

Massa Carrara

07 Luglio 2006

Corso di formazione sull'edilizia sostenibile

L'INQUINAMENTO INDOOR

Intro

L'inquinamento indoor è un tema molto complesso la cui trattazione, per risultare supportata da elementi conoscitivi di ampio respiro e da strumenti critici adeguati, richiede l'inquadramento preliminare di alcuni aspetti salienti propri dell'edilizia sostenibile in senso lato. Questo perché la scelta dei materiali e delle tecnologie costruttive e la valutazione delle tante possibilità sia ispirata a criteri il più possibile ampi e articolati (inquinamento dell'ambiente, sfruttamento delle risorse, elementi di sinergia tra fattori inquinanti, opportunità o meno di determinati utilizzi ecc) e non attenendosi semplicemente alla problematica indoor in senso stretto, che così trattata, rischierebbe di risultare fuorviante.

Per queste ragioni il primo capitolo riguarda l'individuazione, sia pur sintetica, dei principali elementi di sostenibilità calati specificatamente in edilizia, in modo da fornire una apertura molto ampia sulle motivazioni che portano a scegliere un materiale od una tecnologia costruttiva piuttosto che un'altra.

Con queste importanti basi conoscitive si procederà poi alla trattazione puntuale di tutti principali inquinanti indoor, affrontando però la problematica da più angolazioni e secondo più classificazioni: fonti principali di inquinamento, modalità di rilascio, conseguenze ecc. Verranno elencate le principali problematiche di inquinamento indoor derivante dai materiali di uso più frequente.

Verrà in seguito affrontato l'argomento certificazione dei materiali, come ulteriore fattore di possibile scelta.

Infine la trattazione si chiuderà con una carrellata sui principali elementi costruttivi, con brevi consigli sull' utilizzo dei materiali secondo criteri di bio-compatibilità ma anche di eco-sostenibilità, ricapitolando tutte le informazioni date in precedenza.

Indice

CAP. 1 - SOSTENIBILITÀ IN EDILIZIA

- 1.1** **Significato di edilizia sostenibile scelte e implicazioni**
- 1.2** **Manufatto di qualità**
 - 1.2.1** **Materiali**
 - 1.2.2** **Uso corretto delle risorse**
 - 1.2.3** **Benessere e salute: controllo sui potenziali fattori di inquinamento esterno ed interno**

CAP. 2 – L'INQUINAMENTO INDOOR

- 2.1** **Fonti e principali tipi di inquinanti indoor**
- 2.2** **Conseguenze sulla salute**
- 2.3** **Modalità di inquinamento da parte dei prodotti edilizi**
- 2.4** **Conseguenze nel tempo**
- 2.5** **Riepilogo ragionato delle principali cause della sindrome da edificio malato**
- 2.6** **Benessere psico-fisico ed inquinamento indoor**
- 2.7** **Sostanze tossiche provenienti dai materiali da costruzione e finitura**
- 2.8** **Suggerimenti per la scelta dei materiali di finitura**
- 2.9** **Trattazione dettagliata delle sostanze pericolose:
Composizione, fonti, conseguenze sulla salute, accorgimenti**
- 2.10** **Elementi di pericolosità nei materiali più frequentemente utilizzati**

CAP. 3 – CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI

CAP. 4 – INQUINAMENTO INDOOR E CATEGORIE D'OPERA; PROBLEMATICHE E SCELTE POSSIBILI PER UNA EDILIZIA SOSTENIBILE

- 4.1** **Opere fondali e strutturali in genere**
- 4.2** **Murature e altre opere strutturali**
- 4.3** **Pavimentazioni e rivestimenti**
- 4.4** **Finiture**
- 4.5** **Impermeabilizzanti**
- 4.6** **Coibenti**
- 4.7** **Colle, pitture, vernici**

CAP. 1 - SOSTENIBILITÀ IN EDILIZIA

1.1 Significato di edilizia sostenibile Scelte e implicazioni

Questa introduzione sulla sostenibilità in edilizia ha la finalità di proporre alcuni strumenti di orientamento nel variegato, multiforme, spesso ormai inflazionato e strumentalizzato mondo del “bio”, di cui si fa un gran parlare ma rispetto al quale non è affatto immediato porsi in maniera obiettiva.

Edilizia sostenibile, per esempio, non è soltanto e sempre sinonimo di materiali naturali, tanto per sgombrare il campo da uno degli equivoci più molto frequenti. Anzi, può in alcuni casi non esserlo.

Edilizia sostenibile non significa neppure pedissequa e acritica applicazione di criteri costruttivi fondati sui materiali apparentemente “migliori” e sulle tecniche più avanzate e futuristiche.

Come può non significare semplice ritorno a tecniche costruttive antiche, rifacendosi alla tradizione in senso nostalgico e celebrativo.

Piuttosto edilizia sostenibile deriva dalla consapevolezza rispetto alla complessità di più competenze e fattori che si intrecciano e si integrano e acquisizione di una coscienza ecologica reale, in cui si incontrano amore per l’ambiente e amore per l’uomo.

CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ

Se vogliamo correttamente inquadrare cosa sia l’edilizia sostenibile proviamo a cominciare ad analizzare a quali principali rischi è oggi sottoposta l’esistenza dell’essere umano sul pianeta Terra.

Il dibattito sul clima è ormai da anni una questione di pubblico interesse; al **catastrofismo si alterna la rilassatezza di posizioni rassicuranti** ma le tematiche raramente vengono portate sul tavolo di discussione in maniera chiara e supportata dai dati.

In realtà se si vuole correttamente inquadrare i problemi, oramai non è più solo la singola risorsa materiale come le fonti energetiche, le risorse minerali e agricole a doverci preoccupare bensì il sistema stesso che alimenta la vita nel pianeta.

Uno dei cicli fondamentali in natura è lo scambio anidride carbonica ossigeno tra organismi vegetali ed animali, ciclo che fino alla metà del secolo Ottocento non è ha subito particolari alterazioni.

Con l’avvento della rivoluzione industriale la **produzione di CO2 ha cominciato ad aumentare in virtù soprattutto dell’impiego di combustibili fossili**; questa tendenza, supportata anche da altri elementi di sinergia (depauperamento delle superfici boscate, aumento di altre attività umane che determinano produzione di CO2) è andata incrementandosi sempre più nel corso del secolo scorso fino a che i sistemi naturali non sono più stati in grado di smaltire ed assorbire l’anidride carbonica, la cui quantità in atmosfera è aumentata a dismisura.

CONTEMPORANEAMENTE PERO’ VI È ANCHE L’AUMENTO VERTIGINOSO DELL’ATTIVITÀ UMANA E CON ESSA DELL’ENERGIA SPESA E DUNQUE DEL CALORE.

L’energia prodotta artificialmente dall’uomo con i soli combustibili fossili, in aggiunta a quella normalmente ricevuta dal sole o sviluppata naturalmente dal pianeta, si aggira attorno ai 100 miliardi di Kw (l’energia ricevuta dal sole è pari ad una potenza di 17300 miliardi di Kw); **Si consideri per esempio che per ottenere 4.000 Kw elettrici se ne devono produrre almeno 20.000 termici** (anche con sistemi alternativi nucleare ecc. la produzione di energia avviene, alla fine, attraverso macchine termiche) e questo calore disperde dunque nella biosfera.

L’attività umana dunque produce molto calore.

MA LA TERRA È CARATTERIZZATA DA UN SISTEMA DI RE-IRRAGGIAMENTO IN ATMOSFERA DELL’ENERGIA CHE RICEVE O CHE DETIENE (si pensi al sistema esogeno

delle maree); SE TALE IRRAGGIAMENTO NELLO SPAZIO VIENE IN PARTE IMPEDITO, A CAUSA DEI GAS SERRA, LA CONSEGUENZA E' L'AUMENTO DELLA CARICA TERMICA DELL'ATMOSFERA.

Già nel 1970 si prevedeva che nel 2070 la produzione umana di energia avrebbe eguagliato quella ricevuta dal sole; questa previsione era stata fatta ipotizzando un raddoppio decennale di consumi; si pensi che tale vertiginoso aumento non renderebbe comunque possibile l'estensione delle condizioni di benessere a tutta l'umanità e che i dati corrispondono ai consumi di combustibile denunciati, non a quelli reali.

Da un lato abbiamo dunque l'effetto serra, determinato dall'aumento di CO2 e altri gas serra, che impedisce l'irradiazione nello spazio del calore in eccesso. Dall'altro, abbiamo l'incremento di calore determinato dall'attività umana.

Questi due fattori combinati assieme sono disastrosi; l'aumento della carica termica in atmosfera infatti determinerà importanti alterazioni sul clima, al di là di quelle ben misurabili sulla qualità dell'aria respirata.

Ciò che l'uomo dovrà fare sarà dunque ridurre drasticamente la produzione di CO2 (scarichi dalle automobili ma anche dai sistemi di riscaldamento, dai materiali da costruzione, dalle catene di produzione di energia e di materiali), produrre energia da fonti alternative tenendo conto del problema surriscaldamento ma anche pensare ad attività che vedano ridurre al minimo il dispendio di energia e di calore.

Aggiungiamo a queste considerazioni la realtà del drastico abbattimento di capitale naturale accumulato in 3,8 miliardi di anni: con gli attuali ritmi di sfruttamento e di distruzione il capitale naturale sarà praticamente esaurito entro la fine del secolo.

Infine aggiungiamo che la sola Europa utilizza e sfrutta il capitale naturale che equamente ripartito spetterebbe a una fetta ben più grande di umanità (si pensi agli scambi relativi al protocollo di Kyoto).

Questi brevi flash sulle implicazioni ambientali dell'attività umana cominciano a farci intravedere il nocciolo dei problemi.

La sostenibilità non è un fatto modaiolo, una scelta elitaria, una filosofia colta. E' un indirizzo inevitabile, da trasferirsi nella consapevolezza culturale, nelle scelte economiche sociali e negli stili di vita.

Alla luce di questi ragionamenti individuamo allora cosa può significare in concreto sostenibilità, guardando il concetto dal lato della salvaguardia del nostro pianeta:

- razionalizzazione della mobilità (trasporti)
- produzione di energia da fonti alternative,
- uso di materiali il cui ciclo energetico sia ridotto.
- Uso di materiali riciclabili e derivanti da materiali rinnovabili,
- uso corretto delle risorse.

Ma sostenibilità significa anche "trattare bene" l'essere umano, consentirgli comfort e benessere, da tutti i punti di vista. Perché anche l'essere umano è una risorsa del pianeta Terra, o almeno dovrebbe esserlo.

Per raggiungere questi due obiettivi, la salute dell'uomo e la salute del pianeta, è necessario ricorrere ad una progettazione multidisciplinare che attinga a molte e diverse competenze professionali, visti i tanti elementi cui occorre porre attenzione.

