



IMPIANTI DI SPEGNIMENTO AD AEROSOL CONDENSATO

Esempi di applicazioni e case history di realizzazioni
con sistemi ad aerosol.

Norma UNI EN 15276:2019

Frosinone, 26 marzo 2026

Relatore: Ing. Francesco Galli



DEFINIZIONE DEI SISTEMI A DISPONIBILITA' SUPERIORE

Una delle novità delle Norme tecniche di Prevenzione Incendi DM 03/08/2015, come aggiornato dal DM 18/10/2019, è il concetto di **disponibilità superiore** di sistemi o impianti di protezione attiva a servizio dell'attività, definiti al punto **G1.14 comma 19** come **sistema o impianto dotato di un livello di disponibilità più elevato rispetto a quello minimo previsto dalle norme di riferimento del sistema o dell'impianto.**

Un **sistema o un impianto a disponibilità superiore**, in particolare un impianto di spegnimento automatico dell'incendio, è un elemento di progetto che può ridurre in maniera significativa le richieste di prestazioni della resistenza al fuoco della struttura portante di un edificio. E' quindi importante affrontare con la dovuta attenzione questo aspetto del progetto antincendio sia per quanto riguarda il progetto degli impianti che quello della struttura portante dell'attività e della sua compartimentazione.



DEFINIZIONE DEI SISTEMI A DISPONIBILITA' SUPERIORE

All'interno del Codice di Prevenzione Incendi, l'impianto a disponibilità superiore è citato nei seguenti passaggi chiave di una progettazione ingegneristica:

G.3.4 Profilo di Rischio Rambiente comma 3

Se non diversamente indicato nel presente documento o determinato in esito a specifica valutazione del rischio, il profilo di rischio Rambiente è ritenuto non significativo:

1. negli ambiti protetti da impianti o sistemi automatici di completa estinzione dell'incendio (capitolo S.6) a disponibilità superiore;

M1.8 Requisiti aggiuntivi per la gestione della sicurezza antincendio comma 5

Qualora i sistemi di protezione attiva siano considerati ai fini della riduzione della potenza termica rilasciata dall'incendio RHR(t) (capitolo M.2) o comunque contribuiscano a mitigare gli effetti dell'incendio, devono essere installati sistemi a disponibilità superiore.



IMPIANTO AEROSOL FIRE KLOUD IN UN ARCHIVIO STORICO

Nel caso di un **archivio storico** posto all'interno di un edificio vincolato, con strutture lignee presenti nel solaio, si è concentrata l'attenzione sulla progettazione delle prestazioni di resistenza al fuoco della struttura con i criteri previsti per le soluzioni alternative nel caso di impiego di un impianto di spegnimento automatico ad aerosol condensato, progettato con una maggiore affidabilità, in modo tale da renderlo a disponibilità superiore.

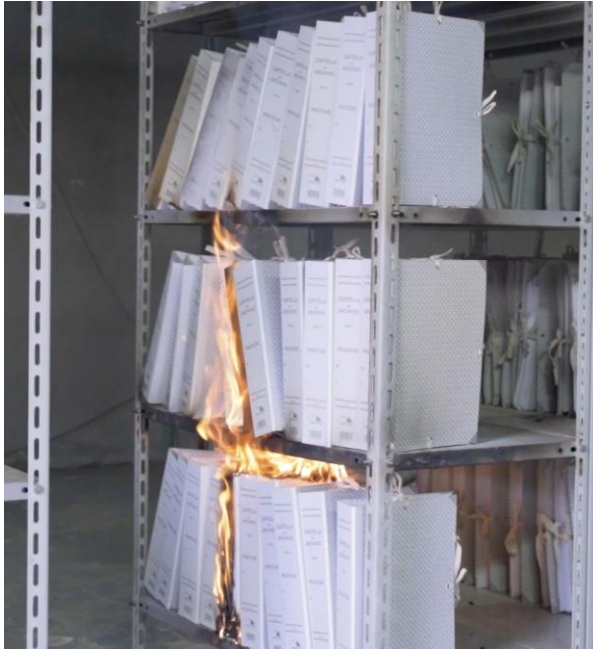
In conformità alle norme di prevenzione incendi, l'adozione di sistemi di protezione attiva con disponibilità superiore consente di **ridurre il numero di scenari d'incendio da analizzare**.

Tale semplificazione è applicabile qualora il rischio residuo derivante da un eventuale malfunzionamento dell'impianto risulti statisticamente non significativo.





IMPIANTO AEROSOL FIRE KLOUD IN UN ARCHIVIO STORICO



Per dimostrare tale caratteristica non bastano però previsioni progettuali generiche definite al di fuori dell'applicazione dei metodi dell'ingegneria antincendio, ma deve essere condotta l'intera applicazione dell'analisi del rischio prevista da tale metodologia.



Non tutti i sistemi o impianti progettati per avere maggiore affidabilità saranno a disponibilità superiore, ma solo quelli che renderanno insignificanti o nulli gli scenari di incendio più critici, basati sul non funzionamento del sistema.



SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTATA

L'identificazione dei possibili scenari di incendio deve essere condotta sviluppando uno specifico albero degli eventi a partire da ogni evento iniziatore pertinente e credibile tra i possibili scenari di incendio, che in generale sono molti.

Il progettista antincendio seleziona i più gravosi tra gli scenari di incendio credibili ottenendo così gli scenari di incendio di progetto.

La soluzione progettuale adottata consiste nello studio di un modello di calcolo del tipo a zone (FSE), nei **depositi di beni tutelati**, con l'analisi, nel tempo, dell'andamento della **potenza termica rilasciata RHR(t)**, la quale non raggiunge il valore massimo RHRmax, (calcolato secondo quanto previsto al paragrafo M.2.6.3, in relazione alle condizioni del combustibile ed a quelle ambientali), **ma può essere assunta costante** e pari al valore di RHR(tx) per l'attivazione dei sistemi previsti di controllo dell'incendio di tipo automatico a disponibilità superiore. I software utilizzati per le simulazioni sono denominati "CFAST" versione 7.7.2 revisione del 2/11/2021 e "Smokeview" versione 6.7.17.

