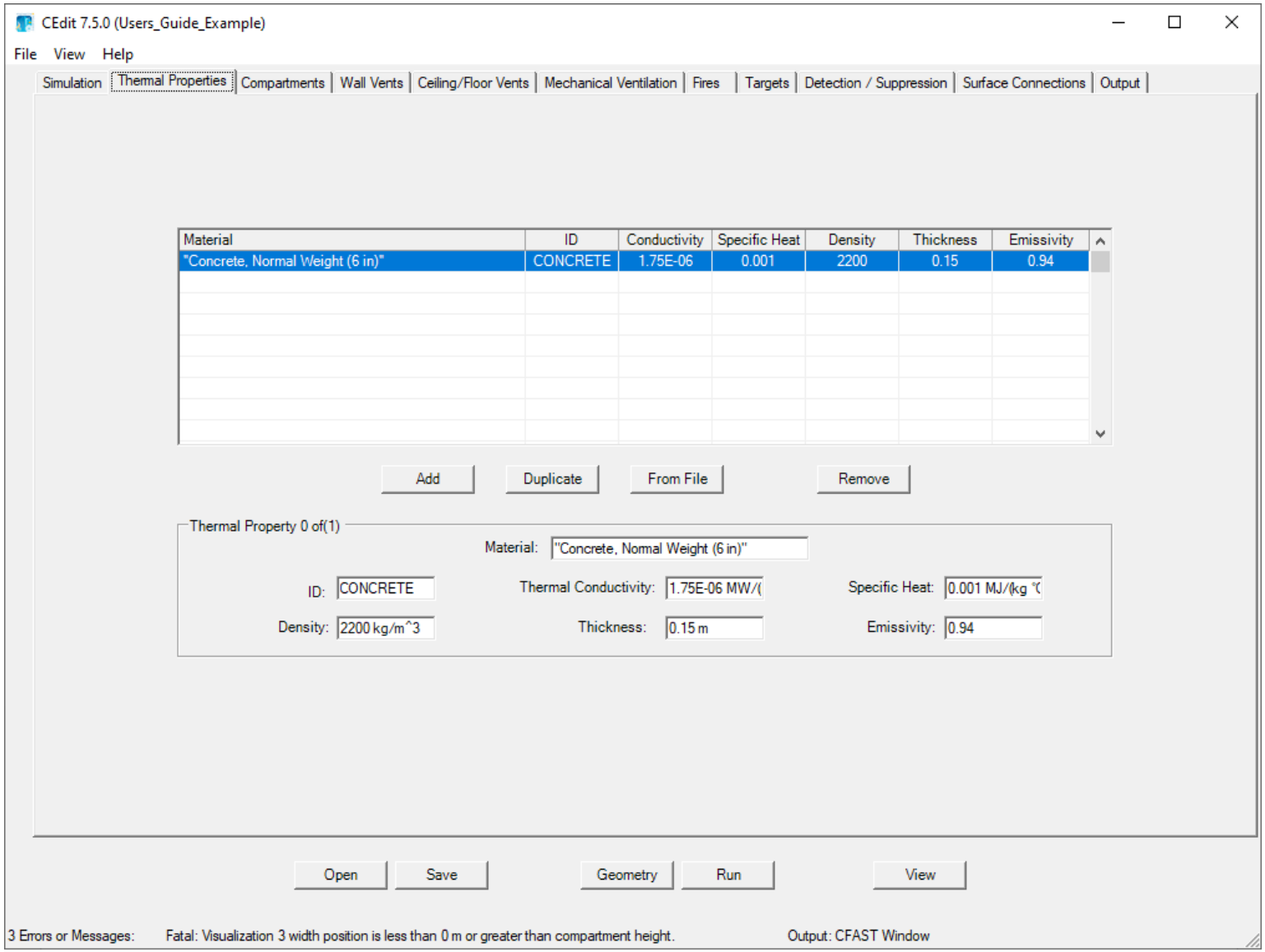
# Impostazione parametri generali

- In CFAST è possibile specificare questi parametri generali per indicare la durata della simulazione e le impostazioni relative ai file di output generati dal programma
- **Simulation Time**
  - Durata della simulazione in s
  - Valore di default 900 s
  - Valore massimo previsto 86400 s (pari a 1 giorno)
- **Text Output Interval**
  - Intervallo di scrittura dei dati in input
  - Valore di default 50 s
  - Se viene omesso o se il valore è negativo non viene registrato nessun file di output.
- **Spreadsheet Output Interval**
  - Intervallo di scrittura dei dati di calcolo in un formato compatibile MS EXCEL
  - Valore di default 10 s
  - Il file generato in un formato testo delimitato da un separatore di elenco può essere importato in un foglio di calcolo per visualizzare graficamente i risultati delle elaborazioni
- **Smokeview Output Interval**
  - Intervallo di scrittura dei dati per Smokeview
  - Valore di default 10 s
  - Se viene omesso o se il valore è negativo non viene registrato nessun file di output visualizzabile in smokeview




TIMES,1800,-120,10,30

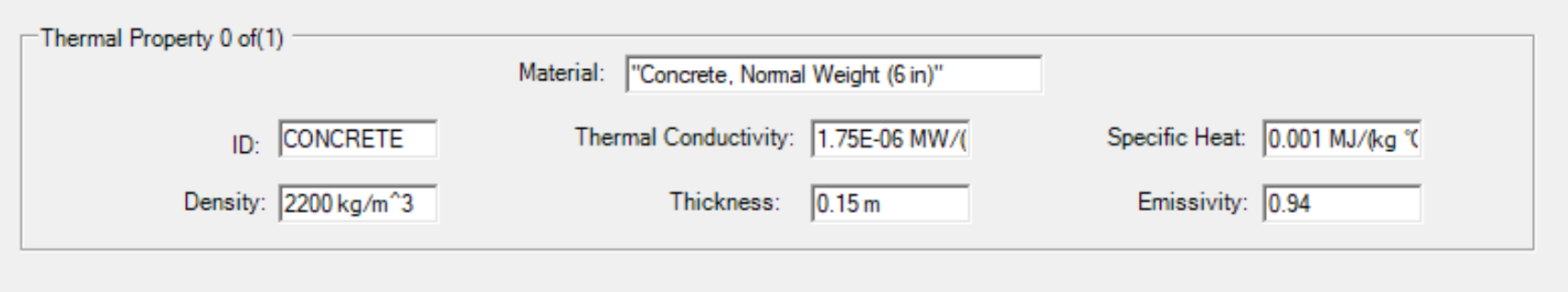
# Struttura di un file di input



# Impostazione proprietà materiali

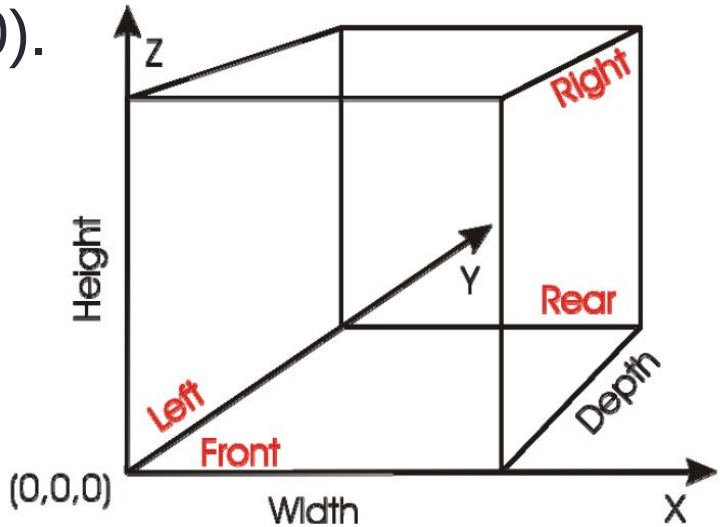
!! Material Properties

&MATL ID = 'CONCRETE' MATERIAL = '"Concrete, Normal Weight (6 in)"', CONDUCTIVITY = 1.75 DENSITY = 2200 SPECIFIC_HEAT = 1, THICKNESS = 0.15 EMISSIVITY = 0.94 /

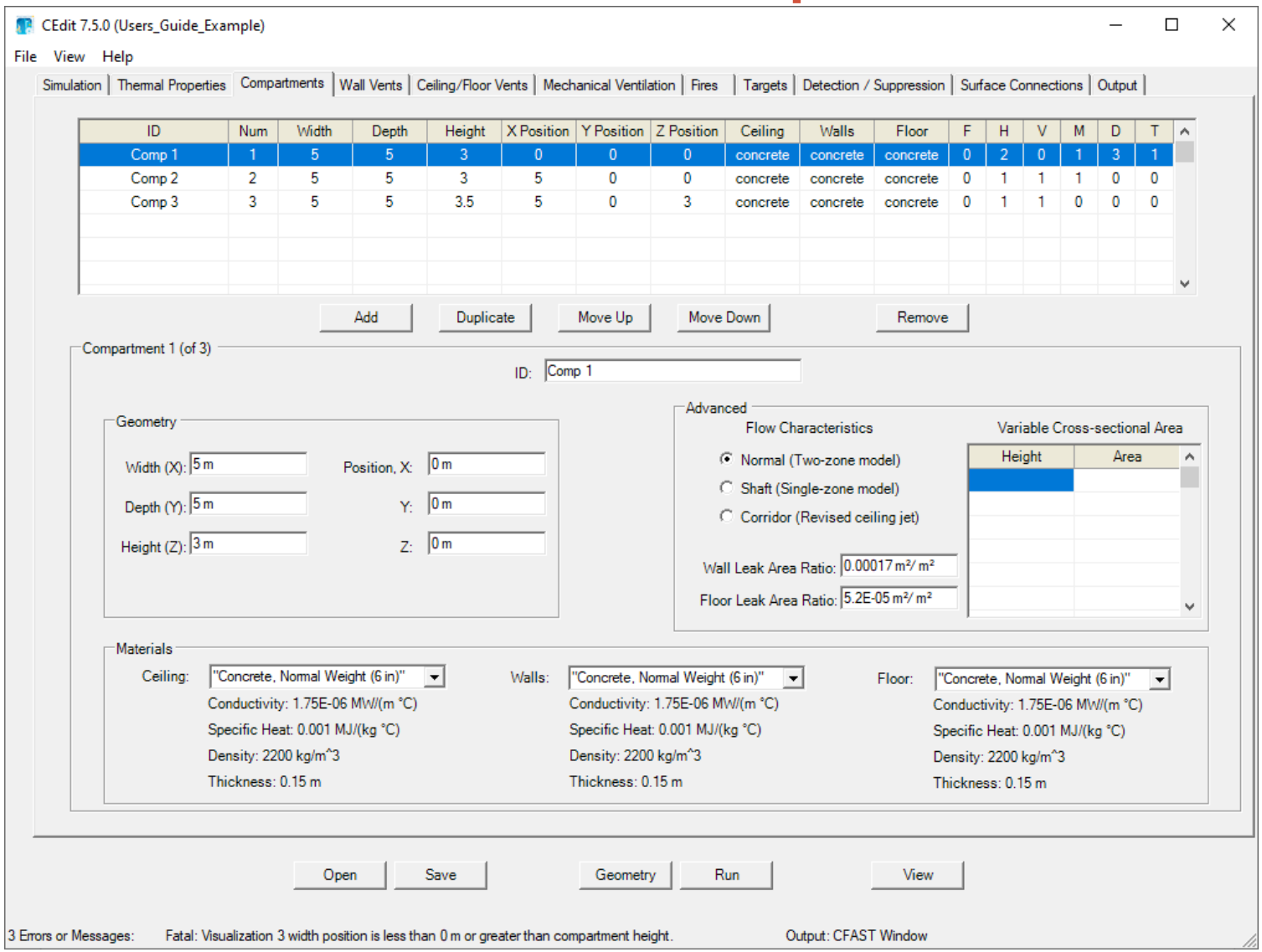


# la geometria di un compartimento

- La definizione della geometria di un compartimento avviene specificando le dimensioni, la posizione e le caratteristiche degli elementi costruttivi.
- La dimensione e l'altezza di almeno un compartimento deve essere definita nel file di input.
- **I compartimenti vengono considerati come parallelepipedi rettangolari**
- La posizione di un compartimento viene riferita in maniera assoluta rispetto alla posizione (0, 0, 0).



# Struttura di un file di input



# la geometria di un compartimento

- La geometria del compartimento è definita da righe che iniziano con la parola chiave COMP che definisce la larghezza, la lunghezza e l'altezza di ciascun compartimento
- La struttura di un comando CFAST è la seguente
- !! Compartments

&**COMP ID** = 'Comp 1' **DEPTH** = 5 **HEIGHT** = 3 **WIDTH** = 5
CEILING_MATL_ID = 'CONCRETE' WALL_MATL_ID = 'CONCRETE'
FLOOR_MATL_ID = 'CONCRETE' **ORIGIN** = 0, 0, 0 GRID = 50, 50, 50
LEAK_AREA_RATIO = 0.00017, 5.2E-05 /

Parola Chiave

Nome del compartimento

Valori dei parametri descrittivi della dimensione

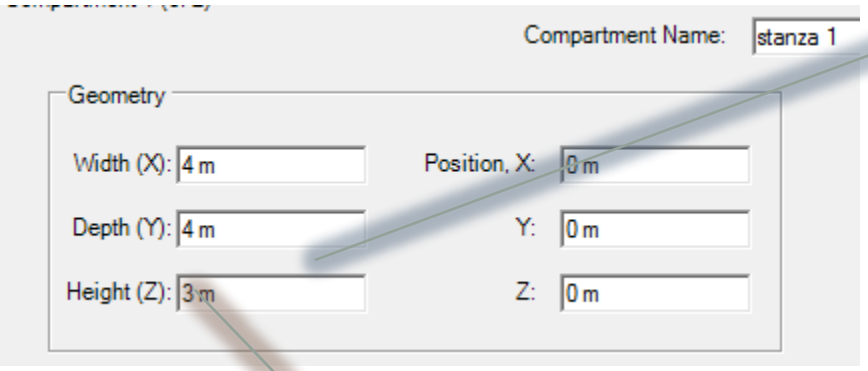
Posizione assoluta

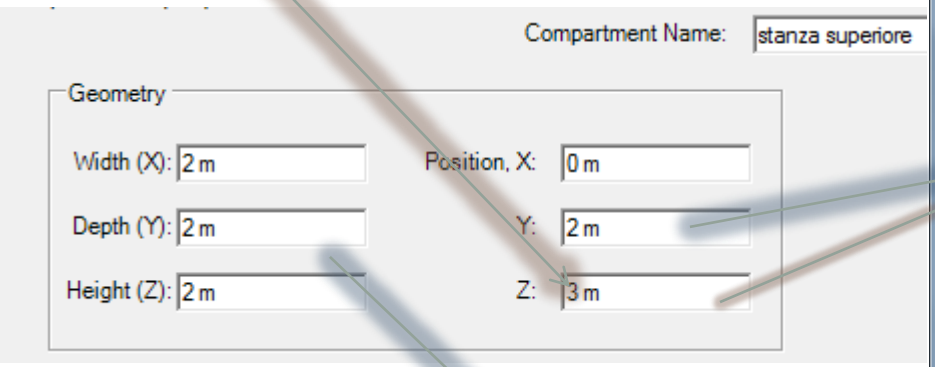
# la geometria di un compartimento

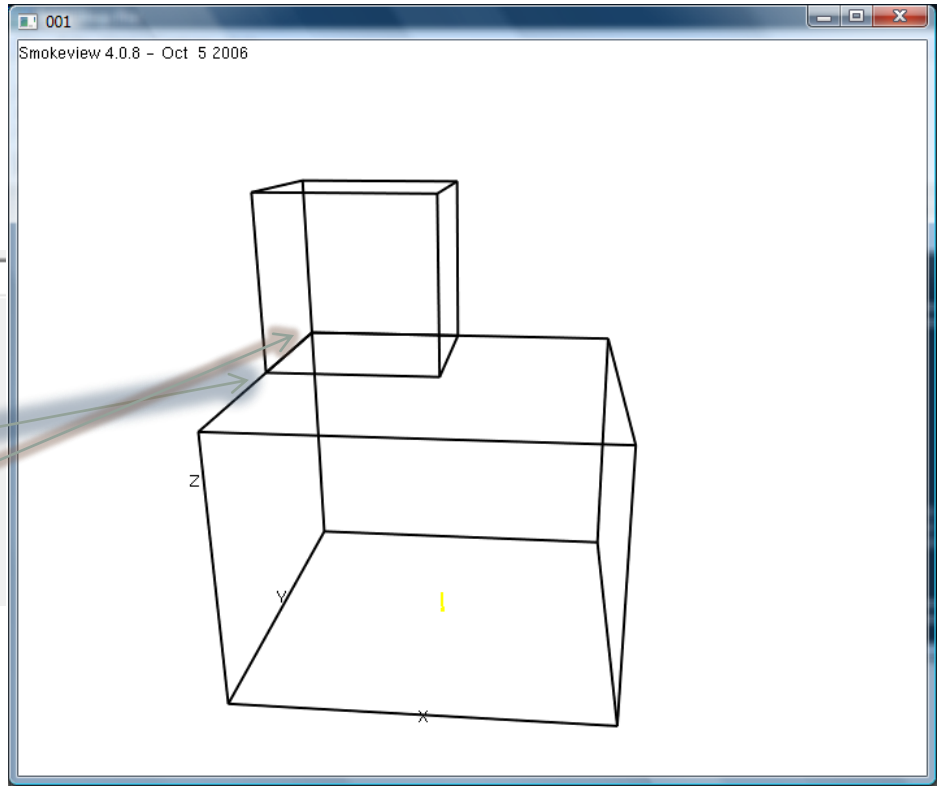
- E’ possibile indicare i seguenti parametri
- ID
  - Nome del compartimento
  - Viene utilizzato per associare la posizione delle aperture, del fuoco e la posizione di altri elementi
- Width
  - Larghezza del compartimento misurata a partire dall’origine
- Depth
  - Lunghezza del compartimento  misurata a partire dall’origine
- Height
  - Altezza del compartimento misurata a partire dall’origine
- Origin
  - Posizione assoluta del vertice in basso a sinistra del compartimento rispetto all’origine degli assi lungo la direzione x, y, z

# la geometria di un compartimento

&COMP ID = ‘Stanza' DEPTH = 4 HEIGHT = 3 WIDTH = 4 ....ORIGIN = 0, 0, 0 ..... /



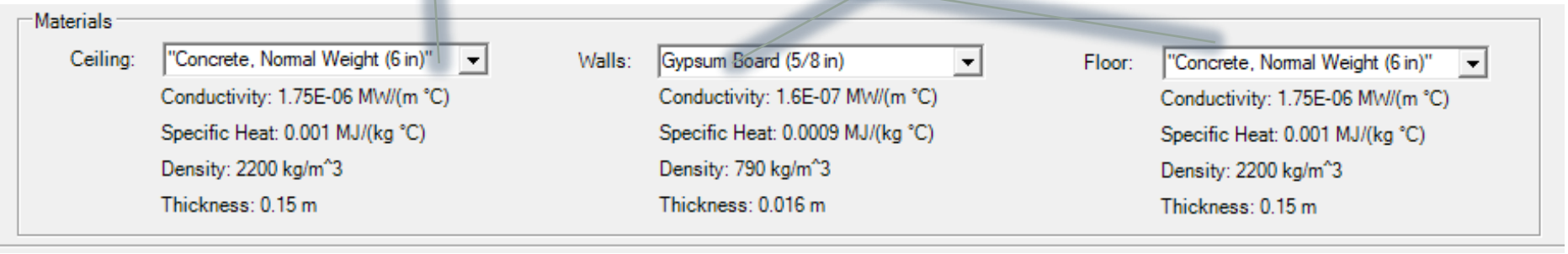




&COMP ID = 'stanza superiore' DEPTH = 2 HEIGHT = 2 WIDTH = 2 .. ORIGIN = 0, 2, 3 /

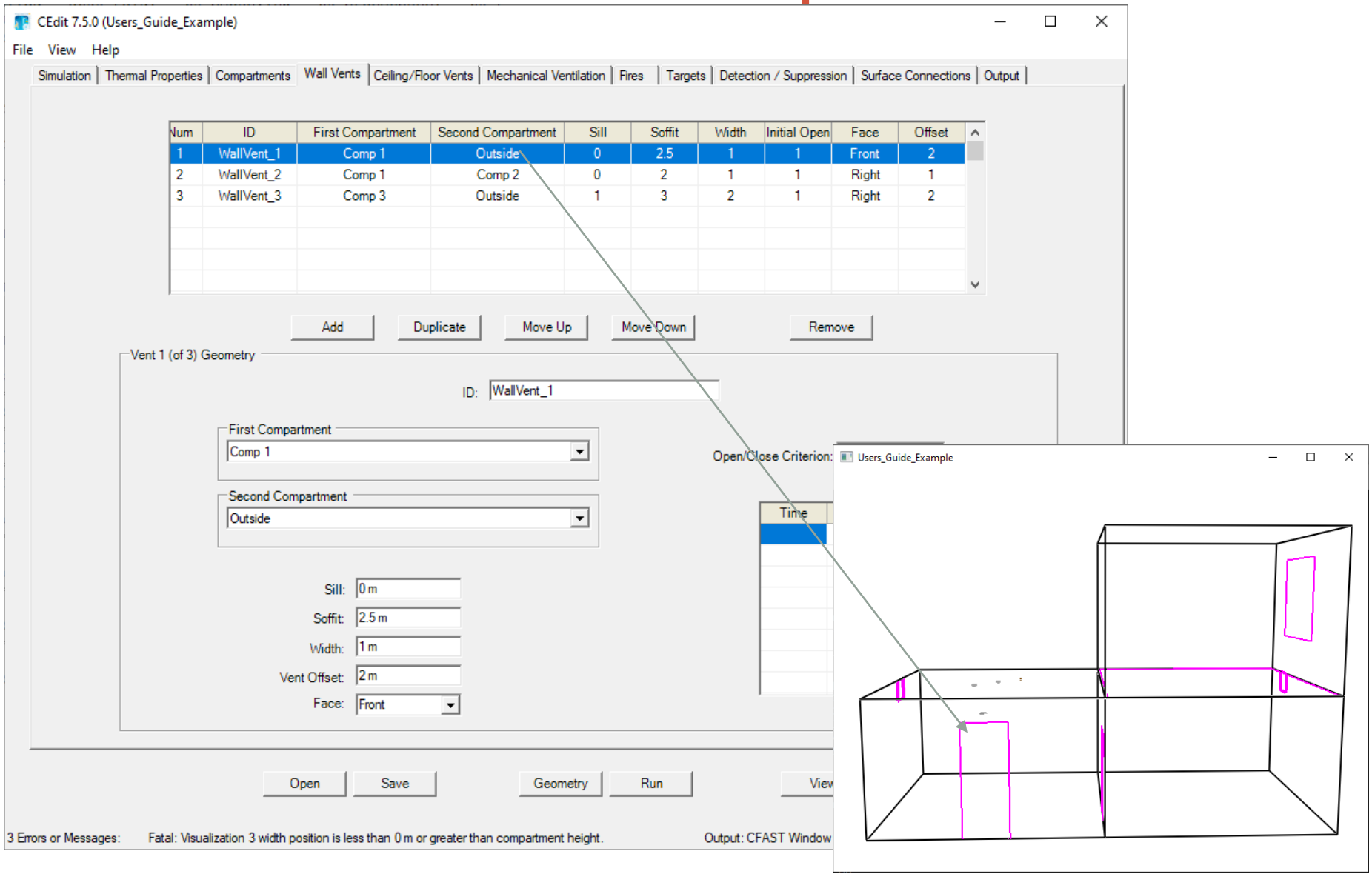
# la geometria di un compartimento

- E' possibile specificare le proprietà del materiali che costituiscono le pareti del dominio.
- Queste informazioni vengono utilizzate per determinare la perdita di calore attraverso il solaio, il pavimento e le pareti di compartimentazione.

```
&COMP ID = 'Comp 3'      DEPTH = 5 HEIGHT = 3.5 WIDTH = 5
CEILING_MATL_ID = 'CONCRETE' WALL_MATL_ID = 'GYPSUM'
FLOOR_MATL_ID = 'CONCRETE'      ORIGIN = 5, 0, 3 GRID = 50, 50, 50
LEAK_AREA_RATIO = 0.00017, 5.2E-05 /
```

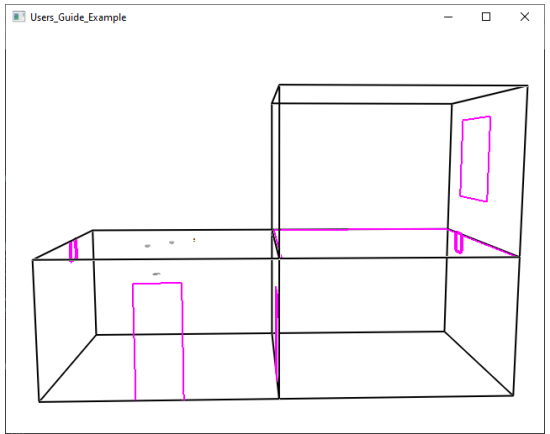


# Struttura di un file di input

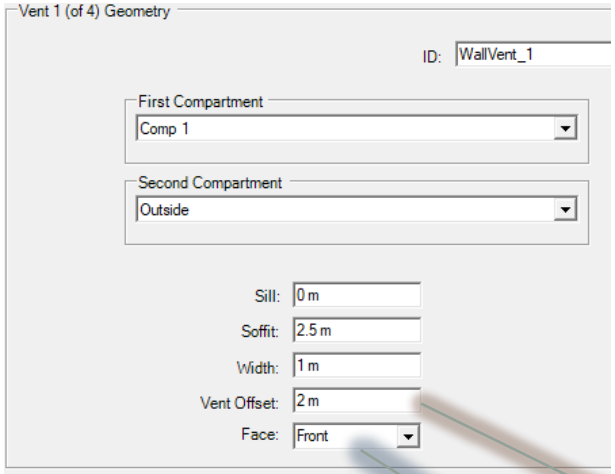


# la geometria di un compartimento

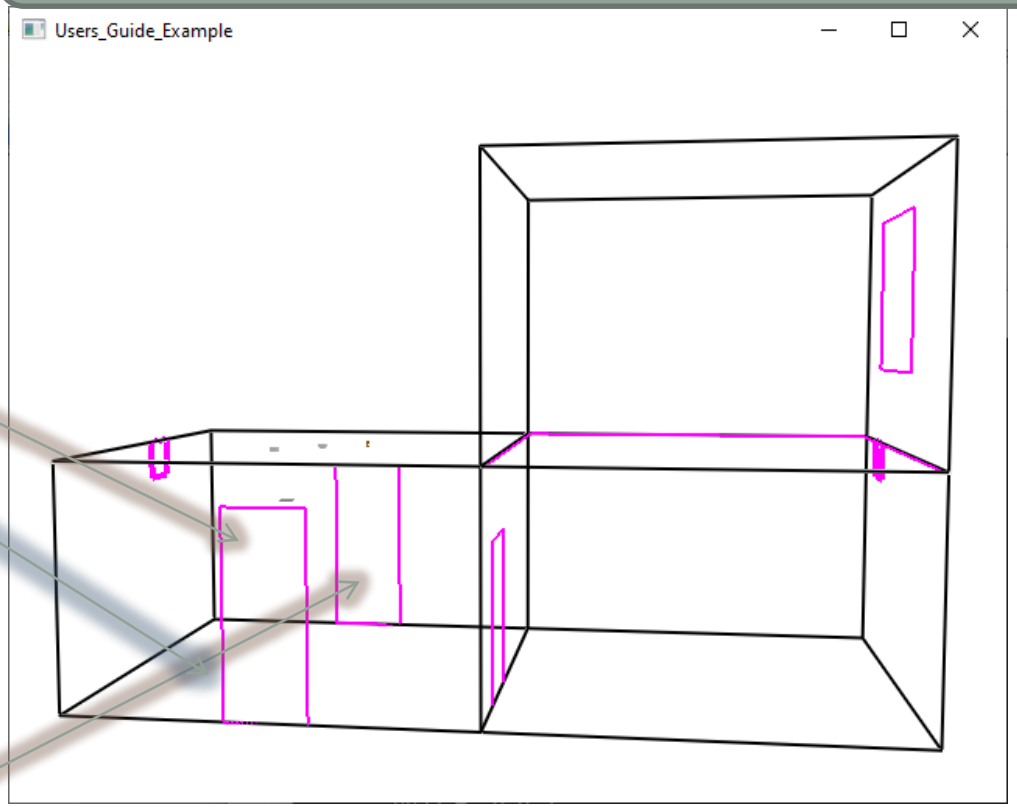
- E' possibile specificare una porta o una finestra lungo le pareti del dominio o che sia comunicante fra due compartimenti
- **First Compartment**
  - Primo dei due compartimenti ad essere connesso con l'apertura. La numerazione riporta l'ordine di inserimento nella relativa sezione
- **Second Compartment**
  - Secondo compartimento ad essere connesso con l'apertura
- **Sill**
  - Posizione dell'apertura rispetto al pavimento del primo compartimento
  - Valore default 0 m
- **Soffit**
  - Posizione dell'apertura rispetto al soffitto del primo compartimento
  - Valore default 0 m
- **Width**
  - Larghezza dell'apertura
  - Valore default 0 m
- **Offset**
  - Posizione dell'aperture rispetto all'origine

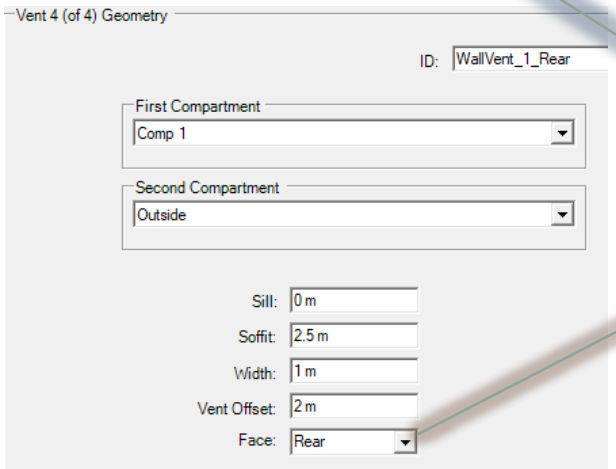


# la geometria di un compartimento : aperture




&VENT TYPE = 'WALL' ID = 'WallVent_1' COMP_IDS = 'Comp 1' 'OUTSIDE' TOP = 2.5, BOTTOM = 0, WIDTH = 1 **FACE = 'FRONT'** OFFSET = 2 /




&VENT TYPE = 'WALL' ID = 'WallVent_1_Rear' COMP_IDS = 'Comp 1' 'OUTSIDE' TOP = 2.5, BOTTOM = 0, WIDTH = 1 **FACE = 'REAR'** OFFSET = 2 /

# Struttura di un file di input

CEdit 7.5.0 (Users_Guide_Example) *

File View Help

Simulation | Thermal Properties | Compartments | Wall Vents | Ceiling/Floor Vents | Mechanical Ventilation | Fires | Targets | Detection / Suppression | Surface Connections | Output

| Num | Compartment | Fire ID | Ignition by | Set Point | Target | X Position | Y Position | Fire Properties ID | Fuel | Peak HRR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Comp 1 | Cushion | Time | 0 | | 2.5 | 2.5 | Cushion_Fire | C9H6O2N2 | 0 |
| 2 | Comp 2 | Wood_Wall | Time | 0 | | 2.5 | 2.5 | Wood_Wall_Fire | C6H10O5 | 0 |
| 3 | Comp 1 | Hrr_Medio | Time | 0 | | 2.5 | 2.5 | New Fire 3 | C1H4 | 0 |

Add New | Add t² | From File | Remove

Fire ID: Hrr_Medio

Compartment: Comp 1

Position, X: 2.5 m  Position Y: 2.5 m

Ignition Criterion: Time

Set Point: 0 s  Ignition Target:

Referenced Fire Properties ID: New Fire 3

| Time (s) | HRR (MW) | Height (m) | Area (m²) | CO Yield | Soot Yield | HCN Yield | TS Yield |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.0 | 0.00 | 0.001 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0000 | 0 |
| 30 | 0.0 | 0.00 | 0.019 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0000 | 0 |
| 60 | 0.0 | 0.00 | 0.057 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0000 | 0 |
| 90 | 0.1 | 0.00 | 0.109 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0000 | 0 |
| 120 | 0.2 | 0.00 | 0.173 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0000 | 0 |

