

*Perugia, 24 ottobre, 2012 - Galleria Nazionale dell'Umbria*

**Sicurezza antincendio del patrimonio storico-artistico nella  
provincia di Perugia: criticità e soluzioni**

# **L'utilizzo dell'ingegneria antincendio per la soluzione dei problemi specifici del patrimonio culturale**

**Stefano Marsella**  
**Comandante dei Vigili del Fuoco di Perugia**  
stefano.marsella@vigilfuoco.it



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

**115** [www.vigilfuoco.it](http://www.vigilfuoco.it)

# le strade per la verifica della sicurezza

conformità  
alla normativa



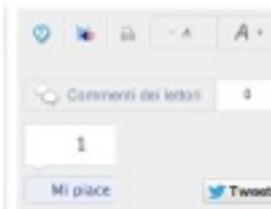
approvazione in deroga  
secondo l'approccio  
tradizionale

Teatro in deroga, una stangata

*Viaggio nel tempio della lirica bisognoso di cure. In scena solo con pompieri in sala: costano al Comune 60 mila euro l'anno*



«Uscita di sicurezza». Ma, poco sotto, un cartello: «Attenzione al muro». Il soffitto in effetti scende bruscamente al metro e settanta e può dare (in caso di semplice passaggio, figuriamoci in caso di



approvazione  
in deroga  
secondo  
l'approccio  
ingegneristico



MINISTERO DELL'INTERNO  
SPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

115 [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)

# i metodi per la verifica

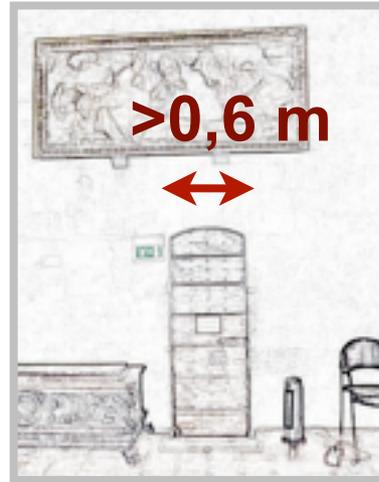
approccio	pro	contro
<b>conformità alla normativa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ semplicità di valutazione</li><li>✓ omogeneità di valutazione</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ norma non flessibile</li></ul>
<b>deroga - approccio tradizionale</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ flessibilità</li><li>✓ semplicità di valutazione</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ disomogeneità nella valutazione</li></ul>
<b>deroga - approccio ingegneristico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ omogeneità di verifica</li><li>✓ flessibilità</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ complessità della valutazione</li></ul>



# I problemi



altezza delle vie di uscita non adeguata



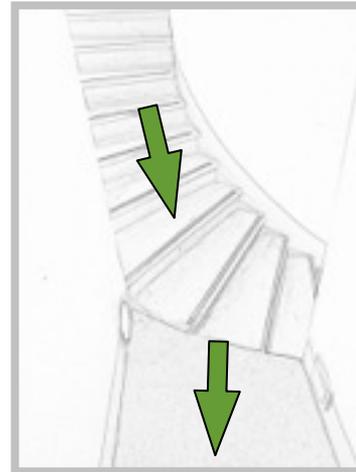
larghezza vie di esodo inadeguata



locali sottotetto



altezza dei locali e quindi delle vie di uscita non adeguata



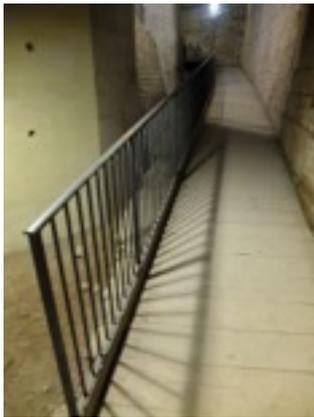
vie di esodo non a norma



incendi di interfaccia?



