

# La Banca delle Soluzioni apre al microclima: soluzioni e strumenti per la gestione del rischio



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



23 Novembre 2022



Prof.ssa Cristina Mora  
Dottoranda Alice Caporale  
*Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Bologna*

Ing. Lucia Botti  
*Centro di Ricerca Interdipartimentale sulla Sicurezza e Prevenzione dei Rischi (CRIS), Università di Modena e Reggio Emilia*

# Agenda

---

- Il contesto
- Introduzione al **rischio da Microclima**
- La “**Banca delle Soluzioni**” come strumento per la prevenzione e la riduzione del rischio da microclima
  - *Il progetto*
  - *La struttura della sezione microclima*
  - *Le schede tecniche*



# Il contesto

---

Oggi giorno, l'incremento della **complessità dei sistemi produttivi** fa crescere anche il **rischio per i lavoratori, la comunità e l'ambiente.**

Negli ultimi anni si è assistito ad un **incremento del numero di incidenti sul lavoro e di disturbi occupazionali** (source: INAIL statistics)



## **Occupational Safety & Health management**

Definire **strategie e norme** per prevenire le malattie professionali e gli incidenti



# Il contesto

---

Negli ultimi anni i settori e le aree con rischi emergenti sono:

## AMBIENTI CONFINATI



Le statistiche sugli incidenti rivelano che ogni anno **molti lavoratori** sono **coinvolti in incidenti** anche **mortali** mentre lavorano in **ambienti confinati**.

## ERGONOMIA



Uno dei più comuni e costosi rischi occupazionali è rappresentato dai **disturbi muscolo-scheletrici**

## MICROCLIMA



Gli effetti di **condizioni microclimatiche severe** (calde o fredde) sui lavoratori comportano l'insorgere di **patologie e disabilità**



# Il rischio da Microclima

Per **Microclima** si intende il **complesso dei parametri climatici dell'ambiente:**

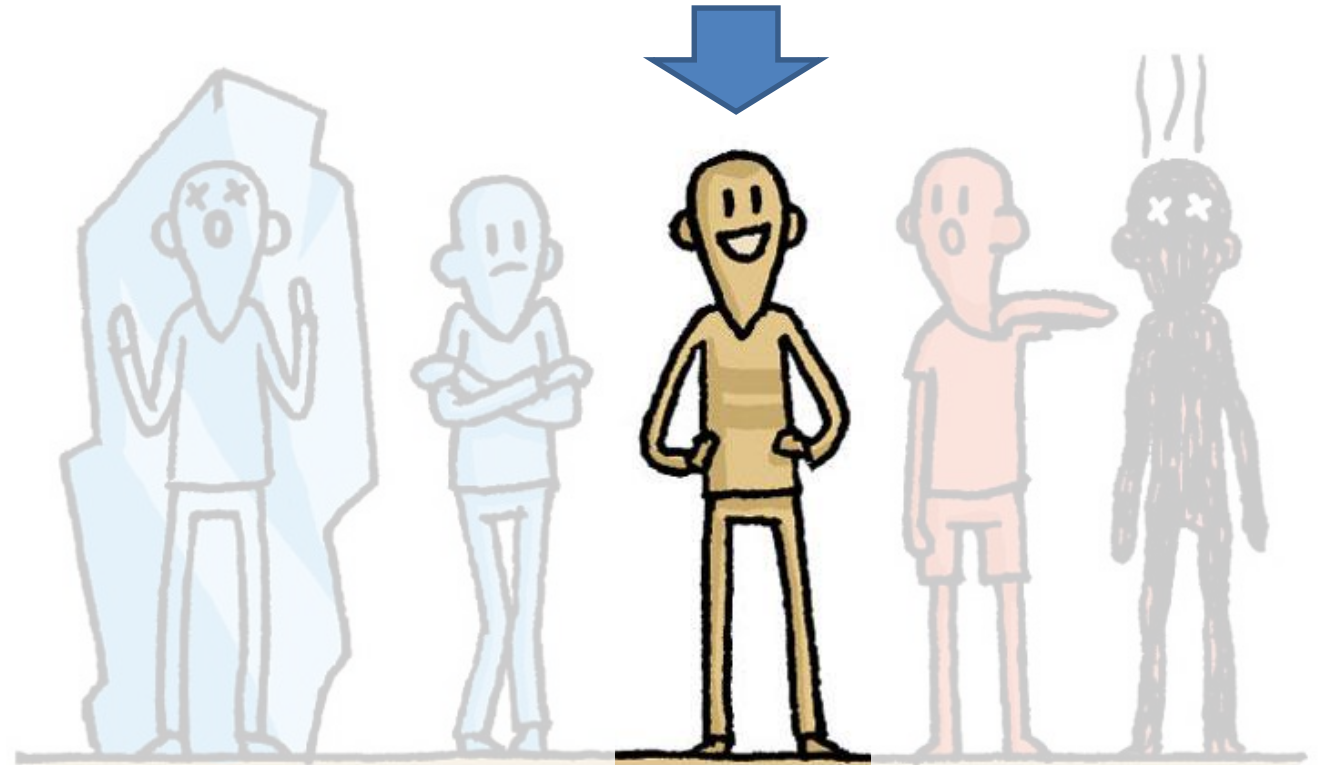
- **Temperatura**
- **Umidità relativa**
- **Velocità dell'aria**

Che insieme a **parametri individuali**

- **Attività metabolica**
- **Isolamento del vestiario**

influenzano lo **scambio termico tra l'essere umano e l'ambiente** circostante.

