



# CERTIFICAZIONE BIOARCHITETTURA



## **CERTIFICAZIONE BIOARCHITETTURA**

---

Il documento originario del 2005 è stato redatto con la Direzione Scientifica di:  
Francesco Marinelli, Angelo Mingozzi, Alessandro Trivelli  
La collaborazione di: Giampiero Gallera, Luigi Botto Rossa  
Direzione Comunicazione: Ugo Sasso, Vittfrida Mitterer

La prima revisione del 2009 è stata redatta da:  
Angelo Perego, Pietro Fiumana, Giovanni Sasso,  
Angelo Mingozzi, Alessandro Trivelli  
Con la Direzione di: Erminio Redaelli

Anno 2011 - La revisione complessiva dell'intero sistema di certificazione  
è stata redatta da: Giulia Bertolucci, Rodolfo Collodi  
con la Direzione di: Erminio Redaelli, Giovanni Sasso  
con la collaborazione di: Laura Guidi

Documento a scopo divulgativo.  
Il Marchio è proprietà registrata dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura

## **PREFAZIONE, INTRODUZIONE**

---

L'Istituto Nazionale di Bioarchitettura® e' punto d'incontro tra discipline diverse, tutte mirate a proporre una modalità di sviluppo ecologicamente corretta per il nostro pianeta.

Si definisce Bioarchitettura® la disciplina progettuale che attua e presuppone un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema ambientale, tendendo alla conciliazione ed integrazione delle attività e dei comportamenti umani con le preesistenze ambientali ed i fenomeni naturali.

La novità programmatica della Bioarchitettura® non risiede nella specificità delle singole discipline, quanto nel loro collegamento. Non è semplice sommatoria di "tecnologie verdi"; ma scopre con rinnovata sensibilità la continuità con la storia, le tradizioni, il paesaggio, da affrontare attraverso le nuove consapevolezze della ecosostenibilità e della bio-compatibilità.

Per questo i temi fondamentali della bioarchitettura sono rivolti all'analisi delle condizioni di benessere delle persone in rapporto alle abitazioni e ai luoghi su cui queste sono edificate, nonché al rispetto dell'ambiente costruito e dei valori storici della tradizione e della cultura, e al superamento degli eccessi della tecnologia. In questo senso la bioarchitettura rappresenta il risultato dell'approccio più completo finora raggiunto per la creazione di un ambiente costruito sano.

La certificazione degli edifici può essere uno strumento efficace per contribuire ad affrontare e risolvere il più importante problema odierno, quello di salvaguardare il pianeta consentendo uno "sviluppo sostenibile"; a realizzare un sistema oggettivo di valutazione del valore prestazionale ed ambientale degli edifici; a salvaguardare le esigenze ed aspettative degli utenti in materia di durabilità, igiene ambientale, costo di esercizio, comfort.

In pratica si tratta di ottenere un titolo di qualità che possa consentire la corretta e, soprattutto, garantita identificabilità della qualità di un edificio, e consentire una corretta comparazione tra edifici anche con caratteristiche diverse che non sia basata solo sul principio del minor costo di acquisto, ma soprattutto sul livello delle prestazioni fornite.

Durante gli anni l'Istituto Nazionale di Bioarchitettura® ha messo a punto un sistema di certificazione energetico ambientale che, a fronte della verifica corretta dei requisiti, rilascia un marchio di qualità.

Si tratta di un sistema di certificazione di tipo volontario che permette la valutazione oggettiva e la comparabilità di fabbricati situati anche in zone diverse. Questo perché la valutazione viene effettuata sempre secondo i medesimi parametri.

Un aspetto interessante da sottolineare è che non è necessario che il progetto esaminato riporti valori di eccellenza per ognuno dei requisiti elencati; per ottenere un risultato positivo il tecnico può decidere di concentrare la propria progettazione solo su alcuni requisiti di qualità indicati come fondamentali dal sistema, per poi andarli ad integrare con altri requisiti previsti dall'elenco e che devono essere valutati per raggiungere complessivamente un valore positivo.

La certificazione energetico ambientale dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura® è uno strumento tecnico di controllo del progetto architettonico al fine di ottenere un miglioramento del consumo delle risorse, dell'ottimizzazione energetica e del comfort ambientale. Viene identificato con un marchio riconoscibile, assegnato agli edifici, che certifica un processo edilizio ecosostenibile con relativo conseguimento di prestazioni "energetico ambientali" degli edifici ritenute idonee a caratterizzare l'architettura sostenibile.

La procedura di assegnazione del marchio è relativa alla certificazione di interventi di nuova realizzazione e di interventi di recupero di immobili.

L'approccio prestazionale e la logica di indirizzo del processo edilizio su cui poggia il marchio è coerente con quella dei principali strumenti di valutazione/validazione del progetto di interventi sostenibili a livello internazionale.

La certificazione "energetico ambientale" dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura e quindi l'applicazione dei principi della ecosostenibilità e della bioecologicità degli interventi edilizi, non può prescindere da una visione sistemica del processo edilizio e dalle interrelazioni fra le diverse fasi del processo stesso.

La procedura di certificazione è infatti suddivisa in fasi che guidano e indirizzano il processo decisionale e realizzativo, dalla scelta del sito d'intervento fino al collaudo del singolo organismo edilizio, coinvolgendo i diversi attori che operano nel processo edilizio.

Per affrontare la complessità del processo edilizio è necessario definire un metodo di progettazione che, a partire dalla conoscenza del luogo in cui si

colloca l'intervento, permetta di definire e perseguire con chiarezza gli obiettivi di salvaguardia dell'ambiente, di uso razionale delle risorse, di benessere e qualità formale.

Le caratteristiche principali del Sistema di Certificazione Energetico Ambientale dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura® possono essere così riassunte:

- è innanzi tutto prestazionale in quanto valuta le prestazioni di un edificio, nell'accezione della "capacità di un edificio di rispondere in modo adeguato a requisiti prefissati da norme cogenti o volontarie o da regolamenti specifici o dalle esigenze dell'utenza o del mercato".
- tiene conto delle caratteristiche qualitative dei materiali utilizzati nella costruzione e, conseguentemente consente la verifica degli aspetti di durabilità dell'edificio;
- tiene conto dell'ubicazione dell'edificio valutato richiedendo una accurata analisi del sito
- consente la verifica di tutti gli aspetti cogenti (benessere termico, luminoso, acustico, caratteristiche dei materiali impiegati, fabbisogno risorse ecc.);
- tiene conto della presenza dei libretti di uso e manutenzione di cui, secondo quanto prevede lo schema di certificazione, l'edificio deve essere dotato per ottenere il rispetto della durabilità prevista per l'edificio.

## PROCEDURA PER L'ASSEGNAZIONE DELLA CERTIFICAZIONE

La Certificazione Bioarchitettura intende certificare un corretto processo edilizio che porta al conseguimento di prestazioni energetico ambientali degli edifici ritenute dall'Istituto idonee a caratterizzare l'edilizia sostenibile. Rispetto alle fasi del processo edilizio, la procedura di certificazione fa riferimento alla fase decisionale e a quella realizzativa in opera, per quanto riguarda la fase gestionale si fa riferimento al manuale d'uso dell'alloggio. La procedura di assegnazione del marchio è relativa alla certificazione di interventi di nuova realizzazione e di interventi di recupero di immobili esistenti.

### IL PROCESSO DI CERTIFICAZIONE BIOARCHITETTURA

La procedura prevede che la Certificazione Energetico Ambientale segua le fasi del processo edilizio. Gli attori delle varie fasi si relazionano fra loro e seguono la procedura di certificazione sin dai primi momenti del processo decisionale, al fine di ottenere, nella realizzazione del progetto, gli obiettivi ambientali e di qualità prefissati.

Le varie fasi della procedura vengono seguite dall'Istituto Nazionale di Bioarchitettura tramite la nomina di un socio esperto che avrà la funzione di “**certificatore**” del progetto e della costruzione.

Il certificatore ha la responsabilità di verificare che la analisi e gli approfondimenti richiesti dalla certificazione siano eseguiti e che abbiano ottenuto i risultati richiesti.