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE  
**115** [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)



## Sotterranei Cattedrale di Perugia (San Lorenzo)

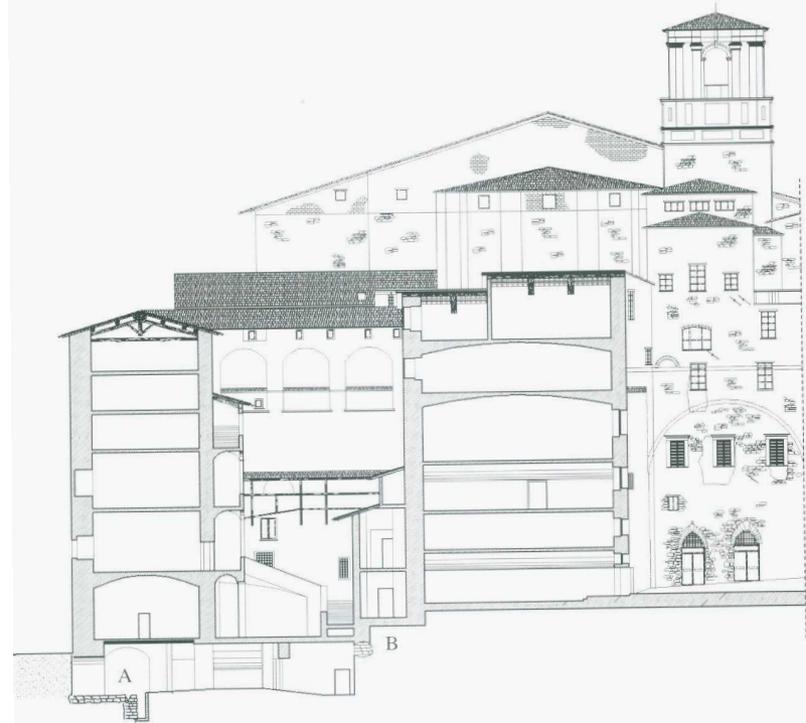


Fig. XII 15  
Sotterranei della Cattedrale di San Lorenzo. Scala 1=370  
A) Strada etrusca; B) Resti dell'incendio del *Bellum Perusinum*.

Immagine tratta da Luciano Vagni "Sotto la Cattedrale" - Edicit



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

C 115 [www.vigilfuoco.it](http://www.vigilfuoco.it)

# le misure alternative

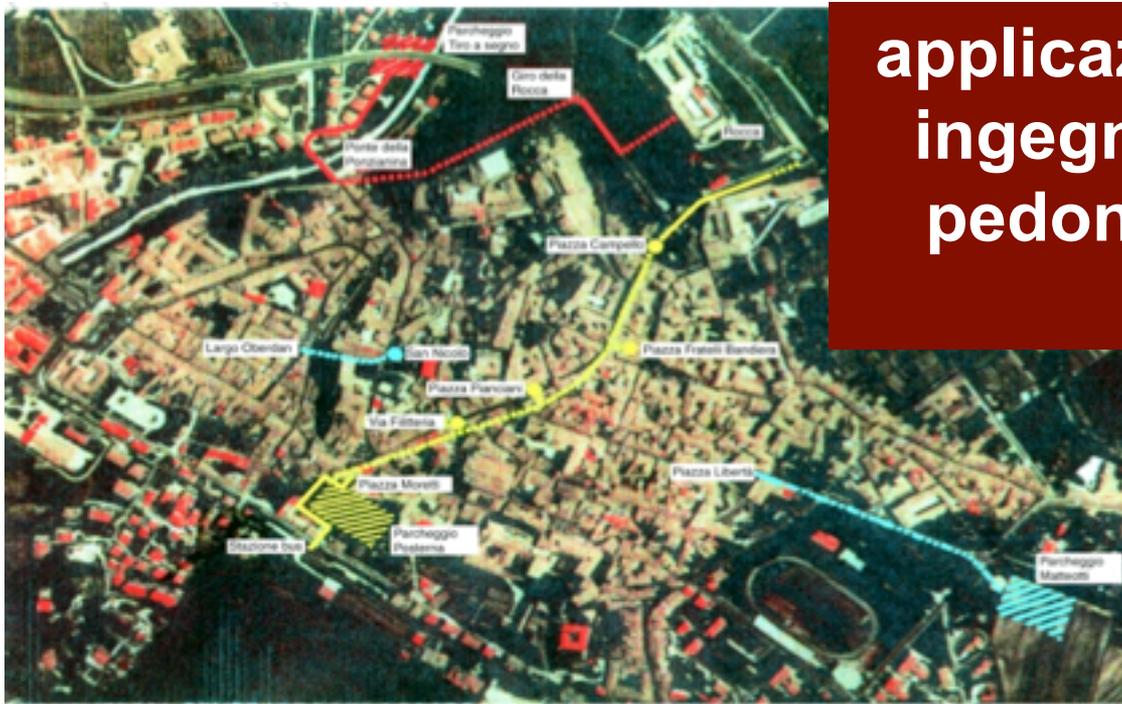
- misure edilizie**
- normalmente costituiscono il problema
  - difficilmente la soluzione può essere individuata tra queste misure