Tipologia del materiale combustibile:		Carta e cartone materiali base di cellulosa	
Fattore di partecipazione alla combustione:	m	0,80	
Sviluppo dell'incendio nella sua fase di crescita:		veloce	
Tempo di sviluppo della potenza di 1 MW:	ta	0,044	
Costante che ne regola lo sviluppo:	α	5000,00	kJ/s^3
Potenza termica massima rilasciata al m^2 :		0,00	kW/m^2
RHRmax:	RHRmax	0,00	kW
Istante di inizio della fase stazionaria:	tb	3080	s
Superficie compartimento:		17,37	m^2
Carico di incendio specifico di progetto:	qf	1174	MJ/m^2
Istante di fine della fase stazionaria:	tb	5528	s
Istante di fine dell'incendio:	tc	559017	s
Potere calorifico H del materiale		17,00	MJ/kg
Massa totale combustibile		1500,00	kg



DEFINIZIONE DEGLI IMPIANTI DI SPEGNIMENTO AD AEROSOL CONDENSATO

Gli estinguenti aerosol offrono un metodo unico di estinzione degli incendi per mezzo di una dispersione ultrafine di particelle condensate di carbonato di potassio e gas inerti.

Un fumo dunque.

I sistemi aerosol utilizzano il compound solido AFC di ultima generazione costituito da particelle molto piccole di sali di potassio naturali. Una volta attivato si trasforma in un aerosol condensato a rapida espansione, composto da micro particelle di sali di potassio sospese in una miscela di gas inerti (azoto, anidride carbonica e vapore acqueo).



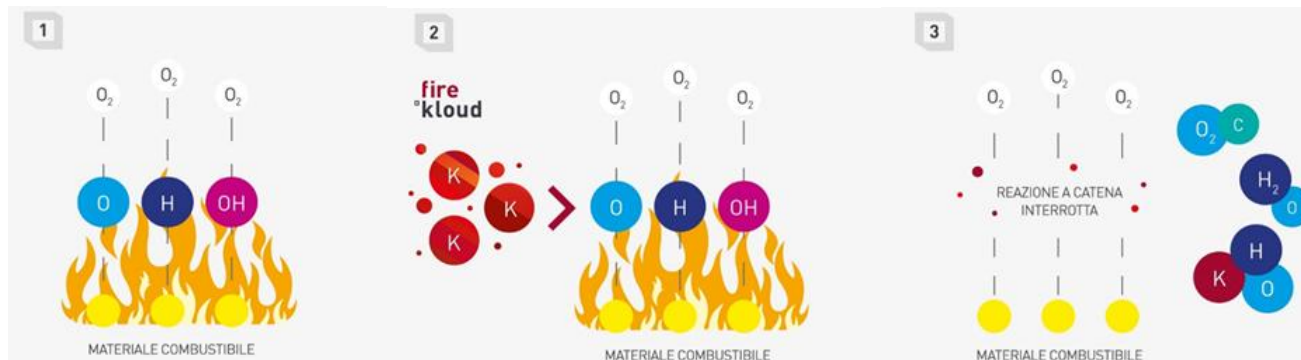


PRINCIPIO DI SPEGNIMENTO DELL' AEROSOL CONDENSATO

L'estinguente ad aerosol condensato è auto-generato da un processo di combustione di un composto solido, definito “**compound**”, contenuto all'interno di un contenitore non in pressione, il generatore aerosol.

L'azione di spegnimento degli estinguenti aerosol è di **blocco dell'autocatalisi**, che consiste nell'inibizione, a livello molecolare, dei radicali che sostengono la reazione di combustione, senza che ciò comporti nessuna riduzione del tenore di ossigeno presente nell'ambiente.

Il carbonato di potassio immesso in ambiente interferisce con la catena di reazione del fuoco, di fatto spezzandola e comportando la **inibizione istantanea** dello stesso.





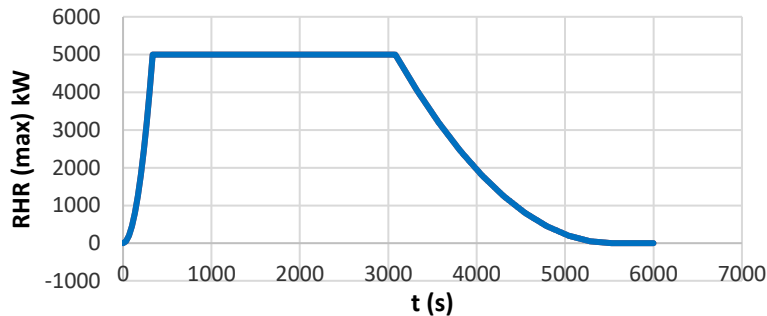
PROVA IN SCALA REALE DI UN ARCHIVIO CARTACEO





SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA

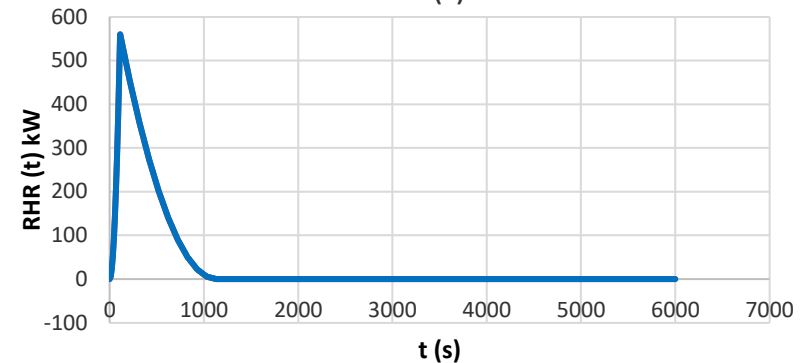
RHR (max) Prevista



Andamento della curva RHR (max) prevista

RHR prevista (kW): Tasso di rilascio di calore nominale del compartimento soprariportato, definito secondo la tabella precedente. Il valore non è ancora corretto in funzione dell'ossigeno disponibile o dell'attivazione di sistemi di estinzione.

