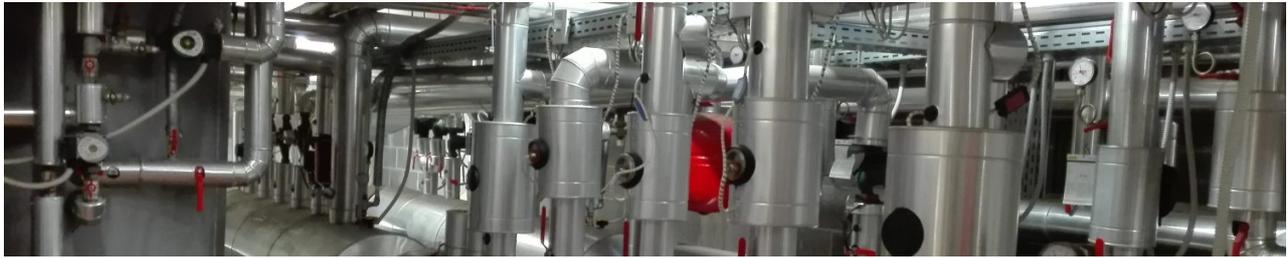


UTA – Il mondo degli impianti meccanici

 mondoimpiantimeccanici.wordpress.com/tag/uta



Premessa:

1. Igienizzare gli ambienti di lavoro è sempre una buona pratica di manutenzione ma ad oggi (12/04/2020) **non esistono evidenze scientifiche che dimostrino correlazioni tra la trasmissione del SARS-CoV2-19 con impianti igienizzati**; mi dispiace per chi in questi giorni descrive la sanificazione dei canali d'aria come una attività da erogare in modo massiccio; purtroppo avere canali igienizzati non ci consente di non essere infettati, non sono io a dirlo ma le evidenze scientifiche presenti in letteratura tecnica (vedere i link alla fine dell'articolo).
2. **Il SARS-CoV2-19 è un virus, non è un batterio**, quindi scrivere articoli "minestrone" che presentano l'igienizzazione dei canali d'aria per combattere il SARS-CoV2-19, nella stessa maniera con cui si combatte il batterio della Legionella significa dare una informazione forviante; sarebbe bellissimo se fosse vero ma non è così.
3. **Avere un impianto di ventilazione meccanica controllata aiuta (ma anche poco) ad avere un ambiente con minor rischio**; tutto dipende dal numero di ricambi aria (che tipicamente è basso nelle abitazioni).
4. Avere i filtri nelle Unità di Trattamento Aria non c'entra nulla con la sicurezza verso il SARS-CoV2-19 (sempre che non siano filtri assoluti); quindi dire in un sol fiato: **"questi-uffici-sono-sicuri-perchè-abbiamo-i-filtri" è sbagliato**.
5. Per chi si occupa tutti i giorni di progettazione e consulenza d'impianti HVAC, trattare questi temi è cosa complessa, figuriamoci per chi li tratta saltuariamente o per chi tratta solo alcuni aspetti di un intero impianto di climatizzazione. In questo momento **il male ha anche la forma di chi promette la soluzione per un suo scopo economico**. Mi occupo di progettazione e consulenza di impianti meccanici HVAC da più di 17 anni e le fonti di riferimento a cui attingo sono scritte da professori e professionisti che se ne occupano da molto più tempo di me e loro sono i primi ad avere dei dubbi sulle indicazioni che abbiamo oggi su questo maledetto virus; **leggere articoli che dimostrano certezza sulla soluzione manifesta che sono scritti da chi non ha la visione d'insieme come solo un progettista ha**.

6. **Igienizzare va bene, questo in generale**, igienizzare perché c'è la pandemia potrebbe essere inutile e sicuramente **non si deve promettere che un impianto igienizzato è un impianto sicuro e quindi degno di poter abbassare la guardia nei confronti del Corona Virus, perché il rischio di contagio continuerà ad esserci in presenza di un infetto anche se il sito è stato igienizzato.**

Nel (meraviglioso) mondo degli impianti meccanici l'ingegnere convive quotidianamente con una "voce" che gli ricorda la sua condizione di umiltà su ciò che sta dimensionando, la condizione costante è di avere poca certezza su come in realtà, la fisica, non sia scritta con la matematica, questo per noi non significa vivere nell'insicurezza ma nella consapevolezza che Colui che ha creato il mondo non ha usato lo stesso linguaggio matematico che usiamo noi ("Perché io credo in Colui che ha creato il mondo" (Prof. Zihhi)); infatti le formule matematiche e gli algoritmi che utilizziamo per dimensionare gli impianti meccanici sono delle approssimazioni per descrivere come si comporta la natura (questo è valido anche in altri campi della scienza) Grazie a studi scientifici e prove sul campo, le formule matematiche hanno dimostrato di essere sufficientemente rappresentative della realtà e quindi, l'errore che si commette nell'utilizzarle è minimo rispetto ad utilizzare altri modi di interpretare la natura..

Premesso quanto sopra, questo pezzo riprende il precedente articolo che ho scritto sul tema SARS-CoV2-19; l'obiettivo, è quello per la quale è nato questo blog, ovvero divulgare concetti complessi nel modo più semplice possibile: questo non significa "semplificarli" ma poterli trasferire alla maggior numero di persone e su questo, proprio tu che stai leggendo, puoi giocare un ruolo fondamentale in questa nostra missione di divulgazione.

Nella guerra che ci troviamo a combattere l'arma della conoscenza potrebbe essere molto potente per contrastare questa pandemia; la conoscenza deve essere diffusa e non rimanere ad appannaggio di pochi, la conoscenza deve essere per tutti (questo è il mio parere) ed è per questo che **questo pezzo, con modestia e attenzione, vuole argomentare un tema molto serio.**

Il tema che descriverò interessa tutti noi che usciamo di casa per fare la spesa o per portare fuori il cane e cerca di dare risposta a questa domanda: fino a che punto le restrizioni che ci stanno chiedendo di rispettare sono efficaci? Conoscendo la risposta saremo forse più consci e rispettosi delle regole.

Secondariamente vorrei suggerire un'idea per quando ci sarà la ripresa delle attività: gli impianti di climatizzazione potrebbero fare da spartiacque per riconoscere quali attività possono aprire per prime e quali no (quindi non sul codice ATECO).

Bene, allora iniziamo!

Il SARS-CoV2-19 è un virus, quindi le sue regole di diffusione non sono quelle dei batteri, questo per dire che se esistono Unità Trattamento Aria dotate di filtri (fatta eccezione per i contesti ospedalieri in cui per alcune zone esistono filtri assoluti), per i contesti residenziali e terziario (ad esempio gli uffici) i filtri non saranno capaci di bloccare i virus nel loro transito.

Proprio perché il SARS-CoV2-19 (ogni volta che lo scrivo mi pare di essere Harry Potter con Lord Voldemort) è un virus molto contagioso, potenzialmente letale e mai conosciuto, non esistono in letteratura tecnica modellazioni matematiche che lo possano descrivere, quindi, ad oggi la dinamica di trasmissione di “Tu-sai-chi” è ritenuta paragonabile all’influenza stagionale ma con molta più capacità di infettare le persone; questo aspetto è per dire che tutte le considerazioni che leggerai dopo hanno questo limite ma ne descrivono bene il comportamento, unica via per non farci prendere “dalle sensazioni”, dobbiamo accettare dei margini di incertezza che la nostra conoscenza inevitabilmente ha in questo periodo nei confronti del Virus ma con quello che abbiamo possiamo riconoscere il suo comportamento, ben consci che il SARS-CoV2-19 è molto più contagioso.

Ogni persona infetta è una sorgente di virus SARS-CoV2-19

Una cosa è certa però: ogni persona è una fonte di “polveri” ovvero ogni persona con la respirazione e con il parlato emette goccioline di saliva che prendono due diverse strade, le più pesanti cadono e le più leggere rimangono in sospensione (queste sono il risultato di un’evaporazione e quindi non subiscono l’effetto della gravità). Ecco quindi che **abbiamo due modi diversi per infettarci**:

1. **Toccando** le particelle più pesanti, che rimaste sulle superfici si “attaccano” alla nostra pelle e a sua volta, senza volere, le *introduciamo nel nostro* corpo attraverso le mucose (bocca e occhi). Il tempo di permanenza in vita di queste cariche virali ho letto essere anche di 9 ore.
2. **Inalando le particelle leggere rimaste in sospensione**, proprio queste particelle vengono definite *cariche virali elementari* che “aleggiano” nell’aria e tecnicamente viene chiamato: *bio-aerosol*. Questa tipologia di carica virale, soprattutto per la sua dimensione, **non può essere bloccata dai comuni filtri** che si trovano nelle Unità Trattamento Aria, quindi ecco spiegato perché le macchine per la Ventilazione Meccanica Controllata *non riescono a bloccare le cariche virali elementari*.

Cariche virali elementari (quantum)

Le cariche virali elementari di fatto non sono infettive al 100% ma al 63% (questo per l’influenza stagionale però) e, che nel caso del Corona Virus, dobbiamo ipotizzare che tutte le persone del mondo siano potenzialmente suscettibili di infettarsi, perché il SARS-CoV2-19 è un virus sconosciuto e mai incontrato prima, quindi non è nota alcuna immunità.

Tanto più in un ambiente si ha un'elevata concentrazione di cariche virali elementari, tanto più il rischio di infettarsi aumenta.

E' la carica virale elementare a fluttuare nell'aria, nata dall'evaporazione della saliva emessa dalla persona infetta, ad essere un nucleo che rappresenta il *primo proiettile di questo maledetto virus* perché se ci colpisce (ovvero se involontariamente la respiriamo) abbiamo il 63% di probabilità di infettarci.

