

Convegno Nazionale XX Edizione- Ospedale sicuro2023
Napoli, 2-3 Ottobre 2023



INAIL

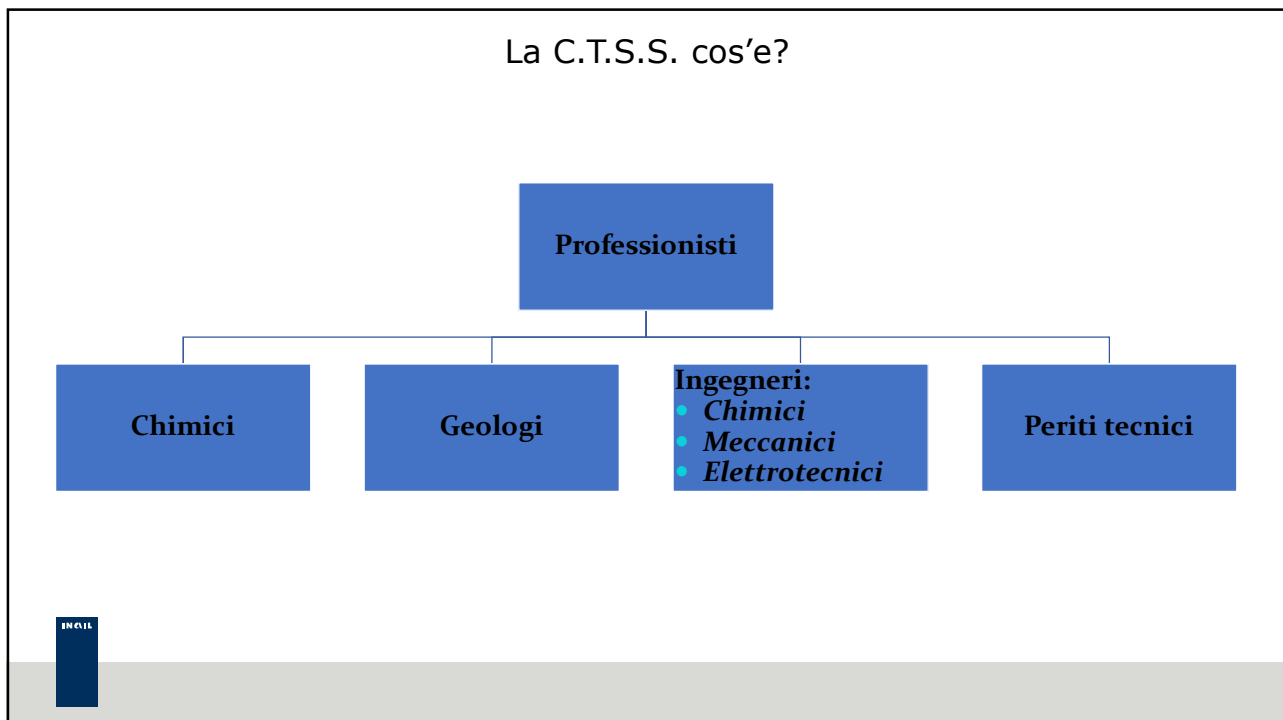
Attività C.T.S.S. nell'ambito sanitario

R. d'ANGELO

Inail - Direzione regionale Campania, Consulenza Tecnica Salute e Sicurezza


La C.T.S.S. (dal 31-1-2023) ex Con.T.A.R.P. cos'è?





La C.T.S.S. cos'è: Delibera del C.d.A. Inail n.3 del 31-1-2023

Ha il compito:

- **valutazione del rischio professionale** ai fini dell'applicazione delle norme in materia di assicurazione contro gli infortuni e le malattie professionali
 - **Concorre allo svolgimento delle funzioni prevenzionali in tema di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro**
 - **Svolge le attività tecniche necessarie alla realizzazione di altre funzioni istituzionali** (Tariffa dei premi, Reinserimento lavorativo)
- 

Laboratorio C.T.S.S.

Svolge attività igienistico-industriali centralizzate ai fini dell'accertamento e della mappatura del rischio mediante:

- attività di progettazione e di gestione relative al funzionamento del Laboratorio;
- **definizione e messa a punto di metodologie analitiche;**
- **effettuazione di analisi di agenti nocivi chimici, biologici e mineralogici;**
- **consulenza** in ambito di elaborazione e realizzazione di campagne di monitoraggio ambientale nei luoghi di lavoro;
- **Studi di comparto** avvalendosi della collaborazione di borsisti e assegnisti universitari;
- **Attività analitica per conto terzi**



Laboratorio ConTARP

E' suddiviso in sezioni:

1. Mineralogia

2. Chimica

3. Fisica

4. Biologica

5. Realtà Virtuale
e
Realtà aumentata



CTSS - Attività svolta in ambito sanitario

Rischio biologico



Valutazione qualità aria e inquinamento microbiologico
Poliambulatori Inail, verifica efficacia della sanificazione con ozono

CEM



Esposizione a CEM in Ambiente sanitario: il progetto CRAEM per promuovere la sicurezza con la realtà aumentata

RMN



Valutazione del rischio Occupazionale da Esposizione a campi magnetici statici in uso
Per apparati di RMN

DIGI-Workers



Misura e monitoraggio di DMS attraverso scansioni 3D digitali rapide e non invasive



Rischio biologico Settore Sanitario INAIL

Anno 2022 In collaborazione con Università Federico II- Dipartimento di biologia

ATTIVITA' SVOLTA PRESSO:

- laboratorio di Igiene industriale ex ConTARP-INAIL Campania
- laboratori di Igiene del Dipartimento di Biologia- complesso universitario di Monte Sant'Angelo

SCOPO:

Utilizzo professionale dell'ozono, per la sanificazione di strutture sanitarie e monitoraggio ambientale di ambienti indoor, fornendo un' **analisi sulla qualità dell'aria interna (IAQ)**. Si è ricercata la **presenza del virus SARS-CoV-2 sulle presunte superfici a contatto con i lavoratori**.

LUOGHI DI LAVORO INTERESSATI (Centro polifunzionale INAIL):

- Sala accettazione;
- Sala infermiere;
- Sala fisiatra;
- Cabina audiometrica.

ATTREZZATURE UTILIZZATE

Centralina microclimatica Babuc/A



Campionatore attivo M.A.Q.S. II



Fotoionizzatore MiniRae PD300



Ozonizzatore



RILIEVI EFFETTUATI:

- **Rilievi microclimatici;**
- **Rilievi dei Composti Organici Volatili totali;**
- **Campionamenti microbiologici**, per valutare i livelli dei batteri e dei miceti presenti nell'aria e sulle superfici;
- **Caratterizzazione molecolare di batteri e funghi;**
- **Caratterizzazione molecolare su superfici del virus SARS-CoV 2**, mediante l'utilizzo di tamponi sterili.



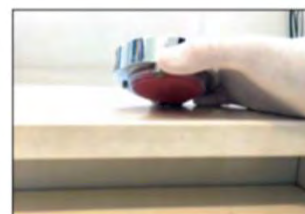
- **Carica batterica, micetica, e l'eventuale presenza specifica dello *Staphylococcus Aureus*;**
- **valutazione quantitativa e qualitativa della salubrità** dei diversi poliambulatori INAIL **dopo aver pulito e sanificato mediante ozonizzazione. Un'analogica ricerca è avvenuta sulle superfici.**

CAMPIONAMENTI ATTIVI E PASSIVI (1/2)**Campionamenti attivi:**

Campionatore ad impatto ortogonale (MAQS II) con testata adattabile a piastre Petri di 90 mm di diametro posti a 1.5 m dal pavimento. Volume d'aria aspirato : 500L.