RHR (t)

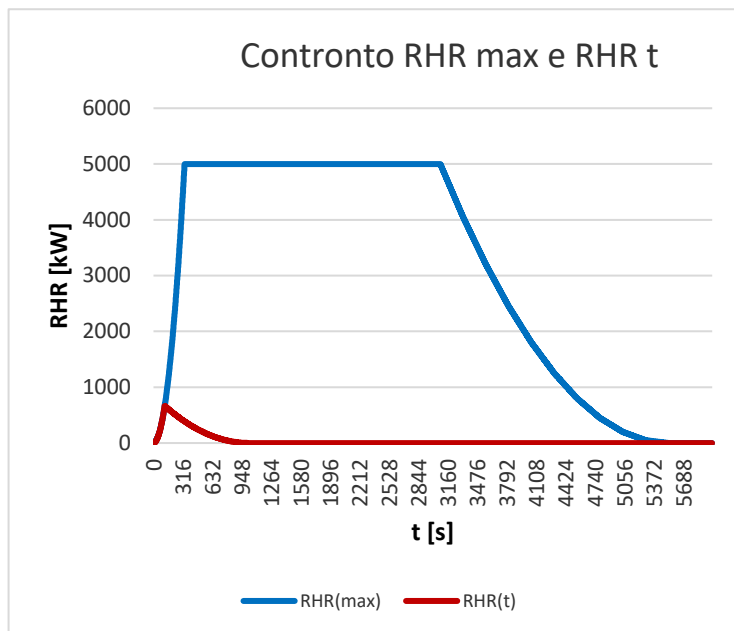


Andamento della curva RHR (t)

RHR t (kW): Tasso di rilascio di calore totale corrente immesso per il compartimento soprariportato. La curva rappresenta la sommatoria del tasso di rilascio di calore dello strato inferiore e superiore, corretta in funzione dell'effettiva disponibilità di ossigeno e dall'attivazione dei sistemi previsti di controllo dell'incendio di tipo automatico.



SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA



Confronto tra l'andamento della curva RHR(max) e della curva RHR(t).



Il confronto evidenzia l'efficacia delle misure di protezione adottate dai sistemi ad aerosol condensato che **riescono a limitare drasticamente la potenza rilasciata** e la durata dell'evento rispetto allo scenario peggiore ipotizzabile (RHRmax), dimostrando la **capacità dei sistemi di controllo dell'incendio a disponibilità superiore**.

Le soglie di prestazione adottate saranno tali da garantire il mantenimento della capacità portante in caso di incendio del solaio di copertura in legno dei depositi di beni tutelati.



PROGETTO DI UN IMPIANTO FIRE KLOUD A DISPONIBILITA' SUPERIORE

Ridondanza del sistema di rivelazione ed estinzione incendi ad aerosol condensato

- Destinazione d'uso di ogni locale: **ARCHIVIO CARTACEO**
- Caratteristiche solaio: **TRAVI IN LEGNO A VISTA** (presenti al piano sottotetto)
- Progetto: **SISTEMA DI RIVELAZIONE INCENDI ED ESTINZIONE AD AEROSOL**

RIDONDATO

Caratteristiche sistema di rivelazione incendi e gestione spegnimento

Ciascun locale è stato dotato di due sistemi di rivelazione incendi e gestione spegnimento indipendenti e ridondati, facenti capo ognuno ad una propria centrale di rivelazione incendi e gestione spegnimento, mediante linee di collegamento separate, lungo percorsi completamente distinti.

I sensori di ognuno dei due impianti sono del tipo a doppia tecnologia di rivelazione incendi, composti cioè da rivelatori puntiformi di fumo e di calore (nel numero di almeno due per ogni impianto).



PROGETTO DI UN IMPIANTO FIRE KLOUD A DISPONIBILITA' SUPERIORE

Caratteristiche impianto di spegnimento ad aerosol condensato

Anche l'impianto di estinzione ad aerosol di ogni locale è completamente ridondato.