Fire Properties ID: New Fire 3

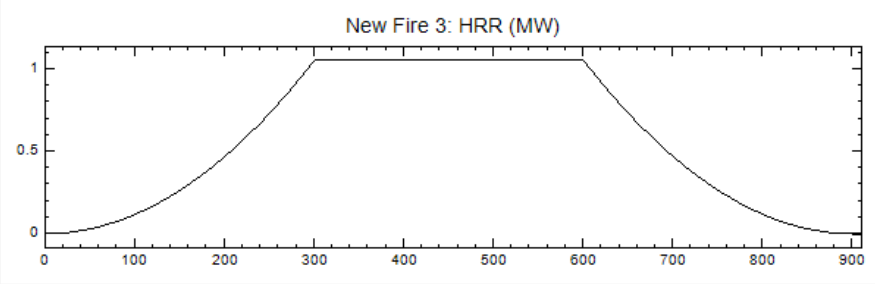
C: 1  N: 0

H: 4  Cl: 0

O: 0

Heat of Combustion: 50 MJ/kg

Radiative Fraction: 0.35



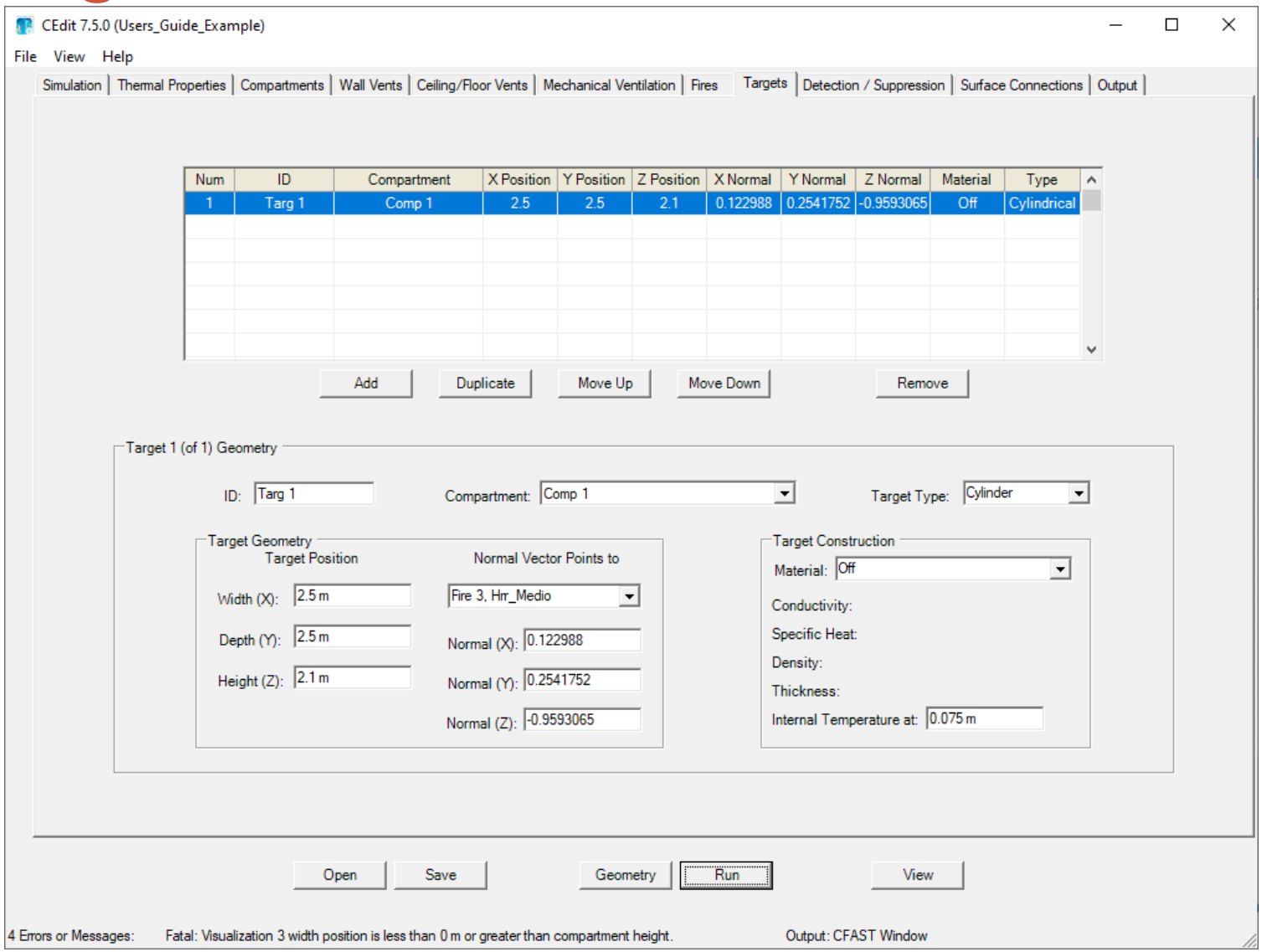

Open | Save | Geometry | Run | View

3 Errors or Messages: Fatal: Visualization 3 width position is less than 0 m or greater than compartment height. Output: CFAST Window

# Fire

- &FIRE ID = 'Hrr_Medio'  COMP_ID = 'Comp 1', FIRE_ID = 'New Fire 3'  LOCATION = 2.5, 2.5 /
- &CHEM ID = 'New Fire 3' CARBON = 1 CHLORINE = 0 HYDROGEN = 4 NITROGEN = 0 OXYGEN = 0 HEAT_OF_COMBUSTION = 50000 RADIATIVE_FRACTION = 0.35 /
- &TABL ID = 'New Fire 3' LABELS = 'TIME', 'HRR' , 'HEIGHT' , 'AREA' , 'CO_YIELD' , 'SOOT_YIELD' , 'HCN_YIELD' , 'HCL_YIELD' , 'TRACE_YIELD'  /
- &TABL ID = 'New Fire 3', DATA = 0, 0, 0, 0.001, 0.01, 0.01, 0, 0, 0 /
- &TABL ID = 'New Fire 3', DATA = 30, 10.54, 0, 0.01881082, 0.01, 0.01, 0, 0, 0 /
- &TABL ID = 'New Fire 3', DATA = 60, 42.16, 0, 0.05702374, 0.01, 0.01, 0, 0, 0 /
- &TABL ID = 'New Fire 3', DATA = 90, 94.86, 0, 0.1090942, 0.01, 0.01, 0, 0, 0 /

# Target


CEdit 7.5.0 (Users_Guide_Example)
File View Help
Simulation | Thermal Properties | Compartments | Wall Vents | Ceiling/Floor Vents | Mechanical Ventilation | Fires | Targets | Detection / Suppression | Surface Connections | Output
Num ID Compartment X Position Y Position Z Position X Normal Y Normal Z Normal Material Type
1 Targ 1 Comp 1 2.5 2.5 2.1 0.122988 0.2541752 -0.9593065 Off Cylindrical
Add
Duplicate
Move Up
Move Down
Remove
Target 1 (of 1) Geometry
ID: Targ 1
Compartment: Comp 1
Target Type: Cylinder
Target Geometry
Target Position
Normal Vector Points to
Width (X): 2.5 m
Fire 3, Hrr_Medio
Depth (Y): 2.5 m
Normal (X): 0.122988
Height (Z): 2.1 m
Normal (Y): 0.2541752
Normal (Z): -0.9593065
Target Construction
Material: Off
Conductivity:
Specific Heat:
Density:
Thickness:
Internal Temperature at: 0.075 m
Open
Save
Geometry
Run
View
4 Errors or Messages:
Fatal: Visualization 3 width position is less than 0 m or greater than compartment height.
Output: CFAST Window

# Detection/Suppression

CEdit 7.5.0 (Users_Guide_Example)

File View Help

Simulation | Thermal Properties | Compartments | Wall Vents | Ceiling/Floor Vents | Mechanical Ventilation | Fires | Targets | Detection / Suppression | Surface Connections | Output

| Num | ID | Compartment | Type | X Position | Y Position | Z Position | Activation | RTI | Spray Density |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sprinkler_1 | Comp 1 | Sprinkler | 3 | 3 | 2.97 | 73.88998 | 100 | 7E-05 |
| 2 | SmokeDetector_2 | Comp 1 | Smoke | 2 | 2 | 2.97 | 23.93346 | 404 | 7E-05 |
| 3 | HeatDetector_3 | Comp 1 | Heat | 2.5 | 2.5 | 2.97 | 30 | 5 | 0 |

Add | Duplicate | Move Up | Move Down | Remove

Alarm 1 (of 3)

ID: Sprinkler_1

Type: Sprinkler

Compartment: Comp 1

Activation Temperature: 73.88998 °C

Activation Obscuration: 23.93346 %/m

Position

Width (X): 3 m

Depth (Y): 3 m

Height (Z): 2.97 m

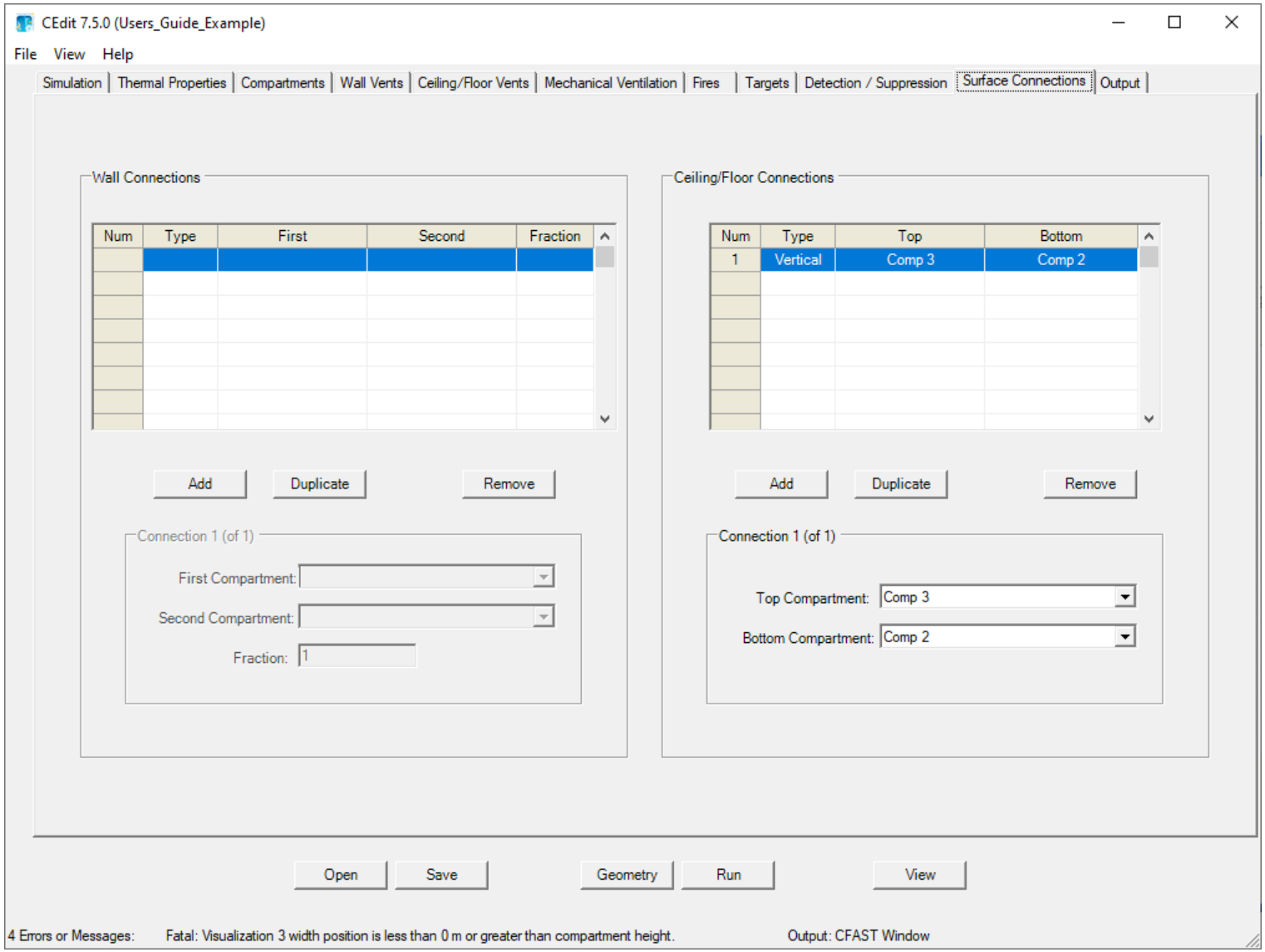
RTI: 100 (m s)^0.5

Spray Density: 7E-05 m/s

Open | Save | Geometry | Run | View

3 Errors or Messages: Fatal: Visualization 3 width position is less than 0 m or greater than compartment height. Output: CFAST Window

# Surface connection



# Elaborazione

Run Model (Users_Guide_Example.in)

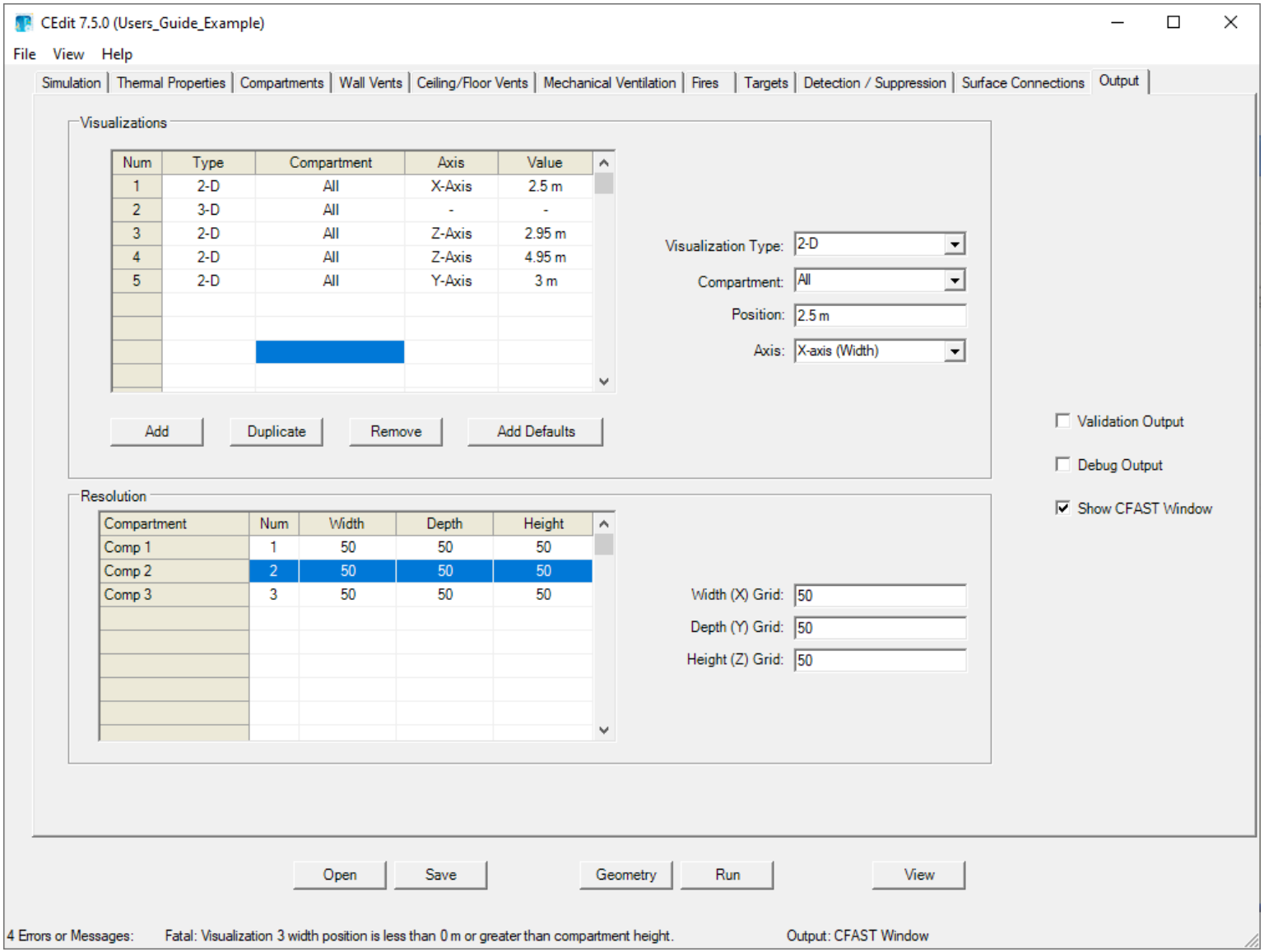
Current Time Step: CFAST finished  Simulation Time: 3600 s  Progress:

| Compartment | Upper Layer Temperature (°C) | Lower Layer Temperature (°C) | Interface Height (m) | Pyrolysis Rate (kg/s) | Fire Size (MW) | Pressure (Pa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20.2 | 20.1 | 1.4 | 0 | 0 | -0.582 |
| 2 | 89.9 | 24.4 | 0.86 | 0.02486 | 0.45 | -5.15 |
| 3 | 66.6 | 25.2 | 1.2 | 0 | 0 | -0.229 |
| Outside | | | | | 0 | |

```
Log: Normal exit from CFAST
Log: Total time steps =     57890
Log: Total execution time =  94.1    seconds
Log: Sprinkler (Sensor 1) has activated at 82 s in compartment 1
Log: Smoke Alarm (Sensor 2) has activated at 8 s in compartment 1
Log: Heat Alarm (Sensor 3) has activated at 7 s in compartment 1
Log:
Log: Compilation Date : Tue 06/09/2020  04:49 PM
Log: Revision Date    : Tue Jun 9 14:36:23 2020 -0400
Log: Revision         : CFAST7.5.0-151-ge3f5b88c
Log: Release Version  : CFAST 7.5.2
```

RunOptions: Net Heat Flux Output  Close  Stop  Update

# Output


CEdit 7.5.0 (Users_Guide_Example)
File View Help
Simulation | Thermal Properties | Compartments | Wall Vents | Ceiling/Floor Vents | Mechanical Ventilation | Fires | Targets | Detection / Suppression | Surface Connections | Output
Visualizations
Num Type Compartment Axis Value
1 2-D All X-Axis 2.5 m
2 3-D All - -
3 2-D All Z-Axis 2.95 m
4 2-D All Z-Axis 4.95 m
5 2-D All Y-Axis 3 m
Visualization Type: 2-D
Compartment: All
Position: 2.5 m
Axis: X-axis (Width)
Add
Duplicate
Remove
Add Defaults
Validation Output
Debug Output
Show CFAST Window
Resolution
Compartment Num Width Depth Height
Comp 1 1 50 50 50
Comp 2 2 50 50 50
Comp 3 3 50 50 50
Width (X) Grid: 50
Depth (Y) Grid: 50
Height (Z) Grid: 50
Open
Save
Geometry
Run
View
4 Errors or Messages:
Fatal: Visualization 3 width position is less than 0 m or greater than compartment height.
Output: CFAST Window

# Output

Users_Guide_Example.out

```
CFAST

Release Version  : CFAST 7.5.2
Revision         : CFAST7.5.0-151-ge3f5b88c
Revision Date    : Tue Jun 9 14:36:23 2020 -0400
Compilation Date : Tue 06/09/2020  04:49 PM

Data file: C:\Users\p.monaco\Desktop\Users_Guide_Example.in
Title: Users Guide Example Case


OVERVIEW


Compartments    Doors, ...    Ceil. Vents, ...    MV Connects
-------------------------------------------------------------
   3               4             1                    2

Simulation     Output         Smokeview      Spreadsheet
Time           Interval       Interval       Interval
   (s)            (s)            (s)            (s)
-------------------------------------------------------
   3600.00          60.00          60.00          60.00


AMBIENT CONDITIONS

Interior       Interior       Exterior       Exterior
Temperature    Pressure       Temperature    Pressure
  (C)            (Pa)           (C)            (Pa)
-------------------------------------------------------
    20.          101325.          20.          101325.


COMPARTMENTS

Compartment  Name                Width        Depth        Height       Floor        Ceiling    Shaft    Hall   Wall         Floor
                                                                        Height       Height                     Leakage      Leakage
                                 (m)          (m)          (m)          (m)          (m)                       (m^2)        (m^2)
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
    1               Comp 1        5.00         5.00         3.00         0.00         3.00                      1.02E-02     1.30E-03
    2               Comp 2        5.00         5.00         3.00         0.00         3.00                      1.02E-02     1.30E-03
```

# Struttura di un file di input

- &**HEAD** VERSION = 7500, TITLE = 'Users Guide Example Case' /
- !! Scenario Configuration
- &**TIME** SIMULATION = 3600 PRINT = 60 SMOKEVIEW = 60 SPREADSHEET = 60 /
- &**INIT** PRESSURE = 101325 RELATIVE_HUMIDITY = 50 INTERIOR_TEMPERATURE = 20 EXTERIOR_TEMPERATURE = 20 /
- &**MISC** LOWER_OXYGEN_LIMIT = 0.1 /
- !! Material Properties
- &**MATL** ID = 'CONCRETE' MATERIAL = '"Concrete, Normal Weight (6 in)"', CONDUCTIVITY = 1.75 DENSITY = 2200 SPECIFIC_HEAT = 1, THICKNESS = 0.15 EMISSIVITY = 0.94 /
- &MATL ID = 'GYPSUM' MATERIAL = 'Gypsum Board (5/8 in)', CONDUCTIVITY = 0.16 DENSITY = 790 SPECIFIC_HEAT = 0.9, THICKNESS = 0.016 EMISSIVITY = 0.9 /
- !! Compartments
- &**COMP** ID = 'Comp 1' DEPTH = 5 HEIGHT = 3 WIDTH = 5 CEILING_MATL_ID = 'CONCRETE' WALL_MATL_ID = 'CONCRETE' FLOOR_MATL_ID = 'CONCRETE' ORIGIN = 0, 0, 0 GRID = 50, 50, 50 LEAK_AREA_RATIO = 0.00017, 5.2E-05 /
- &COMP ID = 'Comp 2' DEPTH = 5 HEIGHT = 3 WIDTH = 5 CEILING_MATL_ID = 'CONCRETE' WALL_MATL_ID = 'CONCRETE' FLOOR_MATL_ID = 'CONCRETE' ORIGIN = 5, 0, 0 GRID = 50, 50, 50 LEAK_AREA_RATIO = 0.00017, 5.2E-05 /
- &COMP ID = 'Comp 3' DEPTH = 5 HEIGHT = 3.5 WIDTH = 5 CEILING_MATL_ID = 'CONCRETE' WALL_MATL_ID = 'GYPSUM' FLOOR_MATL_ID = 'CONCRETE' ORIGIN = 5, 0, 3 GRID = 50, 50, 50 LEAK_AREA_RATIO = 0.00017, 5.2E-05 /
- !! Wall Vents
- &**VENT** TYPE = 'WALL' ID = 'WallVent_1' COMP_IDS = 'Comp 1' 'OUTSIDE' TOP = 2.5, BOTTOM = 0, WIDTH = 1 FACE = 'FRONT' OFFSET = 2 /
- &VENT TYPE = 'WALL' ID = 'WallVent_2' COMP_IDS = 'Comp 1', 'Comp 2' TOP = 2, BOTTOM = 0, WIDTH = 1 FACE = 'RIGHT' OFFSET = 1 /
- &VENT TYPE = 'WALL' ID = 'WallVent_3' COMP_IDS = 'Comp 3' 'OUTSIDE' TOP = 3, BOTTOM = 1, WIDTH = 2 FACE = 'RIGHT' OFFSET = 2 /
- &VENT TYPE = 'WALL' ID = 'WallVent_1_Rear' COMP_IDS = 'Comp 1' 'OUTSIDE' TOP = 2.5, BOTTOM = 0, WIDTH = 1 FACE = 'REAR' OFFSET = 2 /
- !! Ceiling and Floor Vents
- &VENT TYPE = 'FLOOR' ID = 'CeilFloorVent_1' COMP_IDS = 'Comp 3', 'Comp 2' AREA = 24, SHAPE = 'SQUARE' OFFSETS = 2.5, 2.5 /
- !! Mechanical Vents
- &VENT TYPE = 'MECHANICAL' ID = 'MechanicalVent_1' COMP_IDS = 'OUTSIDE', 'Comp 1' AREAS = 0.25, 0.25 HEIGHTS = 2.75, 2.75 FLOW = 0.02 CUTOFFS = 200, 300 OFFSETS = 0, 3 CRITERION = 'TIME' T = 0, 100, 500 F = 0, 0.5, 1 FILTER_TIME = 0 FILTER_EFFICIENCY = 0 /
- &VENT TYPE = 'MECHANICAL' ID = 'MechanicalVent_2' COMP_IDS = 'Comp 2', 'OUTSIDE' AREAS = 0.25, 0.25 HEIGHTS = 2.75, 2.75 FLOW = 0.02 CUTOFFS = 200, 300 OFFSETS = 5, 4 CRITERION = 'TIME' T = 0, 100, 500 F = 0, 0.5, 1 FILTER_TIME = 0 FILTER_EFFICIENCY = 0 /

# Struttura di un file di input

- !! Fires
- &**FIRE** ID = 'Cushion'  COMP_ID = 'Comp 1', FIRE_ID = 'Cushion_Fire'  LOCATION = 2.5, 2.5 /
- &FIRE ID = 'Wood_Wall'  COMP_ID = 'Comp 2', FIRE_ID = 'Wood_Wall_Fire'  LOCATION = 2.5, 2.5 /
- &FIRE ID = 'Hrr_Medio'  COMP_ID = 'Comp 1', FIRE_ID = 'New Fire 3'  LOCATION = 2.5, 2.5 /

- &**CHEM** ID = 'Cushion_Fire' CARBON = 9 CHLORINE = 0 HYDROGEN = 6 NITROGEN = 2 OXYGEN = 2 HEAT_OF_COMBUSTION = 50000 RADIATIVE_FRACTION = 0.33 /
- &**TABL** ID = 'Cushion_Fire' LABELS = 'TIME', 'HRR' , 'HEIGHT' , 'AREA' , 'CO_YIELD' , 'SOOT_YIELD' , 'HCN_YIELD' , 'HCL_YIELD' , 'TRACE_YIELD'  /
- &TABL ID = 'Cushion_Fire', DATA = 0, 0, 0, 0.1, 0.0845557, 0.227, 0.3103955, 0, 0 /
- &TABL ID = 'Cushion_Fire', DATA = 60, 100, 0, 0.1, 0.0845557, 0.227, 0.3103955, 0, 0 /
- &TABL ID = 'Cushion_Fire', DATA = 120, 150, 0, 0.1, 0.0845557, 0.227, 0.3103955, 0, 0 /

- &CHEM ID = 'Wood_Wall_Fire' CARBON = 6 CHLORINE = 0 HYDROGEN = 10 NITROGEN = 0 OXYGEN = 5 HEAT_OF_COMBUSTION = 18100 RADIATIVE_FRACTION = 0.33 /
- &TABL ID = 'Wood_Wall_Fire' LABELS = 'TIME', 'HRR' , 'HEIGHT' , 'AREA' , 'CO_YIELD' , 'SOOT_YIELD' , 'HCN_YIELD' , 'HCL_YIELD' , 'TRACE_YIELD'  /
- &TABL ID = 'Wood_Wall_Fire', DATA = 0, 0, 0, 0.05, 0.006171682, 0.015, 0, 0, 0 /
- &TABL ID = 'Wood_Wall_Fire', DATA = 8000, 1000, 3, 9, 0.006171682, 0.015, 0, 0, 0 /

- &CHEM ID = 'New Fire 3' CARBON = 1 CHLORINE = 0 HYDROGEN = 4 NITROGEN = 0 OXYGEN = 0 HEAT_OF_COMBUSTION = 50000 RADIATIVE_FRACTION = 0.35 /
- &TABL ID = 'New Fire 3' LABELS = 'TIME', 'HRR' , 'HEIGHT' , 'AREA' , 'CO_YIELD' , 'SOOT_YIELD' , 'HCN_YIELD' , 'HCL_YIELD' , 'TRACE_YIELD'  /
- &TABL ID = 'New Fire 3', DATA = 0, 0, 0, 0.001, 0.01, 0.01, 0, 0, 0 /
- &TABL ID = 'New Fire 3', DATA = 30, 10.54, 0, 0.01881082, 0.01, 0.01, 0, 0, 0 /
- &TABL ID = 'New Fire 3', DATA = 60, 42.16, 0, 0.05702374, 0.01, 0.01, 0, 0, 0 /

# Struttura di un file di input

- !! Devices
- &**DEVC** ID = 'Targ 1' COMP_ID = 'Comp 1' LOCATION = 2.5, 2.5, 2.1 TYPE = 'CYLINDER' MATL_ID = ''  NORMAL = 0.122988, 0.2541752, -0.9593065 TEMPERATURE_DEPTH = 0.075 DEPTH_UNITS = 'M' /
- &DEVC ID = 'Sprinkler_1' COMP_ID = 'Comp 1' LOCATION = 3, 3, 2.97 TYPE = 'SPRINKLER' SETPOINT = 73.89, RTI = 100 SPRAY_DENSITY = 7E-05 /
- &DEVC ID = 'SmokeDetector_2' COMP_ID = 'Comp 1' LOCATION = 2, 2, 2.97  TYPE = 'SMOKE_DETECTOR' SETPOINT = 23.93346 /
- &DEVC ID = 'HeatDetector_3' COMP_ID = 'Comp 1' LOCATION = 2.5, 2.5, 2.97 TYPE = 'HEAT_DETECTOR' SETPOINT = 30, RTI = 5 /
- !! Surface Connections
- &**CONN** TYPE = 'FLOOR' COMP_ID = 'Comp 3' COMP_IDS = 'Comp 2' /
- !! Visualizations
- &**SLCF** DOMAIN = '2-D'  POSITION = 2.5, PLANE = 'X' /
- &SLCF DOMAIN = '3-D' /
- &SLCF DOMAIN = '2-D'  POSITION = 2.95, PLANE = 'Z' /
- &SLCF DOMAIN = '2-D'  POSITION = 4.95, PLANE = 'Z' /
- &SLCF DOMAIN = '2-D'  POSITION = 3, PLANE = 'Y' /
- &**TAIL** /

# LIMITI DI CFAST

- Il modello contenuto in CFAST è stato creato e validato per la simulazione di incendi in spazi confinati caratterizzati da dimensioni geometriche proprie degli edifici di civile abitazione, e quindi di locali di modeste dimensioni.
- Per questi motivi, in tutti gli scenari per i quali le dimensioni dei locali si differenziano, per dislocazione e geometria da quelli caratteristici dell'edilizia civile, le valutazioni del modello non potranno che essere affette da un certo grado di incertezza.

# LIMITI DI CFAST

- Valutazioni comparative tra simulazioni di incendi e prove sperimentali su scala reale hanno altresì dimostrato che i limiti del modello vengono raggiunti per potenze dell'incendio elevate (nell'ordine dei 35 MW), mentre per potenze più contenute (nell'ordine dei 4-5 MW) i risultati si possono considerare  verosimili.
- Altre limitazioni riscontrate durante prove comparative, condotte dallo stesso ente che ha sviluppato il modello, sono nella sovrastima delle temperature (nell'ordine dei 50/150 °C secondo i casi) degli strati superiori dei compartimenti

# LIMITI DI CFAST

- CFAST permette solo una singola connessione tra una coppia di compartimenti della simulazione.
- Il limite è dovuto all'algoritmo  del flusso verticale in CFAST che è stato progettato e validato per una singola apertura fra compartimenti connessi.[1]

- [1] Chapter 5 Vents CFAST User's Guide Version 7

# LIMITI DI CFAST

## Scenario and Software Limits

CFAST is intended for use with a wide variety of fire scenarios. A number of limits to the inputs in the software implementation of the model are noted below.

| | |
|---|---|
| Maximum simulation time in seconds | 86400 |
| Maximum number of compartments | 100 |
| Maximum number of horizontal flow (door/window) vent connections that can be included in a single test case | 2500 |
| Maximum number of vertical flow (ceiling/floor) vent connections which can be included in a single test case | 2500 |
| Maximum total number of connections between compartments and mechanical ventilation systems which can be included in a single test case | 2500 |
| Maximum number of fans that can be included in a single test cases | 1250 |
| Maximum number of fires which can be included in a single test case | 2500 |
| Maximum number of data points for a single fire definition | 199 |
| Maximum number of data points in a variable cross-sectional area definition for a single compartment | 199 |
| Maximum number of material thermal property definitions which can be included in a single thermal database file | 2500 |
| Maximum number of targets which can be included in a single test case. In addition, the CFAST model includes a target on the floor of each compartment in the simulation and one for each object fire in simulation. | 2500 |
| Maximum number of detectors/sprinklers which can be included in a single test case. | 2500 |

# STRUMENTI DI SIMULAZIONE

**Modelli di campo**

- FDS è un modello di campo sviluppato per predire gli effetti dell'incendio sulle temperature e sulle concentrazioni di gas
- suddivide ogni compartimento (attraverso una griglia di elementi 3D) in un grande numero, dell'ordine delle migliaia, di volumi di controllo e risolve le equazioni di conservazione all'interno di ognuno di questi volumi in funzione del tempo;
- **I modelli CFD sono onerosi in termini di tempo computazionale, ma le informazioni ottenute sono dettagliate anche per geometrie complesse**

# Caratteristiche dei modelli di campo (FDS)

Ci sono due modi per descrivere un incendio:

- il primo prevede sia specificata la velocità di rilascio del calore per unità di area tramite il parametro HRR
- Il secondo metodo per modellare un incendio è quello di specificare nella fase solida le proprietà termiche e di pirolisi dei materiali

# CARATTERISTICHE DEI MODELLI DI CAMPO (FDS)

- Il primo modo prevede la definizione di un valore dell'HRRPUA (heat release rate per unit area, in $kW/m^2$), definito su una superficie che si destina ad origine dell'incendio. L'andamento nel tempo di tale valore può essere definito
  - con un andamento lineare, crescente, costante, decrescente, inserito per punti significativi;
  - con una crescita secondo una legge quadratica $t^2$ seguita da un andamento a valori costanti.

# Caratteristiche dei modelli di campo (FDS)

- Il secondo modo consiste nel definire le caratteristiche termo-fisiche e chimiche del materiale che brucia o che deve essere innescato dall'incendio.
- Tra le caratteristiche del materiale da definire si ricordano:
  - la densità (superficiale o volumica);
  - il calore di vaporizzazione;
  - la temperatura di ignizione;
  - il calore di combustione;
  - le caratteristiche stechiometriche delle reazioni di combustione.

