

# L'umidità da risalita e il problema dei sali: analisi scientifica del problema e la risoluzione con la tecnologia ECODRY

## INTRODUZIONE

Il fenomeno dell'umidità da risalita risulta particolarmente complesso, perché coinvolge effetti secondari molto importanti e parametri chimico-fisici eterogenei e di difficile valutazione quantitativa.

Anche stabilire relazioni causa-effetto risulta assai complesso non solo perché è empiricamente difficile procedere a corrette misurazioni ma, soprattutto, è scientificamente arduo stabilire quale fenomeno o parametro sia da considerarsi costantemente nel tempo causa oppure effetto. Risulta quindi necessario, come in tutti gli ambiti scientifici con ricaduta tecnico-commerciale, affrontare il problema con chiarezza ed onestà intellettuale.

Partiamo da una serie di considerazioni che sappiamo essere certe.

L'acqua risale inizialmente per capillarità, perché tale sostanza, fra le sue tante anomalie molecolari, presenta forze di adesione molecolare che prevalgono su quelle di coesione. L'acqua quindi è naturalmente in grado di vincere la sua forza peso, risalendo i capillari interni al manufatto; sappiamo altresì che l'altezza di tale risalita è inversamente proporzionale (in linea teorica) alla sezione stessa del capillare ma per ciò che riguarda un muro imbibito subentrano altri fattori.

È ragionevole, per esempio, associare il flusso ascendente dell'acqua alla differenza di potenziale che siamo in grado di misurare tra la base del muro ed un altro punto qualsiasi: infatti si possono rilevare valori che variano da 20 a circa 500 millivolt.

L'esperienza ci dice che, in linea generale, vi è una corrispondenza diretta tra tali valori e il flusso ascendente dell'acqua ma attualmente nessuno è in grado di stabilire una correlazione precisa perché tale fenomeno dipende da fattori di difficilissima valutazione come: distribuzione dei pori nei materiali, ritmo di evaporazione, tipologia e percentuale dei Sali presenti, interferenze e connessioni con altri fenomeni secondari.

A questo punto poniamoci questo ragionevole dubbio: l'acqua risale perché nel manufatto è intrinseca una differenza di potenziale o è il risalire dell'acqua, con il relativo trasporto di ioni salini disciolti a creare la differenza di potenziale? Se fosse vera la prima ipotesi non si capirebbe come l'acqua potrebbe risalire lungo una semplice cannucchia da bibita inserita in un bicchiere (quindi senza differenza di potenziale già esistente), avvallando invece la seconda ipotesi non si otterrebbe differenza di potenziale se l'acqua fosse distillata (cioè senza ioni disciolti). In questo caso abbiamo preso in considerazione e cercato di analizzare solo la possibile relazione tra due fenomeni e, come appare chiaro, il livello di incertezza è ragionevolmente molto alto.

Nel nostro analizzare e disquisire non abbiamo volutamente preso in considerazione la presenza dei Sali: la loro tipologia, concentrazione e distribuzione nel terreno e nel manufatto. Ovviamente una analisi minimamente completa ed adeguata non può non tenere conto di quelli che, in questo "aggrovigliato" quadro scientifico, risultano, a tutti gli effetti, i soggetti principali.

I Sali, infatti, utilizzano l'acqua come vero e proprio mezzo di trasporto ma, sono anche in grado di convogliarne il flusso e il verso attraverso i loro metodi, tempi e luoghi di cristallizzazione, instaurando il fenomeno della osmosi.

Come diremo più specificatamente nelle pagine seguenti, l'analisi della distribuzione salina è di fondamentale importanza: infatti la presenza dei Sali da costruzione già presente nei manufatti (dato che troppo spesso si tende a minimizzare) crea a priori uno squilibrio, in termini di potenziale elettrico, tra i vari punti della muratura, tra la stessa e le fondamenta e tra quest'ultime e il terreno.

Molto spesso quindi si crea (molto prima della risalita dell'umidità) tra l'estremo superiore del manufatto interessato e il terreno una sorta di "catena di Volta", cioè un susseguirsi di poli elettrici positivi e negativi di difficilissima individuazione e valutazione numerica che, oltretutto, cambiano nel tempo la loro posizione, la loro polarità e il loro valore a causa dei fenomeni più disparati (ritmi evaporativi, tipologia dei materiali ecc.).

La precedente analisi scientifica fornisce un quadro analitico iniziale dal quale si evince chiaramente la complessità del fenomeno.

Prima di formulare una raffigurazione scientifica discretamente esaustiva, riteniamo necessario che i professionisti del settore raggiungano la consapevolezza che, a fenomeno complesso, deve necessariamente corrispondere un criterio risolutivo dotato di un serio ed adeguato supporto scientifico e tecnologico.

Una analisi attenta del fenomeno, mette in evidenza la presenza di tre fattori peculiari e quindi di tre "situazioni" di natura chimico-fisica che possono essere considerati come i "motori" alla base della umidità da risalita.

**Innanzitutto la risalita per capillarità:** è prevedibile che tale fenomeno si inneschi immediatamente tra terreno e murature e non sia in qualche modo influenzato da fenomeni di natura elettrica, anche se viene spesso citato "il doppio strato di Helmholtz", caratteristico però di sostanze ad accentuata natura silicea e quindi non generalizzabile. Si può sinteticamente affermare che alla base di tale evento giochino un ruolo essenziale solo le forze di interazione molecolare tra l'acqua e il manufatto.

**Il movimento per fattori osmotici.** L'osmosi comporta un flusso elettricamente passivo e dipende quasi esclusivamente dal gradiente pressorio che si instaura, all'interno di una soluzione, fra punti a diversa percentuale di soluto. In parole più semplici l'acqua, come solvente, tende a spostarsi naturalmente verso quei capillari o pori aperti in cui vi sono le condizioni chimico-fisiche affinché vi sia l'evaporazione dell'acqua stessa; ciò comporterà cristallizzazione salina, un conseguente aumento percentuale del soluto con relativo deficit d'acqua.