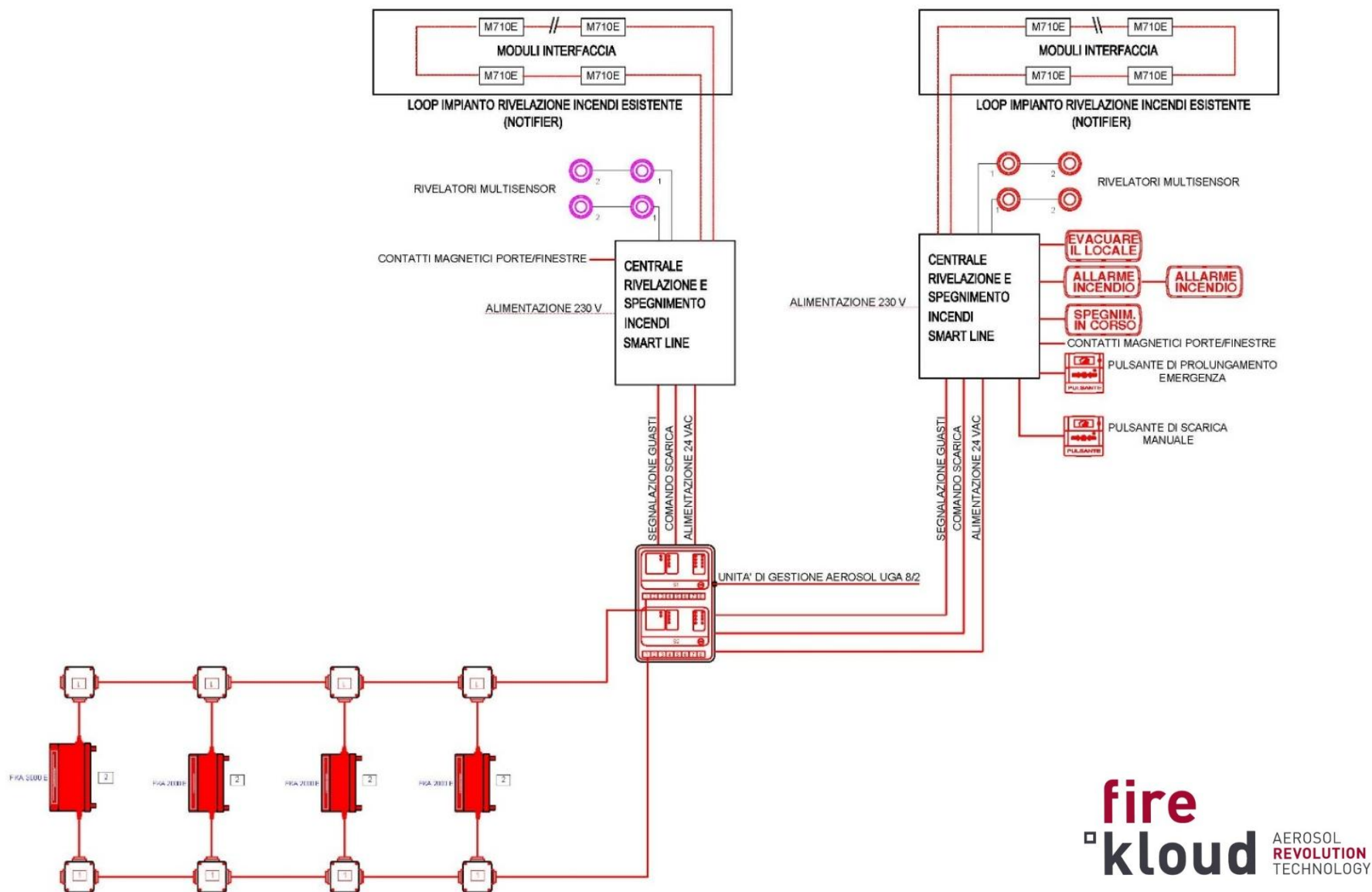
Ciascun generatore aerosol, installato nei locali protetti, è dotato di **due attivatori elettrici separati** per l'innesco della scarica.

Gli attivatori di ogni generatore sono collegati, mediante **due linee elettriche di attivazione indipendenti** lungo percorsi completamente distinti, a **due schede di attivazione separate** presenti su una doppia unità di gestione.

Anche il comando proveniente dalla centrale di rivelazione incendi e gestione spegnimento (certificato secondo norma UNI EN12094-1) è ridondato in modo che, **in caso di allarme incendio e successivo comando scarica, il sistema di estinzione riceva l'impulso di attivazione anche in caso di fallimento da parte di una delle centrali antincendio installate.**



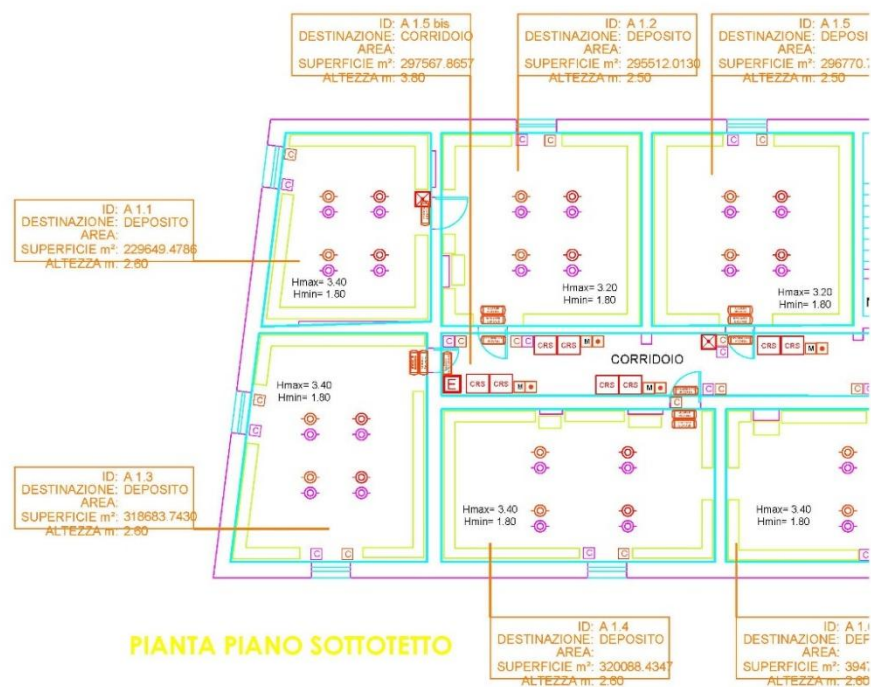
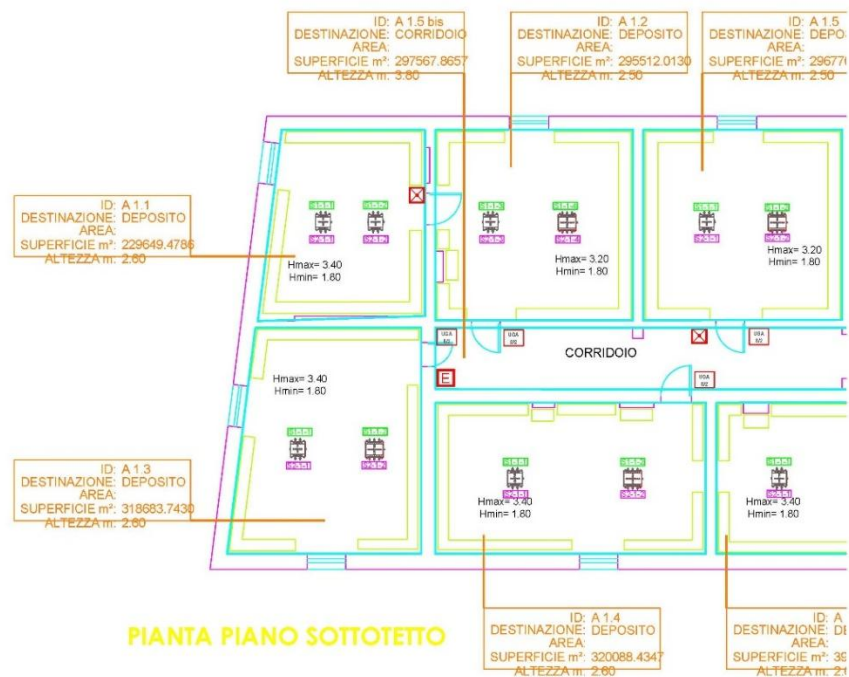
PROGETTO DI UN IMPIANTO FIRE KLOUD A DISPONIBILITA' SUPERIORE