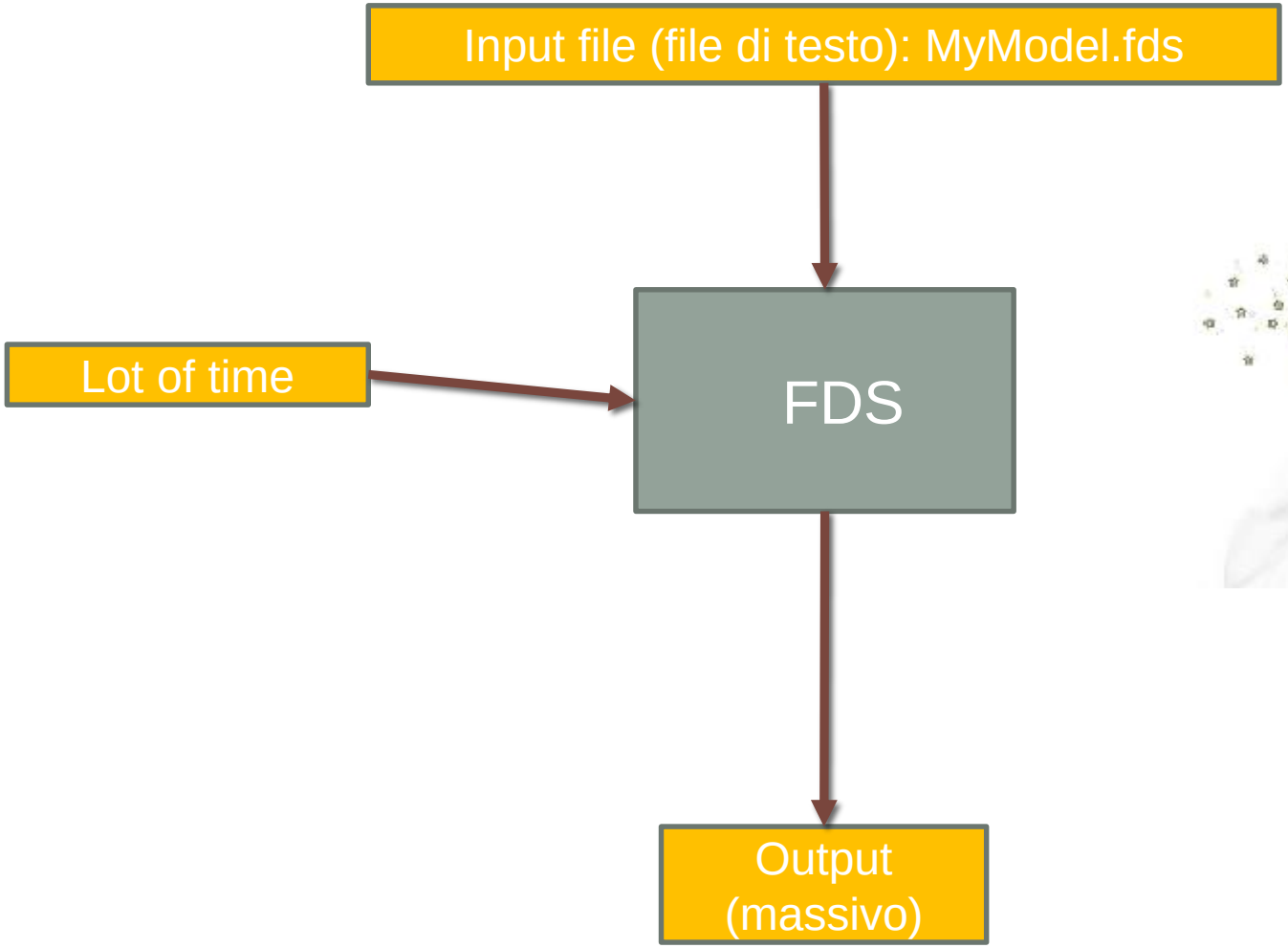
# COSA E' FDS

- Centinaia di parametri possono essere regolati.
- La maggior parte di essi richiede una conoscenza avanzata della dinamica del fuoco e metodi numerici.

**però**

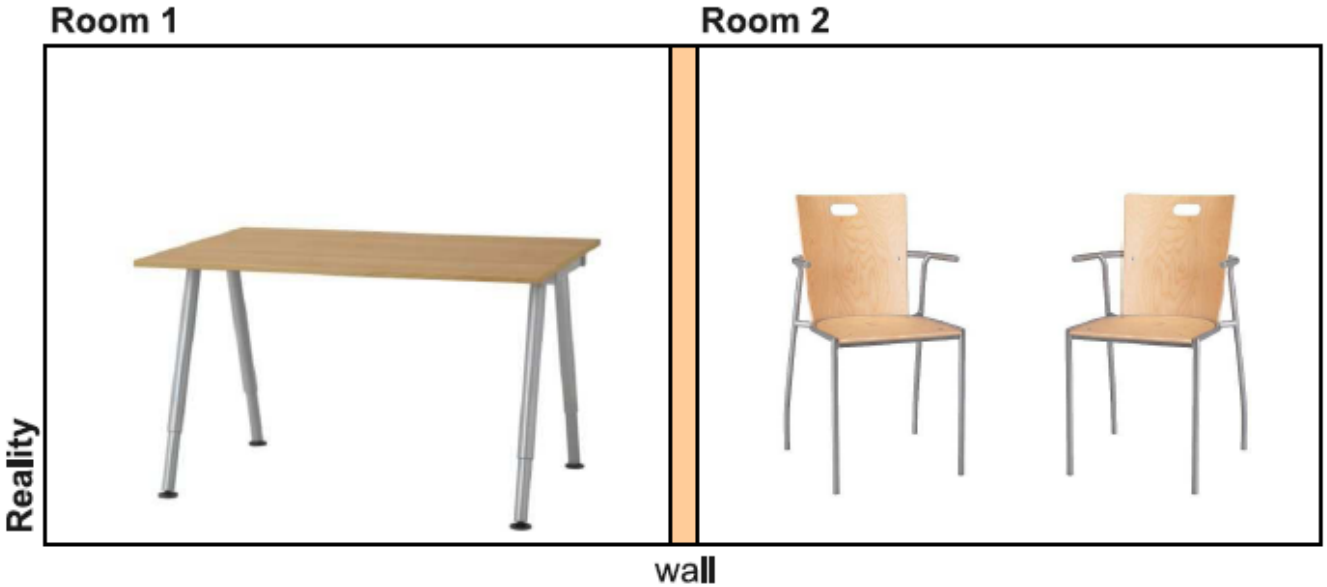
- Tutti hanno un valore predefinito ... quindi non è necessario regolarli.
- Non esiste una convergenza generale della griglia !!

# COSA E' FDS


Input file (file di testo): MyModel.fds
Lot of time
FDS
Output
(massivo)

# COSA E' FDS

- FDS non è un CAD (Computer Aided Design) ma è un codice CFD (Computational Fluid Dynamics)
- L'effetto della struttura della tavola e della sedia sulla quantità di fluido può essere considerato trascurabile.
- Diversamente, se si considera l'influenza del flusso sulla parete di separazione, il piano di appoggio del tavolo e delle sedie può divenire importante, sulla base dell'obiettivo dell'analisi.

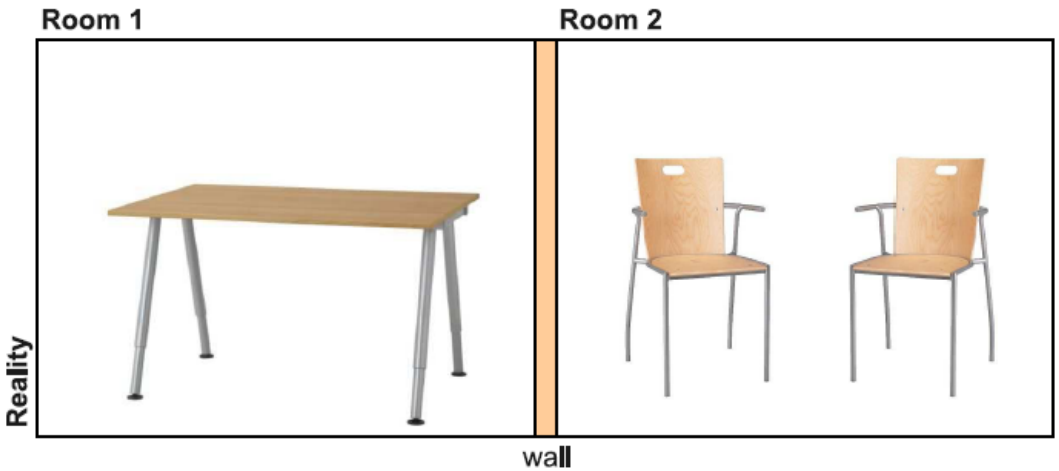


# Dimensioni

Il muro di separazione tra la stanza 1 e 2 è di 0.19 m

Come viene considerato durante il calcolo se le dimesioni della griglia sono di 0.30 m?

Associando le dimensioni degli oggetti alle dimensioni della cella il modello idrodinamico considera la parete come se fosse spessa 0.3 m. poichè la geometria deve essere conforme alla griglia sottostante. Queste informazioni sono utilizzate per ostacolare il flusso.



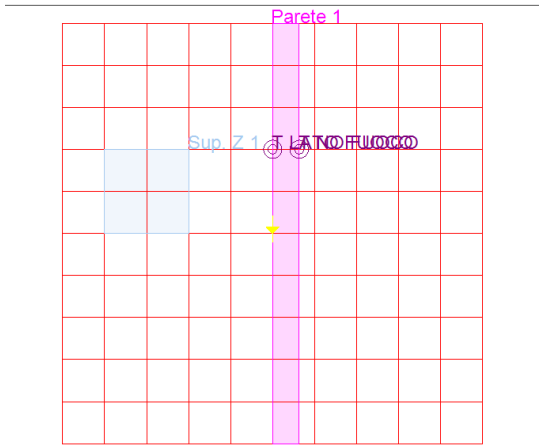

Il modello di scambio di calore esegue un calcolo unidimensionale di scambio di
calore della parete facendo uso dello spessore reale di 0.19 m e delle proprietà chimico - fisiche del materiale utilizzato.

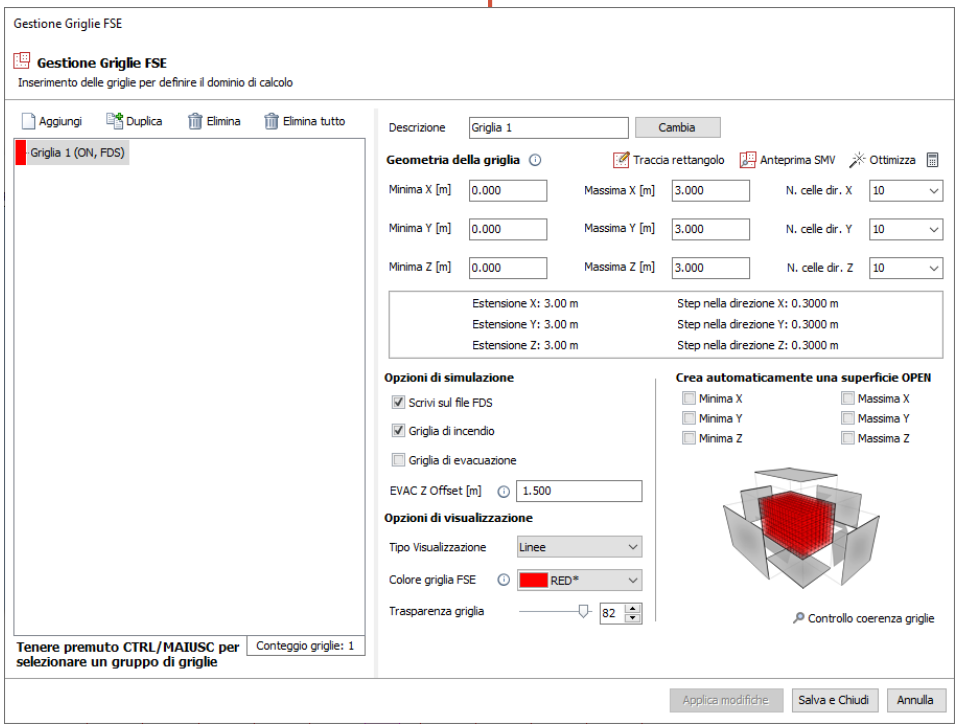
Può sembrare strano agli utenti che iniziano a conoscere FDS, ma la parete è spessa sia 0.30 m che 0.19 m in base al tipo di operazione che sta eseguendo FDS

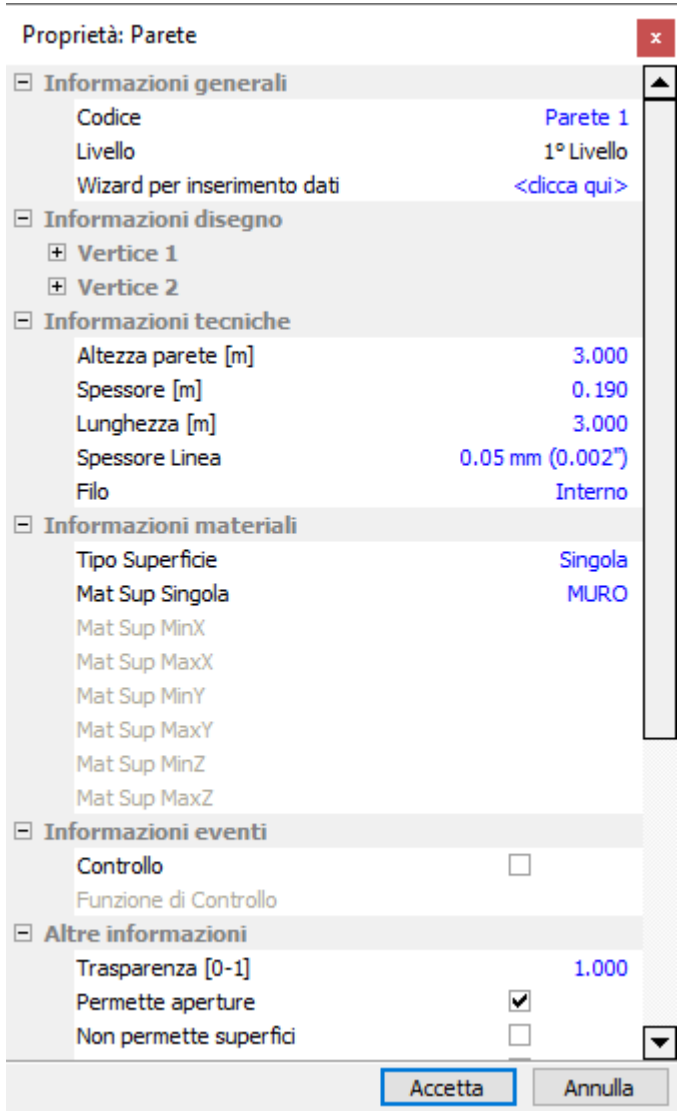
# Dimensioni

Il muro di separazione tra la stanza 1 e 2 è di 0.19 m

Come viene considerato durante il calcolo se le dimensioni della griglia sono di 0.30 m?



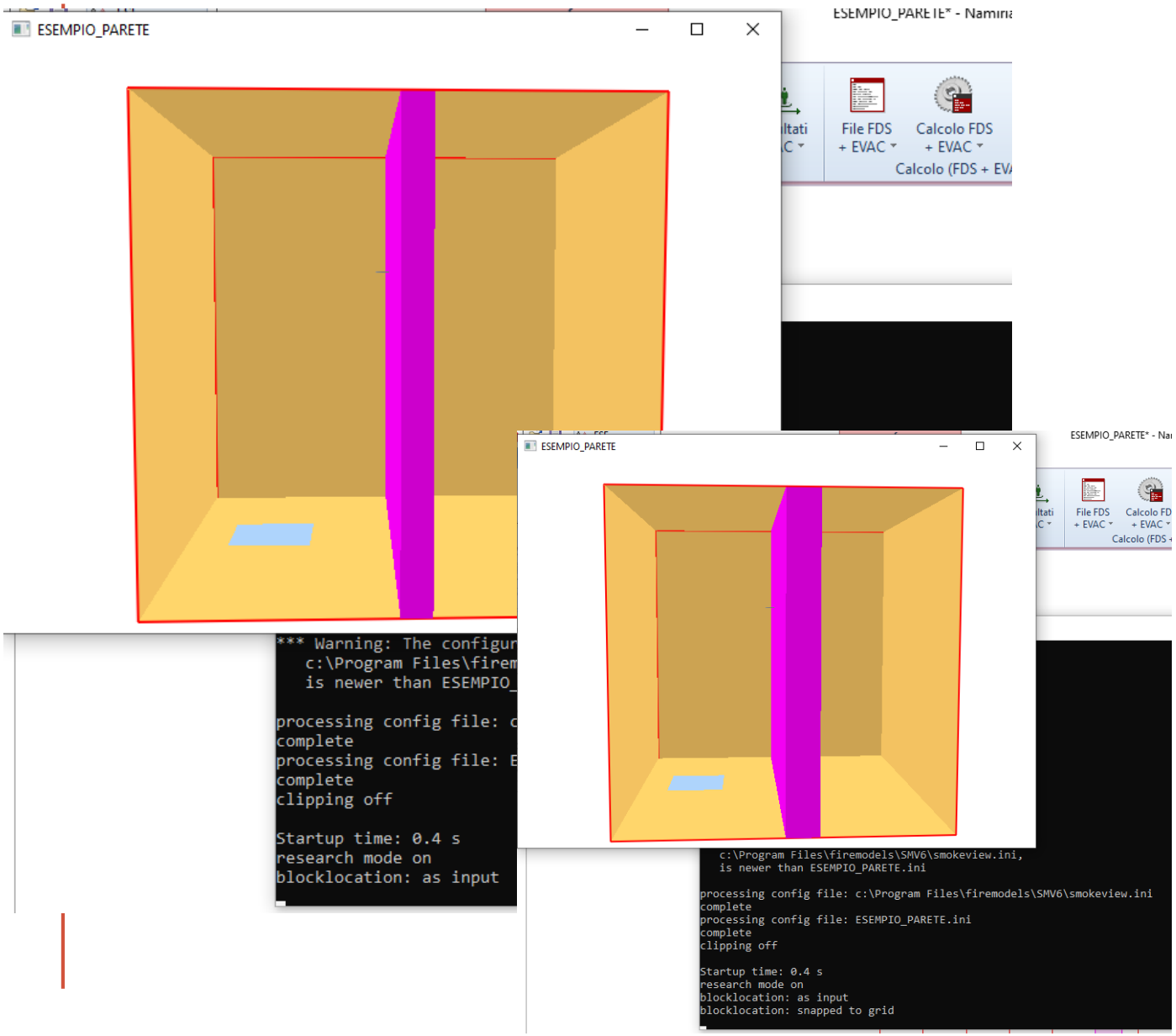



# Dimensioni

Il muro di separazione tra la stanza 1 e 2 è di 0.19 m

Come viene considerato durante il calcolo se le dimensioni della griglia sono di 0.30 m?



# File FDS

- &**HEAD** CHID='ESEMPIO_PARETE',TITLE='ESEMPIO_PARETE.fds creato con applicativo Namirial MEP 3.0.16 per FDS versione 6.3 (solo 64 bit)',FYI=''/
- &**MESH** ID='Griglia 6', IJK=10, 10, 10, XB=0.00,3.00,0.00,3.00,0.00,3.00, RGB = 255,0,0, FYI ='Griglia 6'/
- &**TIME** T_BEGIN=0.00,  T_END=120.00, /
- &**RADI** RADIATION=.TRUE./
- &**REAC** ID = 'Reazione propano', HEAT_OF_COMBUSTION=44100.00, SOOT_YIELD=0.0190, CO_YIELD=0.0050, FUEL='PROPANE'/
- &**OBST** XB=1.50, 1.69, 0.00, 3.00, 0.00, 3.00, RGB=255,0,255, SURF_ID='MURO'/ Parete 1 Num_1
- &**SURF** ID='MURO'  TMP_INNER=0.000, TMP_BACK=0.000, MATL_ID(1:1,1)='Calcestruzzo', THICKNESS(1:1)=0.19000/
- &**SURF** ID='BRUCIATORE 500 KW' HRRPUA=500.000/
- &**MATL** ID='Calcestruzzo', DENSITY=2100.00,  CONDUCTIVITY=1.00, SPECIFIC_HEAT=0.88, EMISSIVITY=0.90, /
- &**TAIL**  /

# LIMITI DI FDS

- Il modello contenuto in FDS è stato originariamente sviluppato per analizzare incendi a scala industriale.
  - L'affidabilità dei risultati ottenuti per mezzo del codice di calcolo è ragionevole se la dimensione del focolaio è circoscritta e le dimensioni dell'ambiente sono relativamente grandi rispetto a quelle della sorgente.
  - In tali condizioni, i valori delle velocità dei flussi e delle temperature dei gas sono caratterizzate da un'accuratezza del 10-20% rispetto a misure sperimentali effettuabili nelle medesime situazioni.
- Date le origini del modello, gli stessi sviluppatori ammettono che esso deve essere migliorato per quanto riguarda l'affidabilità dei risultati di simulazioni che riproducono lo sviluppo di incendi in ambienti di residenza civile.

# LIMITI DI FDS

- Un ulteriore limite evidenziato dai ricercatori riguarda la simulazione della crescita dell'incendio, che è strettamente legata alle caratteristiche termo fisiche dei materiali che circoscrivono l'incendio, proprietà che devono essere definite con precisione dall'utilizzatore del modello.
- Il modello è stato validato solo per quei materiali testati sperimentalmente dal NIST. In assenza di verifica sperimentale dei dati inseriti nel codice di calcolo, non si assicura la rispondenza dei risultati ottenuti dalle simulazioni con i possibili scenari reali.
- Un ulteriore limite del programma, dal punto di vista applicativo, riguarda le risorse hardware necessarie per la sua esecuzione e i tempi di calcolo richiesti.

# LIMITI DI FDS

- **Low Speed Flow Assumption**
- L'uso di FDS è limitato a flusso con limitata velocità, con attenzione sul trasporto del fumo e del calore sviluppato dall'incendio.
- **Rectilinear Geometry**
- L'efficenza di FDS è dovuta alla semplicità della griglia numerica (rettilinea) e all'uso di un veloce e diretto solutore del campo pressione.
- Questa è una limitazione nella realizzazione di particolari geometrie che non sono conformi ad una griglia rettangolare nel caso in cui è necessario studiare gli effetti nel limiti del dominio.

# LIMITI DI FDS

## Fire Growth and Spread

Per scenari in cui la Heat Release Rate è predetta invece che prescitta l'incertezza del modello è più alta, per le seguenti ragioni :

1. Le proprietà dei materiali e dei combustibili di uso comune sono sconosciuti o difficili da reperire
2. Il processo fisico della combustione, della radiazione e del trasferimento di calore nella pase solida sono difficili da rappresentare matematicamente in FDS
3. I risultati di calcolo sono sensibili ai parametri numeri e fisici inseriti, si sta facendo tanta ricerca per migliorare questa situazione, che oggi richiede molta conoscenza

# DOWNLOAD E INSTALLAZIONE

- Scaricare l'ultima versione di FDS 6.7.5 dal sito

  https://pages.nist.gov/fds-smv/downloads.html

  Eseguire l'installazione di FDS effettuando un doppio click sul file FDS6.7.5_SMV6.7.15_win.exe
- Seguire le istruzioni
- Di default il motore di calcolo viene installato all'interno della cartella c:\Program Files\firemodels\FDS6
- L'installazione copia tutti i file compresi anche i manuali di utilizzo e riferimento tecnico.

**Per gli esempi è stata utilizzata la versione FDS 6.6.0**

# DOWNLOAD E INSTALLAZIONE

- Per utilizzare il calcolo in rete eseguire l'installazione di FDS sulle macchine da usare effettuando un doppio click sul file FDS6.7.5_SMV6.7.15_win.exe

INSTALLARE NEL PERCORSO DI DEFAULT

Cartella c:\Program Files\firemodels\FDS6

# DOWNLOAD E INSTALLAZIONE

- FDS ha due manuali separati presenti nella cartella

C:\Program Files\firemodels\FDS6\Documentation\Guides_and_Release_Notes

- [FDS6 technical reference];
- [FDS6 user's guide].

- La guida FDS6 technical reference è suddivisa in 4 volumi:
  - Volume 1 Modello Matematico (Mathematical Model)
  - Volume 2 Verifica (Verification)
  - Volume 3 Validazione (Validation)
  - Volume 4 Gestione sviluppo FDS (Configuration Management)

# DOWNLOAD E INSTALLAZIONE

**Fire Dynamics Simulator with Evacuation:**

**FDS+Evac**

**Technical Reference and User's Guide**

(FDS 6.6.0, Evac 2.5.2, DRAFT)

VTT Technical Research Centre of Finland

Ultima versione attualmente scaricabile da

http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fdsevac/documents/FDS+EVAC_Guide.pdf

# DOWNLOAD E INSTALLAZIONE

Smokeview ha i suoi manuali presenti nella cartella

C:\Program Files\firemodels\FDS6\Documentation\Guides_and_Release_Notes

- Volume I: User's Guide
- Volume II: Technical Reference Guide
- Volume III: Verification Guide

# ESEGUIRE UN CALCOLO

La procedura tipica per utilizzare FDS e Smokeview è:

1) Impostare un file di input FDS, come test.fds, e memorizzarlo dentro una cartella, ad esempio mytest
2) Eseguire FDS sul file di input test. FDS si avvia e crea molti file di output dentro la cartella mytest.
3) Mentre FDS è in esecuzione è possibile monitorare lo sviluppo del calcolo.
4) Dopo la conclusione del calcolo è possibile analizza i file di output generati con Smokeview aprendo il file test.smw

# ESEGUIRE UN CALCOLO

```
C:\Users\p.monaco.NAMIRIAL\Desktop\mytest\Work_test\Fds>"fds.exe" "test.fds"
 Mesh      1 is assigned to MPI Process      0
 OpenMP thread   0 of   1 assigned to MPI process      0 of      0
 OpenMP thread   1 of   1 assigned to MPI process      0 of      0
 Completed Initialization Step  1
 Completed Initialization Step  2
 Completed Initialization Step  3
 Completed Initialization Step  4

 Fire Dynamics Simulator

 Current Date     : April 29, 2018  20:50:38
 Version          : FDS 6.5.2
 Revision         : Git-r21-0-g4e9103f
 Revision Date    : Wed Aug 24 16:29:46 2016 -0400
 Compilation Date : Wed 08/24/2016  10:28 PM

 MPI Enabled; Number of MPI Processes:          1
 OpenMP Enabled; Number of OpenMP Threads:   2

 MPI version: 3.0
 MPI library version: Intel(R) MPI Library 5.1.3 for Windows* OS


 Job TITLE        : test.fds creato con applicativo Namirial MEP 3.0.30 per FDS versione 6
 Job ID string    : test

 Time Step:      1, Simulation Time:      0.18 s
 Time Step:      2, Simulation Time:      0.37 s
 Time Step:      3, Simulation Time:      0.55 s
 Time Step:      4, Simulation Time:      0.73 s
```

# ESEGUIRE UN CALCOLO

Per ciascun file di calcolo viene scritto un file XXXX.out

(nell’esempio test.out contenuto dentro la cartella mytest)

che contiene tutta una serie di informazioni tra cui l'utilizzo della CPU e il tempo di simulazione, in modo da poterlo monitorare per vedere fino a quanto è arrivato il calcolo.

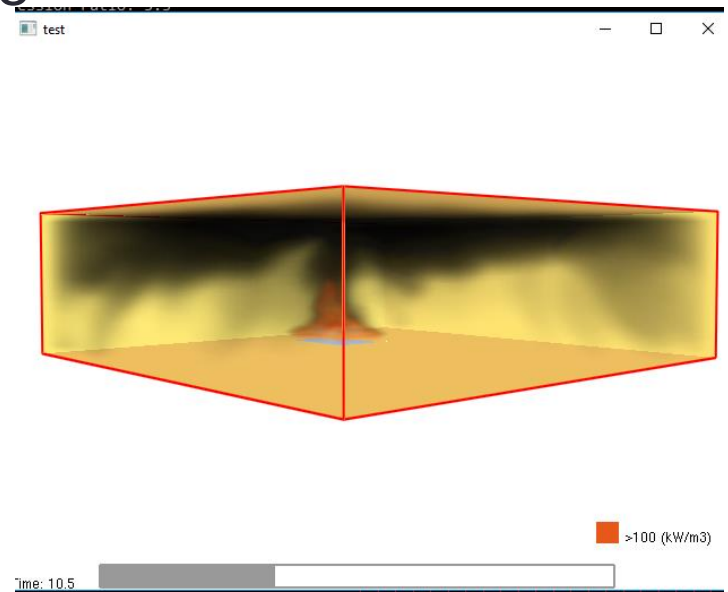
```
Fire Dynamics Simulator

Current Date     : April 29, 2018  20:52:03
Version          : FDS 6.5.2
Revision         : Git-r21-0-g4e9103f
Revision Date    : Wed Aug 24 16:29:46 2016 -0400
Compilation Date : Wed 08/24/2016  10:28 PM

MPI Enabled; Number of MPI Processes:          1
OpenMP Enabled; Number of OpenMP Threads:   2

MPI version: 3.0
MPI library version: Intel(R) MPI Library 5.1.3 for Windows* OS


Job TITLE        : test.fds creato con applicativo Namirial MEP 3.0.30 per FDS versione 6
Job ID string    : test
```

```
Time Step     700   April 29, 2018  20:55:17
Step Size:    0.224E-01 s, Total Time:      15.59 s
Pressure Iterations:      1
Maximum Velocity Error:  0.24E-15 on Mesh   1 at (  12  31   0)
Maximum Pressure Error:  0.18E+03 on Mesh   1 at (  10  32   1)
---------------------------------------------------------------
Max CFL number:  0.95E+00 at (   9,  32,  10)
Max divergence:  0.56E+01 at (  10,  32,   1)
Min divergence: -0.21E+01 at (   9,  33,   3)
Max VN number:   0.51E+00 at (  10,  31,  15)
Total Heat Release Rate:            979.734 kW
Radiation Loss to Boundaries:      -278.655 kW

Time Step     800   April 29, 2018  20:55:42
Step Size:    0.210E-01 s, Total Time:      17.82 s
Pressure Iterations:      1
Maximum Velocity Error:  0.42E-15 on Mesh   1 at (  12  31   0)
Maximum Pressure Error:  0.46E+03 on Mesh   1 at (   8  33   1)
---------------------------------------------------------------
Max CFL number:  0.84E+00 at (   9,  33,  13)
Max divergence:  0.61E+01 at (   8,  34,   1)
Min divergence: -0.24E+01 at (  11,  33,   2)
Max VN number:   0.53E+00 at (  11,  34,  15)
Total Heat Release Rate:            903.829 kW
Radiation Loss to Boundaries:      -276.113 kW

Time Step     900   April 29, 2018  20:56:06
Step Size:    0.255E-01 s, Total Time:      19.98 s
Pressure Iterations:      1
Maximum Velocity Error:  0.45E-15 on Mesh   1 at (   9  33   0)
Maximum Pressure Error:  0.68E+02 on Mesh   1 at (  12  35  11)
---------------------------------------------------------------
Max CFL number:  0.97E+00 at (  12,  35,  10)
Max divergence:  0.59E+01 at (   7,  35,   1)
Min divergence: -0.27E+01 at (   9,  33,   2)
Max VN number:   0.48E+00 at (  12,  34,  15)
Total Heat Release Rate:           1096.598 kW
Radiation Loss to Boundaries:      -329.917 kW
```

# ESEGUIRE UN CALCOLO

Smokeview può essere utilizzato prima, durante e dopo le esecuzioni del modello:

- prima, per verificare i dati di input;
- durante un calcolo, per monitorare i progressi della simulazione;
- in una fase di post-elaborazione, per visualizzare i dati FDS dopo che un calcolo è stato completato



# ESEGUIRE UN CALCOLO

FDS crea molti file di output nella cartella mytest.

test.out: costituito da una lista di parametri di input e da varie importanti quantità, compreso l'utilizzo della CPU.

test_hrr.csv: **Heat release rate** e altre quantità di energia

test_devc.csv: dati di output associati a particolari dispositivi (temperature di collegamento, fumo oscuramento, termocoppie, ecc.)

Nella cartella sono presenti molti altri tipi di file utilizzati da Smokeview per la visualizzazione.

# Struttura di un file di input

- **Ogni comando** in FDS risulta essere associato ad una **parola chiave** che **inizia** con il simbolo **&**, tutti gli elementi che caratterizzano il comando vanno su una linea che viene **chiusa** dal carattere **/** (slash). I caratteri che seguono il carattere / sono considerati come commenti
- La struttura di un comando FDS è la seguente

&SLCF PBX=3.00 QUANTITY='visibility'/

Nome Gruppo

Nomi dei parametri

Valori dei parametri

**Una regola generale per la scrittura dei file di input è quella di scrivere solo i parametri che devono cambiare dal loro valore predefinito**

# Struttura di un file di input

- In generale i vari comandi di FDS possono essere scritti in qualunque ordine nel file di input, ma è una buona idea organizzarli in sezioni inserendo dei commenti che spieghino la scelta delle varie opzioni **o la fonte di provenienza dei dati utilizzati**.

&REAC ID='polyurethane', SOOT_YIELD=0.1875, CO_YIELD=0.02775, C=1.0, H=1.75, O=0.25, N=0.065,

HEAT_OF_COMBUSTION=25300, IDEAL=.TRUE. /Gas phase reaction: polyurethane flexible foam (means) **from Tewarson SFPE Handbook 3rd ed, SFPE handbook table 3-4.14, p. 3-112**.

# Struttura di un file di input

- Configurazione generale: HEAD, TIME, MISC
- Dominio computazionale: MESH
- Condizioni iniziali: INIT
- Proprietà di ogni materiale: MATL, RAMP
- Proprietà delle condizioni a contorno delle superfici: SURF, RAMP (time) , REAC
- Geometria  dello scenario da studiare: OBST, HOLE, VENT
- Controlli : PROP, DEVC, CTRL
- Quantità di output: DEVC, SLCF, BNDF, ISOF

# Struttura di un file di input

- Configurazione generale: HEAD, TIME, MISC
- Dominio computazionale: MESH
- Condizioni iniziali: INIT
- Proprietà di ogni materiale: MATL, RAMP
- Proprietà delle condizioni a contorno delle superfici: SURF, RAMP (time) , REAC
- Geometria  dello scenario da studiare: OBST, HOLE, VENT
- Controlli : PROP, DEVC, CTRL
- Quantità di output: DEVC, SLCF, BNDF, ISOF

# Associare un nome al progetto

- In FDS è possibile associare
  - Un nome alla simulazione (CHID), nome che verrà utilizzato per la composizione dei file di output
  - Un titolo alla simulazione (TITLE) che serve per descrivere il problema

## 17.7 HEAD (Header Parameters)

Table 17.7: For more information see Section 6.1.

| HEAD (Header Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CHID | Character | Section 6.1 | | 'output' |
| TITLE | Character | Section 16.7 | | |

- CHID è una stringa di 30 caratteri
- TITLE è una stringa di 60 caratteri

# Associare un nome al progetto

- E' raccomandato che il nome del file del progetto ed il nome associato alla simulazione con il parametro CHID sia lo stesso, così che tutti i ifle associati al calcolo abbiano un nome consistente.
- Il nome del gruppo per l'intestazione del file del progetto è

**&HEAD** CHID='test', TITLE='Progetto di esempio' /

- Nel parametro CHID non devono essere presenti caratteri di punteggiatura o spazi
- Se il parametro CHID non è specificato, viene presa la prima parte del nome del file
- Nel parametro TITLE è riportata una descrizione della simulazione

# File FDS

- **&HEAD**
- **CHID=‘test',**
- **TITLE=‘esempio corso',**
- FYI=‘file scritto manualmente‘ /

- &TAIL /

# DURATA DELLA SIMULAZIONE

- TIME è il nome del gruppo che definisce la durata della simulazione.