**La differenza di potenziale elettrico tra punti diversi della muratura e il terreno.** Per quanto complessa e variabile nel tempo sia la distribuzione e i valori di questi potenziali, è fuor di dubbio che questo "squilibrio" elettrostatico comporti un movimento preferenziale di ioni salini solvatati dall'acqua. Nel loro movimento verso il punto a potenziale opposto gli ioni "trascinano" con se una sorta di nube composta dalle molecole di acqua che hanno in precedenza "circondato" lo ione salino, isolandolo elettricamente dalla struttura molecolare di partenza. E' bene sottolineare che vi sarà, in tale movimento, una predominanza di ioni che risalgono il capillare in quanto quelli che tenderebbero a ridiscenderlo (attirati dal potenziale opposto, posto in basso nella muratura), si trovano fortemente ostacolati da una massiccia risalita capillare.

### **CONCLUSIONE:**

Tutti questi fenomeni instaurano una sorta di effetto camino che richiama acqua verso l'alto o la sposta trasversalmente attraverso il manufatto.

Sono eventi complessi che molto spesso presentano forme di correlazione ed interferenza e che dipendono da moltissimi parametri quasi sempre tra loro invece indipendenti, di natura diversa e difficilissima valutazione qualitativa e quantitativa.

Trattandosi di un fenomeno estremamente articolato, risulta quindi necessario un processo tecnico risolutivo che non sia specificatamente diretto al contrasto di un solo "modo" di risalita, ma che sappia affrontare il problema nella sua interezza e complessità.

**INDICE :**

- 1. Il vero problema: i Sali**
  - 1.1 I Sali più comuni
  - 1.2 I Sali complessi
  - 1.3 La pericolosità dei Sali
  
- 2. Il movimento dell'acqua nei manufatti**
  - 2.1 La risalita capillare
  - 2.2 La risalita per fattore osmotico
  - 2.3 La risalita per differenza di potenziale elettrico
  
- 3. La tecnologia Ecodry**
  - 3.1 Caratteristiche fondamentali
  - 3.2 Umidità da risalita: come agisce la nostra tecnologia
  - 3.3 L'efficacia della nostra tecnologia
  
- 4. Superficialità e luoghi comuni**
  
- 5. Le più comuni metodologie presenti sul mercato**
  
- 6. Limiti operativi delle tecnologie menzionate**
  
- 7. Un innovativo metodo diagnostico**
  
- 8. Un esempio di diagnosi**

## 1. Il vero problema: i Sali

Il vero problema all'interno dei manufatti è rappresentato dalla presenza dei Sali. Tale presenza è aggravata dall'umidità di risalita ma, in totale assenza di Sali, l'acqua porterebbe solo la presenza di muffe ed altri microorganismi, incapaci comunque di gravi danni alla struttura muraria.

### 1.1 I Sali più comuni

Tali Sali, nel complesso, appartengono alla famiglia dei **solforati, cloruri e nitrati**.

I solforati sono caratterizzati da molecole molto piccole e mobili e sono presenti in discreta quantità nel terreno ma soprattutto nei materiali edili (mattoni).

I cloruri sono presenti quasi esclusivamente nei terreni delle zone litoranee ma li ritroviamo spesso come Sali di reazione all'interno dei materiali da costruzione e nei leganti (malte, cemento etc.).

I nitrati sono di natura organica e sono presenti, anche in alta percentuale, in quei terreni in cui si sono svolte attività legate all'agricoltura e all'allevamento (concimazione dei terreni, prodotti fisiologici legati agli animali); questi Sali sono presenti anche in siti in cui vi siano state sepolture (prossimità delle chiese, cripte etc).

### 1.2 I Sali complessi

**Thaumasite e ettringite**: questi Sali sono poco conosciuti tra gli specialisti in quanto si vengono a formare a causa della combinazione tra i silicati e gli alluminati già presenti nei materiali da costruzione (in particolare nel cemento, in quasi tutte le malte e in presenza di gesso) e i Sali presenti nel terreno trasportati dall'acqua ascendente all'interno dei manufatti.

### 1.3 La pericolosità dei Sali

I Sali sono estremamente distruttivi e pericolosi per due motivi: **crystallizzazione e igroscopicità**.

All'interno del manufatto i Sali sono generalmente presenti in forma ionica, cioè disciolti in soluzione all'interno dell'acqua presente nei capillari dei manufatti. In questo stato chimico i Sali vengono trasportati dall'acqua, interagiscono tra loro e formano Sali complessi. Grazie all'acqua i Sali si spostano in generale dal terreno al muro ma si spostano anche trasversalmente il manufatto. Ciò avviene perché l'acqua tende anche a spostarsi verso la superficie murale (interna o esterna), cioè verso quelle zone del muro dove sono presenti le condizioni per evaporare. L'evaporazione dell'acqua è un fenomeno positivo ma non deve assolutamente essere accelerato: infatti questo fenomeno rompe l'equilibrio tra solvente e soluto (acqua e Sali) lasciando i secondi nelle condizioni di solidificare, o meglio, di cristallizzare.

**La cristallizzazione è un fatto positivo solo se avviene lentamente e soprattutto in superficie, dove le efflorescenze possono essere rimosse con tecniche apposite.** Nel caso in cui l'evaporazione avvenga troppo rapidamente la cristallizzazione avviene all'interno del manufatto (subflorescenza). E' necessario sottolineare che la cristallizzazione comporta un aumento di volume (**per alcuni Sali il volume aumenta fino a trenta volte**) ed una pressione esercitata all'interno del corpo del manufatto che **può superare le mille atmosfere (quasi trecento volte la pressione presente in un comune pneumatico di automobile)**. Con questi dati è immediato dedurre le conseguenze deflagranti di tale fenomeno.

Per una informazione più completa è doveroso sottolineare che molti Sali comuni vanno incontro a **crystallizzazione e ricristallizzazione** comportando, all'interno del manufatto, un sorta di **oscillazione pressoria "a fisarmonica"** con estremi effetti di rottura.