- misure impiantistiche**
- maggiore potenza impianto di illuminazione di sicurezza/emergenza
  - impianti rilevazione nelle zone non obbligatorie
  - impianti di spegnimento adeguati alle necessità
  - maggiore efficienza dei sistemi di comunicazione di allarme, informazione al pubblico

- misure gestionali**
- addestramento del personale
  - livello maggiore di controllo
  - maggiore collaborazione con organi di soccorso

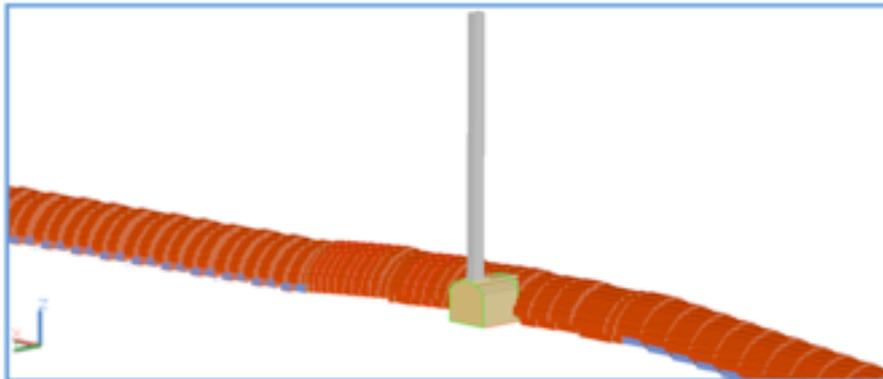


# applicazione dell'approccio ingegneristico al percorso pedonale meccanizzato di Spoleto

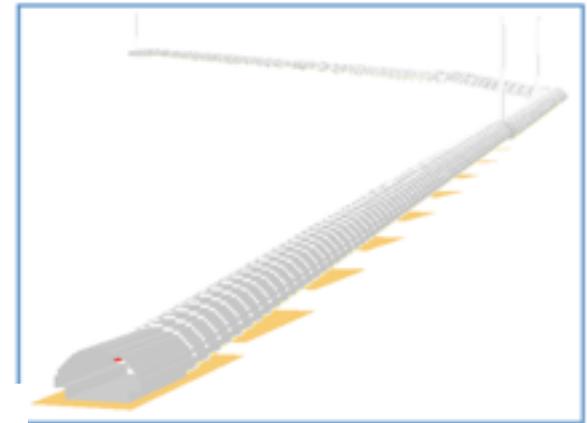


Quarry & Construction gennaio 2005

- **620 m** con corsia centrale dedicata al percorso pedonale e lateralmente percorsi meccanizzati (salita e discesa)
- dislivello di **61 m**, sezione **25 m<sup>2</sup>**.
- **4 scale a prova di fumo** con ascensore e **3 camini intermedi**



**27 mesh - 3.000.000 celle**



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE  
**115** [www.vigilfuoco.it](http://www.vigilfuoco.it)

# L'ANALISI DEL RISCHIO

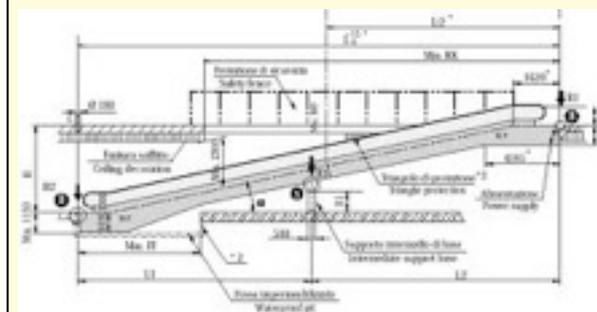
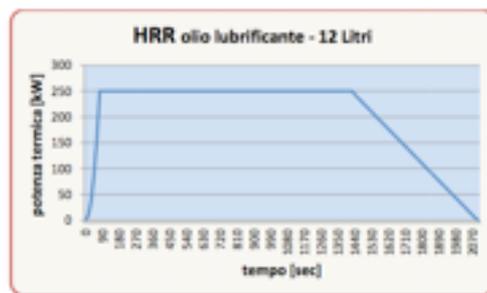
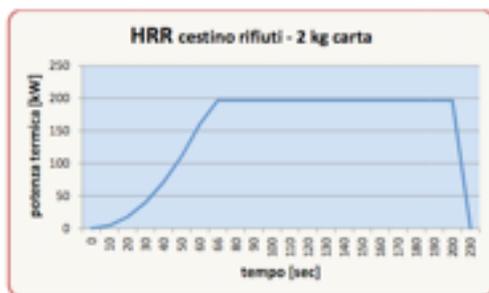
## caso di studio: tunnel meccanizzato di Spoleto

materiale con carico di incendio non rilevante ma in grado di esporre a rischio le persone