Si precisa che, nell'ambito del processo di certificazione, **il certificatore INBAR non fornisce consulenze sui contenuti del progetto.**

A partire dalla stipula della convenzione tra soggetto richiedente la certificazione e l'Istituto Nazionale di Bioarchitettura viene avviata la procedura di certificazione che si compone delle seguenti fasi:

#### **FASE 1: Fattibilità dell'intervento e scelta del sito**

È la prima fase del processo edilizio in cui il soggetto attuatore (privato, pubblico cittadino, tecnico...) individua l'area (o l'immobile) per la realizzazione dell'intervento edilizio interessato dalla certificazione energetico-ambientale.

Il Soggetto Attuatore con la semplice compilazione di una scheda - "Preanalisi del sito" - descrive le caratteristiche dell'area e richiede l'attivazione della procedura.

Attraverso la verifica della scheda "Preanalisi del sito", INBAR esprime un parere sulla maggiore o minore congruenza del sito relativamente alla fattibilità dell'intervento in relazione agli obiettivi di sostenibilità ambientale.

La scheda di preanalisi del sito è articolata per aree tematiche:

- A1** Dati del richiedente
- A2** Scelta del percorso di certificazione
- A3** Dati identificativi dell'intervento/Area (è richiesta non solo la indicazione della ubicazione, ma anche informazioni relative alla viabilità, conformazione del terreno, legame con il contesto urbano, eventuale presenza di inquinamento acustico, atmosferico, elettromagnetico, del suolo, delle acque ecc)
- A4** Agenti fisici del sito ( intesi come caratteristiche climatico ambientali del sito – piovosità, ventosità, radiazione solare ecc)
- A5** Valutazione dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura®

Per la prosecuzione dell'iter di certificazione, INBAR individua il certificatore all'interno dell'Elenco degli esperti accreditati e lo comunica al soggetto attuatore.

### FASE 2: Individuazione del gruppo di progetto

La complessità del processo edilizio ecosostenibile impone la costituzione di un gruppo di lavoro multidisciplinare. Fulcro della congruenza tra la scelta della ecosostenibilità e la reale capacità di arrivare alla realizzazione di interventi ambientalmente consapevoli è la capacità e la professionalità specifica del gruppo di progettazione. Si richiede quindi, attraverso la compilazione della scheda "Gruppo di progettazione", di definire le competenze in architettura ecosostenibile dei professionisti coinvolti.

**La scheda sul gruppo di progettazione deve riportare:**

- nominativi e qualifica dell'intero gruppo di progettazione;

- competenze in materia di progettazione ecosostenibile, attestabile attraverso l'evidenziazione di:

1. percorso formativo in architettura ecosostenibile,
2. realizzazioni significative in architettura ecosostenibile,
3. pubblicazioni sui temi inerenti l'architettura ecosostenibile.

Si prevede un incontro fra il certificatore INBAR e i professionisti facenti parte del gruppo di progettazione, allo scopo di illustrare gli obiettivi e le procedure della certificazione (tale incontro non è necessario se nel gruppo di progettazione è presente un esperto INBAR qualificato).

*Esempio di scheda >  
Preanalisi del sito*

scheda A		PREANALISI DEL SITO	
<b>A1. Dati richiedente</b>			
Nome			
Via/Piazza		n.	48
Comune	Prov.	MI	CAP
Nazione			
Telefono	Fax	Email	
<b>A2. Scelta del percorso di certificazione</b>			
<input type="checkbox"/> Autocertificazione		<input type="checkbox"/> Progettazione assistita	
<b>A3. Dati identificativi dell'intervento/area</b>			
Superficie Area		Indice di costruzione	
Volumetria Prevista			
<b>A3.1 Ubicazione</b>			
Comune		Località	
Via/Piazza	n.	3	Provincia BZ
Altezza sul livello del mare	2600	Latitudine	44
		Longitudine	20
<b>A3.2 Destinazione d'uso prevista</b>			
residenziale	<input type="checkbox"/>	commerciale	<input type="checkbox"/>
industriale	<input type="checkbox"/>	terziario	<input type="checkbox"/>
		misto	<input type="checkbox"/>
		altro	
<b>A3.3 Inquadramento urbanistico</b>			
In situazione di strumenti urbanistici generali		<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
In attuazione di strumenti urbanistici attuativi		<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
tipo di piano attuativo	piani particolareggiati di iniziativa pubblica o privata		<input type="checkbox"/>
	piani per l'edilizia economica e popolare/ L.167		<input type="checkbox"/>
	piani per gli insediamenti produttivi		<input type="checkbox"/>
	piani di recupero di iniziativa pubblica o privata		<input type="checkbox"/>
	programmi integrati /programmi di quartiere		<input type="checkbox"/>
	altro		<input type="checkbox"/>

### FASE 3: Analisi del sito

L'analisi del sito è la prima indispensabile fase di ogni progetto ecosostenibile, poiché le esigenze dell'edilizia ecosostenibile sono fortemente condizionate dall'ambiente in cui si colloca l'intervento. La compilazione della scheda "Analisi del sito" consente di avere a disposizione dati direttamente utilizzabili nel progetto in merito all'uso razionale delle risorse del luogo e le attenzioni da porre in essere per garantire la salvaguardia dell'ambiente stesso.

In questa fase INBAR fornisce il manuale per la corretta compilazione dell'Analisi del sito e le schede dettagliate dei requisiti con indicazione dei singoli punteggi e del punteggio minimo da raggiungere per poter ricevere il certificato (saranno anche indicati alcuni requisiti da soddisfare obbligatoriamente).

La scheda di Analisi del sito è articolata per aree tematiche. All'interno di ogni area tematica una ulteriore scomposizione per punti individua gli argomenti di dettaglio (ad esempio: Caratteri geo-morfologici dell'area di intervento e dell'intorno, Reti e risorse idriche, Fauna/biodiversità, Disponibilità della radiazione solare -intorno costruito, Diagramma solare e posizione del sole, Clima acustico, Campi elettromagnetici) per ognuno dei quali può essere allegata una relazione specifica.

Esempio di scheda > Analisi del sito: diagramma solare

**B.6 Diagramma solare e posizione del sole**

Il diagramma solare (ora solare) definisce graficamente l'orbita del sole (altezza e azimut) per la latitudine e la longitudine prescelta e il grafico delle ore è definito in riferimento all'ora solare del meridiano etneo (15° E); valori di longitudine del sito maggiori di 15 (es.: 16) portano ad uno spostamento di pochi gradi azimutali (max., 7,5) a destra se inferiori a sinistra. Per ottenere l'altezza e l'azimut del sole ad un'ora precisa compilare le caselle dedicate

latitudine	45	32	
longitudine	10	12	
long standard	15	0	0
ora locale	16 h	30 min	
data	21 gg	6 m	
ora solare	16.09.15 h,mm,ss		
declinazione	23	26	52
angolo zenitale	54	22	7
altezza solare	35	37	52
angolo azimutale	-88	12	16

**B.7 Clima Acustico**

Esistenza della zonizzazione acustica (Legge n.447 1995)  si  no

Classe acustica dell'area di intervento

Classe acustica delle aree adiacenti

**B.7.1 Individuazione e rilevazione delle sorgenti di rumore**

Ubicazione sorgente rispetto all'area	Denominazione fonte	Distanza (m)	Tipologia di sorgente
Nord			rete stradale
Sud			rete stradale
Est			rete stradale
Ovest			rete stradale

**B.7.1.1 Rilevazione strumentale**

Fonte	Ora	Durata	Strumento di rilevazione	Intensità (unità di misura)
0				
0				
0				

#### FASE 4: Progettazione

I dati emersi dall'analisi del sito permettono di perfezionare la definizione degli obiettivi progettuali che devono caratterizzare lo specifico intervento e che sono compresi nell'ambito dei due obiettivi di uso razionale delle risorse e salvaguardia dell'ambiente. In questa fase il gruppo di progettazione, attraverso autocertificazione, definisce i requisiti (schede) che intende verificare e compila la tabella per la valutazione ecologica complessiva dell'intervento.