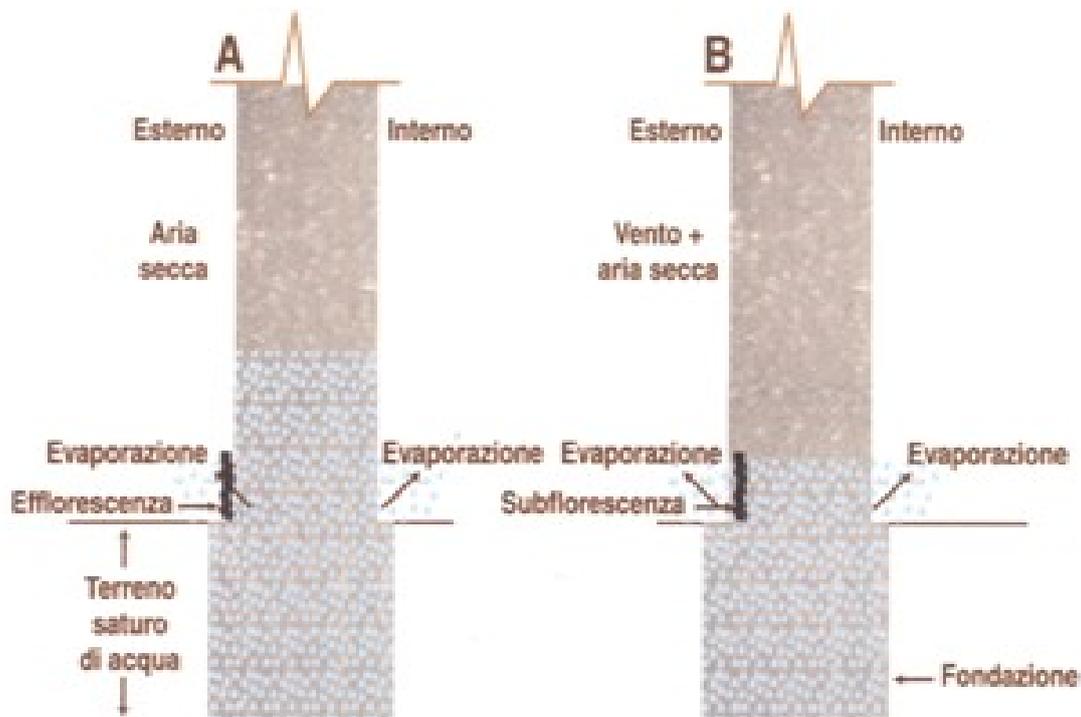
Per **igroscopicità** si intende la capacità di alcuni Sali (molti solfati e nitrati) di assorbire direttamente l'acqua presente, sotto forma di vapore, in un ambiente. Questo fenomeno è estremamente importante perché, se il nostro obiettivo è quello di eliminare l'umidità muraria, cioè privare i Sali del loro "nutrimento", **l'attenzione che dobbiamo porre deve essere riferita sia all'umidità ascendente (metodo elettrofisico) sia ai sistemi preposti per il controllo del microclima ambientale.**



Fenomeno di efflorescenza



Fenomeno di subflorescenza



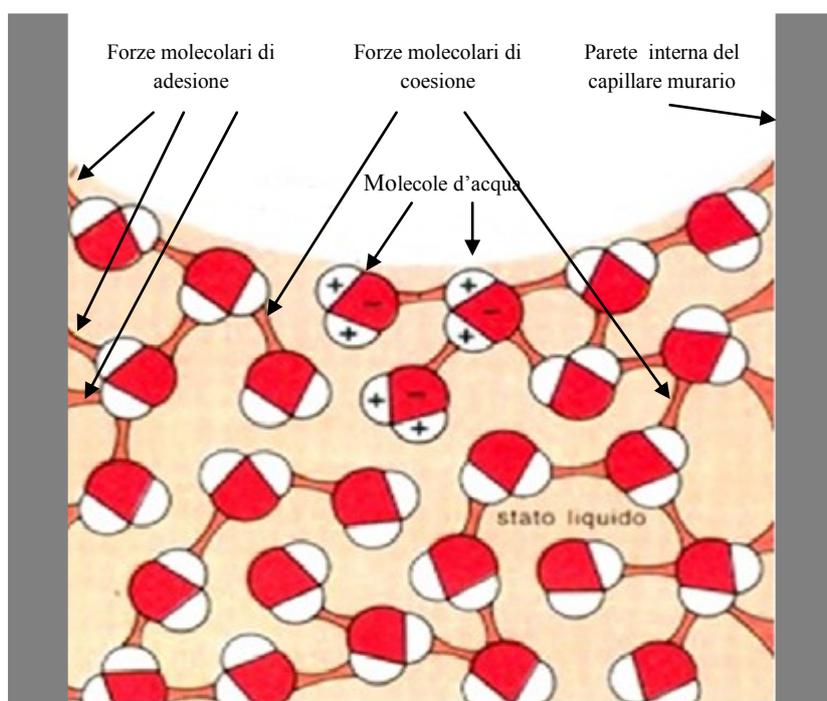
Una ventilazione esterna o una accelerazione artificiale e forzata della evaporazione comportano sempre la formazione di pericolosissime sub florescenze.

## 2. Il movimento dell'acqua nei manufatti

L'acqua risale e filtra attraverso la struttura muraria per tre diverse ragioni: **capillarità, variazione di pressione osmotica e differenza di potenziale elettrico presente tra il terreno e la struttura muraria.**

### 2.1 La risalita per capillarità

La capillarità è una delle caratteristiche di risalita dell'acqua: questo fenomeno è dovuto al fatto che tale sostanza presenta una predominanza, a livello molecolare, delle forze di adesione rispetto a quelle di coesione. Le prime sono le artefici dei legami tra molecole di sostanze diverse mentre le seconde regolano la interazione tra molecole della stessa sostanza.