## BENESSERE MICROCLIMATICO



**L'individuo non prova sensazione di freddo o di caldo**

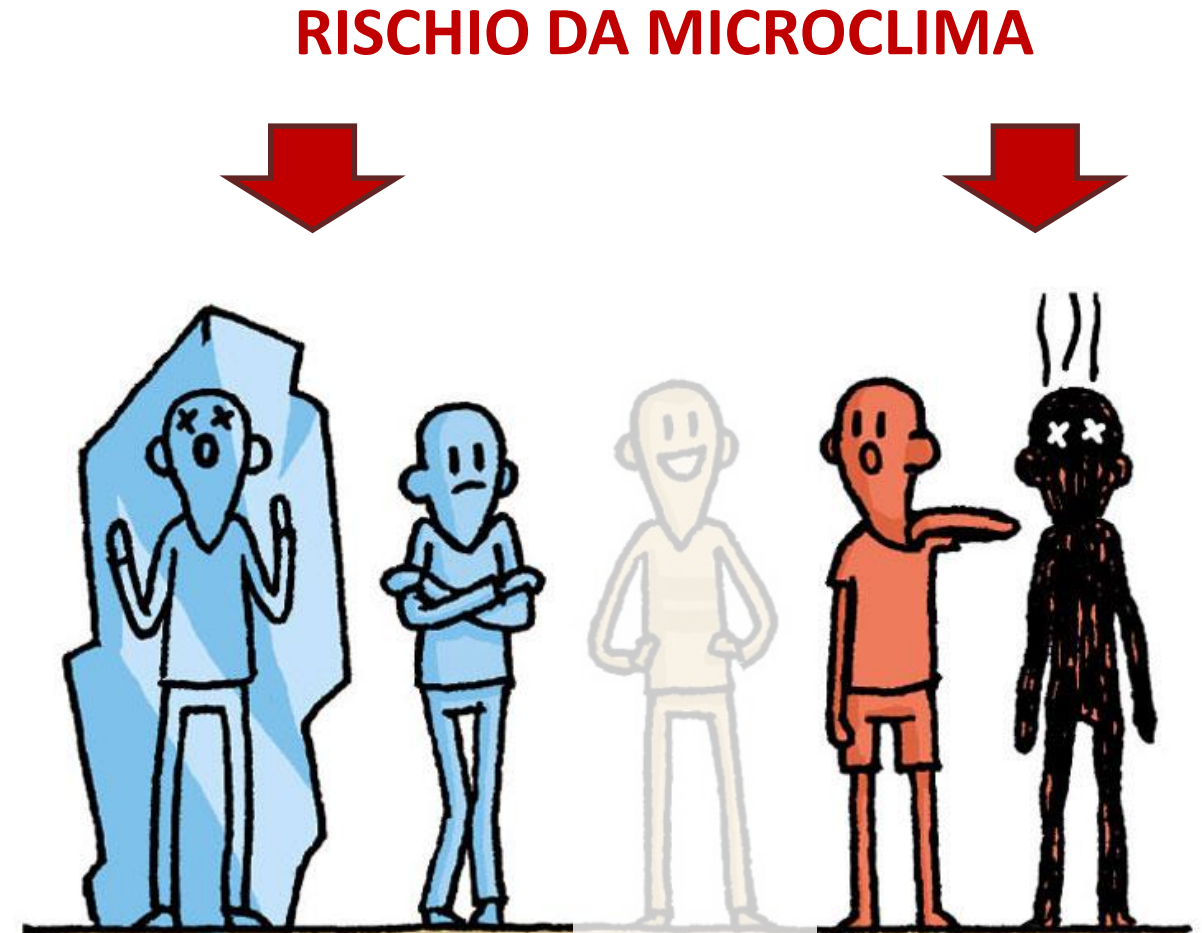
# Il rischio da Microclima

Il **rischio da Microclima** dipende dalla tipologia di ambiente termico:

- **Ambienti Moderati** nei quali non vi sono vincoli che pregiudicano il raggiungimento del comfort.
- **Ambienti Severi** nei quali vi sono vincoli che pregiudicano il raggiungimento del comfort.

E può determinare effetti di tipo:

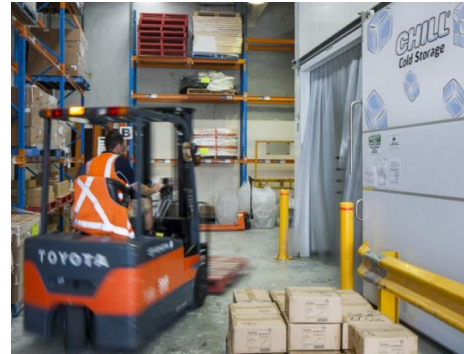
- **Percettivo** (*discomfort*)
- **Prestazionale** (*concentrazione ridotta*)
- **Fisiologico** (*disturbi cardiovascolari*)



# Il rischio da Microclima

Il Microclima è stato riconosciuto come **agente di rischio fisico** ai sensi dell'art. 180, Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008 che definisce tali agenti e ne individua il campo di applicazione, rendendone **obbligatoria la valutazione dei rischi**, così come stabilito dall'art. 181

Interno



Freddo



Caldo



Esterno



# La Banca delle Soluzioni apre al Microclima

---

Sono necessarie **soluzioni e strumenti**  
per la riduzione del rischio da Microclima

Il Dipartimento di Ingegneria industriale dell'Università di Bologna ha  
**implementato** uno dei suoi **strumenti di prevenzione**:



[ **bancadellesoluzioni** ]

PARENTESI MAI SOSPESE

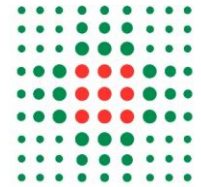
In linea con il **D.Lgs.81/08** nel **2021 nasce il Gruppo di lavoro** dedicato al **Microclima** all'interno progetto Banca delle Soluzioni (2014), con lo scopo di **individuare soluzioni tecniche e tecnologiche in grado di eliminare, ridurre o limitare il rischio da microclima** a favore del benessere dei lavoratori.





# Il Progetto «Banca delle Soluzioni»

Il Progetto “Banca delle Soluzioni” nasce nel Marzo 2014 dalla collaborazione tra:



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna

Istituto delle Scienze Neurologiche  
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

con lo scopo di individuare **SOLUZIONI TECNICHE e TECNOLOGICHE**  
in grado di **eliminare, ridurre o limitare il rischio**  
in condizioni lavorative particolarmente critiche per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Il progetto ha coinvolto diversi **enti preposti alla SICUREZZA della Regione Emilia Romagna:**



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

# Il Progetto «Banca delle Soluzioni»

## La Banca delle Soluzioni è

- Una **RACCOLTA DI SOLUZIONI** tecniche e tecnologiche, ad oggi disponibili, che mette a fuoco lo **stato dell'arte sullo sviluppo tecnologico** attuale, in grado di eliminare i rischi alla fonte o ridurli al minimo
- Un **INSIEME di SCHEDE TECNICHE**
- **Tre SETTORI D'INTERESSE:**
  - **AMBIENTI CONFINATI**  
Ambienti di lavoro sospetti di inquinamento o confinati
  - **ERGONOMIA**  
Progettazione ergonomica delle postazioni di lavoro e delle movimentazioni dei carichi
  - **MICROCLIMA**  
Migliorare il microclima, riducendo i rischi legati a condizioni ambientali inappropriate



**Ambienti Confinati**  
il genio delle soluzioni



**Ergonomia**  
il rischio prende il volo



**Microclima**  
fiorisce il benessere



# Il Progetto «Banca delle Soluzioni»

- Rappresenta lo **STATO DELL'ARTE**, ad oggi
- Ricerca basata su
  - **Internet**
  - **Ricerche bibliografiche di letteratura**
  - **Esperienza diretta**
- Non ha la pretesa di essere uno strumento completamente **ESAUSTIVO** in quanto va **CONTINUAMENTE AGGIORNATA E MANUTENUTA**
- **E' e DEVE ESSERE APERTA**
  - a nuove soluzioni da integrare
  - a nuovi SETTORI
- **NON HA SCOPO COMMERCIALE** o PUBBLICITARIO
- **NON INTENDE VALIDARE NESSUNA TECNOLOGIA PRESENTE** (si richiamano i principi della progettazione sicura e una corretta analisi e valutazione del rischio)