Ad ogni requisito vengono attribuiti livelli prestazionali ad ognuno dei quali è associato un punteggio. La natura dei livelli prestazionali è di tipo quantitativo o qualitativo a seconda che il requisito ammetta o meno una quantificazione parametrica.

Con la tabella per la valutazione ecologica complessiva dell'intervento viene effettuato il calcolo del punteggio raggiunto dal progetto in base agli obiettivi soddisfatti indicati.

Le relazioni di verifica dei requisiti devono essere inviate ad INBAR allegando gli elaborati del progetto (permesso di costruire); INBAR verifica le schede dei requisiti e la completezza della documentazione ed esprime un parere entro 30 giorni dal ricevimento della documentazione (con silenzio/assenso).

La scelta dei requisiti da soddisfare è a discrezione del gruppo di progettazione e della committenza, e le modalità di ottenimento sono esplicitate nella guida "strategie di progettazione" allegata ad ogni scheda.

Il certificatore INBAR riceve la documentazione necessariamente **prima di presentare richiesta del permesso di costruire**.

Occorre allegare alle relazioni “di verifica” gli elaborati del progetto di concessione.

**SILENZIO  
ASSENSO  
entro 30 gg  
dal ricevimento  
delle schede**

INBAR dà il consenso a proseguire la procedura di certificazione

I requisiti rappresentano i caratteri minimi essenziali per determinare il grado di sostenibilità dell'intervento edilizio e vengono definiti adottando criteri di carattere esigenziale-prestazionale.

L'approccio esigenziale-prestazionale si configura come un sistema aperto, aggiornabile in maniera semplice agendo sulle specifiche di prestazione e adattabile ad ogni singola realtà locale. Inoltre, prevedendo l'individuazione di obiettivi, piuttosto che di soluzioni predefinite, è più coerente con il principio che vede nell'attenzione al luogo un aspetto imprescindibile della qualità ambientale.

**I requisiti sono suddivisi in tre categorie: obbligatori, principali e secondari e raggruppati per aree tematiche, per un totale di 40 schede.**

**Certificato Energetico Ambientale**  
**platino**  
01-2012

Aspetto Ambientale	★ ★ ★
Gestione Risorse	★ ★ ☆
Minimizzazione Impatti	★ ★ ☆
Qualità Interna	★ ★ ★
Gestione Edificio	★ ★ ☆

**Punteggio Complessivo 88 / 100**

Il punteggio si articola in tre livelli di certificazione:

- **ARGENTO**: per accedere a questo livello il minimo punteggio necessario è 60, così raggiungibile: tutti i requisiti obbligatori, almeno 10 a scelta fra i principali (in totale 16) e almeno 5 a scelta fra i secondari (in totale 13).
- **ORO**: per accedere a questo livello di certificazione il minimo punteggio necessario è 75
- **PLATINO**: per accedere a questo livello di certificazione il minimo punteggio necessario è 85.

Per ciascuno dei tre livelli di certificazione è possibile ottenere anche delle stelle che evidenziano la bontà delle caratteristiche dell'intervento per ognuna delle aree tematiche.

Di seguito un esempio di certificato energetico ambientale rilasciato.

In qualsiasi momento è possibile modificare i dati relativi alle schede secondo le eventuali modifiche introdotte nel progetto, ed in qualsiasi fase del progetto si può verificare il livello raggiunto e valutare i margini di miglioramento.

Le schede dei requisiti sono impostate in modo da consentire verifiche plurifase (progetto, esecuzione, gestione); le prestazioni indicate sono prestazioni minime.

I livelli di prestazione sono facilmente ottenibili con una progettazione attenta, ma è importante che le prestazioni siano mantenute anche nella fase di costruzione.

**Elenco completo dei requisiti relativi alla Certificazione Bioarchitettura**

O	Requisiti obbligatori	(in totale 11 punteggio totale <b>24</b> )
P	Requisiti principali	(in totale 16, peso di ogni scheda: <b>3</b> )

S Requisiti secondari (in totale 13. peso di ogni scheda: 2)

ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO, INSERIMENTO NEL LUOGO	
O	Inquinamento chimico del suolo e delle acque
O	Inquinamento elettrico e magnetico ad alta e bassa frequenza
P	Inquinamento luminoso
S	Inquinamento acustico
S	Accesso ai trasporti pubblici e ai servizi
P	Recupero delle tradizioni costruttive locali
O	Relazione con il contesto
GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE	
P	Isolamento termico
O	Impiego di energie rinnovabili per ACS
O	Risparmio energetico
P	Sfruttamento della radiazione solare incidente
O	Controllo degli apporti termici solari
P	Controllo dell'inerzia termica
P	Energia elettrica da fonti rinnovabili
O	Consumo netto di acqua potabile
S	Uso di materiali di provenienza locale
S	Uso di materiali riciclati e riutilizzati
S	Riciclabilità dei materiali
P	Materiali eco compatibili (cioè da fonti rinnovabili)
MINIMIZZAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA	
S	Depurazione e/o riuso delle acque grigie
O	Sistema di gestione sostenibile del cantiere
S	Demolizione selettiva
P	Area di raccolta per rifiuti non organici e per il compostaggio dei rifiuti organici

S	Modelli abitativi sostenibili (cohousing)
P	Permeabilità del suolo
S	Effetto isola di calore
OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA	
O	Illuminazione naturale
P	Vista verso l'esterno
P	Penetrazione della radiazione solare diretta
S	Oscurabilità e controllo della luce proveniente dall'esterno
P	Isolamento acustico
O	Ventilazione naturale
P	Temperatura superficiale interna nel periodo invernale
P	Controllo dell'umidità interna delle pareti
P	Riduzione delle emissioni di VOC e fibre
S	Riduzione delle emissioni di Radon
P	Campi elettrici e magnetici a bassa ed alta frequenza
GESTIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO	
O	Manuale d'uso e programma di manutenzione
S	Accessibilità agli impianti
S	Sistemi di automazione per la gestione degli impianti energetici e tecnici

### FASE 5: Esecuzione in opera

Come nel processo decisionale, anche nel processo realizzativo occorre individuare un gruppo di lavoro competente.

Attraverso la compilazione della scheda “Gruppo di Direzione Lavori”, vengono esplicitate le competenze in architettura ecosostenibile dei professionisti coinvolti (direttore lavori, responsabile della sicurezza ecc...) e le qualificazioni dell'impresa che eseguirà i lavori (si richiede di indicare le principali realizzazioni in architettura ecosostenibile anche dell'impresa). In questa fase è richiesto anche l'invio del Capitolato d'appalto e dei particolari costruttivi.

### FASE 6: Collaudo

La continuità fra gruppo di progettazione, gruppo di Direzione Lavori e svolgimento dell'opera per l'ottenimento della certificazione è mantenuta dall'INBAR che termina l'esame dell'opera con la visita di collaudo nella quale è presente il “certificatore” nominato dall'INBAR che ha seguito tutto il processo di certificazione.

In questa fase vengono raccolte le dichiarazioni di conformità al progetto in riferimento ai requisiti verificati.

A seguito della visita il certificatore INBAR può richiedere verifiche strumentali. Al termine della presente fase il certificatore INBAR stila un verbale di “corretta esecuzione”.

Sono possibili varianti in corso d'opera ma assicurando comunque il raggiungimento del punteggio minimo dei requisiti da soddisfare.

### FASE 7: Rilascio della certificazione

Sulla base della relazione del certificatore, in accompagnamento alla documentazione completa del processo, **INBAR in funzione del risultato dell'iter di certificazione rilascia il certificato e la targa da apporre sull'edificio con la classificazione.**



Codice	A.1.1	<b>ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO E INSERIMENTO NEL LUOGO</b>
Area esigienziale	RIDUZIONE DEI CARICHI INQUINANTI	SCHEDA OBBLIGATORIA

Requisito

### Inquinamento chimico del suolo e delle acque

Esigenza da soddisfare:

Garantire condizioni di salubrità rispetto alla presenza nel suolo (e sottosuolo) e nelle acque (superficiali e sotterranee) di agenti inquinanti preesistenti e/o provenienti da usi passati.