1.2 Un manufatto edilizio di qualità

Cominciamo ad analizzare quali sono le principali caratteristiche di un manufatto edilizio di qualità concentrandoci su:

- **Materiali**
- **Uso corretto delle risorse**
- **Benessere e salute: controllo sui principali fattori di inquinamento esterno e interno**

1.2.1 Materiali

Il primo criterio da seguire è quello di utilizzare di materiali da costruzione e di finitura che non inducano danni per la salute dell'uomo e il cui impatto sull'ambiente e sulla gestione delle risorse, nel corso del ciclo di vita, sia minimo.

Non è infatti sufficiente, ragionando in senso ampio, scegliere materiali non pericolosi per l'essere umano (e questo lo vedremo meglio successivamente); i materiali dovranno anche avere la caratteristica di

- **provenire da lavorazioni non inquinanti**
- **essere realizzati con l'utilizzo di materie prime rinnovabili e possibilmente naturali**
- **risultare durevoli, facilmente riciclabili e disassemblabili**
- **provenire da luoghi vicini a quelli dell'utilizzo.**

Ma la scelta del materiale dovrà anche essere legata all'utilizzo degli ambienti e alla caratteristiche microclimatiche di questi.

Esistono molti luoghi comuni sull'edilizia sostenibile. Un esempio per tutti: quello del materiale isolante biocompatibile per eccellenza: il sughero. Tale materiale, dal punto di vista dell'inquinamento indoor è perfetto: non induce alcun problema sulla salute, non emette sostanze nocive, non è soggetto a putrescenza se trattato con opportuni criteri di lavorazione, è stabile e ha grosse prestazioni isolanti. Ma dal punto di vista della sostenibilità in senso lato, non si tratta di materiale da scegliersi ad occhi chiusi: proviene infatti da una risorsa difficilmente rinnovabile, il più delle volte lontana territorialmente, con grosso impatto per quel che concerne il trasporto. Si tratta dunque di materiale bio-compatibile ma poco eco-sostenibile.

Altresì i materiali naturali che questo tipo di progettazione nell'idea corrente dovrebbe prediligere, alcune volte sono fonte di pericolose emissioni radioattive (vedi tufi o alcuni tipi di graniti); oppure sono l'habitat naturale di agenti biologici nocivi (legno, tessuti naturali ed isolanti naturali) se posti in opera in condizioni microclimatiche inadeguate.

Per contro, l'uso sconsiderato di materiali provenienti dall'industria chimica induce, come principale problema, l'aumento di effetti allergici e di malattie in alcuni casi anche gravi, per la presenza di varie sostanze, in fibre o gassose, che a volte vengono rilasciate anche nell'arco di un lungo tempo.

Ma è pur vero che in alcuni casi l'utilizzo di tali materiali, se avviene in luoghi confinati o distanti dagli ambienti abitati (fondazioni ecc.) oppure opportunamente ventilati consente il riutilizzo di materiale riciclato e a basso impatto ambientale per quel che attiene il ciclo di lavorazione.

Tutto questo per porre in luce la seguente considerazione:

La scelta corretta di materiali da costruzione e finiture, se inquadrata in un concetto esteso di progettazione di qualità, non può essere guidata unicamente dai criteri di rispondenza al benessere e salute umani ma deve tener conto di molti altri aspetti, derivanti da un approccio multidisciplinare e olistico, mediando tra le possibili soluzioni a seconda dell'utilizzo dell'edificio e della situazione contingente.

Nessun materiale, se usato acriticamente, può essere considerato attinente ai criteri che guidano questo tipo di approccio.

1.2.2 Uso corretto delle risorse

E' questo è uno degli aspetti più importanti da considerare e da gestire nel processo di progettazione o di ristrutturazione di un edificio che voglia essere improntato ai criteri della sostenibilità.

Potremmo individuare i seguenti TRE principali criteri:

- **utilizzo di energie rinnovabili;**
- **utilizzo di criteri costruttivi, forma ed orientamento dell'edificio, disposizione delle aperture che rendano minime le necessità di raffrescamento estivo e riscaldamento invernale (per esempio non demandare ai soli impianti meccanici la regolazione del microclima interno agli edifici ma sfruttare al massimo le doti passive dei medesimi)**
- **utilizzo di criteri costruttivi ed impiantistici calibrati sul tipo di struttura in base all'utilizzo.**

1.2.3 Benessere e salute: controllo sui potenziali fattori di inquinamento esterno ed interno

Individuiamo per punti i principali fattori di inquinamento indoor, punti che torneremo a verificare in seguito confrontandolo con le ulteriori informazioni che progressivamente aggiungeremo:

- **potenziale tossicità o pericolosità derivante da materiali da costruzione, arginabile agendo opportunamente tramite la ventilazione degli ambienti e agendo sui sistemi costruttivi;**
- **fonti di inquinamento elettromagnetico dovute dall'impianto interno, in parte evitabili predisponendo correttamente la distribuzione dei punti presa e degli interruttori, applicando disgiuntori, posizionando correttamente i quadri elettrici ecc.**
- **inquinamento elettromagnetico dovuto a elettrodotti o ripetitori, evitando di consentire le nuove costruzioni a distanze a rischio rispetto agli stessi**
- **gas radon, predisponendo accorgimenti di sbarramento nei seminterrati rispetto alle possibili infiltrazioni dal terreno nelle zone a rischio**
- **perseguimento di condizioni di benessere termo-igrometrico interno, progettando correttamente gli impianti, l'involucro, le schermature, nonché prevedendo adeguata ventilazione, naturale, meccanica o ibrida; tale attenzione peraltro argina le problematiche dovute ad agenti patogeni (muffe, batteri, funghi)**
- **clima acustico, regolato dalle caratteristiche dell'involucro e da eventuali schermature esterne**

Cap. 2 – L'inquinamento indoor

Intro:

INQUINAMENTO INDOOR, BENESSERE NEGLI AMBIENTI CONFINATI

La problematica dell'inquinamento indoor e del benessere nei luoghi confinati è importante (ormai infatti le persone trascorrono IL 90% del loro tempo in ambienti confinati) ed è di difficile valutazione per molte ragioni, una su tutte il fatto che spesso i vari fattori inquinanti e nocivi si intrecciano ed entrano in sinergia.

Inoltre anche i fattori igrotermici sono collegati a quelli della salubrità; è infatti noto che il grado di temperatura e di umidità, salendo, favoriscono l'emissione di sostanze tossiche. E questo è solo un esempio di come i vari fattori possono interagire.

Gli edifici sono spesso pensati come ambienti rifugio, in realtà la qualità dell'aria interna è molto peggiore di quella esterna. Questo soprattutto in virtù delle normative sul risparmio energetico che hanno determinato criteri costruttivi che prevedono il sigillamento dell'edificio per contenere le dispersioni. Il problema è aggravato inoltre dal numero enorme di materiali per l'edilizia derivanti da prodotti di sintesi (sono circa 700 le materie tossiche usate nei processi industriali).

Si tratta di una problematica consistente, anche a livello numerico. In Italia il solo ambiente domestico copre una superficie di 2mila kmq. Eppure la sensibilità rispetto all'inquinamento atmosferico è molto più sviluppata che non quella rivolta all'inquinamento indoor. Quest'ultimo è da poco riconosciuto come un problema di notevole importanza per la salute umana.

2.1 Fonti e principali tipi di inquinanti indoor

In linea generale, per procedere ad alcune categorizzazioni fondamentali, l'inquinamento indoor dipende da due principali variabili:

1) QUALITA' DELL'ARIA ESTERNA

Le concentrazioni sono uguali o inferiori a quelle esterne, il passaggio avviene per infiltrazione, dovuti a intenso traffico veicolare o a emissioni di attività produttive

2) INQUINANTI INTERNI, di varia natura:

in questo caso le conseguenze sono più preoccupanti, perché la concentrazione aumenta e i fattori inquinanti possono entrare in sinergia.

Segue una tabella che riporta le principali fonti di inquinamento e tipi di inquinante indotto.

Fonte	Tipo di inquinante
INTERNA	
Impianti di combustione	Monossido di carbonio, Nox, residui carboniosi
Pannelli di legno non massiccio, aggregato con collanti e resine	VOC (tra cui formaldeide), solventi organici
Vernici e pitture	Metalli, solventi organici
Materiali isolanti e da costruzione	Muffe batteri e virus (contaminanti biologici) Fibre, biocidi, elementi radioattivi, VOC (composti organici volatili), resine sintetiche
Macchinari elettronici	Ozono
ESTERNA	
Emissioni industriali e riscaldamento domestico	SO ₂ , monossido di carbonio, VOC, NO _x , metalli pesanti
Veicoli	Idrocarburi, monossido di carbonio, NO _x , piombo, IPA, ozono, amianto, residui carboniosi
Suolo	Radon

Le fonti di inquinamento indoor si possono classificare poi in **radianti (es. elettromagnetiche in bassa frequenza ed alta frequenza)**, **biologiche (virali, batteriche, fungine)**, **chimiche (organiche ed inorganiche)**.

2.2 Conseguenze sulla salute

FATTORI SIGNIFICATIVI

Il danno biologico che deriva dall'inquinamento indoor dipende da molti fattori tra cui:

- condizioni dell'organismo nel periodo dell'esposizione e sua durata;
- grado di tossicità delle sostanze emesse e concentrazione delle stesse nell'ambiente

CONSEGUENZE PRINCIPALI

Le sostanze gassose e i particolati, tramite la respirazione, entrano in contatto con il sistema immunitario e possono portare conseguenze anche gravi.

Il bersaglio principale nell'organismo umano sono le vie respiratorie in generale e l'epidermide

A seguire le principali conseguenze sulla salute indotte dall'inquinamento indoor, a livelli più o meno gravi: danni alle vie respiratorie, irritazioni di cute e mucose, effetti sul sistema nervoso, effetti sul sistema cardiovascolare, effetti al sistema gastrointestinale, effetti al sistema riproduttivo, infezioni ed intossicazioni.

Si va da disturbi lievi (irritazioni alla pelle, agli occhi, alle vie respiratorie, cefalee, nausea, affaticamenti, vertigini) denominati **Sick Building Syndrome (sindrome da edificio malato)** fino

ad arrivare a fenomeni asmatici e a patologie tumorali, vere e proprie malattie che sono definite **Building Related Illness**.

Per alcune sostanze è ormai verificata scientificamente la loro incidenza sulla salute umana con dati numerici ben precisi ed esiti cancerogeni; in particolare per quel che riguarda il radon, il benzene, l'amianto e la formaldeide. In altri casi gli effetti sono ancora oggetto di studio e di verifica (radiazioni elettromagnetiche, cloroformio, tetracloroetilene, composti organici clorati). Più avanti analizzeremo puntualmente tutte le conseguenze principali sulla salute in relazione ad ogni sostanza, relazionandola con la presenza nei materiali da costruzione. Per quel che riguarda il grado di incidenza sulle cause tumorali, gli studi epidemiologici connessi alla problematica, i dati sono realmente significativi; basterà consultare i report dell'OMS, che pone in relazione i principali inquinanti indoor con le percentuali di incremento rispetto a vari tipi di malattia.