### il carico di incendio

	PCS kcal/Kg	Quantità (kg)-(mq)	Carico d'incendio MJ
Cavi elettrici lungo la galleria	8	10 000	80 000
Materiale generico per percorso meccanizzato	42	14	588
gomma (corrimano impianto)	25	3 415	85 375
materiale plastico impianto	17	1 660	28 220
olio motori	42	144	6 048

### gli scenari



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

**115** [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)

# caso di studio: tunnel meccanizzato di Spoleto

## LA SIMULAZIONE DELL'INCENDIO

Scenario 1

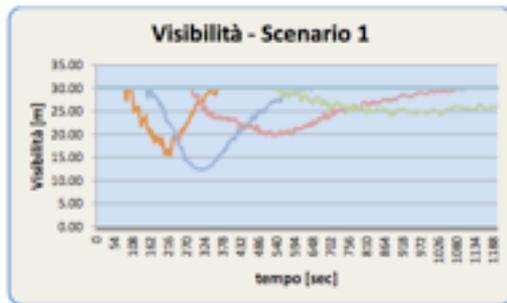


Grafico 5: Visibilità scenario 1

Scenario 1

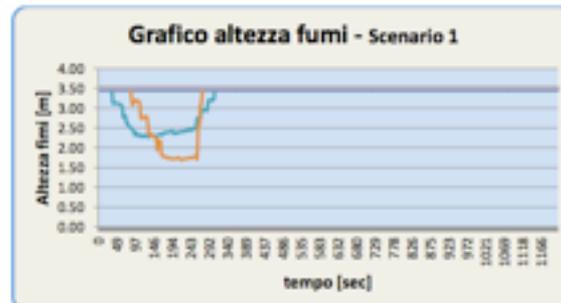
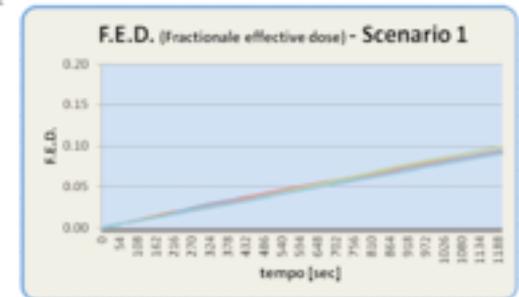


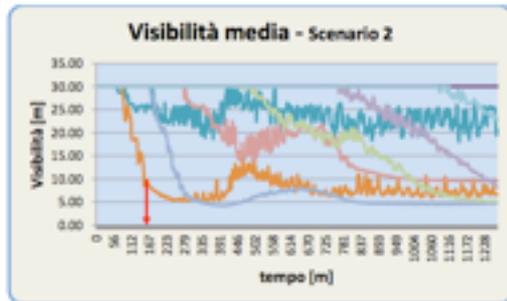
Grafico 7: Altezza fumi scenario 1

Scenario 1

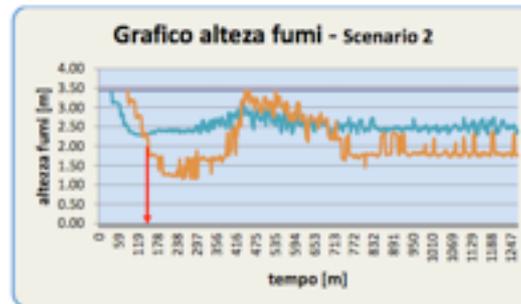


Dato 1: F.E.D. scenario 1

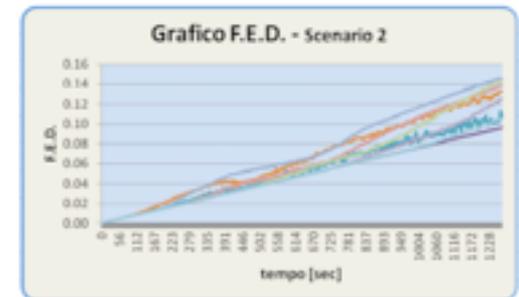
Scenario 2



Scenario 2



Scenario 2



Dato 2: F.E.D. scenario 2



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

**115** [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)

# I RISULTATI

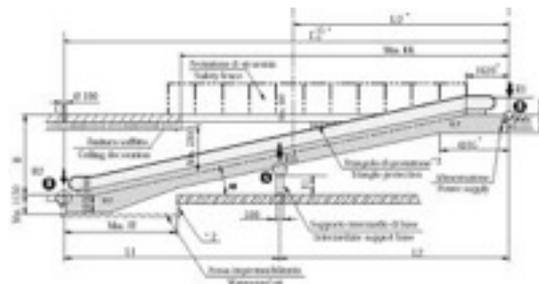
## caso di studio: tunnel meccanizzato di Spoleto