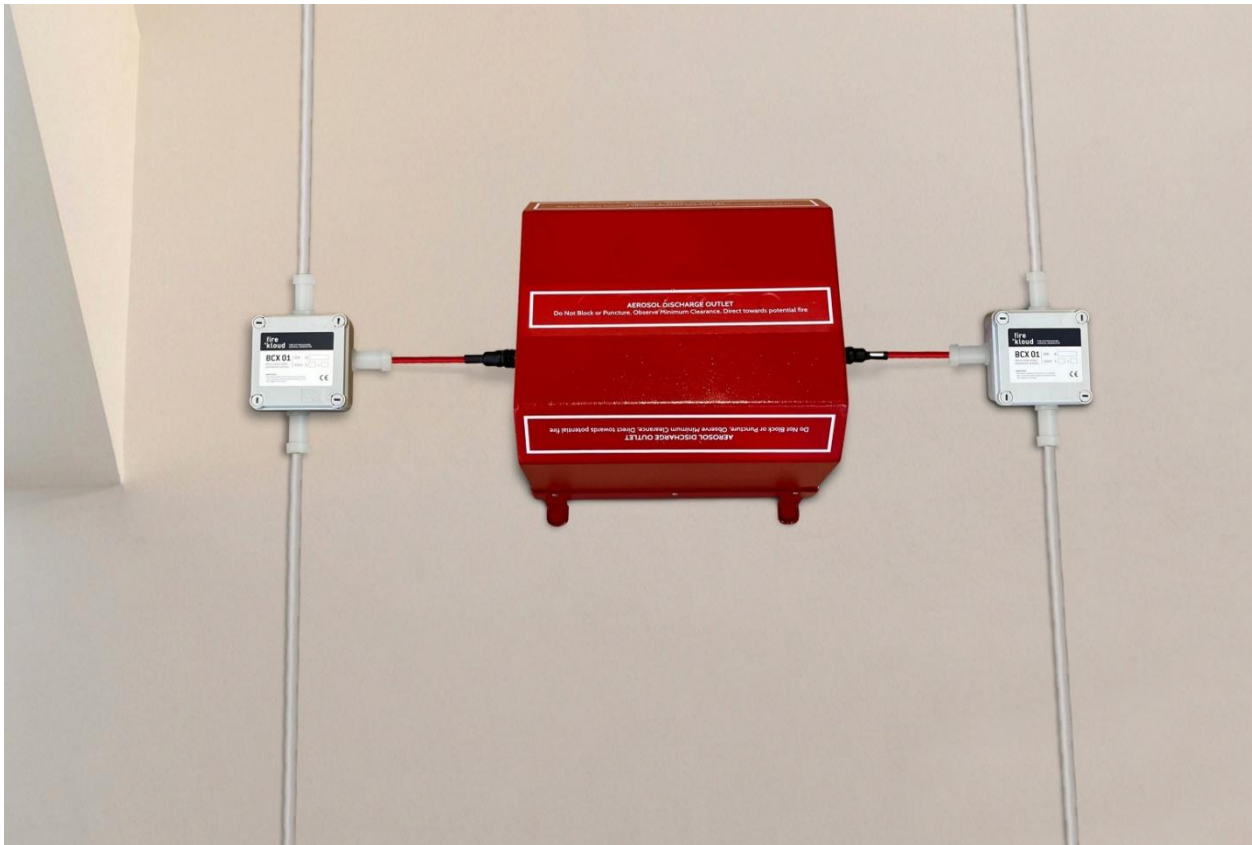
PROGETTO DI UN IMPIANTO FIRE KLOUD A DISPONIBILITA' SUPERIORE

Planimetria del locale tipo progettato con disponibilità superiore con il posizionamento dei rivelatori di fumo e dei generatori di aerosol.





PROGETTO DI UN IMPIANTO FIRE KLOUD A DISPONIBILITA' SUPERIORE



Esempio di realizzazione di un sistema di spegnimento ad aerosol a disponibilità superiore.