## 17.28 TIME (Time Parameters)

Table 17.28: For more information see Section 6.2.

| TIME (Time Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DT | Real | Section 6.2.2 | s | |
| EVAC_DT_FLOWFIELD | Real | Reference [53] | s | 0.01 |
| EVAC_DT_STEADY_STATE | Real | Reference [53] | s | 0.05 |
| LIMITING_DT_RATIO | Real | Section 4.2 | | 0.0001 |
| LOCK_TIME_STEP | Logical | Section 6.2.2 | | .FALSE. |
| RESTRICT_TIME_STEP | Logical | Section 6.2.2 | | .TRUE. |
| T_BEGIN | Real | Section 6.2.1 | s | 0. |
| T_END | Real | Section 6.2.1 | s | 1. |
| TIME_SHRINK_FACTOR | Real | Section 6.2.3 | | 1. |
| WALL_INCREMENT | Integer | Section 8.3.8 | | 2 |

# DURATA DELLA SIMULAZIONE

- Normalmente si setta solo il parametro **T_END** per indicare la durata della simulazione in s.

&TIME T_END=3600. /

(durata del calcolo pari a 60 min)

- Impostando **T_END** = 0 viene visualizzata la geometria in Smokeview.
- **T_BEGIN** è utilizzato per ritardare la fase di registrazione dei dati utile per confrontare i risultati con dati sperimentali o video

# File FDS

- &HEAD
- CHID=‘test',
- TITLE=‘esempio corso',
- FYI=‘file scritto manualmente‘ /

- **&TIME T_END=600.00 /**

- &TAIL /

# PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE

Table 17.14: For more information see Section 6.4.

| MISC (Miscellaneous Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ALLOW_SURFACE_PARTICLES | Logical | Section 14.6.1 | | .TRUE. |
| ALLOW_UNDERSIDE_PARTICLES | Logical | Section 14.6.1 | | .FALSE. |
| ASSUMED_GAS_TEMPERATURE | Real | Section 8.6 | °C | |
| ASSUMED_GAS_TEMPERATURE_RAMP | Character | Section 8.6 | | |
| BAROCLINIC | Logical | Section 6.4.8 | | .TRUE. |
| BNDF_DEFAULT | Logical | Section 16.5 | | .TRUE. |
| CNF_CUTOFF | Real | Section 14.3.3 | | 0.005 |
| CFL_MAX | Real | Section 6.4.10 | | 1.0 |
| CFL_MIN | Real | Section 6.4.10 | | 0.8 |
| CFL_VELOCITY_NORM | Integer | Section 6.4.10 | | 0 (LES), 1 (DNS) |
| CHECK_HT | Logical | Section 6.4.10 | | .FALSE. |
| CHECK_VN | Logical | Section 6.4.10 | | .FALSE. |
| CLIP_MASS_FRACTION | Logical | Section 6.7 | | .FALSE. |
| C_DEARDORFF | Real | Section 6.4.9 | | 0.1 |
| C_SMAGORINSKY | Real | Section 6.4.9 | | 0.20 |
| C_VREMAN | Real | Section 6.4.9 | | 0.07 |
| CONSTANT_SPECIFIC_HEAT_RATIO | Logical | Section 11.1.2 | | .FALSE. |
| DNS | Logical | Section 6.4.1 | | .FALSE. |
| DRIFT_FLUX | Logical | Section 12.5 | | .TRUE. |
| DT_HVAC | Real | Section 9.2 | s | |
| DT_MEAN_FORCING | Real | Section 6.4.2 | s | 1.E10 |
| EVACUATION_DRILL | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| EVACUATION_MC_MODE | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| EVAC_PRESSURE_ITERATIONS | Integer | Reference [53] | | 50 |
| EVAC_TIME_ITERATIONS | Integer | Reference [53] | | 50 |
| FLUX_LIMITER | Integer | Section 6.4.11 | | 2 |
| FORCE_VECTOR(3) | Real | Section 6.4.3 | | 0. |
| FREEZE_VELOCITY | Logical | Section 6.4.6 | | .FALSE. |
| GAMMA | Real | Section 11.1.2 | | 1.4 |
| GRAVITATIONAL_DEPOSITION | Logical | Section 12.5 | | .TRUE. |
| GRAVITATIONAL_SETTLING | Logical | Section 12.5 | | .TRUE. |
| GROUND_LEVEL | Real | Section 9.6 | m | 0. |
| GVEC | Real triplet | Section 6.4.7 | $m/s^2$ | 0,0,-9.81 |
| H_F_REFERENCE_TEMPERATURE | Real | Section 16.10.18 | °C | 25. |
| HUMIDITY | Real | Section 11.1.1 | % | 40. |
| IBLANK_SMV | Logical | Section 16.4 | | .TRUE. |
| INITIAL_UNMIXED_FRACTION | Real | Section 12.1.3 | | 1.0 |
| LAPSE_RATE | Real | Section 9.6 | °C/m | 0 |
| MAX_CHEMISTRY_ITERATIONS | Integer | Section 12.4 | | 1000 |
| MAX_LEAK_PATHS | Integer | Section 9.3.2 | | 200 |
| MAXIMUM_VISIBILITY | Real | Section 16.10.2 | m | 30 |
| MEAN_FORCING(3) | Logical | Section 6.4.2 | | .FALSE. |
| MPI_TIMEOUT | Real | Section 16.10.19 | s | 10. |

Configurazione generale: MISH

# PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE

Configurazione generale: MISH

Table 17.14: Continued

| MISC (Miscellaneous Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NOISE | Logical | Section 6.4.1 | | .TRUE. |
| NOISE_VELOCITY | Real | Section 6.4.1 | m/s | 0.005 |
| NO_EVACUATION | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| OVERWRITE | Logical | Section 6.4.1 | | .TRUE. |
| PARTICLE_CFL | Logical | Section 6.4.10 | | .FALSE. |
| PARTICLE_CFL_MAX | Real | Section 6.4.10 | | 1.0 |
| POROUS_FLOOR | Logical | Section 15.3.1 | | .TRUE. |
| PR | Real | Section 6.4.9 | | 0.5 |
| PROJECTION | Logical | Formal projection | | .FALSE. |
| P_INF | Real | Section 6.4.1 | Pa | 101325 |
| RAMP_GX | Character | Section 6.4.7 | | |
| RAMP_GY | Character | Section 6.4.7 | | |
| RAMP_GZ | Character | Section 6.4.7 | | |
| RESTART | Logical | Section 6.4.4 | | .FALSE. |
| RESTART_CHID | Character | Section 6.4.4 | | CHID |
| RICHARDSON_ERROR_TOLERANCE | Real | Section 12 | | 1.0 E-3 |
| RUN_AVG_FAC | Real | Section 14.3.2 | | 0.5 |
| SC | Real | Section 6.4.9 | | 0.5 |
| SHARED_FILE_SYSTEM | Logical | Section 6.3.3 | | .TRUE. |
| SMOKE_ALBEDO | Real | Reference [2] | | 0.3 |
| SOLID_PHASE_ONLY | Logical | Section 8.6 | | .FALSE. |
| STRATIFICATION | Logical | Section 9.6 | | .TRUE. |
| SUPPRESSION | Logical | Section 12.1.4 | | .TRUE. |
| TEXTURE_ORIGIN(3) | Real Triplet | Section 7.4.2 | m | (0.,0.,0.) |
| THERMOPHORETIC_DEPOSITION | Logical | Section 12.5 | | .TRUE. |
| THICKEN_OBSTRUCTIONS | Logical | Section 7.2.1 | | .FALSE. |
| TMPA | Real | Section 6.4.1 | °C | 20. |
| TURBULENCE_MODEL | Character | Section 6.4.9 | | 'DEARDORFF' |
| TURBULENT_DEPOSITION | Logical | Section 12.5 | | .TRUE. |
| U0,V0,W0 | Reals | Section 6.4.1 | m/s | 0. |
| VERBOSE | Logical | Section 6.3.3 | | |
| VISIBILITY_FACTOR | Real | Section 16.10.2 | | 3 |
| VN_MAX | Real | Section 6.4.10 | | 0.5 |
| VN_MIN | Real | Section 6.4.10 | | 0.4 |
| Y_CO2_INFTY | Real | Section 12.1.1 | kg/kg | 0.000595 |
| Y_O2_INFTY | Real | Section 12.1.1 | kg/kg | 0.232378 |

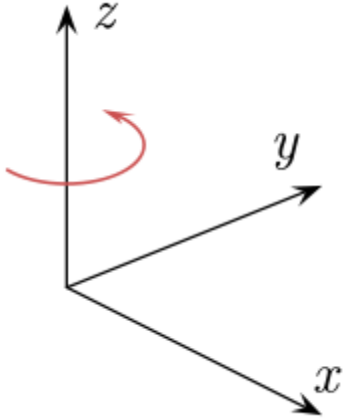
# Struttura di un file di input

- Configurazione generale: HEAD, TIME, MISC
- Dominio computazionale: MESH
- Condizioni iniziali: INIT
- Proprietà di ogni materiale: MATL, RAMP
- Proprietà delle condizioni a contorno delle superfici: SURF, RAMP (time) , REAC
- Geometria  dello scenario da studiare: OBST, HOLE, VENT
- Controlli : PROP, DEVC, CTRL
- Quantità di output: DEVC, SLCF, BNDF, ISOF

# Creare un dominio di calcolo

- Tutti i calcoli di FDS devono essere eseguiti all'interno di un dominio costituito preferibilmente da mesh rettangolari, ognuna delle quali ha la propria griglia
- **Tutti gli elementi presenti (ostruzioni, aperture, solidi) sono forzati ad uniformarsi con la griglia numerica.**
- L'unità di misura del dominio di calcolo è in metri, e viene definito specificando un cubo con il primo punto (XBAR0,YBAR0,ZBAR0) che è l'origine del dominio ed il punto (XBAR,YBAR,ZBAR) che è il vertice opposto.

# Creare un un dominio di calcolo



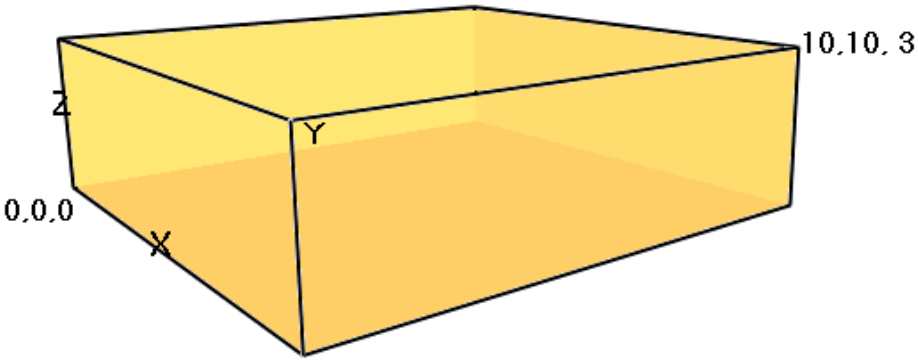

Dominio computazionale: MESH

- &MESHè il nome del gruppo che definisce i parametri con le dimensioni del dominio fisico di calcolo, secondo la regola della mano destra.

&MESH ID='Griglia 1', IJK=50, 50, 15, XB=0.00,10.00,0.00,10.00,0.00,3.00/ Griglia

$$XB = x_i, x_f, y_i, y_f, z_i, z_f$$

- Tutti gli elementi che sono esterni al dominio vengono ignorati senza generazione di errore o anomalie in FDS.



# Creare un un dominio di calcolo



## 17.13 MESH (Mesh Parameters)

Table 17.13: For more information see Section 6.3.

| MESH (Mesh Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| COLOR | Character | Section 6.3.3 | | 'BLACK' |
| CYLINDRICAL | Logical | Section 6.3.2 | | .FALSE. |
| EVACUATION | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| EVAC_HUMANS | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| EVAC_Z_OFFSET | Real | Reference [53] | m | 1 |
| ID | Character | Reference [53] | | |
| IJK | Integer Triplet | Section 6.3.1 | | 10,10,10 |
| LEVEL | Integer | For future use | | 0 |
| MPI_PROCESS | Integer | Section 6.3.3 | | |
| N_THREADS | Integer | Section 6.3.3 | | |
| MULT_ID | Character | Section 7.5 | | |
| RGB | Integer Triplet | Section 6.3.3 | | 0,0,0 |
| XB(6) | Real Sextuplet | Section 6.3.1 | m | 0,1,0,1,0,1 |

# Creare un dominio computazionale

- **La dimensione delle celle maggiore dovrebbe essere quella della direzione x.**
- E' buona regola che le celle della griglia definiscano un cubo, cioè le dimensioni delle celle nelle tre dimensioni siano approsimativamente le stesse.
- Le dimensioni delle celle seguono la regola $2^l\ 3^m\ 5^n$…….ovvero devono essere divisibili per piccolo numeri primi

Dominio computazionale: MESH

The pressure solver in FDS employs Fast Fourier Transforms (FFTs) in the $y$ and $z$ directions, and this algorithm works most efficiently if the number of cells in these directions (the `J` and `K` of `IJK`) can be factored into low primes, like 2, 3, and 5. The number of cells in the $x$ direction (the `I` in `IJK`) is not affected by this restriction because the pressure solver does not use an FFT in the $x$ direction. However, since the

# Creare un dominio computazionale

- Con il termine "mesh multipla" si intende che il dominio computazionale è costituito da più di una mesh di calcolo.
- L'ordine in cui queste righe sono inserite nel file di input è importante. In generale le mesh devono essere inserite dalla più fitta alla più grossolana.
- FDS presuppone che una mesh elencata per prima nel file di input abbia precedenza su una mesh elencata per secondo se le due mesh si sovrappongono.

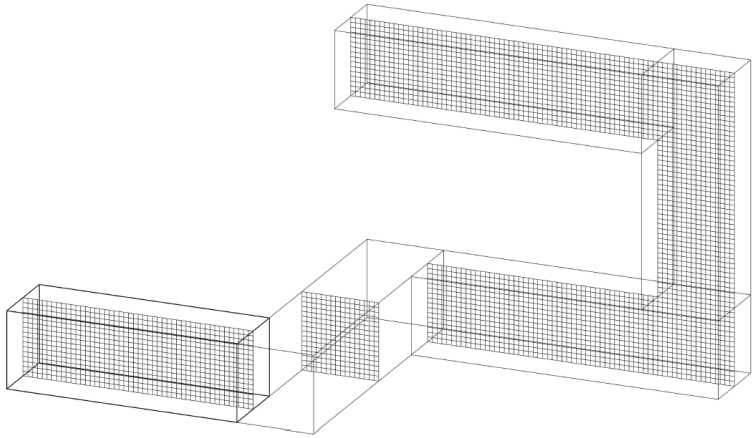
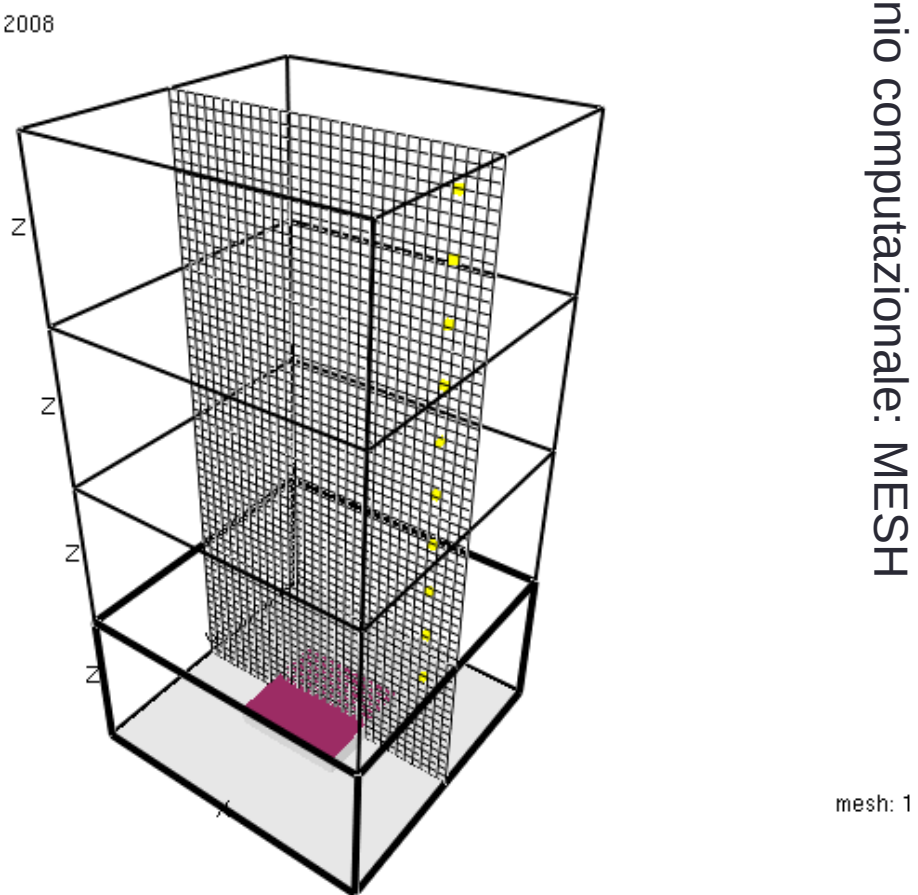


Figure 6.1: An example of a multiple-mesh geometry.

# Creare un dominio computazionale

MESH multiple

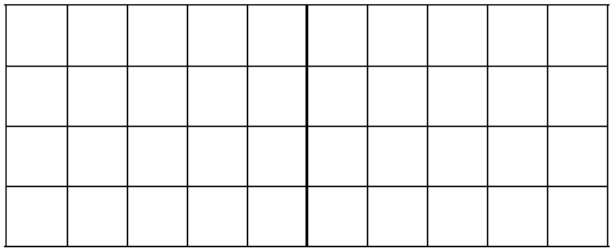
&MESH IJK=10,10,10, XB=0.0,2.0,0.0,2.0,0.0,2.0 /
&MESH IJK=10,10,10, XB=0.0,2.0,0.0,2.0,2.0,4.0 /
&MESH IJK=10,10,10, XB=0.0,2.0,0.0,2.0,4.0,6.0 /
&MESH IJK=10,10,10, XB=0.0,2.0,0.0,2.0,6.0,8.0 /



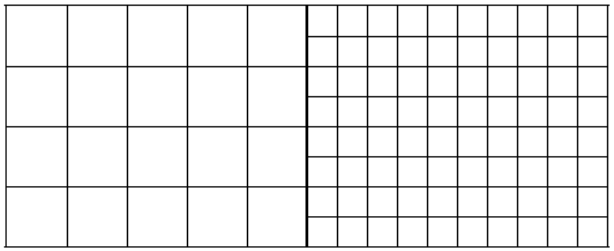

Gli oggetti e le aperture sono inserite con riferimento al sistema di coordinate globale.

# Creare un dominio computazionale

- La suddivisione del dominio di calcolo in più mesh è utile per eseguire FDS in parallelo usando MPI (Message Passing Interface), in modo che il carico di lavoro possa essere diviso tra i computer.
- La regola più importante dell'allineamento delle mesh è che le celle confinanti dovrebbero avere la stessa area della sezione trasversale

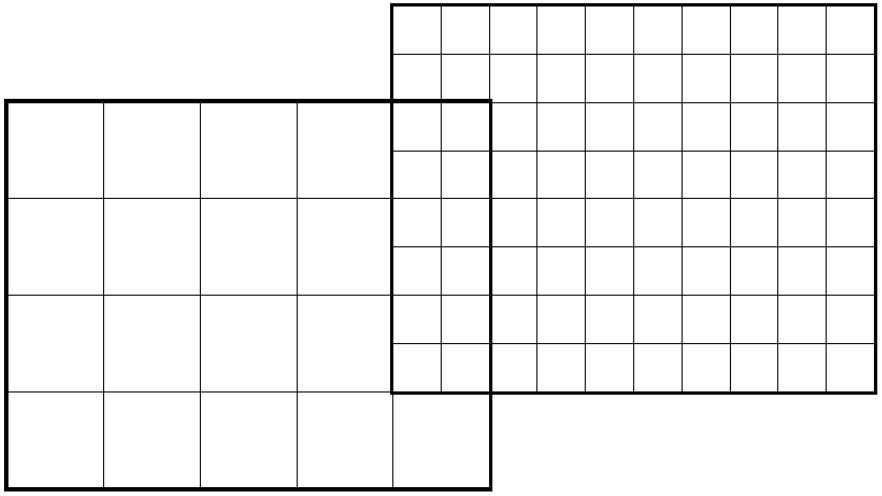


This is the ideal kind of mesh to mesh alignment.

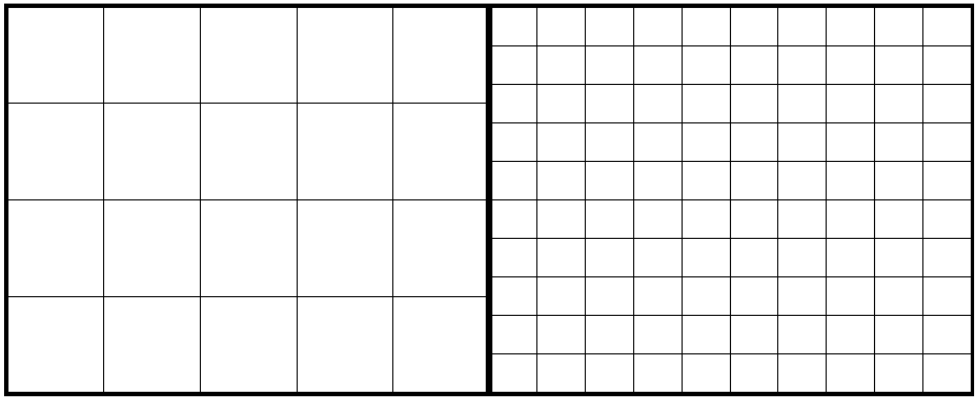


This is allowed so long as there are an integral number of fine cells abutting each coarse cell.

# Creare un dominio computazionale

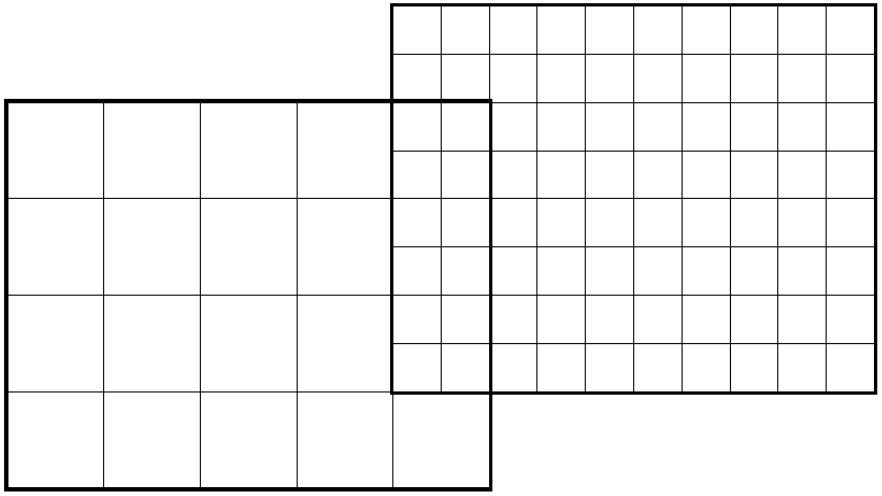


This is allowed, but of questionable value.

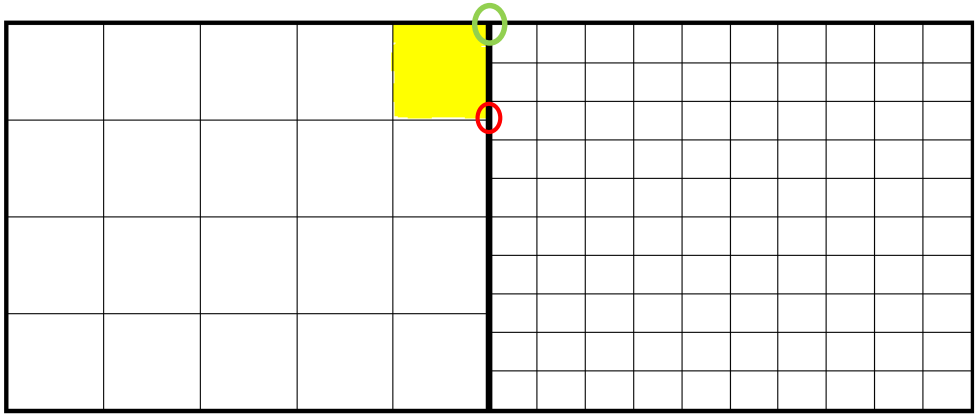


This is not allowed.

# Creare un dominio computazionale

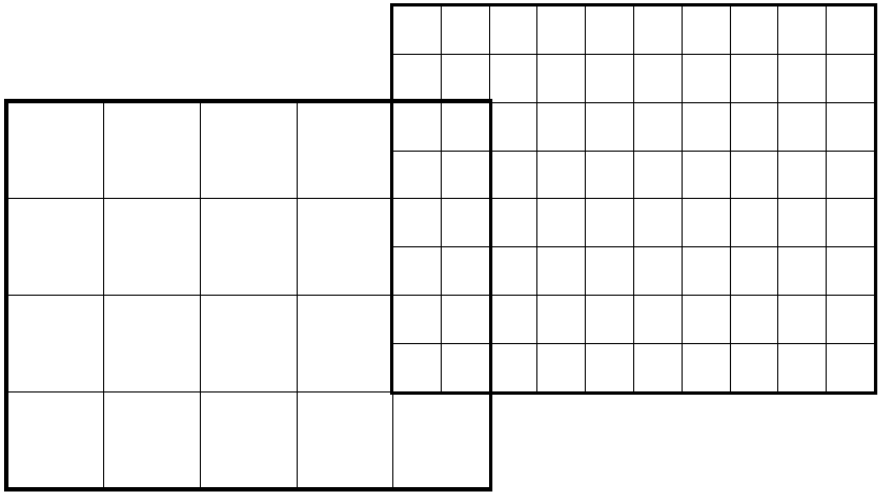


This is allowed, but of questionable value.

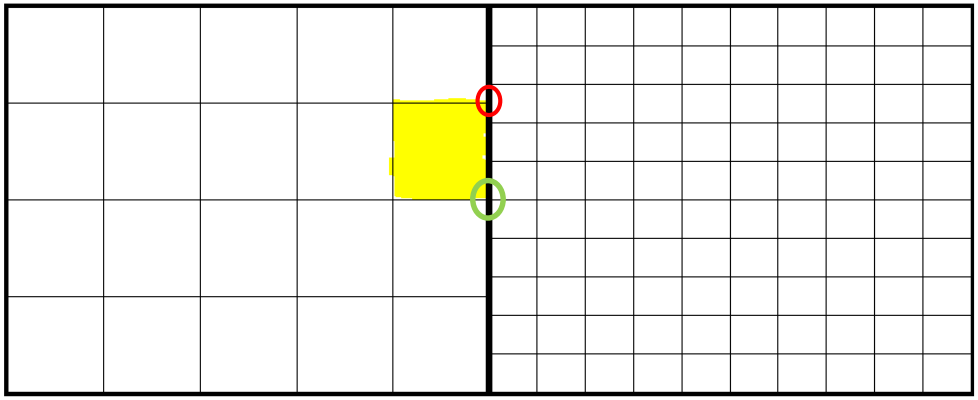


This is not allowed.

# Creare un dominio computazionale

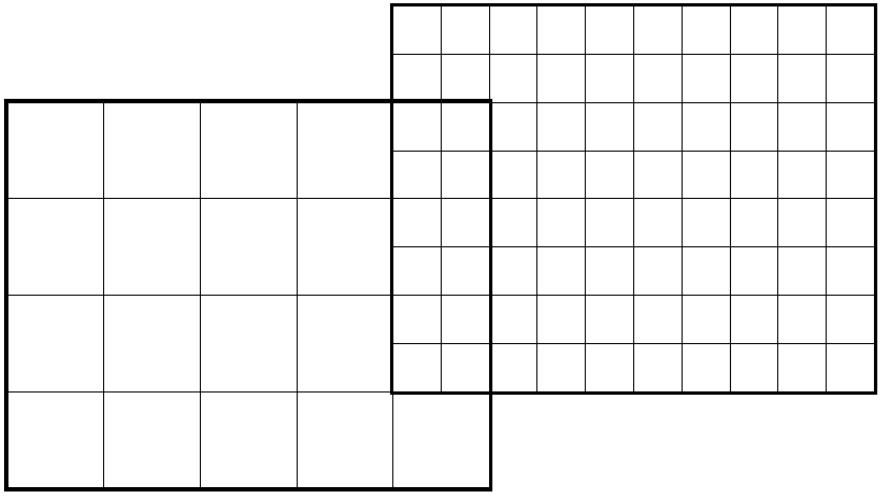


This is allowed, but of questionable value.

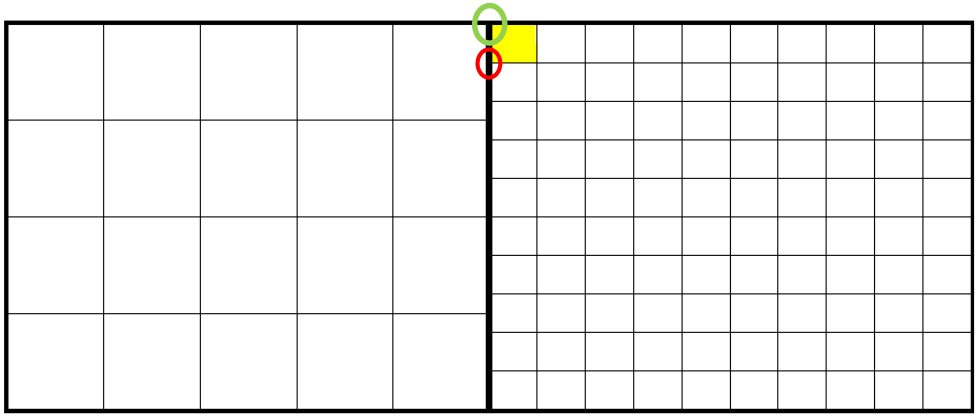


This is not allowed.

# Creare un dominio computazionale

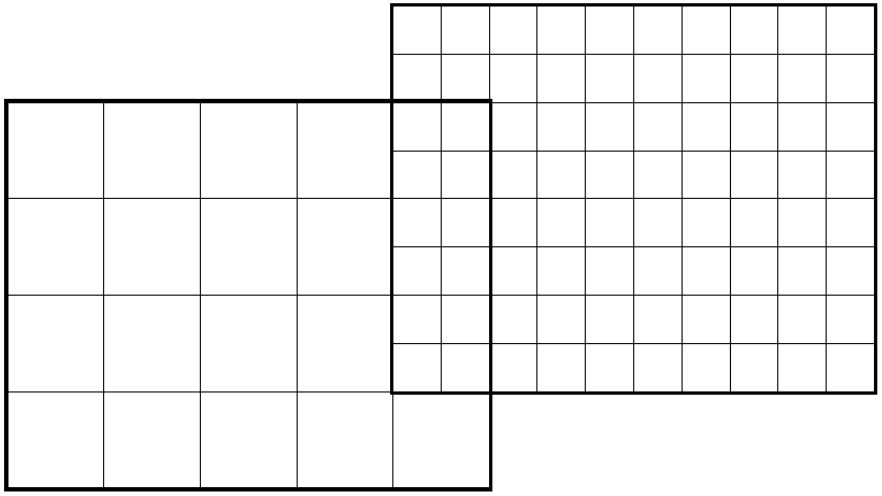


This is allowed, but of questionable value.

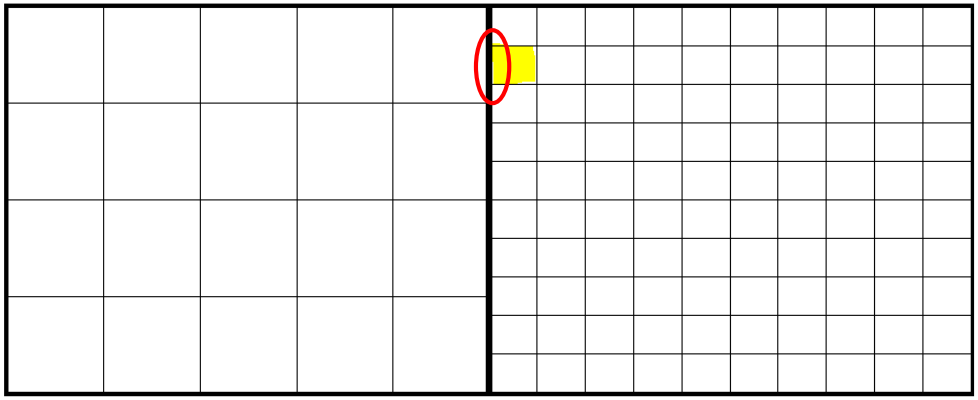


This is not allowed.

# Creare un dominio computazionale

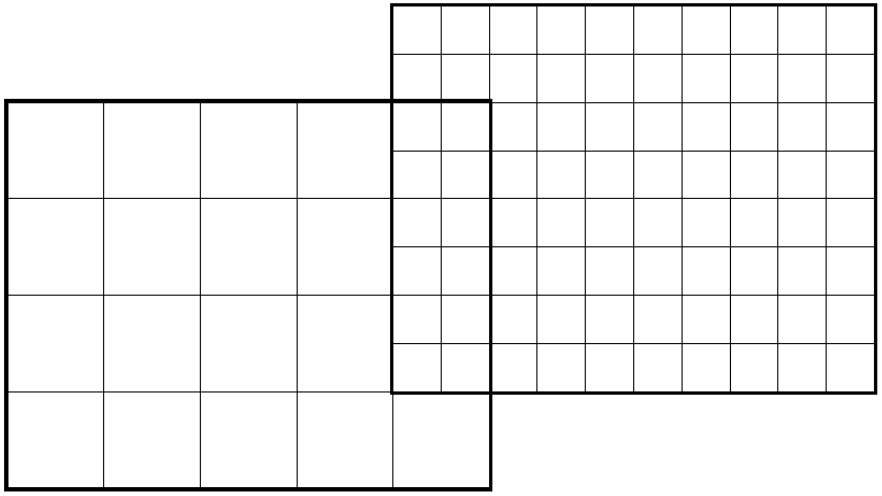


This is allowed, but of questionable value.