2.3 Come può originarsi l'inquinamento indoor dai i prodotti edilizi

- Rilasciando direttamente sostanze pericolose (polveri, fibre, radon, composti organici volatili)
- Assorbendo da altre fonti o durante il processo di produzione sostanze nocive che vengono poi emesse successivamente
- Favorendo l'accumulo di sporco, la crescita di microrganismi
- Per usura (utilizzo oppure agenti atmosferici o chimici) od abrasione durante la pulizia o la manutenzione

2.4 Conseguenze nel tempo

Alcuni materiali vengono emessi in brevissimo tempo e sono facilmente gestibili. Altri vengono rilasciati in tempi lunghissimi e sono più pericolosi.

TABELLA RIEPILOGATIVA DEI FATTORI DI INFLUENZA SULL'INQUINAMENTO INDOOR PROVENIENTE DAI MATERIALI IN RELAZIONE A VARI FATTORI

FATTORI

MODI DI INFLUENZA

Proprietà dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> - friabilità, emissione di fibre, validità del legante - presenza di sostanze organiche volatili che si possono liberare - infiammabilità e rilascio di fumi tossici - radioattività
Posizionamento del materiale	<ul style="list-style-type: none"> - contatto con acqua potabile - contatto con alimenti - contatto cutaneo - confinato o esposto
Decadimento dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> - per abrasione dovuta ad agenti atmosferici, usura ecc. - corrosione, emissione di gas
Ventilazione	<ul style="list-style-type: none"> - modalità e frequenza di ricambio dell'aria, traspirabilità involucro, caratteristiche dei serramenti
Stile di vita	<ul style="list-style-type: none"> - Durata e modalità di permanenza, destinazione dei locali usati e modo d'uso
Manutenzione e conservazione	<ul style="list-style-type: none"> - Rilascio di sostanze tossiche dovute alle attività di manutenzione, pulizia, restauro

2.5 Riepilogo ragionato delle principali cause della sindrome da edificio malato

Adesso che abbiamo classificato secondo vari criteri e secondo varie angolature le fonti e i tipi di inquinanti, le conseguenze sulla salute ecc. estendiamo una elencazione riepilogativa e ragionata delle cause della sindrome da edificio malato:

(ricordando che si tratta di valutazione assai difficoltosa in quanto alcune contingenze possono entrare in sinergia tra loro e molto dipende anche dall'utilizzo dell'edificio, dalla sua distribuzione ecc.)

PRINCIPALI FATTORI DI INFLUENZA SULL'INQUINAMENTO INDOOR

- ventilazione e ricambio d'aria
- combustione negli ambienti interni
- impiego di macchinari elettrici
- impiego di sistemi di climatizzazione
- traspirabilità dell'involucro edilizio (ne abbiamo parlato quando abbiamo affrontato l'importanza del ricambio d'aria e delle condizioni di umidità)
- qualità e caratteristiche dei materiali da costruzione, di finitura e di arredo;
- grado di tossicità, modalità di posa in opera, confinati/non confinati, grado di volatilità dei componenti e turbolenza dell'aria sopra ai materiali, possibilità di abrasione ed emissione di fibre e polveri
- sostanze derivanti dal bricolage
- elettromagnetismo (naturale o prodotto da campi artificiali)
- presenza di radon nel terreno o nei materiali da costruzione
- grado di umidità nell'aria
- elementi di sinergia tra fattori inquinanti
- utilizzo dei locali (durata d'esposizione, attività svolte, presenza di persone)
- condizioni di stress
- rumorosità
- eccesso di illuminazione
- presenza di umidità
- sovraffollamento o sottodimensionamento locali
- usura e degrado dei materiali

2.6 Benessere psico-fisico ed inquinamento indoor

Il benessere psico-fisico dei fruitori di un qualunque ambiente dipende fondamentalmente da:

1. qualità igrotermiche del microclima (caratteristiche dell'involucro e gestione degli impianti, ventilazione)
2. qualità dell'aria (collegata all'inquinamento indoor)
3. disposizione e funzione degli ambienti e degli arredi
4. inquinamento acustico
5. illuminazione (naturale ed artificiale)

Nell'ottica che abbiamo instaurato, quella di una trattazione ampia e integrata degli argomenti, appare evidente come i primi tre fattori siano strettamente attinenti all'inquinamento indoor e come gli elementi si "intreccino" l'un l'altro e possano avere un reciproco peso.

2.7 Sostanze tossiche provenienti dai materiali da costruzione e finitura

Elencazione generale:

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI:

A partire dagli anni Cinquanta del secolo scorso si registra un uso incontrollato di sostanze sintetiche in edilizia; il rilascio di sostanze chimiche, che addirittura a volte entrano in effetto sinergico, può risultare pericoloso, a vari livelli, sulla salute delle persone.

L'emissione dei VOC è massiccia all'inizio della vita del materiale e normalmente si riduce in tempi relativamente brevi (da una settimana per i materiali umidi quali vernici e adesivi fino a sei mesi per altri prodotti). Il discorso non vale per **la formaldeide**, contenuta in collanti, vernici, prodotti dell'arredamento e perfino tessuti e tappezzerie, che **presenta rilasci costanti per anni**.

FIBRE E POLVERI

Le più pericolose (lana di vetro o di roccia, tralasciando di parlare in questa fase dell'amianto, il cui uso è ormai vietato) di solito sono confinate negli elementi di isolamento, sigillate all'interno dell'involucro edilizio e quindi non rappresentano normalmente un pericolo.

Il grado di inquinamento dovuto a polveri e fibre è collegato ai seguenti fattori:

- il tipo e lo stato della finitura superficiale
- composizione del prodotto (presenza di fibre in materiali utilizzati negli ambienti interni, come controsoffitti o tubi del condizionamento)
- validità del legante (nei pannelli)
- lo stato di manutenzione e usura del materiale, l'età ecc.

In ogni caso le caratteristiche da valutare riguardano anche le dimensioni e quindi l'inalabilità delle fibre, nonché la durata di esposizione. Le povere sono pericolose soprattutto perché veicolanti rispetto ad altre sostanze dannose e perché contribuiscono a formare un ambiente naturale per lo sviluppo di agenti patogeni.

RADON

Normalmente il radon proviene dal suolo, dal quale fuoriesce per differenza di pressione; vanno dunque messi in opera opportuni sistemi di sigillatura delle intercapedini e delle parti a contatto col terreno, corredati da sistemi di captazione e smaltimento.

A volte il radon proviene dai materiali da costruzione ed è presente solo in alcune pietre naturali (alcuni tufi e graniti per esempio).

CONTAMINANTI BIOLOGICI

La loro presenza dipende da:

- tipo di prodotto (naturale o sintetico)
- grado di umidità contenuta
- stato della superficie (porosità)
- condizioni microclimatiche dell'ambiente e attività svolte.

Alcuni materiali naturali, se non opportunamente trattati o se collocati in condizioni microclimatiche sfavorevoli rappresentano un habitat formidabile per la crescita dei microrganismi pericolosi.

2.8 Suggerimenti per la scelta dei materiali di finitura

Brevemente, alcuni criteri generalmente validi, alla luce di quanto detto finora:

- scegliere i materiali in funzione delle condizioni dell'ambiente interno (per esempio la presenza di umidità, di sostanze di lavorazione che possono alterare il materiale ecc)
- privilegiare materiali facilmente pulibili, che non richiedano l'impiego di sostanze pericolose quando occorre la loro manutenzione/trattamento/pulizia
- evitare estese superfici assorbenti e comunque calibrarle in base all'uso dei locali e alle sostanze lavorate;
- in caso di utilizzo di materiali che contengano sostanze organiche volatili, disimballarli in locali ventilati e ventilare costantemente per il tempo necessario dopo la messa in opera
- non usare sostanze protettive contro la degradazione biologica; collocare i materiali in modo che tali protezioni non siano necessarie (umidità, pulizia ecc)
- utilizzare materiali stabili e durevoli in relazione all'uso prevalente degli ambienti

2.9 Trattazione dettagliata delle sostanze pericolose: composizione, fonti, conseguenze sulla salute, accorgimenti

SMOG

E' costituito da minuscoli frammenti di natura minerale, vegetale e animale (micropolveri) in sospensione nell'aria e derivanti da varie cause (erosione, combustione ecc) associati con i prodotti dell'inquinamento derivanti dalle fonti più diverse.

Lo smog è una miscela atmosferica tipica delle aree urbane, contenente elementi tossici (ossidi di azoto, biossido di zolfo, idrocarburi policiclici aromatici IPA, benzene, monossido di carbonio, polveri finissime (PM10 e PM2,5). Il pericolo di tali micropolveri deriva dal fatto che veicolano i composti cancerogeni all'interno dei polmoni.

Può essere smog quello che immettiamo negli ambienti confinati tutte le volte che "cambiamo l'aria" e quindi dalla qualità dell'aria esterna dipende molto anche quella dell'aria interna.

POLVERE

La polvere è costituita dal pulviscolo atmosferico associato a vari componenti come batteri, muffe, acari, residui organici animali e umani, pollini, prodotti della combustione, elementi ceduti dai materiali della casa per abrasione e cedimento dei leganti.

La polvere è pericolosa perché consente e favorisce la proliferazione di microrganismi in tutti gli ambienti con formazione di condensa od umidità, privi di ventilazione, in generale negli impianti ove circola vapore acqueo (aria condizionata) ma anche nei materiali sintetici e non traspiranti, sulla carta, nella moquettes.

La polvere può favorire o indurre allergie, fenomeni infiammatori ed infettive, in particolare a carico dell'epidermide, delle vie respiratorie e delle mucose.

A seconda del tipo di polvere poi le conseguenze si possono distinguere in:

Polveri finissime (PM10, presenti nelle aree urbane molto inquinate); l'inalamento prolungato può determinare il cancro.

Polveri tossiche: i rischi sono collegati alla tossicità specifica e possono giungere sino al cancro

Polveri contenenti fibre (le conseguenze variano a seconda delle dimensioni e delle caratteristiche fisiche delle polveri): possono indurre patologie di irrigidimento polmonare e difficoltà respiratorie fino all'enfisema.