# Il Progetto «Banca delle Soluzioni»

---

La Banca delle Soluzioni è rivolta ad una molteplicità di utenti:

- **AZIENDE** (datori di lavoro, preposti, RSPP, RLS, lavoratori)
  - quali diretti utilizzatori e potenziali acquirenti delle soluzioni
- **PROFESSIONISTI DELLA SICUREZZA e OPERATORI DELLA VIGILANZA**
  - quali diretti osservatori delle problematiche di sicurezza e di rischio per la salute dei lavoratori
- **PROGETTISTI e INGEGNERI**
  - Quali ideatori di soluzioni



# Il Progetto «Banca delle Soluzioni»

La Banca delle Soluzioni si sviluppa con i seguenti metodi:

## ANALISI SCIENTIFICA

- Inquadramento Normativo
- Linee guida ed esempi di buona prassi
- Metodologie di analisi e valutazioni dei rischi



## ANALISI TECNOLOGICA

- Soluzioni automatiche in uso
- Soluzioni automatiche in fase di sperimentazione
- Tecnologie in fase di progettazione



# Il Progetto «Banca delle Soluzioni»

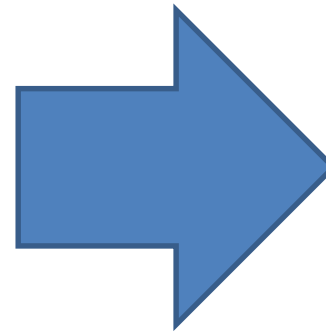
Ad oggi il Progetto è visibile al link:

<http://safetyengineering.din.unibo.it/banca-delle-soluzioni>

Ma sarà presto disponibile online il nuovo portale



The screenshot shows the 'Banca delle Soluzioni' project page on the Safety Engineering website. The page is titled 'Banca delle Soluzioni' and includes a search bar, navigation menu, and a main content area with text and a sidebar menu. The sidebar menu lists various categories such as 'Ambienti Confinati', 'Ergonomia', and 'Microclima'.



The screenshot shows the new Safety Engineering portal website. The header includes navigation links (HOME, ABOUT, PROGETTI, DIDATTICA, DOCUMENTI, EVENTI) and a search bar. The main content area features a large image of a person holding a yellow hard hat, followed by a 'PROGETTI' section. The 'PROGETTI' section lists three projects: 'Movimentazione manuale dei carichi e movimenti ripetitivi', 'Lavoro negli ambienti confinati', and 'Microclima'. Below the list are two project cards: 'Banca delle soluzioni' and 'CSA Confined Space App'.

# La struttura della sezione Microclima



La Banca delle Soluzioni per il Microclima rappresenta una raccolta di soluzioni tecniche per il miglioramento delle condizioni ambientali all'interno e la riduzione dei rischi legati a condizioni ambientali inappropriate all'esterno.

## PREMESSE FONDAMENTALI PER GLI OPERATORI

- “DESCRIZIONE DEL RISCHIO DA MICROCLIMA”
- “CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE”
- “NORME TECNICHE PER LA GESTIONE DEL MICROCLIMA”

Tali documenti, che rimandano alle informazioni presenti nel **Portale Agenti Fisici (PAF)**, costituiscono uno **strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione** ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da Microclima in tutti i comparti lavorativi.



# La struttura della sezione Microclima: PREMESSE

EN  Q

HOME ABOUT PROGETTI DIDATTICA DOCUMENTI EVENTI

Safety Engineering  
Department of Industrial Engineering - University of Bologna

# Danger

## DESCRIZIONE DEL RISCHIO DA MICROCLIMA

Con il termine microclima si intende il complesso di parametri ambientali che caratterizzano localmente l'ambiente in cui l'individuo vive e lavora e che congiuntamente a parametri individuali quali l'attività metabolica correlata al compito lavorativo, la resistenza termica dell'abbigliamento determinata dalle caratteristiche dell'abbigliamento indossato, condizionano gli scambi termici tra soggetto e ambiente circostante.



L'approccio al problema, la metodologia d'indagine e le relative norme di riferimento, dipendono dalla tipologia di ambiente termico in questione.

Per questo motivo gli ambienti termici vengono distinti generalmente in ambienti moderati e severi (caldi o freddi).

Fondamentalmente, negli **ambienti moderati** l'obiettivo da perseguire è il raggiungimento di una condizione di comfort, non essendo presente in genere, in questa tipologia di ambienti, un vincolo dettato da esigenze produttive tali da impedire un intervento di carattere tecnico, organizzativo o procedurale che possa rendere l'ambiente termico confortevole ai fini dell'espletamento delle attività ivi svolte.

Negli **ambienti severi**, al contrario, esiste di solito un vincolo legato alle necessità produttive o alle condizioni ambientali che non consente di poter conseguire le condizioni di comfort. In tal caso, l'obiettivo da porsi è la salvaguardia della sicurezza e della salute dei lavoratori, il cui sistema di termoregolazione può essere sollecitato in maniera significativa nel tentativo di mantenere la temperatura centrale nei limiti fisiologici. In tali ambienti, così come negli ambienti moderati in condizioni esterne agli intervalli di applicabilità degli **indici PMV/PPD**, sarà necessario tenere conto dei rischi legati all'esposizione di **soggetti sensibili**, caratterizzati da una alterata capacità di termoregolazione fisiologica, come avviene ad esempio nelle donne durante la gravidanza, o indotta da patologie preesistenti che possono alterare la percezione termica, quali ad esempio patologie dell'apparato cardiocircolatorio o del sistema endocrino, che richiedono trattamento con farmaci che influiscono sul sistema di termoregolazione.

Safety Engineering  
disaffidamenti@unibo.it  
Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Viale Risorgimento 2, Bologna

EN Safety Engineering | University of Bologna. ©Copyright 2021 - ALMA MATER ST/PI/DIURM - Università di Bologna - Via Zamboni, 31 - 40139 Bologna - Parita IVA: 0112710376 Disclaimer and Privacy Policy

EN  Q

HOME ABOUT PROGETTI DIDATTICA DOCUMENTI EVENTI

Safety Engineering  
Department of Industrial Engineering - University of Bologna



## CRITERI E STRUMENTI DI PROGETTAZIONE

Questa sezione costituisce una premessa alla sezione Microclima, all'interno della quale verranno affrontate delle tematiche generali di gestione del microclima in ambito occupazionale, con focus sui criteri per una corretta progettazione degli ambienti di lavoro (es. dove e come collocare le stazioni di monitoraggio oppure quali principi utilizzare per la scelta dei materiali). Questi contenuti potranno richiamare alcune sezioni specifiche del Portale Agenti Fisici (PAF)

- PROGETTARE IL MICROCLIMA: STRUMENTI DI SIMULAZIONE
- PRINCIPI PER LA SCELTA DEI MATERIALI
- PRINCIPI PER LA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI
- PRINCIPI PER IL POSIZIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI CONTROLLO

PARTNERS



Safety Engineering  
disaffidamenti@unibo.it  
Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Viale Risorgimento 2, Bologna

EN Safety Engineering | University of Bologna. ©Copyright 2021 - ALMA MATER ST/PI/DIURM - Università di Bologna - Via Zamboni, 31 - 40139 Bologna - Parita IVA: 0112710376 Disclaimer and Privacy Policy

EN  Q

HOME ABOUT PROGETTI DIDATTICA DOCUMENTI EVENTI

Safety Engineering  
Department of Industrial Engineering - University of Bologna



## NORME TECNICHE PER IL MICROCLIMA

Questa sezione costituisce una premessa alla sezione Microclima, all'interno della quale verranno presentate le norme tecniche che regolano il settore e che permettono la valutazione del rischio da Microclima.

Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche	UNI EN ISO 7726: 2002	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico	UNI EN ISO 8996: 2005	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento	UNI EN ISO 9920: 2009	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche	UNI EN ISO 9886: 2004	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettive	UNI EN ISO 10551: 2002	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia degli ambienti termici - Principi e applicazione delle relative norme internazionali	UNI EN ISO 11399: 2005	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia degli ambienti termici - Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi	UNI EN ISO 12094: 2002	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia degli ambienti termici - Vocabolario e simboli	UNI EN ISO 13731: 2004	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia dell'ambiente termico - Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro	UNI EN ISO 15265: 2005	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia degli ambienti fisici - Applicazione di norme internazionali alle persone con speciali necessità	UNI EN ISO 28803: 2012	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica ed interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale	UNI EN ISO 7730: 2006	applicabile agli AMBIENTI MODERATI
Ambienti caldi. Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro)	ISO 7243:2017	applicabile agli AMBIENTI SEVERI CALDI
Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile	UNI EN ISO 7933: 2005	applicabile agli AMBIENTI SEVERI CALDI
Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione e interpretazione della stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale	UNI EN ISO 11079: 2008	applicabile agli AMBIENTI SEVERI FREDDI
Ergonomia dell'ambiente termico - Posti di lavoro al Freddo - Valutazione e gestione del rischio	UNI EN ISO 15743: 2008	applicabile agli AMBIENTI SEVERI FREDDI



# La struttura della sezione Microclima

---

## TRE AMBITI DI INDAGINE:

- **“DISPOSITIVI DI MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA”** contenente i link alle schede delle soluzioni relative alle stazioni complete e alle centraline portatili per il monitoraggio dei parametri ambientali.
- **“SOLUZIONI TECNICHE PER IL MICROCLIMA”** suddivise nelle seguenti sottosezioni:
  - **Materiali** (in termini funzionali, non di materiale costituente, es. differenziazione nuovo e già costruito).
  - **Attrezzature** (soluzioni puntuali da applicare nelle singole posizioni di lavoro, es. pedane).
  - **Impianti** (es. raffrescamento, riscaldamento, ecc.).
  - **DPI** (es. dispositivi indossabili con funzione riscaldante o rinfrescante).
- **“CASI DI STUDIO”** ovvero esempi di successo e soluzioni sviluppate dalle aziende per risolvere delle problematiche specifiche di natura microclimatica.



# La struttura della sezione Microclima: AMBITI



## SIMBOLOGIA UTILIZZATA ALL'INTERNO DELLE SCHEDE TECNICHE



Sistema ad agitazione



Sistema ad emissioni acustiche



Sistema a fruste



Sistema con lance e ugelli



Sistema con robot controllato in remoto



Sistema con sensori



Sistema con videocamera



Soluzione per attività di ispezione



Soluzione per attività di manutenzione



Soluzione per attività di pulizia



Ambiente severo caldo



Ambiente severo freddo



Ambiente con alti tassi di umidità



Ambiente con bassi tassi di umidità



[Stazione di misura del microclima](#)



[Centralina microclimatica portatile](#)



[Scelta dei sensori](#)



[ELENCO PRODUTTORI DI SOLUZIONI PER DISPOSITIVI DI MONITORAGGIO](#)

Aggiunta di nuove icone per identificare l'ambiente di applicazione delle soluzioni tecniche.

# La struttura della sezione Microclima: AMBITI

**Safety Engineering**  
Department of Industrial Engineering - University of Bologna

## SOLUZIONI TECNICHE

Le soluzioni tecniche proposte nelle schede della sezione **Microclima** sono attrezzature presenti ad oggi sul mercato, in grado di migliorare le condizioni ambientali del luogo di lavoro per ridurre il rischio microclimatico degli operatori coinvolti.

Una soluzione per il miglioramento del microclima, in particolare la progettazione degli spazi con materiali idonei e di impianti adatti ha lo scopo di consentire lo svolgimento delle attività lavorative in condizioni di sicurezza, efficacia ed efficienza.

Le seguenti schede sono suddivise in funzione della tipologia di soluzione da adottare (strutturale, impiantistica o dispositivi personali). Ciascuna scheda presenta le informazioni caratteristiche dell'ambiente lavorativo in cui si inseriscono e della soluzione tecnica proposta.

SIMBOLOGIA UTILIZZATA ALL'INTERNO DELLE SCHEDE TECNICHE

Sistema ad agitazione	Sistema ad emissioni acustiche	Sistema a fruste	Sistema con lance e ugelli	Sistema con robot controllato in remoto
Sistema con sensori	Sistema con videocamera	Soluzione per attività di ispezione	Soluzione per attività di manutenzione	Soluzione per attività di pulizia
Ambiente severo caldo	Ambiente severo freddo	Ambiente con alti tassi di umidità	Ambiente con bassi tassi di umidità	

**SOLUZIONI TECNICHE PER IL MICROCLIMA**

- MATERIALI
- ATTREZZATURE
- IMPIANTI
- DPI

## SOLUZIONI TECNICHE PER IL MICROCLIMA

**IMPIANTI**

**Safety Engineering**  
Department of Industrial Engineering - University of Bologna

## IMPIANTI

RAFFRESCAMENTO

- ↓ Raffrescatori fissi
- ↓ Raffrescatori mobili

RISCALDAMENTO

- ↓ Pedane riscaldanti
- ↓ Lampade a infrarossi
- ↓ Pannelli radianti
- ↓ Termostrisce ad acqua
- ↓ Riscaldamento radiante a pavimento

ELENCO PRODUTTORI DI SOLUZIONI PER IMPIANTI

RAFFRESCAMENTO

- ↓ [Raffrescatori fissi](#)
- ↓ [Raffrescatori mobili](#)

RISCALDAMENTO

- ↓ [Pedane riscaldanti](#)
- ↓ [Lampade a infrarossi](#)
- ↓ [Pannelli radianti](#)
- ↓ [Termostrisce ad acqua](#)
- ↓ [Riscaldamento radiante a pavimento](#)

ELENCO PRODUTTORI DI SOLUZIONI PER IMPIANTI

# LA SCHEDA TECNICA

## 1. AMBIENTI TERMICI

### 1.1. Dispositivi di monitoraggio e controllo

#### Kit IoT



Necessità di controllare i parametri ambientali in tempo reale per poterne correggere le eventuali anomalie e migliorare la qualità ambientale in ambienti moderati, limitando le inefficienze energetiche.