**Campionamenti passivi: piastra di contatto Rodac weight****Terreni di coltura:**

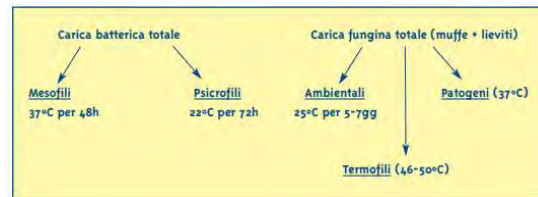
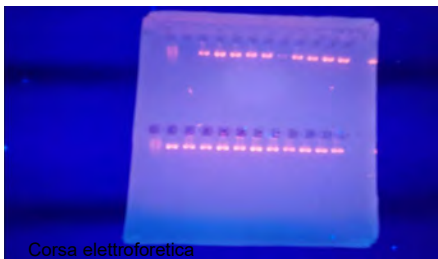
- **Plate Count Agar** incubate a T=22 °C per 3 gg per la **conta batterica totale psicofila**;
- **Plate Count Agar** incubate a T=37 °C per 1-2 gg per la **conta totale mesofila**;
- **Sabouraud** incubato a T=25 C° per 5-7 gg per la **conta totale dei miceti**;
- **Mannitol Salt Agar** incubato a T=37 °C per 1-2 gg per la **ricerca degli Stafilococchi coagulasi positivi** e in particolar modo **dello *Stafilococcus aureus***.



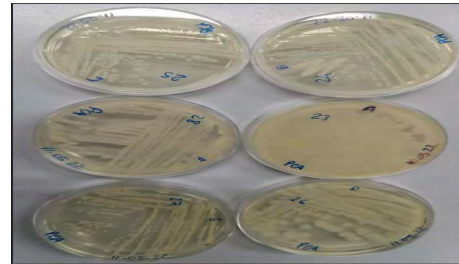
ANALISI DEI CAMPIONI

Attività svolte:

1. Incubazione delle piastre
2. Lettura delle piastre
3. Isolamento colonie
4. Estrazione del DNA batterico
5. PCR (Polymerase Chain Reaction)
6. Elettroforesi su gel d'agarosio
7. Sequenziamento
8. Analisi delle sequenze
9. Estrazione di Rna



Condizioni Standard di Incubazione



Selezione delle colonie da isolare. Attività svolta a Monte Sant'Angelo

RICERCA DEL VIRUS SARS-COV-2

Punti campionati (con tampone sterile di cotone-nylon):

1. Tastiera del computer della Sala Infermieri pre-sanificazione e post-sanificazione;
2. Scrivania della Sala Infermieri pre-sanificazione e post-sanificazione;
3. Tastiera del computer della Sala Accettazione pre-sanificazione e post-sanificazione;
4. Scrivania della Sala Accettazione pre-sanificazione e post-sanificazione;
5. Tastiera del computer dell'Ambulatorio della Fisiatra pre-sanificazione e post-sanificazione;
6. Lettino dell'Ambulatorio della Fisiatra pre-sanificazione e post-sanificazione;
7. Scrivania dell'Ambulatorio della Fisiatra pre-sanificazione e post-sanificazione;
8. Cuffie presenti nella Cabina Audiometrica pre-sanificazione e post-sanificazione;
9. Sedia presente nella Cabina Audiometrica pre-sanificazione e post-sanificazione.

OZONIZZATORE INAIL

- L'ozonizzatore ACT-300, produce una quantità di ozono da 0- 350 mg/h di ozono, con una concentrazione massima di 80 ppm che equivalgono a 157 mg/m³.
- E' costruito con un telaio in acciaio inossidabile con tutti i comandi facilmente accessibili sul retro dell'unità.
- Ha un monitoraggio integrato di tutti i parametri vitali e spegne l'unità caso di eventuali errori.
- L'unità può anche essere controllata tramite l'interfaccia 4-20 mA integrata.
- Per misurare la concentrazione del gas, è stato utilizzato il monitor della serie 500. Presenta una registrazione dati integrata e di lunga durata.



SANIFICAZIONE CON OZONO

- Produce una perossidazione lipidica, basandoci su questa idea distinguiamo i batteri Gram-negativi che sono meno sensibili dei batteri Gram-positivi, i batteri sporigeni risultano più resistenti dei non sporigeni. Questo è da attribuire alla diversa organizzazione dei lipidi.
- Vi sono meno informazioni per quanto concerne l'inattivazione dei virus ed è necessaria un utilizzo di concentrazioni maggiori di ozono rispetto ai batteri.
- I virus non vengono distrutti bensì l'ozono agisce inattivando i recettori sui virus e portando alla mancata riproduzione virale.

| Organismo | Concentrazione(ppm) | Tempo di esposizione(min) |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| BATTERI | | |
| (E. Coli, Legionella, Mycobacterium, Fecal Streptococcus) | 0,23- 2,2 | <20 |
| VIRUS | | |
| (Poliovirus, Human Rotavirus, Enteric virus) | 0,2- 4,1 | <20 |
| MUFFE | | |
| (Aspergillus Niger, vari ceppi di Penicillium, Cladosporium) | 2 | 60 |
| FUNGHI | | |
| (Candida tropicalis, Candida Parapsilosis) | 0,02- 0,26 | <1,67 |
| INSETTI | | |
| (Acarus Siro, Tyrophagus Casei, Tyrophagus Putrescentiae) | 1,5- 2 | 30 |

Inattivazione di batteri, virus, funghi, muffe ed insetti in seguito ad ozonizzazione

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

- Durante l'utilizzo dello strumento è lasciare la stanza e attendere almeno 30 minuti prima di rientrarsi; arieggiandola.
- L'Unione Europea non ha stabilito alcun limite di esposizione professionale (*IOELV, Indicative Occupational Exposure Limit Values*), all'ozono, alcuni paesi europei ed extraeuropei hanno fissato i propri limiti di esposizione nazionali. Questi parametri vanno da un limite minimo di esposizione a lungo termine di 0,05 ppm ad un limite massimo di 0,02 ppm per esposizioni di breve durata (*INAIL, 2020*). In Italia l'allegato XXXVIII del D.Lgs. 81/2008 non presenta alcun riferimento in materia.
- L'ACGIH ha posto il TLV-TWA di 0,2 ppm pari a 0,39 mg/m³ per un lavoro svolto in un arco temporale inferiore alle 2 ore.
- Per un lavoro svolto oltre le due ore il TLV-TWA risulta:
 - Per un lavoro leggero 0,1 ppm, pari a 0,2 mg/m³
 - Per un lavoro moderato 0,08 ppm, pari a 0,16 mg/m³
 - Per un lavoro pesante 0,05 ppm, pari a 0,1 mg/m³.