**Indicatore di prestazione:**

Valori di concentrazione delle principali sostanze inquinanti eventualmente presenti nel suolo e nelle acque (DM 471/99 e Dlgs. 152/2006 e s.m.i.).

**Unità di misura:**

Concentrazione delle sostanze inquinanti presenti nel suolo (composti inorganici/organici, aromatici, alifatici, nitrobenzeni, clorobenzeni, fenoli, clorofenoli, ammine, diossine, fitofarmaci, idrocarburi, amianto, metalli, pcb) e nelle acque (inquinanti inorganici, idrocarburi policiclici aromatici, idrocarburi aromatici, idrocarburi alifatici clorurati, prodotti fitosanitari e biocidi, composti organici semi volatili).

#### SPECIFICA DI PRESTAZIONE

##### 1. Livello di prestazione

Il suolo e le acque del sito ove è prevista la realizzazione dell'insediamento non devono presentare concentrazioni elevate di sostanze dannose per l'uomo, dovute ad attività precedenti quali attività industriali, artigianali ed agricole. Gli agenti inquinanti naturali, presenti indipendentemente dalla attività svolta dall'uomo, devono essere controllati al fine di evitare la loro diffusione entro gli ambienti interni degli edifici.

##### 2. Metodo di verifica progettuale

Indagine sul tipo di attività svolta in precedenza nel sito in relazione alla presenza di sostanze inquinanti concentrate o diffuse e verifica del contenimento dei livelli entro le soglie di concentrazione indicate nell'Allegato 1 del DM 471/99 (per quanto riguarda suolo, sottosuolo e acque sotterranee) e Tabella 1/A, Allegato 1, Parte III del Dlgs 152/06 e s.m.i (per acque superficiali) o, in alternativa, progetto di bonifica redatto secondo le indicazioni contenute nell'Allegato 4 del DM 471/99.

Illustrazione delle fasi di lavorazione più suscettibili di possibili contaminazioni da inquinanti (da suolo o da acque) durante il processo costruttivo.

Mappatura e descrizione di possibili inquinamenti derivanti dagli usi con particolare riferimento ai percorsi carrabili, ai parcheggi, ai rifiuti depositati negli spazi aperti.

Strategie di mitigazione e protezione delle zone di permanenza esterne.

##### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Rilievo dei livelli di inquinamento chimico del suolo e delle acque secondo le indicazioni contenute nell'Allegato 2 del DM 471/99 nelle aree esterne di maggior permanenza.

Verifica dell'attuazione di strategie idonee all'impedimento della diffusione delle sostanze dannose e di sistemi di allontanamento delle stesse dagli spazi abitati.

#### PESO DEL REQUISITO

/

#### AREA VALUTAZIONE

##### LIVELLO PRESTAZIONALE

Limiti di concentrazione (anche attraverso intervento di bonifica secondo le indicazioni contenute nell'Allegato 4 del DM 471/99):

< 20% dei valori proposti nell'Allegato 1 del DM 471 del 25/10/1999 per suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

< 20% dei valori proposti nella Tabella 1/A, Allegato 1, Parte III del Dlgs 152/2006 per acque superficiali.

#### STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Per verificare gli obiettivi della scheda:

- localizzare gli spazi aperti in luoghi privi di inquinamento del suolo e sottosuolo o in luoghi in cui siano stati effettuati i preventivi interventi di bonifica ai sensi del DM 25 ottobre 1999, n.471;
- prevedere sistemi di controllo delle concentrazioni di sostanze potenzialmente inquinanti in prossimità di percorsi carrabili, parcheggi e aree di raccolta dei rifiuti;
- prevedere una adeguata separazione dei percorsi pedonali, delle aree aperte di sosta e svago dai percorsi carrabili e dai parcheggi;
- prevedere barriere tra gli spazi di sosta e i percorsi carrabili o le altre eventuali fonti inquinanti.

#### Riferimenti bibliografici

**Linee Guida APAT** per la Gestione delle Terre e Rocce di scavo.

#### Riferimenti normativi

**DLgs 152/06** "Norme in materia ambientale" e s.m.i.

**Legge 31 luglio 2002, n. 179** - "Disposizioni in materia ambientale".

**DM 18 settembre 2001, n. 468** - Regolamento recante: "Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale".

**Legge 23 marzo 2001, n. 93.** Disposizioni in campo ambientale.

**DM 25 ottobre 1999, n. 471** "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del DLgs 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni ed integrazioni".

**Legge 9 dicembre 1998, n. 426.** Nuovi interventi in campo ambientale.

**Dlgs 5 Febbraio 1997, n. 22** . Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

Codice	A.1.2	<b>ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO E INSERIMENTO NEL LUOGO</b>	
Area esigenziale	RIDUZIONE DEI CARICHI INQUINANTI	SCHEDE OBBLIGATORIE	

**Requisito** **Inquinamento elettrico e magnetico a bassa ed alta frequenza**

Esigenza da soddisfare

Minimizzare negli spazi esterni il livello dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50Hz) e ad alta frequenza (100 kHz -300 Ghz), generati da sorgenti localizzate sia all'interno sia al di fuori del sito, al fine di ridurre il più possibile l'esposizione degli individui.

**Indicatore di prestazione:**

Livello di campo elettrico e di induzione magnetica (50Hz).

Livello di campo elettrico (100 kHz – 300GHz).

Unità di misura:

Valore di induzione magnetica: microTesla ( $\mu$ T); valore di campo elettrico: Volt/metro (V/m).

**SPECIFICA DI PRESTAZIONE**

**1. Livello di prestazione**

Adozione di tutte le precauzioni utili per ottenere il più basso livello possibile di inquinamento elettromagnetico a bassa ed alta frequenza negli spazi esterni del sito di progetto in cui può essere trascorso un significativo periodo di tempo.

Nel valutare il soddisfacimento dei limiti di esposizione negli spazi esterni, si dovranno considerare i contributi delle sorgenti localizzate sia all'interno sia al di fuori del sito.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Planimetrie con indicata la localizzazione delle linee di distribuzione dell'energia elettrica (alta, media e bassa tensione), delle cabine di trasformazione primarie e secondarie e degli impianti per le teleradiocomunicazioni rispetto agli spazi esterni.

Dati tecnici sulle linee di distribuzione dell'energia elettrica e/o sulle antenne emittenti.

Verifica tramite misura in campo o stima in laboratorio attraverso l'uso di modelli previsionali del livello di campo elettrico e magnetico a bassa frequenza e di campo elettromagnetico ad alta frequenza presente negli spazi esterni.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Misura in situ del livello di campo elettrico e magnetico a bassa ed alta frequenza presente negli spazi esterni tramite apposita strumentazione.

**PESO DEL REQUISITO**

<b>AREA VALUTAZIONE</b>	/
-------------------------	---

**LIVELLO PRESTAZIONALE**

Per campi elettromagnetici a bassa frequenza (50 Hz):

Induzione magnetica (I)  $< 0,2 \mu$ T e Campo elettrico (E)  $< 5000$  V/m

Per campi elettromagnetici ad alta frequenza (100 kHz – 300GHz):

Campo elettrico (E)  $< 3$  V/m

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

Le strategie progettuali che si possono adottare per minimizzare l'esposizione degli individui ai campi elettrici e magnetici sono, principalmente, le seguenti:

1. nel caso di campi elettromagnetici a bassa frequenza (50 Hz):

- evitare la localizzazione di stazioni e cabine primarie in aree adiacenti o all'interno del sito di progetto;
- mantenere una fascia di sicurezza dagli elettrodotti realizzati con conduttori nudi in modo da ottenere esposizioni trascurabili (inferiori a  $0,2 \mu$ T) ai campi magnetici a bassa frequenza in luoghi di permanenza prolungata. Indicativamente:
  - 70 m da una linea a 150 kV;
  - 100 m da una linea a 220 kV;
  - 150 m da una linea a 380 kV.
- impiego di linee elettriche ad alta e media tensione in cavo interrato con geometria dei cavi a "trifoglio" (il tracciato della linea deve essere debitamente segnalato e non adiacente agli spazi esterni in cui si prevede la significativa presenza di individui);
- impiego di linee aeree compatte per la distribuzione ad alta tensione;
- impiego di linee in cavo aereo per la distribuzione a media tensione;
- evitare la collocazione dalle cabine secondarie (MT/BT) in spazi esterni in cui è prevedibile la presenza di individui per un significativo periodo di tempo;
- inserire siepi, collinette con effetto schermante.