Personalmente ritengo che se l'influenza è un calibro 9 di una Beretta 92,



il SARS-CoV2-19 potrebbe essere un calibro 90 mm di un carro armato;



significa che la probabilità di infettarci con un quantum di SARS-CoV2-19 è molto più probabile di un quantum di un'influenza stagionale; essere minacciati da una Beretta 92 è diverso che vedersi la canna di un carro armato puntata proprio nella nostra

direzione.

Calcolo del numero di cariche virali elementari prodotte nel tempo da una persona infetta al variare del numero di ricambi aria del sito in cui si trova.

Se una persona infetta emette cariche virali elementari allora la prima domanda è: *quante cariche virali produce nel tempo?* Giusto per sapere come sarà “la pioggia di proiettili” quantum che potrebbe investirci.

In letteratura tecnica esiste una formula per **conoscere il numero di cariche virali elementari accumulate in un ambiente e prodotte dalle persone infette** (che sono ammalate da influenza stagionale) **al variare del tasso di ricambio aria** (Knibbs 2011)

$$N_t = \frac{ql}{n} + \left(N_0 - \frac{ql}{n} \right) e^{-nt}$$

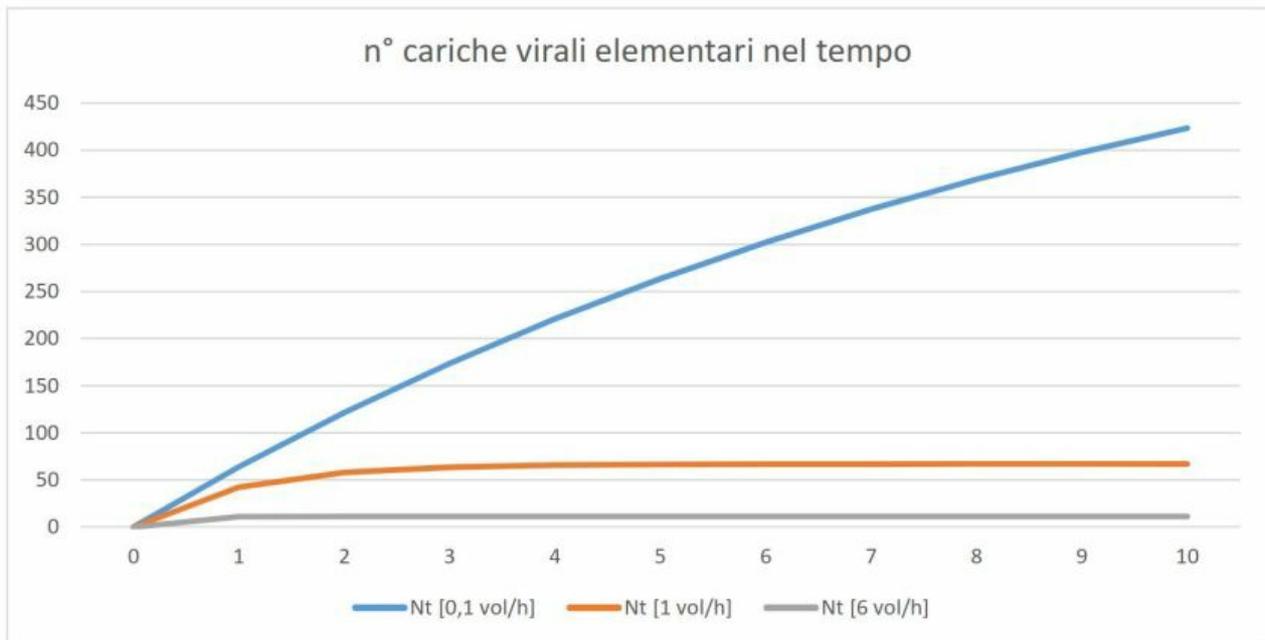
q= n° di cariche virali elementari emesse da una persona ammalata, tipicamente si utilizza il numero 67, anche se in funzione dello stato in cui si trova potrebbe essere molto infettiva (100) e poco infettiva (5). Tutto questo è sempre valido per le influenze stagionali.

l=n° di persone infette presenti contemporaneamente

n= n° di ricambi aria della stanza

N₀= n° di cariche virali elementari al tempo zero

Nota: la carica virale elementare è anche chiamata: quantum



Quantum accumulate con il passare del tempo al variare del tasso di ricambio aria di un ambiente $q=67$ (influenza stagionale)

Nell'influenza si ipotizzano che $q=67$ ma nel caso del Corona Virus quanto sarà?

Potrebbe essere molto più alto perché il SARS-CoV2-19 è molto più contagioso ma su questo (ad oggi) non ci sono informazioni certe.

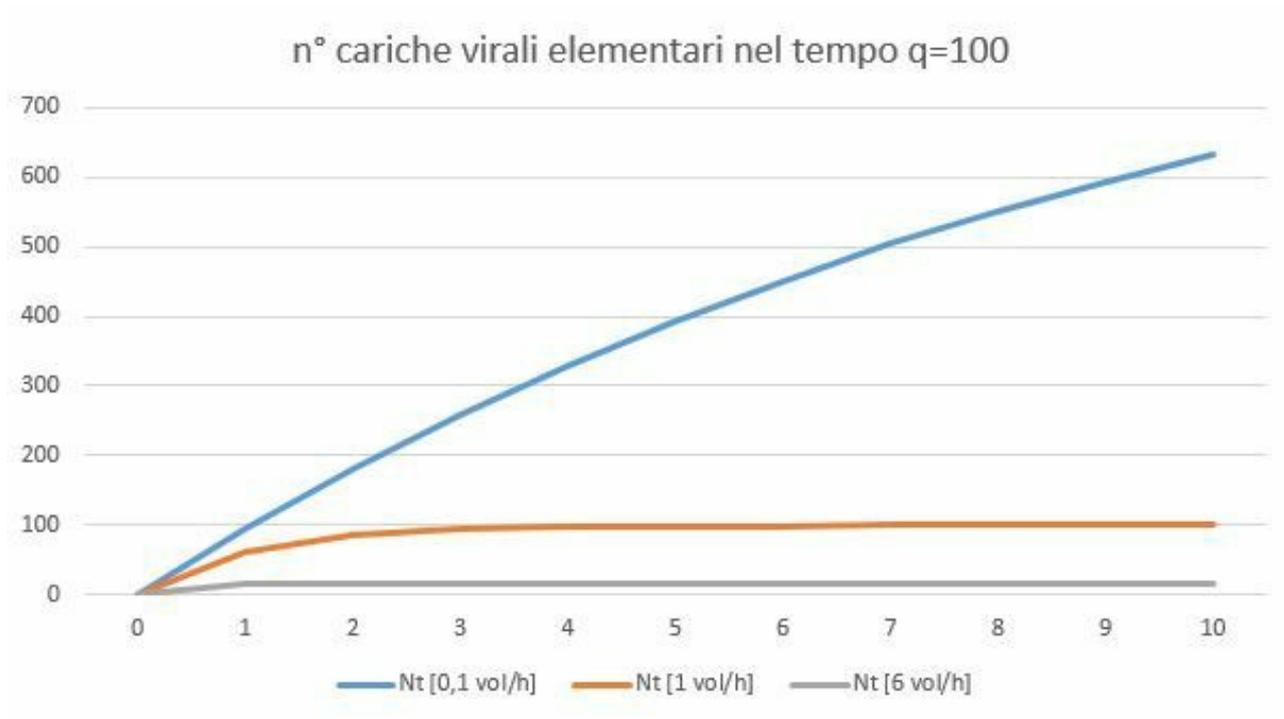
Ciò che è veramente importante è che il grafico che vedi sopra evidenzia che **la carica virale elementare (quantum) viene maggiormente diluita all'aumentare del numero di ricambi aria dell'ambiente**; è proprio questa conclusione che porta a dare l'indicazione di ricambiare spesso l'aria negli ambienti per sfruttare il principio della diluizione della carica virale, **questo è già un primo punto che suggerisce che ha poco senso dare l'autorizzazione all'apertura degli esercizi sulla base del codice ATECO ignorando che invece potrebbero esserci attività con un impianto aria dotato di 6 vol/h ma non rientrare nel codice ATECO e quindi chiuse e altre attività sprovviste di ricambi aria ma rientranti nel codice ATECO e quindi aperte.**

Il grafico, sebbene valido per l'influenza stagionale, dimostra che gli uffici, i negozi o i supermercati che hanno un ricambio aria dall'esterno pari a 6 vol/h sono più sicuri di quelli che hanno meno ricambi aria o addirittura non ne hanno; esistono uffici pubblici che non hanno ricambi aria e allora perché dovrebbero essere autorizzati ad aprire e lasciare chiuse attività che invece hanno i ricambi aria idonei a diluire sufficientemente i quantum e quindi limitare il rischio di contagio?