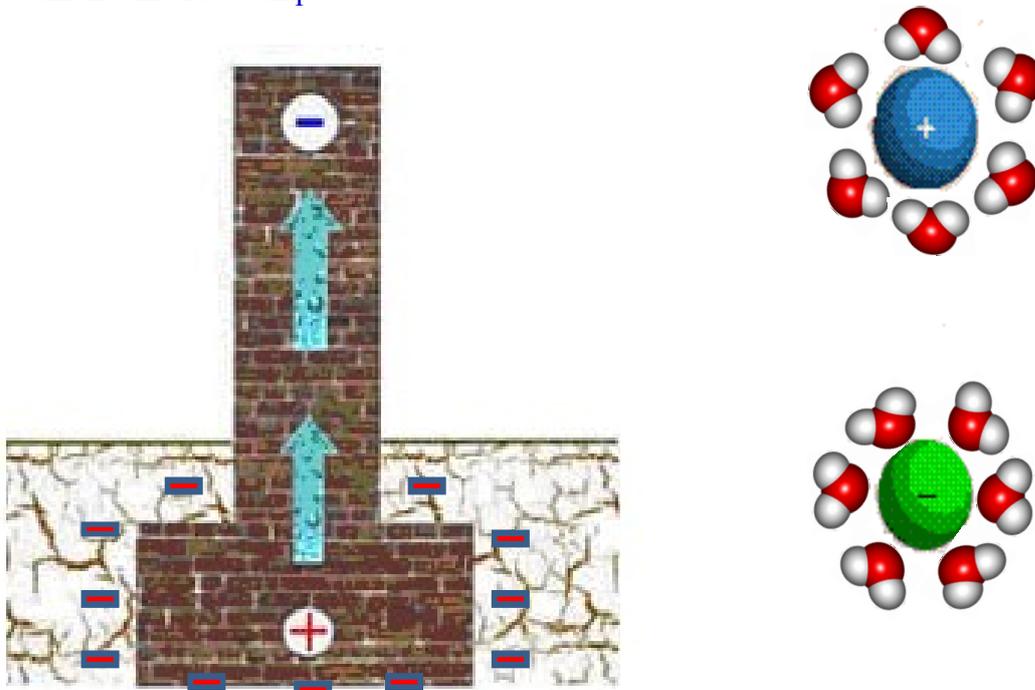
Dalla figura si evince come il predominio delle forze di adesione permette alle molecole dell'acqua di risalire lungo la parete dei capillari. Questo fenomeno è tanto più accentuato quanto minore è il diametro del capillare stesso. **La risalita per capillarità viene influenzata in modo irrilevante da fenomeni elettrici secondari e quindi non dipende da inversioni di polarità artificiali o forzate.**

### 2.2 La risalita per fattore osmotico

Quello osmotico è un fenomeno chimico-fisico che coinvolge parametri e leggi complessi. E' però possibile sintetizzarlo in modo chiaro ed esauriente. L'acqua tende naturalmente a spostarsi verso quelle zone in cui il concentrato di soluto è in eccesso e crea uno squilibrio in termini di pressione osmotica. Più semplicemente: nei capillari più prossimi alla superficie muraria vi sono le condizioni fisiche affinché l'acqua stessa possa evaporare e, trasformandosi in vapore, filtrare dal manufatto verso l'esterno. Tale evaporazione fa sì che la soluzione salina rimanga con una predominanza di soluto (cioè dei Sali in soluzione). Questo squilibrio richiama altra acqua (come una sorta di effetto camino) per ricreare le condizioni di stabilità chimiche precedenti. **Anche questo fenomeno non è influenzabile da correnti esterne o variazioni di potenziale elettrico.**

### 2.3 La risalita per differenza di potenziale elettrico

La risalita dell'acqua dovuta alla differenza di potenziale elettrico esistente tra il terreno e il manufatto rappresenta un fenomeno complesso, di difficile valutazione, estremamente variabile nel tempo e dipende dalla tipologia del terreno stesso. Il metodo elettrosmotico (passivo o attivo) si prefigge il compito di invertire tale polarità ma, data l'assoluta incertezza dei valori in questione, lo stesso metodo ha una efficacia destinata a diminuire fortemente in breve tempo.



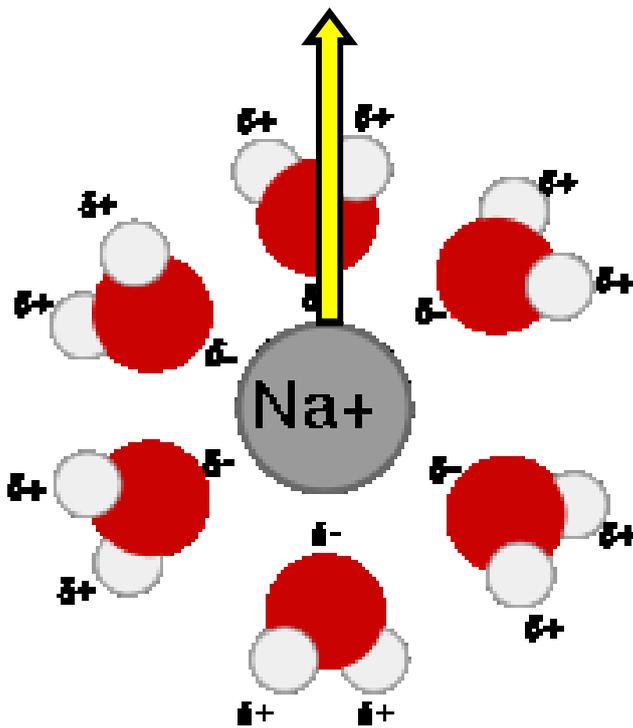
Nella figura a sinistra viene presentata una situazione tipo: troviamo un terreno con presenza di Sali comuni (in questo caso con prevalenza di ioni negativi) e le fondamenta del manufatto che si caricano positivamente per induzione.

La letteratura scientifica canonica stabilisce che il segno + vada posto alla estremità superiore del muro (e su tale principio si basano tutte le metodologie che utilizzano sistemi di elettrosmosi o in generale di inversione di polarità), ma in realtà la maggior parte dei manufatti contiene già in partenza alta percentuale salina (principalmente solfati), anch'essi con predominio di ioni negativi.