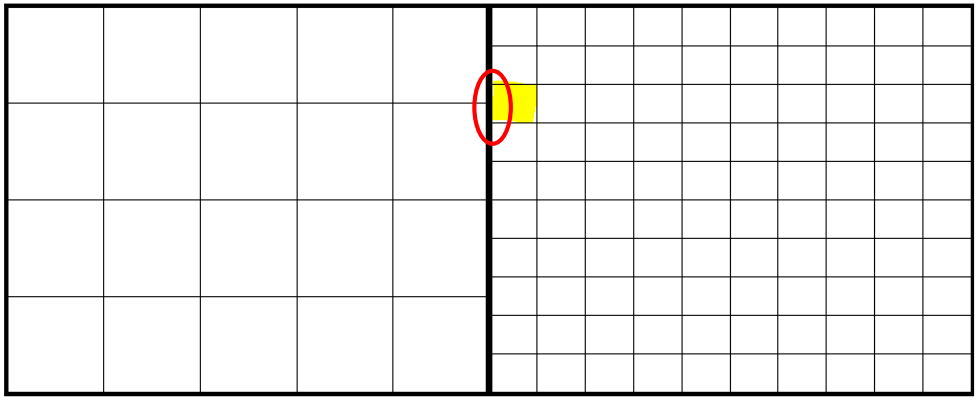


This is not allowed.

# Creare un dominio computazionale



This is allowed, but of questionable value.



This is not allowed.

# Creare un dominio computazionale

- Il parametro numerico più importante in FDS è la dimensione della cella della griglia.
- I Modelli CFD risolvono una forma approssimata delle equazioni di conservazione della massa, del momento e dell'energia su una griglia numerica.
- L'errore associato alla discretizzazione delle derivate parziali è una funzione della dimensione delle celle della griglia e del tipo di differenziazione usata.
- FDS utilizza approssimazioni accurate del secondo ordine per le derivate temporali e spaziali delle equazioni di Navier-Stokes, ovvero l'errore di discretizzazione è proporzionale al quadrato del passo temporale o della dimensione della cella.
- In teoria la riduzione della dimensione della cella della griglia di un fattore 2 riduce l'errore di discretizzazione di un fattore di 4. Tuttavia, aumenta anche il tempo di calcolo di un fattore di 16.
- **La determinazione delle dimensioni delle celle della griglia in un determinato calcolo è nota come «*grid sensitivity study*».**

# Creare un dominio computazionale

### 6.3.6 Mesh Resolution

A common question asked by new FDS users is, "What should my grid spacing be?" The answer is not easy because it depends considerably on what you are trying to accomplish. In general, you should build an FDS input file using a relatively coarse mesh, and then gradually refine the mesh until you do not see appreciable differences in your results. This is referred to as a mesh sensitivity study.

For simulations involving buoyant plumes, a measure of how well the flow field is resolved is given by the non-dimensional expression $D^*/\delta x$, where $D^*$ is a characteristic fire diameter

$$D^* = \left( \frac{\dot{Q}}{\rho_\infty c_p T_\infty \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}} \tag{6.1}$$

and $\delta x$ is the nominal size of a mesh cell[1]. The quantity, $\dot{Q}$, is the total heat release rate of the fire. If it

where $\rho_\infty$, $c_p$, and $T_\infty$ are the ambient density, specific heat, and temperature. $\dot{Q}^*$ is a non-dimensional quantity that relates the fire's heat release rate, $\dot{Q}$, with the diameter of its base, $D$. The greater the value of $Q^*$, the higher the flame height relative to its base diameter.

# Creare un dominio computazionale

changes over time, you should consider the corresponding change in resolution. The quantity $D^*/\delta x$ can be thought of as the number of computational cells spanning the characteristic (not necessarily the physical) diameter of the fire. The more cells spanning the fire, the better the resolution of the calculation. It is better to assess the quality of the mesh in terms of this non-dimensional parameter, rather than an absolute mesh cell size. For example, a cell size of 10 cm may be "adequate," in some sense, for evaluating the spread of smoke and heat through a building from a sizable fire, but may not be appropriate to study a very small, smoldering source.

The FDS Validation Guide [4] contains a table of the values of $D^*/\delta x$ used in the simulation of the validation experiments. The table is near the end of the chapter that describes all the experiments. These values range over two orders of magnitude and were chosen based on a grid resolution study and the particular attributes of the given fire scenario. It would be inappropriate to take any of these values as an "acceptable" minimum.

There are a number of special output quantities that provide local measures of grid resolution. See Section 16.10.21 for details.

As an example, in the mesh sensitivity study for [NUREG 1824], the $D^*/\delta x$ values ranged from 4 to 16. These values were used to adequately resolve plume dynamics, along with other geometrical characteristics of the models as well. This range does not indicate what values to use for *all* models, only what values worked well for that *particular* set of models.

# Creare un dominio computazionale

https://www.utfireresearch.com/fds-mesh

NOTE: You should always perform a grid sensitivity analysis and verify the g
resolution yourself. This calculator should only be used as a guide / rule of thu

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expected HR**

$X_{min}$ $X_{max}$
$Y_{min}$ $Y_{max}$
$Z_{min}$ $Z_{max}$

Heat Release Rate (Q) kW

Density ($\rho_\infty$) 1.204 kg / $m^3$

Specific Heat ($c_p$) 1.005 kJ / kg-K

Ambient Temperature ($T_\infty$) 293 K

Gravity (g) 9.81 m / $s^2$

Calculate suggested cell sizes »

Table 3.12: Summary of important numerical parameters.

| Test Series | $D^*$ (m) | $D^*/\delta x$ | $H/D^*$ |
|---|---|---|---|
| Arup Tunnel | 1.8 | 9 | 3.8 |
| ATF Corridors | 0.3 – 0.7 | 3 – 7 | 3.4 – 8.5 |
| Beyler Hood | 0.1 – 0.2 | 5 – 8 | 2.1 – 3.5 |
| Bryant Doorway | 0.2 – 0.7 | 5 – 14 | 3.4 – 9.9 |
| Cup Burner | 0.04 | 36 | Open |
| FAA Cargo | 0.1 | 5.6 | 12 |
| Fleury Heat Flux | 0.4 – 0.6 | 8 – 12 | Open |
| FM Panels | 0.2 – 0.4 | 12 – 19 | Open |
| FM/SNL | 0.7 | 7 | 8.5 – 8.8 |
| Hamins Burner | 0.04 – 0.5 | 6 | Open |
| Harrison Plumes | 0.1 – 0.2 | 5 – 7 | 2.8 – 4.4 |
| Heskestad | 0.4 – 44 | 5 – 20 | Open |
| LLNL Enclosure | 0.3 – 0.6 | 1 – 3 | 6.9 – 15.9 |
| McCaffrey Plume | 0.2 – 0.3 | 5 – 20 | Open |
| NBS Multi-Room | 0.4 | 4 | 6.2 |
| NIST FSE | 0.4 – 1.4 | 3.8 – 14 | 1.7 – 6.3 |
| NIST/NRC | 0.6 – 1.3 | 5 – 11 | 3.1 – 6.5 |
| NIST RSE | 0.3 – 0.8 | 12 – 32 | 1.3 – 3.5 |
| NIST Smoke Alarms | 0.4 – 0.6 | 3.8 – 6.3 | 3.8 – 6.3 |
| NRCC Facade | 1.8 – 2.4 | 18 – 24 | 1.2 – 1.5 |
| NRCC Smoke Tower | 1.5 | 15 | 18.6 |
| NRL/HAI | 0.3 – 0.7 | 9 – 10 | Open |
| PRISME | 0.7 – 1.2 | 7 – 12 | 3.4 – 5.6 |
| Sandia Plume | 1.2 – 1.8 | 20 – 118 | Open |
| SP AST | 0.7 | 14 | 3.5 |
| Steckler | 0.2 – 0.4 | 5 – 9 | 4.8 – 9.1 |
| UL/NFPRF | 1.7 – 2.4 | 8 – 12 | 3.2 – 4.5 |
| UL/NIST | 0.7 – 1.2 | 7 – 12 | 1.9 – 3.4 |
| Ulster SBI | 0.2 – 0.3 | 12 – 15 | Open |
| USCG/HAI | 0.5 – 0.9 | 5 – 9 | 3.2 – 5.6 |
| USN Hawaii | 0.4 – 2.1 | 2 – 11 | 7.1 – 40.3 |
| USN Iceland | 0.4 – 2.8 | 2 – 14 | 7.8 – 59 |
| Vettori Flat | 1.0 | 12 | 2.8 |
| Vettori Sloped | 1.0 | 10 | 2.6 |
| VTT Large Hall | 1.2 – 1.6 | 5 – 6 | 12.1 – 15.8 |
| WTC | 0.9 – 1.1 | 9 – 11 | 3.5 – 4.1 |

# Creare un dominio computazionale

- Dominio X: 40 m Dominio Y: 20 m Domizio Z: 8 m
- RHR totale Ed. civile = 5 MW

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expected HRR**

$X_{min}$ 0 $X_{max}$ 40
$Y_{min}$ 0 $Y_{max}$ 20
$Z_{min}$ 0 $Z_{max}$ 8

Heat Release Rate (Q) 5000 kW

Density ($\rho_\infty$) 1.204 kg / $m^3$

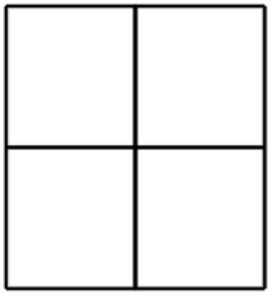
Specific Heat ($c_p$) 1.005 kJ / kg-K

Ambient Temperature ($T_\infty$) 293 K

Gravity (g) 9.81 m / $s^2$

Calculate suggested cell sizes »

**Coarse**



When $D^*/dx$ = 4: the suggested coarse cell size is 45.64 cm

Your MESH line for FDS is:

**&MESH IJK=90,45,18, XB=0,40,0,20,0,8 /**

You entered:
$X_{min}$: 0 $X_{max}$: 40
$Y_{min}$: 0 $Y_{max}$: 20
$Z_{min}$: 0 $Z_{max}$: 8
dx: 0.456

Your actual dx(es) are 0.444 0.444 0.444 (meters)
Your distances are 40 20 8 (meters)
Your total number of cells is 72,900

**The characteristic fire diameter $D^*$ is 1.826**

Dominio computazionale: MESH

# Creare un dominio computazionale

- Dominio X: 40 m Dominio Y: 20 m Domizio Z: 8 m
- RHR totale Ed. civile = 5 MW

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expected HRR**

$X_{min}$ 0 $X_{max}$ 40
$Y_{min}$ 0 $Y_{max}$ 20
$Z_{min}$ 0 $Z_{max}$ 8

Heat Release Rate (Q) 5000 kW

Density ($\rho_\infty$) 1.204 kg / $m^3$

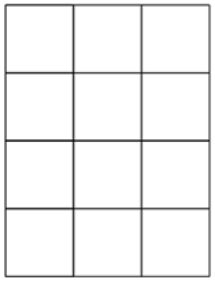
Specific Heat ($c_p$) 1.005 kJ / kg-K

Ambient Temperature ($T_\infty$) 293 K

Gravity (g) 9.81 m / $s^2$

Calculate suggested cell sizes »

**Moderate**



When $D^*/dx$ = 10: the suggested moderate cell size is 18.26 cm

Your MESH line for FDS is:

**&MESH IJK=225,120,45, XB=0,40,0,20,0,8 /**

You entered:
$X_{min}$: 0 $X_{max}$: 40
$Y_{min}$: 0 $Y_{max}$: 20
$Z_{min}$: 0 $Z_{max}$: 8
dx: 0.183

Your actual dx(es) are 0.178 0.167 0.178 (meters)
Your distances are 40 20 8 (meters)
Your total number of cells is 1,215,000

**The characteristic fire diameter $D^*$ is 1.826**

Dominio computazionale: MESH

# Creare un dominio computazionale

- Dominio X: 40 m Dominio Y: 20 m Domizio Z: 8 m
- RHR totale Ed. civile = 5 MW

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expected H**

$X_{min}$ 0 $X_{max}$ 40
$Y_{min}$ 0 $Y_{max}$ 20
$Z_{min}$ 0 $Z_{max}$ 8

Heat Release Rate (Q) 5000 kW

Density ($\rho_\infty$) 1.204 kg / $m^3$

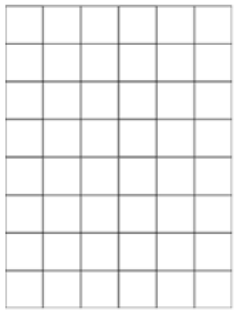
Specific Heat ($c_p$) 1.005 kJ / kg-K

Ambient Temperature ($T_\infty$) 293 K

Gravity (g) 9.81 m / $s^2$

Calculate suggested cell sizes »

**Fine**



When $D^*/dx$ = 16, the suggested fine cell size is 11.41 cm

Your MESH line for FDS is:

**&MESH IJK=360,180,72, XB=0,40,0,20,0,8 /**

You entered:
$X_{min}$: 0 $X_{max}$: 40
$Y_{min}$: 0 $Y_{max}$: 20
$Z_{min}$: 0 $Z_{max}$: 8
dx: 0.114

Your actual dx(es) are 0.111 0.111 0.111 (meters)
Your distances are 40 20 8 (meters)
Your total number of cells is 4,665,600

**The characteristic fire diameter $D^*$ is 1.826**

Dominio computazionale: MESH

# Creare un dominio computazionale

- Dominio X: 40 m Dominio Y: 20 m Domizio Z: 8 m
- RHR totale Ed. civile = 50 MW

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expected**

$X_{min}$ 0 $X_{max}$ 40
$Y_{min}$ 0 $Y_{max}$ 20
$Z_{min}$ 0 $Z_{max}$ 8

Heat Release Rate (Q) 50000 kW

Density ($\rho_\infty$) 1.204 kg / $m^3$

Specific Heat ($c_p$) 1.005 kJ / kg-K

Ambient Temperature ($T_\infty$) 293 K

Gravity (g) 9.81 m / $s^2$

Calculate suggested cell sizes »

**The characteristic fire diameter $D^*$ is 4.586**

**Coarse**

When $D^*/dx$ = 4: the suggested coarse cell size is 114.64 cm

Your MESH line for FDS is:

**&MESH IJK=36,18,6, XB=0,40,0,20,0,8 /**

You entered:
$X_{min}$: 0 $X_{max}$: 40
$Y_{min}$: 0 $Y_{max}$: 20
$Z_{min}$: 0 $Z_{max}$: 8
dx: 1.146

Your actual dx(es) are 1.111 1.111 1.333 (meters)
Your distances are 40 20 8 (meters)
Your total number of cells is 3,888

Dominio computazionale: MESH

# Creare un dominio computazionale

- Dominio X: 40 m Dominio Y: 20 m Domizio Z: 8 m
- RHR totale Ed. civile = 50 MW

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expecte**

$X_{min}$ 0 $X_{max}$ 40
$Y_{min}$ 0 $Y_{max}$ 20
$Z_{min}$ 0 $Z_{max}$ 8

Heat Release Rate (Q) 50000 kW

Density ($\rho_\infty$) 1.204 kg / $m^3$

Specific Heat ($c_p$) 1.005 kJ / kg-K

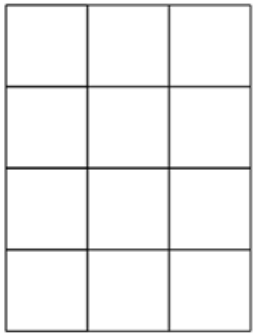
Ambient Temperature ($T_\infty$) 293 K

Gravity (g) 9.81 m / $s^2$

Calculate suggested cell sizes »

**The characteristic fire diameter $D^*$ is 4.586**

**Moderate**



When $D^*/dx$ = 10: the suggested moderate cell size is 45.86 cm

Your MESH line for FDS is:

**&MESH IJK=90,45,18, XB=0,40,0,20,0,8 /**

You entered:
$X_{min}$: 0 $X_{max}$: 40
$Y_{min}$: 0 $Y_{max}$: 20
$Z_{min}$: 0 $Z_{max}$: 8
dx: 0.459

Your actual dx(es) are 0.444 0.444 0.444 (meters)
Your distances are 40 20 8 (meters)
Your total number of cells is 72,900

Dominio computazionale: MESH

# Creare un dominio computazionale

- Dominio X: 40 m Dominio Y: 20 m Domizio Z: 8 m
- RHR totale Ed. civile = 50 MW

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expecte**

$X_{min}$ 0 $X_{max}$ 40
$Y_{min}$ 0 $Y_{max}$ 20
$Z_{min}$ 0 $Z_{max}$ 8

Heat Release Rate (Q) 50000 kW

Density ($\rho_\infty$) 1.204 kg / $m^3$

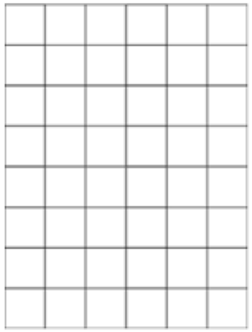
Specific Heat ($c_p$) 1.005 kJ / kg-K

Ambient Temperature ($T_\infty$) 293 K

Gravity (g) 9.81 m / $s^2$

Calculate suggested cell sizes »

**Fine**



When $D^*/dx$ = 16, the suggested fine cell size is 28.66 cm

Your MESH line for FDS is:

**&MESH IJK=144,72,27, XB=0,40,0,20,0,8 /**

You entered:
$X_{min}$: 0 $X_{max}$: 40
$Y_{min}$: 0 $Y_{max}$: 20
$Z_{min}$: 0 $Z_{max}$: 8
dx: 0.287

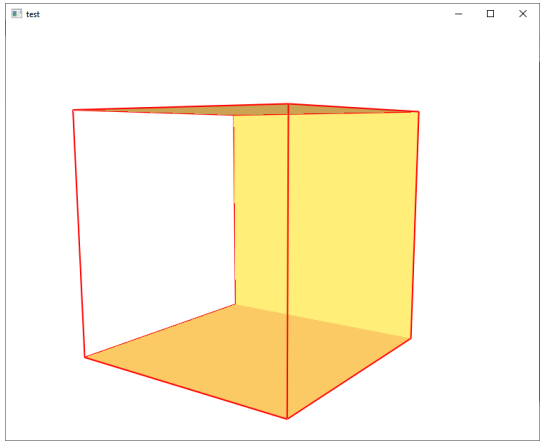
Your actual dx(es) are 0.278 0.278 0.296 (meters)

**The characteristic fire diameter $D^*$ is 4.586**

Dominio computazionale: MESH

# File FDS

- &HEAD CHID=‘test', TITLE=‘esempio corso', FYI=‘file scritto manualmente‘ /
- &TIME T_END=600.00 /
- **&MESH**
- **ID='Griglia 20',**
- **IJK=15, 15, 15,**
- **XB=0.00,3.00,0.00,3.00,0.00,3.00,**
- RGB = 255,0,0,
- FYI ='Griglia 20'**/**
- **&VENT MB='XMIN', SURF_ID='OPEN'/**Vent Num_2
- **&VENT MB='YMIN', SURF_ID='OPEN'/**Vent Num_3
- **&VENT MB='XMAX', SURF_ID='OPEN'/**Vent Num_4
- &TAIL /



# Struttura di un file di input

- Configurazione generale: HEAD, TIME, MISC
- Dominio computazionale: MESH
- Condizioni iniziali: INIT
- Proprietà di ogni materiale: MATL, RAMP
- Proprietà delle condizioni a contorno delle superfici: SURF, RAMP (time), REAC
- Geometria  dello scenario da studiare: OBST, HOLE, VENT
- Controlli : PROP, DEVC, CTRL
- Quantità di output: DEVC, SLCF, BNDF, ISOF

# PROPRIETA' SUPERFICI

La definizione delle superfici è
la parte più difficile
della configurazione della simulazione

- Per gli incendi reali e simulati la crescita è molto sensibile alle proprietà termiche dei materiali circostanti.
- Anche se tutte le proprietà del materiale sono conosciute in una certa misura, i fenomeni fisici di interesse potrebbero non essere simulati correttamente a causa delle limitazioni negli algoritmi del modello o alla risoluzione della griglia di calcolo.

# PROPRIETA' SUPERFICI

SURF è il nome del gruppo che definisce le caratteristiche delle condizioni al contorno.

Ogni oggetto rappresenta una condizione al contorno per il flusso.

I limiti del dominio rappresentano una condizione al contorno per il fluido (default INERT).

Table 17.26: For more information see Section 7.1.

| SURF (Surface Properties) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ADIABATIC | Logical | Section 8.2.3 | | .FALSE. |
| BACKING | Character | Section 8.3.3 | | 'EXPOSED' |
| BURN_AWAY | Logical | Section 8.5.8 | | .FALSE. |
| CELL_SIZE_FACTOR | Real | Section 8.3.8 | | 1.0 |
| C_FORCED_CONSTANT | Real | Section 8.2.2 | | 0.0 |
| C_FORCED_PR_EXP | Real | Section 8.2.2 | | 0.0 |
| C_FORCED_RE | Real | Section 8.2.2 | | 0.0 |
| C_FORCED_RE_EXP | Real | Section 8.2.2 | | 0.0 |
| C_HORIZONTAL | Real | Section 8.2.2 | | 1.52 |
| C_VERTICAL | Real | Section 8.2.2 | | 1.31 |
| COLOR | Character | Section 7.4 | | |
| CONVECTION_LENGTH_SCALE | Real | Section 8.2.2 | m | 1. |
| CONVECTIVE_HEAT_FLUX | Real | Section 8.2.2 | $kW/m^2$ | |
| CONVERT_VOLUME_TO_MASS | Logical | Section 9.1.6 | | .FALSE. |
| DEFAULT | Logical | Section 7.1 | | .FALSE. |

# PROPRIETA' SUPERFICI

Table 17.26: Continued

| SURF (Surface Properties) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DT_INSERT | Real | Section 14.5.1 | s | 0.01 |
| EMISSIVITY | Real | Section 8.2.2 | | 0.9 |
| EMISSIVITY_BACK | Real | Section 8.3.3 | | |
| EVAC_DEFAULT | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| EXTERNAL_FLUX | Real | Section 8.6 | $kW/m^2$ | |
| E_COEFFICIENT | Real | Section 14.6 | $m^2/(kg \cdot s)$ | |
| FREE_SLIP | Logical | Section 9.1.7 | | .FALSE. |
| GEOMETRY | Character | Section 8.3.7 | | 'CARTESIAN' |
| HEAT_OF_VAPORIZATION | Real | Section 8.4.3 | kJ/kg | |
| HEAT_TRANSFER_COEFFICIENT | Real | Section 8.2.2 | $W/(m^2 \cdot K)$ | |
| HEAT_TRANSFER_MODEL | Character | Section 8.2.2 | | |
| HRRPUA | Real | Section 8.4.1 | $kW/m^2$ | |
| ID | Character | Section 7.1 | | |
| IGNITION_TEMPERATURE | Real | Section 8.4.3 | °C | 5000. |
| INNER_RADIUS | Real | Section 14.4.1 | m | |
| INTERNAL_HEAT_SOURCE | Real Array | Section 8.3.6 | $kW/m^3$ | |
| LAYER_DIVIDE | Real | Section 8.3.5 | | N_LAYERS/2 |
| LEAK_PATH | Int. Pair | Section 9.3.2 | | |
| LENGTH | Real | Section 14.4.1 | m | |
| MASS_FLUX(:) | Real Array | Section 9.1.6 | $kg/(m^2 \cdot s)$ | |
| MASS_FLUX_TOTAL | Real | Section 9.1.2 | $kg/(m^2 \cdot s)$ | |
| MASS_FLUX_VAR | Real | Section 9.1.9 | | |
| MASS_FRACTION(:) | Real Array | Section 9.1.6 | | |
| MASS_TRANSFER_COEFFICIENT | Real | Section 8.5.7 | m/s | |
| MATL_ID(NL,NC) | Char. Array | Section 8.5 | | |
| MATL_MASS_FRACTION(NL,NC) | Real Array | Section 8.5 | | |
| MINIMUM_LAYER_THICKNESS | Real | Section 8.3.8 | m | 1.E-6 |
| MLRPUA | Real | Section 8.4.1 | $kg/(m^2 \cdot s)$ | |
| N_LAYER_CELLS_MAX | Integer Array | Section 8.3.8 | | 1000 |
| NET_HEAT_FLUX | Real | Section 8.2.2 | $kW/m^2$ | |
| NO_SLIP | Logical | Section 9.1.7 | | .FALSE. |
| NPPC | Integer | Section 14.5.1 | | 1 |
| PARTICLE_MASS_FLUX | Real | Section 14.5.1 | $kg/(m^2 \cdot s)$ | |
| PART_ID | Character | Section 14.5.1 | | |
| PLE | Real | Section 9.6 | | 0.3 |
| PROFILE | Character | Section 9.5 | | |
| RADIUS | Real | Section 14.4.1 | m | |
| RAMP_EF | Character | Section 10.1 | | |
| RAMP_MF(:) | Character | Section 10.1 | | |
| RAMP_PART | Character | Section 10.1 | | |
| RAMP_Q | Character | Section 10.1 | | |
| RAMP_T | Character | Section 10.1 | | |
| RAMP_T_I | Character | Section 8.3.4 | | |

Table 17.26: Continued

| SURF (Surface Properties) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| RAMP_V | Character | Section 10.1 | | |
| RAMP_V_X | Character | Section 10.3 | | |
| RAMP_V_Y | Character | Section 10.3 | | |
| RAMP_V_Z | Character | Section 10.3 | | |
| RGB(3) | Int. Triplet | Section 7.4 | | 255,204,102 |
| ROUGHNESS | Real | Section 9.1.7 | m | 0. |
| SPEC_ID | Character | Section 9.1.6 | | |
| SPREAD_RATE | Real | Section 8.4.2 | m/s | |
| STRETCH_FACTOR(:) | Real | Section 8.3.8 | | 2. |
| TAU_EF | Real | Section 10.1 | s | 1. |
| TAU_MF(:) | Real | Section 10.1 | s | 1. |
| TAU_PART | Real | Section 10.1 | s | 1. |
| TAU_Q | Real | Section 10.1 | s | 1. |
| TAU_T | Real | Section 10.1 | s | 1. |
| TAU_V | Real | Section 10.1 | s | 1. |
| TEXTURE_HEIGHT | Real | Section 7.4.2 | m | 1. |
| TEXTURE_MAP | Character | Section 7.4.2 | | |
| TEXTURE_WIDTH | Real | Section 7.4.2 | m | 1. |
| TGA_ANALYSIS | Logical | Section 8.6.2 | | .FALSE. |
| TGA_FINAL_TEMPERATURE | Real | Section 8.6.2 | °C | 800. |
| TGA_HEATING_RATE | Real | Section 8.6.2 | °C/min | 5. |
| THICKNESS(NL) | Real Array | Section 8.1 | m | |
| TMP_BACK | Real | Section 8.3.4 | °C | 20. |
| TMP_FRONT | Real | Section 8.2.1 | °C | 20. |
| TMP_INNER(:) | Real Array | Section 8.3.4 | °C | 20. |
| TRANSPARENCY | Real | Section 7.4 | | 1. |
| VEL | Real | Section 9.1 | m/s | |
| VEL_BULK | Real | Section 9.5 | m/s | |
| VEL_GRAD | Real | Section 9.1.5 | 1/s | |
| VEL_T | Real Pair | Section 9.1.4 | m/s | |
| VOLUME_FLOW | Real | Section 9.1 | $m^3/s$ | |
| WIDTH | Real | Section 14.4.1 | m | |
| XYZ(3) | Real Triplet | Section 8.4.2 | m | |
| Z0 | Real | Section 9.6 | m | 10. |

Proprietà superfici: SURF

# Il Modello della Combustione in FDS

Ci sono due modi per descrivere un incendio:

- il primo prevede sia specificata la velocità di rilascio del calore per unità di area tramite il parametro HRR
- Il secondo metodo per modellare un incendio è quello di specificare nella fase solida le proprietà termiche e di pirolisi dei materiali su una o più linee &MATL

# Reazione dei materiali

&REAC ID=’polyurethane’, SOOT_YIELD=0.1875, CO_YIELD=0.02775,

C=1.0, H=1.75, O=0.25, N=0.065,

HEAT_OF_COMBUSTION=25300., IDEAL=.TRUE. /

Gas phase reaction: polyurethane flexible foam (means)

from Tewarson SFPE Handbook 3rd ed,

SFPE handbook table 3-4.14, p. 3-112.

**&REAC ID = 'Reazione propano', FUEL = 'PROPANE'/**

# Condizioni al contorno per modellare un incendio HRR prescritto per punti

HRRPUA, RAMP

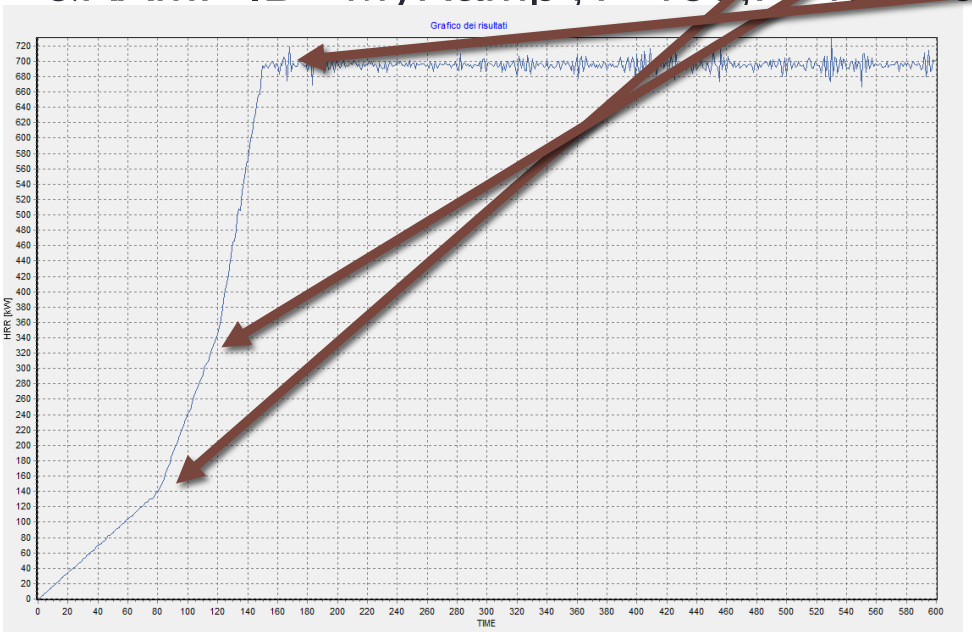
&SURF ID=’MyFire’,HRRPUA=700,RAMP_Q=’MyRamp’\

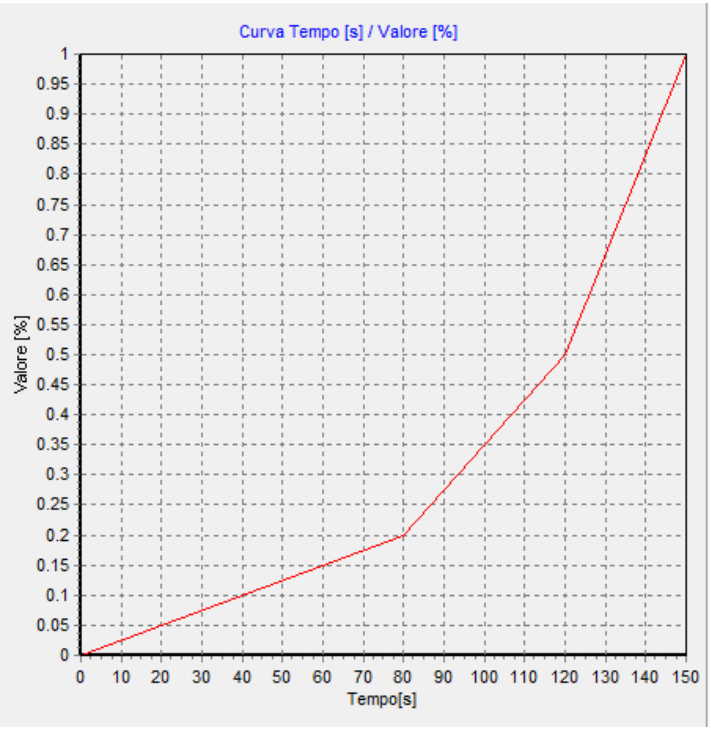
&RAMP ID=’MyRamp’,T=0,F=0.0/

&RAMP ID=’MyRamp’,T=80,F=0.2/ 140 kW

&RAMP ID=’MyRamp’,T=120,F=0.5/ 350 kW

&RAMP ID=’MyRamp’,T=150,F=1.0/ 700 kW



# Condizioni al contorno per modellare un incendio in base al materiale

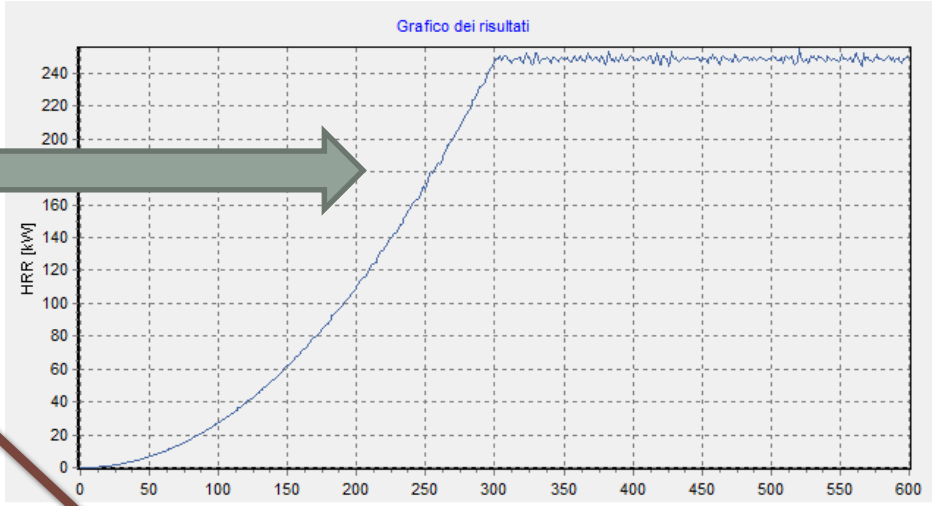


- E' possibile impostare le condizioni al contorno per calcolare il flusso di calore, la temperatura delle pareti, attraverso la definizione del comando SURF e MATL