Nella scelta della collocazione degli edifici, verificare preventivamente, tramite misurazione e simulazione, il livello dei campi elettrici e magnetici a 50 Hz che saranno presenti.

2. nel caso di campi elettromagnetici ad alta frequenza (100 kHz- 300 Ghz):

- nella scelta della collocazione degli spazi esterni in cui può essere trascorso un significativo periodo di tempo, verificare preventivamente tramite misurazione e simulazione il livello dei campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde generati da impianti di teleradiocomunicazioni;
- prevedere gli spazi esterni in cui può essere trascorso un significativo periodo di tempo in aree in cui non vengano in nessun caso superati i limiti di esposizione;
- determinare per ogni antenna emittente una zona di rispetto, che coinciderà con la regione intorno ad essa in cui vengono superati i limiti di esposizione, all'interno della quale non devono essere previsti spazi esterni in cui può essere trascorso un significativo periodo di tempo.

**Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico**

È necessario che l'utente si renda consapevole che l'elettrosmog, secondo ricerche cliniche e misurazioni bioelettroniche, influisce sulla creazione di varie patologie quali: stanchezza cronica, allergie, disturbi alla vista, scarsa capacità di concentrazione, malattie neurologiche e del sangue e che quindi pretenda un controllo delle fonti esterne all'alloggio ma limiti anche l'utilizzo di fonti di elettrosmog nell'alloggio stesso.

### Riferimenti bibliografici

- AA.VV., *Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza*, Maggioli Editore, Rimini, 2000.
- Bevitori, P., a cura di, *Inquinamento Elettromagnetico*, Maggioli Editore, Rimini, 1998.
- AA.VV., Atti del convegno scientifico “*Biological Effects of Static and ELF Electric and Magnetic Fields*”, Bologna, ICNIRP, 1997.
- Moro A., *Il progetto di architettura e l’ambiente elettromagnetico*, FAAR, Milano, 1997.
- Leveratto, G.C., *Antenne sicure*, Hoepli, Milano, 1997.
- AA.VV., Atti del convegno scientifico “*Third International Non-Ionising Radiation Workshop*”, Baden, Austria, ICNIRP, 1996.
- AA.VV., *Rischi sanitari dovuti all’inquinamento da radiazioni non ionizzanti e possibili misure di prevenzione per la popolazione*, Comune di Bologna, Bologna, 1996.
- Grandolfo, M., Mariutti, G.F., Polichetti, A., Vecchia, P., *Esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici generati da antenne radio base per la telefonia cellulare*, Notiziario dell’Istituto Superiore di Sanità, Vol. 9 n. 11, 1996.
- AA.VV., Atti del convegno “*Non-Thermal Effects of RF Electromagnetic Fields*”, Monaco, Germania, ICNIRP, 1996.
- AA.VV., *Campi elettromagnetici*, ENEL, 1995.
- Comba P., Gendolfo M., Lagorio S., Polichetti A., Vecchia P., *Rischio cancerogeno associato a campi magnetici a 50/60 Hz*, Istituto Superiore di Sanità, Roma, 1995.
- AA.VV., Atti del convegno “*Dalle antenne alle onde*”, Genova, 1995.
- <http://www.agentifisici.apat.it/homeoserv.asp>
- <http://www2.bnl.gov/ton>
- <http://xdb.lbl.gov/>

### Riferimenti normativi

- DM 29 maggio 2008 in tema di approvazione della metodologica di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto – misura e valutazione dell’induzione magnetica.
- LEGGE 16 gennaio 2004, n. 5 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 novembre 2003, n. 315, recante disposizioni urgenti in tema di composizione delle commissioni per la valutazione di impatto ambientale e di procedimenti autorizzatori per le infrastrutture di comunicazione elettronica.
- Sentenza del Tribunale di Modena n. 1430/2004 (fissa a 0,2 µT il limite di esposizione entro il quale non si ha danno alla salute).
- Dlgs. 259 del 2003 – Codice delle comunicazioni elettroniche.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003. Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi

elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.

- Decreto Leg. 4 settembre 2002, n. 198 “Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell’articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443”. (G. U. n. 215 del 13 Settembre 2002).
- DELIBERA n. 249 del 31 luglio 2002 “Approvazione del Piano nazionale di assegnazione delle frequenze per la radiodiffusione sonora in tecnica digitale (PNAF DAB - T)”. (G.U. n. 187 del 10 agosto 2002).
- LEGGE 20 marzo 2001, n. 66 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 23 gennaio 2001, n. 5, recante disposizioni urgenti per il differimento di termini in materia di trasmissioni radiotelevisive analogiche e digitali, nonché per il risanamento di impianti radiotelevisivi”. (G. U. n. 70 del 24 marzo 2001).
- Legge 22 febbraio 2001 n.36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- Raccomandazione dell’O.M.S. del 28-03-2000 (introduce il “principio di precauzione”).
- Raccomandazione UE 1999/519/CE “Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 Ghz”.
- DELIBERA n. 68 del 30 ottobre 1998 “Piano nazionale di assegnazione delle frequenze per la radiodiffusione televisiva”. (G.U. n. 263 del 10 novembre 1998).
- DM 10 settembre 1998 n. 381 “Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”.
- Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), ICNIRP 1998.
- Risoluzione del Parlamento Europeo sulla lotta contro gli inconvenienti provocati dalle radiazioni non ionizzanti del 5 maggio 1995 (Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. C 205/439).
- CENELEC ENV 60166-1 “human Exposure to Electromagnetic Fields – Low Frequency (0-10 kHz), 1995.
- DM Lavori Pubblici 16 gennaio 1991 “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne”.
- CEI 211-6 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”.
- CEI 211-7 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”.

Codice	A.1.3	ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO E INSERIMENTO NEL LUOGO
Area esigenziale	RIDUZIONE DEI CARICHI INQUINANTI	SCHEDA PRINCIPALE

Requisito

### Inquinamento luminoso

Esigenza da soddisfare:

Riduzione dell'inquinamento ottico-luminoso.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza/assenza di strategie atte a ridurre l'inquinamento luminoso.

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

#### SPECIFICA DI PRESTAZIONE

##### 1. Livello di prestazione

L'inquinamento ottico-luminoso si manifesta qualora si verifichi la propagazione di luce artificiale oltre l'area che necessita illuminazione e, in particolare, oltre la linea d'orizzonte. Pertanto la direzione del flusso luminoso non deve interessare zone esterne all'area da illuminare.

I livelli di illuminamento non devono superare i valori strettamente necessari allo svolgimento della attività prevista nell'area.

##### 2. Metodo di verifica progettuale

Individuazione spaziale dei corpi illuminanti esterni, e descrizione dell'orientamento dei fasci luminosi.

Relazione sulle modalità di funzionamento dell'impianto di illuminazione artificiale esterna con dati relativi agli apparecchi illuminanti, alle superfici illuminate e ai sensori per la regolazione e lo spegnimento controllato dei sistemi di illuminazione eventualmente utilizzati.

##### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Rilievo in campo dell'illuminamento prodotto dalle sorgenti di luce artificiale.

Verifica dell'assenza di dispersione dell'illuminazione verso l'alto o al di fuori della sagoma.