Ciò comporta quindi una distribuzione del potenziale elettrico come descritto in figura. E' quindi del tutto evidente che tutti i sistemi di deumidificazione, attiva o passiva, che hanno come finalità il controllo o addirittura l'inversione dei potenziali non possono avere una efficacia affidabile. Per complicare la situazione è doveroso ricordare che: molto spesso i Sali nel terreno sono negativi e che i Sali nel manufatto sicuramente aumentano nel tempo portando il potenziale all'interno del muro a costanti variazioni di segno e di valore. Ma ecco la cosa più importante: in ogni caso gli ioni (+ oppure -) disciolti nell'acqua tendono a risalire attirati dai potenziali opposti. Nel caso della figura (a sx) verranno attirati verso l'alto ioni positivi (cationi), in caso contrario quelli negativi (anioni). Quelli attirati elettricamente verso il basso sono in numero irrilevante, in quanto vengono fortemente ostacolati dalla risalita dell'acqua per capillarità,

**In entrambi i casi succede un evento per noi molto importante.**

L'acqua scioglie i Sali perché le sue molecole si dispongono (con l'instaurarsi di forze elettriche attrattive) intorno ai singoli ioni che compongono il sale stesso. Le molecole dell'acqua avvolgono gli ioni salini come una sorta di nastro isolante, abbattendo quelle forze di legame che li tenevano uniti nella struttura molecolare salina. Avremo così ioni liberi, ognuno circondato da una "nuvola d'acqua". Attirati verso l'alto dal potenziale contrario, questi ioni trascineranno quindi con se discrete quantità di acqua (figura sotto)



La situazione precedentemente descritta è ben sintetizzata dalla figura a lato. A prescindere quindi dal segno del potenziale presente alla estremità superiore del manufatto, vi saranno sempre ioni richiamati elettricamente verso l'alto. Questi ioni trascineranno con se quella "nuvola" di molecole d'acqua responsabili del suo isolamento elettrico. Questo fenomeno quindi rientra in quello più complesso della umidità da risalita, apportandone un contributo variabile, in percentuale, ma comunque rilevante soprattutto per il movimento e la dislocazione nel manufatto degli ioni salini.

- Completiamo il tutto con un breve riepilogo.

L'acqua risale e si muove nel manufatto grazie a tre fattori importanti e molto spesso indipendenti tra loro: capillarità, squilibrio di pressione osmotica e differenza di potenziale elettrico tra terreno e manufatto.

Aver compreso la complessità del problema nei suoi termini specifici è un punto di forza della ricerca Ecodry.

La tecnologia da noi proposta ed utilizzata è in grado di agire contemporaneamente sui tre fattori di risalita precedentemente citati, agendo direttamente sulla struttura geometrica molecolare dell'acqua e inibendo così le sue caratteristiche peculiari.

### 3. La tecnologia Ecodry

#### 3.1 Caratteristiche fondamentali

Il sistema Ecodry, attraverso tutte le sue apparecchiature, è assolutamente ecocompatibile, totalmente reversibile, non invasivo e con consumi irrisori. Gli strumenti di cui disponiamo sono in grado di ripristinare una fisiologica percentuale di acqua nei muri e di monitorare e regolare il microclima all'interno di un qualsiasi ambiente.

#### 3.2 Umidità da risalita: come agisce la nostra tecnologia

Nelle pagine precedenti abbiamo descritto come avviene la risalita dell'acqua nei manufatti. Il fenomeno è complesso ed articolato perché, di fatto, vi sono tre diversi modi attraverso cui l'umidità è in grado di risalire: capillarità, differenza di pressione osmotica tra due punti e differenza di potenziale elettrico. Ridurre quindi la risalita solo al fenomeno della capillarità è superficiale e scientificamente inesatto.

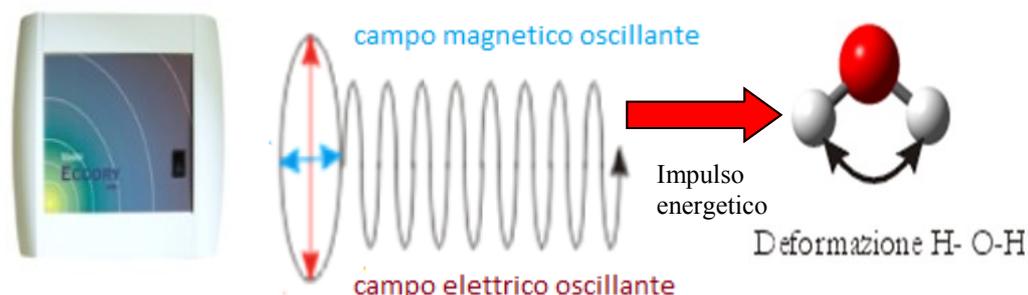
La tecnologia Ecodry rappresenta l'unico metodo presente sul mercato in grado di contrastare in modo estremamente efficace il movimento ascendente e trasversale dell'acqua in modo completo. Le apparecchiature Ecodry sono in grado di emettere un blando impulso elettromagnetico cui è associato un campo magnetico induttore di estrema importanza.

Sappiamo che la molecola dell'acqua ha una particolare struttura geometrica che la rende quasi unica tra tutte le sostanze presenti in natura. Sappiamo altresì che proprio grazie a tale struttura l'acqua presenta caratteristiche quasi uniche che le permettono, per esempio di essere un buon isolante e di risalire i capillari con grande facilità.

L'originalità di tale molecola è essenzialmente dovuta all'angolo presente tra gli atomi di idrogeno che ne fanno parte. E' però necessario sapere che una qualsiasi struttura molecolare non è totalmente rigida, ma presenta vibrazioni e piccole oscillazioni naturali.



Gli impulsi emessi dalle nostre apparecchiature (sempre collegate alla rete elettrica), con frequenza ed intensità appropriate, interagiscono con la molecola dell'acqua fornendo alla stessa quella minima energia in grado di incentivare la naturale pulsazione tra gli atomi di idrogeno. L'angolo tra tali atomi oscillerà periodicamente tra il valore di partenza (circa 104°) ed un valore massimo di circa 109°, ma ciò risulta più che sufficiente per rendere instabile l'intera struttura geometrica della molecola. In questo modo l'acqua perde gran parte delle sue caratteristiche chimico-fisiche: l'acqua quindi si dimentica a intervalli regolari ciò che era in grado di fare, iniziando un inarrestabile fenomeno di ricaduta.



### 3.3 **L'efficacia della nostra tecnologia**

A questo punto è assolutamente necessario “sfrondare”, cioè ripulire il campo del nostro dibattito da superficialità, incongruenze e gravi imprecisioni scientifiche.