- &**SURF** ID='Wall',MATL_ID='Carta','Concrete', THICKNESS=0.001,0.3,BACKING='EXPOSED'/
- &**MATL** ID = **'Carta**', DENSITY=500.000, CONDUCTIVITY=0.100, SPECIFIC_HEAT=1.000, EMISSIVITY=0.900, N_REACTIONS=1, NU_SPEC(1,1)=1.000, SPEC_ID(1,1) = 'PROPANE', HEAT_OF_REACTION(1)=1500.000, REFERENCE_TEMPERATURE(1)=250.000, PYROLYSIS_RANGE (1)=80.000, HEAT_OF_COMBUSTION=17000.000, /
- &**MATL** ID=**'Concrete**',CONDUCTIVITY=1.7, SPECIFIC_HEAT=0.75,DENSITY=2400./

# Condizioni al contorno per modellare un incendio HRR prescritto α $t^2$

&SURF ID='Classe EC'
HRRPUA=250.0,
TAU_Q=-300.0/



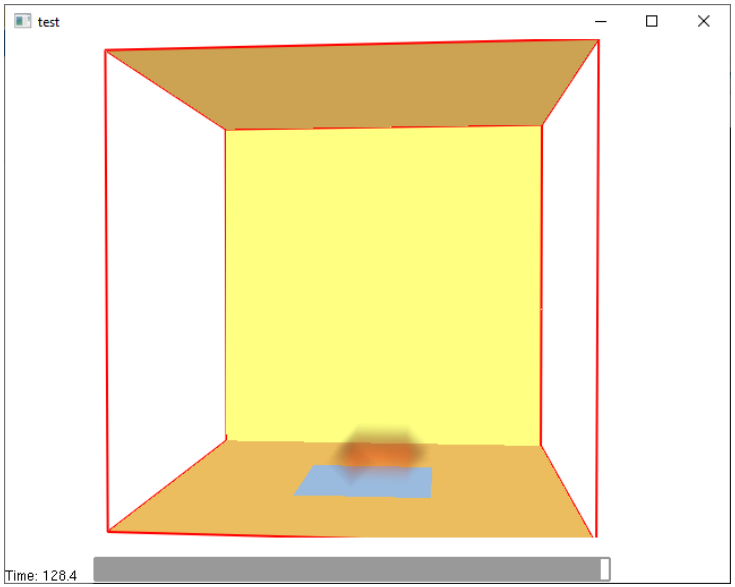

prospetto E.5 **Velocità di crescita dell'incendio e $RHR_f$ per differenti destinazioni d'uso**

| Velocità massima di rilascio di calore $RHR_f$ | | | |
|---|---|---|---|
| Destinazione d'uso | Velocità di crescita dell'incendio | $t_\alpha$ [s] | $RHR_f$ [kW/m$^2$] |
| Alloggio | Media | 300 | 250 |
| Ospedale (stanza) | Media | 300 | 250 |
| Albergo (stanza) | Media | 300 | 250 |
| Biblioteca | Veloce | 150 | 500 |
| Ufficio | Media | 300 | 250 |
| Classe di una scuola | Media | 300 | 250 |
| Centro commerciale | Veloce | 150 | 250 |
| Teatro (cinema) | Veloce | 150 | 500 |
| Trasporti (spazio pubblico) | Lenta | 600 | 250 |

# File FDS

- &HEAD CHID=‘test', TITLE=‘esempio corso', FYI=‘file scritto manualmente‘ /
- &TIME T_END=600.00 /
- &MESH ID='Griglia 20', IJK=15, 15, 15, XB=0.00,3.00,0.00,3.00,0.00,3.00, RGB = 255,0,0, FYI ='Griglia 20'/
- &VENT MB='XMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_2
- &VENT MB='YMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_3
- &VENT MB='XMAX', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_4
- **&REAC ID = 'Reazione propano', FUEL = 'PROPANE'/**
- &**VENT** XB=1.00, 2.00, 1.00, 2.00, 0.00, 0.00,
- SURF_ID='Classe EC',
- RGB=166,202,240 , FYI = 'Sup. Z 1'/Sup. Z 1 Num_1
- &**SURF**
- ID=‘Classe EC'
- HRRPUA=250.000,
- TAU_Q=-300.000/

- &TAIL /



# Modellazione incendio HRR predefinito

&SURF ID=‘Classe EC' HRRPUA=250.0, TAU_Q=-300.0/

**Nelle simulazioni in cui riveste una articolare importanza la valutazione dell’esodo delle persone presenti all’interno dei locali particolare attenzione deve essere posta nella scelta del rateo di produzione del particolato**

La descrizione del rateo di produzione del particolato (fumo) è definito tramite il parametro SOOT_YIELD presente nella riga &REAC

# Modellazione incendio HRR predefinito

&SURF ID='Classe EC' HRRPUA=250.0, TAU_Q=-300.0/

La **L**ettera **C**ircolare del Ministero dell'interno DCPST n.427 del **31 marzo 2008** "*Oggetto: Decreto del Ministero dell'interno 9 maggio 2007 LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEI PROGETTI*" consiglia valori del parametro del tipo:

- per materiali cellulosici quali legno, carta, ecc. può essere accettabile un rateo di produzione di particolato di 0,01 $kg_{soot}/kg_{comb}$;
- per materiali plastici quali, PVC, poliuretano, ecc. il rateo può crescere di un ordine di grandezza e arrivare a 0,08 – 0,10 $kg_{soot}/kg_{comb}$ o anche maggiore.

# Modellazione incendio HRR predefinito

## materiali cellulosici

&SURF ID=' Classe EC' HRRPUA=250.000, TAU_Q=-300.000/

&REAC ID = **'legno'**,

HEAT_OF_COMBUSTION=18420.00,

**SOOT_YIELD=0.0100**,

CO_YIELD=0.0043,

C=3,

H=6,

O=2/

## materiali plastici

&SURF ID=' Classe EC' HRRPUA=250.000, TAU_Q=-300.000/

&REAC ID = **'polyurethane'**,

HEAT_OF_COMBUSTION=25300.00,

**SOOT_YIELD=0.1875**,

CO_YIELD=0.02775,

C=1,

H=1.75,

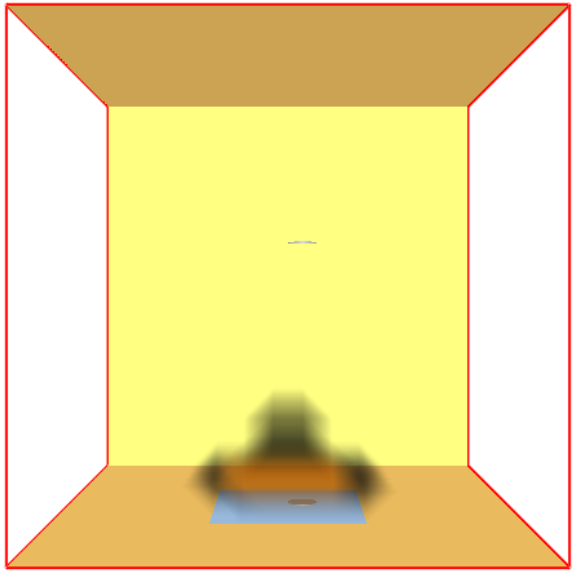
O=0.25,

N=0.065,

IDEAL=.TRUE./Polyurethane flexible foam (means) from Tewarson SFPE Handbook 3rd ed,SFPE handbook table 3-4.14, p. 3-112.

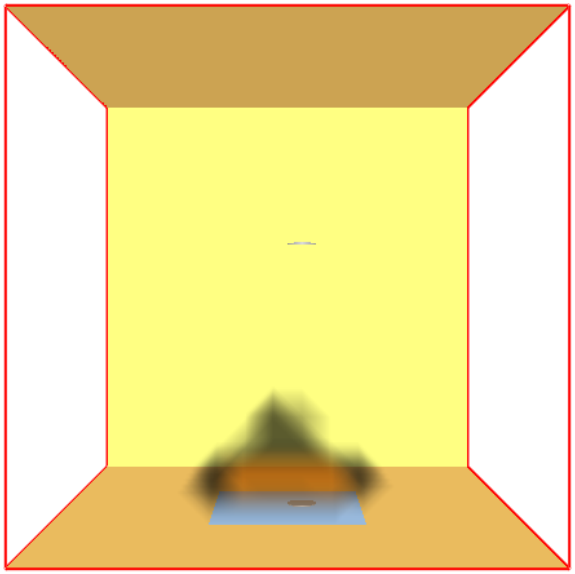
# Grafico HRR

materiali cellulosici



Time: 600.0

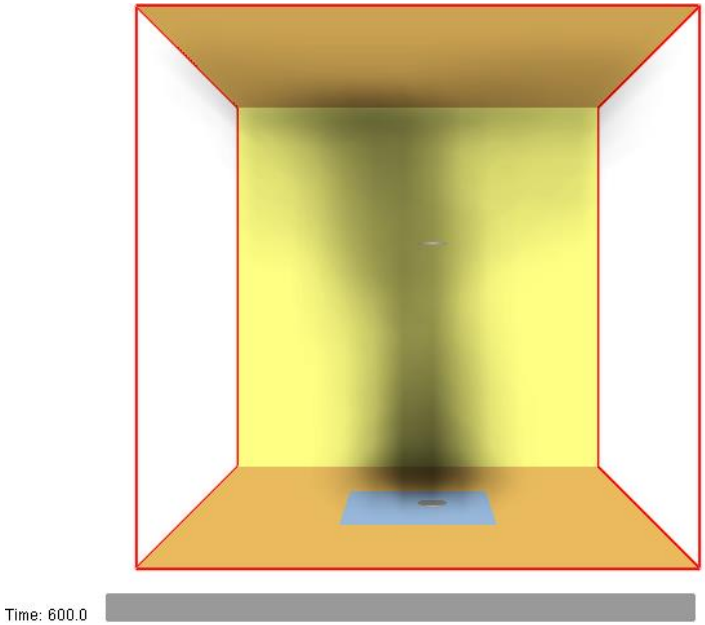
materiali plastici



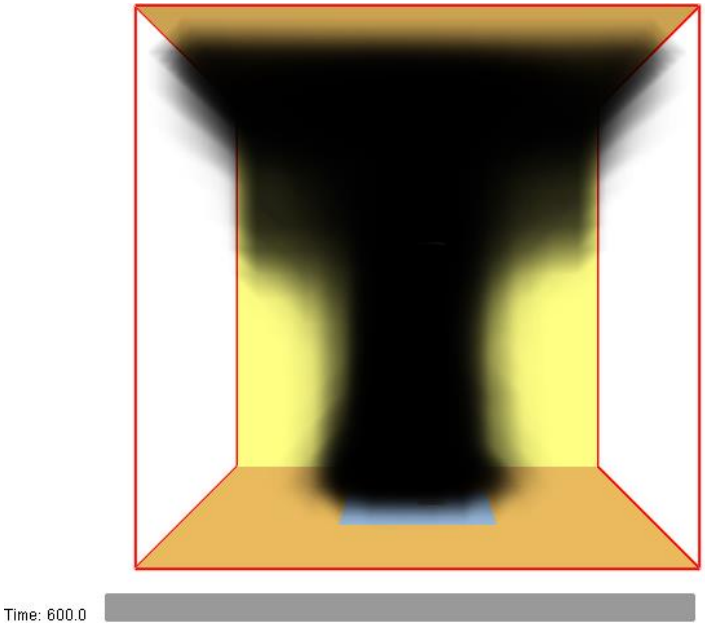
Time: 600.0

# Grafico soot

materiali cellulosici

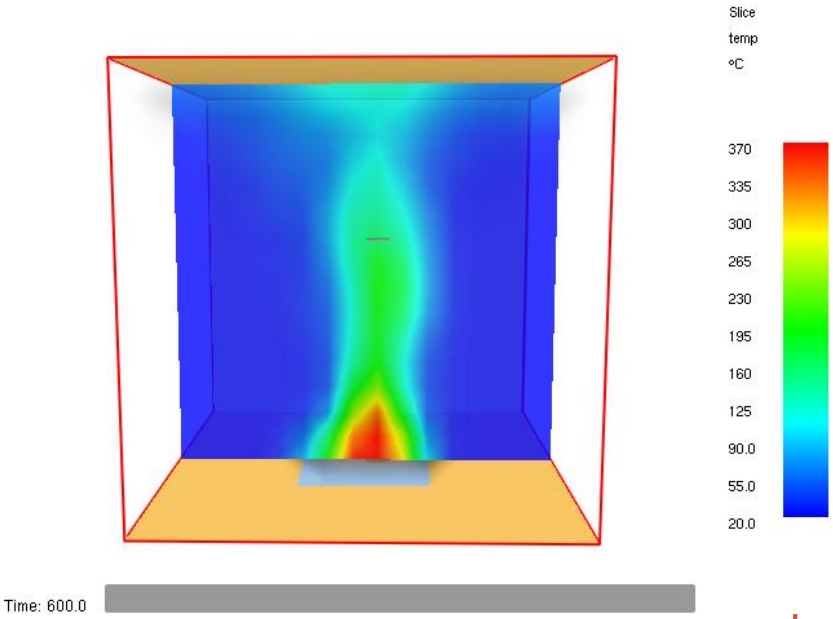



materiali plastici

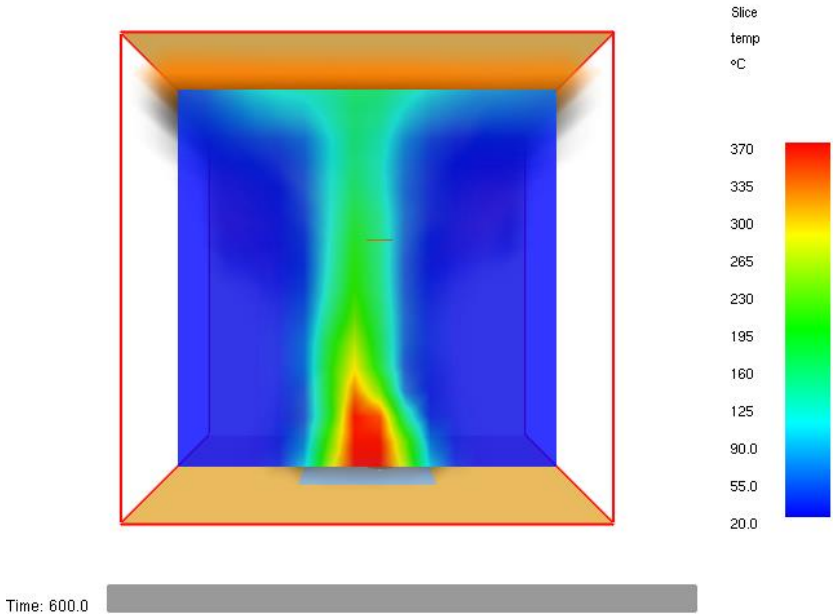


# Grafico temperatura

materiali cellulosici

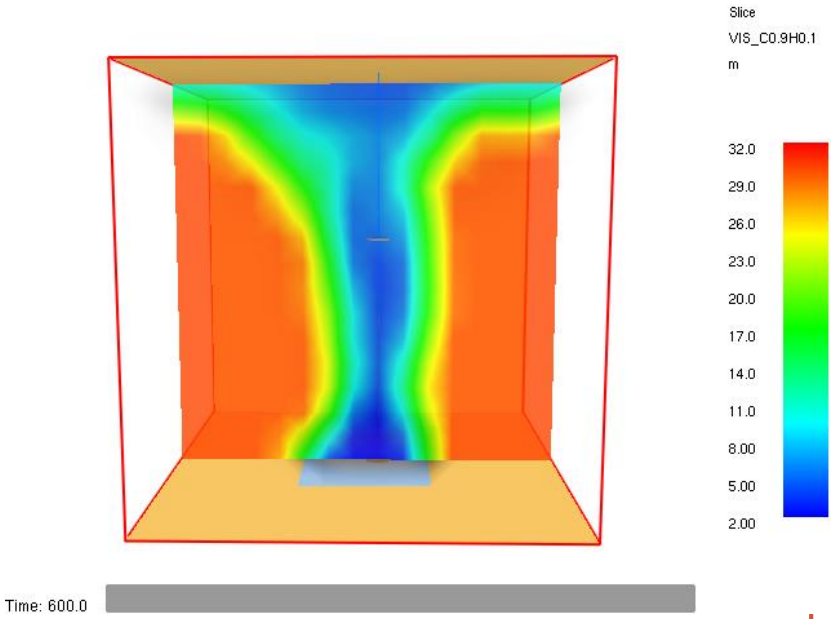



materiali plastici

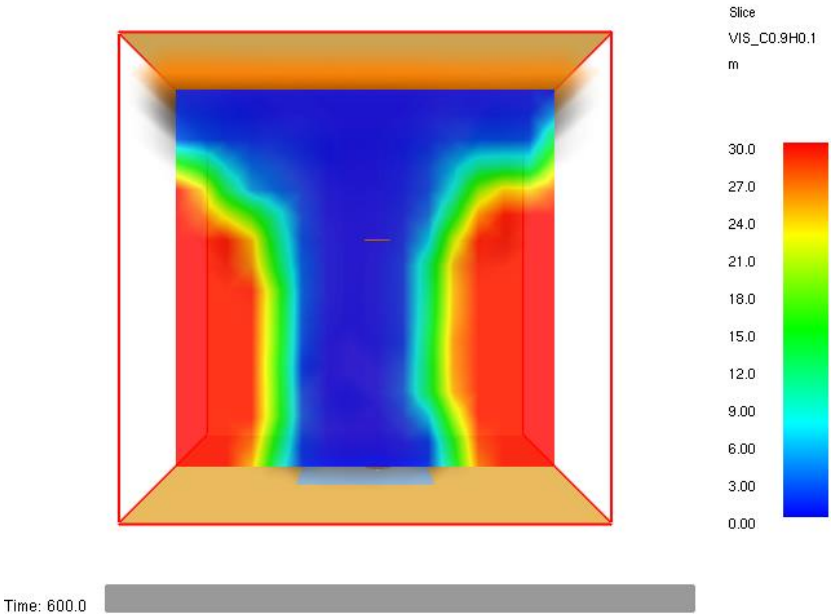


# Grafico visibilità

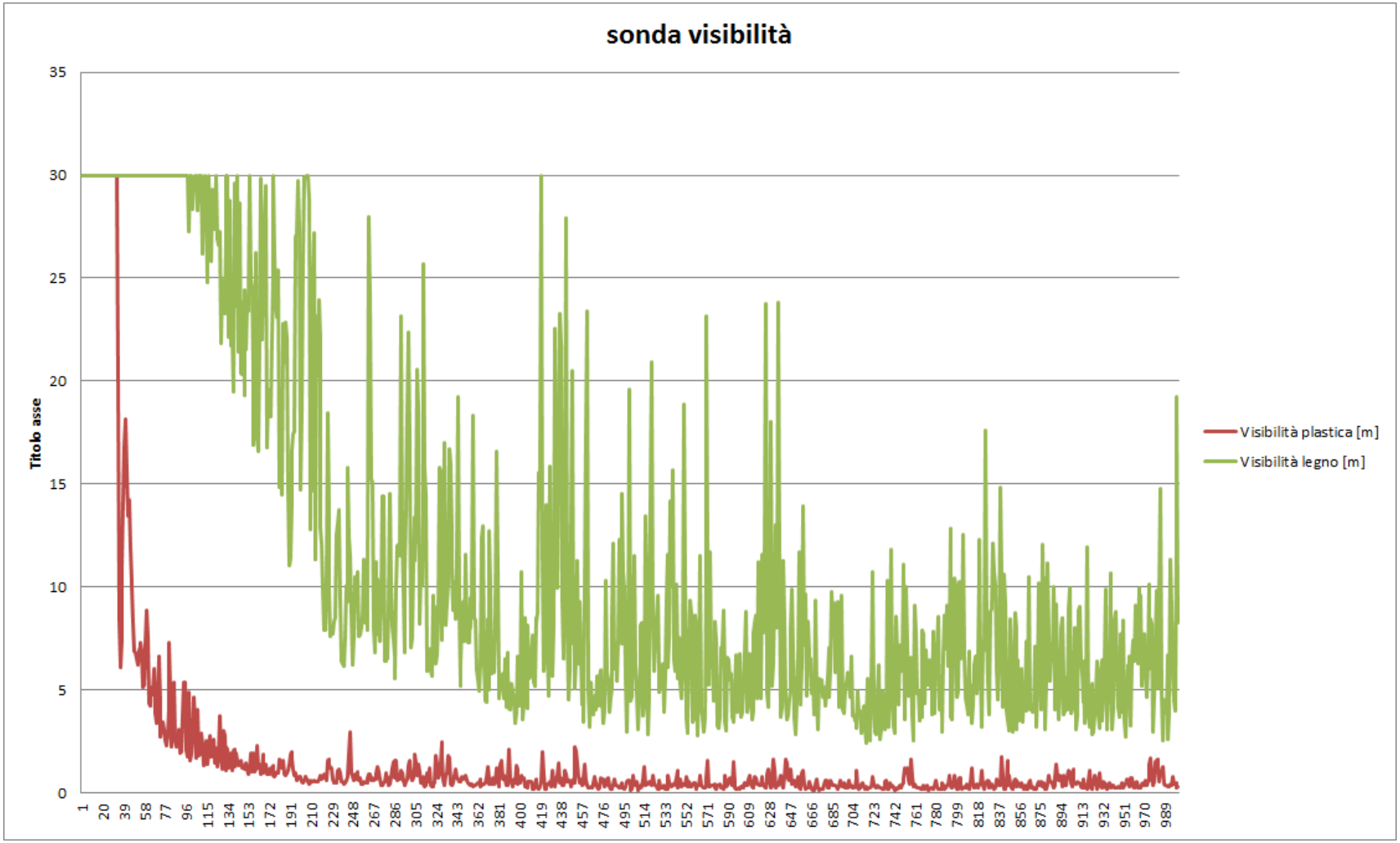
materiali cellulosici



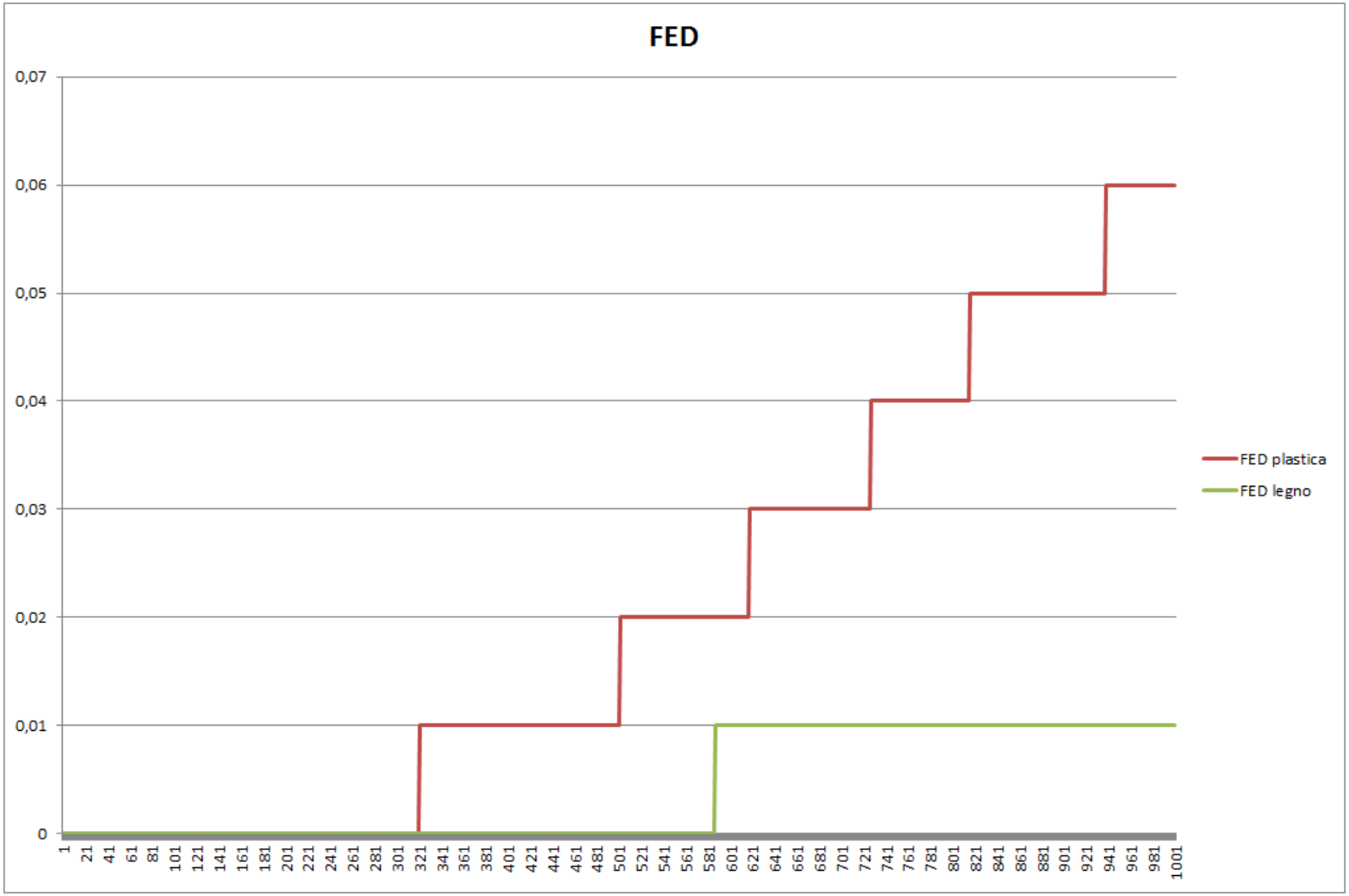

materiali plastici



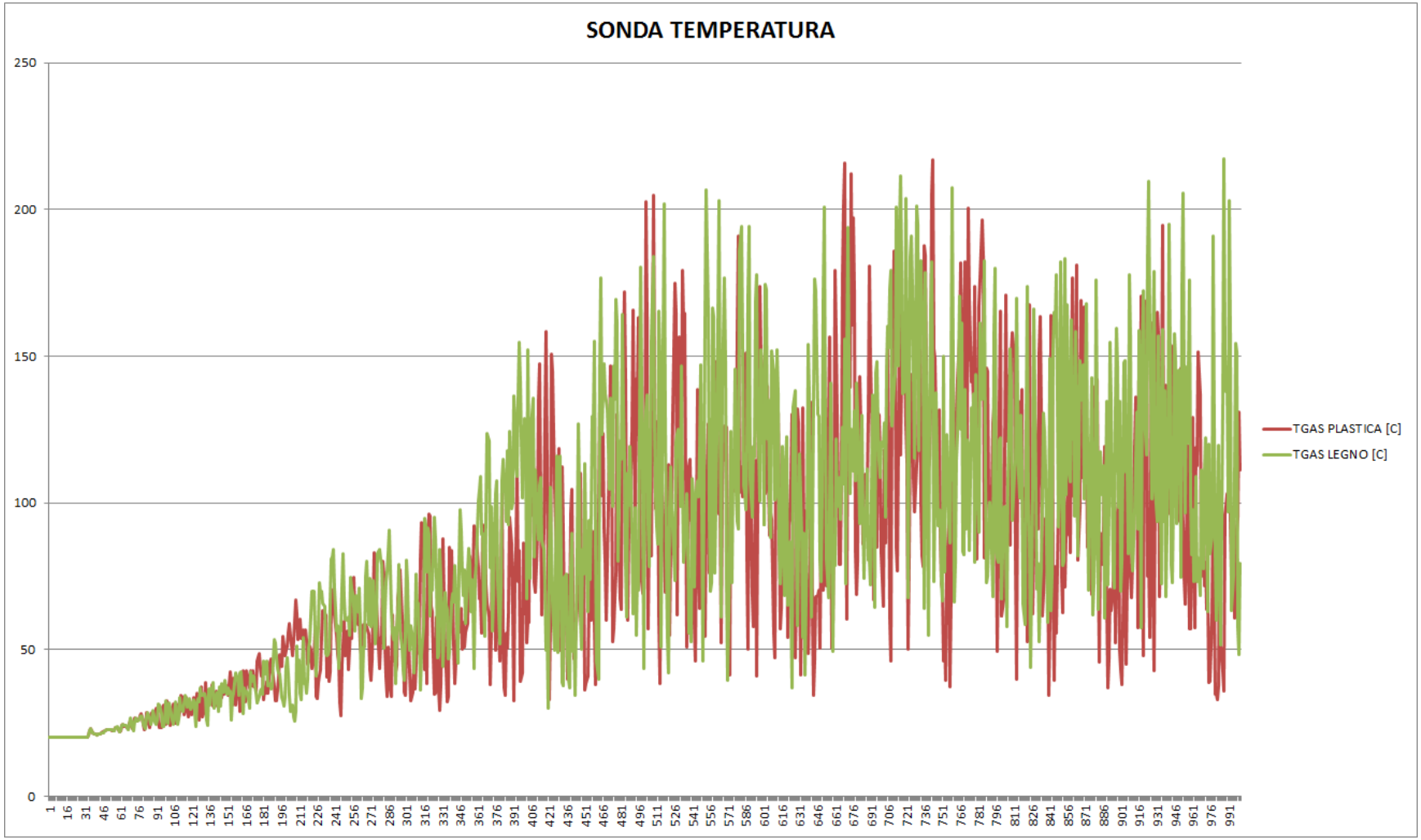
# Modellazione incendio HRR predefinito



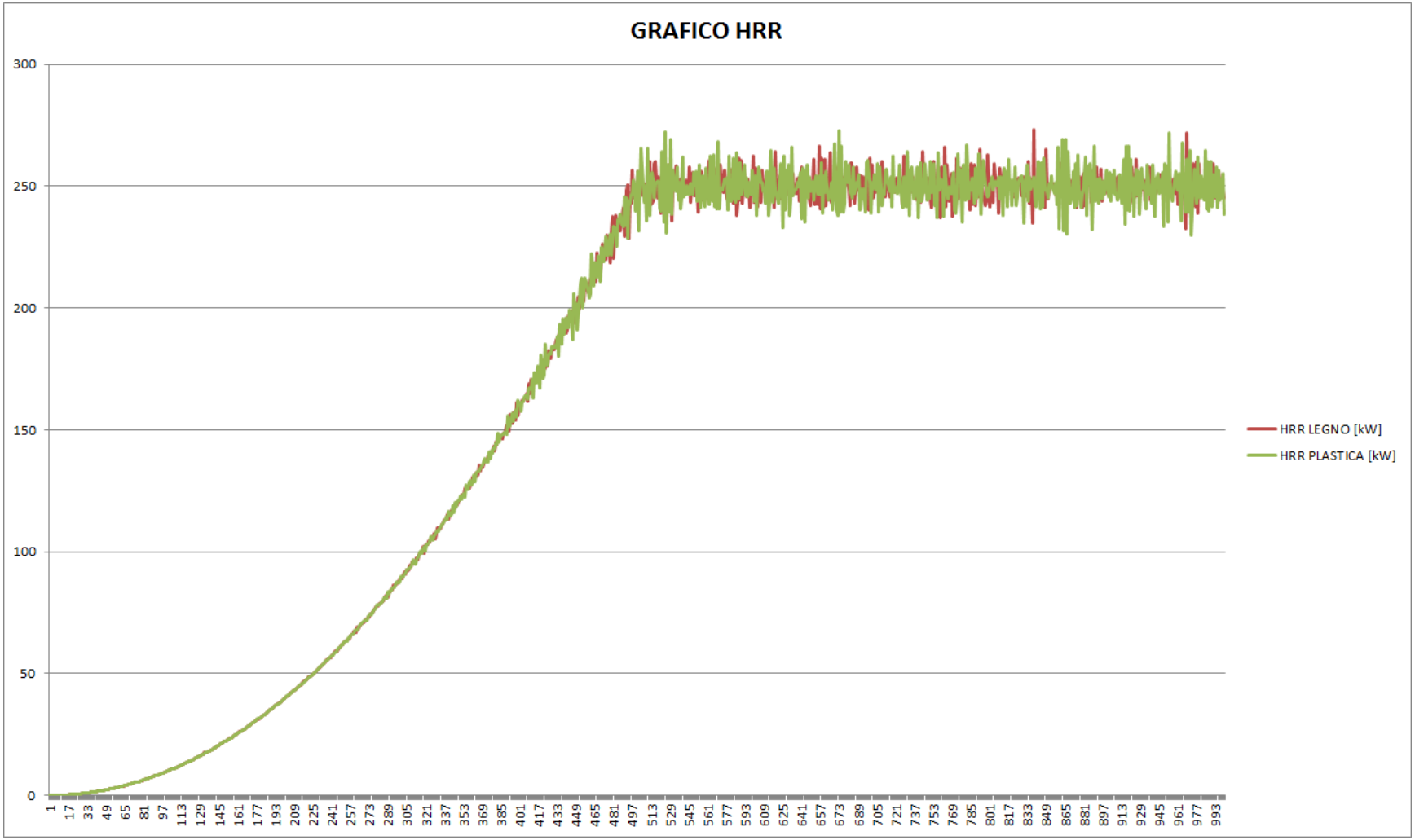
# Modellazione incendio HRR predefinito



# Modellazione incendio HRR predefinito



# Modellazione incendio HRR predefinito



# Struttura di un file di input

- Configurazione generale: HEAD, TIME, MISC
- Dominio computazionale: MESH
- Condizioni iniziali: INIT
- Proprietà di ogni materiale: MATL, RAMP
- Proprietà delle condizioni a contorno delle superfici: SURF, RAMP (time) , REAC
- Geometria  dello scenario da studiare: OBST, HOLE, VENT
- Controlli : PROP, DEVC, CTRL
- Quantità di output: DEVC, SLCF, BNDF, ISOF

# Creare una parete o un solido

**OBST** è il nome del gruppo che definisce un oggetto geometrico.

Ogni oggetto rappresenta una condizione al contorno per il flusso.