#### Modalità d'uso

Sistemi integrati per la gestione dell'intera filiera del dato (software, hardware e cloud), caratterizzati da centralina di controllo, Sensori Wireless, Gateway, Cloud e Web Dashboard. I dati elaborati vengono restituiti all'utente sotto forma di applicazione con cui l'operatore può modificare i parametri in tempo reale. In base all'applicazione viene selezionato un protocollo di raccolta dati che consenta la rilevazione dei dati ottimale.

#### Vantaggi

- Soluzione scalabile e personalizzabile
- Installazione e manutenzione possono essere effettuate dal cliente (plug and play)
- Assenza di infrastrutture e cablaggio
- Raccolta dati in tempo reale

#### Svantaggi

- Algoritmi per l'ottimizzazione dei dati vengono sviluppati sulla base del singolo scenario e pertanto sono esclusi dalla fornitura base.

#### Caratteristiche tecniche

Essendo strumenti personalizzati, le caratteristiche tecniche subiscono delle variazioni. Durata dei sensori: 5-10anni. Grado di protezione: IP67. Frequenza di raccolta dati: completamente personalizzabile in base al protocollo di raccolta dati. Trasmissione dati: WiFi / 4G. Storizzazione del dato: cloud o offline fino a 2gb. Temperatura di esercizio varia in base alla sonda nell'intervallo: -20 / + 65°C. Range di umidità varia in base alla sonda: 0 / 95%.

#### Manutenzione

Sostituzione delle pile dei sensori

#### Conformità alle norme

Gateway certificato CE

#### Costo

Acquisto 1.500-2000€ centralina con 10 sensori ambientali/energetici a scelta  
cloud 50-60€ al mese  
Installazione 450€ al giorno  
Manutenzione straordinaria 450€ al giorno

## CLASSIFICAZIONE

Classificazione della soluzione rispetto al tipo di ambiente

## TITOLO E ICONE

Icone descrittive del tipo di tecnologie utilizzate e dell'ambiente di applicazione

## PROBLEMATICHE

Caratteristiche della problematica microclimatica da risolvere

## CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE

Modalità d'uso

Vantaggi e svantaggi

Caratteristiche tecniche

Manutenzione

Conformità alle norme

Costo (acquisto, installazione e manutenzione)

## INFORMAZIONI SUL PROGETTO

Link alla Banca delle Soluzioni

Informazioni per dare il proprio contributo

Loghi



Se presente, link diretto alla scheda caso di studio corrispondente

# IL CASO STUDIO

## 1. AMBIENTI TERMICI

### 1.1. Dispositivi di monitoraggio



## Monitoraggio remoto di temperatura e umidità in edifici storici



Il monitoraggio ambientale in edifici storici come musei, gallerie d'arte e fondazioni culturali richiede l'impiego di installazioni non invasive, di un sistema di allarmistica in tempo reale e di soluzioni facilmente scalabili e riposizionabili in base alle necessità.

### Condizioni preesistenti

#### Contesto applicativo

Il Cliente, una nota galleria d'arte a Venezia, richiede un sistema di acquisizione dati wireless (temperatura e umidità) e la sua visualizzazione con la possibilità di esportare i dati per interfacciarsi con il proprio software gestionali.

Le richieste del Cliente riguardano la fornitura delle seguenti componenti:

- n.1 software di visualizzazione dati.
- n.100 sensori di temperatura e umidità.
- n.1 assistenza annua.

#### Condizioni ambientali presenti

Le condizioni presenti sono variabili in quanto si tratta di monitorare edifici posti in microclimi diversi e soggetti ad umidità diversa, è necessario quindi che il sistema sia flessibile per adattarsi a diversi contesti.

#### Eventuali dispositivi già presenti

Non sono presenti altri dispositivi

#### Eventuali rischi

Non vi sono rischi per gli operatori quanto per la conservazione delle opere.

#### Misurazioni relative al comfort/parametri ambientale

Nessuna.

### Soluzione adottata

#### Descrizione dell'intervento

EDALAB ha fornito un sistema IoT di controllo e monitoraggio Cloud basato sui seguenti componenti:

- Centralina BOX-IO per la raccolta dei dati provenienti dai sensori con protocollo LoRaWAN e connessione di rete LTE per la condivisione in Cloud.
- Sensori di temperatura e umidità con protocollo di acquisizione dati LoRaWAN e sistema di acquisizione dati ogni 15 minuti.
- Antenna ad alto guadagno 868 MHz per garantire la copertura LoRaWAN.
- Piattaforma di visualizzazione dati (in forma di grafici e tabelle) CLOUD, raggiungibile tramite browser WEB.

#### Parametri analizzati

Temperatura e umidità.

#### Posizionamento sensori

Sensori posizionati in concomitanza delle aperture di ogni sala.

#### Fattori che determinano la riduzione del rischio/aumento del comfort

Controllo ambientale e modifica dei parametri in tempo reale per garantire il mantenimento di temperature e livelli di umidità adeguati alla conservazione delle opere.

## CLASSIFICAZIONE

Classificazione della soluzione rispetto al tipo di ambiente

## TITOLO E ICONE

Icone descrittive del tipo di tecnologie utilizzate e dell'ambiente di applicazione

## PROBLEMATICHE E CONDIZIONI PREESISTENTI

Caratteristiche della problematica microclimatica da risolvere

Contesto applicativo

Condizioni ambientali presenti

Eventuali dispositivi già presenti

Eventuali rischi

Misurazioni relative al comfort/parametri ambientali

## CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE

Descrizione dell'intervento

Parametri analizzati

Posizionamento sensori

Fattori che determinano la riduzione del rischio/aumento del comfort

## INFORMAZIONI SUL PROGETTO

Link alla Banca delle Soluzioni

Informazioni per dare il proprio contributo

Loghi



[ [bancadellesoluzioni](#) ]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito [safetyengineering.din.unibo.it/banca-delle-soluzioni/](http://safetyengineering.din.unibo.it/banca-delle-soluzioni/)

CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [din.safetyengineering@unibo.it](mailto:din.safetyengineering@unibo.it)

Scheda creata il 11/11/2023 e aggiornata il 11/11/2023



Se presente, link diretto alla scheda tecnica corrispondente

## Raffrescatori fissi

Necessità di **abbassare le temperature in grandi locali caratterizzati da condizioni climatiche calde e secche**, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria.