Il principio per il quale l'attività potrebbe riaprire in ragionevole sicurezza da rischio di contagio per inalazione di bio-aerosol, dovrebbe essere il seguente: **che-tipo-di-impianto-hai?**

Ventilazione Meccanica controllata fa poco ma fa

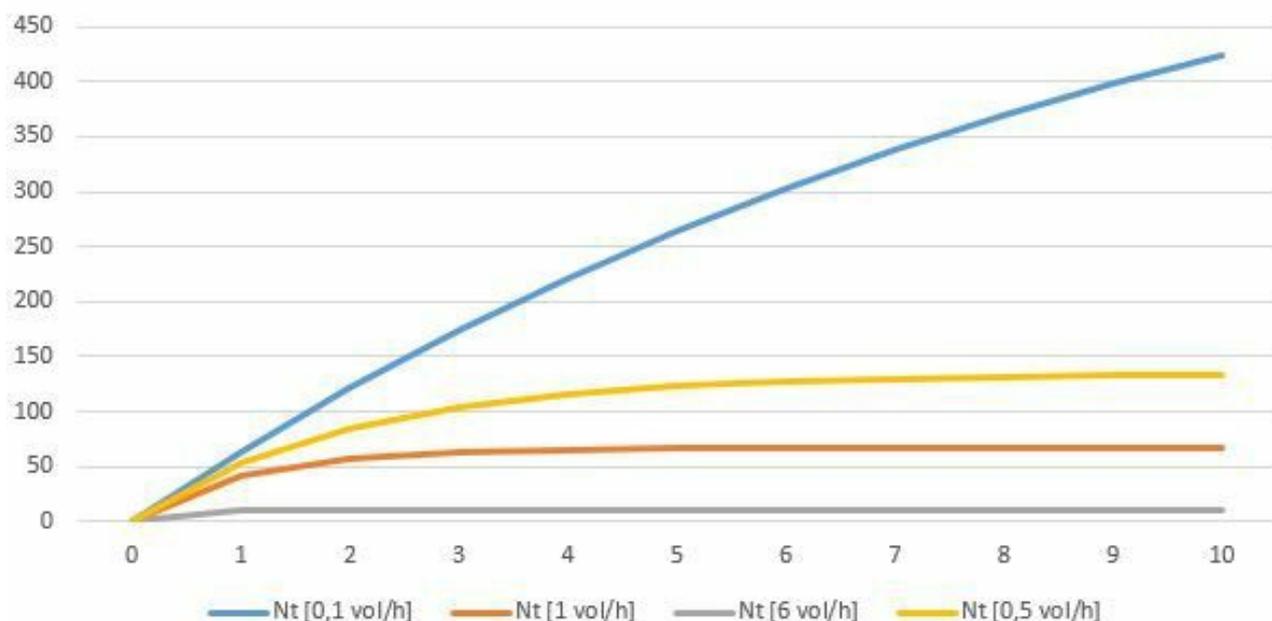
Avere un fattore di ricambio aria di 1 o 0,5 vol/h aiuta a ridurre il numero di quantum, è sicuramente meglio di niente (come nel caso $n=0,1$ vol/h) ma come progettista non posso dire che è la soluzione per ridurre in maniera sensibile il rischio di contagio da Bio-Aresol ed è inutile parlare di sistemi di filtraggio perché non esistono filtri anti-virali in queste unità, eventualmente esistono filtri anti-batterici ma non nelle applicazioni residenziali o terziarie. 1 vol/h di ricambio è ancora poco anche perché il grafico si riferisce all'influenza stagionale. Ancora una volta questo limite si dimostra invece essere un dato molto prezioso oggi perché ci dà l'idea di cosa può essere utile e cosa no.



n° di cariche virali elementari con $q=100$

Il grafico sopra è ottenuto ipotizzando il massimo dell'infettività di una persona influenzata ($q=100$) e dimostra che con 1 ricambio aria dopo 8 ore abbiamo 100 cariche virali elementari, se avessimo 6 ricambi sarebbe molto minore; oltre a questo passare da $q=67$ a $q=100$ per un ambiente con 1 vol/ora significa passare da $Nt=100$ a $Nt=67$. Questo per dire che il fattore "q" di infettività gioca un ruolo pesante sulla produzione di cariche virali elementari e il numero di ricambi pure.

n° cariche virali elementari nel tempo q=67



n° di cariche virali elementari con q=67

Con $q=67$ e una VMC in cui $n=0,5$ vol/h, dopo 8 ore abbiamo 131,5 quantum, direi un valore ancora alto per dire che le VMC siano la via per ridurre il rischio di contagio da Corona Virus.

Come oggi vengono tipicamente progettati gli uffici

Negli uffici progettati ad aria primaria, tipicamente il tasso di ricambio è almeno 1 vol/h, questo significa che **dopo 8 ore di lavoro**, ci sono un numero di cariche virali pari a **67**; **gli uffici sprovvisti di tale impianto**, a parità di condizione, hanno raggiunto il valore di **369**, vuol dire che si ha un **incremento del 351% di cariche virali elementari in più** del caso con ricambio aria. Fate conto che considerare 0,1 vol/h di ricambio è ipotizzare un ufficio in cui si aprono le finestre ogni tanto...questo per dire che **chi lavora in un ufficio senza ricambio aria meccanizzato non risolve la situazione “aprendo le finestre ogni tanto”** ma dovrebbe sempre tenerle aperte cercando di innescare in modo naturale un flusso di aria interno; **questa tipologia di uffici dovrebbe restare chiusa**, ancora una volta non è il codice ATECO a sancire quale ufficio può o non può essere sicuro e quindi degno di poter riaprire. Gli uffici professionali possono essere dotati di ricambio aria altri no, per quest'ultimi non può dirsi che siano sicuri e degni di poter riaprire.

Negli impianti climatizzati a tutt'aria, i canali sono già dimensionati per portare almeno 6 vol/h di aria; in questo modo se l'Unità Trattamento Aria lo consente (e per capirlo ci deve essere una consulenza da parte di un ingegnere progettista di impianti), si potrebbe forzare il funzionamento alla massima portata d'aria esterna. Risultato? Abbiamo

11,2 cariche batteriche elementari nell'ambiente, significa – 97% di cariche rispetto al caso di uffici senza ventilazione e -83% di cariche virali elementari in meno rispetto al casi di uffici con 1 vol/ora di ricambio.

Quanto appena visto significa che la differenza per un soggetto sano che si trova in un ambiente in cui è presente una sola persona ammalata (di influenza stagionale) è di essere sotto fuoco pesante in prima linea (caso di $n=0.1$ vol/h) oppure sotto fuoco pesante ma ragionevolmente coperto anche se in modo approssimativo ($n=1$), meglio ancora quando è sotto fuoco pesante ma non in prima linea ($n=6$ vol/h) o comunque ad un riparo robusto; in tutti i casi si è sempre in guerra ma le chance di non essere colpiti da un 90 mm aumentano rispetto ad un guerriero in prima linea.

Se ventiliamo gli ambienti allora il numero di cariche virali sarà minore (principio della diluizione con l'aria esterna non infetta), quindi è minore la probabilità di infettarci.

Ora gli edifici commerciali come ad esempio le panetterie, gli uffici postali le ferramenta, le librerie e altre attività simili, dal punto di vista progettuale non hanno particolari obblighi, esistono realtà in cui il ricambio è minimo o addirittura assente; esistono palestre o centri di riabilitazione privati sprovvisti del minimo ricambio aria ma per il fatto che rientrano o meno nel codice ATECO potranno o meno avere l'autorizzazione ad aprire senza alcuna logica relativamente al limitare il contagio da SARS-CoV2-19.

La distanza di 1 m tra le persone (oppure 3 m) non è garanzia di non contrarre questo maledetto virus perché se rispettarla significa ridurre la probabilità di contagio mediante contatto diretto con le goccioline che escono direttamente dalla bocca dell'infetto, il bio-aerosol rimane in sospensione ed è altrettanto infettivo.

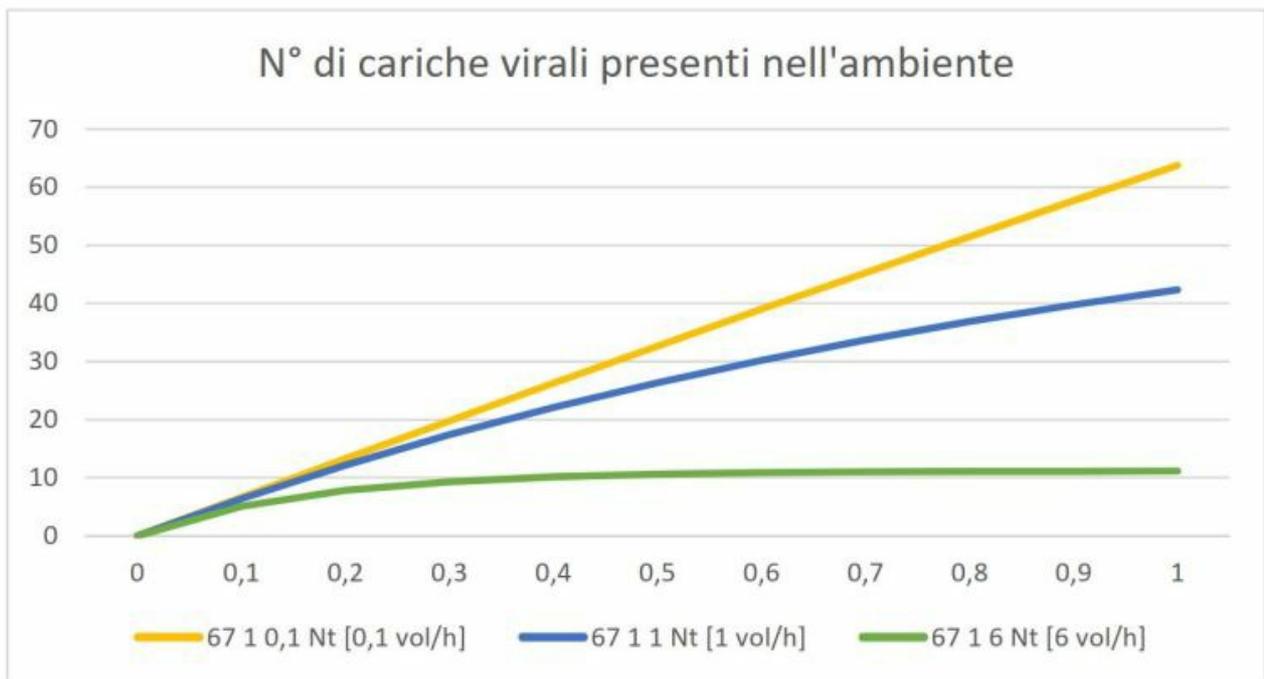
L'uso delle mascherine (e qui si apre un mondo relativamente alla tipologia esatta di mascherine) potrebbe andare a vantaggio del ridurre il contagio da goccioline prodotte dalla persona infetta e direttamente introdotte dalla persona sana.