CASE HISTORY

CASE HISTORY IMPIANTI REALIZZATI:

- ARCHIVIO
- BENI CULTURALI
- MUSEO
- CED





PALAZZO CIVICO COMUNE LA SPEZIA



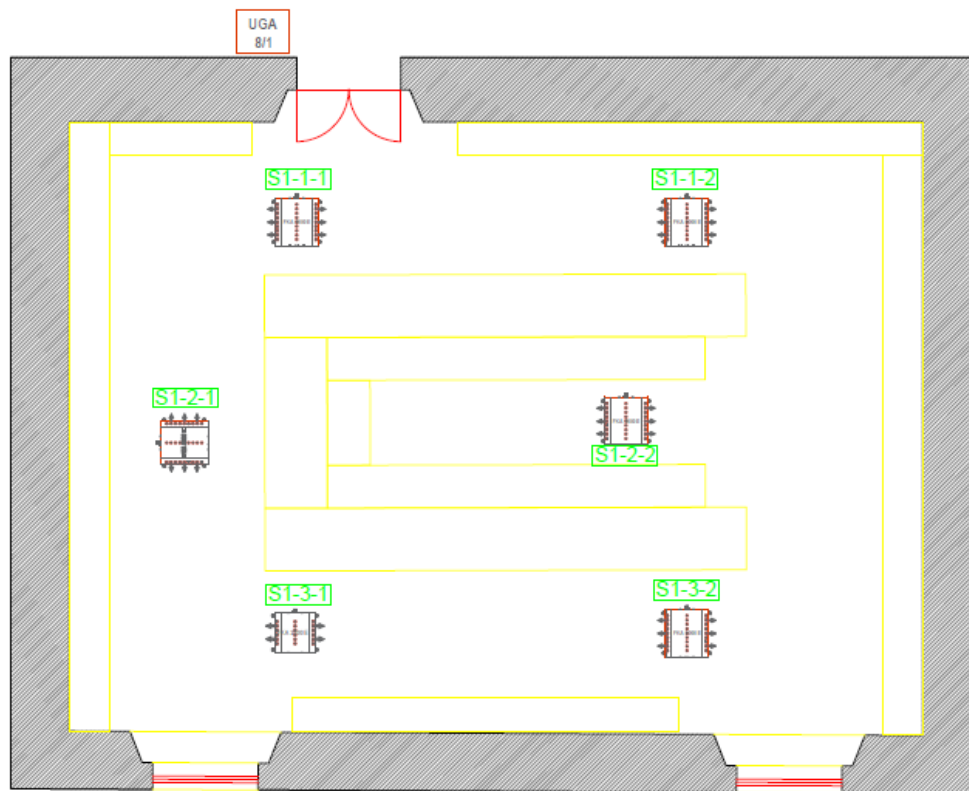


PALAZZO CIVICO COMUNE LA SPEZIA





CARABINIERI TUTELA PATRIMONIO ROMA





CARABINIERI TUTELA PATRIMONIO ROMA



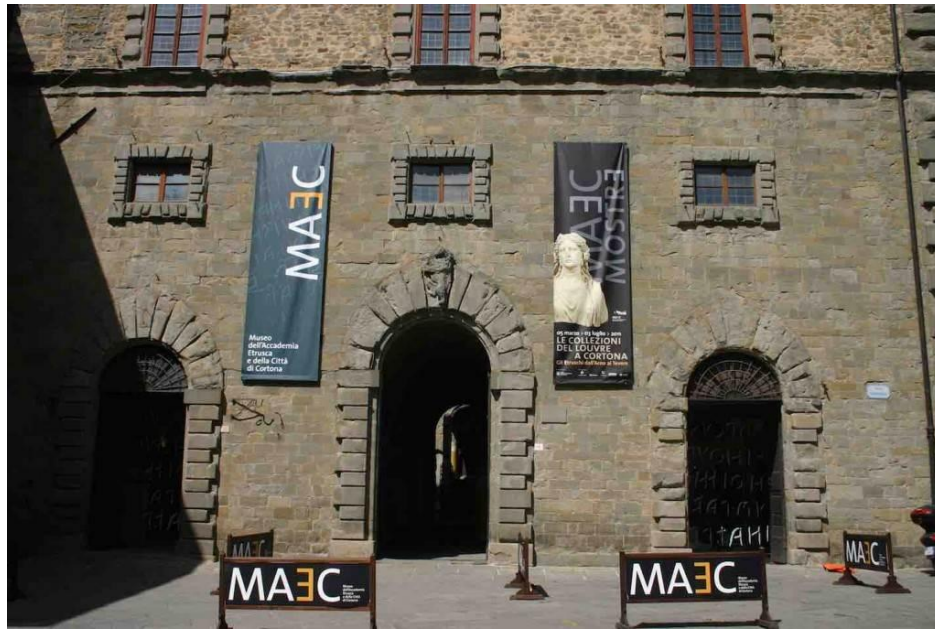


CARABINIERI TUTELA PATRIMONIO ROMA