Per ridurre la presenza di polvere in casa e/o i rischi ad essa legati si possono utilizzare semplici accorgimenti, su cui possiamo influire come progettisti ed in particolare:

- Utilizzare materiali da costruzione traspiranti (per via dell'umidità, che è uno dei fattori di sinergia e che unito alla polvere favorisce lo sviluppo di funghi muffe ecc), favorire una corretta ventilazione;
- controllare ed operare una buona manutenzione sugli impianti, in particolare in quelli dove circola aria per la climatizzazione;
- Ridurre nell'arredamento la presenza di superfici assorbenti come tappezzerie, tappeti e moquettes, mobili aperti, tende. In particolare i tessuti e la carta, oltre a favorire il deposito ed il ristagno di polvere, possono anche assorbire altri inquinanti e poi rilasciarli lentamente nell'ambiente;

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Si forma per combustione incompleta di sostanze organiche contenenti carbonio, è un gas incolore e inodore, molto infiammabile, più leggero dell'aria. Negli ambienti confinati si forma per combustione nei locali ove si trovano fornelli o stufe (a gas, a legna e carbone). Si trova anche nel fumo di sigaretta. Nell'aria esterna viene indotto in gran parte dagli scarichi delle auto.

Reagisce, legandosi, con l'emoglobina del sangue riducendo l'apporto di ossigeno ai tessuti, al punto che concentrazioni elevate con esposizione prolungata sono letali. I sintomi di una intossicazione da CO sono debolezza, riduzione delle facoltà sensoriali, cefalea, e vertigini, nausea, tachicardia fino ad arrivare al coma.

Per evitare problematiche legate a questo tipo di sostanza tossica si dovranno mantenere in efficienza le apparecchiature domestiche in cui si producono combustioni e ventilare i locali attinenti con aperture dirette verso l'esterno. Sarà preferibile isolare il locale cottura dagli altri locali di soggiorno. Se il garage è addossato alla casa dovrà essere evitato di praticare aperture di collegamento diretto.

FUMO DI TABACCO

E' considerato la fonte più rilevante di inquinamento degli spazi confinati perché contiene un numero molto grande di sostanze tossiche e perché al suo effetto sono esposte molte persone.

Il contatto con il fumo di tabacco può avvenire tramite il fumo diretto (è la porzione respirata dal fumatore e filtrata dai polmoni) ma anche tramite il fumo passivo e riguarda quella porzione che deriva dalla combustione della carta e del tabacco in cui sono presenti Monossido di Carbonio, NO₂, formaldeide e altre sostanze molto pericolose.

Fumando in ambiente confinato si determina una forte concentrazione di tutti i componenti tossici, con straordinaria persistenza nell'ambiente.

Le conseguenze del fumo sulla salute nel breve periodo sono fenomeni infiammatori ed infettivi a carico delle vie respiratorie (riduzione delle difese immunitarie con maggiore esposizione a riniti, sinusiti, raffreddori, bronchiti, influenze); sul lungo periodo determina invecchiamento precoce e può indurre il cancro con specifica maggiore incidenza a reni, polmoni e vescica.

Il fumo inoltre determina l'accentuazione della pericolosità dei radionuclidi del radon e di altri inquinanti, per la sua azione sinergica di veicolo. E' inoltre dimostrata la sua incidenza nella riduzione dello sviluppo della funzione polmonare in età pediatrica

Precauzioni: evitare arredi quali librerie aperte, tappeti e tessuti, per evitare l'effetto di assorbimento che rende molto più lungo il processo di dispersione del fumo.

Dotare le stanze eventualmente adibite al fumo di un efficace dispositivo per l'aerazione forzata e di un ventilatore da azionare durante il ricambio d'aria per movimentare il fumo in sospensione.

OZONO (O₃)

E' un gas incolore dall'odore acre, che si forma sottoponendo l'ossigeno a scariche elettriche. L'olfatto si abitua rapidamente all'ozono e dopo pochissimo tempo non ne registra più la presenza. Si forma a causa di apparecchiature elettriche difettose, fotocopiatrici, stampanti laser. Oltre la concentrazione di 0,1 ppm determina irritazione e bruciore alle vie respiratorie e successivamente lacrimazione, tosse, nausea, cefalea, conseguenze al sistema nervoso centrale, vomito, fino a poter giungere all'edema polmonare. Può anche indurre effetti cancerogeni e mutageni fino a divenire letale alla concentrazione di 10 ppm. Sarebbe dunque opportuno separare le fotocopiatrici dagli altri locali installandole in appositi locali areati e controllare l'efficienza e la qualità dei filtri elettrici per l'aria.

OSSIDO E BIOSSIDO DI AZOTO (NO e NO₂)

Gas incolori e inodori, si formano dall'ossigenazione dell'azoto durante la combustione ad alte temperature. Uniti ad altri gas determinano lo smog fotochimica e insieme allo zolfo sono contenuti nelle cosiddette piogge acide. Derivano dai fenomeni di combustione (fornelli), dal fumo di sigaretta e di stufe e caminetti. Nell'aria esterna sono determinati da processi di lavorazione industriale che contemplano combustioni ad alta temperatura e dagli scarichi di auto.

Determinano infiammazioni ed irritazioni alle mucose ed alle vie respiratorie, possono portare all'asma. Esposizioni concentrate e prolungate ad alte concentrazioni possono causare determinare fenomeni bronco-ostruttivi ed all'edema polmonare.

Per evitare rischi dovrà essere ventilata la cucina durante la cottura; sarebbe preferibile isolare l'ambiente cucina dal resto della casa.

ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)

E' un gas incolore dall'odore pungente e irritante, che deriva dalla combustione di materiali contenenti zolfo quali alcuni gas di origine naturale, il cherosene, l'olio combustibile.

Si forma dunque principalmente nella combustione di stufe a cherosene e nell'aria esterna dagli scarichi delle auto.

Viene percepita alla concentrazione di 0,5 ppm ed è molto irritante. E' letale in concentrazione superiore alle 100 ppm. Risulta facilmente assorbita mediante le mucose tramite cui giunge nel sangue, nei tessuti e negli organi. Può indurre infiammazioni acute e croniche alle vie aeree, con difficoltà respiratorie, tosse, dolori al torace.

Le fonti più significative di anidride solforosa (traffico automobilistico e da attività industriali) non sono controllabili dai progettisti e dagli utenti del manufatto finale. Le uniche precauzioni che si possono adottare sono ventilare gli ambienti nelle ore di minor traffico ed evitare le stufe a cherosene.

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)

L'effetto stordente che può derivare dall'inhalazione di queste sostanze ne ha determinato l'utilizzo come "droga dei poveri", con conseguenze particolarmente gravi sulla salute, anche a livello di dipendenza.

I principali sono la formaldeide, gli idrocarburi aromatici e policiclici aromatici (IPA), gli idrocarburi clorurati, gli aldeidi, i terpeni, gli alcani e cicloalcani. Hanno la prerogativa di evaporare facilmente a temperatura ambiente e di diffondersi nell'aria sotto forma di gas.

Nella categoria dei composti volatili organici sono annoverabili almeno un migliaio di sostanze. Sono utilizzati nella composizione di moltissimi prodotti e materiali da costruzione e per finitura, dai quali vengono lentamente rilasciati e sovente risultano associati. Sono presenti negli adesivi, negli impregnanti e nelle vernici, nelle carte, nel linoleum, nei tessuti sintetici, moquettes, nei pannelli di legno compositi, truciolari, nei rivestimenti plastici, nelle schiume poliuretatiche e nei materiali isolanti. Possono essere presenti però anche nei prodotti per l'igiene e per la pulizia e manutenzione della casa, negli insetticidi; si formano poi all'atto dell'evaporazione dei derivati del petrolio, nei processi di combustione, nel fumo di sigaretta, sono presenti in alcuni prodotti per il bricolage. L'intossicazione può avvenire sia per via respiratoria che tramite l'assorbimento cutaneo.

Gli effetti sono molto vari ma in generale si determinano esiti neurotossici e narcotici, tossicità neurologica, epatica, renale, irritazioni e infiammazioni soprattutto alle vie respiratorie, lacrimazione e disturbi della vista, fenomeni di sensibilizzazione della pelle ed eczemi, nausea. L'esposizione prolungata e continua danneggia il sistema immunitario, può indurre forme tumorali neoplasie, anemie e altre gravi conseguenze.

Per evitare o ridurre i rischi legati a queste sostanze è opportuno:

- Verificare i componenti dei materiali di costruzione e di finitura ed evitare l'utilizzo di prodotti di cui non è possibile la verifica
- seguire attentamente le istruzioni per l'utilizzo di qualunque prodotto
- Prediligere l'uso di materiali esenti da solventi sintetici e di arredi realizzati in legno massiccio, con ridotto uso di colle, o in prefiniti esenti da formaldeide.
- Esigere la certificazione E1 (basso contenuto di formaldeide) nel caso di arredi realizzati con pannelli truciolari
- Preferire sempre tessuti naturali per l'arredamento
- Prediligere nelle pavimentazioni sistemi di posa ove non siano previsti collanti;
- il calore e l'umidità aumentano l'intensità e la nocività delle emissioni; dunque evitare di installare arredi realizzati con pannelli truciolari nei bagni e nelle cucine
- Ridurre nell'arredamento la presenza di superfici assorbenti;
Utilizzare oli, cere e prodotti naturali per il trattamento di pavimenti ed elementi in legno

La **FORMALDEIDE (CH₂O)** è l'aldeide dell'acido formico ed è un gas incolore e dall'odore acre e irritante, molto solubile in acqua. E' il composto organico volatile (VOC) più diffuso, più noto e tra i più pericoloso; viene utilizzato in varie lavorazioni perché reattivo in molte sintesi.

Provoca sul breve periodo irritazioni ed infiammazioni in particolare a carico delle vie respiratorie e delle mucose ma anche eczemi, disturbi della vista, nausea. Quando si verifica l'assorbimento prolungato può indurre forme tumorali (la sperimentazione ha dimostrato che è cancerogena per

inalazione per gli animali).

PENTAFLOROFENOLO E ALTRI PESTICIDI

erbicidi, fungicidi, insetticidi, pesticidi (biocidi)

In ogni caso il pericolo, in questo tipo di sostanza è rappresentato da una ampia gamma di prodotti chimici altamente tossici impiegati contro batteri, insetti, microrganismi, funghi.

Il pentaclorofenolo pur se scarsamente volatile appartiene ancora alla categoria dei Voc ed è un biocida universale. Utilizzato per il trattamento antiparassitario e antimuffa del legno, dei tessuti e cellulosa, carta, vernici, il penta cloro fenolo è rilevabile nell'ambiente anche dopo numerosi anni, in particolare nella polvere. E' scarsamente biodegradabile.

Altra categoria pericolosa di biocidi è quella dei composti organometallici quali gli organomercuriali (usati come battericidi e conservativi) dei i derivati alchilici dello stagno. Es. il DDT (Diclorodifeniltricloroetano) ormai proibito in tutto il mondo per la sua cancerogenicità ma che ancora può trovarsi inserito e nascosto nei prodotti compositi.