	Caso 1	Caso 2
$t_{RSET}$	120+186 = 306 secondi	30+186+222 = <b>438 sec</b>

### CONDIZIONI DI INACCETTABILITÀ

	<u>Modello gas tossici</u>	<u>Modello visibilità</u>	<u>Modello altezza fumi</u>
<u>Scenario 1</u>	Non raggiunte	Non raggiunte	Raggiunte localmente
<u>Scenario 2</u>	Non raggiunte	<b>Raggiunte dopo 150 sec</b>	<b>Raggiunte dopo 150 sec</b>

Poichè i risultati mostrano che il tempo necessario per l'esodo è maggiore di quello durante il quale le condizioni sono sostenibili, è stato introdotto un sistema di spegnimento automatico nei vani motore dei tappeti mobili.

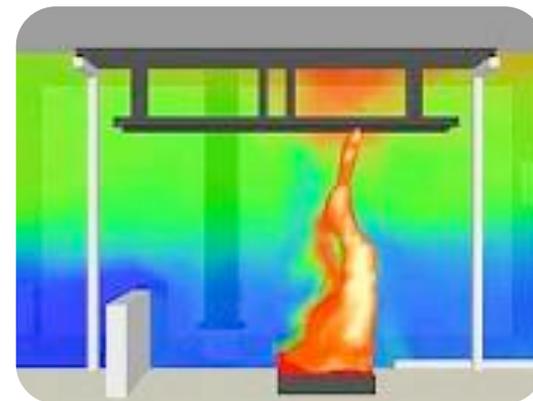


MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE  
**115** [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)

# i problemi di applicazione al patrimonio culturale

**approccio ingegneristico:** simula l'incendio attraverso l'uso del giudizio esperto supportato da applicativi informatici.

La valutazione consiste nel confrontare i risultati della simulazione rispetto a valori di soglia (dedotti dalla sperimentazione) che non possono essere superati



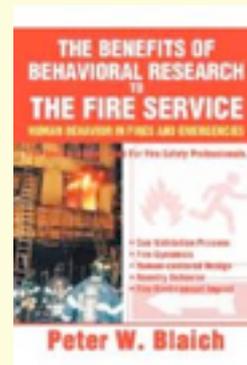
resistenza al fuoco



reazione al fuoco



comportamento umano



materiali/  
manufatti storici



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

115 [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)

**resistenza al fuoco**



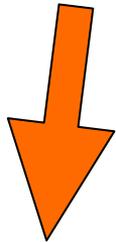
**reazione al fuoco**



**comportamento umano**



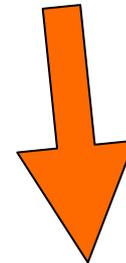
**materiali/  
manufatti storici**



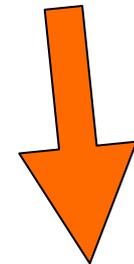
**quanto  
resiste la  
struttura  
all'incendio  
prima di  
perdere la  
capacità  
portante**