La società Ecodry da più di tre decenni conduce studi approfonditi sui fenomeni correlati alla umidità da risalita. Conosce, da un punto di vista chimico-fisico, le interazioni tra tutti i soggetti coinvolti in questo complesso processo: acqua, varie tipologie di materiali da costruzione e Sali.

**Aver individuato le tre tipologie di risalita ha da tempo condotto la Ecodry allo sviluppo e al perfezionamento di una tecnologia in grado di “aggredire” e risolvere il problema alla radice: agendo cioè direttamente sulla molecola dell'acqua, inibendola e privandola di alcune delle sue caratteristiche fondamentali.**

Un punto ulteriore sul quale è bene far chiarezza è il seguente: **perché tali impulsi agiscono in modo così efficace sui manufatti e non sull'acqua contenuta nelle piante, negli esseri viventi, cioè in tutte le strutture organiche?**

Ecco la risposta. Le leggi di Maxwell sull'elettromagnetismo ci dicono, tra le altre cose, che se si investe con un **campo magnetico oscillante** (cioè variabile nel tempo) un filo conduttore chiuso percorso da corrente, quest'ultimo, per reazione, genera al proprio interno una **piccola corrente (detta corrente indotta: legge di Faraday-Neumann-Lenz)** che cerca di opporsi al campo magnetico esterno (detto induttore). Questa corrente indotta “trascina” con sé il “messaggio” fisico caratteristico del campo magnetico induttore per tutto il circuito elettrico, amplificandone in qualche modo le sue caratteristiche. Fissiamo ora la nostra attenzione su un manufatto mediamente imbibito d'acqua salina. Al suo interno è presente una rete fittissima di capillari, nei quali l'acqua, con ioni salini disciolti, genera delle vere e proprie micro correnti elettriche. Questo manufatto può essere immaginato come se contenesse una densissima rete di fili di rame, tutti percorsi da corrente. Le nostre apparecchiature emettono impulsi elettromagnetici costituiti da un campo elettrico e uno magnetico, entrambi oscillanti. Quest'ultimo, interagendo con i capillari murari agisce da **induttore**, costringendo le micro correnti interne al manufatto a **generare a loro volta correnti indotte “disturbanti”** in grado di propagare rapidamente e in ogni punto il “messaggio” associato al **campo magnetico induttore**. Il “messaggio” in questione è un “messaggio” energetico che viene trasferito ed amplificato all'interno del manufatto. Queste correnti indotte funzionano come dei solerti “postini” che acquisiscono “pacchi postali” contenenti le giuste quantità di energia dal campo magnetico induttore e li “consegnano” alle molecole d'acqua. Queste ultime assorbono tali energie e, incentivando la loro già naturale vibrazione, deformano la loro struttura geometrica in modo tale da perdere in gran parte le loro proprietà caratteristiche, come trattato nella pagina precedente.

**Qualsiasi struttura organica non è assolutamente comparabile al modello precedentemente descritto.**

#### 4. Superficialità e luoghi comuni.

**L'acqua sale per capillarità** (informazione scientificamente incompleta)

**La colpa principale è dei sali presenti nel terreno**

(falso! I Sali più pericolosi e in concentrazioni spesso "esplosive", sono già presenti nei materiali da costruzione)

**Accelerando l'evaporazione, si risolve il problema!**

(falso! Spesso anzi succede il contrario: una evaporazione eccessivamente veloce, favorisce subfiorescenze ed effetto "camino")

**Elimino il problema con materiali "deumidificanti".**

(Non esistono materiali o trattamenti che da soli rimediano all'umidità; molto spesso infatti l'eccessiva porosità viene rapidamente saturata dalle cristallizzazioni)

#### 5. Le più comuni metodologie presenti sul mercato

1. **Interventi chimici:** *creazione della cosiddetta "barriera chimica" di sbarramento all'umidità con prodotti di natura chimica*
2. **Interventi meccanici:** *taglio del muro ed inserimento di materiali (plastici o metallici inossidabili) di sbarramento all'umidità (tecnica usata nella Venezia dei Dogi)*
3. **Metodo Knapen:** *già usato negli anni trenta, la nuova versione prevede l'inserimento nel muro di apposite cartucce di plastica al fine di favorire un adeguato ricambio d'aria.*
4. **Interventi elettrosmotici:** *incremento artificiale della pressione osmotica mediante impiego di corrente elettrica, inversione della polarità muro-terreno con relativa migrazione dell'acqua verso terra.*
5. **Intonaci evaporanti**
6. **Sistema elettro-fisico** *si basa sulla emissione di blandi campi elettromagnetici pulsanti in grado di agire sulla struttura molecolare dell'acqua*

## 6. Limiti operativi delle tecnologie menzionate

**Interventi chimici:** *i problemi maggiori sono riscontrabili nelle murature in pietrame compatto con scarsa malta e in generale in tutte le strutture poco omogenee, proprio per l'incerta distribuzione del reticolo dei capillari.*

**Interventi meccanici:** *il taglio dei muri è una operazione delicatissima, invasiva e irreversibile; si pensi alle sollecitazioni, ai cedimenti, agli assestamenti o alla presenza di tubature nei muri oppure alla totale inapplicabilità in zone sismiche.*

**Interventi elettrosmotici:** *teoricamente efficaci anche se molto invasivi: prevedono l'introduzione nelle murature di una rete metallica o di barre conduttrici collegate ad un generatore esterno; con l'essiccazione della struttura e l'aumento percentuale dei sali, la resistenza interna aumenta fortemente, con notevole compromissione dell'efficacia del metodo.*

**Intonaci evaporanti:** *amplificano inizialmente il fenomeno della evaporazione con conseguente "richiamo" d'acqua per osmosi, rendendo più critico il risanamento globale; in più, molto spesso, la macroporosità si satura rapidamente trasformando tali intonaci addirittura in isolanti.*

**Metodo Knapen:** *metodo invasivo e di difficile applicazione: nel muro vengono effettuati molti fori con profondità pari ai 2/3 del muro stesso ma le forature eseguite diminuiscono notevolmente l'isolamento termico creando spesso nelle murature effetti di condensa.*

**Sistema elettro-fisico:** *necessita di una particolare progettazione mirata, in modo da garantire nel tempo efficacia massima all'impulso; può presentare rallentamenti nella sua azione o in murature con fitte armature in ferro (gabbia di Faraday) oppure quando l'acqua in discesa interagisce con quantità d'acqua ancora in ascesa.*

Proprietà intellettuale del Prof. Valerio Valiani fisico docente ad uso esclusivamente interno della società Ecodry Italia. E' tassativamente vietato ogni tipo di variazione del contenuto, pubblicazione, riproduzione parziale e/o distribuzione senza il consenso firmato dell'autore. Qualsiasi violazione, per superficialità o con dolo, comporterà immediata azione legale da parte dell'autore stesso.