Queste sostanze si trovano nei materiali per edilizia e arredamento trattati contro funghi e insetti (carte, pellami e legno per strutture, per rivestimenti e arredi), legnami provenienti da destinazioni non certificate, tarmicidi (guardaroba), insetticidi e prodotti per igiene e manutenzione.

Sono caratterizzate da elevata tossicità neurologica (nausea vertigini, astenia, ansia, insonnia, cefalea, tremori). Inducono irritazioni e infiammazioni di cute e mucose, che possono degenerare in forme tumorali. Provocano danni al sistema immunitario e sospetti effetti teratogeni.

E' importante disporre di informazioni sui trattamenti subiti da legnami e arredi; saranno da preferire oli e cere naturali per la manutenzione del legno. La precauzione valida universalmente è quella di ventilare spesso i locali della casa, per ridurre l'eventuale concentrazione di inquinante.

METALLI PESANTI E ALTRI METALLI

Piombo, cadmio, mercurio, cromo, manganese ed altri metalli
(alluminio, stagno, tallio, bismuto, arsenico, rame, oro, zinco, etc.)

Sono presenti nelle vernici ed in altri prodotti di finitura (come le ceramiche) e si liberano con polveri che si originano durante le operazioni di taglio, sverniciatura o rimozione; possono anche liberarsi nell'aria per semplice usura del materiale.

Vi è la possibilità di danni ai reni, al sistema nervoso e al sistema immunitario, fino a provocare effetti cancerogeni e teratogeni.

I sintomi legati a questo tipo di intossicazione sono disturbi dell'umore e della memoria, tremori, disturbi dell'apparato digerente con effetti quali coliche addominali (spesso confuse con appendiciti), anemia, riduzione delle capacità visive, cefalee, saturnismo (inquinamento da piombo), alterazioni del sistema nervoso centrale.

Non si dovranno dunque rimuovere vecchie vernici senza le dovute precauzioni; durante eventuali operazioni di sabbatura dei locali dovranno essere opportunamente sigillati gli altri interni, e i locali potranno essere rioccupati solo al termine dei lavori e dopo pulizia. Si dovrà verificare che non vi sia la presenza di queste sostanze nei componenti dei materiali da costruzione, delle finiture e dei prodotti detergenti e per la manutenzione, prediligendo materiali nelle cui schede tecniche sia dichiarato espressamente che sono esenti da metalli pesanti; evitare i prodotti di cui non è verificabile la composizione. Non scaricare nelle condutture idrosanitarie i residui di vernici o smalti poiché gli eventuali fanghi derivanti dalla depurazione dei reflui urbani, una volta additivati con metalli pesanti, indurrebbero gravi contaminazioni del suolo e del sistema delle acque.

RADIOATTIVITÀ

Può determinata dalla radioattività naturale del suolo, dalla presenza nei materiali da costruzione (radon) o dalla presenza di radionuclidi artificiali (materiali contaminati).

Il radon è un gas incolore e inodore, prodotti dal decadimento naturale del torio e del radio, che sono presenti normalmente in natura. A sua volta il radon decade e i suoi derivati a contatto con l'uomo possono causare la morte cellulare o il danneggiamento (nel caso di cellule germinali può determinare fenomeni cancerogeni). E' molto più pesante dell'aria; per tale ragione si colloca nella parte bassa degli ambienti ove tende a ristagnare.

La fuoriuscita del radon dal sottosuolo avviene per differenze di pressione nell'aria con conseguente trasferimento nelle fondazioni degli edifici e nell'ambiente esterno. Il suo spostamento nel sottosuolo può essere favorito dalla presenza di faglie, crepe, falde e corsi d'acqua, ed è originato dalla presenza di rocce di natura vulcanica (graniti, porfidi, tufi). L'infiltrazione nel manufatto è determinata dalla presenza di fessurazioni e varchi nella parte interrata; si trasferisce poi attraverso condotti e tubature o anche tramite l'acqua dell'impianto proveniente da falde freatiche. (contaminazione sulla persona con bagno e doccia).

Per quanto concerne i materiali da costruzione naturali esso può esser presente in graniti, tufi, lava, basalto, pozzolane, alcune argille, gessi.

Infine elementi radioattivi possono essere presenti in materiali da costruzione contenenti componenti contaminati, come materiali contenenti argille contaminate (mattonelle, mattoni ecc) mattoni di fanghi rossi (scarti della produzione di alluminio), gesso fosforoso, cementi e ceramiche contenenti scorie di altoforno, intonaci con componenti pozzolaniche ecc

L'esposizione alla radioattività naturale non giunge normalmente a livelli pericolosi, all'aperto. Invece in ambienti chiusi l'accumulo di radionuclidi può raggiungere più facilmente livelli alti e dunque divenire pericoloso. L'organo più colpito è il polmone poiché il radon permane nel rivestimento epiteliale superficiale dei bronchi, dove può ingenerare effetti patologie tumorali.

In via precauzionale potranno essere effettuati rilevamenti sull'ambiente e sui materiali potenzialmente rischiosi. In caso di radioattività ambientale si dovrà procedere alla sigillatura delle fessurazioni in solette interrate e nelle aperture delle intercapedini, alla chiusura di pozzetti o altre canalizzazioni provenienti dal sottosuolo. Altra precauzione importante è l'isolamento fondale tramite guaina sintetica. In caso non sia possibile il sigillamento dovrà essere praticata l'aerazione forzata nei locali interrati e nei piani bassi tramite appositi sistemi di captazione e camini.

AMIANTO

L'amianto è un minerale presente in natura in varie forme ed è fibroso; si tratta di un silicato appartenente alla categoria degli asbesti; in natura esistono circa 150 tipi di minerali asbestiformi. Il rilascio delle fibre avviene per invecchiamento del materiale (perché le fibre sono bloccate nell'impasto con il legante, soggetto a degrado), invecchiamento che può essere favorito dall'usura, da infiltrazioni d'acqua o vibrazioni.

L'amianto è stato utilizzato in edilizia nella seconda metà del secolo novecento per le sue proprietà isolanti e di resistenza al fuoco. Il suo utilizzo è divenuto fuorilegge nell'U.E. dal 1993 e dunque il problema è ormai legato alla "sola" presenza nei vecchi manufatti. Ma non si tratta certo di un problema di poca importanza. A norma di legge le strutture in amianto in buono stato possono restare in opera ma devono tenere sotto controllo; quelle in via di deterioramento devono essere invece trattate con le necessarie precauzioni ma alcuni dati di fatto rendono le operazioni e le valutazioni di fatto difficoltose:

- censimento e bonifica sono ancora insufficienti;
- gli edifici costruiti o ristrutturati nella seconda metà del novecento ne sono infestati in modo a volte poco evidente (materiali da costruzione per finiture, termofonoisolanti e antincendio ampiamente utilizzati fino al 1994 in particolare dal 1965 al 1983, diffusi negli edifici residenziali e pubblici)

L'amianto come componente può trovarsi nelle coperture (pannelli del manto), nelle canne fumarie, nei cassoni per l'acqua, nelle coibentazioni delle tubature degli impianti di climatizzazione, nei pannelli isolanti (oppure isolamenti a "spruzzo"), nelle pavimentazioni viniliche precedenti il '94, nei pannelli fonoisolanti, negli intonaci e componenti vari, negli elementi prefabbricati.

L'amianto è cancerogeno in quanto le sue fibre si inglobano nelle mucose e provocano focolai di infiammazione che con il tempo possono indurre fenomeni tumorali: carcinomi polmonari, mesoteliomi pleurici, più raramente localizzati nell'apparato digerente.

Visto che si tratta ormai di un materiale il cui uso è del tutto vietato, le precauzioni riguarderanno unicamente quanto è già in opera; dovranno dunque essere verificati i materiali da costruzione e di finitura della casa, in caso di presenza di amianto si dovrà trattarlo opportunamente o far provvedere alla rimozione.

ALTRE FIBRE MINERALI

In edilizia sono utilizzati silicati in fibre flessibili, a volte tessute, che rilasciano fibre di diversa pericolosità. Si può trattare di feltri, pannelli di vario tipo, lane minerali sfuse, materiali compositi per isolamento e per controsoffittature a base di lana di roccia e di vetro o altre lane minerali. In alcuni casi è l'usura o la degradazione nel tempo che provoca il rilascio delle fibre. Le conseguenze più lievi sono irritazioni degli occhi e alla cute, infiammazione ed irritazione delle mucose e delle prime vie respiratorie. Conseguenze gravi sono indurimento dei tessuti polmonari e silicosi. Non dovrebbero mai essere utilizzati materiali fibrosi liberi (ad es. tappeti di lana di vetro o di roccia stesi sul solaio del sottotetto) e nel caso dovrebbero essere confinati in murature od involucri chiusi. In caso di taglio di pannelli rigidi, nei punti di taglio dovrebbero essere apposti appositi leganti per bloccare l'emissione di fibre.

2.10 Elementi di pericolosità nei materiali più frequentemente utilizzati

Ci concentreremo sull'aspetto indoor (bio-compatibilità), però non bisogna mai dimenticare di controllare anche l'eco-sostenibilità della scelta, per esempio: la plastica, se opportunamente confinata rispetto ai locali abitati, non è pericolosa, nelle emissioni indoor, ma per l'ambiente è dannosa, sia in virtù del ciclo di produzione che in ragione delle sue possibilità di smaltimento, biodegradabilità, grado di inquinamento ecc. Lo stesso vale per la bio-sostenibilità; le sostanze possono non essere in sé pericolose perché non tossiche ma se non consentono la traspirabilità dell'involucro possono determinare la formazione di condensa e lo sviluppo di inquinanti biologici, nonché la maggiore potenziale emissione di sostanze tossiche (che infatti aumenta in alcuni casi con l'aumentare dell'umidità).oppure possono presentare problemi rispetto al "peso" ambientale indotto dal ciclo di produzione.

Analizzeremo adesso i materiali più usati e parleremo delle fonti di pericolo senza fornire le alternative nel campo dei materiali biocompatibili che elencheremo uno per uno a seguire, nell'ultima parte della dispensa.

PIETRE NATURALI: Non costituiscono rischio particolare per le persone a meno che non contengano radioattività naturale. Diversa è la valutazione che riguarda il lato della eco-sostenibilità per quel che concerne il processo di cavazione e lavorazione, poiché inquinanti ed impattanti. Consideriamo infine che si tratta di una risorsa non rinnovabile.

LEGNO E DERIVATI: Come materiale di per sé (legno e anche sughero) NON CONTIENE IN NATURA SOSTANZE TOSSICHE a parte nei rari casi di essenze esotiche che emettono allergizzanti e nel il caso del legno radioattivo proveniente da paesi che hanno subito contaminazioni.

