

FIRENZE, FORTEZZA DA BASSO
13/16 OTTOBRE 2021

EARTH TECHNOLOGY EXPO

Modelli in uso per simulare gli effetti di incidenti industriali

14 ottobre 2021

Marcello Mossa Verre, Direttore tecnico di ARPAT

Giorgio Israel (*):

FIRENZE, FORTEZZA DA BASSO
13/16 OTTOBRE 2021

L'idea fondamentale della scienza è la riproducibilità dei fenomeni

La modellistica matematica è l'arte di studiare la realtà matematicamente

L'USO DEI MODELLI E' INELUDIBILE NEL CASO DELLO STUDIO DEGLI INCIDENTI INDUSTRIALI (RILEVANTI)

(*) La visione matematica della realtà, Laterza, 2012

BEIRUT 4 agosto 2020



Incidente = Rilascio

In seguito ad un rilascio si possono verificare gli scenari incidentali seguenti:



INCENDI
ESPLOSIONI
DISPERSIONI DI SOSTANZE TOSSICHE

Gli effetti fisici che caratterizzano le relative conseguenze sono:



IRRAGGIAMENTO
SOVRAPPRESSIONE
CONCENTRAZIONE di sostanza tossica

ad essi sono correlati i **DANNI** a:

PERSONE
STRUTTURE
AMBIENTE



VIAREGGIO 29 giugno 2009



Fasi del rilascio

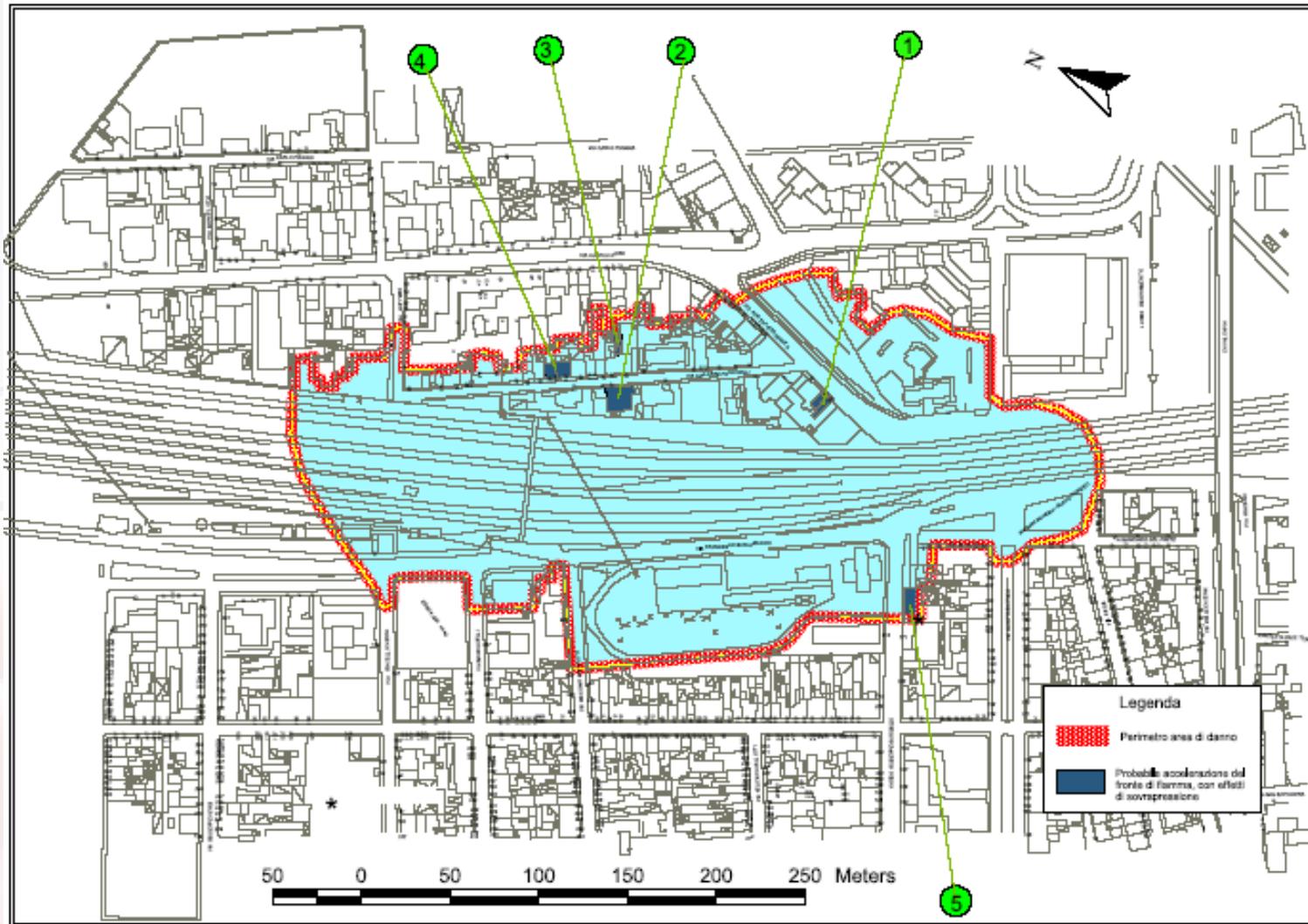
1. rilascio del GPL da ferrocisterna,
2. impatto del getto rilasciato col terreno (massicciata) e formazione di una pozza liquida evaporante,
3. formazione di una nube aria/GPL, alimentata dal GPL evaporante dalla pozza e da quello che si separa per flash (evaporazione repentina) dal getto liquido durante l'efflusso dal foro
4. innesco ritardato della nube e produzione di un incendio di nube con rilascio di radiazione termica istantanea (flash fire)
5. innesco di un incendio di pozza (pool fire) in corrispondenza dell'area di rilascio
6. sviluppo di esplosioni confinate presso alcune abitazioni in via Ponchielli e, di entità minore, presso la sede della Croce Verde
7. successivo sviluppo di incendi localizzati in vari punti dell'area di danno.