#### PESO DEL REQUISITO

3

#### AREA VALUTAZIONE

#### LIVELLO PRESTAZIONALE

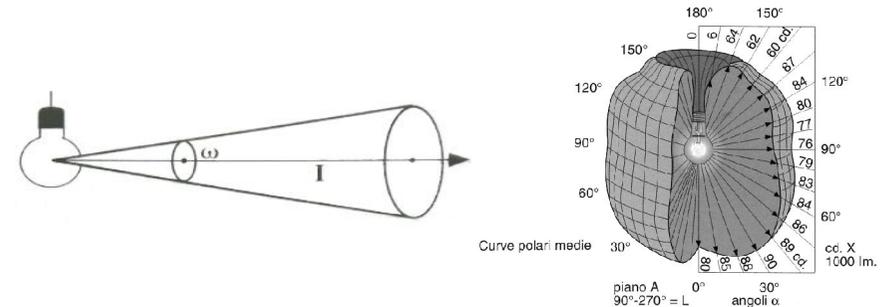
a) Impianti di illuminazione esterna di strade veicolari e pedonali, parcheggi (ecc.):

Intensità luminosa massima (I)=0 cd per 1000 lumen con cono luminoso di 90° ed oltre

b) Impianti di illuminazione di facciata:

Assenza di dispersione dell'illuminazione verso l'alto o al di fuori della sagoma.

#### STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO



Intensità Luminosa (I)

I= Flusso Luminoso (Φ) / Angolo Solido (ω)

Angolo del cono luminoso

Per ridurre l'inquinamento luminoso:

- utilizzare apparecchi illuminanti che non consentano la dispersione dei flussi luminosi verso l'alto;
- evitare la presenza di corpi illuminanti in spazi ove non è necessaria l'irradiazione luminosa e dimensionare l'intensità luminosa in ragione degli effettivi usi notturni degli spazi esterni;
- evitare corpi illuminanti orientati dal basso verso l'alto;
- posizionare i corpi illuminanti in modo da orientare i flussi luminosi esclusivamente sugli oggetti che necessitano di essere illuminati;
- prevedere dispositivi automatici per la regolazione dell'accensione/spegnimento dei corpi illuminanti in relazione all'orario di utilizzo degli spazi (ad es. entro le ore 24);
- prevedere dispositivi per la regolazione dell'intensità luminosa: ad esempio che diminuiscano l'intensità luminosa del 30% dopo le ore 24;
- prevedere l'accensione/spegnimento di apparecchi illuminanti solo in occasione di usi saltuari degli spazi aperti;
- orientare l'illuminazione di insegne non dotate di luce propria dall'alto verso il basso;
- evitare fasci di luce roteanti o fissi;
- nell'illuminare edifici e monumenti privilegiare sistemi di illuminazione dall'alto verso il basso (i fasci di luce comunque devono rimanere entro il perimetro delle facciate);
- effettuare una periodica manutenzione dei dispositivi ottici ai fini del mantenimento della qualità luminosa;
- riallineare le lampade in caso di variazione della direzione del flusso luminoso in seguito a fenomeni meteorici, quali venti stagionali o precipitazioni.

#### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

I dispositivi di illuminazione artificiale vanno utilizzati esclusivamente per il periodo temporale strettamente necessario onde evitare il fenomeno di inquinamento luminoso.

Ripercussioni negative si manifestano sulla salubrità dell'uomo in particolare nelle patologie legate al non corretto riposo nelle ore notturne, eventualmente disturbato da fonti luminose non correttamente direzionate.

#### Riferimenti bibliografici

**Cinzano, P.** *Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno*. Istituto veneto di scienze, lettere e arti, 1997.

**Rossi, C.** *Manuale per la lotta all'inquinamento luminoso*, UAI (unione astrofili italiani).

#### Riferimenti normativi

**DPR 18 aprile 1994, n. 392**, “Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza”.

**Legge 5 marzo 1990 n.46**, “Norme per la sicurezza degli impianti”.

**UNI 10819**, Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

**UNI EN 13649**. Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di singoli composti organici in forma gassosa - Metodo mediante carboni attivi e desorbimento con solvente.

**UNI EN 13032**. Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file.

**CIE TC 4.21 1997** (Linee guida per la limitazione della luminosità del cielo).

**CIE TC 5.12 1995** (Guida per la limitazione degli effetti della luce dispersa dagli impianti di illuminazione esterna).

**CIE 92 1992** (Guida per l'illuminazione di aree urbane).

**CIE 17.4 1987** (Vocabolario internazionale di illuminazione).

Codice	A.1.4	<b>ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO E INSERIMENTO NEL LUOGO</b>
Area esigenziale	RIDUZIONE DEI CARICHI INQUINANTI	SCHEDA SECONDARIA

Requisito

### Inquinamento acustico

Esigenza da soddisfare

Minimizzare negli spazi esterni il livello di rumore generato da sorgenti localizzate sia all'interno sia al di fuori del sito, al fine di ridurre il più possibile l'esposizione degli individui.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza /assenza di strategie atte a limitare l'inquinamento acustico degli spazi esterni del sito di progetto.

Unità di misura:

Vedi livello di prestazione.

**SPECIFICA DI PRESTAZIONE**

**1. Livello di prestazione**

Adozione di strategie e soluzioni progettuali atte a garantire il più basso livello possibile di inquinamento acustico negli spazi esterni del sito di progetto (vedi "Strategie progettuali e tecniche di riferimento").

Nel valutare l'entità e la localizzazione degli interventi di mitigazione acustica si dovranno considerare i contributi delle sorgenti di rumore collocate sia all'interno sia al di fuori del sito.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Planimetria con localizzazione delle fonti di rumore (presenti nel raggio di 500 m) rispetto agli spazi esterni del sito di progetto.

Descrizione delle fonti di rumore suddette (tipologia, periodo all'interno della giornata o della settimana di emissione della fonte).

Verifica tramite misura in campo o stima in laboratorio attraverso l'uso di modelli previsionali o assunzione dei dati contenuti nella classificazione acustica comunale del territorio del livello di inquinamento acustico presente negli spazi esterni.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica in situ della corretta ed efficace realizzazione delle opere di mitigazione acustica previste.

**PESO DEL REQUISITO**

2

**AREA VALUTAZIONE**

**LIVELLO PRESTAZIONALE**

Presenza di strategie atte a garantire la limitazione dell'inquinamento acustico degli spazi esterni del sito.

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

Possono essere fonti di inquinamento acustico degli spazi esterni: le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali e agricole, i parcheggi, le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci, i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci, le aree adibite ad attività sportive e ricreative, ecc.

**Strategie di riferimento.**

(tratto da *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005)

Effettuata la localizzazione delle sorgenti di rumore presenti negli spazi esterni l'area di studio, le soluzioni progettuali e tecnologiche attuabili possono essere le seguenti:

- rispetto all'orientamento e posizionamento dei corpi di fabbrica: occorre, nei limiti del possibile, situare l'edificio alla massima distanza dalla sorgente di rumore e sfruttare l'effetto schermante di ostacoli naturali o artificiali (rilievi del terreno, fasce di vegetazione, altri edifici, ecc.);
- in relazione alla organizzazione degli ambienti esterni: gli spazi che richiedono requisiti più stringenti di quiete (area relax esterna, area gioco per bambini, ecc) dovranno preferibilmente essere situati sul lato del lotto meno esposto al rumore esterno;
- utilizzare le aree perimetrali del sito come protezione dall'inquinamento; ad esempio, creando rimodellamenti morfologici del terreno, a ridosso delle aree critiche;
- schermare le sorgenti di rumore con fasce vegetali composte da specie arboree e arbustive che possano contribuire all'attenuazione del rumore (valutare la densità della chioma, i periodi di fogliazione e defogliazione, dimensioni e forma, accrescimento);
- utilizzare barriere artificiali, con analoghe funzioni di schermatura;
- tendere alla massima riduzione del traffico veicolare all'interno dell'area, limitandolo all'accesso ad aree di sosta e di parcheggio, con l'adozione di misure adeguate di mitigazione della velocità;
- favorire la massima estensione delle zone pedonali e ciclabili, queste ultime in sede propria;
- mantenere una distanza di sicurezza tra le sedi viarie interne all'insediamento, o perimetrali, e le aree destinate ad usi ricreativi;
- disporre le aree parcheggio e le strade interne all'insediamento, percorribili dalle automobili, in modo da minimizzare l'interazione con gli spazi esterni fruibili.

Dovrà essere comunque garantito il rispetto dei limiti di livello di rumore ambientale stabiliti dalla normativa vigente sull'inquinamento acustico in funzione del periodo (diurno e notturno) e della classe di destinazione d'uso del territorio.

**Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico**

L'attività svolta negli spazi esterni non deve generare rumore che superi i livelli prescritti arrecando danno ai fruitori di detti spazi.

**Riferimenti bibliografici**

**Spagnolo R.** (a cura di), *Manuale di Acustica Applicata*, Torino, UTET, 2001.

**AAVV**, *Manuale di progettazione edilizia*, vol.2 Criteri ambientali e impianti, Hoepli, Milano, 1998.

**Peretti A., Simonetti P.** (a cura di), *Atti del Convegno Edilizia e Ambiente*, Trento, 1998.

**Harris C.M.**, *Manuale di controllo del rumore*, Tecniche Nuove, Milano, 1989.

#### Riferimenti normativi

**Direttiva 2002/49/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

**DPCM del 5 dicembre 1997** “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”.

**LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447.** Legge quadro sull'inquinamento acustico.

**DPCM 1 marzo 1991** “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”

**UNI 9884** “Caratterizzazione acustica del territorio mediante descrizione del rumore ambientale”.

**UNI EN 1793-1-2-3** “Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale”.

**UNI 11143-1-2-3-5-6** “Acustica – Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti”.

Codice	A.1.5	<b>ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO E INSERIMENTO NEL LUOGO</b>
Area esigenziale	RIDUZIONE DEI CARICHI INQUINANTI	SCHEDA SECONDARIA

*Requisito* **Accesso ai trasporti pubblici e ai servizi**

**Esigenza da soddisfare:**

Favorire la scelta di aree di intervento in prossimità di luoghi già urbanizzati

**Indicatore di prestazione:**

Distanza dell'intervento da nodi di trasporto pubblico e/o da strutture di base

**Unità di misura:**

metri (mt)

**SPECIFICA DI PRESTAZIONE**

**1. Livello di prestazione**

Distanza dell'intervento / edificio, calcolata in tragitto effettivamente percorribile a piedi e non in linea d'aria, da nodi di trasporto pubblico: treno, metropolitana < 1000 mt; bus, tram < 250 mt  
Distanza media dell'edificio da strutture di base < 700 mt

**2. Metodo di verifica progettuale** (vedi "Strategie progettuali e tecnologie di riferimento")

Calcolo, e rappresentazione su apposita mappa, della distanza dell'intervento da minimo due linee di trasporto su gomma (< 250mt) o una linea di trasporto su rotaia (< 1000 mt); o calcolo, e rappresentazione su apposita mappa, della distanza media dell'intervento / edificio da minimo 5 strutture di base, tra cui minimo 1 struttura di commercio e minimo 1 struttura di servizio.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica della conformità a quanto dichiarato in fase progettuale

**PESO DEL REQUISITO**

2

**AREA VALUTAZIONE**

**LIVELLO PRESTAZIONALE**

Distanza tra intervento e minimo 2 linee di trasporto su gomma < 250 mt  
Distanza tra intervento e minimo 1 linea di trasporto su rotaia < 1000 mt  
Distanza media tra intervento e min 5 strutture base (commercio, servizio e sportivo/culturale) < 700 mt

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

Il traffico ha un impatto significativo sull'ambiente e sulla salute dei cittadini, oltre che sulla qualità complessiva della vita nelle città.

Per quanto riguarda le emissioni prodotte dagli autoveicoli, sono stati compiuti notevoli progressi, che hanno contribuito a ridurre la concentrazione urbana di PM10, NOx ecc. Tuttavia i principali incroci e i siti a più elevato traffico veicolare continuano ad essere un problema e l'incremento complessivo del trasporto automobilistico nelle aree urbane vanifica i progressi ottenuti.

Un altro serio problema delle aree urbane è rappresentato dall'inquinamento acustico. L'80% del rumore è prodotto dal traffico veicolare e purtroppo la situazione continua ad aggravarsi.

Gli elevati volumi di traffico non incoraggiano gli spostamenti a piedi e questo incide negativamente anche sui rapporti di vicinato e indebolisce il senso di appartenenza ad una comunità locale. Inoltre l'incremento della mobilità determina lo sviluppo di nuove aree urbane, favorendo così l'espansione delle città a discapito delle aree libere circostanti.

Al fine della applicazione della presente scheda si precisa che la distanza media deve essere calcolata in metri di effettiva percorrenza a piedi e che deve comprendere minimo 1 struttura commerciale e 1 struttura di servizio. A questo proposito si intendono Strutture di base quelle costituite da:  
STRUTTURE DI COMMERCIO - negozi di vicinato (alimentari, prodotti per la casa, edicola, bar, ristorante, pizzeria)  
STRUTTURE DI SERVIZIO – uffici postali, strutture di servizio sanitario pubbliche o convenzionate, asili nido, scuole materne ed elementari, banche, farmacie, giardini pubblici  
STRUTTURE SPORTIVO/CULTURALI – teatro, cinema, biblioteca, spazio polifunzionale/espositivo, struttura sportiva

**Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico**

Il trasporto automobilistico nella città contribuisce ad uno stile di vita sempre più sedentario, con una serie di effetti negativi sulla salute. Andare in bicicletta per 30 minuti al giorno può ridurre del 50% il rischio di malattie cardiovascolari, ma nonostante questo più della metà degli spostamenti inferiori ai 5 km è comunque effettuata in auto.

**Riferimenti bibliografici**

**Protocollo ITACA Nazionale 2011**

AAVV, *Linee Guida per l'edilizia sostenibile*, Regione Toscana, 2005

**Riferimenti normativi**

Codice	A.2.1	<b>ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO E INSERIMENTO NEL LUOGO</b>
Area esigenziale	INTEGRAZIONE DELLA CULTURA MATERIALE LOCALE	SCHEDA PRINCIPALE

Requisito

### Recupero delle tradizioni costruttive locali

**Esigenza da soddisfare:**

Salvaguardia delle tradizioni costruttive locali.

**Indicatore di prestazione:**

Rapporto in percentuale dei materiali della tradizione locale rispetto al peso complessivo dei materiali da costruzione impiegati.

**Unità di misura:**

% (kg/kg)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Il peso totale dei materiali da costruzione della tradizione locale integrati nel progetto non deve essere inferiore al 50% del peso complessivo dei materiali impiegati.

Il mantenimento del carattere architettonico locale si manifesta attraverso un uso consapevole dei materiali locali e dei caratteri tecnologici costruttivi locali.

Nella scelta dei materiali occorre valutare le proprietà degli stessi verificando l' idoneità con la destinazione d'uso prevista. Occorre verificare la disponibilità di risorse e programmare l'approvvigionamento.

L'integrazione con il contesto è legata alle esigenze dell'individuo e quindi del costruito di rispondere alle sollecitazioni climatico-ambientali.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Rilievo planimetrico e fotografico delle caratteristiche tecnico-costruttive e dei materiali propri del contesto. Definizione di un repertorio significativo di tecniche e materiali della tradizione locale inseriti nell'intervento compatibili con il contesto.

Calcolo del rapporto tra la somma di tutti i pesi dei materiali propri della tradizione locale inseriti nel progetto ed il peso complessivo dei materiali da utilizzare (comprese le sistemazioni esterne).

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Rilievo materico del costruito e rapporto con il contesto.

**PESO DEL REQUISITO**

3

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Percentuale di materiali (e tecniche costruttive) propri della tradizione locale  $\geq$  50%

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

La tradizione materica, costruttiva e tipologica caratterizzante un preciso contesto (urbano, montano, ecc.) deve costituire un supporto fondamentale per la definizione delle caratteristiche dell'intervento nel suo complesso (edifici e spazi aperti) attraverso un'opportuna reinterpretazione. Ciò è particolarmente importante in zone in cui l'equilibrio tra architettura e natura è più delicato e dove la presenza di un patrimonio costruttivo, ancorché degradato, fortemente connotato dalle tradizioni locali, ne rende meritevole la valorizzazione.