RISULTATI (1/ 2)- 1° ozonizzazione e 2° ozonizzazione

Risultati campionamenti microbiologici aria - analisi quantitativa

| Sala campionata | IGCM/m3 Pre-ozonizzazione | IGCM/m3 Post-ozonizzazione | ICM Pre-ozonizzazione | ICM Post-ozonizzazione |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Sala accettazione | 18 | 6 | 8 | 0 |
| Fisiatra | 64 | 16 | 0,032 | 7 |
| Sala Infermiere | 10 | 8 | 1 | 1 |
| cabina audiometrica | 4 | 10 | 0 | 4 |

Tempi ozonizzazione: 1:30 h
Concentrazione Ozono: 0,08 –0,21 ppm

| Sala campionata | IGCM/m3 Pre-ozonizzazione | IGCM/m3 Post-ozonizzazione | ICM Pre-ozonizzazione | ICM Post-ozonizzazione |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Sala accettazione | 98 | 52 | 0 | 0,6 |
| Fisiatra | 4 | 12 | 1 | 0,5 |
| Sala Infermiere | 10 | 8 | 2 | 0,5 |
| cabina audiometrica | 10 | 26 | 0,6 | 0,2 |

Tempi ozonizzazione: 2:15 h
Concentrazione Ozono: 0,08 –0,31 ppm

RISULTATI (2/ 2)- 3° ozonizzazione e 4° ozonizzazione

Risultati campionamenti microbiologici aria - analisi quantitativa

| Sala campionata 3° ozonizzazione | IGCM/m3 Pre-ozonizzazione | IGCM/m3 Post-ozonizzazione | ICM Pre-ozonizzazione | ICM Post-ozonizzazione |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| Sala accettazione | 50 | 24 | 0,14 | 1,2 |
| Fisiatra | 82 | 316 | 0,27 | 0,48 |
| Sala Infermiere | 80 | 48 | 0 | 0,16 |
| cabina audiometrica | 258 | 298 | 7,78 | 0,67 |

Tempi ozonizzazione: 3:00 h
Concentrazione Ozono: 0,07 –0,30 ppm

| Sala campionata 4° ozonizzazione | IGCM/m3 Pre-ozonizzazione | IGCM/m3 Post-ozonizzazione | ICM Pre-ozonizzazione | ICM Post-ozonizzazione |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| Fisiatra | 28 | 18 | 0,3 | / |
| Cabina audiometrica | 132 | 24 | 0 | 0,5 |

Tempi ozonizzazione: 1:30 h
Concentrazione Ozono: 0,08 –0,70 ppm

RISULTATI (1/2)

Risultati campionamenti microbiologici-analisi molecolare qualitativa

| SALA INFERMIERI | | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------|------------|
| SANIFICAZIONE | MICROORGANISM | IDENTITY | ACCESSION |
| PRE SANIFICAZIONE | <i>Bacillus licheniformis</i> strain MT-B06 | 99.71% | CP032538.1 |
| | <i>Bacillus aryabhattai</i> strain 25BN12U-2 | 99.57% | KC565670.1 |
| | <i>Bacillus megaterium</i> strain QAP17 | 98.98% | 0 |
| | <i>Bacillus acanthi</i> strain FM-2 | 98.15% | MT588723.1 |
| | <i>Bacillus aryabhattai</i> strain IMBJ5 | 98.15% | MT516328.1 |
| POST SANIFICAZIONE | <i>Bacillus megaterium</i> strain APDB9 | 98.99% | JX274543.1 |
| | <i>Bacillus licheniformis</i> strain T-5-9-2 | 99.85% | ON331910.1 |
| | <i>Bacillus subtilis</i> strain NOK92 | 99.85% | ON287169.1 |
| | <i>Bacillus magaterium</i> strain PGPR_corkoak_AJ55 | 99.57% | MZ700074.1 |
| | <i>Bacillus aryabhattai</i> strain 25BN12U-2 | 99.57% | KC565670.1 |

Campionamenti microbiologici di aria e superfici Sala Infermieri

| SALA ACCETTAZIONE | | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------|------------|
| SANIFICAZIONE | MICROORGANISM | IDENTITY | ACCESSION |
| PRE SANIFICAZIONE | <i>Staphylococcus warneri</i> strain DK131 | 99.41% | MT642942.1 |
| | <i>Staphylococcus warneri</i> strain 513 | 99.41% | MT573107.1 |
| POST SANIFICAZIONE | <i>Bacillus licheniformis</i> strain MT-B06 | 99.57% | CP032538.1 |
| | <i>Bacillus safensis</i> strain T32 | 95.81% | MZ542836.1 |
| | <i>Bacillus altitudinis</i> strain MGB1056 | 95.80% | MH260947.1 |
| | <i>Staphylococcus hominis</i> strain 19A | 99.56% | CP031277.1 |
| | <i>Staphylococcus haemolyticus</i> strain Ehan 2017 | 100.00% | MT622590.1 |
| | <i>Staphylococcus epidermidis</i> strain ZJH | 99.71% | MT071657.1 |

Campionamenti microbiologici di aria e superfici Sala Accettazione

RISULTATI (2/2)

Risultati campionamenti microbiologici-analisi molecolare qualitativa

| STANZA FISIATRA | | | | SALA ACCETTAZIONE | | | |
|-----------------------|------------------------------------------------------|----------|------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------|------------|
| SANIFICATION | MICROORGANISM | IDENTITY | ACCESSION | SANIFICATION | MICROORGANISM | IDENTITY | ACCESSION |
| POST SANIFICAZIONE | <i>Bacillus licheniformis</i> strain OD851 | 99.83% | KF835596.1 | PRE SANIFICAZIONE | <i>Staphylococcus warneri</i> strain DK131 | 99.41% | MT642942.1 |
| | <i>Staphylococcus devriesei</i> strain G3C_0m_Prm_07 | 97.94% | KT907069.1 | | <i>Staphylococcus warneri</i> strain 513 | 99.41% | MT573107.1 |
| | <i>Bacillus velezensis</i> strain 5.5 | 97.65% | KX621313.1 | POST SANIFICAZIONE | <i>Bacillus licheniformis</i> strain MT-B06 | 99.57% | CP032538.1 |
| | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain cd16 | 97.65% | KX348272.1 | | <i>Bacillus safensis</i> strain T32 | 95.81% | MZ542836.1 |
| | <i>Bacillus pumilus</i> strain TBMAX47 | 95.10% | MK834686.1 | | <i>Bacillus altitudinis</i> strain MGB1056 | 95.80% | MH260947.1 |
| | <i>Bacillus altitudinis</i> strain kv1 | 95.10% | MK483717.1 | | <i>Staphylococcus hominis</i> strain 19A | 99.56% | CP031277.1 |
| | <i>Staphylococcus hominis</i> strain 19A | 99.71% | CP031277.1 | | <i>Staphylococcus haemolyticus</i> strain Ehan 2017 | 100.00% | MT622590.1 |
| | <i>Staphylococcus haemolyticus</i> strain Ehan 2017 | 99.42% | MT622590.1 | | <i>Staphylococcus epidermidis</i> strain ZIH | 99.71% | MT071657.1 |
| | <i>Staphylococcus taiwanensis</i> strain NTUH-5172 | 99.42% | CP058667.1 | | | | |

Campionamenti microbiologici di aria e superfici stanza fisiatra

Campionamenti microbiologici di aria e superfici Sala Accettazione

RISULTATI Rilievi TVOC e SaRS-COV-2 (1/1)