Esistono Aziende che si fanno attendo nel dotare le loro postazioni con il pubblico con opportuni schermi trasparenti, meglio se in vetro, capaci di bloccare meccanicamente l'eventuale gocciolina di saliva verso la persona, proteggendola di fatto anche per l'intera parte esposta, come scrivania e vestiti.



Schermo protettivo in vetro temperato

Cosa succede se entriamo in un negozio o ufficio in cui prima di noi era presente un infetto?



n° di cariche virali presenti in un ambiente da 0 a 1 ora

Il grafico sopra restringe il campo e si vede che **se entriamo in un negozio in cui è**

appena uscita una persona infetta (di influenza stagionale) dopo meno di mezz'ora ci sono 20 cariche virali elementari pronte a colpirci se il negozio è sprovvisto di ricambio; invece ce ne sarebbero la metà se ci fosse un ricambio di 6 vol/h; quindi il rischio di essere contagiati sarebbe minore nel secondo caso, a parità di negozio ma con una importante differenza, il tipo d'impianto.

Si conferma la necessità di entrare uno alla volta negli esercizi, questo per evitare che contemporaneamente ci sia la presenza di una persona infetta e una no e quindi ridurre il rischio da contagio diretto ma non risolve la situazione che appena la persona infetta si allontana dal sito l'aria continui ad essere infetta per il bio-aerosol lasciato in sospensione.

Il modello matematico come punto di partenza per tutte le considerazioni.

La consapevolezza del modello matematico è che *è impossibile ridurre il numero di cariche virali elementari all'interno di un ambiente se continua ad essere presente una "sorgente"* (persona ammalata), ad esempio con $n=15$ vol/h il numero di cariche batteriche è di 4,5. (fate conto che 15 è un valore utilizzato per le sale operatorie quindi un dei posti in cui i lavaggi sono tra i massimi che si possa incontrare).

Aspetto positivo della presenza di qualsiasi strategia per il ricambio aria meccanizzato

La presenza di impianti con ricambi aria meccanizzata oltre a ridurre il numero di cariche batteriche rispetto al caso in cui sono assenti, *riescono a stabilizzare il numero di cariche virali elementari*, infatti anche con $n=1$ vol/h l'andamento della curva, vista su 10 ore, dimostra una tendenza ad essere costante dopo 3 ore.

Relazione tra numero di cariche virali elementari e loro concentrazione

Si è visto fino ad ora l'andamento delle cariche virali elementari accumulate ma non la loro concentrazione, questa dipende dalla grandezza del locale, ecco perché *a parità di numero di cariche virali il rischio di contrarre la malattia aumenta al diminuire del volume del locale* quindi ecco perché le persone entrano una alla volta nei locali piccoli e di più nei locali grandi (ad esempio supermercati), perché a parità di Nt (n° di cariche virali elementari), il volume le "disperde" di più o di meno in funzione della sua grandezza.

Cosa succede quando la persona infetta abbandona la stanza?

A fine giornata, quando l'ammalato lascerà l'ufficio è necessario continuare a ventilare gli ambienti anche per le ore in cui l'ammalato e le persone in genere non saranno più presenti, questo perché a fine giornata di lavoro Nt è sempre maggiore di zero a prescindere dal numero di ricambi aria; quindi nelle ore di chiusura la ventilazione potrà abbassare il numero di cariche virali elementari per il fatto che non esiste più la

sorgente (persona ammalata) e il ricambio d'aria favorirà la diluizione delle cariche virali elementari e quindi la loro concentrazione nell'ufficio. Solo in questo modo, nelle ore successive, i quantum caleranno fino ad azzerarsi.

Il rischio di contrarre il virus per inalazione è proporzionale alla concentrazione di cariche virali elementari presenti, quindi dipende anche dalla grandezza (volume) degli uffici

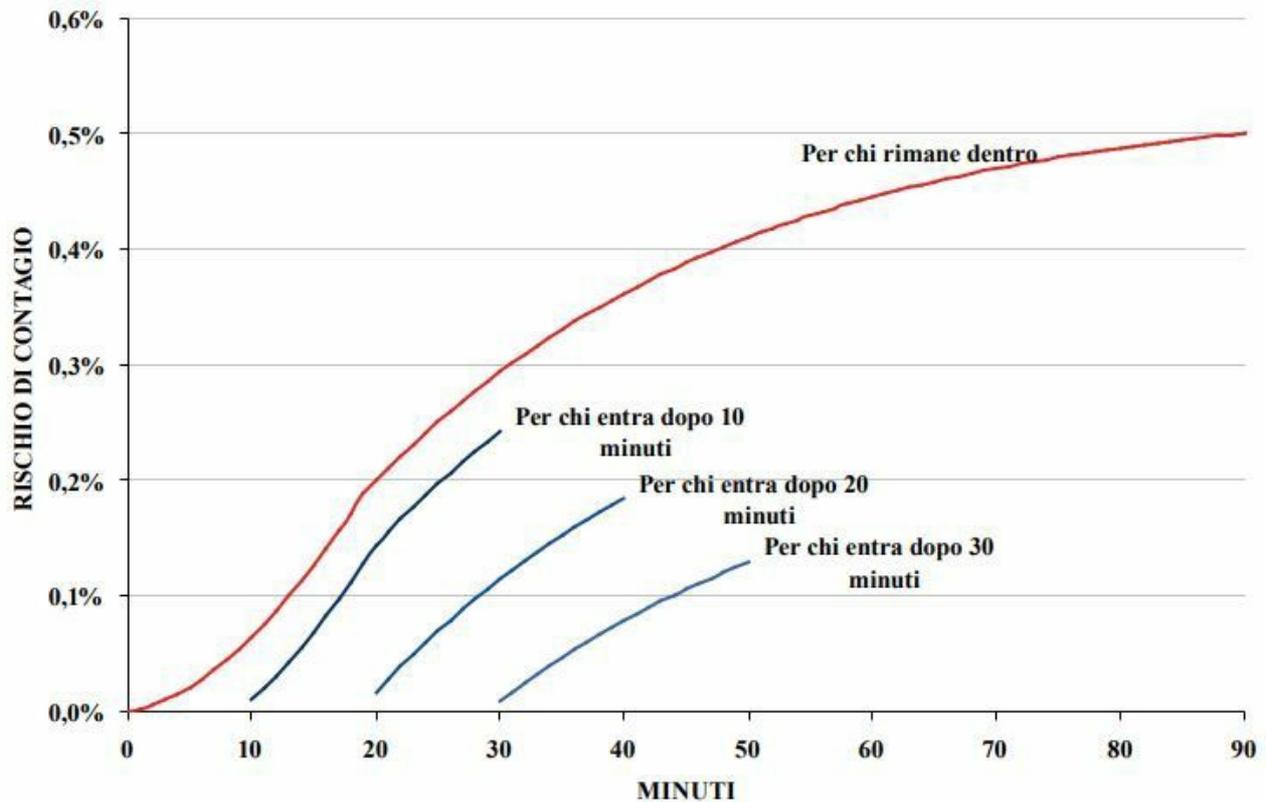
Se una persona infetta staziona per 8 ore all'interno di un locale da 100 mc, il rischio di contagio per una persona sana è molto più elevato rispetto al caso di trovarsi in un locale da 1000 mc

E' evidente che sebbene sia determinante avere impianti con ricambi d'aria elevati, **il volume dell'ambiente è un fattore altrettanto importante dal punto di vista del rischio di contagio**, quindi la soluzione dei bancomat chiusi (e pure senza ricambi aria) è una pessima strategia come del resto la situazione dei supermercati piccoli senza i necessari ricambi aria.

Questo è un secondo aspetto che conferma ancora una volta che il gioco della sicurezza del lavoro non dipende dalla categoria ATECO, sono sempre della categoria supermercati ma hanno un volume tale da aumentare il rischio di contagio rispetto ai supermercati grandi nel caso quest'ultimi rispettino il limite massimo di clienti da far entrare.

Un supermercato della mia città rispetta in maniera eccellente l'ingresso dei clienti al suo interno peccato che la file di persone in attesa di entrare sia chilometrica e tutti rigorosamente all'interno della struttura che ospita il supermercato; questo è assurdo perchè di fatto sono sempre dentro allo stesso edificio, dal punto di vista legislativo sono in prossimità della soglia d'ingresso al supermercato, quindi non all'interno del supermercato...peccato che dal punto di vista fisico è come fosse tutto dentro lo stesso volume.

Restando sull'esempio dei supermercati, il rischio di contrarre il virus è più alto all'aumentare del tempo che si passa all'interno ad esso.