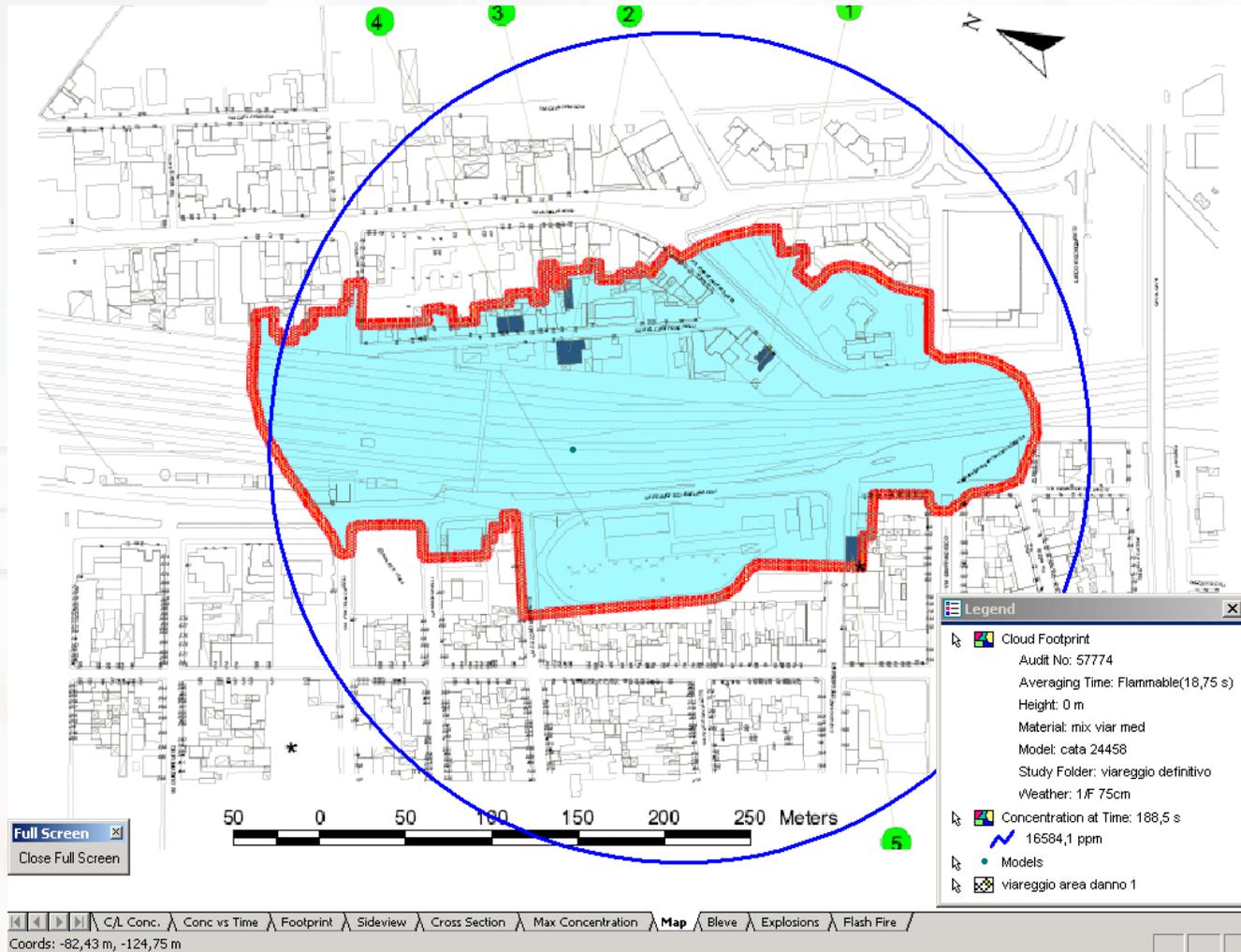
Nube di GPL dovuta al rilascio: somma dei due contributi:

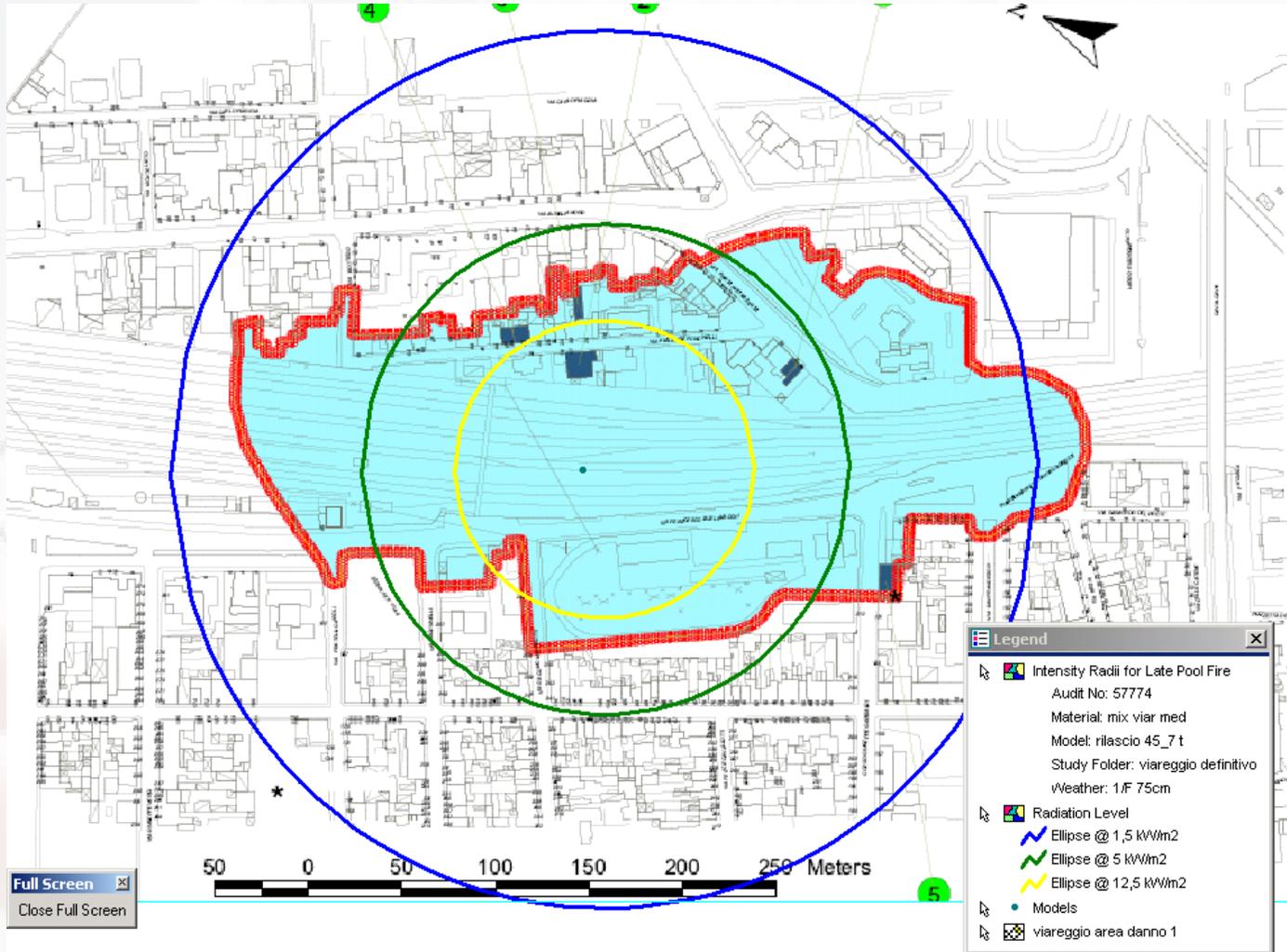
13/16 OTTOBRE 2021

1. portata di GPL in fase vapore, separatosi per flash, dal flusso uscente dal foro della ferrocisterna, in un intervallo di tempo pari a **190 s**;
2. portata evaporante dalla pozza di liquido, formata nell'area di rilascio, durante l'intervallo temporale di cui al punto precedente.

La quantità di GPL che, fino al primo innesco, ha prodotto la nube è stata stimata corrispondente a circa **24500 kg**.