- Per l'esposizione dei VOC totali in base ai livelli di concentrazione il valore massimo stabilito è di 3 mg/m³;
- Negli ambienti del centro polifunzionale INAIL oggetti dell'indagine non è stata rilevata la presenza dei COV.
- La ricerca del SARS-CoV-2 sulle superfici (computer, lettino e scrivanie di alcuni poliambulatori) prima e dopo l'ozonizzazione è risultata: **NEGATIVA**

CONCLUSIONI (1/2)

- In base ai risultati ottenuti, **dall'analisi quantitativa del monitoraggio microbiologico dell'aria e delle superfici, dall'Indoor Air Quality (IAQ) all'interno degli uffici e degli ambulatori oggetto d'esame possiamo dedurre:**
- **Nella fase di pre-sanificazione, gli Ambulatori quali Stanza Infermiere e Cabina Audiometrica appartengono alla categoria di contaminazione definita come bassa. Le Stanza del Fisiatra e la Sala Accettazione appartengono alla categoria Intermedia.**
- **Nel post- sanificazione, tutti gli ambulatori appartengono alla categoria di contaminazione definita come molto bassa e bassa.**
- **I valori dei campionamenti microbiologici d'aria espressi come IGCM/m³ appartengono sia nella pre- sanificazione che nel post- sanificazione alla categoria molto bassa dato che tutti i valori sono < 500.**

CONCLUSIONI (2/2)

- **Per quanto concerne la contaminazione delle superfici, in base alle caratteristiche tecniche dell'ozonizzatore utilizzato, presso l'INAIL, pur variando i tempi di ozonizzazione (non è stata riscontrata una correlazione tra i tempi impiegati e l'abbattimento della carica microbica).**
- **Come riportato nel Rapporto ISS COVID-19 • n. 56/2020, studi successivi di laboratorio hanno indicato come fosse possibile raggiungere una Rlog=4 (99,99%) di *E. coli* e *S. aureus* dopo ozonizzazione tra 300 e 1500 ppm, in un intervallo di tempo tra 10 secondi e 8 minuti (*Kowalski et al., 2008*).**
- **Ai tempi dell'epidemia di SARS, *Kenneth, 2003*, per verificare l'efficienza dell'ozono nella disinfezione degli ambienti, dimostrava come, mantenendo per 30 minuti un livello di ozono di 2,5 ppm si otteneva una diminuzione della carica microbica del 93%. Lo stesso studio desumeva, da tale dato, che, essendo i virus molto più sensibili dei batteri all'ozono, alle stesse concentrazioni e tempi di contatto si poteva ottenere una clearance importante dei virus.**

CONCLUSIONI (3/3)

- in uno studio di *Hudson et al., 2009*, l'ozono generato in situ è risultato efficace nell'inattivazione di norovirus in stanze d'albergo, cabine di nave e ambienti sanitari;
- nel 2020 *Dubuis et al.* hanno riportato come l'ozono utilizzato a basse concentrazioni in combinazione con un'elevata umidità relativa, sia efficace contro batteriofagi e norovirus presenti in aria con riduzioni log di almeno 2 ordini di grandezza con basse concentrazioni di ozono (1,13 ppm ± 0,26 ppm e 0,23 ppm ± 0,03 ppm, rispettivamente, a vari livelli di umidità relativa per un'esposizione di 70 minuti).
- Il lavoro effettuato ha dimostrato che con piccole concentrazioni di ozono non è possibile ottenere un buon abbattimento della contaminazione, in alcuni casi nel post-ozonizzazione, il valore risulta essere, addirittura, aumentato.
- Il tipo di ozonizzatore utilizzato ACT-300 è efficace per gli ambienti che hanno una volumetria piccola (1 m³), come la cabina audiometrica e cabina spirometrica per cui è stato previsto.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
"FEDERICO II"



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE
Area Didattica di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Corso di Laurea Magistrale in Scienze Biologiche
Tesi di Laurea Sperimentale in Igiene
Curriculum Biosicurezza

CARATTERIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO MICROBIOLOGICO
MEDIANTE L'UTILIZZO PROFESSIONALE DELL'OZONO.
RICERCA DI SARS-CoV-2 IN POLIAMBULATORI INAIL

CHARACTERIZATION AND REDUCTION OF MICROBIOLOGICAL RISK THROUGH THE
PROFESSIONAL USE OF OZONE, SARS-CoV 2 RESEARCH IN INAIL POLYCLINICS

RELATORE:
Ch.mo Prof. Marco Guida

CANDIDATA:
Lucia Di Peso
Matricola N99002467

CORRELATORE:
Dott. Raffaele d'Angelo

Anno Accademico 2020/2021

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI FARMACIA
CONTROLLO DI QUALITÀ TOSSICOLOGICO-AMBIENTALE

Tesi di laurea Sperimentale in Igiene

Utilizzo professionale dell'ozono, per la sanificazione di strutture sanitarie: ambienti indoor e superfici.

Professional uses of ozone for the sanitation of indoor environments and surfaces in health facilities

Relatore:
Prof.ssa Antonia Sacchi

Candidato
Manarosaria Del santo
N31/001091

Correlatore:
Dott. Raffaele d'Angelo

A.A. 2020-2021



CEM Sanitario INAIL

Anni 2019-2022

In collaborazione con Università Federico II- Dipartimento di Fisica e Dipartimento di Ingegneria Industriale

AGENTI FISICI E SALUTE NEI LUOGHI DI LAVORO



Bologna 17/10/2019

R. d'ANGELO
Coordinatore CONTARP CAMPANIA



IL RISCHIO DA ESPOSIZIONI A CEM IN AMBIENTE SANITARIO: il progetto **CRaEM** per promuovere la sicurezza con la realtà aumentata

Possibile effetti dei CEM sulla salute

- **effetti termici o stimolazione del tessuto nervoso o muscolare**
- **disturbi transitori delle percezioni sensoriali e modifiche minori nelle funzioni cerebrali** dovute all'eccitazione di magnetofosfeni presenti nella retina o la deflessione della cupola nell'apparato uditivo
 - comparsa di vertigini
 - sensazione di sapore metallico
 - lampeggiamenti

I CEM nell'ambiente sanitario

- **In ambiente sanitario sono diversi gli apparati che impiegano campi elettrici, magnetici o elettromagnetici per trattamenti terapeutici o indagini diagnostiche**
- **La presenza dell'operatore durante le procedure è spesso necessaria**
- **La collocazione è svariata e spesso non permanente rendendo così più critica la segnalazione delle aree ad accesso consentito solo ai lavoratori/lavoratrici o interdette.**
- **L'esposizione può essere ridotta, per quanto possibile**
 - senza eccessivi allarmismi
 - con una corretta politica di prevenzione e riduzione dei rischi

Il progetto CRAEM

- **CRAEM è un progetto prevenzionale CONTARP-INAIL Campania e**

Dipartimento di Fisica "Ettore Pancini" dell'Università degli Studi di Napoli Federico II

- In collaborazione con
 - CNR IREA
 - IDEAS DII, UNINA



- **Scopo**
 - **promuovere la sicurezza rispetto al rischio** da esposizioni a CEM in ambiente sanitario
 - **utilizzando tecniche innovative di comunicazione, formazione e fruibilità** delle informazioni
 - **La possibilità di avere in tempo reale una banca dati in cui verificare la tipologia dell'apparecchiatura in esame e di individuare le eventuali zone di rispetto è sicuramente un grande vantaggio sia per gli addetti alla sicurezza sia per l'operatore** che è immediatamente consapevole delle condizioni di esposizione in cui si trova.