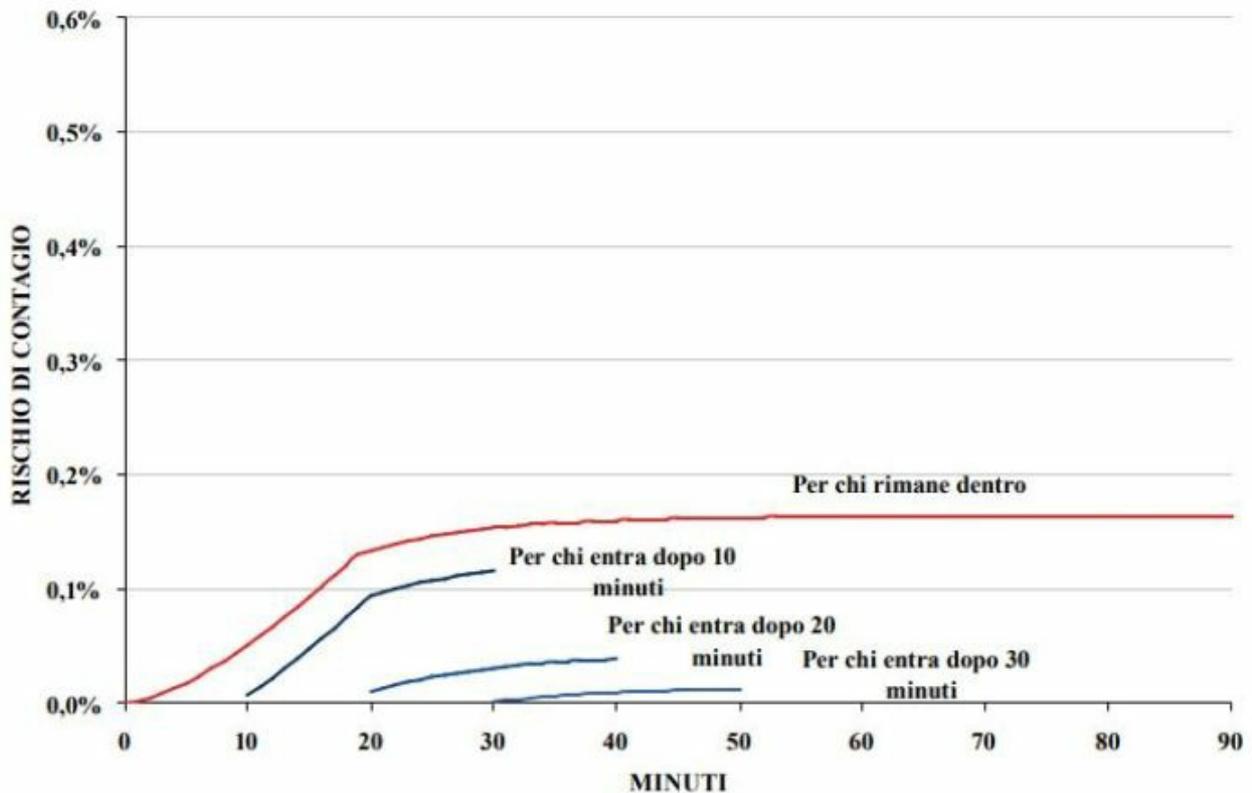


Caso di supermercato da 1000 mc, ricambio aria 2 vol/h. Infettato che rimane nel supermercato per 20 minuti, tre persone entrano nel supermercato in tre momenti diversi e ci stazionano per 20 minuti.

Al tempo zero entra l'infettato e rimane per 20 minuti e poi esce; 10 minuti dopo l'ingresso del infettato entra il primo cliente e ci rimane per 20 minuti, 10 minuti dopo l'ingresso del primo cliente entra il secondo cliente (a quel punto l'infettato esce perché sono passati i 20 minuti); il terzo cliente entra dopo che sono trascorsi 30 minuti dall'ingresso dell'infettato e sono trascorsi 10 minuti da quando l'infettato è uscito; cosa succede?

Il rischio di contagio di quest'ultimo cliente per bio-aresol è molto basso mentre per il primo cliente è molto più alto... ma guardiamo il rischio di chi lavora dentro al supermercato, sebbene la fonte di contagio sia rimasta per soli 20 minuti e poi sia uscita, il bio-aresol continua a colpire.

Se il supermercato avesse un fattore di ricambio aria di 6 vol/h le cose sarebbero molto diverse:



Rischio di contagio per un supermercato da 1000 mc/h con n= 6 vol/h

Il rischio per la cassiera e per tutti i dipendenti presenti passa da 0.5% a meno di 0.2% dopo 90 minuti; i valori 0.5 o 0.2 sono sempre riferiti alla influenza stagionale a mio parere dovrebbero incrementarli almeno di un fattore 2,5 visto che il fattore di infezione è del 2,5 ad ogni modo rimane valida la preziosa indicazione che spinge a riconoscere l'importanza dei ricambi aria e della grandezza dei locali come la via per ridurre il rischio di contagio per inalazione di bio-aerosol.

Concludendo

Sulla base delle evidenze scientifiche sopra approfondite risulta ora chiaro il perché ci siano le restrizioni nell'utilizzo dei locali ed è auspicabile che l'autorizzazione a ritornare alle attività lavorative non si basi sui codici ATECO ma su una presa visione degli impianti che l'esercizio possiede, tale analisi è possibile solo se realizzata da ingegneri specializzati nella consulenza e progettazione degli impianti HVAC, sia per un aspetto fondamentale di conoscenza della materia ma anche per un aspetto di imparzialità che un'azienda inevitabilmente fornitrice di un servizio o di un prodotto non potrebbe avere. A valle di tale audit si potranno individuare quali siano le attività che potranno riprendere a lavorare e quali dovranno adeguarsi dal punto di vista impiantistico in questo modo, anche loro potranno riprendere a lavorare in ragionevole sicurezza.

Questa conclusione è tanto valida per il contagio da bio-aerosol ma dovrebbe essere utilizzata anche per il contagio diretto.

A mio avviso queste sono le basi logiche per poter ritornare alle normali attività in attesa del vaccino (o di cure efficaci) e non comunicazioni su improbabili aperture di attività come i negozi di abbigliamento per bambini o le librerie. La domanda che ci dobbiamo porre prima di dare l'autorizzazione alla riapertura è: ma che impianti di trattamento aria ha il negozio?”, “l'ufficio” “Che impianti di trattamento aria hanno le attività per le quali viene data l'autorizzazione a riaprire?” e successivamente: “Qual'è la grandezza degli ambienti?” In base alle risposte si potrà capire se si potranno riaprire o se si dovranno adeguare con interventi idonei per poter riprendere l'attività.

Bibliografia:

Testo: Ecco perché credo in Colui che ha creato il mondo

Protocolli per la riduzione della diffusione del virus SARS-CoV2-19 negli ambienti sanitari

Position Paper funzionamento degli impianti di ventilazione in tempo di SARS-CoV2-19

Impianti esistenti – protocollo della gestione in tempi di SARS-CoV2-19

Impianti e diffusione del SARS-CoV2-19 nei luoghi di lavoro

clima interno e produttività negli uffici Collana AiCARR Dario Flaccovio Editore

AiCARR Journal #61 “Gli impianti di climatizzazione e il rischio di contagio” (M.Vio)

Tipicamente gli **uffici più evoluti** sono progettati per avere una **climatizzazione ad aria primaria con terminali di zona a tutto ricircolo**; in questo scenario **la loro regolazione è strategica per contenere i costi di gestione e mantenere un ottimo comfort**; se ti interessa approfondire il tema allora ti consiglio di continuare la lettura.

Se lavori in un ufficio, in particolar modo in un open-space, ti sarà capitato, soprattutto d'estate di avere troppo freddo o troppo caldo, potrebbe essere che alcuni colleghi, d'estate, si presentino al lavoro con il golfino e altri mezzi nudi per il caldo.

Lo scenario si ripete ogni anno, ed è tipico degli uffici con una regolazione un po' approssimativa.

La regolazione del sistema di climatizzazione potrebbe essere la causa del discomfort e anche la causa di un aumento dei costi di gestione.



In passato mi sono trovato in un open-space all'interno del quale le probabilità di ammalarsi erano maggiori d'estate, infatti c'era un elevato salto termico con l'esterno che causava a molti colleghi sinusiti o, più in generale, varie forme di problemi legati alle vie respiratorie.

Vista da chi, la climatizzazione la paga, tenere temperature di 23°C all'interno degli uffici è un vero colpo basso perchè è un costo importante nella voce dei costi indiretti che non trova una giustificazione in chi pretende questa temperatura nell'ufficio.



Quando si pensa agli elementi di un impianto di climatizzazione (con questo termine intendo sia per il riscaldamento che per il raffrescamento), la maggior parte della gente pensa sempre che *ogni elemento abbia un ruolo ben preciso e faccia solo la funzione per il quale è stato installato*, mi spiego meglio: il radiatore riscalda e il fan-coil raffredda (ed eventualmente riscalda a seconda della stagione), peccato che non sia così, la realtà della fisica è un'altra.

Gli esempi pratici sono nel vedere vaschette dell'acqua attaccate ai radiatori o in prossimità delle griglie di mandata dai fancoil (questo tecnicamente si dice "umidificare l'aria") perchè l'aria in ambiente è molto secca (caso tipico invernale). Queste situazioni non devono stupire perchè dimostrano come nella pratica i terminali (radiatori o fancoil) possono giocare anche ruoli secondari che in alcune condizioni di funzionamento portano a discomfort e anche ad un aumento dei costi di gestione.

Per inciso, non è colpa del radiatore o del fancoil se si verificano effetti collaterali ma della loro regolazione.

Se pensiamo alla stagione estiva, i fan-coil hanno il ruolo di raffreddare gli ambienti ma contemporaneamente riescono anche a deumidificare, questa duplice funzione dipende dalle loro condizioni di funzionamento, più precisamente dalla temperatura dell'acqua in ingresso e dal loro DT (Tuscita-Tingressa), ovvero dipende dalla temperatura media della batteria fredda.