MUSEO DELL'ACCADEMIA ETRUSCA CORTONA



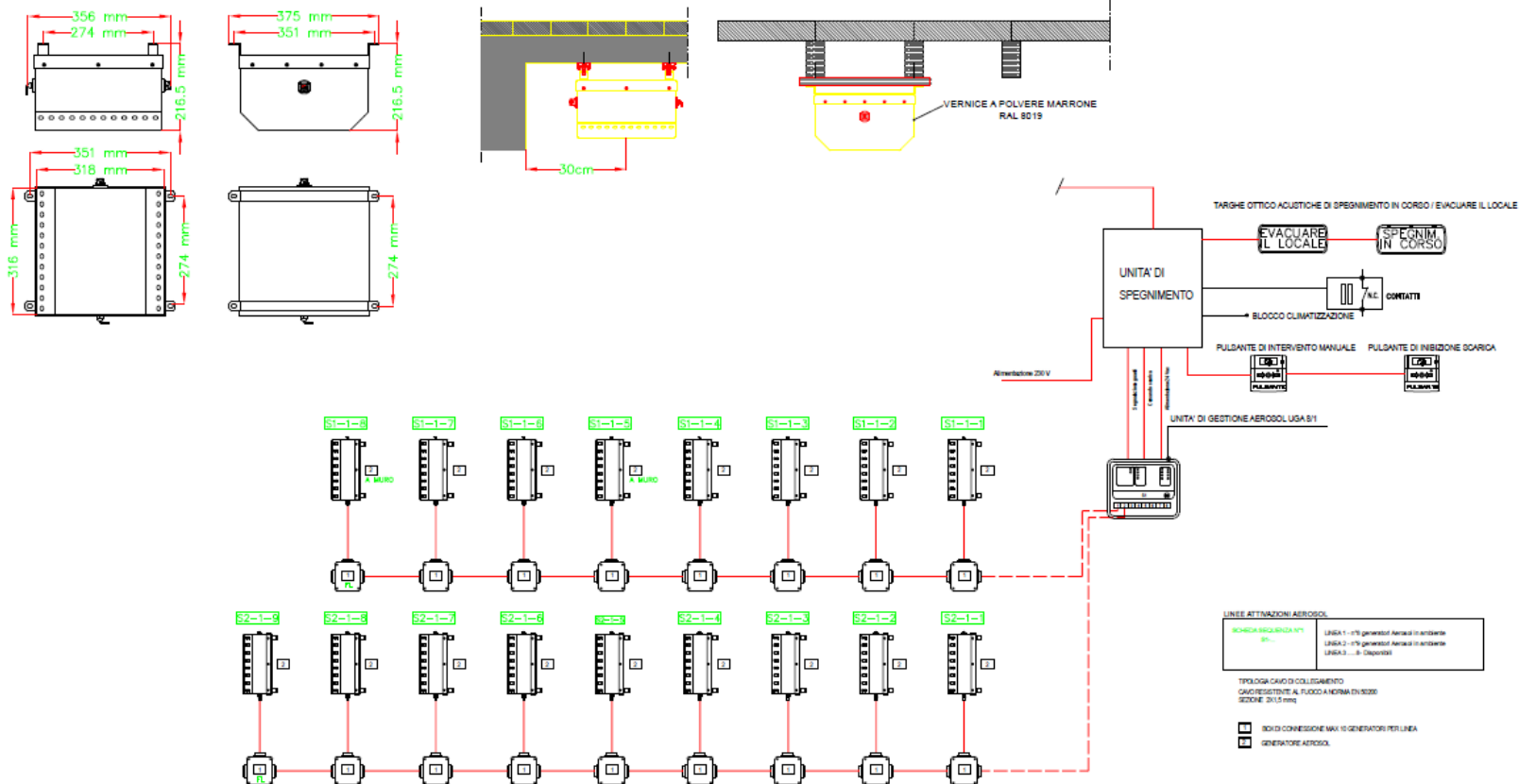


MUSEO DELL'ACCADEMIA ETRUSCA CORTONA



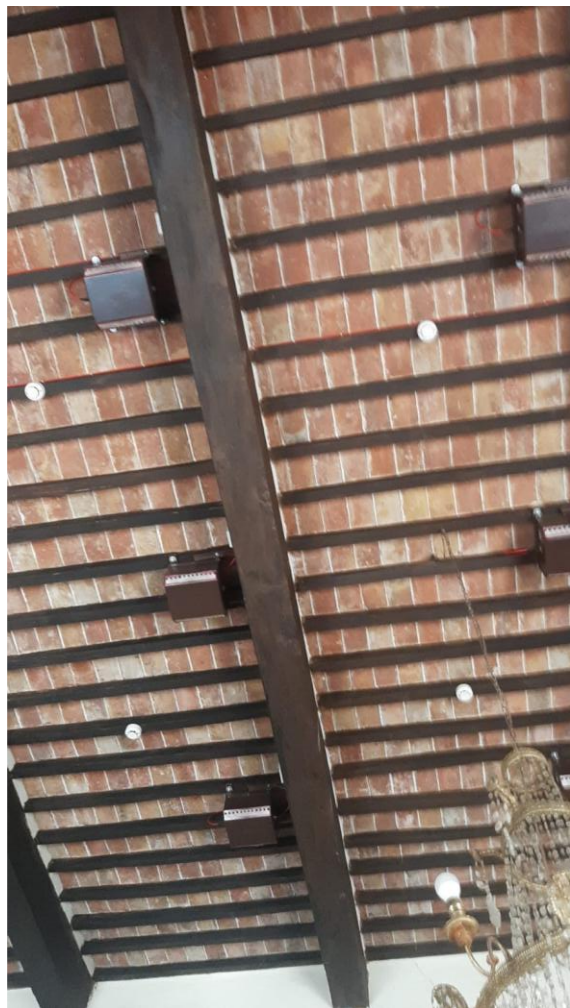


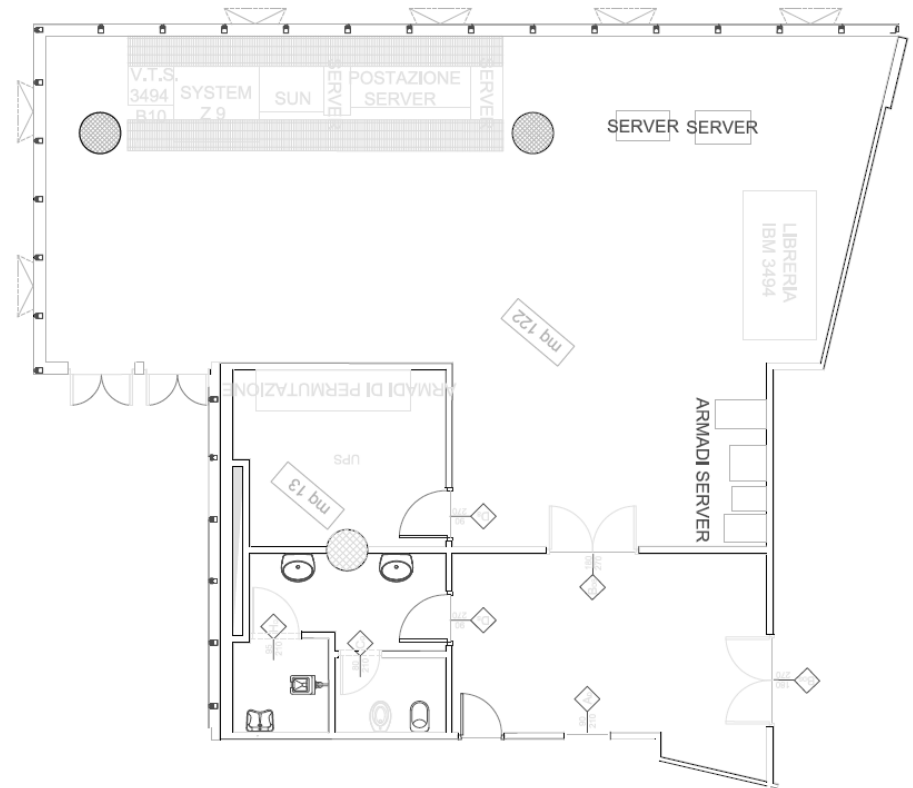
MUSEO DELL'ACCADEMIA ETRUSCA CORTONA





MUSEO DELL'ACCADEMIA ETRUSCA CORTONA







CED TELECOM ITALIA ROMA





CED TELECOM ITALIA ROMA



fire
kloud AEROSOL