Questi ambienti (es: capannoni di produzione o locali per la logistica) spesso devono mantenere dei varchi aperti rendendo insostenibile l'utilizzo degli impianti di condizionamento.

## 1. AMBIENTI CALDI

### 1.1. Dispositivi di raffreddamento

#### Raffrescatori fissi



Necessità di **abbassare le temperature in grandi locali** caratterizzati da condizioni climatiche **calde e secche**, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria. Questi ambienti (es: capannoni di produzione o locali per la logistica) spesso devono mantenere dei varchi aperti rendendo insostenibile l'utilizzo degli impianti di condizionamento.



#### Modalità d'uso

Strumenti fissi per il raffreddamento industriale dotati di un serbatoio d'acqua utilizzata per raffreddare ed evaporare il calore. L'aria fredda risultante viene espulsa dal sistema con mandata laterale, dall'alto o dal basso, con l'aiuto di potenti ventilatori motorizzati. Sistemi gestiti da remoto tramite pannello di controllo e/o telecomando. Spesso abbinati ad apparecchi di estrazione dell'aria (ventilatori elicoidali o torrini) per aumentare la capacità di raffreddamento.

#### Vantaggi

- Filtrazione dell'aria e abbassamento delle temperature (5-10°C) in **spazi di medie/grandi dimensioni**.
- Installazione facile e versatile.
- **Bassissimi costi** di esercizio e di manutenzione
- Sono **privi di emissione**, non contenendo gas refrigeranti.

#### Svantaggi

- Queste apparecchiature comportano un **aumento dell'umidità interna**, pertanto può rendersi necessario monitorare gli indici di confort e stress termico, oltre che l'impatto sulla attività produttiva (impianti e materiali)

#### Caratteristiche tecniche

Area di raffreddamento: 200-400mq. Il serbatoio, a carico/scarico automatico, ha dimensioni comprese tra i 18 e i 40 litri. Consumi: 250-1500W in base alla velocità selezionata. Grado di protezione IP54, IPX4 o IP24. Rumorosità: 55-80dB. Alcuni dispositivi presentano sistemi OZOSYSTEM per la sterilizzazione dell'acqua.

#### Manutenzione

Pulizia di fine stagione (lavaggio del circuito di distribuzione dell'acqua, dei pacchi evaporativi, della pompa di ricircolo e della vasca di raccolta acqua). Copertura del sistema e scarico dell'acqua nella stagione invernale per evitare danni causati dal gelo. Ogni tre/quattro anni si consiglia di sostituire i pacchi evaporativi

#### Conformità alle norme

Certificazione CE

#### Costo

Acquisto 2000-4500€

Installazione varia dai 4000€ ai 7000 €

Manutenzione circa 300€ all'anno per corpo macchina



## Raffrescatori mobili

Necessità di **abbassare le temperature all'aperto o in locali di piccole dimensioni, o in corrispondenza di un singolo macchinario**, in presenza di condizioni climatiche calde e secche, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria. In questi ambienti (soprattutto all'esterno) spesso non è sostenibile utilizzare gli impianti di condizionamento.

### 1. AMBIENTI CALDI

#### 1.1. Dispositivi di raffreddamento

## Raffrescatori mobili



Necessità di **abbassare le temperature all'aperto o in locali di piccole dimensioni**, o in corrispondenza di un singolo macchinario, in presenza di **condizioni climatiche calde e secche**, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria. In questi ambienti (soprattutto all'esterno) spesso non è sostenibile utilizzare gli impianti di condizionamento.



#### Modalità d'uso

Strumenti trasportabili per il raffreddamento industriale, interno ed esterno, dotati di un serbatoio d'acqua utilizzata per raffreddare ed evaporare il calore. L'aria fredda risultante viene espulsa dal sistema con mandata laterale, dall'alto o dal basso, con l'aiuto di potenti ventilatori motorizzati. Sistemi gestiti da remoto tramite pannello di controllo e/o telecomando.

#### Vantaggi

- Filtrazione dell'aria e abbassamento delle temperature nel luogo di lavoro (5-10°C).
- Facilmente **trasportabili** e utilizzabili anche all'aperto.
- **Bassissimi costi** di esercizio e di manutenzione.
- Sono **privi di emissioni**, non contenendo gas refrigeranti.

#### Svantaggi

- In alcuni modelli il **serbatoio** dell'acqua va **ricaricato manualmente**; altrimenti è necessario un allaccio idrico.
- Queste apparecchiature comportano un **aumento dell'umidità interna**, pertanto può rendersi necessario monitorare gli indici di confort e stress termico, oltre che l'impatto sulla attività produttiva (impianti e materiali).

#### Caratteristiche tecniche

Area di raffreddamento: 50-400mq. Alcune caratteristiche tecniche sono variabili in funzione della superficie raffrescata: serbatoio di dimensioni comprese tra i 50 e i 250 litri, con carico/scarico manuale o automatico; consumi compresi tra 150-1150W, anche in base alla velocità selezionata. Rumorosità: 52-68dB. Alcuni dispositivi possono essere equipaggiati con lampade UV per la sterilizzazione dell'acqua.

#### Manutenzione

Pulizia di fine stagione (lavaggio del circuito di distribuzione dell'acqua, dei pacchi evaporativi, della pompa di ricircolo e della vasca di raccolta acqua).

#### Conformità alle norme

Certificazione CE

#### Costo

Acquisto 1200-2500€

Manutenzione circa 300€ all'anno per corpo macchina



## Termostricce ad acqua

Necessità di riscaldare **piccoli e grandi ambienti** industriali o civili **nuovi o ristrutturati** che necessitano di un carico termico contenuto per assicurare il comfort termico dei lavoratori o in ambienti che presentano **elevati rischi di incendio** (es: falegnamerie, mobilifici, carrozzerie, verniciature industriali, industrie d'imballaggi, della plastica, chimiche, ecc.).

## Termostricce ad acqua



Necessità di riscaldare **piccoli e grandi ambienti** industriali o civili **nuovi o ristrutturati** che necessitano di un carico termico contenuto per assicurare il comfort termico dei lavoratori o in ambienti che presentano **elevati rischi di incendio** (es: falegnamerie, mobilifici, carrozzerie, verniciature industriali, industrie d'imballaggi, della plastica, chimiche, ecc.).



### Modalità d'uso

Sistemi di riscaldamento ad irraggiamento costituiti da pannelli radianti alimentati ad acqua calda. Vengono installati a soffitto e sono composti da tubi in acciaio alloggiati nella sede semicircolare della piastra radiante e collettori che li collegano al circuito di riscaldamento. Le termostricce radianti cedono calore per irraggiamento, scaldando direttamente le persone senza dispersione di calore nell'aria.