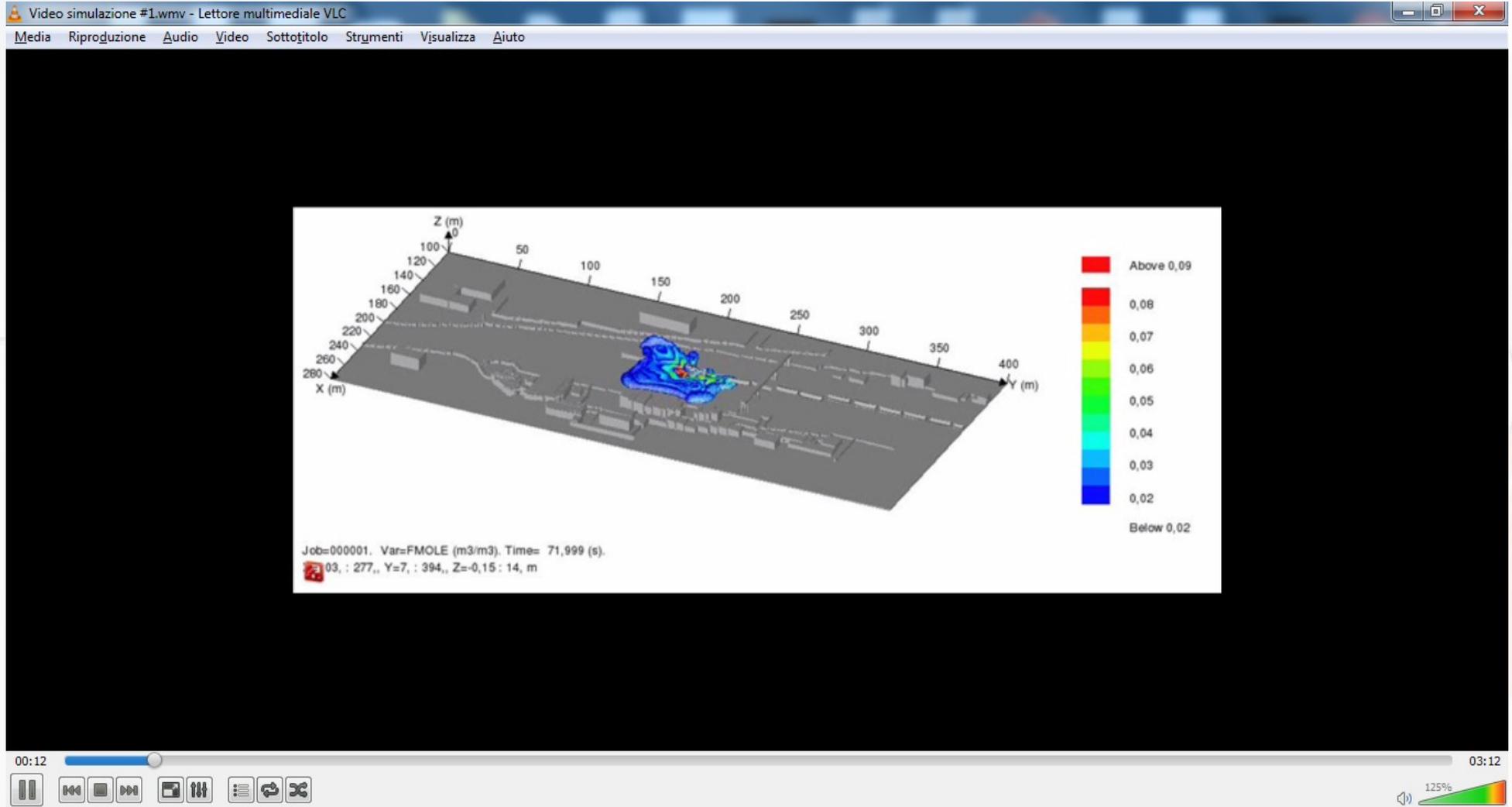






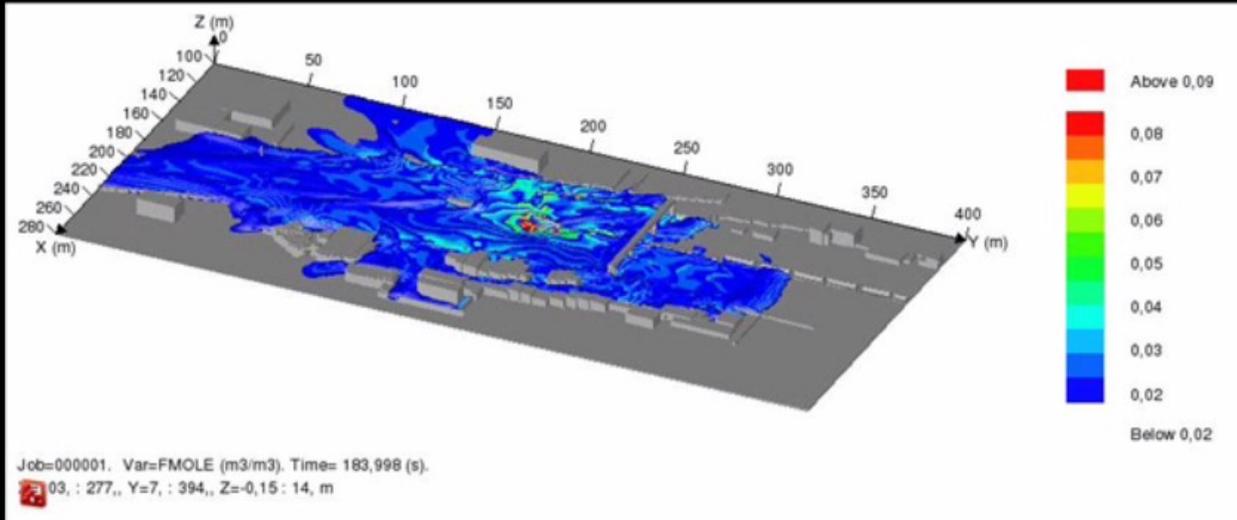
Full Screen Close Full Screen
50 0 50 100 150 200 250 Meters
Map
Pool Vaporization
Jet Fire
Early Pool Fire
Late Pool Fire
Explosions
Flash Fire