Sono però presenti sul mercato varie offerte con prodotti in cui il legno può risultare trattato con svariate sostanze sintetiche o pericolose: legni ricostruiti, stratificati, pressati, laminati, lamellari. Con tali soluzioni si ottengono materiali mediamente più resistenti sia all'usura che all'umidità, che garantiscono migliori prestazioni "strutturali"; inoltre tramite questi sistemi di lavorazione è possibile recuperare molto materiale di scarto; vi è però il pericolo di emissione di sostanze tossiche contenute nelle resine e nei collanti, come la formaldeide. I legni di provenienza esotica inoltre, a parte il grosso impatto indotto in virtù del loro trasporto da paesi lontani, possono contenere sostanze biocide utilizzate per la loro conservazione durante l'immagazzinamento e il trasporto.

Per quel che riguarda l'**utilizzo** nel manufatto sono consigliati i seguenti accorgimenti:

- da evitare il trattamento superficiale con sostanze chimiche (impregnanti, vernici ecc.) privilegiando sostanze naturali (che vedremo più avanti)
- procedere ad una posa in opera opportuna (in ambienti asciutti);
- privilegiare l'utilizzo di legno massello negli arredi o prediligere pannelli garantiti a Bassa emissione E1

MALTE, CALCETRUZZI, LEGANTI INORGANICI:

CALCE: Essendo fortemente alcalina la calce ha naturali proprietà disinfettanti ed antimuffa. E' inoltre, per sua struttura fisica, un materiale traspirante e presenta un'elevata inerzia termica; è dunque molto indicato, in bioedilizia, per la realizzazione di malte e pitture. L'unico potenziale pericolo è rappresentato dai componenti che, a seconda della provenienza, possono presentare elementi di radioattività, come nel caso della malta pozzolanica.

GESSO: Non dovrà essere utilizzato quello non-naturale che proviene da altoforno, poiché può rilasciare metalli e altre sostanze tossiche e pericolose. Può rilasciare polveri se non adeguatamente trattato con cere, collanti o vernici o altre pellicole superficiali che ne impediscano la dispersione. Può emettere radon, poiché può provenire da aree ricche di uranio. E' igroscopico, quindi interviene sull'umidità degli ambienti interni, riducendola; dunque questo parametro va tenuto sotto controllo.

CEMENTO: Può contenere residui di varia origine (scorie di altoforno, ceneri di carbone ricche di metalli tossici come arsenico, berillio, nichel, cromo, vanadio) che una volta emessi negli ambienti interni (tramite gli intonaci) possono risultare pericolosi. Non ha capacità di smorzamento acustico e isolante, trattiene a lungo l'umidità e non è traspirante. Può indurre la schermatura completa dell'edificio (effetto Faraday) in associazione con l'armatura nei telai portanti. Un ulteriore problema può essere rappresentato dall'utilizzo di additivi sintetici nei getti con gli inerti (additivi contro le basse temperature, per aumentare le prestazioni meccaniche, per alterare il colore ecc.), anche se normalmente il cemento armato è confinato rispetto agli ambienti abitati.

MATERIALI CERAMICI E VETROSI:

I componenti sono **silice (sabbia), argilla e acqua.**

A seconda del tipo di lavorazione della temperatura di cottura si dividono in:

- Laterizi, terrecotte (cotti), maioliche (le piastrelle sono maioliche con finitura superficiale a smalto), faenze (**tutti materiali a pasta porosa**)
- gres e porcellane (**materiali a pasta compatta**).

Visti i componenti e il tipo di lavorazione necessario per la produzione il pericolo può derivare da:

- presenze di impurità legate al tipo di combustibile durante la cottura
- metalli pesanti nella smaltatura
- radioattività nell'argilla di impasto;
- presenza o aggiunta di scorie pericolose dentro l'argilla

MATERIALI BITUMINOSI: sono tossici nella fase di posa in opera; contengono idrocarburi policiclici aromatici (IPA) rispetto ai quali gli operatori si proteggono con le apposite maschere; tuttavia, presentando gli IPA un elevato peso molecolare e risultando scarsamente biodegradabili, una volta immessi nell'ambiente vi permangono a lungo. E' dunque molto considerevole il loro impatto ambientale.

ISOLANTI: Visti i sistemi costruttivi più in uso, questi materiali vengono posizionati normalmente nelle intercapedini delle pareti di tamponamento e nelle coperture, dunque in posizione non pericolosa per gli utenti, perché confinata rispetto agli ambienti abitati.

La maggior parte degli isolanti più utilizzati è fabbricata sinteticamente con prodotti pericolosi (schiume di urea-formaldeide o a base di polimeri plastici) oppure contiene fibre pericolose (come nel caso della lana di roccia e vetro), nonché collanti sintetici. Nell'uso bioedile sarebbero da prediligere materiali di origine naturale come sughero (con le considerazioni fatte in merito alla sua

rinnovabilità, come risorsa), pannelli legnosi realizzati con materiale di scarto, fibre di cellulosa, cocco, lana o intonaci isolanti preparati con calci naturali.

MATERIE PLASTICHE: le materie plastiche sono prodotti polimerici sintetici derivanti da petrolio, carbone e gas naturale.

Uso principale in edilizia:

- Resine fenoliche ed epossidiche: adesivi nei rivestimenti e nelle impermeabilizzazioni.
- Polivinilcloruro (PVC): serramenti, tubazioni, pavimentazioni, rivestimenti, coperture;
- Polistirene (PS) e poliuretani (PU); isolamento e riempitivi

Alcune sostanze plastiche vengono usate come additivi in argille, leganti e bitumi per aumentarne le prestazioni e la resistenza.

Nel campo della materie plastiche la pericolosità a livello di reattività rispetto al corpo umano non sta nei polimeri, che sono molto stabili, ma nei monomeri, che sono invece assai reattivi (alcuni si sono rilevati agenti mutageni e cancerogeni). I polimeri possono creare tuttavia effetti meno importanti ma significativi come allergie ed irritazioni.

Le sostanze sintetiche più pericolose sono in assoluto i monomeri del PVC, formaldeide, resine epossidiche.

COLLE E ADESIVI: tecnicamente sono le sostanze che, all'evaporare del solvente, stabiliscono relazioni chimiche o fisiche con le facce delle superfici di posa, legandole. Il settore che più di tutti è interessato dall'utilizzo di questi prodotti è quello del legno, per la produzione di un gran numero di materiali derivanti dall'aggregazione, pressatura, incollatura a strati della materia prima.

Le colle, per definizione, sono composte con sostanze naturali mentre gli adesivi con sostanze sintetiche.

Colle naturali:

Colle vegetali e animali (le vedremo meglio più avanti, valutando anche in parte le conseguenze; va subito premesso però che la tossicità è molto bassa e deriva nel caso sostanzialmente dal solvente in cui vengono sciolte le materie prime)

Adesivi artificiali:

Si dividono in:

- resine termoplastiche; poliacrilati e metacrilati, siliconi, acetato di polivinile, poliammidi ecc.
- resine termoindurenti (resine fenoliche, melamminiche, ureiche, epossidiche, contenenti formaldeide ecc)

La tossicità degli adesivi di sintesi è comunque dovuta alla presenza nel composto dei rispettivi monomeri (nelle resine epossidiche, nei metacrilati ecc.) con conseguenze allergizzanti e irritanti, come si è già visto analizzando le sostanze di sintesi in generale.

VERNICI E PITTURE: Possono essere composte da sostanze di sintesi o naturali e sono costituite da:

- **Agenti filmogeni (quelli che indurendo formano la pellicola)**

Naturali (resine naturali, gommalacche e coppali, olio di noce, di soia, di lino cotto)

Sintetici (resine acriliche, poliuretaniche, epossidiche, aminoplastiche, poliesteri insaturi, sciolti in miscele di solventi organici)

- **Solventi:** nelle pitture bioedili sono sostanzialmente assenti in quanto i solventi, utilizzati per dare solubilità e per legare i componenti, sono sostanze di sintesi altamente volatili costituite da idrocarburi aromatici, alcoli, chetoni ecc che inducono effetti irritativi e reazioni allergiche
- **Pigmenti e additivi (fissativi, plastificanti ecc);** ne esistono molti tipi, anche qui naturali o sintetici, e servono per conferire il colore e/o per dotare il prodotto di maggiori prestazioni a livello di qualità e durata.

Perché il prodotto sia compatibile dunque non è sufficiente eliminare il solvente ma considerare accuratamente anche l'utilizzo di tutti gli altri componenti e in specie il pericolo derivante da sostanze di sintesi, da metalli pesanti ecc presenti nei pigmenti, negli additivi o negli agenti

filmogeni che non vengono dispersi con la volatilizzazione del solvente. Inoltre molte di queste sostanze non sono traspiranti, con tutti i problemi che ne conseguono (maggiore concentrazione di umidità ecc).

Cap. 3 – La certificazione dei materiali

QUANDO UN MATERIALE E' BIO?

Abbiamo visto quanto sia delicato e complesso comprendere i molti fattori che influenzano i criteri di sostenibilità in edilizia e come la difficoltà non diminuisca entrando nel dettaglio della composizione e delle tipologie e dei materiali.

Inoltre ormai molti produttori inseriscono il suffisso "bio" anche quando di "bio" nel prodotto c'è ben poco. La schedatura dei materiali è spesso e volentieri sommaria, fatta eccezione per i materiali dichiaratamente tossici o pericolosi che debbono essere schedati ai sensi della normativa sulla sicurezza. Un sistema per avere garanzie sui prodotti è quello di ricorrere alla certificazione, anche qui con opportuno spirito critico.

I SISTEMI DI CERTIFICAZIONE

Sono disponibili dei sistemi di certificazione discendenti da regolamenti europei o da famiglie di norme per riconoscere la composizione di questi prodotti (ma non dimentichiamo che ci sono anche molti prodotti bio che non vengono certificati) oppure il loro ciclo di produzione.

SISTEMI NORMATIVI DI RIFERIMENTO

NORME ITALIANE

Norme CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano

Norme UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione

NORME EUROPEE

norme EN (European Norm)

NORME INTERNAZIONALI

norme IEC - International Electrotechnical Commission

norme ISO - International Organization for Standardization

REGOLAMENTI EUROPEI

Da una convenzione tra gli organi nazionali di normazione (UNI e CEI) è nato nel 1991 un SISTEMA NAZIONALE DI ACCREDITAMENTO PER ORGANISMI DI CERTIFICAZIONE che si riferisce a norme UNI EN CEI. Si tratta del SINCERT. Esegue attività di accreditamento e gestione degli organismi accreditati, organismi cioè che possono emettere CERTIFICAZIONI.

Invece vi sono altri organismi che prendono legittimità da Regolamenti Cee, come nel caso dell'Emas Ecolabel.

L'Unione Europea promuove l'organizzazione di rapporti bilaterali fra organismi di certificazione che operano in settori analoghi per agevolare il reciproco riconoscimento delle certificazioni emesse.