Table 17.16: For more information see Section 7.2.

| OBST (Obstruction Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ALLOW_VENT | Logical | Section 7.2.1 | | .TRUE. |
| BNDF_FACE(-3:3) | Logical Array | Section 16.5 | | .TRUE. |
| BNDF_OBST | Logical | Section 16.5 | | .TRUE. |
| BULK_DENSITY | Real | Section 8.5.8 | $kg/m^3$ | |
| COLOR | Character | Section 7.2.1 | | |
| CTRL_ID | Character | Section 15.4.2 | | |
| DEVC_ID | Character | Section 15.4.2 | | |
| EVACUATION | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| ID | Character | Section 7.2.1 | | |
| MESH_ID | Character | Reference [53] | | |
| MULT_ID | Character | Section 7.5 | | |
| OUTLINE | Logical | Section 7.2.1 | | .FALSE. |
| OVERLAY | Logical | Section 7.2.1 | | .TRUE. |
| PERMIT_HOLE | Logical | Section 7.2.6 | | .TRUE. |
| PROP_ID | Character | Reference [2] | | |
| REMOVABLE | Logical | Section 7.2.6 | | .TRUE. |
| RGB(3) | Integer Triplet | Section 7.2.1 | | |
| SURF_ID | Character | Section 7.2.1 | | |
| SURF_ID6(6) | Character Sextuplet | Section 7.2.1 | | |
| SURF_IDS(3) | Character Triplet | Section 7.2.1 | | |

Table 17.16: Continued

| OBST (Obstruction Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TEXTURE_ORIGIN(3) | Real Triplet | Section 7.4.2 | m | (0.,0.,0.) |
| THICKEN | Logical | Section 7.2.1 | | .FALSE. |
| TRANSPARENCY | Real | Section 7.2.1 | | 1 |
| XB(6) | Real Sextuplet | Section 7.2.1 | m | |

# Creare una parete o un solido



- Pareti, mobili, porte ecc. sono tutti definiti usando un blocco rettangolare
- Ogni linea &OBST contiene le coordinate di un rettangolo solido all’interno del dominio di calcolo definito da due punti (x1,y1,z1) e (x2,y2,z2).

&OBST XB=x1, x2, y1, y2, z1, z2

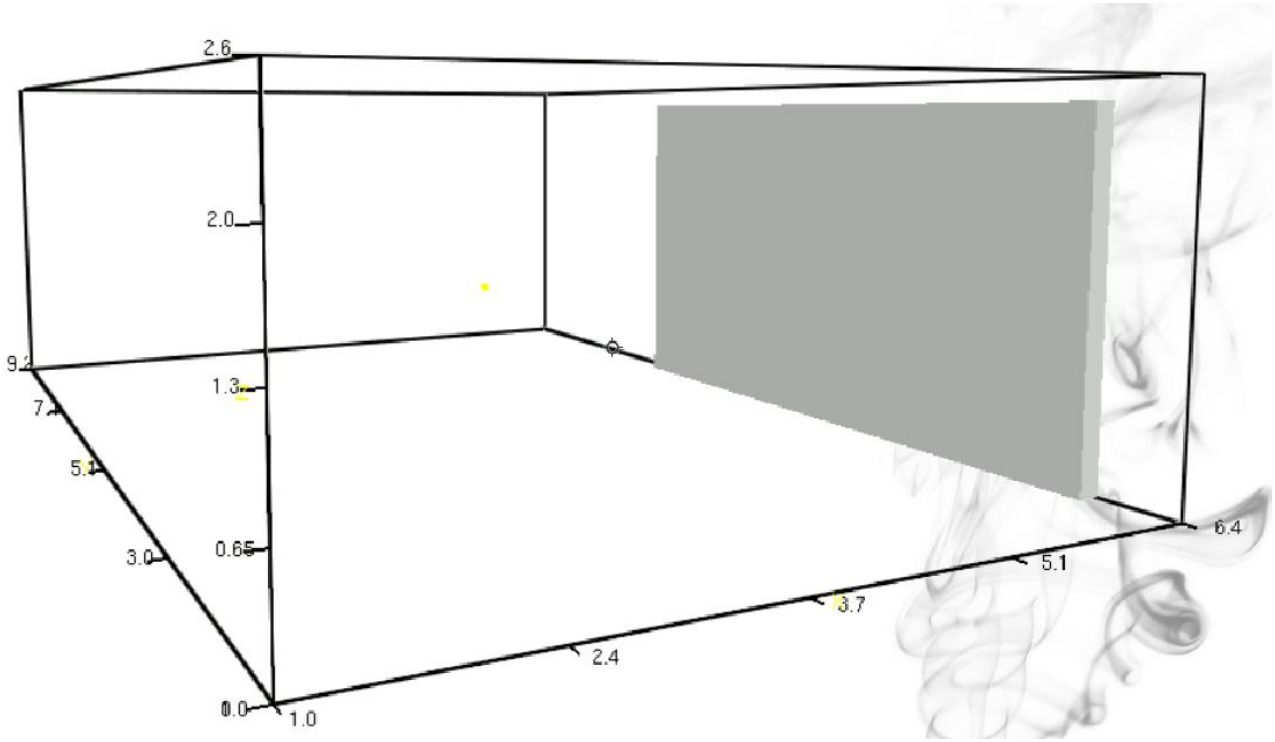
Oltre alle coordinate deve essere specificata la proprietà delle condizioni al contorno ovvero quale linea SURF applicare sulla superficie dell'ostruzione

# Creare una parete o un solido

&OBST XB=x1, x2, y1, y2, z1, z2

- Ad esempio la parete del disegno lunga 5 m, spessa 0.2 m ed alta 2.40 m è definita dal comando

&OBST XB=6.2, 6.40, 1.60, 6.60, 0.00, 2.40

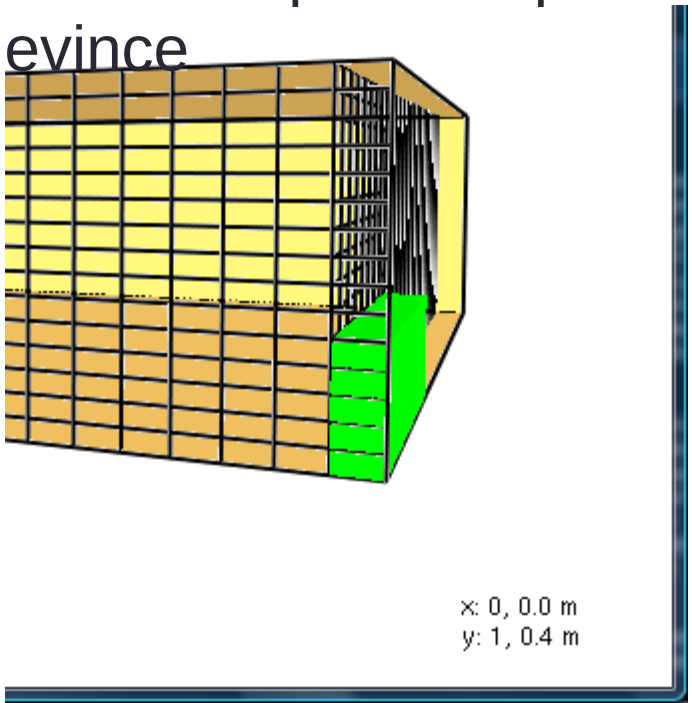


# Creare una parete o un solido

- **Tutti gli elementi presenti sono forzati ad uniformarsi con la griglia numerica**
- La parete del disegno pur avendo uno spessore di 0.2 mt, avendo la cella nella direzione y uno spessore pari a 0.4 mt, viene riconosciuta da FDS con uno spessore pari alle dimensioni della cella come si evince

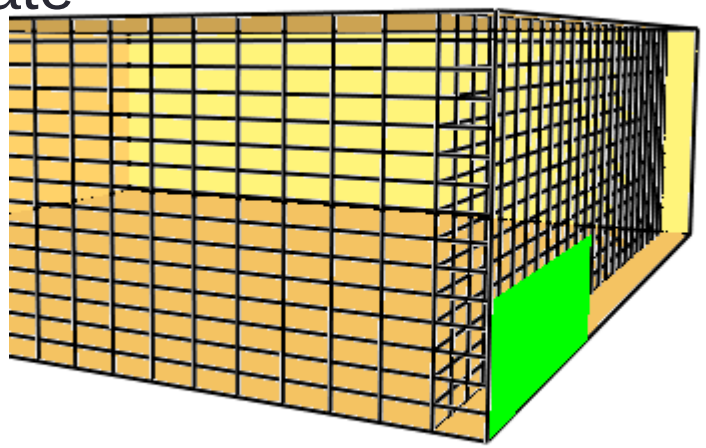
dalla visualizzazione del

dominio in Smokeview



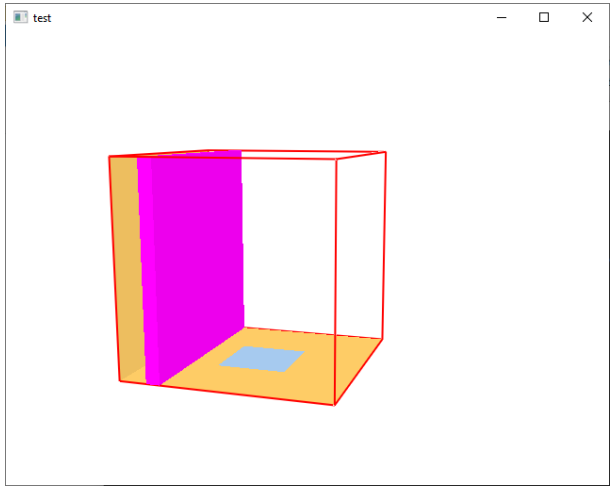
# Creare una parete o un solido

- Se la dimensione delle celle della griglia sono grandi rispetto alle dimensioni della parete o del solido l'ostruzione potrebbe non essere costruita in FDS se essa giace su un layer della griglia
- Nel grafico è visualizzata come FDS riconosce la parete precedente con uno spessore di 0.19 mt
- Le due facce vengono approssimate alla stessa faccia della cella.
- Per una piena funzionalità di FDS le pareti o i solidi dovrebbero avere uno spessore almeno pari a quello di una cella



# File FDS

- &HEAD CHID=‘test', TITLE=‘esempio corso', FYI=‘file scritto manualmente‘ /
- &TIME T_END=600.00 /
- &MESH ID='Griglia 20', IJK=15, 15, 15, XB=0.00,3.00,0.00,3.00,0.00,3.00, RGB = 255,0,0, FYI ='Griglia 20'/
- &VENT MB='XMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_2
- &VENT MB='YMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_3
- &VENT MB='XMAX', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_4
- &REAC ID = 'Reazione propano', FUEL = 'PROPANE'/
- &VENT XB=1.00, 2.00, 1.00, 2.00, 0.00, 0.00, SURF_ID='Classe EC', RGB=166,202,240 , FYI = 'Sup. Z 1'/Sup. Z 1 Num_1
- &SURF ID=‘Classe EC' HRRPUA=250.000, TAU_Q=-300.000/
- **&OBST**
- **XB=0.000, 3.000, 2.400, 2.600, 0.000, 3.000,**
- **RGB=255, 0, 255,**
- **SURF_ID = 'INERT'/ Parete 001 - NUM_1**




- &TAIL /

# Creare una apertura in un solido

- **HOLE** è il nome del gruppo che definisce un'apertura in un oggetto geometrico esistente.



## 17.8 HOLE (Obstruction Cutout Parameters)

Table 17.8: For more information see Section 7.2.6.

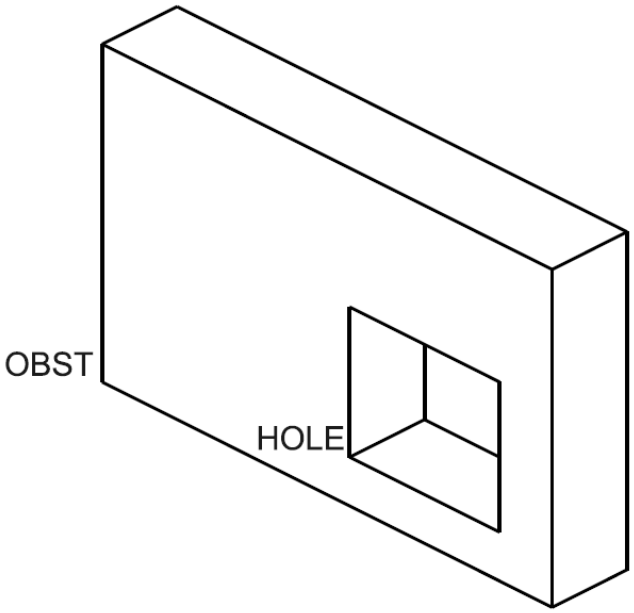
| HOLE (Obstruction Cutout Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| COLOR | Character | Section 7.4 | | |
| CTRL_ID | Character | Section 7.2.6 | | |
| DEVC_ID | Character | Section 7.2.6 | | |
| EVACUATION | Logical | Reference [53] | | |
| ID | Character | Identifier for input line | | |
| MESH_ID | Character | Reference [53] | | |
| MULT_ID | Character | Section 7.5 | | |
| RGB(3) | Integer Triplet | Section 7.4 | | |
| TRANSPARENCY | Real | Section 7.2.6 | | |
| XB(6) | Real Sextuplet | Section 7.5 | m | |

# Creare una apertura in un solido

&OBST XB=2.0,2.3,0.0,5.0,0.0,2.0 /

&HOLE XB=2.0,2.3,4.0,4.5,0.2,0.7 /

- Qualsiasi cella all'interno del volume
- 2.0 < x < 2.3
- 4.0 < y < 4.5
- 0.2 < z < 0.7
- vengono rimossi da oggetti sol



# File FDS

&HEAD CHID=‘test', TITLE=‘esempio corso', FYI=‘file scritto manualmente‘ /
&TIME T_END=600.00 /
&MESH ID='Griglia 20', IJK=15, 15, 15, XB=0.00,3.00,0.00,3.00,0.00,3.00, RGB = 255,0,0, FYI ='Griglia 20'/
&VENT MB='XMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_2
&VENT MB='YMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_3
&VENT MB='XMAX', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_4
&REAC ID = 'Reazione propano', FUEL = 'PROPANE'/
&VENT XB=1.00, 2.00, 1.00, 2.00, 0.00, 0.00, SURF_ID='Classe EC', RGB=166,202,240 , FYI = 'Sup. Z 1'/Sup. Z 1 Num_1
&SURF ID=‘Classe EC' HRRPUA=250.000, TAU_Q=-300.000/
&OBST XB=0.000, 3.000, 2.400, 2.600, 0.000, 3.000, RGB=255, 0, 255, SURF_ID = 'INERT'/ Parete 001 - NUM_1

**&HOLE**
**XB=1.000, 2.200, 2.400, 2.600, 0.000, 2.100,**
**RGB=128,0,0,**
**FYI = 'Porta 001'/ Descrizione: Porta 001 - NUM_1**

&TAIL /

# Creare una condizione al contorno



- **VENT** è il nome del gruppo che definisce una condizione al contorno su una parte di un oggetto esistente o sulle pareti del dominio (OPEN).

## 17.30 VENT (Vent Parameters)

Table 17.30: For more information see Section 7.3.

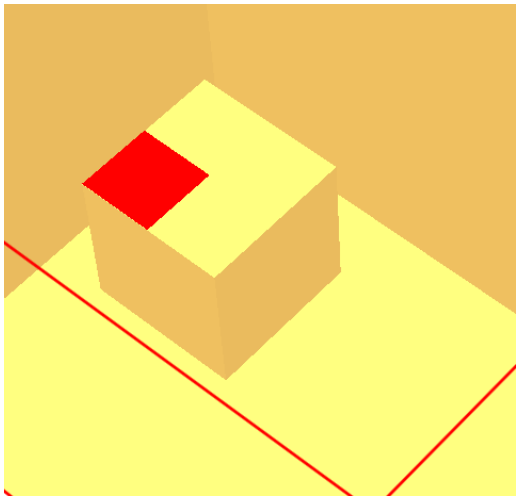
| VENT (Vent Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| COLOR | Character | Section 7.4 | | |
| CTRL_ID | Character | Section 15.4.2 | | |
| DEVC_ID | Character | Section 15.4.2 | | |
| DYNAMIC_PRESSURE | Real | Section 9.4 | Pa | 0. |
| EVACUATION | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| ID | Character | Section 7.3.1 | | |
| IOR | Integer | Section 7.3.4 | | |
| L_EDDY | Real | Section 9.1.8 | m | 0. |
| L_EDDY_IJ(3,3) | Real Array | Section 9.1.8 | m | 0. |
| MB | Character | Section 7.3.1 | | |
| MESH_ID | Character | Reference [53] | | |

| VENT (Vent Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| MULT_ID | Character | Section 7.5 | | |
| N_EDDY | Integer | Section 9.1.8 | | 0 |
| OUTLINE | Logical | Section 7.3.1 | | .FALSE. |
| PBX, PBY, PBZ | Real | Section 7.3.1 | | |
| PRESSURE_RAMP | Character | Section 9.4 | | |
| REYNOLDS_STRESS(3,3) | Real Array | Section 9.1.8 | $m^2/s^2$ | 0. |
| RGB(3) | Integer Triplet | Section 7.4 | | |
| SPREAD_RATE | Real | Section 8.4.2 | m/s | 0.05 |
| SURF_ID | Character | Section 7.3.1 | | 'INERT' |
| TEXTURE_ORIGIN(3) | Real Triplet | Section 7.4.2 | m | (0.,0.,0.) |
| TMP_EXTERIOR | Real | Section 7.3.2 | °C | |
| TMP_EXTERIOR_RAMP | Character | Section 7.3.2 | | |
| TRANSPARENCY | Real | Section 7.4 | | 1.0 |
| UVW(3) | Real Triplet | Section 9.2.7 | m/s | |
| VEL_RMS | Real | Section 9.1.8 | m/s | 0. |
| XB(6) | Real Sextuplet | Section 7.3.1 | m | |
| XYZ(3) | Real Triplet | Section 8.4.2 | m | |

# Condizione al contorno

- SI units.
- Ogni superficie ha un ID associato.
- Una superficie può essere applicata direttamente ad un oggetto o a certe parti dell’oggetto attraverso il commando VENT

- &VENT XB=6.2,6.2,1.6,6.6,0.0,2.4,SURF_ID=’WOOD’\



# Struttura di un file di input

- Configurazione generale: HEAD, TIME, MISC
- Dominio computazionale: MESH
- Condizioni iniziali: INIT
- Proprietà di ogni materiale: MATL, RAMP
- Proprietà delle condizioni a contorno delle superfici: SURF, RAMP (time) , REAC
- Geometria  dello scenario da studiare: OBST, HOLE, VENT
- Controlli : PROP, DEVC, CTRL
- Quantità di output: DEVC, SLCF, BNDF, ISOF

# DISPOSITIVI



- **DEVC** è il nome del gruppo che definisce un dispositivo che può essere inserito nel dominio di calcolo.

## 17.5 DEVC (Device Parameters)

Table 17.5: For more information see Section 15.1.

| DEVC (Device Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BYPASS_FLOWRATE | Real | Section 15.3.7 | kg/s | 0 |
| CONVERSION_FACTOR | Real | Section 15.2 | | 1 |
| COORD_FACTOR | Real | Section 15.2 | | 1 |
| CTRL_ID | Character | Section 15.6.1 | | |
| DELAY | Real | Section 15.3.7 | s | 0 |
| DEPTH | Real | Section 16.10.8 | m | 0 |
| DEVC_ID | Character | Sections 15.3.7 and 15.6.1 | | |
| DRY | Logical | Section 16.10.15 | | .FALSE. |
| DUCT_ID | Character | Section 9.2 | | |
| EVACUATION | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| FLOWRATE | Real | Section 15.3.7 | kg/s | 0 |
| HIDE_COORDINATES | Logical | Section 16.2.2 | | .FALSE. |
| ID | Character | Section 15.1 | | |
| INITIAL_STATE | Logical | Section 15.4 | | .FALSE. |
| INIT_ID | Character | Section 14.4 | | |
| IOR | Integer | Section 15.1 | | |
| LATCH | Logical | Section 15.4 | | .TRUE. |
| MATL_ID | Character | Section 16.10.8 | | |
| NODE_ID | Character(2) | Section 9.2 | | |
| NO_UPDATE_DEVC_ID | Character | Section 15.6.2 | | |
| NO_UPDATE_CTRL_ID | Character | Section 15.6.2 | | |
| ORIENTATION | Real Triplet | Section 15.1 | | 0,0,-1 |
| ORIENTATION_NUMBER | Integer | Section 16.9 | | 1 |
| OUTPUT | Logical | Section 15.2 | | .TRUE. |
| PART_ID | Character | Section 16.12 | | |

| DEVC (Device Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PIPE_INDEX | Integer | Section 15.3.1 | | 1 |
| POINTS | Integer | Section 16.2.2 | | 1 |
| PROP_ID | Character | Section 15.1 | | |
| QUANTITY | Character | Section 15.1 | | |
| QUANTITY2 | Character | Section 16.2.2 | | |
| QUANTITY_RANGE | Real(2) | Section 16.10.10 | | -1.E50,1.E50 |
| RELATIVE | Logical | Section 15.2 | | .FALSE. |
| R_ID | Character | Section 16.2.2 | | |
| ROTATION | Real | Section 15.1 | deg. | 0 |
| SETPOINT | Real | Section 15.4 | | |
| STATISTICS | Character | Section 16.10.10 | | |
| STATISTICS_START | Real | Section 16.10.12 | s | T_BEGIN |
| SMOOTHING_FACTOR | Real | Section 15.4 | | 0 |
| SPEC_ID | Character | Section 16.12 | | |
| SURF_ID | Character | Section 16.10.10 | | |
| TIME_AVERAGED | Logical | Section 15.2 | | .TRUE. |
| TIME_HISTORY | Logical | Section 16.2.2 | | |
| TRIP_DIRECTION | Integer | Section 15.4 | | 1 |
| UNITS | Character | Section 15.2 | | |
| VELO_INDEX | Integer | Section 16.10.17 | | 0 |
| XB(6) | Real Sextuplet | Section 16.10.10 | m | |
| XYZ(3) | Real Triplet | Section 15.1 | m | |
| X_ID | Character | Section 16.2.2 | | ID-x |
| Y_ID | Character | Section 16.2.2 | | ID-y |
| Z_ID | Character | Section 16.2.2 | | ID-z |

# DISPOSITIVI

- **PROP** è il nome del gruppo che definisce i vari parametri che caratterizzano un dispositivo



**17.20** PROP **(Device Properties)**

Table 17.20: For more information see Section 15.3.

| PROP (Device Properties) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ACTIVATION_OBSCURATION | Real | Section 15.3.5 | %/m | 3.24 |
| ACTIVATION_TEMPERATURE | Real | Section 15.3.1 | °C | 74. |
| ALPHA_C | Real | Section 15.3.5 | | 1.8 |
| ALPHA_E | Real | Section 15.3.5 | | 0. |
| BETA_C | Real | Section 15.3.5 | | 1. |
| BETA_E | Real | Section 15.3.5 | | 1. |
| CHARACTERISTIC_VELOCITY | Real | Section 16.10.13 | m/s | 1. |
| C_FACTOR | Real | Section 15.3.1 | $(m/s)^{1/2}$ | 0. |
| DENSITY | Real | Section 16.10.4 | $kg/m^3$ | 8908. |
| DIAMETER | Real | Section 16.10.4 | m | 0.001 |
| EMISSIVITY | Real | Section 16.10.4 | | 0.85 |
| FLOW_RAMP | Character | Section 15.3.1 | | |
| FLOW_RATE | Real | Section 15.3.1 | L/min | |
| FLOW_TAU | Real | Section 15.3.1 | | 0. |
| GAUGE_EMISSIVITY | Real | Section 16.10.5 | | 0.9 |
| GAUGE_TEMPERATURE | Real | Section 16.10.5 | °C | TMPA |
| HEAT_TRANSFER_COEFFICIENT | Real | Section 16.10.4 | $W/(m^2 \cdot K)$ | |
| ID | Character | Section 15.3 | | |
| INITIAL_TEMPERATURE | Real | Section 15.3.1 | °C | TMPA |
| K_FACTOR | Real | Section 15.3.1 | $L/(min \cdot bar^{\frac{1}{2}})$ | 1. |
| LENGTH | Real | Section 15.3.5 | m | 1.8 |
| MASS_FLOW_RATE | Real | Section 15.3.1 | kg/s | |
| OFFSET | Real | Section 15.3.1 | m | 0.05 |
| OPERATING_PRESSURE | Real | Section 15.3.1 | bar | 1. |
| ORIFICE_DIAMETER | Real | Section 15.3.1 | m | 0. |
| P0,PX(3),PXX(3,3) | Real | Section 15.3.3 | m/s | 0. |
| PARTICLES_PER_SECOND | Integer | Section 15.3.1 | | 5000 |
| PARTICLE_VELOCITY | Real | Section 15.3.1 | m/s | 0. |
| PART_ID | Character | Section 15.3.1 | | |
| PDPA_END | Real | Section 16.10.7 | s | T_END |
| PDPA_HISTOGRAM | Logical | Section 16.10.7 | | .FALSE. |
| PDPA_HISTOGRAM_CUMULATIVE | Logical | Section 16.10.7 | | .FALSE. |
| PDPA_HISTOGRAM_LIMITS | Real Array | Section 16.10.7 | | |
| PDPA_HISTOGRAM_NBINS | Integer | Section 16.10.7 | | 10 |
| PDPA_INTEGRATE | Logical | Section 16.10.7 | | .TRUE. |
| PDPA_M | Integer | Section 16.10.7 | | 0 |
| PDPA_N | Integer | Section 16.10.7 | | 0 |
| PDPA_NORMALIZE | Logical | Section 16.10.7 | | .TRUE. |
| PDPA_RADIUS | Real | Section 16.10.7 | m | 0. |
| PDPA_START | Real | Section 16.10.7 | s | 0. |
| PRESSURE_RAMP | Character | Section 15.3.1 | | |

| PROP (Device Properties) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| QUANTITY | Character | Section 15.3.1 | | |
| RTI | Real | Section 15.3.1 | $\sqrt{m \cdot s}$ | 100. |
| SMOKEVIEW_ID | Char. Array | Section 15.7.1 | | |
| SMOKEVIEW_PARAMETERS | Char. Array | Section 15.7.2 | | |
| SPEC_ID | Character | Section 15.3.5 | | |
| SPECIFIC_HEAT | Real | Section 16.10.4 | $kJ/(kg \cdot K)$ | 0.44 |
| SPRAY_ANGLE(2,2) | Real | Section 15.3.1 | deg. | 60.,75. |
| SPRAY_PATTERN_BETA | Integer | Section 15.3.1 | deg. | 5 |
| SPRAY_PATTERN_MU | Integer | Section 15.3.1 | deg. | 0 |
| SPRAY_PATTERN_SHAPE | Character | Section 15.3.1 | | 'GAUSSIAN' |
| SPRAY_PATTERN_TABLE | Character | Section 15.3.1 | | |
| VELOCITY_COMPONENT | Integer | Section 15.3.3 | | |

# DISPOSITIVI

- **CTRL** è il nome del gruppo che definisce una funzione di controllo collegata all'azione di qualche dispositivo



## 17.4 CTRL (Control Function Parameters)

Table 17.4: For more information see Section 15.5.

| CTRL (Control Function Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CONSTANT | Real | Section 15.5.6 | | |
| DELAY | Real | Section 15.5.9 | s | 0. |
| DIFFERENTIAL_GAIN | Real | Section 15.5.7 | | 0. |
| EVACUATION | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| FUNCTION_TYPE | Character | Section 15.4 | | |
| ID | Character | Section 15.5 | | |

| CTRL (Control Function Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| INITIAL_STATE | Logical | Section 15.4 | | .FALSE. |
| INPUT_ID | Char. Array | Section 15.5 | | |
| INTEGRAL_GAIN | Real | Section 15.5.7 | | 0. |
| LATCH | Logical | Section 15.4 | | .TRUE. |
| N | Integer | Section 15.5 | | 1 |
| ON_BOUND | Character | Section 15.5.3 | | LOWER |
| PROPORTIONAL_GAIN | Real | Section 15.5.7 | | 0. |
| RAMP_ID | Character | Section 15.5.5 | | |
| SETPOINT(2) | Real | Section 15.4 | | |
| TARGET_VALUE | Real | Section 15.5.7 | | 0. |
| TRIP_DIRECTION | Integer | Section 15.4 | | 1 |

# DISPOSITIVI

- Ogni dispositivo ha associata una QUANTITÀ.
- La cronologia dei valori di ogni quantità DEVC viene riportata in un file chiamato CHID_devc.csv
- Per attivare una funzione di controllo occorre indicare un valore di soglia, che fa cambiare lo stato del dispositivo da .FALSE. a .TRUE. o viceversa.
- La soglia può essere semplice come un SETPOINT numerico o può essere il risultato di un algoritmo di attivazione.



## 16.12 Summary of Frequently-Used Output Quantities

Table 16.3, spread over the following pages, summarizes the various Output Quantities. The column "File Type" lists the allowed output files for the quantities. "B" is for Boundary (`BNDF`), "D" is for Device (`DEVC`), "I" is for Iso-surface (`ISOF`), "P" is for Plot3D, "PA" for PArticle (`PART`), "S" is for Slice (`SLCF`). Be careful when specifying complicated quantities for Iso-surface or Plot3D files, as it requires computation in every gas phase cell.

# DISPOSITIVI

Table 16.3: Summary of frequently used output quantities.

| QUANTITY | Symbol | Units | File Type |
|---|---|---|---|
| ABSORPTION COEFFICIENT | Section 13.2 | 1/m | D,I,P,S |
| ACTUATED SPRINKLERS | Section 16.10.19 | | D |
| ADIABATIC SURFACE TEMPERATURE | Section 16.10.6 | °C | B,D |
| AEROSOL VOLUME FRACTION* | Section 16.10.16 | mol/mol | D,I,P,S |
| AMPUA** | Section 16.9 | $kg/m^2$ | B,D |
| AMPUA_Z* | Section 16.9 | $kg/m^2$ | B,D |
| ASPIRATION | Section 15.3.7 | %/m | D |
| BACKGROUND PRESSURE | Background pressure, $\overline{p}$ | Pa | D,I,P,S |
| BACK WALL TEMPERATURE | Section 16.2.4 | °C | B,D |
| BURNING RATE | Mass loss rate of fuel | $kg/(m^2 \cdot s)$ | B,D |
| CHAMBER OBSCURATION | Section 15.3.5 | %/m | D |
| CHI_R | Section 13.1.1 | | D,I,S |
| CONDUCTIVITY | Thermal conductivity | $W/(m \cdot K)$ | D,I,P,S |
| CONTROL | Section 15.5 | | D |
| CONTROL VALUE | Section 15.5 | | D |
| CONVECTIVE HEAT FLUX | Section 16.10.5 | $kW/m^2$ | B,D |
| CPUA** | Section 16.9 | $kW/m^2$ | B,D |
| CPUA_Z* | Section 16.9 | $kW/m^2$ | B,D |
| CPU TIME | Section 16.10.19 | s | D |
| DENSITY | $\rho$ or $\rho Y_\alpha$ with SPEC_ID | $kg/m^3$ | D,I,P,S |
| DEPOSITION VELOCITY | Section 12.5 | m/s | B,D |
| DIVERGENCE | $\nabla \cdot \mathbf{u}$ | 1/s | D,I,P,S |
| ENTHALPY | Section 11.1.2 | $kJ/m^3$ | D,I,P,S |
| EXTINCTION COEFFICIENT | Section 16.10.2 | 1/m | D,I,P,S |
| FED | Section 16.10.9 | | D |
| FIC | Section 16.10.9 | | D,S |
| FRICTION VELOCITY | Section 16.10.14 | m/s | B,D |
| GAUGE HEAT FLUX | Section 16.10.5 | $kW/m^2$ | B,D |
| HEAT FLOW | Section 16.10.10 | kW | D |
| HEAT FLOW WALL | Section 16.10.10 | kW | D |
| NET HEAT FLUX | Section 16.10.5 | $kW/m^2$ | B,D |
| HRR | $\int \dot{q}'''\, dV$ | kW | D |
| HRRPUA | $\dot{q}''$ | $kW/m^2$ | D |
| HRRPUV | $\dot{q}'''$ | $kW/m^3$ | D,I,P,S |
| INCIDENT HEAT FLUX | Section 16.10.5 | $kW/m^2$ | B,D |
| INSIDE WALL TEMPERATURE | Section 16.2.3 | °C | D |
| ITERATION | Section 16.10.19 | | D |
| LAYER HEIGHT | Section 16.10.3 | m | D |
| LINK TEMPERATURE | Section 15.3.4 | °C | D |
| LOWER TEMPERATURE | Section 16.10.3 | °C | D |
| MASS FLOW | Section 16.10.10 | kg/s | D |
| MASS FLOW WALL | Section 16.10.10 | kg/s | D |
| MASS FLUX* | Mass flux at solid surface | $kg/(m^2 \cdot s)$ | B,D |

Table 16.3: Summary of frequently used output quantities (continued).

| QUANTITY | Symbol | Units | File Type |
|---|---|---|---|
| MASS FLUX X* | $\rho u Y_\alpha$ | $kg/(m^2 \cdot s)$ | D,I,P,S |
| MASS FLUX Y* | $\rho v Y_\alpha$ | $kg/(m^2 \cdot s)$ | D,I,P,S |
| MASS FLUX Z* | $\rho w Y_\alpha$ | $kg/(m^2 \cdot s)$ | D,I,P,S |
| MASS FRACTION* | $Y_\alpha$ | kg/kg | D,I,P,S |
| MIXTURE FRACTION | $Z$ | kg/kg | D,I,P,S |
| MPUA** | Section 16.9 | $kg/m^2$ | B,D |
| MPUA_Z* | Section 16.9 | $kg/m^2$ | B,D |
| MPUV** | Section 16.9 | $kg/m^3$ | D,P,S |
| MPUV_Z* | Section 16.9 | $kg/m^3$ | D,P,S |
| NORMAL VELOCITY | Wall normal velocity | m/s | D,B |
| NUMBER OF PARTICLES | Section 16.10.19 | | D |
| OPEN NOZZLES | Section 16.10.19 | | D |
| OPTICAL DENSITY | Section 16.10.2 | 1/m | D,I,P,S |
| PATH OBSCURATION | Section 15.3.6 | % | D |
| PARTICLE AGE | Section 16.9 | s | PA |
| PARTICLE DIAMETER | Section 16.9 | $\mu$m | PA |
| PARTICLE FLUX X** | Section 16.9 | $kg/(m^2 \cdot s)$ | P,S |
| PARTICLE FLUX Y** | Section 16.9 | $kg/(m^2 \cdot s)$ | P,S |
| PARTICLE FLUX Z** | Section 16.9 | $kg/(m^2 \cdot s)$ | P,S |
| PARTICLE MASS | Section 16.9 | kg | PA |
| PARTICLE TEMPERATURE | Section 16.9 | °C | PA |
| PARTICLE VELOCITY | Section 16.9 | m/s | PA |
| PRESSURE | Perturbation pressure, $\bar{p} - p_\infty$ | Pa | D,I,P,S |
| PRESSURE COEFFICIENT | Section 16.10.13 | | B,D |
| PRESSURE ZONE | Section 9.3 | | D,S |
| RADIATIVE HEAT FLUX | Section 16.10.5 | $kW/m^2$ | B,D |
| RADIATIVE HEAT FLUX GAS | Section 16.10.5 | $kW/m^2$ | D |
| RADIOMETER | Section 16.10.5 | $kW/m^2$ | B,D |
| RELATIVE HUMIDITY | Section 12.1.1 | % | D,I,P,S |
| SENSIBLE ENTHALPY | Section 16.10.18 | $kJ/m^3$ | D,I,P,S |
| SOLID CONDUCTIVITY | Section 16.2.3 | $W/(m \cdot K)$ | D |
| SOLID DENSITY | Section 16.2.3 | $kg/m^3$ | D |
| SOLID SPECIFIC HEAT | Section 16.2.3 | $kJ/(kg \cdot K)$ | D |
| SPECIFIC ENTHALPY | Section 16.10.18 | kJ/kg | D,I,P,S |
| SPECIFIC HEAT | $c_p$ | $kJ/(kg \cdot K)$ | D,I,P,S |
| SPECIFIC SENSIBLE ENTHALPY | Section 16.10.18 | kJ/kg | D,I,P,S |
| SPRINKLER LINK TEMPERATURE | Section 15.3.1 | °C | D |
| SURFACE DENSITY | Section 16.10.8 | $kg/m^2$ | B,D |
| SURFACE DEPOSITION* | Section 12.5 | $kg/m^2$ | B,D |
| TEMPERATURE | Section 16.10.4 | °C | D,I,P,S |
| THERMOCOUPLE | Section 16.10.4 | °C | D |
| TIME | Section 15.1 | s | D |
| TIME STEP | Section 16.10.19 | s | D |

# DISPOSITIVI

| QUANTITY | Symbol | Units | File Type |
|---|---|---|---|
| TRANSMISSION | Section 15.3.6 | %/m | D |
| U-VELOCITY | Gas velocity component, $u$ | m/s | D,I,P,S |
| V-VELOCITY | Gas velocity component, $v$ | m/s | D,I,P,S |
| W-VELOCITY | Gas velocity component, $w$ | m/s | D,I,P,S |
| UPPER TEMPERATURE | Section 16.10.3 | °C | D |
| VELOCITY*** | Gas velocity | m/s | D,I,P,S |
| VISCOSITY | $\mu$ | kg/(m · s) | D,I,P,S |
| VISIBILITY | Section 16.10.2 | m | D,I,P,S |
| VOLUME FLOW | Section 16.10.10 | $m^3/s$ | D |
| VOLUME FLOW WALL | Section 16.10.10 | $m^3/s$ | D |
| VOLUME FRACTION**** | $X_\alpha$ | mol/mol | D,I,P,S |
| WALL CLOCK TIME | Section 16.10.19 | s | D |
| WALL CLOCK TIME ITERATIONS | Section 16.10.19 | s | D |
| WALL TEMPERATURE | Surface temperature | °C | B,D |
| WALL THICKNESS | Section 16.10.8 | m | B,D |

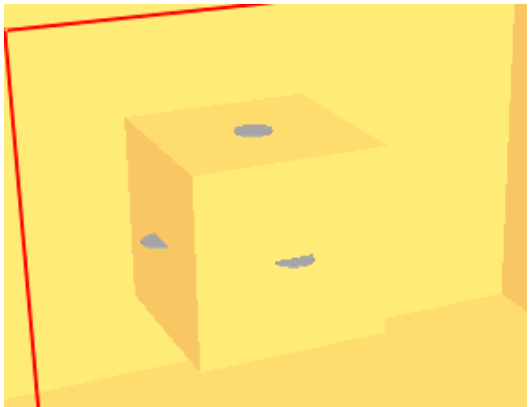
# DISPOSITIVI

**&DEVC ID='TC-23', XYZ=3.0,5.6,2.3, QUANTITY='TEMPERATURE' /**

Registrazione della temperatura in un determinato punto del dominio.