Le fasi del progetto

- **Raccolta ed analisi dei dati reperibili da banche dati** accreditate sugli apparati impiegati in ambito sanitario
- **Configurazione di una piattaforma gratuita per la comunicazione in realtà aumentata** dei rischi elettromagnetici in ambito sanitario
- **Diffusione e Promozione della attività e della tecnologia acquisita.**
- **Definizione di una guida all'adozione e configurazione della piattaforma in realtà aumentata sui rischi elettromagnetici in ambito sanitario, che rappresenterà una best practice per gli RSPP del settore.**

DVR+
UN AUSILIO AUMENTATO ED INTERATTIVO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO INDUSTRIALE:
PROBLEMATICHE DI SVILUPPO E CASI APPLICATIVI



1 fase : selezione rischio "esposizione ad agenti fisici"

2 fase : calibrazione dello smartphone rispetto allo spazio di lavoro

3 fase : inquadratura del macchinario con la telecamera dello smartphone

AGENTI FISICI E SALUTE NEI LUOGHI DI LAVORO

d-A 2019

I dispositivi pre-caricati nell'App

- **Per la configurazione della piattaforma sono stati raccolti dati relativi alle tipologie di sorgenti di CEM, con relative caratteristiche tecniche, che determinano esposizione occupazionale in ambiente sanitario, utilizzando come fonte la Banca Dati Campi Elettromagnetici del portale PAF (Portale Agenti Fisici) dell'INAIL.**
- **L'APP offre i dati di 33 apparecchiature sorgenti di CEM delle seguenti tipologie:**
 - Coperte, cuscini, materassi termici uso medico, Defibrillatore, Diatermia
 - Tecar Terapia
 - Elettrobisturi
 - Magnetoterapia
 - Stimolatore Transcranico

DVR+

UN AUSILIO AUMENTATO ED INTERATTIVO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO INDUSTRIALE: PROBLEMATICHE DI SVILUPPO E CASI APPLICATIVI



4 fase : selezione del macchinario nella lista (PAF portaleagentifisici)



5 fase : tracciatura del perimetro del macchinario



6 fase : visualizzazione delle safety zone con vibrazione dello smartphone

DVR+

UN AUSILIO AUMENTATO ED INTERATTIVO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO INDUSTRIALE: PROBLEMATICHE DI SVILUPPO E CASI APPLICATIVI

CALIBRAZIONE DELLO SMARTPHONE RISPETTO ALLO SPAZIO DI LAVORO



MODALITÀ

INQUADRATURA DEL MACCHINARIO CON LA TELECAMERA DELLO SMARTPHONE E SELEZIONE DEL MACCHINARIO NELLA LISTA (PAF PORTALEAGENTIFISICI)



TRACCIATURA DEL PERIMETRO DEL MACCHINARIO E CREAZIONE DELLE SAFETY ZONE



LA VIBRAZIONE DELLO SMARTPHONE AVVERTE IL LAVORATORE CHE SI E' AVVICINATO TROPPO ALLA SAFETY ZONE DEL MACCHINARIO



INQUADRATURA DEL MACCHINARIO CON LA TELECAMERA DELLO SMARTPHONE E VISUALIZZAZIONE DELLE SAFETY ZONE E DELLA SCHEDA TECNICA



CALIBRAZIONE DELLO SMARTPHONE RISPETTO ALLO SPAZIO DI LAVORO

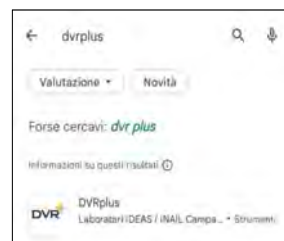


Risultati del progetto

- **RSPP e datore di lavoro riescono a visualizzare in tempo reale le 3 zone intorno all'apparecchio nel suo ambiente reale**
 - **Zona 0** (dove i livelli di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico rispettano i limiti per la popolazione generale, oppure in cui tutte le sorgenti presenti sono conformi *a priori*)
 - **Zona 1** (sono superati i valori limite per la popolazione ma sono sicuramente rispettati i limiti per il lavoratori/lavoratrici)
 - **Zona 2** (sono superati i limiti occupazionali e ed è interdetto l'accesso).
- Ai datori di lavoro e /o ai loro consulenti è **offerta un'agevole reperibilità delle condizioni di esposizione** dei lavoratori ai **CEM generati da macchinari/impianti/sorgenti comunemente utilizzati in ambito sanitario**
- Possibilità di **identificare le migliori modifiche del layout** delle apparecchiature nell'ambiente **per ridurre l'esposizione accidentale** dei lavoratori ai CEM

Registrazione e Download

Per il funzionamento occorre effettuare una registrazione gratuita sul sito web <https://www.dvrplus.it/> e scaricare l'App dallo Store





Rischio risonanza magnetica

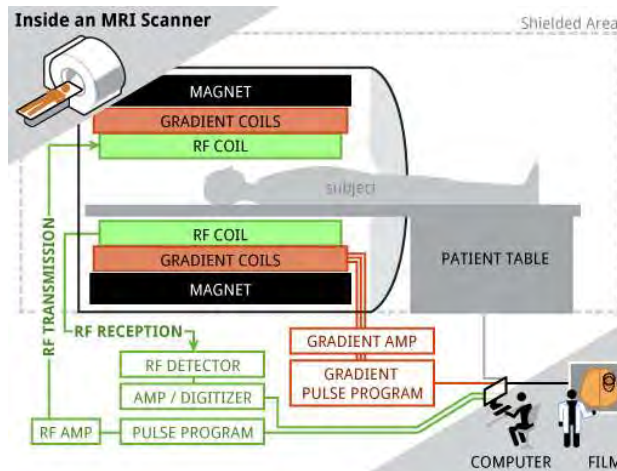
Anni 2011-2016

In collaborazione con CNR- Istituto per il rilevamento elettromagnetico dell'ambiente (IREA)

**VALUTAZIONE DEL RISCHIO OCCUPAZIONALE DA
ESPOSIZIONI A CAMPI MAGNETICI STATICI IN USO
PER APPARATI DI RMN**

**PROGRAMMA PROTOCOLLO DI INTESA TRA INAIL – REGIONE
CAMPANIA E CNR – ISTITUTO PER IL RILEVAMENTO
ELETTROMAGNETICO DELL'AMBIENTE (IREA)**

COMPONENTI DI UN SISTEMA MRI



Sorgenti di CEM in un apparato MRI:

- campo magnetico statico
- campi di gradiente pulsati a frequenze ELF (extremely low frequency)
- campi magnetici pulsati a radiofrequenza nella regione VHF (Very High Frequency).