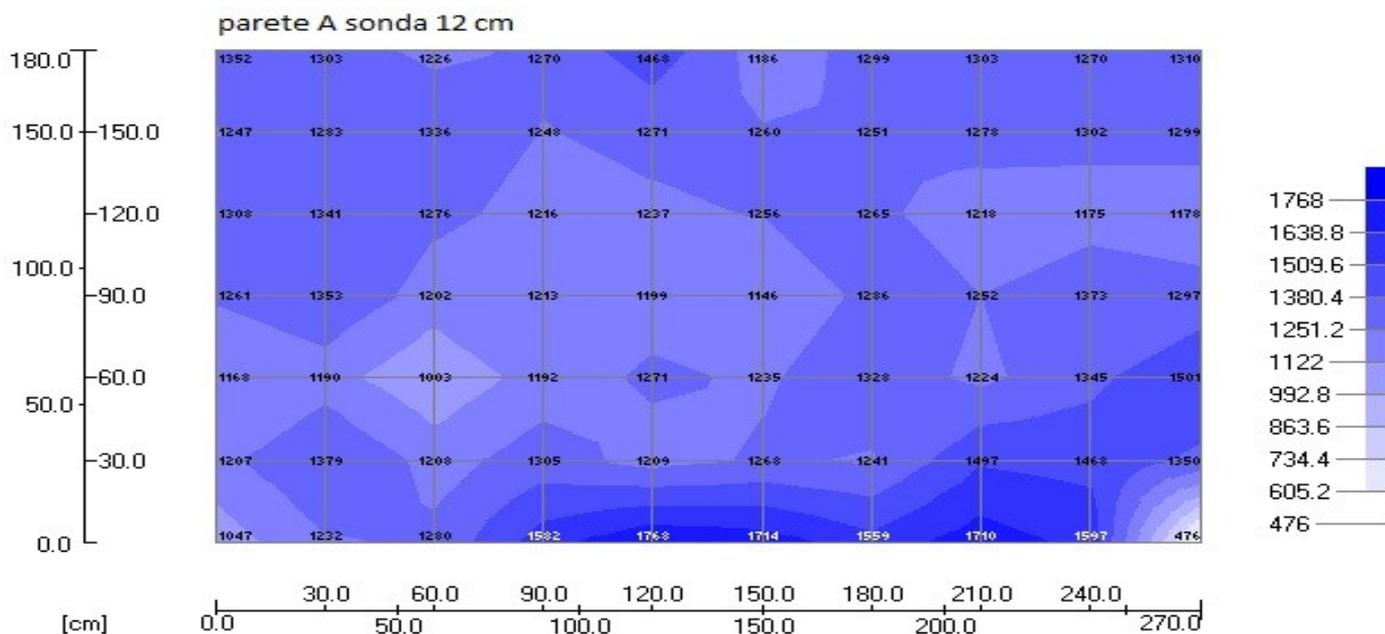
## 7. Un innovativo metodo diagnostico

Il primo reale momento applicativo in un cantiere è sicuramente quello diagnostico. E' infatti il primo contatto reale del committente con la nostra società, le sue tecnologie e le sue competenze. Una diagnosi approfondita, precisa ed esaustiva dà prova della serietà della società operante e del suo livello di professionalità. Da sempre la Ecodry Italia cura questo aspetto, cercando sempre di apportare tecnologie di avanguardia e di accertata affidabilità.