For Help, press F1



Video simulazione #1.wmv - Lettore multimediale VLC

Media Riproduzione Audio Video Sottotitolo Strumenti Visualizza Aiuto



02:05

03:12



REGIONE
TOSCANA



Valutazione delle conseguenze della rottura catastrofica al suolo di un serbatoio di idrazina della Stazione spaziale - **Tiangong1**



Valutazione delle conseguenze della rottura catastrofica al suolo di un serbatoio di idrazina della Stazione spaziale - Tiangong1

Incertezza spazio-temporale sulla previsione della ricaduta:

finestra **da fine marzo a metà di maggio 2018** a causa di variazioni nell'alta atmosfera che possono essere generate da eruzioni solari, modificando così il momento del rientro; allo stesso modo, la zona di rientro è rimasta indeterminabile fino alle ultime ore, rimanendo nella **fascia compresa fra 42,7 gradi di latitudine nord e 42,7 sud** vincolata dai parametri orbitali.

Il rientro nell'atmosfera della Tiangong 1 è avvenuto alle 0:16 UTC del 2 aprile 2018 (2:16 ora italiana 2 aprile) sull'oceano Pacifico meridionale, tra le Isole Cook e Tahiti secondo i dati rilevati dalla rete di Sorveglianza spaziale[6].

Ipotesi di calcolo:

i serbatoi contenenti idrazina rientrano in atmosfera integri e rimangono tali fino all'impatto col suolo

la sostanza simulata è **idrazina**

gli effetti di quantità di moto legati alla landing velocity-stimata in 300 km/h non sono presi in considerazione.

quantitativo pari a **120 kg** totali pensato presente in un solo serbatoio

pressioni di esercizio dei serbatoi di idrazina **P= 1,01bar**
coppie meteo analizzate **1,5/F, 5/D**

rugosità superficiale analizzate: **5 - 3000 mm** (da nessun ostacolo a centro città con edifici molto alti)

FIRENZE, FORTEZZA DA BASSO
13/16 OTTOBRE 2021

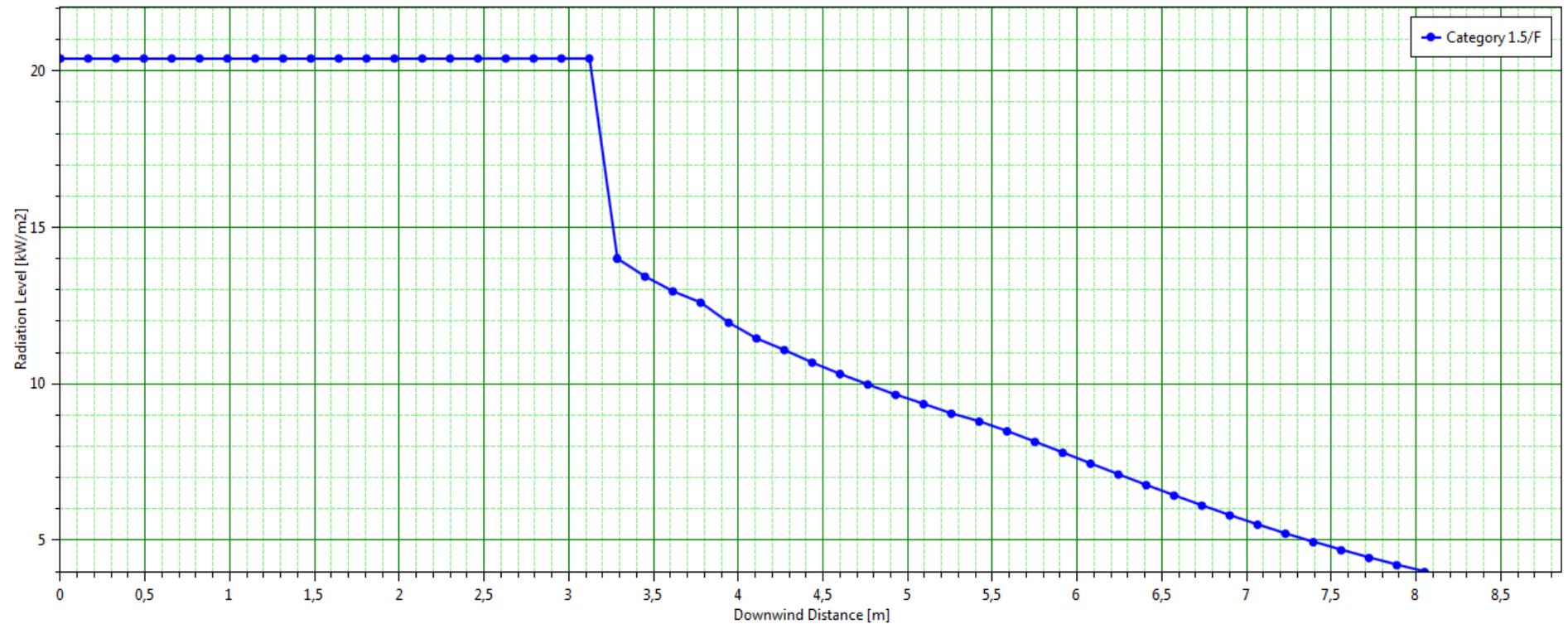
Nonostante le alte temperature del veicolo dopo la caduta, le energie di impatto in gioco e l'ipergerolicità della monometilidrazina, rimane sempre una probabilità non nulla che possa svilupparsi una nube e che questa non trovi mai un innesco.