Radiatore Zehnder

Posto che gli elementi di un impianto devono essere scelti per il loro ruolo principale, dobbiamo conoscere anche i loro effetti secondari per poter comprendere appieno la migliore regolazione da utilizzare per la gestione delle principali grandezze fisiche che intervengono nella percezione del comfort e per il controllo dei costi ovvero: temperatura e umidità relativa in ambiente.

Se non si conoscono e non si controllano gli effetti secondari dei fancoil allora si potrebbero creare situazioni di eccessiva deumidificazione estiva (con il conseguente aumento del costo di gestione dell'impianto) ma anche un eccessivo raffreddamento (con il conseguente discomfort degli occupanti).

Questo articolo vuole indicare la via per poter controllare gli effetti collaterali dell'impianto di climatizzazione, verranno descritte le principali logiche di regolazione d'impianto ad aria primaria e fancoil; scenario tipico degli uffici.

Nella mia pratica quotidiana, incontro spesso questa situazione: gli uffici sono prevalentemente open-space, giusto per dare un ordine di grandezza, l'80% della superficie è open-space e il 20% sono uffici direzionali (chiusi) con superficie di circa 35 mq. Le sale riunioni sono sempre un punto di domanda dal punto di vista delle reali persone che potrebbero essere presenti (e quindi la portata di aria primaria da immettere è sempre una scelta molto ponderata); come se questo non bastasse, tipicamente le sale riunioni non confinano con l'esterno, quindi non hanno aperture finestrate. Tipicamente mi trovo ad operare su uffici in edifici storici, quindi soggetti a ristrutturazioni e noi tutti sappiamo quanto quest'ultima caratteristica introduca una importante complicazione in termini di spazi tecnici per non parlare delle disposizione comunali in termini di impatti paesaggistici, alloggiare all'esterno elementi meccanici per il condizionamento, l'UTA o Chiller è sempre una difficoltà.



Fancoil Aermec

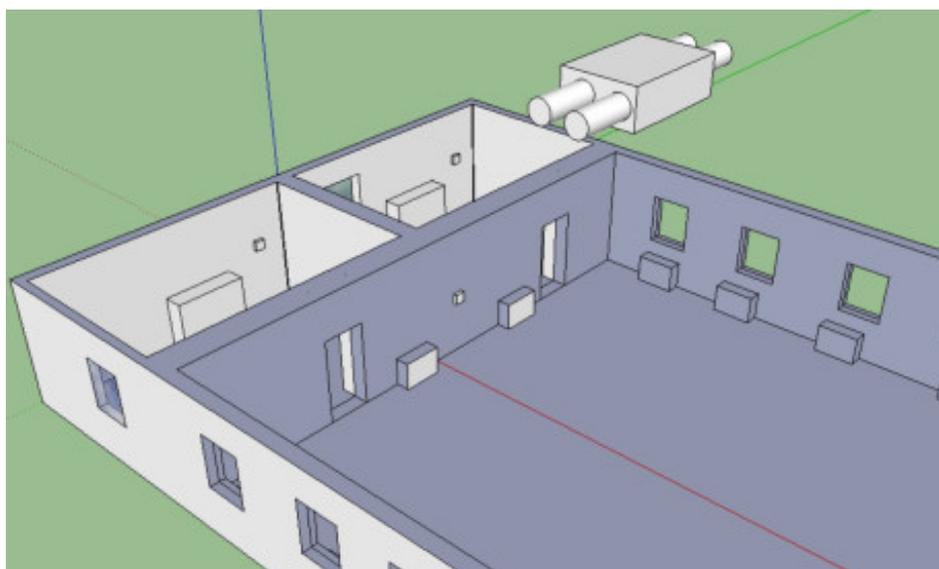


fig.1 Tipico ufficio OPEN-SPACE 80% open e 20% close, UTA al servizio del 100% della superficie e fancoil lungo il perimetro

L'architettura impiantistica negli uffici è presto detta, fancoil o cassette a soffitto per il raffrescamento e il riscaldamento degli ambienti e UTA con canali d'aria per il ricambio della stessa.

Soluzioni a soffitto radiante, purtroppo, sono sempre molto poche.

Potrebbero esserci impianti idronici o VRV/VRF, potrebbero essere impianti a due o quattro tubi (anche le soluzioni VRV/VRF danno questa possibilità), ma comunque lo scenario è il medesimo: terminali ad aria di ricircolo e UTA per l'immissione dell'aria di ricambio e la sua estrazione.



Cassetta Sabiana

In funzione delle situazioni l'aria potrebbe essere immessa direttamente nel terminale oppure potrebbe attraversare un diffusore dedicato per lo scopo; spesso la scelta se utilizzare la prima o la seconda opzione è legata alla quantità di aria primaria necessaria.

La domanda che ci dobbiamo porre è:” **Chi fa che cosa?**” ovvero, **qual è il ruolo della UTA e qual è il ruolo dei fancoil**, chi è deputato a controllare la temperatura e chi l'umidità relativa.

La domanda pare banale ma la risposta non lo è.

Scopriremo che siamo noi, nella definizione della logica di regolazione a decidere chi-fa-che-cosa e in funzione della nostra scelta la partita del risparmio energetico potrebbe essere persa, pareggiata o vinta; quindi il progettista, come un allenatore, decide le condizioni affinché i singoli ruoli possano dare il meglio; **la logica di regolazione potrà fare la differenza e vincere la partita del risparmio energetico (oltre che del comfort).**



Unità Trattamento Aria Climaveneta

Il problema principale è dato dal **controllo dell'umidità negli ambienti** che se non progettato correttamente determina inutili sprechi energetici e quindi **maggior consumi per la proprietà.**

Partiamo con la prima domanda: **chi deumidifica in estate? L'UTA o i fancoil?**

Il set-point di temperatura in **inverno è di 20°C** e va da novembre ad aprile; d'estate considero una temperatura minima di 26°C da maggio ad ottobre. Per l'umidità, il valore massimo di progetto è **55%**, è questo il valore di compromesso che ci consente di avere **confort e la giusta spesa energetica**, valori più bassi non aumentano il grado di soddisfazione delle persone ma farebbero aumentare costi energetici (al chiller in primis). **Quindi il nostro mantra deve essere: "in estate al massimo UR%=55%"**.



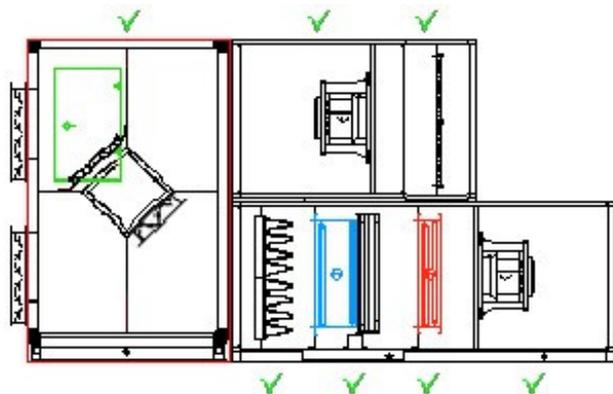
| GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20°C | 20°C | 20°C | 20°C | 26°C | 26°C | 26°C | 26°C | 26°C | 26°C | 20°C | 20°C |

Tabella 1-Temperature annuali di set-point di progetto (l'UR del 55% di set-point è costante in ogni mese)

Al solo scopo di analizzare il funzionamento della UTA in regime estivo ipotizziamo una struttura di UTA così fatta:

UTA con:

1. recuperatore statico e serranda di by-pass
2. filtro piano e a tasche
3. batteria fredda e separatore di gocce
4. batteria calda
5. ventilatori ec-brushless.



Tipica configurazione di UTA

Andiamo quindi a capire quali sono le regolazioni riconoscendo pregi e difetti dal punto di vista energetico.

PRIMO CASO – Regolazione dell’umidità relativa a punto fisso sulla batteria fredda (14°C), temperatura di mandata aria costante, fancoil alimentati a 7/12°C con valvola on/off