I sistemi di certificazione si dividono in:

- **OBBLIGATORI**, qualora la normativa vigente richieda determinate caratteristiche; per esempio l'ultima versione della legge sugli appalti pubblici richiede la certificazione ISO 9000 alle imprese costruttrici
- **VOLONTARI**, quando si sceglie di attestare elementi di specifica e maggior qualità al prodotto (la maggior parte di quelle bio è certificazione volontaria)

Nel campo delle politiche ambientali e dei sistemi di produzione vi sono sistemi e strumenti per certificare la qualità dei sistemi aziendali.

EMAS Eco-Management and Audit Scheme

Sistema istituito con Regolamento (CEE) 761/2001: strumento di politica ambientale ed industriale a carattere volontario creato per promuovere miglioramenti dell'efficienza ambientale nei sistemi di produzione industriale. Sta raccogliendo in Europa un buon successo poiché certificare il miglioramento delle prestazioni ambientali (che comporta anche maggiori garanzie in termini di sicurezza e razionalizzazione dei sistemi di produzione) determina maggior fiducia da parte del pubblico aumenta il vantaggio competitivo delle imprese aderenti.

Organismo Competente per l'esecuzione dei compiti previsti dal Regolamento CEE 761/2001 (accreditamento dei verificatori ambientali e registrazione dei siti), in Italia è il **Comitato Ecolabel-Ecoaudit-Sezione Emas Italia**.

Le imprese che intendono aderire all'EMAS debbono inviare all'Organismo Competente una dichiarazione ambientale convalidata da verificatori ambientali accreditati, scheda che riporta tutti gli impegni assunti dall'impresa e che deve essere periodicamente aggiornata); al termine della procedura, l'impresa viene iscritta in un apposito registro comunitario.

Entrando nel dettaglio il Sistema Ecolabel è istituito con Regolamento (CEE) 880/92; si tratta di uno strumento a carattere volontario volto ad incentivare la presenza sul mercato di prodotti "puliti" per quel che riguarda la politica ambientale. L'Ecolabel attesta il ridotto impatto ambientale del prodotto nell'intero suo ciclo di vita. In un mercato in cui diviene sempre più difficile per i consumatori orientarsi in merito a criteri di sostenibilità in base al ciclo di produzione e all'impatto sull'ambiente l'Ecolabel rappresenta una fonte di informazione attendibile valida in tutta Europa, e può rappresentare un importante elemento per stimolare sfide concorrenziali.

L'uso dell'etichetta Ecolabel viene concesso, in Italia, dal Comitato Ecolabel-Ecoaudit - Sezione Ecolabel Italia. Esistono gli appositi verificatori, accreditati dal comitato Ecolabel Ecoaudit distribuiti in tutto il territorio italiano.

In ogni caso non può essere concesso l'uso dell'etichetta a prodotti alimentari, farmaceutici, bevande, sostanze e preparati **pericolosi, o fabbricati con processi che possono nuocere all'uomo o all'ambiente**.

L'etichetta è assegnata per un periodo di produzione determinato che non può comunque superare il periodo di validità dei criteri (**tre anni**), salvo proroga dei criteri stessi.

Le modalità di assegnazione dell'Ecolabel sono state definite nel nostro campo di interesse per i seguenti prodotti:

- prodotti ceramici;
- isolanti;
- sistemi fotovoltaici;
- vernici

CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI

Per la certificazione bioecologica dei materiali a norma degli standard internazionali UNI EN 45011 e 45012 in Italia è attualmente costituito **ICEA** (Istituto per la certificazione Etica e Ambientale, accreditato Sincert).

L'attività è stata avviata in Italia da ANAB (Associazione Nazionale architettura Bioecologica) che nel 1999 cominciò ad emettere un marchio di qualità ANAB – IBO –IBN ma che oggi ha trasferito l'intero processo a ICEA, di cui ANAB è socio fondatore.

ALTRI RIFERIMENTI O MARCHI EUROPEI:

Blauer Engel „Angelo Blu“ (Germania); Precursore dell'Ecolabel, costituito dall'Agenzia federale dell'Ambiente nel 1977. La giuria è composta da 11 specialisti interdisciplinari. Il prodotto deve risultare alternativo ad altri già presenti e assicurare le stesse caratteristiche.

Cigno Bianco “White Swan” (Paesi scandinavi); Molto interessante perché richiede che i prodotti ecologici **ABBIANO UN BUON PREZZO** ed è strutturato su due livelli; il primo di eccellenza e il secondo che assicura la presenza dei soli requisiti minimi.

NF ENVIRONMENT (Francia)

Basato su una valutazione multicriteriale.

ISTITUTI PRIVATI ED ASSOCIAZIONI CHE HANNO PROPOSTO METODI DI CERTIFICAZIONE:

- INB Istituto di biologia edile (Germania)
- Istituto di Rosenheim IBR (Germania)
- Istituto di Bonn IBO (Germania)
- WTA (Germania)

Cap. 4 – Inquinamento indoor e categorie d'opera: problematiche e scelte possibili per una edilizia sostenibile

4.1 Opere fondali e strutturali in genere

Il ferro

La gabbia metallica affogata nel cemento, se non opportunamente messa terra, può indurre:

- 1) effetto Faraday (annullamento del campo elettromagnetico naturale con relativo squilibrio dell'organismo)
- 2) effetto antenna nei confronti dell'elettromagnetismo artificiale.

Le conseguenze sull'organismo possono giungere sino alla degenerazione cellulare.

Si dovrà dunque:

- limitarne la quantità, utilizzando ferro ad aderenza migliorata e ad alta resistenza, cosa ormai abbastanza consueta, anche in virtù delle modalità di calcolo richieste nelle zone sismiche;
- utilizzare acciaio austenitico inox che, oltre ad essere poco corrodibile, ha valori particolarmente bassi di permeabilità magnetica e non interferisce quindi con il campo elettromagnetico naturale.

Il cemento: Sarebbe opportuno ridurre al minimo possibile l'uso di questo materiale per le caratteristiche che già in parte abbiamo descritto:

- ha scarsa traspirabilità e conduce invece i rumori;
- trattiene l'umidità per lungo tempo;
- è aggredibile dagli agenti atmosferici, specie in siti particolari come quelli marittimi, ma anche negli altri ambiti; per tal ragione si rendono dunque necessarie opere di isolamento e incapsulamento, utilizzo di additivi chimici, che oltre ad essere pericolosi per la salute sono anche fortemente impattanti sull'ambiente, nell'intero ciclo di vita.

Ma il calcestruzzo armato è per motivi normativi ed economico-pratici la soluzione obbligata per realizzare fondazioni e anche alcuni elementi strutturali. Si può allora adottare la precauzione di utilizzare comunque **cemento puro, senza additivi sintetici o derivanti da scarti tossici di altre lavorazioni, certificato per l'assenza di radioattività** (cemento bianco), che determini la formazione (in caso sia a vista) di un calcestruzzo resistente agli agenti atmosferici (per esempio con l'aggiunta di cemento pozzolanico).

4.2 Murature ed altre opere strutturali

Legno:

Vantaggi:

- ottima resistenza meccanica
- potere termocoibente
- igroscopicità (potere regolatore dell'umidità relativa degli ambienti)
- elevata temperatura superficiale (che incide positivamente sul comfort ambientale).

- materia prima rinnovabile (nonostante si debba pensare ad una più coerente politica di coltivazione delle essenze a rapida crescita, evitando il deupaperamento delle foreste naturali)
- Nel nord Italia il legno sta tornando ad essere usato in maniera sostanziale e non solo in maniera formale e nostalgica, anche in virtù della vicinanza rispetto a paesi che producono questa risorsa in maniera consistente.

Criteri di eco sostenibilità:

- produzione locale
- specie a rapido accrescimento (pioppo, essenze resinose come pino e abete, l'ontano, ecc.)
- provenienza da taglio selettivo e quindi da forestazione o coltivazione produttiva o da attività di riciclaggio. Sono dunque da evitare i legnami esotici (possono provenire da deforestazione, richiedono enorme impegno energetico per il trasporto e possono aver subito trattamenti con biocidi fortemente tossici)

Indicazioni generali:

- porre attenzione ai semilavorati per quanto detto in precedenza
- rispettare i tempi di taglio e di stagionatura, prediligendo quella naturale a quella di forno;
- controllo della umidità, per evitare le deformazioni e lo sviluppo di funghi
- evitare trattamenti con prodotti di sintesi perché oltre ad essere tossici possono alterare le caratteristiche di igroscopicità del legno, plastificandolo; saranno dunque da utilizzare prodotti di derivazione vegetale o animale come l'olio di lino, la cera d'api, estratti a base di agrumi ecc che vedremo meglio inseguito

Argilla:

Le murature portanti sono una soluzione abbastanza utilizzata, specie in zona non sismica, per gli edifici fino a tre piani. L'argilla e in particolare quella cruda (materiale semplicemente essiccato e non cotto) in senso bioecologico è un materiale consigliato per le murature portanti e non in quanto:

- ha buone capacità di sfasamento termico e di coibenza, tende ad equilibrare l'umidità relativa dell'aria interna;
- è traspirante ed è un isolante acustico;
- è disponibile in quantità consistenti e diffusamente.

Utilizzi:

Argilla cruda: murature non portanti, di tamponamento

Laterizio: murature anche portanti preferibilmente continue (evitando strati interposti di materiali diversi, per potenziali problemi di condensa e costi di realizzazione) e di forte spessore.

Condizioni di biocompatibilità ed ecosostenibilità:

- in caso di porizzazione (per migliorare le prestazioni termocoibenti) i materiali aggiunti dovranno essere di origine vegetale o minerale (come polvere di legno, prodotti di scarto della produzione agricola, perlite ecc); da escludere materiali derivati dalla sintesi petrolchimica.
- non deve essere additivata con materie seconde di origine petrolchimica o derivanti da scarti di lavorazione tossici;

Cemento:

Viene utilizzato in blocchi per muratura, nei quali il cemento viene unito con altri elementi quali argilla espansa, fibre di legno mineralizzate ecc: tali blocchi hanno in generale buone prestazioni sia a livello termico, che rispetto alla traspirabilità. Il cemento comporta tutte le controindicazioni già elencate in precedenza ma in questo tipo di utilizzo, con le dovute garanzie rispetto alla potenziale radioattività e all'utilizzo di scorie nel ciclo di produzione, può essere accettabile, in quanto confinato rispetto agli ambienti abitabili.

Il gesso: quello naturale non presenta controindicazioni particolari ed è utilizzabile per la creazione di divisori a secco e finiture di interni. I pannelli additivati con fibre di cellulosa sono caratterizzati da:

- resistenza meccanica

- facile lavorabilità
- buona resistenza al fuoco
- buone caratteristiche di insonorizzazione
- Traspirabilità

VARI:

Composti per fissaggi ed ancoraggi a rapido indurimento, composti aggiuntivi impermeabilizzanti e stabilizzanti, iniezioni consolidanti ecc.