Una stima molto grossolana delle probabilità dei vari scenari è la seguente:

- 99,5% per incendi e/o esplosioni
- 0,5% dispersione in aria

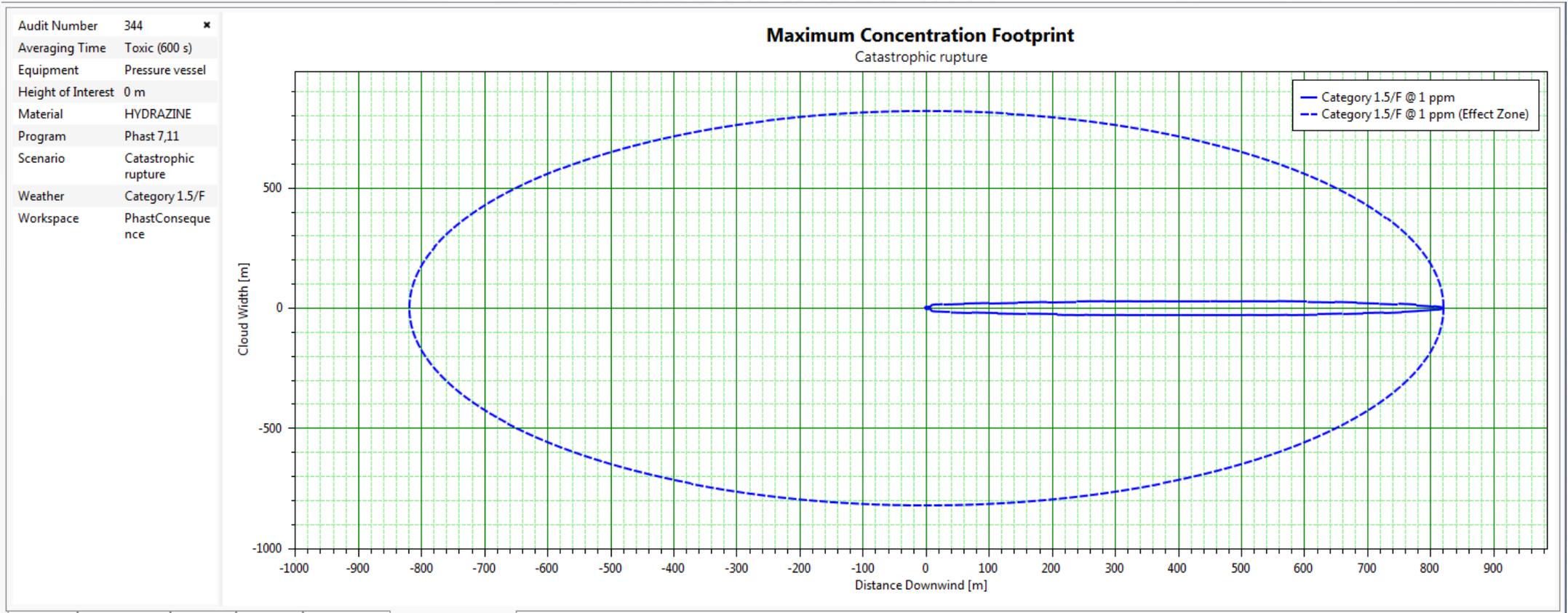
Audit Number	344
Equipment	Pressure vessel
Material	HYDRAZINE
Program	Phast 7,11
Scenario	Catastrophic rupture
Workspace	PhastConsequenc e