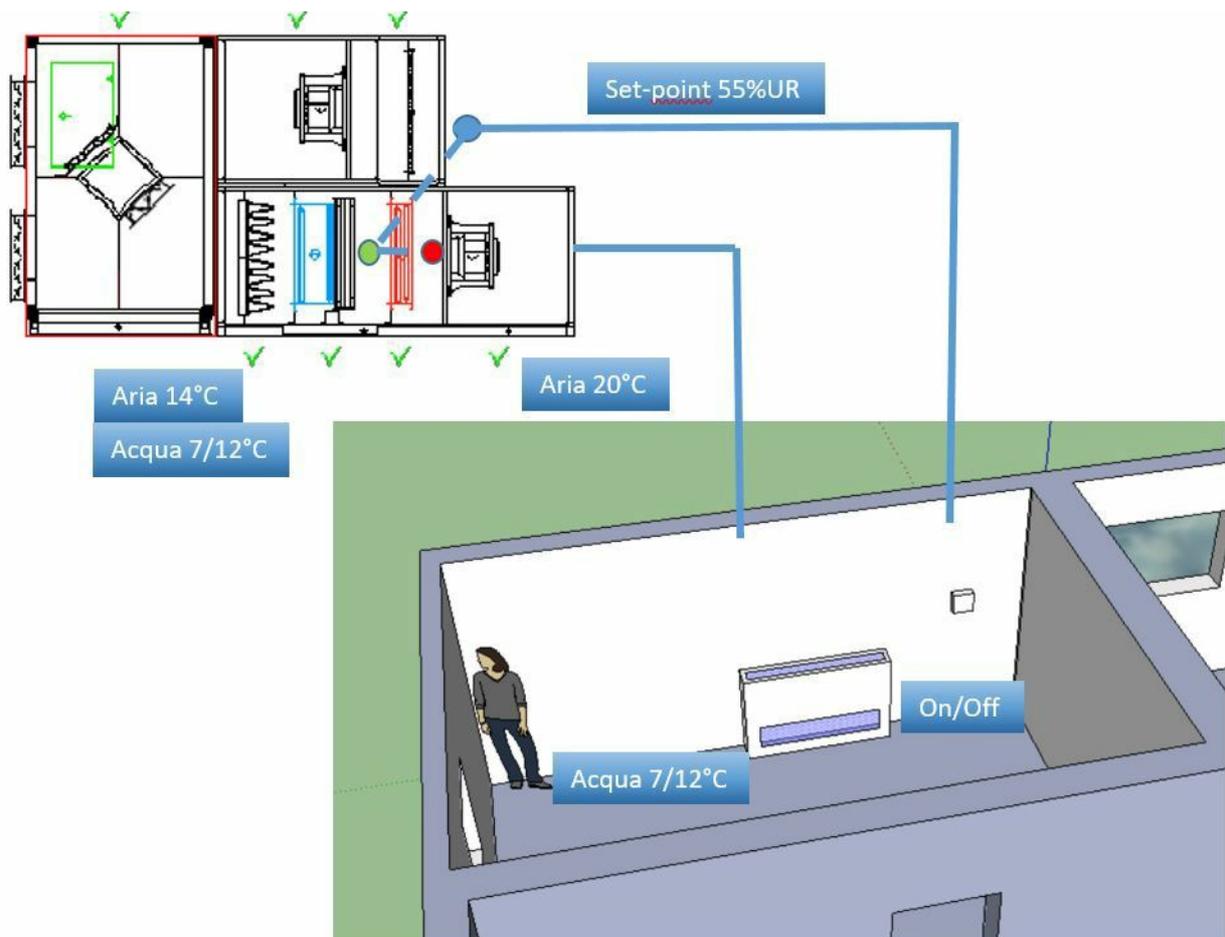


Fig. 3 Schema di principio di UTA con indicate le grandezze misurate

La sonda di UR% in ripresa determina l’apertura o meno della valvola che governa la batteria fredda, se il set-point di UR% è > 55% allora apre la valvola e la sonda di temperatura a valle della batteria fredda ne determina il controllo in modo da avere sempre aria a 14°C, stesso scenario avviene per la valvola che governa la batteria calda che a quel punto si aprirà pure lei fino a quando la sonda a valle di essa misurerà una temperatura di 20°C. Cosa sta succedendo? Il chiller produce potenza per la batteria fredda e genericamente la caldaia produce potenza termica per la batteria di post.

La regolazione dell’UTA è realizzata secondo questi vincoli:

1. Avere sempre 14°C dell’aria a valle della batteria fredda (cerchio verde)

2. Avere una temperatura di immissione (a valle della batteria di post-riscaldamento) di 20°C (cerchio rosso)
3. Temperatura dell'acqua refrigerata (ai fancoil o alla batteria fredda) di 7°C (costante)
4. Valvole che alimentano le batterie dei fancoil del tipo no/off (oppure ventilatore ON/OFF)
5. UR al 55% (sonda sulla ripresa dell'UTA o in ambiente, cerchio azzurro)

Se la UR% è soddisfatta tutte le valvole della UTA si chiudono, se la UR% è superiore del 55% allora la valvola della batteria fredda si apre come anche la valvola della batteria calda.

La sonda di temperatura a valle della batteria fredda comanda la valvola fredda, analogamente la sonda di temperatura a valle della batteria calda comanda la valvola calda.

Pro: non si supera il 55% di UR (valore massimo di progetto)

Contro: esistono periodi dell'anno in cui si deumidifica di più di quello che serve (i fancoil potrebbero funzionare contemporaneamente alla UTA)



Perché?

I fancoil di zona si attivano con un comando che insegue la temperatura di confort impostato, ovvero 26°C; **i fancoil oltre a raffreddare, deumidificano** (sono alimentati con acqua molto fredda 7/12°C), quindi si crea la condizione per la quale, l'UTA sta ventilando (batterie chiuse) dando il corretto ricambio di aria e i fancoil stanno raffreddando ma inevitabilmente stanno deumidificando e quindi l'UR% sta calando. I fancoil tipicamente sono on/off sul ventilatore oppure o sulla portata (valvola on/off sulla batteria fancoil).



Ogni volta che si registra una deumidificazione superiore di quella voluta, ovvero una UR minore del 55% dobbiamo pensare che stiamo spendendo di più di quello necessario perché il chiller sta producendo molto lavoro per produrre acqua a 7°C da mandare ai fancoil.



Se l'importante è non superare i 55% di UR, questo metodo è sicuro ma energeticamente non è virtuoso perché promette di spendere di più

La deumidificazione non è gratis, per gli uffici già raggiungere valore di UR del 50% è eccessivo, quindi questa sicurezza di fatto comporta potenzialmente un maggior costo di gestione per il fatto che potrei abbattere il carico sensibile frigorifero utilizzando acqua meno fredda e quindi spendere meno al gruppo frigo.

Il fancoil alimentato a 7°C (7/12°C) con un funzionamento on/off (sulla valvola), presenta in questo caso un “effetto collaterale” ovvero, inevitabilmente deumidifica; per non deumidificare dovrei avere un fancoil alimentato a temperatura maggiore (ad esempio 10°C). Ecco quindi che il ruolo del fancoil è duplice, raffredda e deumidifica.

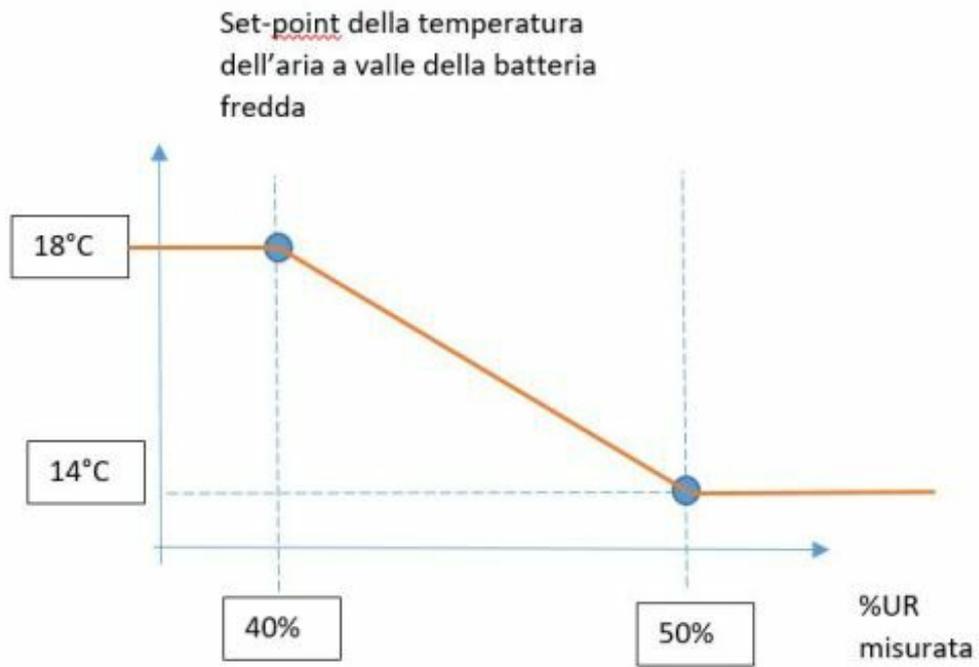
SECONDO CASO – Regolazione dell’umidità relativa a punto fisso sulla batteria fredda (16°C), temperatura di mandata aria costante, fancoil alimentati a 7/12°C con valvola on/off

Quindi uno scenario migliorativo potrebbe essere: il set-point della sonda a valle della batteria fredda passa da 14°C a 16°C

Da una analisi effettuata in regime dinamico (vedere bibliografia a fine articolo) si evidenzia che la contromisura adottata porta ad un **risparmio del 2% sulla potenza frigorifera** (minor energia spesa dal chiller per deumidificare dentro l’UTA) e del **22% sulla potenza di riscaldamento** (minor energia spesa per post-riscaldare in quanto il DT che “vede” la batteria di post è di 4°C e non 6°C come prima).