**&DEVC ID ='MAXY', QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE',**
**IOR = 2, XYZ = 4.500, 7.000, 1.500/**

Per i dispositivi che devono leggere una quantità sulla superficie di un solido occorre specificare il parametro IOR che può assumere i valori ±1 asse X, ±2 asse Y e ±3 asse Z



# DISPOSITIVI

- Esempio di dispositivo di tipo sprinkler “Sprink 001”:

- &DEVC ID=’ Sprink 001’, XYZ=22.0,19.0,7.5, PROP_ID=’acme spk’ /
- &PART ID=’water drops’, WATER=.TRUE. /
- &PROP ID=’acme spk’, QUANTITY=’SPRINKLER LINK TEMPERATURE’, RTI=148., ACTIVATION_TEMPERATURE=74., PART_ID=’water drops’, FLOW_RATE=189.3 /



***Indice di tempo di risposta:*** il parametro rappresenta il RTI (Response Time Index) dell’erogatore sprinkler misurato in [$(m/s)^{1/2}$]. L’RTI rappresenta l'unità di misura della sensibilità termica dell’elemento termosensibile di un erogatore sprinkler. La sensibilità termica è la misura di quanto velocemente, un elemento termo-sensibile installato all’interno uno spruzzatore reagire al calore. L’unità di misura del parametro RTI è $(m\ s)^{1/2}$.

La NFPA 13 definisce il tempo di reazione per gli spruzzatori:

- gli spruzzatori definiti con risposta veloce o rapida hanno un elemento termico con una RTI di 50 $(m\ s)^{1/2}$ o di meno.
- gli spruzzatori definiti con risposta standard hanno un elemento termico con una RTI di 80 $(m\ s)^{1/2}$ o di più.

# DISPOSITIVI

- &HOLE XB=4.700, 3.500, 5.000, 5.300, 0.000, 2.100, RGB=128,0,0, FYI = 'Porta 001', TRANSPARENCY = 1.000 CTRL_ID='Controllo 1'/

- &CTRL ID = 'Controllo 1' FUNCTION_TYPE = 'ANY', INPUT_ID='R. Calore 001', LATCH = .TRUE., INITIAL_STATE = .FALSE./

- &DEVC ID ='R. Calore 001', XYZ=4.20, 7.70, 2.0, PROP_ID='Riv_Cal' LATCH=.FALSE., FYI = 'Riv. Calore',  /

- &PROP ID='RivCal',  QUANTITY='LINK TEMPERATURE', SMOKEVIEW_ID='heat_detector',  INITIAL_TEMPERATURE=20.000, ACTIVATION_TEMPERATURE=250.000,  RTI=100.000/

# Struttura di un file di input

- Configurazione generale: HEAD, TIME, MISC
- Dominio computazionale: MESH
- Condizioni iniziali: INIT
- Proprietà di ogni materiale: MATL, RAMP
- Proprietà delle condizioni a contorno delle superfici: SURF, RAMP (time) , REAC
- Geometria  dello scenario da studiare: OBST, HOLE, VENT
- Controlli : PROP, DEVC, CTRL
- Quantità di output: DEVC, SLCF, BNDF, ISOF

# Quantità di output

- **SLCF** è il nome del gruppo che permette di registare varie quantità di fase gassosa in una “regione” del dominio di calcolo.

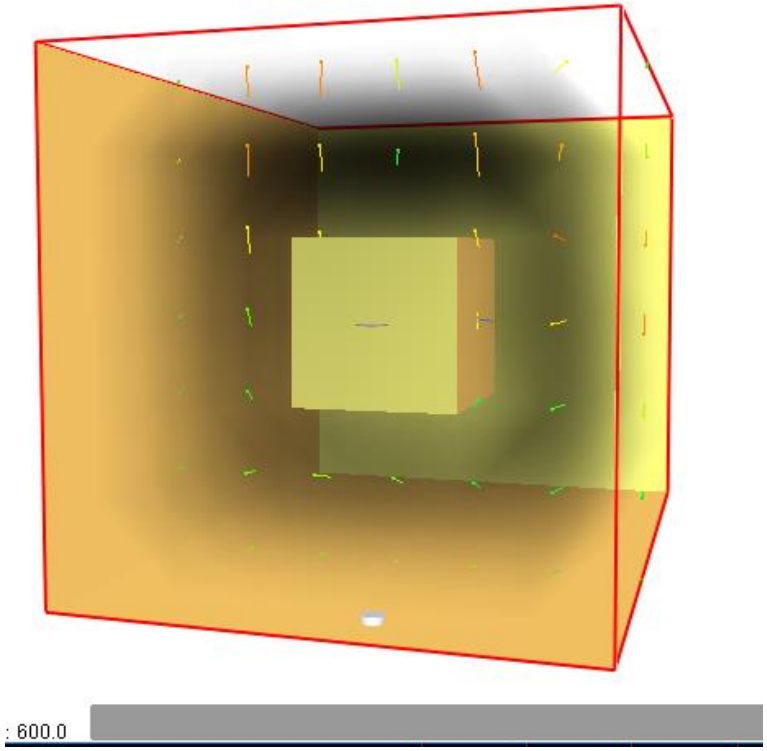
## 17.24 SLCF (Slice File Parameters)

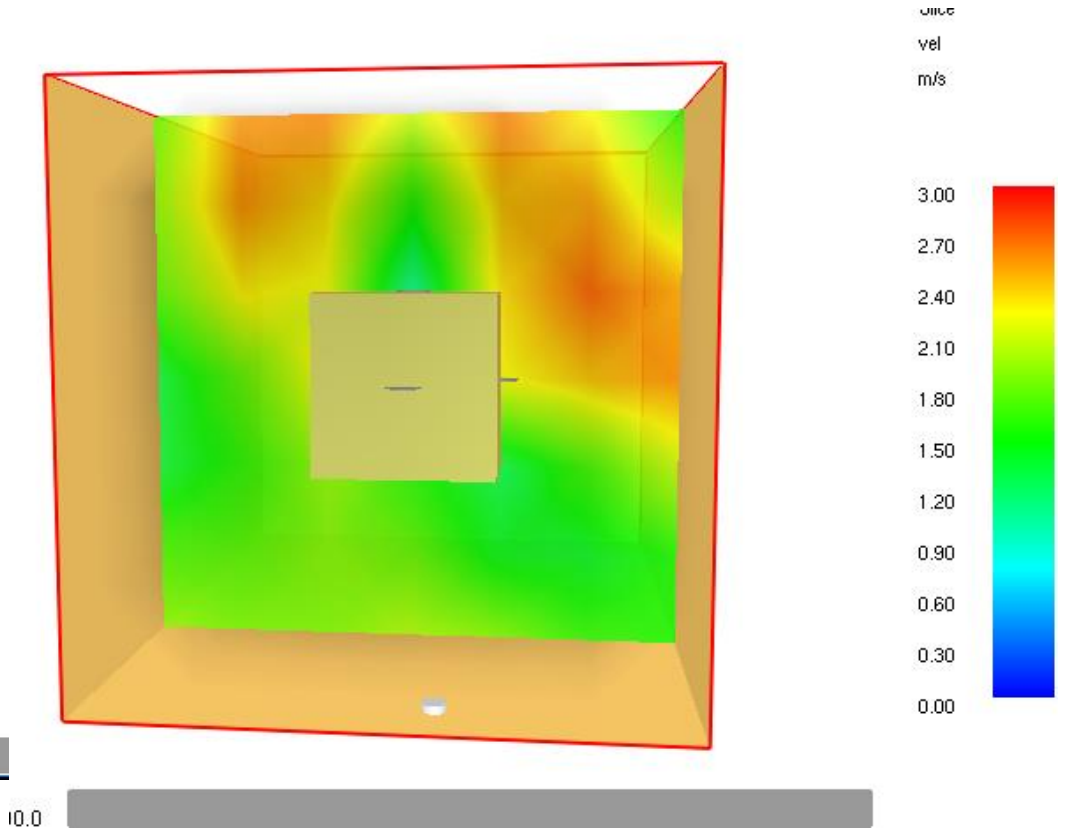
Table 17.24: For more information see Section 16.4.

| SLCF (Slice File Parameters) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CELL_CENTERED | Logical | Section 16.4 | | .FALSE. |
| EVACUATION | Logical | Reference [53] | | .FALSE. |
| MAXIMUM_VALUE | Real | Reference [2] | | |
| MESH_NUMBER | Integer | Section 16.4 | | |
| MINIMUM_VALUE | Real | Reference [2] | | |
| PART_ID | Character | Section 16.12 | | |
| PBX, PBY, PBZ | Real | Section 16.4 | m | |
| QUANTITY | Character | Section 16.12 | | |
| QUANTITY2 | Character | Section 16.12 | | |
| SPEC_ID | Character | Section 16.12 | | |
| VECTOR | Logical | Section 16.4 | | .FALSE. |
| VELO_INDEX | Integer | Section 16.10.17 | | 0 |
| XB(6) | Real Sextuplet | Section 16.4 | m | |

# Quantità di output

- In Smokeview si possono creare dei vettori animati se si imposta il parametro VECTOR = .TRUE. su una linea SLCF.




Quantità di output : SLCF

# File FDS

```
&HEAD  CHID=‘test',  TITLE=‘esempio corso',  FYI=‘file scritto manualmente‘ /
&TIME T_END=600.00 /
&MESH ID='Griglia 20', IJK=15, 15, 15, XB=0.00,3.00,0.00,3.00,0.00,3.00, RGB = 255,0,0, FYI ='Griglia 20'/
&VENT MB='XMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_2
&VENT MB='YMIN', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_3
&VENT MB='XMAX', SURF_ID='OPEN'/Vent Num_4
&REAC ID = 'Reazione propano',  FUEL = 'PROPANE'/
&VENT XB=1.00, 2.00, 1.00, 2.00, 0.00, 0.00, SURF_ID='Classe EC', RGB=166,202,240 , FYI = 'Sup. Z 1'/Sup. Z 1
Num_1
&SURF ID=‘Classe EC' HRRPUA=250.000, TAU_Q=-300.000/
&OBST XB=0.000, 3.000, 2.400, 2.600, 0.000, 3.000, RGB=255, 0, 255, SURF_ID = 'INERT'/ Parete 001 - NUM_1
&HOLE XB=1.000, 2.200, 2.400, 2.600, 0.000, 2.100, RGB=128,0,0, FYI = 'Porta 001'/ Descrizione: Porta 001 - NUM_1

&SLCF PBX = 1.60,  QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX = 1.60,  QUANTITY= 'VISIBILITY '/
&SLCF PBY = 1.60,  QUANTITY='VISIBILITY'/
&SLCF PBY = 1.60,  QUANTITY='TEMPERATURE'/

&TAIL  /
```

# cable_701_jacket_mcc.fds

- &HEAD CHID='cable_701_jacket_mcc', TITLE='Micro-Calorimetry Test of Cable Jacket Material' /
- &MESH IJK=3,1,4, XB=-2,2,-0.5,0.5,0,1 /
- &TIME T_END=800., WALL_INCREMENT=1, DT=0.01 /
- &MISC SOLID_PHASE_ONLY=.TRUE., Y_O2_INFTY=0.01, ASSUMED_GAS_TEMPERATURE=820., ASSUMED_GAS_TEMPERATURE_RAMP='T_RAMP' /
- &RAMP ID='T_RAMP', T= 0., F = 0.0 /
- &RAMP ID='T_RAMP', T=800., F = 1.0 /
- &RADI RADIATION=.FALSE. /
- &REAC FUEL='METHANE', CRITICAL_FLAME_TEMPERATURE=2000. / No gas phase reaction

# cable_701_jacket_mcc.fds

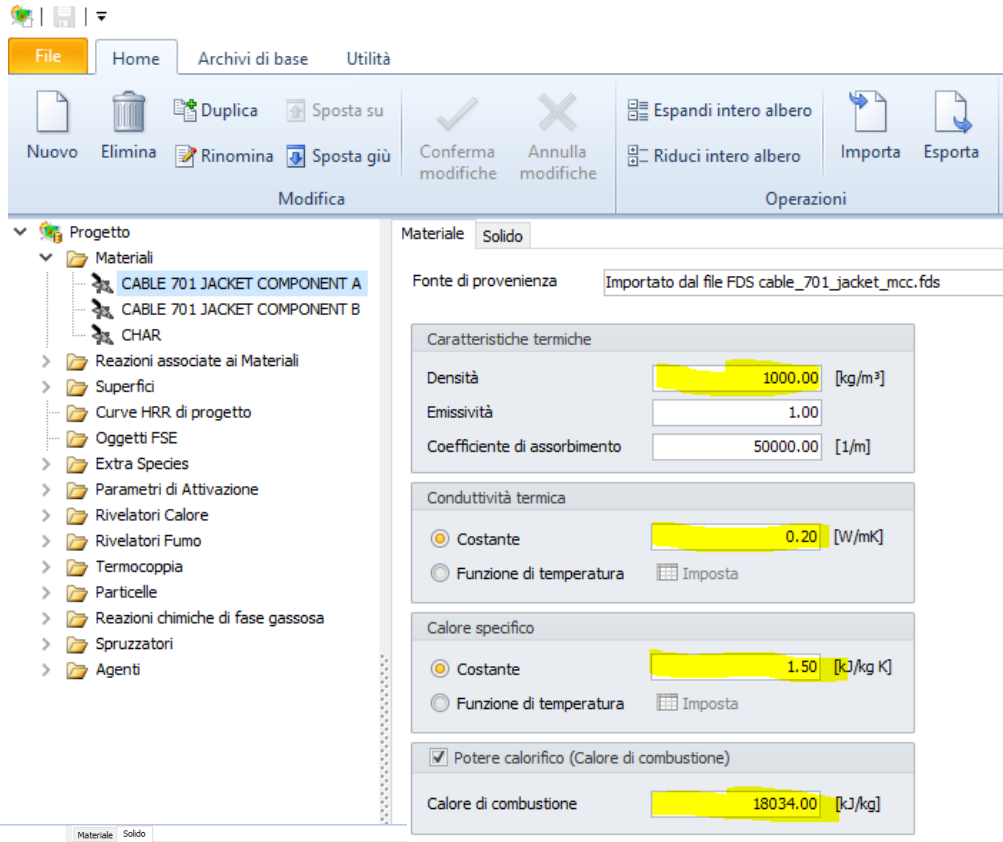
```
&VENT XB=-1, 1,-0.5,0.5,0.0,0.0, SURF_ID='Cable 701 Jacket' /

&SURF ID = 'Cable 701 Jacket'
    RGB =200,100,0
    BACKING = 'INSULATED'
    THICKNESS = 0.00001
    HEAT_TRANSFER_COEFFICIENT = 1000.
    MATL_ID(1,1) = 'Cable 701 Jacket Component A',
    MATL_ID(1,2) = 'Cable 701 Jacket Component B'
    MATL_MASS_FRACTION(1,1:2) = 0.66,0.34 /

&MATL ID                    = 'Cable 701 Jacket Component A'
    EMISSIVITY              = 1.0
    DENSITY                 = 1000.
    CONDUCTIVITY            = 0.2
    SPECIFIC_HEAT           = 1.5
    N_REACTIONS             = 1
    REFERENCE_TEMPERATURE = 310.
    REFERENCE_RATE          = 0.0168
    HEATING_RATE            = 60.
    NU_MATL                 = 0.22
    MATL_ID                 = 'char'
    NU_SPEC                 = 0.78
    SPEC_ID                 = 'METHANE'
    HEAT_OF_COMBUSTION      = 18034.
    HEAT_OF_REACTION        = 3000. /
```

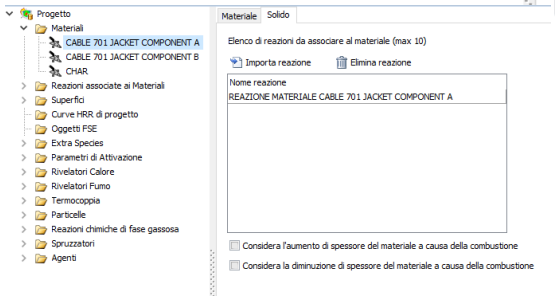
# cable_701_jacket_mcc.fds

```
&MATL ID                = 'Cable 701 Jacket Component B'
    EMISSIVITY           = 1.0
    DENSITY              = 1000.
    CONDUCTIVITY         = 0.2
    SPECIFIC_HEAT        = 1.5
    N_REACTIONS          = 1
    REFERENCE_TEMPERATURE = 460.
    REFERENCE_RATE       = 0.0098
    HEATING_RATE         = 60.
    NU_MATL              = 0.22
    MATL_ID              = 'char'
    NU_SPEC              = 0.78
    SPEC_ID              = 'METHANE'
    HEAT_OF_COMBUSTION   = 18034.
    HEAT_OF_REACTION     = 3000. /

&MATL ID                = 'char'
    EMISSIVITY           = 1.0
    DENSITY              = 220.
    CONDUCTIVITY         = 0.1
    SPECIFIC_HEAT        = 1.0 /

&DEVC XYZ=0.0,0.0,0.0, IOR= 3, QUANTITY='WALL TEMPERATURE', ID='heater temp' /
&DEVC XYZ=0.0,0.0,0.0, IOR= 3, QUANTITY='WALL TEMPERATURE', ID='sample temp' /
&DEVC XYZ=0.0,0.0,0.0, IOR= 3, QUANTITY='NORMALIZED HEAT RELEASE RATE', ID='hrrpum' /
&DEVC XYZ=0.0,0.0,0.0, IOR= 3, QUANTITY='SURFACE DENSITY', ID='mpua' /

&TAIL /
```

# cable_701_jacket_mcc.fds

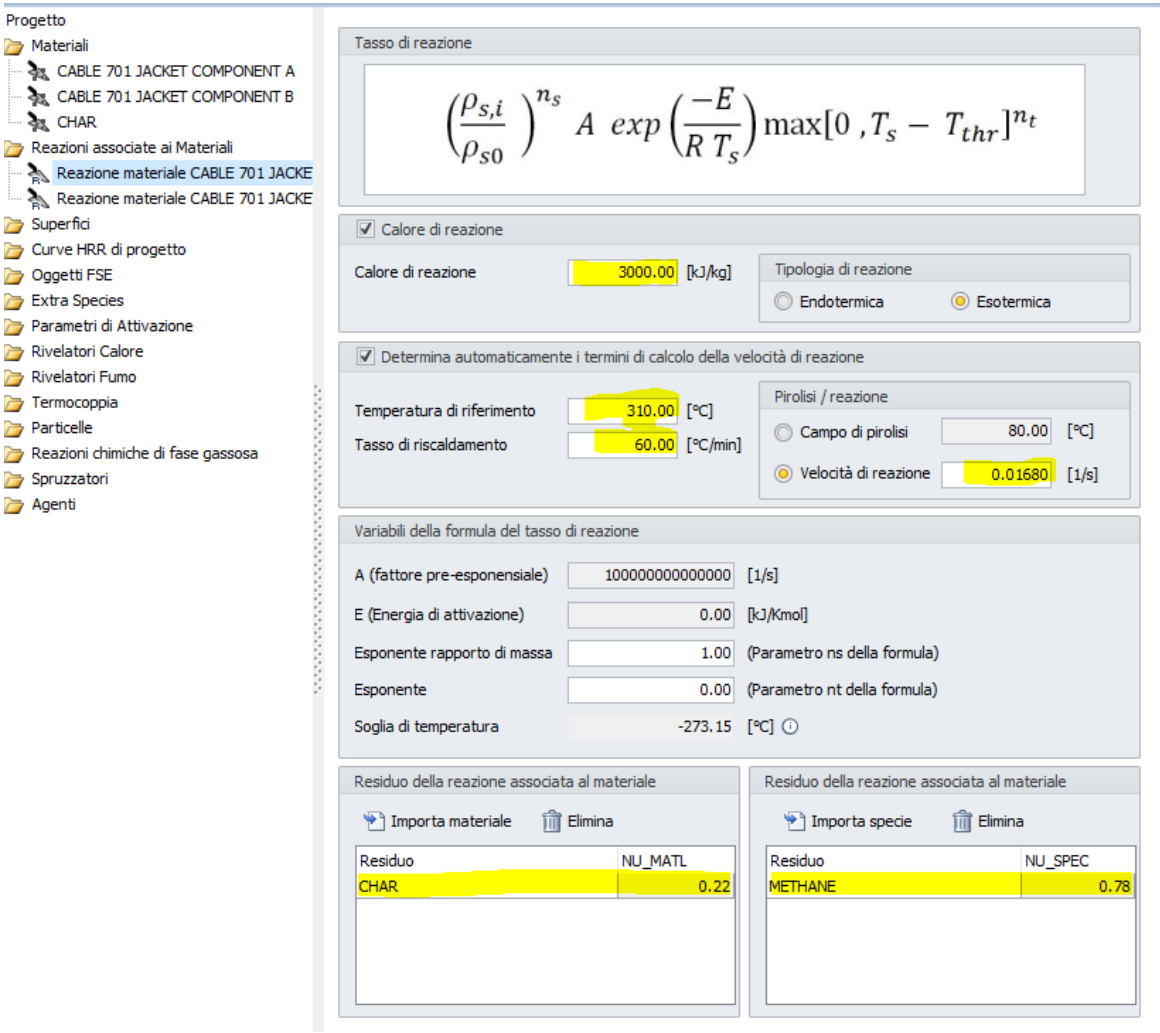
```
&MATL ID                    = 'Cable 701 Jacket Component A'
    EMISSIVITY              = 1.0
    DENSITY                 = 1000.
    CONDUCTIVITY            = 0.2
    SPECIFIC_HEAT           = 1.5
    N_REACTIONS             = 1
    REFERENCE_TEMPERATURE = 310.
    REFERENCE_RATE          = 0.0168
    HEATING_RATE            = 60.
    NU_MATL                 = 0.22
    MATL_ID                 = 'char'
    NU_SPEC                 = 0.78
    SPEC_ID                 = 'METHANE'
    HEAT_OF_COMBUSTION      = 18034.
    HEAT_OF_REACTION        = 3000. /
```



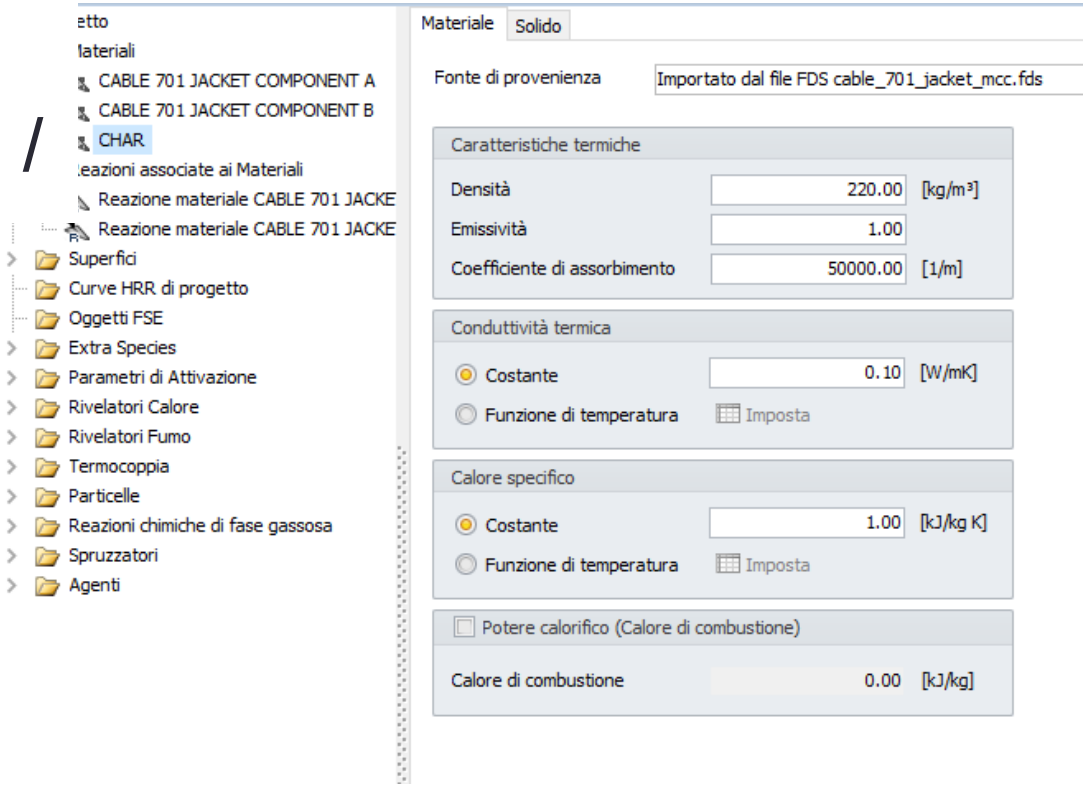
# cable_701_jacket_mcc.fds

&MATL ID = 'Cable 701 Jacket Component A'
EMISSIVITY = 1.0
DENSITY = 1000.
CONDUCTIVITY = 0.2
SPECIFIC_HEAT = 1.5
N_REACTIONS = 1
**REFERENCE_TEMPERATURE = 310.**
**REFERENCE_RATE = 0.0168**
**HEATING_RATE = 60.**
**NU_MATL = 0.22**
**MATL_ID = 'char'**
**NU_SPEC = 0.78**
**SPEC_ID = 'METHANE'**
HEAT_OF_COMBUSTION = 18034.
**HEAT_OF_REACTION = 3000.** /



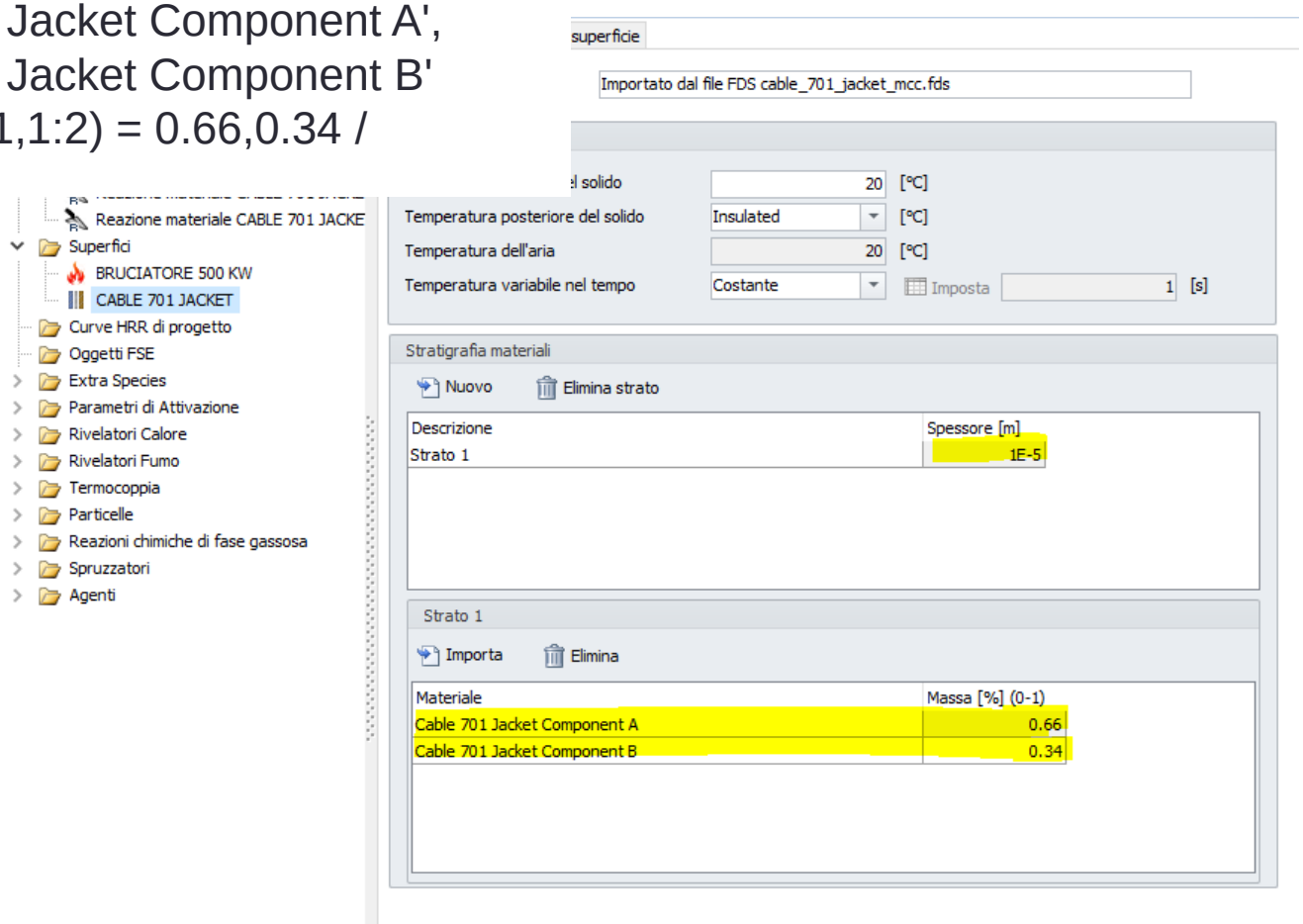
# cable_701_jacket_mcc.fds

&MATL ID = 'char'
EMISSIVITY = 1.0
DENSITY = 220.
CONDUCTIVITY = 0.1
SPECIFIC_HEAT = 1.0 /



# cable_701_jacket_mcc.fds

&SURF ID = 'Cable 701 Jacket‘ RGB =200,100,0
BACKING = 'INSULATED'  THICKNESS = 0.00001
HEAT_TRANSFER_COEFFICIENT = 1000.
MATL_ID(1,1) = 'Cable 701 Jacket Component A',
MATL_ID(1,2) = 'Cable 701 Jacket Component B'
MATL_MASS_FRACTION(1,1:2) = 0.66,0.34 /



# couch.fds

- Esempio da fds
- Esempio con FSE 1