

Nemici emergenti in piscina:  
Quali sono e come trattarli



# La disinfezione mediante UV-c

# La disinfezione mediante l'utilizzo degli UV

- I raggi UV sono parte del nostro quotidiano e una delle fonti di radiazione UV più conosciute è il sole, sin dall'antichità era conosciuto il suo effetto germicida.
- La luce solare nel suo spettro elettromagnetico comprende le radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti e ionizzanti.
- La Radiazione Ultravioletta appartiene al sottoinsieme delle Radiazioni Elettromagnetiche Non Ionizzanti (NIR, Non Ionizing Radiation) e occupa la regione spettrale da 100 a 400 nanometri (nm).



# La disinfezione mediante l'utilizzo degli UV

- Al contrario delle radiazioni con lunghezza d'onda cortissima quali i raggi X e Gamma che hanno effetto ionizzante e modificano la struttura molecolare di qualunque organismo irradiato, la radiazione UV-c non lascia alcuna traccia o residuo dopo il suo passaggio.
- Si tratta di radiazioni elettro magnetiche aventi una lunghezza d' onda compresa tra i 100 ed i 400 nm, e si trovano nella porzione di spettro compresa tra la luce visibile ed i raggi X.



# La disinfezione mediante l'uso degli UV

La radiazione UV è ulteriormente distinta in funzione della sua lunghezza d'onda in:

- UV-A, onda lunga (vicina all'ultravioletto) da 315 a 400 nm, con proprietà abbronzanti;
- UV-B, onda media da 280 a 315nm, con proprietà terapeutiche e di sintesi della vitamina D;
- UV-C, onda corta da 100 a 280 nm, con proprietà germicida.



# La disinfezione mediante l'utilizzo degli UV

- La porzione di UV aventi effetti germicida è quella compresa nell'intervallo degli UV-c, e l'efficacia massima si ha a 253,7nm.
- L'effetto germicida delle radiazioni UV-c si estende a tutto campo, distruggendo batteri, virus, spore, muffe, funghi ed acari;
- L'effetto distruttivo della radiazione danneggia il DNA dei microrganismi impedendone la crescita e moltiplicazione.



# La disinfezione mediante l'utilizzo degli UV

- Sono sempre più numerose e diffuse le sorgenti artificiali di RUV utilizzate in campo medico e scientifico, nei trattamenti estetici, nella sterilizzazione di liquidi e superfici e in diverse applicazioni industriali ed artigiane.
- La radiazione UV è prodotta artificialmente con lampade contenenti vapori di mercurio. L'energia generata dall'eccitazione del vapore di mercurio contenuto dalla lampada, dà inizio all'emissione della radiazione UV-c.





# I sistemi:

I sistemi di disinfezione mediante radiazione UV possono essere di 3 tipi:

- 1. Bassa pressione e bassa intensità;
- 2. Bassa pressione ed alta intensità;
- 3. Media pressione e alta intensità.



# Lampade UV a bassa pressione e bassa intensità

- Queste lampade generano una radiazione monocromatica con lunghezza d'onda di 254 nm, molto prossime a 260 il quale risulta efficace all'inattivazione batterica.
- Le lampade sono al mercurio-argon. L'efficienza delle lampade diminuisce con il tempo, la vita utile di una lampada varia tra le 9000/14000 ore ed in funzione dei cicli on-off.





# Lampade UV a bassa pressione ed alta intensità

- Molto simili alle precedenti, con la sola differenza che invece del mercurio si utilizza una amalgama mercurio-indio. Questo permette alle lampade di produrre una radiazione UV-c superiore di 2/4 volte di quelle precedenti.
- Il processo è più stabile anche nei confronti di variazioni di temperatura, e la lampada ha una vita più lunga.



# Lampade UV a media pressione ed alta intensità

- Queste lampade lavorano ad una temperatura di 600/800 C°, solo il 7-15% della radiazione prodotta ha una lunghezza d'onda utile. Tuttavia queste lampade avendo un output superiore di 50/100 volte risultano più efficienti. In questo modo il numero di lampade si riduce e con loro l'ingombro del sistema di disinfezione.



# Efficienza della disinfezione con radiazione UV

- La disinfezione con UV è di tipo fisico, la radiazione penetra attraverso la parete cellulare e viene assorbita dagli acidi nucleici.
- Questi eventi producono danni alle macromolecole biologiche coinvolte, DNA, proteine, lipidi etc., e sono all'origine del danno funzionale e strutturale di natura fotochimica, determinando di conseguenza la morte della cellula.



# Efficienza della disinfezione con radiazione UV

L'efficienza della disinfezione tramite UV dipende da alcuni fattori:

- Caratteristiche del sistema di disinfezione;
- Caratteristiche dell'idraulica del sistema (Portata pompa);
- Presenza di percolato o di torpidità;
- Caratteristiche dei microrganismi;
- Caratteristiche chimiche del liquido da trattare.