Radiation vs Distance for Late Pool Fire
Catastrophic rupture



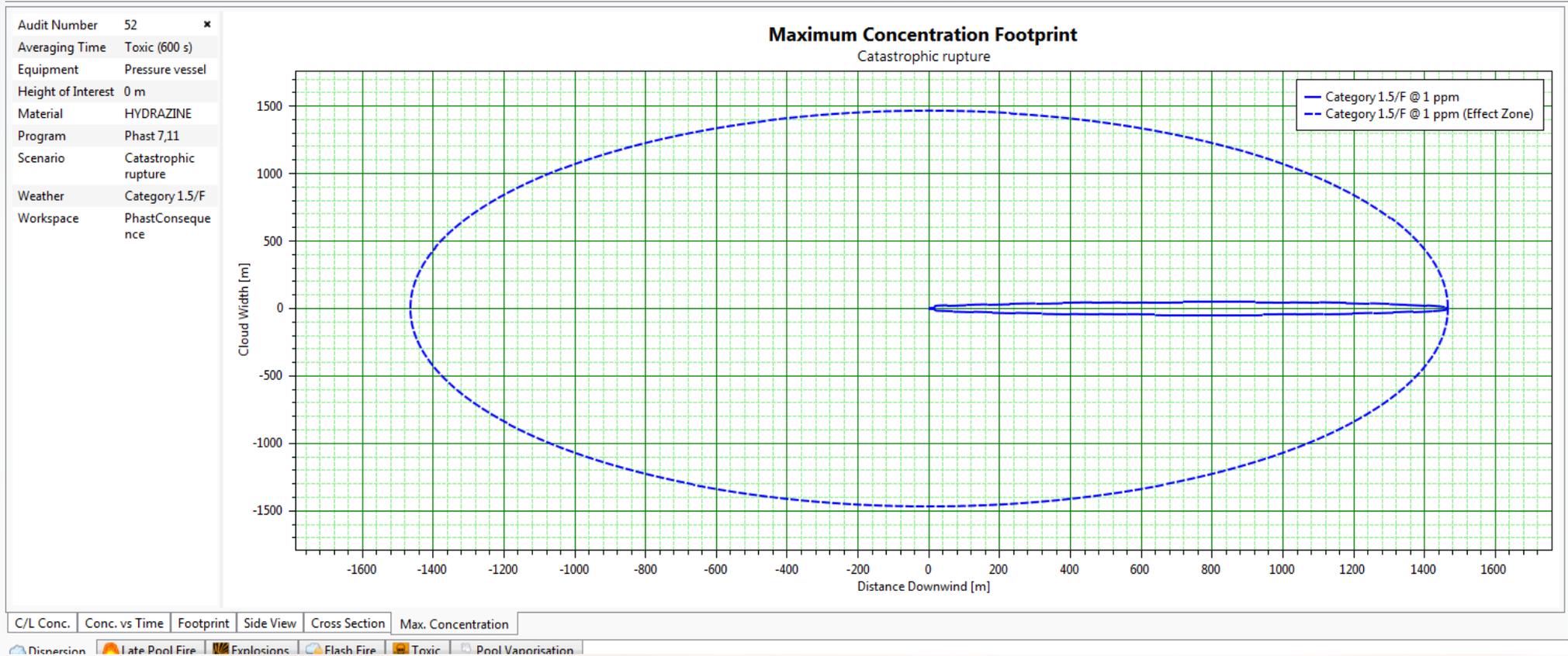
FIRENZE, FORTEZZA DA BASSO

12-14 OTTOBRE 2024



surface roughness lenght=3000mm città con edifici alti
1,5/F imbrunire / notte

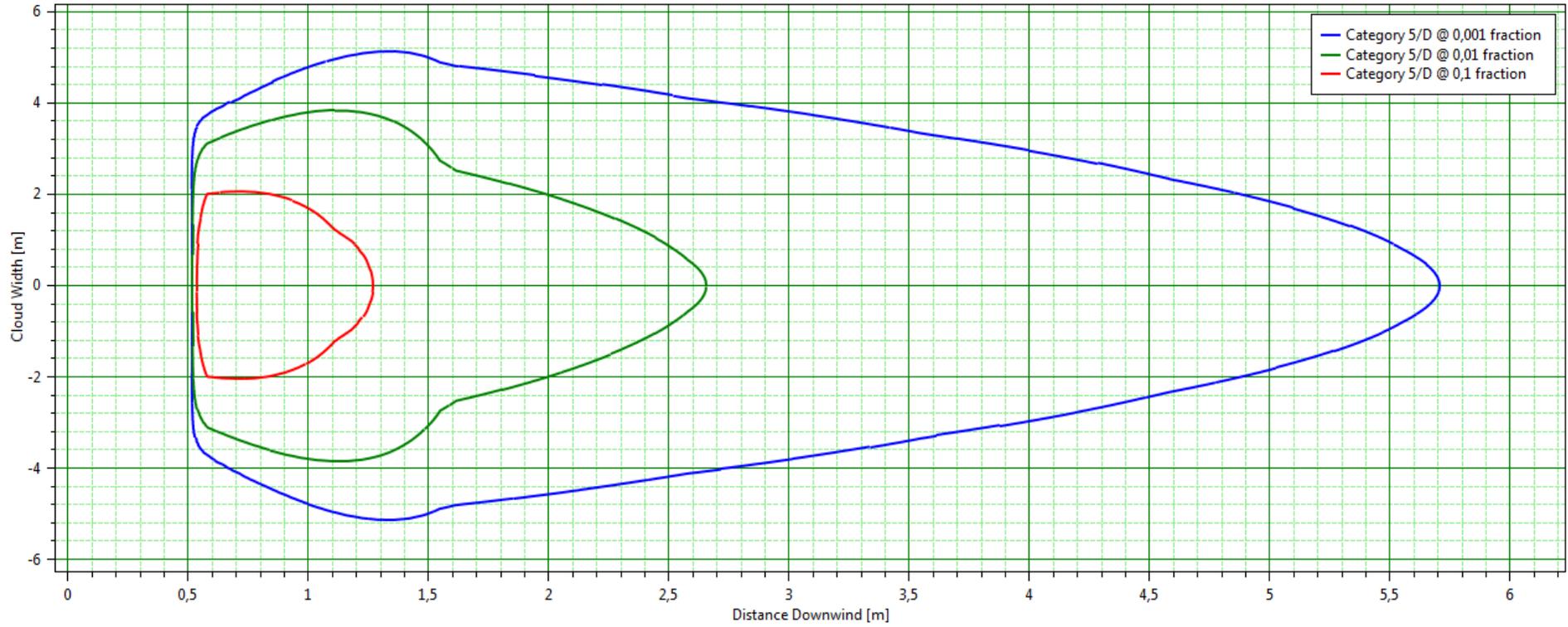
FIRENZE, FORTEZZA DA BASSO



surface roughness length=5mm aperta campagna
1,5/F imbrunire / notte

Audit Number	52	✕
Equipment	Pressure vessel	
Height of Interest for Toxics	0 m	
Material	HYDRAZINE	
Program	Phast 7,11	
Scenario	Catastrophic rupture	
Weather	Category 5/D	