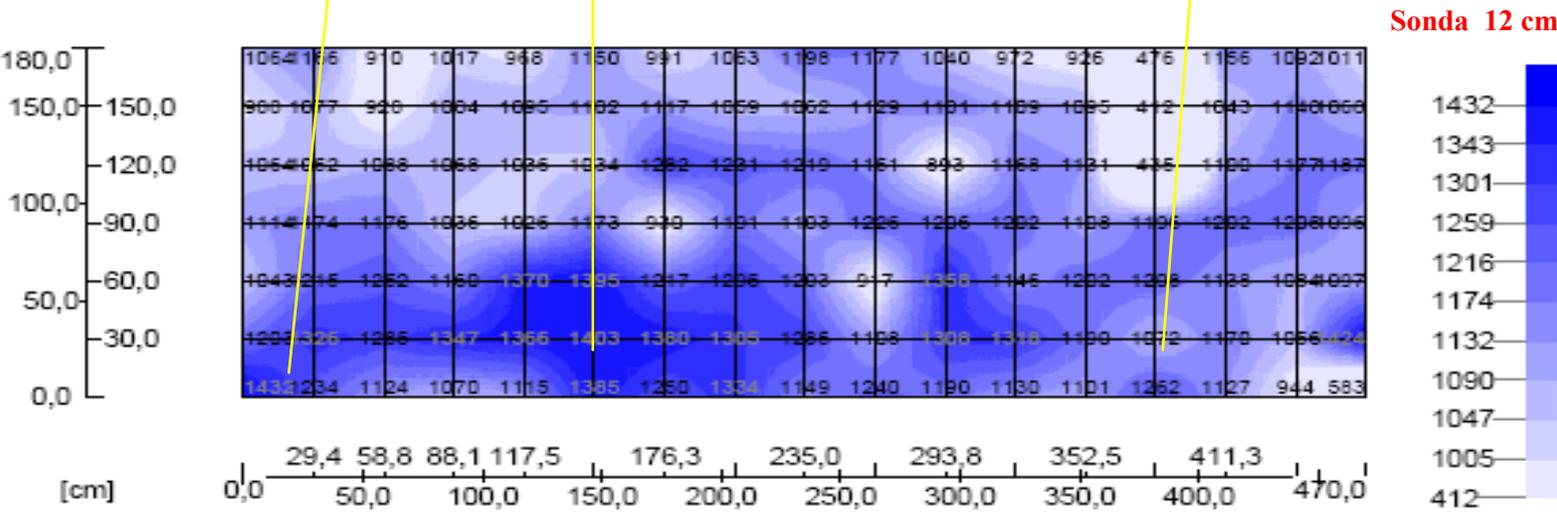
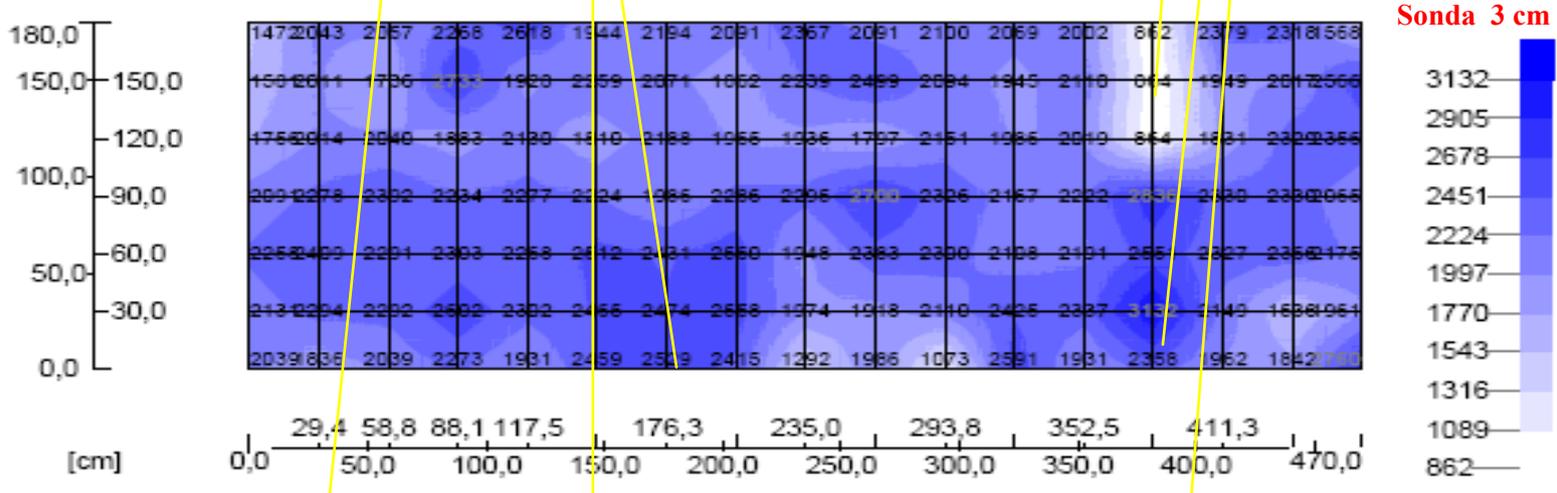
La nostra società si propone sul mercato (unica in Italia) con una tecnologia moderna, efficace e assolutamente non invasiva. Questa strumentazione prevede l'utilizzo di microonde per la mappatura della distribuzione della umidità presente nella struttura muraria a diverse profondità. Stiamo cioè trattando del "metodo diagnostico a Micro Onde", uno straordinario valore aggiunto della Ecodry Italia. Nelle righe seguenti vengono riportati in modo semplice ma esaustivo i criteri scientifici della sua tecnologia.

La tecnologia a Micro Onde consta di una apparecchiatura portatile di modeste dimensioni che funge da programmatore, lettore ed analizzatore del segnale in uscita e in entrata. A questa apparecchiatura sono collegabili, singolarmente, delle sonde (che dovranno essere semplicemente essere appoggiate alla superficie muraria interessata) che fungono da trasmettitori e ricevitori di fasci di microonde con profondità predefinita (la nostra attuale dotazione è di due sonde per la lettura a 3 e 12 cm).

Ecco come funziona: immaginiamo di voler studiare la distribuzione dell'acqua all'interno di un muro di mattoni vecchi. Si programmerà il materiale sulla apparecchiatura base e la si collegherà alla sonda in grado di leggere fino a 12 cm di profondità. Programmando il materiale in cui "viaggeranno" le microonde, l'apparecchiatura base ha immediatamente calcolato il tempo di percorrenza delle onde in andata e ritorno nel mattone asciutto. A questo punto è bene sapere che tutti i materiali da costruzione pongono una bassa resistenza al passaggio di onde elettromagnetiche, rallentandone in modo minimo la loro velocità. Al contrario l'acqua possiede una costante dielettrica relativa anche trenta volte superiore e la sua presenza incide notevolmente sulla velocità di trasmissione del segnale. Quindi ogni "ritardo" rispetto al tempo programmato è dovuto alla presenza dell'acqua e alla sua percentuale. Lo strumento base quindi trasformerà i ritardi in scale cromatiche forniranno una vera e propria mappatura della distribuzione dell'acqua presente fino a 12 cm di profondità del muro testato. Nel reticolo seguente ogni numero corrisponde a un punto di misu-



**8. Un esempio di diagnosi**



OSSERVAZIONI: la parete B (posteriore altare con affresco murario) si presenta discretamente imbibita per ciò che riguarda l'intonaco. La sonda da 3 cm evidenzia un livello di umidità piuttosto elevata e nel complesso uniforme, con picchi evidenziati dalle cifre chiare. La sonda da 12 cm (report più in basso), evidenzia punti di risalita all'angolo in basso a sinistra, a 150 cm da sx per una altezza di circa 80 cm e un terzo a circa 380 cm da sx che ha alimentato nel tempo l'intonaco nella parte superiore. L'umidità da risalita risulta fortemente assorbita dall'intonaco, interagendo con una evidente umidità ambientale. In alcuni punti della parete B il rigonfiamento e il parziale distacco dell'intonaco risultano dovuti in minima parte a efflorescenze saline e in percentuale maggiore alla sopracitata umidità ambientale.