### Vantaggi

- **Riduzione** dei **consumi e costi** di gestione.
- Nessun rumore, né correnti d'aria o movimento di polveri.
- Possibilità di raffreddare l'ambiente nel periodo estivo in edifici caratterizzati da volumetrie limitate e poche superfici irraggiate
- Installazione ottimale fino a 10m d'altezza
- Possono essere **alimentate con l'acqua** calda proveniente dai **processi manifatturieri**

### Svantaggi

- L'**investimento** iniziale è più **elevato** rispetto ad altri metodi di riscaldamento
- Possibili **difficoltà di collocazione** dovute agli spazi e alle strutture architettoniche disponibili
- Sconsigliate in ambienti con alti tassi di circolazione dell'aria
- **Lento raggiungimento** delle condizioni di **comfort**

### Caratteristiche tecniche

Dimensioni variabili: da 550x150mm a 6000x1200mm. Numero di tubi: 2-12. Emissioni termiche variabili a seconda della temperatura e delle dimensioni: da 105W/m a 30°C fino a 1038W/m a 80°C. Temperatura massima dell'acqua: 120°C. Rumorosità: assente. Vita media del prodotto: superiore ai 20 anni.

### Manutenzione

I lavori di manutenzione e i costi sono limitati alla caldaia (verifica dei bruciatori)

### Conformità alle norme

EN-14037-1

### Costo

Acquisto e installazione dai 20 ai 40 €/m2 in base alla volumetria e all'isolamento dell'edificio.





## Pedane riscaldanti

Necessità di creare **isole di calore** in **grandi locali industriali** o all'**aperto** in presenza di **condizioni climatiche fredde**, per assicurare il comfort termico dei lavoratori che stazionano nella stessa zona per molte ore. Questi ambienti (es: capannoni di produzione, macellerie, pescherie, ecc.) spesso devono mantenere basse temperature per consentire le lavorazioni e/o limitare i consumi energetici dell'edificio.

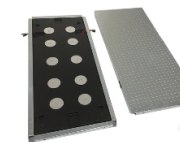
## 1. AMBIENTI FREDDI

### 1.1. Dispositivi di RISCALDAMENTO LOCALIZZATO

#### Pedane riscaldanti



Necessità di creare **isole di calore** in **grandi locali industriali** o all'**aperto** in presenza di **condizioni climatiche fredde**, per assicurare il comfort termico dei lavoratori che stazionano nella stessa zona per molte ore. Questi ambienti (es: capannoni di produzione, macellerie, pescherie, ecc.) spesso devono mantenere basse temperature per consentire le lavorazioni e/o limitare i consumi energetici dell'edificio.



#### Modalità d'uso

Strumenti elettrici per il riscaldamento industriale localizzato composti da un fondo isolante, un pannello radiante e una lamiera superficiale per facilitare la distribuzione del calore. Sono strumenti stabili ma riposizionabili secondo necessità. Le pedane riscaldanti funzionano mediante irraggiamento e ottimizzano il flusso termico utile verso l'alto, riducendo al minimo la perdita di calore verso il pavimento.

Abbinando un termostato, sensori di temperatura, termoprotettori e una centralina di gestione, questi strumenti possono essere controllati da remoto o automaticamente.

#### Vantaggi

- **Installazione facile** e versatile.
- Riscaldamento elettrico a **basso consumo**
- Bassissimi costi di esercizio e di manutenzione
- **Non** generano **emissioni** elettromagnetiche, polveri e rumori
- Possibilità di **associare più pannelli** in una configurazione puzzle

#### Svantaggi

- **Non apprezzate** dai lavoratori (timore che il calore provochi danni alla circolazione)
- Il gradino rende la **superficie** intorno al lavoratore **non planare**
- **Efficacia limitata** alla zona di posizionamento

#### Caratteristiche tecniche

Area di riscaldamento dei singoli pannelli: 0.54-1.85mq. Resistenza a compressione: 150kg/mq. Potenza: da 200 a 400W/mq. Temperatura di servizio: 0-70°C. Grado di protezione IP54, IP65 o IPX7. Rumorosità: assente. Alcuni dispositivi sono dotati di termostato per la regolazione della temperatura da parte dell'operatore.

#### Manutenzione

Non necessitano di manutenzione essendo prive di caldaia, pompe e circuiti idraulici.

#### Conformità alle norme

Certificazione CE

#### Costo

Acquisto 500-1300€ in base alle dimensioni  
Esercizio 0.06 €/ora



## Kit IoT

Necessità di controllare i parametri ambientali in tempo reale per poterne correggere le eventuali anomalie e migliorare la qualità ambientale in ambienti moderati, limitando le inefficienze energetiche.

## 1. AMBIENTI TERMICI

### 1.1. Dispositivi di monitoraggio e controllo

#### Kit IoT



Necessità di controllare i parametri ambientali in tempo reale per poterne correggere le eventuali anomalie e migliorare la qualità ambientale in ambienti moderati, limitando le inefficienze energetiche.



#### Modalità d'uso

Sistemi integrati per la gestione dell'intera filiera del dato (software, hardware e cloud), caratterizzati da centralina di controllo, Sensori Wireless, Gateway, Cloud e Web Dashboard. I dati elaborati vengono restituiti all'utente sotto forma di applicazione con cui l'operatore può modificare i parametri in tempo reale. In base all'applicazione viene selezionato un protocollo di raccolta dati che consenta la rilevazione dei dati ottimale.

#### Vantaggi

- Soluzione scalabile e personalizzabile
- Installazione e manutenzione possono essere effettuate dal cliente (plug and play)
- Assenza di infrastrutture e cablaggio
- Raccolta dati in tempo reale

#### Svantaggi

- Algoritmi per l'ottimizzazione dei dati vengono sviluppati sulla base del singolo scenario e pertanto sono esclusi dalla fornitura base.

#### Caratteristiche tecniche

Essendo strumenti personalizzati, le caratteristiche tecniche subiscono delle variazioni. Durata dei sensori: 5-10anni. Grado di protezione: IP67. Frequenza di raccolta dati: completamente personalizzabile in base al protocollo di raccolta dati. Trasmissione dati: WiFi / 4G. Storicizzazione del dato: cloud o offline fino a 2gb. Temperatura di esercizio varia in base alla sonda nell'intervallo: -20 / + 65°C. Range di umidità varia in base alla sonda: 0 / 95%.

#### Manutenzione

Sostituzione delle pile dei sensori

#### Conformità alle norme

Gateway certificato CE

#### Costo

Acquisto 1.500-2000€ centralina con 10 sensori ambientali/energetici a scala cloud 50-60€ al mese  
Installazione 450€ al giorno  
Manutenzione straordinaria 450€ al giorno



## 1. AMBIENTI TERMICI

### 1.1. Dispositivi di monitoraggio

## Monitoraggio remoto di temperatura e umidità in edifici storici



Il monitoraggio ambientale in edifici storici come musei, gallerie d'arte e fondazioni culturali richiede l'impiego di installazioni non invasive, di un sistema di allarmistica in tempo reale e di soluzioni facilmente scalabili e riposizionabili in base alle necessità.