**quanto un  
prodotto è  
propenso  
ad essere  
innescato**



**quanto l'uomo  
resiste alle  
condizioni  
determinate  
dall'incendio**

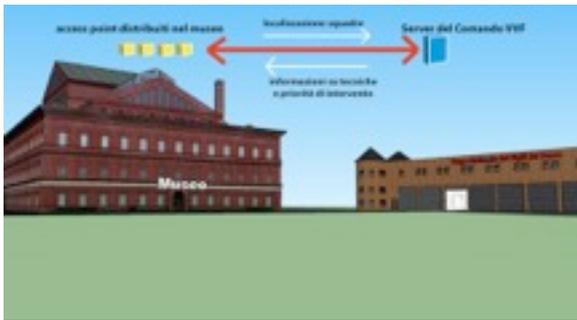


**quanto il  
manufatto  
resiste alle  
condizioni  
determinate  
dall'incendio**

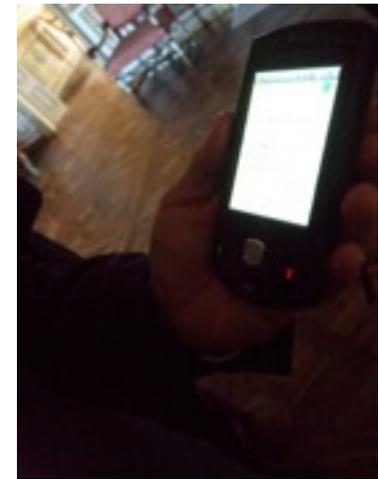
MATERIALE	TRATTAMENTO	EFFETTI DEL FUOCO	EFFETTI DELL'ESTINGUENTE
Legno dipinto a olio	Non trattato	I colori sono fortemente attenuati. Formazione di piccole bolle sull'intera superficie. Inizio di distacco della superficie pittorica.	Il campione ha mostrato la presenza di uno strato leggero di polvere sottile.
Legno dipinto a olio	Cera d'api-resina	I colori sono fortemente attenuati. Formazione di piccole bolle sull'intera superficie. Distacco della superficie pittorica più significativo.	Il campione ha mostrato la presenza di uno strato leggero di polvere sottile.
Legno dipinto a tempera	Non trattato	Imbrunimento della superficie.	Formazione di placche scure sulla superficie. Il campione ha mostrato la presenza di uno strato leggero di polvere sottile.
Ferro	Non trattato	Imbrunimento della superficie.	Formazione di uno strato scuro superficiale, corrosione dell'area coperta da CO <sub>2</sub> . Coperto da uno strato di polvere sottile.
Ferro	Trattato con lacca	Imbrunimento molto evidente della superficie.	Formazione in alcune parti di strato scuro superficiale, corrosione dell'area coperta da CO <sub>2</sub> . Coperto da uno strato di polvere sottile.
Pittura a olio	Non trattato	I colori sono fortemente attenuati. Alcune deformazioni della tela.	Fessure nello strato dipinto. Coperto da uno strato di polvere.
Pittura a olio	Vernice Laropal	I colori sono fortemente attenuati. Alcune deformazioni della tela. La vernice diventa molto scura e la superficie opaca.	Fessure e bolle nella superficie dipinta. Coperto da uno strato di polvere.
Cuoio polvere sottile.	Non trattato	Fortemente deformato. I bordi mostrano squamature	Coperto da
Cuoio	Maroquin saddle soap	Fortemente deformato. I bordi mostrano squamature. Il campione è più fragile.	Coperto da polvere sottile.
Lana	Non trattato	Forte restringimento e scolorimento.	
Cotone	Non trattato	Forte scolorimento e squamatura sui bordi. Nella parte superiore è più evidente lo scolorimento.	Coperto da polvere sottile.
Lino	Non trattato	Scolorimento e squamatura sui bordi. Nella parte superiore è più evidente lo scolorimento.	Coperto da polvere sottile.
Cartone	Non trattato	Grave scolorimento sui bordi. Si rompe facilmente.	Scolorimento a macchie. Coperto da polvere sottile.

TABELLA 15 • Effetto del CO<sub>2</sub>: esempio di una delle schede compilate durante la ricerca.

**In assenza di dati sperimentali sui tempi di sostenibilità, si deve cercare di limitare al massimo l'esposizione dei manufatti ai prodotti della combustione. A questo scopo, la gestione dell'emergenza e le tecnologie informatiche possono essere determinanti**



# tecnologie e la gestione dell'emergenza



## MAP (mobile adaptive procedure)

*utilizzo dei sistemi di trasmissione del segnale delle audioguide (opportunamente adattati) per guidare i soccorritori e fornire informazioni sui beni e sulle procedure da seguire*



In funzione nella residenza sabauda di Villa della Regina (Torino), il sistema è stato sviluppato dal CNVVF insieme alla Soprintendenza, utilizzando la piattaforma sviluppata nell'ambito del progetto europeo MAP coordinato dal Ministero dell'Interno, nel quale il CNVVF è stato il partner principale



MINISTERO DELL'INTERNO  
SPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE  
**115** [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)



**Cattedrale di San Lorenzo, Sotterranei,  
tracce di incendio nelle strutture del periodo etrusco**

**(Fine)**



MINISTERO DELL'INTERNO  
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE  
**115** [www.vigilanza.it](http://www.vigilanza.it)