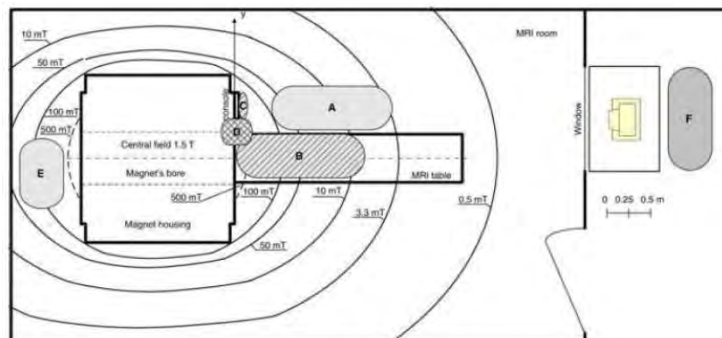
Sorgenti di esposizione per i lavoratori:

- Campo magnetico statico (livelli di induzione magnetica fino a 7 T in Italia)
- Campi EM tempo varianti a bassa frequenza dovuti ai movimenti in un campo magnetico spazialmente disomogeneo o ad accelerazioni in un campo uniforme
- Campi EM tempo varianti generati durante le fasi di switching on/off e di acquisizione delle immagini dalle bobine di gradiente (100-1000 Hz) e dalle bobine a RF (10-100 MHz)

Napoli, Università Parthenope, 4 Giugno 2013

CAMPO MAGNETICO STATICO

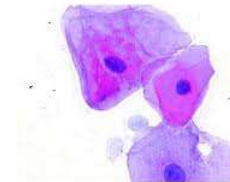
- I risultati delle ricerche sino a questo momento condotti tendono a confermare l'assenza di effetti sanitari sull'uomo per esposizioni a campi di intensità fino a 2 T.
- L'unico effetto accertato, di disturbo più che di danno, è la formazione di stimoli visivi detti fosfeni, la soglia di induzione varia da soggetto a soggetto, e di stimoli sensoriali quali vertigini, nausea, sapore metallico in bocca.
- Tale fenomeno, ripetutamente osservato nel caso di campi magnetici a frequenze estremamente basse, nel settore della RMN è lamentato più dagli operatori che dai pazienti; ciò induce a pensare che tale effetto sia dovuto al movimento della testa all'interno del campo.



Linee isogauss in una sala RMN con magneti da 1.5 T. A,B,C,D,E,F: zone di stazionamento degli operatori durante le attività lavorative

FASI DEL PROGETTO

1. Studi *in vitro*: vitalità, stato ossido ossido-riduttivo cellulare, induzione di apoptosi e danno al DNA in colture cellulari di mammifero esposte a CMS
2. Studi *in vivo*: Valutazione del danno cromosomico su cellule epiteliali da campioni di mucosa buccale, prelevati da lavoratori esposti in RMN al fine di valutare eventuali effetti avversi dell'esposizione
3. Caratterizzazione dell'esposizione occupazionale mediante misure di induzione magnetica presso apparati per RMN

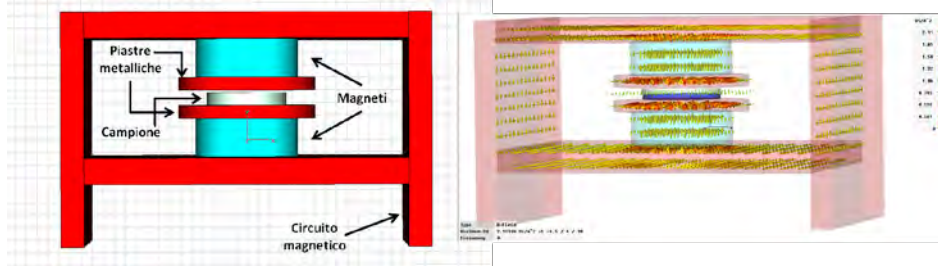


Napoli, Università Parthenope, 4 Giugno 2013

1. STUDI IN VITRO: RISULTATI

- Esposizione di colture cellulari a valori di induzione magnetica tipici dell'esposizione occupazionale in RMN.
- Necessità di esposizioni controllate e ben caratterizzate
- CMS con elevata omogeneità di distribuzione spaziale

PROGETTO E REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA PER L'ESPOSIZIONE DI COLTURE CELLULARI AL CMS



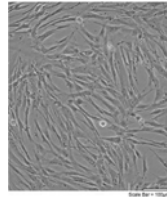
- Coppia di magneti permanenti + piastre metalliche fra le quali viene inserito il campione da esporre
- Le linee di campo magnetico si richiudono attraverso la struttura metallica esterna (circuito magnetico)
- Valore medio di induzione magnetica nella zona di esposizione: **0.4 T (1.3% coefficiente di variazione)**
- Possibilità di ridurre il valore di induzione magnetica per avvicinamento dei magneti e di esporre più campioni contemporaneamente

Napoli, Università Parthenope, 4 Giugno 2013

1. STUDI IN VITRO: RISULTATI



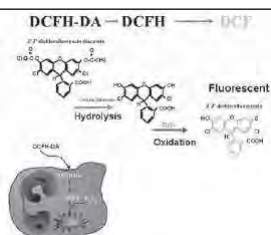
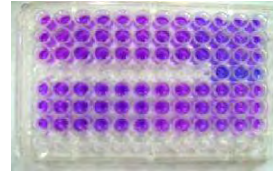
Sistema di esposizione alloggiato in un incubatore per colture cellulari. Un sistema identico, ma con cilindri in plastica al posto dei magneti, è stato realizzato per le sham-esposizioni



- Cellule: **fibroblasti umani di polmone** (cellule MRC-5)
- **Protocollo di esposizione al CMS: 1h/giorno per 4 giorni**

TEST BIOLOGICI

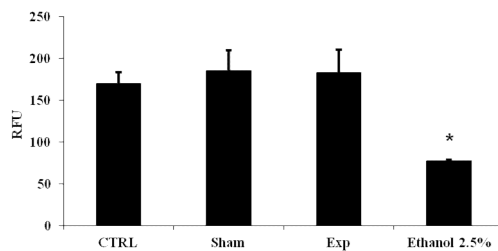
analisi vitalità cellulare mediante tecnica spettrofluorimetrica (test della Resazurina)



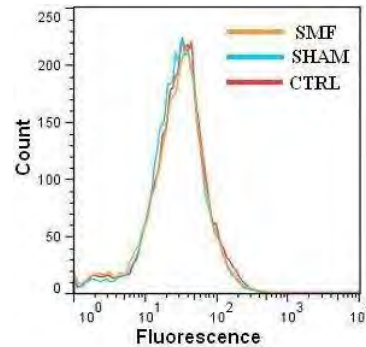
analisi dello stress ossidativo cellulare (ROS) mediante tecnica citofluorimetrica

Napoli, Università Parthenope, 4 Giugno 2013

1. STUDI IN VITRO: RISULTATI



Vitalità cellulare (attività metabolica) in cellule MRC-5 esposte al CMS (induzione magnetica 0.4 T) per 1h/giorno per 4 giorni. I risultati sono presentati come media \pm DS di 3 esperimenti indipendenti in duplicato; *P<0.05, Student t a due code per dati appaiati vs CTRL.



Istogramma di fluorescenza rappresentativo di cellule MRC-5 esposte al CMS, sham-esposte e di controllo

I risultati della prima fase di studi *in vitro* del progetto non hanno fornito evidenza sperimentale che esposizioni ripetute ad un campo magnetico statico, a livelli di induzione magnetica tipici dell'esposizione occupazionale (0.4 T), alterino in maniera significativa la vitalità cellulare o aumentino lo stress ossidativo in fibroblasti di polmone umano, nell'ambito del protocollo di esposizione qui considerato.