### Condizioni preesistenti

#### Contesto applicativo

Il Cliente, una nota galleria d'arte a Venezia, richiede un sistema di acquisizione dati wireless (temperatura e umidità) e la sua visualizzazione con la possibilità di esportare i dati per interfacciarsi con il proprio software gestionali.

Le richieste del Cliente riguardano la fornitura delle seguenti componenti:

- n.1 software di visualizzazione dati.
- n.100 sensori di temperatura e umidità.
- n.1 assistenza annua.

#### Condizioni ambientali presenti

Le condizioni presenti sono variabili in quanto si tratta di monitorare edifici posti in microclimi diversi e soggetti ad umidità diversa, è necessario quindi che il sistema sia flessibile per adattarsi a diversi contesti.

#### Eventuali dispositivi già presenti

Non sono presenti altri dispositivi

#### Eventuali rischi

Non vi sono rischi per gli operatori quanto per la conservazione delle opere.

#### Misurazioni relative al comfort/parametri ambientale

Nessuna.

### Soluzione adottata

#### Descrizione dell'intervento

EDALAB ha fornito un sistema IoT di controllo e monitoraggio Cloud basato sui seguenti componenti:

- Centralina BOX-IO per la raccolta dei dati provenienti dai sensori con protocollo LoRaWAN e connessione di rete LTE per la condivisione in Cloud.
- Sensori di temperatura e umidità con protocollo di acquisizione dati LoRaWAN e sistema di acquisizione dati ogni 15 minuti.
- Antenna ad alto guadagno 868 MHz per garantire la copertura LoRaWAN.
- Piattaforma di visualizzazione dati (in forma di grafici e tabelle) CLOUD, raggiungibile tramite browser WEB.

#### Parametri analizzati

Temperatura e umidità.

#### Posizionamento sensori

Sensori posizionati in concomitanza delle aperture di ogni sala.

#### Fattori che determinano la riduzione del rischio/aumento del comfort

Controllo ambientale e modifica dei parametri in tempo reale per garantire il mantenimento di temperature e livelli di umidità adeguati alla conservazione delle opere.



Per poter accedere alla Banca delle Soluzioni e scaricare le schede contenute in essa, è  
NECESSARIA L'ISCRIZIONE AL SITO

[safetyengineering.din.unibo.it/registrazione](http://safetyengineering.din.unibo.it/registrazione)

L'iscrizione e l'accesso sono gratuiti

**Safety Engineering**  
Department of Industrial Engineering - University of Bologna

Search here...

Home PROGETTI DIDATTICA PUBBLICAZIONI NEWS EVENTI CHI SIAMO CONTATTI **REGISTRAZIONE**

### Registrazione

Safety Engineering > Registrazione

Gli utenti possono registrarsi da soli o puoi creare manualmente utenti qui. 📌

**Name**

First Name \*

Last Name \*

Username \*

E-mail \*

**About Yourself**

Raccontaci qual è il tuo settore occupazionale. Tell us about your occupational sector

Password \*

Repeat Password \*

**Login**

Sei attualmente collegato come lucia.batti. [Log out](#)

**Non sei ancora registrato?**

Registrati [qui](#)

**In Evidenza**

- Progetto Banca delle Soluzioni
  - Ambienti Confinati
  - Ergonomia - Sovraccarico Biomeccanico

**Prossimi Eventi**

[Convegno di Presentazione della Banca delle Soluzioni](#)  
novembre 27 @ 8:30 am - 1:30 pm UTC+0



## LINK ALLA BANCA DELLE SOLUZIONI

<http://www.regione.emilia-romagna.it/sicurezza-nei-luoghi-di-lavoro/coordinamento/altre-strutture-e-documenti-di-riferimento/piani-nazionali-e-regionali/altri-documenti-di-interesse-per-gli-operatori/banca-delle-soluzioni-1>

The screenshot shows the top navigation bar of the Regione Emilia-Romagna website. On the left is the 'E-R' logo and the text 'Il portale della Regione Emilia-Romagna'. On the right is the 'Regione Emilia-Romagna' logo and a search bar with a 'Cerca' button. Below this is a secondary navigation bar with the date 'Martedì 07.06.2016', location 'BO', weather '17°/27°', and menu items 'Primo Piano', 'Entra in Regione', and 'Temi'. The main content area features the title 'Sicurezza nei luoghi di lavoro' and a breadcrumb trail: 'E-R | Sicurezza nei luoghi di lavoro > Comitato regionale di coordinamento delle attività di prevenzione e vigilanza in materia di salute e sicurezza sul lavoro > Altre strutture e documenti di riferimento > Piani e documenti nazionali e regionali > Altri documenti di interesse per gli operatori'. The 'Banca delle soluzioni' section is highlighted, with the text: 'Obiettivo del progetto è quello di analizzare le condizioni di salute e sicurezza in cui vengono svolte le attività lavorative ad alto rischio all'interno degli impianti industriali ed elaborare un documento informativo rivolto agli operatori del settore ed alle imprese, al fine di indirizzarli verso l'introduzione di soluzioni automatiche in grado di sostituire l'operatore manuale durante le attività rischiose negli ambienti confinati e di migliorare l'ergonomia delle posture di lavoro, dei movimenti ripetitivi degli arti superiori e della movimentazione manuale dei carichi. Le soluzioni tecniche proposte all'interno della banca delle soluzioni sono state individuate mediante diversi canali di ricerca (letteratura scientifica di settore, motori di ricerca internazionali, etc) e per parole chiave. La raccolta ad oggi individuata non si propone come un elenco esaustivo, ma come una prima versione di un documento in continua evoluzione a pari passo del progresso tecnico.'

### Chi siamo

▶ Cosa fanno Regione e Inail

▶ A cura di

▶ Comitato regionale di coordinamento delle attività di prevenzione e vigilanza in materia di salute e sicurezza sul lavoro



**Conosci altre soluzioni? Le produci?**

**Aiutaci a migliorare la Banca delle Soluzioni!**

Scrivi a

**[din.safetyengineering@unibo.it](mailto:din.safetyengineering@unibo.it)**



[ **bancadelle**soluzioni ]



**Microclima**  
fiorisce il benessere

***GRAZIE PER L'ATTENZIONE!***



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**

**Prof.ssa Cristina Mora**  
[cristina.mora@unibo.it](mailto:cristina.mora@unibo.it)

Departmento di Ingegneria Industriale (DIN)  
Viale del Risorgimento 2, Bologna

[safetyengineering.din.unibo.it/](http://safetyengineering.din.unibo.it/)  
[din.safetyengineering@unibo.it](mailto:din.safetyengineering@unibo.it)