# Efficienza della disinfezione con radiazione UV

- Particolare riduzione dell'efficienza si ha con la presenza di sostanza percolata, la quale sostanza può costituire uno schermo all'irradiazione del microrganismo, limitandone il contatto con le radiazioni.
- Altro caso di riduzione dell'efficienza è la presenza di composti precipitati al di sopra del quarzo delle lampade.
- Infine l'efficienza del sistema varia in funzione del tipo di microrganismi presenti nel liquido



# Dose di UV

- I parametri di riferimento per gli effetti fotochimici sono l'energia dei fotoni in gioco e l'esposizione radiante o "dose", cioè il prodotto dell'irradianza o "intensità di dose" per il tempo di esposizione.
- Quando un effetto dipende dalla dose e può essere ottenuto, alternativamente, o mediante una intensità bassa per un tempo lungo o una intensità elevata per un tempo breve, purché sia costante il loro prodotto, esso soddisfa il principio della reciprocità.





# Dose di UV

In fotobiologia detto principio è noto anche come legge di Bunsen-Roscoe. Il principio di reciprocità va "interpretato" in rapporto al tipo di effetto considerato.

La dose di UV alla quale sono esposti i microrganismi può essere posta pari a:

$$D = I \times t$$

dove **D** è la dose di **UV** [mJ/cm<sup>2</sup>], **I** l'intensità [mW/cm<sup>2</sup>] e **t** il tempo di esposizione.



# Dose di UV

- Dalla relazione risulta che la dose di UV può essere modificata intervenendo sia su  $t$  (tempo) che su  $I$  (intensità luminosa).
- L'applicazione della formula sul dimensionamento del sistema, risulta complessa a causa dell'incertezza della determinazione del tempo di contatto relativo ai patogeni presenti in acqua e dall'intensità  $I$ .



# Batteri, virus, e loro dose.

## Batteri:

- Aeromonas 3,6
- Agrobacteria tumefaciens 8,5
- Bacillus anthracis 8,7
- Bacillus magaterium (vegetative) 2,5
- Bacillus magaterium (spores) 52
- Bacillus subtilis (vegetative) 11
- Bacillus subtilis (spore) 58
- Ceratomyxa shasta 30
- Clostridium tetani 22
- Corynebacterium diphtheriae 6,5
- Esherichia coli 7
- Legionella 5,5
- Leptospira interrogans 6
- Mycobacterium tuborculosis 10
- Neisseria catarrhalis 8,5



# Batteri, virus, e loro dose.

## Batteri:

- Proteus vulgaris 6,6
- Pseudomonas aeruginosa (lab. strain) 3,9
- Pseudomonas aeruginosa (env. strain) 11
- Rhodospirillum rubrum 6,2
- Salmonella enteritidis 7,6
- Salmonella paratyphi 6,1
- Salmonella typhimurium 15
- Salmonella typhosa 6
- Saprolegnia hyphae 10
- Sarcina lutea 26
- Serratia marcescens 6,2
- Shigella sonnei 7
- Streptococcus 10
- Viridans streptococci 3,8



# Batteri, virus, e loro dose.

## Virus:

- Bacteriophage 6,6
- Hepatitis virus 8
- Influenza virus 6,6
- Poliovirus 21
- Rotavirus 24



# Batteri, virus, e loro dose.

## Alghe:

- Mucor ramosissimus 35
- Penicillium expansum 22
- Penicillium roqueforti 26

## Spore:

- Chlorella vulgaris 22





# Dimensionamento dell'impianto UV-C

- Spesso chi ci chiede un impianto di sterilizzazione UV-c, avanza richieste di dimensionamento di impianti senza fornirci quelli che sono i parametri base, ovvero l'insieme minimo dei valori necessari per l'individuazione del sistema di trattamento ideale
- Gli sterilizzatori d'acqua a raggi UV-C non esulano da questo contesto, l'analisi dei parametri, di dimensionamento, che ogni costruttore deve abilmente pesare in fase di progetto.



# Dimensionamento dell'impianto UV-C

Vengono riportati così dati relativi a:

- la trasmittanza dell'acqua;
- le differenze tra le varie lampade germicide;
- portata della pompa in  $m^3/h$ ;
- dimensioni piscina da trattare;
- la riflessione della radiazione ad opera delle pareti della camera di sterilizzazione;
- l'influenza della temperatura;



# Dimensionamento dell'impianto UV-C

- Si evince che, per ottenere elevati livelli di disinfezione deve sempre essere effettuata una corretta valutazione/interpretazione dell'insieme dei parametri che intervengono nel calcolo del dosaggio influenzandone il risultato finale.



# I VANTAGGI

1. Batteri virus, spore, funghi, muffe ed acari, non possono acquisire resistenza ai raggi UV, cosa che avviene con i normali sistemi di disinfezione chimica.
2. Tutti i germi patogeni hanno una sensibilità alle radiazioni UV-C.
3. Con l'utilizzo di disinfettanti chimici è inevitabile il fastidio dell'odore, mentre con la tecnologia UV-C no, perché la luce non ha odore.
4. Si evita il pericolo dovuto all'impiego dei disinfettanti chimici, i cui rischi possono verificarsi per inalazione diretta dei vapori oppure per ingestione di prodotti alimentari inquinati da un'eventuale contatto con gli stessi disinfettanti.
5. Con l'impiego degli apparecchi Sanipro i costi di esercizio sono minimi, un impianto UV-C non richiede manutenzione, tranne che per il normale sostituzione delle lampade.



# Campi applicativi

- Piscine pubbliche,
- Piscine private,
- Palestre
- Centri benessere ed estetici
- Industrie chimiche e alimentari,
- Acquedotti,
- Comuni
- Sorgenti,
- Acquari,
- Strutture ospedaliere e scolastiche
- Ristoranti.
- Acquacoltura e piscicoltura