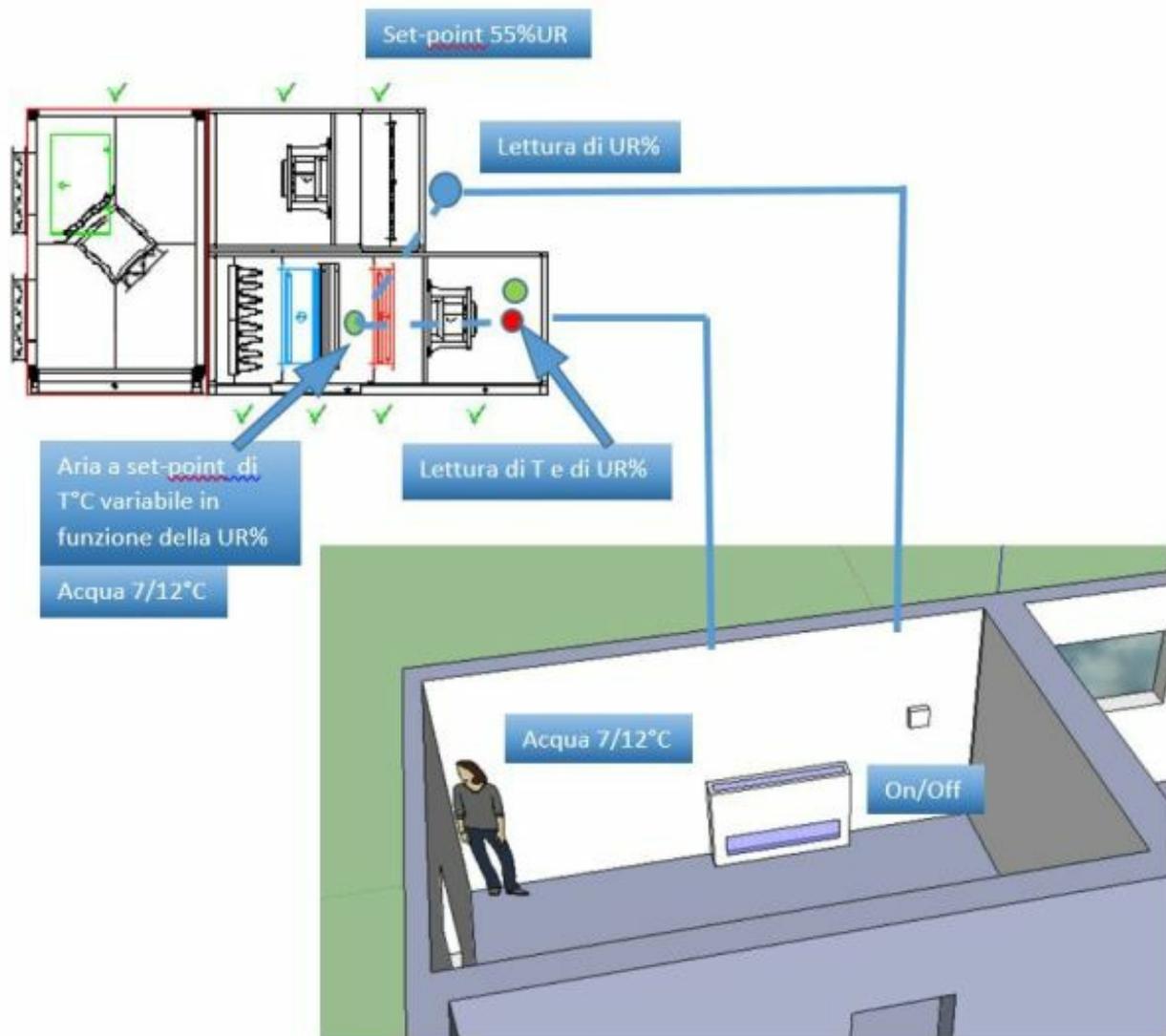
L’idea è lodevole ma non è il massimo dell’effetto economico.

Esistono costruttori di regolazione che adottano un sistema chiamato: **“a punto fisso compensato”** ovvero la regolazione agisce su un set-point fisso della temperatura dell’aria a valle della batteria fredda che solitamente è: 14°C se la UR misurata è 50% oppure si alza a 18°C se la UR misurata è del 40% ovvero la compensazione è legata al fatto che deumidifico di meno quando la UR% è già bassa.



Questa strategia è lodevole ma tutto sommato si può fare di meglio.

TERZO CASO – Regolazione diretta dell'umidità relativa



In questo caso non esiste un set-point di temperatura dell'aria a valle della batteria fredda.

Caratteristica principale: misurazione della UR% dell'aria di ripresa e set-point di immissione aria di 55% UR.

La sonda sull'aria di ripresa comanderà l'apertura o meno della valvola della batteria fredda, se questa è 55% allora la valvola della batteria di post si chiude e la valvola della batteria fredda si modula per un set-point di temperatura dell'aria di immissione (ad esempio 20°C).

Gestione del sistema batteria fredda e valvola on/off a monte della batteria stessa:

La temperatura dell'aria a valle della batteria fredda non è fissa ma varia in funzione della UR% in mandata della UTA che sarà fissa a 55%.

Pro: L'UR% in ambiente varia da 50 a 55% ma è controllata con più precisione



Contro: L'UR% può arrivare a 50% perché i fan-coil continuano a raffreddare con acqua a 7/12°C quindi contribuiscono in maniera importante alla deumidificazione dell'ambiente anche con batteria fredda dell'UTA spenta.

Rispetto al primo caso (utilizzando i risultati delle simulazioni tratte dalla bibliografia), **l'energia frigorifera cala del 18% e del 41% di energia termica** rispetto al primo caso.



QUARTO CASO – Regolazione diretta dell'umidità relativa con variazione della temperatura di alimentazione dei fan-coil (oppure mantenere temperatura costante ma valvole dei fancoil modulanti).

Lo schema è identico al caso III° caso ovvero l'UTA insegue un valore di immissione di UR% del 55% e modula la batteria fredda proprio su tale risultato conoscendo anche l'UR% dell'aria di ripresa; solo quando la UR% di ripresa sarà entro il 55% allora la batteria fredda inseguirà un valore di temperatura di immissione di 21°C e non più un valore di UR% il tutto spegnendo la batteria di post. Questo IV° caso però lavora anche sulla temperatura di alimentazione dei fancoil.

La chiave di questa soluzione è di aumentare la temperatura di alimentazione dei fancoil al diminuire del carico sensibile richiesto negli ambienti; ovvero tanta più energia frigorifera devo dare agli ambienti tanto più fredda sarà l'acqua che alimenta i fancoil, se invece la temperatura dell'ambiente non è molto lontana dalla temperatura di set-point voluta allora è possibile alimentare i fancoil a temperature più elevate dei 7°C e quindi l'effetto sarà che il fancoil non deumidificherà ma raffrescherà.

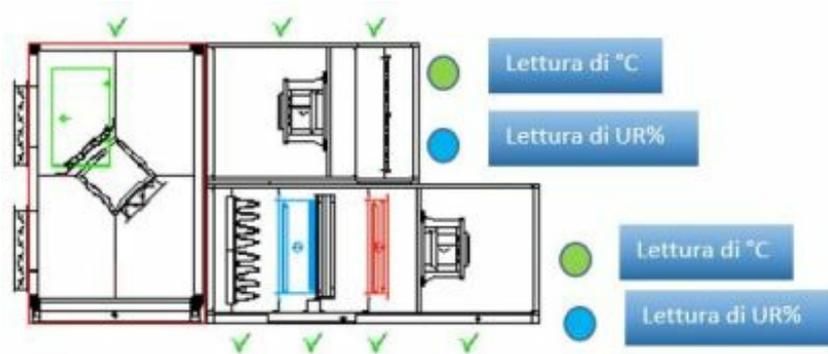
Questa soluzione dal punto di vista energetico è complessivamente migliore delle precedenti. Aniché agire sulla temperatura di alimentazione dei fancoil è possibile agire sulla portata dell'acqua alla batteria dei fancoil, in questo caso gli effetti sono simili.

Rispetto al primo caso (utilizzando i risultati delle simulazioni tratte dalla bibliografia), **l'energia frigorifera cala del 28% e del 36% di energia termica** rispetto al primo caso.

Potrebbe risultare interessante approfondire il tema fancoil, la domanda potrebbe essere se modificare la velocità del ventilatore con una soluzione inverter sia equivalente ad una alimentazione a temperatura scorrevole della temperatura della sua batteria? Oppure equivalente ad una variazione scorrevole della sua portata di acqua?

QUINTO CASO – Il top è di far partire i fancoil solo quando anche la UTA non riesce ad abbattere il carico sensibile

PRO: dando l'autorità alla UTA del controllo "anche" dell'abbattimento del carico sensibile si presentano maggiori opportunità per sfruttare il free-cooling (soprattutto nelle stagioni intermedie).



Se la temperatura in ambiente sale la temperatura di set-point di mandata della UTA scende ovvero si riduce l'effetto di post-riscaldamento e contemporaneamente si abbassa il set-point dell'aria a valle della batteria fredda. L'effetto è che la temperatura di immissione ha una compensazione sulla base della temperatura in ambiente (o misurata sulla ripresa dell'UTA). Aria a 14°C a valle della batteria fredda, batteria di post in chiusura per avere aria primaria fredda. In questo modo si sposta avanti il momento in cui interverrà il fancoil per abbassare la temperatura in ambiente.

Rispetto al primo caso, ovvero della regolazione dell'umidità dell'aria a punto fisso, i **miglioramenti sono dell'83% sull'energia termica e del 36% di miglioramenti sull'energia frigorifera**. Tali miglioramenti non stupiscono se si pensa che:

- La batteria di post riscaldamento è utilizzata meno in quanto sempre più spesso la UTA si trova ad immettere aria sottoraffreddata
- I fan-coil vengono utilizzati meno in quanto la UTA collabora anche per il raffreddamento sensibile
- Si utilizza il free-cooling

- Meno potenza latente scambiata dai fancoil (in quanto si attivano meno).

Sebbene questa situazione sia allo stato attuale l'ottimo raggiungibile, non riesce però ad eliminare situazioni in cui l'UR% non scenda sotto il 55%, esistono casi in cui l'UR% arriva anche al 50%, tale condizione è sempre causata dal fatto che, quando i fancoil partono con acqua a 7°C/12°C collaborano a deumidificare in modo incontrollato in quanto loro si attivano per una richiesta di abbattimento della potenza sensibile (da un comando di temperatura).

Teoricamente si dovrebbero scegliere fan-coil alimentati con acqua a 14°C ma tale condizione allo stato attuale porterebbe ad avere fancoil molto ingombranti.

Si è preso come caso studio la simulazione dinamica descritta nell'articolo indicato in bibliografia.

Per la quotidianità operativa ritengo che le conclusioni raggiunte diano l'ordine di grandezza e individuino la via da scegliere anche ad altri casi ad uso ufficio in open-space ed è per questo che la consiglio.

Fonte: AiCARR Journal #49 "Progettare NZEB: Impianti ad aria primaria e fan-coil le conseguenze della regolazione" – ing. M.Vio)

Software di selezione delle UTA – Climaveneta