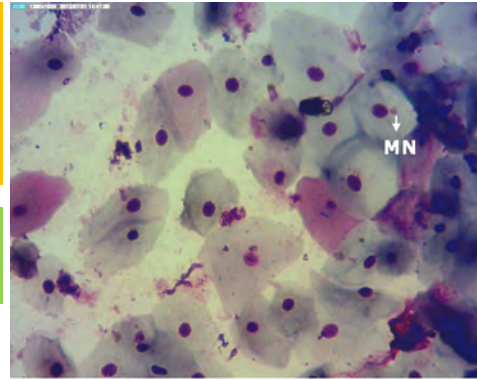
Napoli, Università Parthenope, 4 Giugno 2013

2. STUDI *IN VIVO*: RISULTATI

Biomonitoraggio dell'esposizione dei lavoratori mediante prelievo di campioni di mucosa buccale e valutazione del danno cromosomico (test del micronucleo) eventualmente associato ad esposizioni prolungate ad intensi campi magnetici statici.

Sviluppo di una procedura semplice e non invasiva per il prelievo dei campioni e la valutazione del danno cromosomico

La procedura è stata ad oggi validata su un campione di soggetti di controllo



Immagini da microscopio ottico di cellule con micronuclei

1. **Questionario da sottoporre ai soggetti esaminati** per classificarli in base a età, stile di vita, attività svolta;
2. **prelievo e raccolta di campioni di mucosa buccale da lavoratori esposti** e da un **gruppo di controllo**
3. **preparazione e colorazione dei vetrini;**
4. **analisi e classificazione, tramite microscopia ottica, delle tipologie cellulari caratteristiche della mucosa buccale;**
5. **individuazione di micronuclei, che sono l'espressione di un eventuale danno genetico indotto dall'esposizione.**

Napoli, Università Parthenope, 4 Giugno 2013

3. MONITORAGGIO DEI LIVELLI DI ESPOSIZIONE



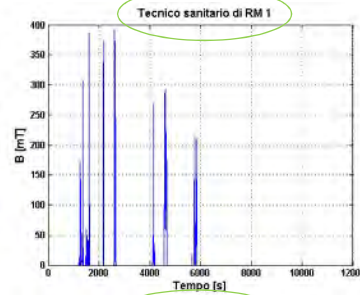
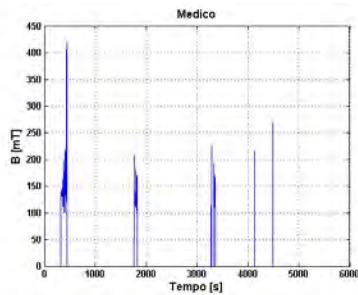
- **Mappatura dei livelli di induzione magnetica in sale RMN** mediante gaussmetro con sonda di Hall
- **Monitoraggio dei livelli di esposizione degli operatori durante lo svolgimento dell'attività lavorativa mediante dosimetri personali** (in dotazione presso l'Istituto Nazionale Tumori Fondazione G. Pascale)
- **Analisi della distribuzione temporale dei livelli di esposizione al CMS** in riferimento alle normative nazionali



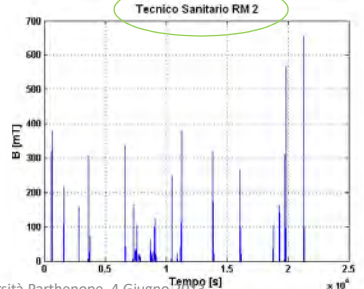
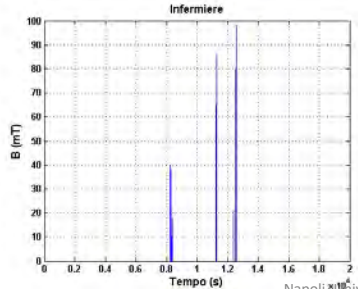
Napoli, Università Parthenope, 4 Giugno 2013

3. ALCUNI ESEMPI DI RISULTATI MONITORAGGIO

Monitoraggio livelli induzione magnetica Settembre 2012 (Fondazione G. Pascale)



Tecnico RMN: categoria professionale maggiormente esposta (assistenza e posizionamento del paziente sul lettino, e posizionamento delle bobine di gradiente ed a RF per l'esecuzione dell'esame diagnostico)



Pur essendo stati rilevati dei picchi di esposizione intorno ai 700 mT, il livello di esposizione è risultato sempre al di sotto del limite di 2000 mT per 15 minuti al giorno, (DM 2/8/1991)

Napoli Università Parthenope, 4 Giugno 2013

PRODOTTI FINALI DEL PROGETTO

1. Questionario per l'identificazione delle sorgenti di rischio e individuazione dei conseguenti rischi di esposizione- E' diviso in 5 schede:

1. Introduzione: dati identificativi della struttura oggetto della valutazione e delle figure professionali incaricate di effettuarla

2. Caratteristiche del sito: Basata sul Regolamento di Sicurezza (RdS) di un sito di Risonanza Magnetica che costituisce il documento di riferimento per la gestione delle attività all'interno del medesimo, alla luce degli specifici rischi in esso presenti ed è anche propedeutico alla valutazione del rischio da espletare ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 81/08

3. Caratteristiche degli operatori: Basata su esempi di questionari sottoposti ai lavoratori di Risonanza Magnetica e su quanto richiesto dal Regolamento di Sicurezza

4. Caratteristiche dei pazienti: Basata su quanto richiesto dal Regolamento di Sicurezza

5. Caratteristiche operative: Da numerosi studi presenti in letteratura sull'esposizione occupazionale in MRI è possibile individuare gli aspetti su cui focalizzare maggiormente l'attenzione per poter poi definire le adeguate misure di prevenzione e protezione atte a ridurre, per quanto possibile, i valori delle grandezze indotte dall'esposizione ai campi elettromagnetici.



SCHEDE PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO OCCUPAZIONALE IN UN SITO DI RISONANZA MAGNETICA

PRODOTTI FINALI DEL PROGETTO

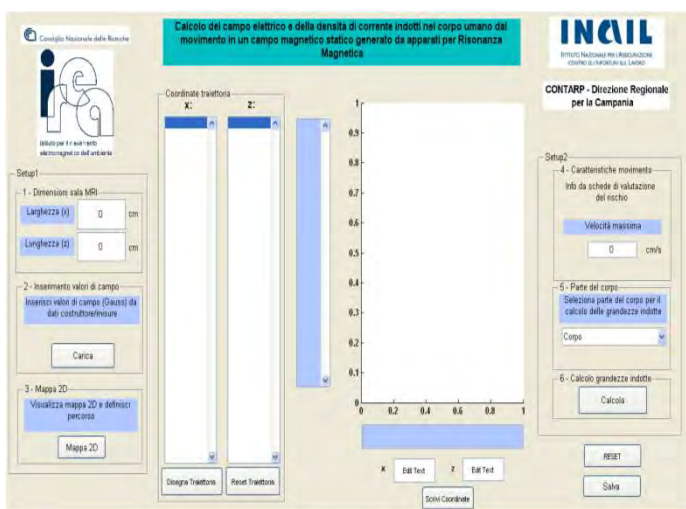
2) Vademecum per la sicurezza dei lavoratori rispetto ai rischi connessi all'esposizione a campi elettromagnetici in MRI