In questo caso tutto dipende dalle modalità di posa in opera, dalle caratteristiche dei componenti, dal livello di eco compatibilità che andranno considerati di volta in volta, con il supporto delle molte e diverse valutazioni possibili.

4.3 Pavimentazioni e rivestimenti

Per i materiali naturali (argilla e legno) conosciamo già quali sono i problemi e le indicazioni specifiche per il loro utilizzo. Nei trattamenti del legno dovrebbero essere utilizzati materiali naturali; incollaggi, stuccature e finiture in genere, dovranno essere realizzate con resine e laticci naturali e prodotti non tossici: solo per i casi più impegnativi e su piccole zone è utilizzabile una dispersione polimerica acquosa a livello di finitura superficiale. Da ricordare comunque che la lavorazione della ceramica, al di là delle caratteristiche del materiale a livello indoor, induce un grande impatto ambientale in ambito industriale.

4.4 Finiture

Calce

Requisiti positivi:

- traspirante, antibatterica e atossica, con caratteristiche di buona coibenza e buona resistenza meccanica;
- diffusa reperibilità
- ridotto impiego energetico nella produzione produttiva

Utilizzo: La calce eminentemente idraulica di origine naturale (e dunque non proveniente dai processi di ri-trattazione del cemento, come spesso accade) può addirittura essere utilizzata per realizzare massetti. Il grassello di calce o calce spenta (idrato di calcio) è invece quella usata per gli intonaci e per i lavori di finitura in genere. La calce è anche utilizzata come base per le pitture, e come legante per le malte in genere.

Il gesso: Se ricavato dalla cottura di pietre naturali con ciclo produttivo controllato (dunque bisogna distinguere il gesso naturale dal gesso chimico) rappresenta un materiale, in tutto il suo ciclo di vita; i vantaggi del materiale sono già stati elencati in precedenza.

Vari: Stucchi, impermeabilizzanti, tonachini, ecc.

Se realizzati con emulsioni naturali a base di oli, resine vegetali, cere, calce ecc. rientrano nei materiali biocompatibili.

4.5 Impermeabilizzanti

Argilla, cere, oli

Le tecniche costruttive proprie della bioedilizia tendono a ridurre al minimo l'impiego di materiali impermeabilizzanti, anche per criteri legati alla durabilità dei manufatti. Tuttavia con le cere e con gli oli si possono impregnare particolari carte di cellulosa o fibre riciclate, che si trasformano in guaine idrorepellenti per l'impermeabilizzazione sottotegola della copertura di falda. Alcuni tipi di argilla, opportunamente dosati, risultano impermeabili.

4.6 Coibenti

E' interessante ricordare quali sono le caratteristiche più frequenti nei materiali di origine petrolchimica utilizzati per questo scopo:

- impiego di materiali non rinnovabili
- tossicità
- impatto ambientale e costo energetico molto elevato per la produzione
- impiego di materiali non rinnovabili

Al contrario le doti richieste per un materiale coibente che possa dirsi sostenibile:

- la sostenibilità ambientale (ridotto costo energetico, rinnovabilità delle risorse ecc.)
- traspirabilità ed igroscopicità
- resistenza naturale agli agenti patogeni e biologici, compresi roditori ed insetti, buona resistenza al fuoco, non radioattività, neutralità rispetto ai campi elettromagnetici

Analizziamo adesso quelli considerati compatibili con i criteri di sostenibilità in base ad alcune macrocategorie di provenienza.

MATERIALI COIBENTI VEGETALI

Fibra di legno

Il legno proveniente dagli scarti delle segherie viene sfibrato e aggregato tramite cottura in forno (con questo processo si libera la lignina, naturalmente presente nelle fibre, che ha un forte potere collante). Se additivato con resine naturali può risultare impermeabile ma in ogni caso, a seguito del processo sopra descritto, risulta inattaccabile da muffe, roditori ed insetti.

Può essere utilizzato nella coibentazione di qualsiasi elemento costruttivo (pareti, coperture, pavimenti). Da sottolineare il carattere di forte eco-sostenibilità di questa scelta; si tratta infatti di un materiale proveniente da fonte facilmente rinnovabile, a differenza del sughero, anche se ha prestazioni leggermente inferiori.

Sughero

Viene utilizzato in pannelli o sottoforma di granulato (riversato su pavimenti e coperture, in intercapedini di murature, per massetti, legato con calce)

Il sughero in pannelli è biocompatibile qualora il suo assemblamento sia avvenuto per riscaldamento (con relativa emissione del legante naturale, la suberina) e successiva pressatura e compattazione. Diversamente, qualora vengano utilizzati leganti sintetici per formare i pannelli, ovviamente i requisiti di bio-compatibilità ed ecosostenibilità vengono a cadere.

Requisiti necessari:

- assenza di residui legnosi, di terra e di polvere (per evitare l'insorgere di muffe ecc)
- assenza di colle sintetiche che oltre alla loro pericolosità (presenza di formaldeide, a differenza di quel che avviene nel processo di produzione corretto, sopra descritto) riducono le qualità principali del materiale (traspirabilità, elasticità)

Caratteristiche:

- inattaccabilità da insetti e roditori, ottime prestazioni nell'isolamento termico e acustico, traspirabilità, l'impermeabilità

Pannelli di legno mineralizzato

I pannelli vengono realizzati tramite il processo di mineralizzazione (cottura ad adeguate temperature) di fibre di legno provenienti dagli scarti di altre lavorazioni (purché non trattati con prodotti sintetici).

Composizione: Ossisolfato di magnesio (magnesite caustica e solfato di magnesio) e fibre di legno vengono sottoposti ad alta temperatura e compressione e quindi formati in pannelli. Con la cottura il legno perde le parti organiche deperibili.

I pannelli garantiscono le seguenti prestazioni:

- resistenza al fuoco.

- buona coibentazione termica e acustica,
- traspirabilità ed igroscopicità
- inattaccabilità da insetti e roditori

Fibra di cocco, di iuta, di cotone, di lino e canapa

Si tratta di materie prime rinnovabili, inoltre è assicurata la riciclabilità. Le doti più interessanti sono quelle coibenti. Deve essere garantita la provenienza da coltivazioni che non facciano uso di prodotti chimici.

Fibra di cellulosa riciclata

Questo materiale proviene dal riciclaggio della carta (soprattutto quotidiani) e viene insufflato nelle intercapedini ma esiste anche assemblato in pannelli. Grazie ai componenti minerali generalmente contenuti nella carta (sali di boro) questo materiale presenta una buona resistenza al fuoco e agli agenti biologici; hanno inoltre buone capacità termoacustiche.

MATERIALI COIBENTI DI ORIGINE ANIMALE

Lana di pecora

Naturale alternativa alle fibre minerali per l'isolamento termico ed acustico.

Caratteristiche:

- coibenza e traspirabilità, igroscopicità (assorbe acqua fino al 33% del suo peso senza apparire umida)
- riciclabile
- rinnovabile

MATERIALI COIBENTI MINERALI

Calcio silicato

Vengono trattate le sabbie silicee, aggiunta la calce idraulica e una piccola percentuale di fibre di cellulosa con funzione di rinforzo e si ottengono pannelli leggeri e resistenti, lavorabili, ininfiammabili e resistenti al fuoco. Non emettono polveri.

Vermiculite, perlite

Frantumazione e conseguente espansione ad alte temperature di minerali micacei (vermiculite) o di una roccia vulcanica (perlite)

Utilizzo: A secco nelle intercapedini o come inerte per intonaci leggeri coibenti con buone prestazioni di coibentazione termoacustica.

Potenziali pericoli: radioattività.

4.7 Colle, pitture, vernici

Il trattamento e la finitura superficiale dei materiali da costruzione (legno, intonaco, ferro) e i prodotti per l'incollaggio più frequentemente utilizzati sono normalmente derivati dalla petrolchimica. Le sostanze chimiche utilizzate nel settore dell'edilizia sono circa 40.000 e manca un'analisi attenta e completa della loro tossicità.

Come prevedere l'effetto sinergico della miscela nociva che si viene a creare?

Nel settore della bioedilizia è proposto il ritorno in parte alle materie collaudate dall'uomo da tempo memorabile, trattate con i mezzi tecnologici e le sostanze della "chimica dolce" oggi a disposizione. Se ci si limitasse ai prodotti qualificabili come strettamente "bioedili" i componenti utilizzati sarebbero circa 150, ben più controllabili dei suddetti 40.000.

Un breve elenco a titolo di esempio:

- oli vegetali (lino, germe di mais, soia,)
- spiriti vegetali (olio di rosmarino, oli essenziali di agrumi)
- cere vegetali (carnauba, condellilla),

Arch. Monica Fini
Studio Tecnico Associato arch. Monica Fini e geom. Fabio Peruzzi
Piazza Guido Monaco n. 11 – Arezzo
Telefax 057524148 e mail archfini@technet.it

- gomme e colle vegetali (gomma arabica, lattice di gomma, dragonite)
- coloranti vegetali (reseda, indaco, catecù, campeggio ecc.)
- prodotti di origine animale (caseina , cera d'api, gommalacca, ecc)
- sostanze minerali naturali (ocra, gesso, talco, terre coloranti, borace, farina fossile, bianco di titanio, ecc
- resine vegetali (colofonia, dammar, pino, ecc)

Come già visto in un precedente capitolo sono considerate bioedili le pitture a base di resine naturali, di calce, di caseina, di silicato di potassio.

Sono prodotte sostanze da utilizzarsi nei più vari trattamenti delle superfici (idrorepellenti, leganti, fissativi, mufficidi), ma anche nel trattamento del legno: impregnanti a poro aperto, finitura superficiale, trattamenti per l'esterno, ridotto verniciante a olio o trasparente, diluenti, smalti ecc.

Bibliografia e indirizzi Internet utili

Il nuovo verdeaureo dell'architettura, Serena Omodeo Salè

Ed. Maggioli

Materiali in edilizia e nell'arredo, Giuliano Bressa, Ed. Masson

Bioedilizia Mauro Bertagnin Edizioni GB

Repertorio dei materiali per la bioedilizia, AAVV, Ed. Maggioli

"L'architettura naturale" n.5/99 dossier; valutazione e certificazione dei materiali- Edicom edizioni. Gorizia

www.bioarchitettura.it

www.anab.it

www.regione.piemonte.it/ambiente/documentazione/tutela/dwd/bioedilizia/materiali.pdf

www.energoclub.it/a%20risp%20energetico.htm

www.itaca.org/tematiche/edilizia-sostenibile/protocollo-itaca.htm

www.regionetoscana.it (parola chiave: "linee guida")