Workspace	PhastConsequence	

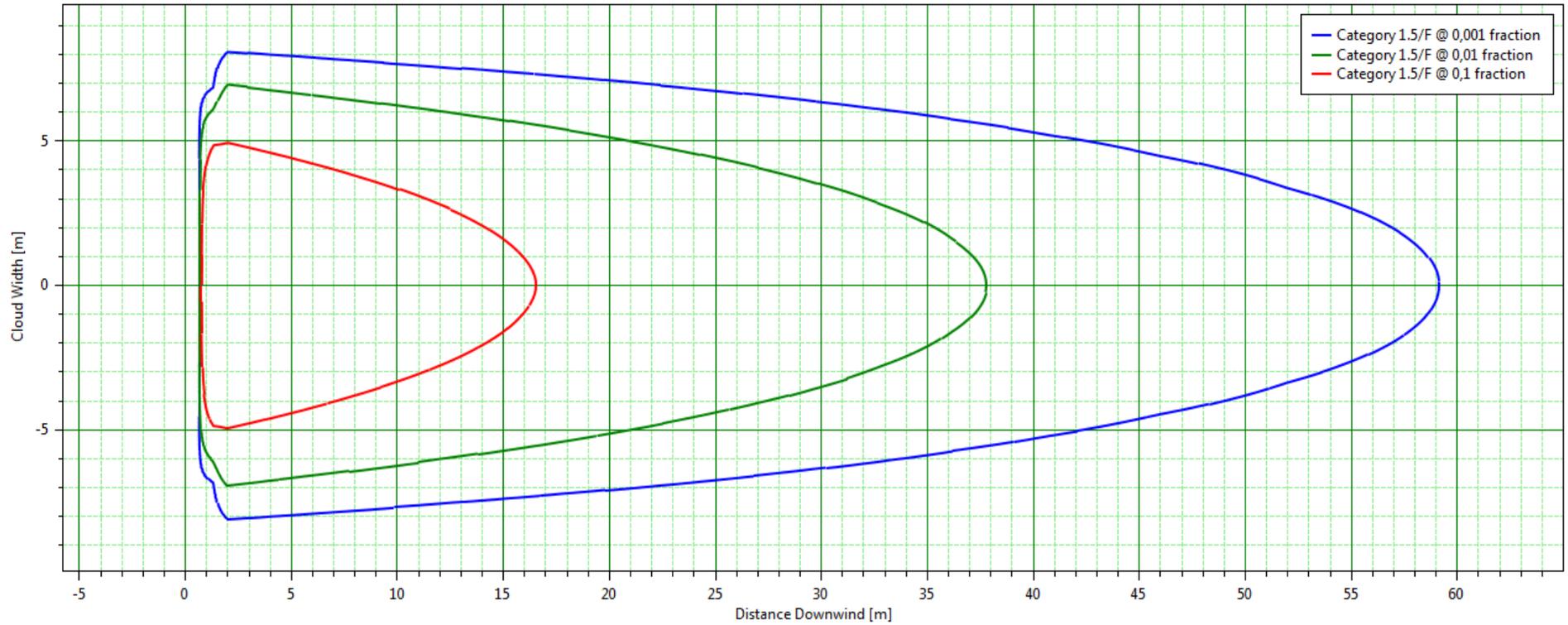
Toxic Outdoor Lethality Footprint
Catastrophic rupture



FIRENZE, FORTEZZA DA BASSO

Audit Number	52
Equipment	Pressure vessel
Height of Interest for Toxics	0 m
Material	HYDRAZINE
Program	Phast 7,11
Scenario	Catastrophic rupture
Weather	Category 1.5/F
Workspace	PhastConsequence

Toxic Outdoor Lethality Footprint
Catastrophic rupture



Giorgio Israel:

FIRENZE, FORTEZZA DA BASSO
13/16 OTTOBRE 2021

...produrre modelli matematici di uno o più aspetti della realtà

GRAZIE