- Redatto sulla base dei risultati del progetto, è rivolto agli operatori che, nell'ambito della loro regolare attività lavorativa, transitano all'interno di siti MRI.
- Il vademecum, ben lungi dall'essere esaustivo rispetto alla valutazione delle sorgenti di rischio in MRI, è stato concepito per proporre un approccio innovativo per la valutazione del rischio da esposizione ai campi elettromagnetici, con l'obiettivo finale di formare i lavoratori rispetto alle sorgenti ed ai comportamenti di rischio e di informare gli "attori" della sicurezza sugli interventi di prevenzione e protezione, collettivi e individuali, di tipo gestionale ed organizzativo al fine di minimizzare i rischi e migliorare l'aspetto

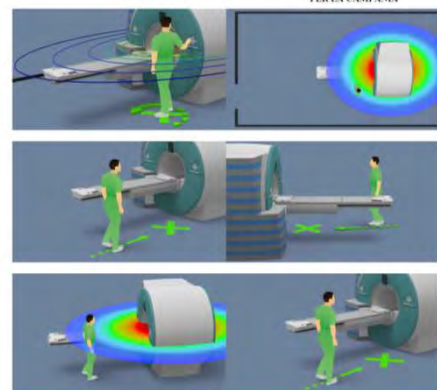


PRODOTTI FINALI DEL PROGETTO

3) Applicativo per il calcolo del campo elettrico e della corrente indotta nel corpo umano dal movimento in un campo di magnetico statico generato da apparati per Risonanza Magnetica



Interfaccia grafica associata all'applicativo dalla quale è possibile inserire i parametri per la simulazione e l'analisi delle situazioni di rischio



Frames estratti dall'applicativo in computer grafica che consente di simulare ed analizzare differenti situazioni occupazionali di esposizione in MRI

PRODOTTI FINALI DEL PROGETTO**4) Pubblicazione su rivista internazionale**

www.nature.com/scientificreports

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

Lack of effects on key cellular parameters of MRC-5 human lung fibroblasts exposed to 370 mT static magnetic field

Received: 06 August 2015
Accepted: 07 December 2015
Published: 14 January 2016

Stefania Romeo^{1,*}, Anna Sannino^{1,*}, Maria Rosaria Scarfi¹, Rita Massa^{1,2}, Raffaele d'Angelo³ & Olga Zeni¹

The last decades have seen increased interest toward possible adverse effects arising from exposure to intense static magnetic fields. This concern is mainly due to the wider and wider applications of such fields in industry and clinical practice; among them, Magnetic Resonance Imaging (MRI) facilities are the main sources of exposure to static magnetic fields for both general public (patients) and workers. In recent investigations, exposures to static magnetic fields have been demonstrated to elicit, in different cell models, both permanent and transient modifications in cellular endpoints critical for the carcinogenesis process. The World Health Organization has therefore recommended *in vitro* investigations as important research need, to be carried out under strictly controlled exposure conditions. Here we report on the absence of effects on cell viability, reactive oxygen species levels and DNA integrity in MRC-5 human foetal lung fibroblasts exposed to 370 mT magnetic induction level, under different exposure regimens. Exposures have been performed by using an experimental apparatus designed and realized for operating with the static magnetic field generated by permanent magnets, and confined in a magnetic circuit, to allow cell cultures exposure in absence of confounding factors like heating or electric field components.

Scientific Reports ha un Impact Factor a 2 anni di 4.6 (2022); è la 5° rivista più citata al mondo



**DIGI-WORKERS: Misura e monitoraggio
disordini muscoloscheletrici**

Anni 2011 in corso

In collaborazione con Università Federico II- Dipartimento di Ingegneria Industriale



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
INDUSTRIALE



ideas



BEYOND SHAPE
3D MEDICAL SCANNING

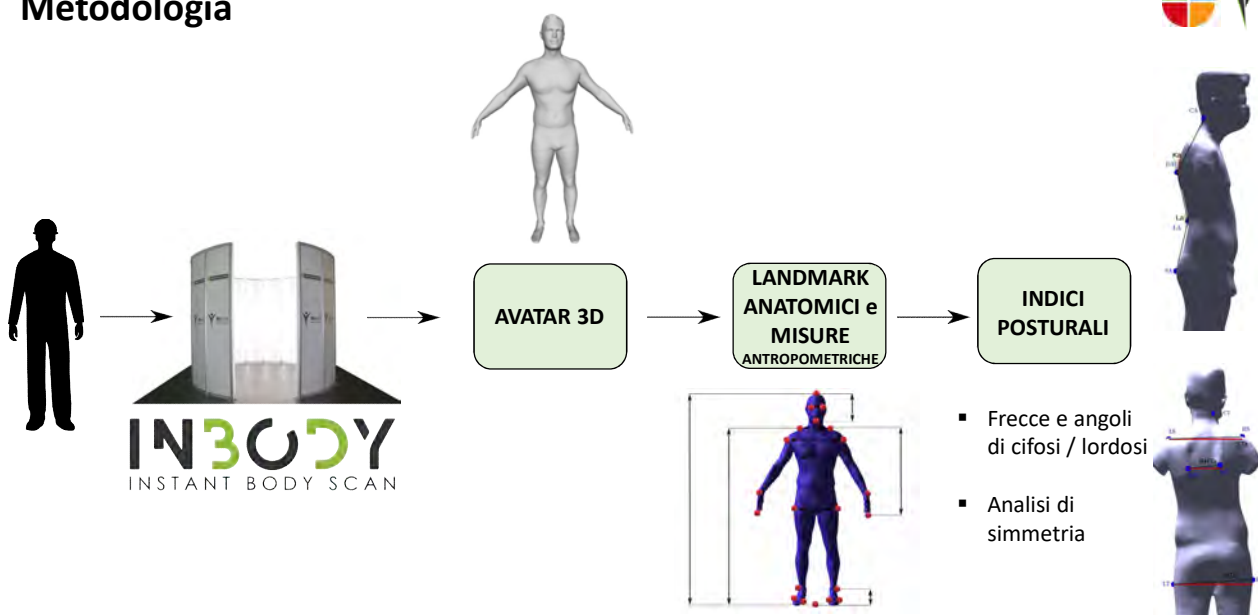
DIGI-WORKERS: MISURA E MONITORAGGIO DEI DISORDINI MUSCOLOSCHIELETRICI PER LA SICUREZZA PREVENTIVA DEI LAVORATORI IN FABBRICA ATTRAVERSO SCANSIONI 3D DIGITALI RAPIDE E NON INVASIVE

Gruppo di lavoro INAIL-UNINA:
G. Di Gironimo, T. Caporaso, S. Grazioso,

Responsabile DII UNINA FII
Prof. Giuseppe Di Gironimo

Responsabile INAIL-CONTARP:
Dott. Raffaele d'Angelo

Metodologia



Lavoratori coinvolti: personale con limitazioni al carico della colonna vertebrale

Fasi



- **Fase 1:** Individuazione dei casi d'uso, analisi dei requisiti, specifiche e architettura del sistema
- **Fase 2:** Implementazione di un sistema di acquisizione e ricostruzione 3D del lavoratore
- **Fase 3:** Sviluppo del software per l'estrazione delle misure antropometriche dal modello 3D del lavoratore
- **Fase 4:** Sviluppo di indici per il monitoraggio dei disordini muscoloscheletrici
- **Fase 5: Validazione**



Grazie dell'attenzione