REVOLUTION
TECHNOLOGY

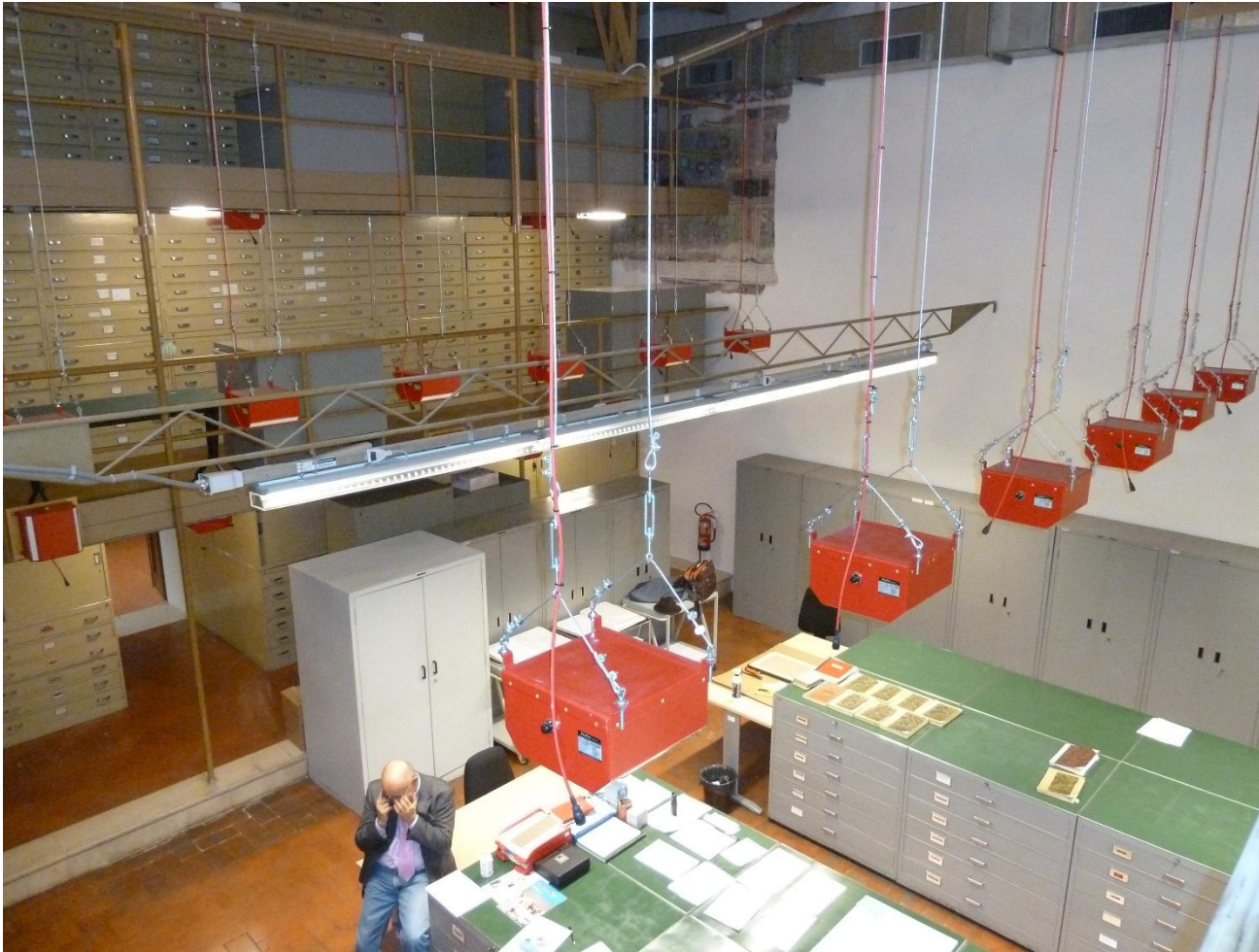


BIBLIOTECA LANCISIANA ROMA





MUSEO DEGLI UFFIZI SALA DISEGNO E STAMPE LEONARDO FIRENZE



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



AEROSOL
REVOLUTION
TECHNOLOGY

FIR.EX. S.r.l. – Via delle Centurie, 3/5 03100 Frosinone
Tel. +39 07751530692 Mail: info@firekloud.it
www.firekloud.it