Particolare attenzione dovrà quindi essere rivolta ai materiali e alle tecniche costruttive, tenendo conto delle diverse situazioni ambientali, tipologie e contesti in cui si interviene assumendo una prospettiva bio regionalista, con l'intento di fornire non tanto dei vincoli, ma riferimenti e indicazioni per le scelte progettuali, senza indulgere in forme d'imitazione del "tradizionale" o basarsi, necessariamente, su un approccio di tipo vernacolare.

Le principali strategie progettuali possono essere così sintetizzate:

- adattamento alla morfologia del sito, per quanto riguarda edifici e spazi aperti;
- uso di materiali e di tecniche di lavorazione locali, soprattutto per quanto riguarda soluzioni esterne;
- eventuale ricorrenza di sistemi ed elementi costruttivi (struttura in pietra o mista pietra-legno, manti di copertura in lose di pietra o scandole di legno, arcate e loggiati multipli ecc.), reinterpretati;
- morfologia costruttiva ad "aggregato", di minore impatto sul terreno, meglio integrabile paesaggisticamente e più efficiente dal punto di vista energetico.

**Riferimenti bibliografici**

**Massimo, L.,** *Architettura tradizionale: tra Piemonte e Provenza*, Coumboscuro Centre Prouvençal, 1999.

**Berton, R.,** *Les constantes de l'architecture valdotaine*, prefazione di Carlo Mollino, Sigla-Effe, Genova, 1965.

**Riferimenti normativi**

-

Codice	A.2.2	<b>ASSETTO AMBIENTALE ESTERNO E INSERIMENTO NEL LUOGO</b>
Area essenziale	INTEGRAZIONE DELLA CULTURA MATERIALE LOCALE	<b>SCHEDA OBBLIGATORIA</b>

Requisito **Relazione con il contesto**

Esigenza da soddisfare  
Garantire la valorizzazione / tutela di ogni paesaggio.

**Indicatore di prestazione**

Presenza/assenza di documentazione che descriva le strategie progettuali adottate atte a definire un rapporto di valorizzazione reciproca tra l'intervento ed il contesto ecologico-ambientale, economico-culturale e sociale in cui si inserisce.

Unità di misura

Vedi livello prestazionale.

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Adozione di scelte progettuali atte a valorizzare la relazione tra l'intervento ed il paesaggio in cui si inserisce. Per paesaggio va inteso "il territorio espressivo di identità il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni". Il paesaggio è quindi dovunque: nelle aree urbane e nelle campagne, nei territori degradati, come in quelli di grande qualità, nelle zone considerate eccezionali, come in quelle della vita quotidiana.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Individuazione e descrizione dei caratteri distintivi (ecologici, ambientali, culturali, economici e sociali) del paesaggio in cui va ad inserirsi l'intervento.

Analisi delle dinamiche di trasformazione in atto e delle pressioni eventualmente esercitate sul paesaggio.

Elaborazione e descrizione, in forma grafica (render, fotoinserimenti) e scritta, delle proposte progettuali finalizzate alla valorizzazione e alla tutela dei caratteri distintivi individuati.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Valutazione della qualità dell'analisi e dell'efficacia della proposta progettuale ai fini della valorizzazione e della tutela del paesaggio.

**PESO DEL REQUISITO**

/

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di documentazione che definisca il rapporto tra l'intervento ed i caratteri distintivi del contesto ecologico-ambientale, economico-culturale e sociale in cui va ad inserirsi.

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

La Convenzione Europea del Paesaggio (Firenze, 2000) ha introdotto una nuova definizione di paesaggio inteso come "una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni". Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio del 2004 che ne deriva conferma che "il paesaggio è componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità". Il paesaggio diventa pertanto un fenomeno culturale ed estetico complesso che si manifesta ogni volta si instaura una relazione tra l'uomo, la società e l'ambiente. Gli esiti formali di questa relazione possono essere i più vari, come vari sono i paesaggi, definiti tali anche quando non propriamente "belli". Si avranno pertanto paesaggi della campagna, della città storica, della periferia diffusa, delle aree industriali, ecc. e di qualunque luogo risultato dell'azione di una comunità umana sul proprio territorio. In questa prospettiva un intervento "ben inserito" nel paesaggio è un intervento che valorizza e tutela l'espressione estetica (e mentale) tra le comunità umane ed il proprio ambiente di vita.

**Riferimenti bibliografici**

**Pizziolo G., Micarelli R.,** *Dai margini del caos, l'ecologia del progettare*, Alinea, Firenze, 2003.

**Pizziolo G., Micarelli R.,** *L'arte delle relazioni*, Alinea, Firenze, 2003.

**Riferimenti normativi**

**Convenzione Europea del Paesaggio, 20-10-2000.**

**D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42,** Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio.

Codice	B.1.1	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>
Area esigenziale	RISCALDAMENTO AMBIENTI	SCHEDA PRINCIPALE

Requisito

### Isolamento termico

Esigenza da soddisfare:

Ottimizzare le prestazioni dell'involucro al fine del contenimento delle dispersioni termiche nel periodo invernale.

**Indicatore di prestazione:**

Rapporto percentuale tra la trasmittanza di progetto del subsistema tecnologico degli elementi di involucro (U) e la trasmittanza corrispondente ai valori limite di legge ( $U_{lim}$ ).

**Unità di misura:**

%

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Il subsistema tecnologico delle chiusure dell'involucro (opaco e trasparente) deve possedere livelli di trasmittanza termica adeguatamente bassi.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Disegni esecutivi di sezioni correnti verticali ed orizzontali delle soluzioni tecnologiche.

Disegni in scala opportuna (1:5, 1:2) dei nodi critici (ad esempio sezioni di incontro chiusure verticali chiusure orizzontali) per la risoluzione ottimale dei ponti termici.

Calcolo della trasmittanza relativa alla soluzione di chiusura adottata e verifica del livello prestazionale richiesto.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Misura in opera con termoflussimetro della trasmittanza termica.

PESO DEL REQUISITO

3

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Rapporto percentuale tra la trasmittanza di progetto del subsistema tecnologico degli elementi di involucro (U) e la trasmittanza corrispondente ai valori limite di legge ( $U_{lim}$ )  $\leq 80\%$ .

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Le dispersioni di calore attraverso l'involucro edilizio possono essere ridotte adottando componenti (opachi e vetriati) ad elevata resistenza termica. Lo standard di riferimento minimo da rispettare è rappresentato dai valori limite introdotti dal Dlgs 311/06 e da i relativi regolamenti di attuazione.

Per quanto riguarda i componenti di involucro opachi, i fattori da prendere in considerazione sono:

- definizione di una strategia complessiva di isolamento termico (isolamento concentrato o ripartito, struttura leggera o pesante, facciata ventilata tradizionale, facciata ventilata "attiva", ecc.);
- scelta del materiale isolante e del relativo spessore, tenendo conto delle caratteristiche di conduttività termica, permeabilità al vapore, comportamento meccanico (resistenza e deformazione sotto carico), compatibilità ambientale (in termini di emissioni di prodotti volatili e fibre, possibilità di smaltimento, ecc.);
- posizionamento degli strati isolanti e della eventuale barriera al vapore ai fini della verifica di condensa interstiziale;
- comportamento del componente in regime termico variabile nel tempo (c.d. "inerzia termica"), in relazione al profilo di utilizzazione dell'edificio (continuo o discontinuo), alla tipologia di impianto termico (a radiatori, a pannelli radianti, a ventilconvettori, a tutt'aria, ecc.), alle logiche di regolazione (riscaldamento continuo, riscaldamento con attenuazione notturna, riscaldamento discontinuo con spegnimento notturno, ecc.).

Per quanto riguarda i componenti vetriati, i fattori da prendere in considerazione sono:

- resistenza termica della vetratura: vetro camera ordinario, vetro camera basso-emissivo, vetrate speciali (con intercapedini d'aria multiple realizzate con pellicole, con intercapedine riempita con gas a bassa conduttività, con materiali isolanti trasparenti, ecc.);
- resistenza termica del telaio: in metallo con taglio termico, in PVC, in legno;
- isolamento termico del cassonetto porta-avvolgibile;
- caratteristiche dei sistemi di oscuramento e degli schermi operabili.

Nella scelta dei componenti di involucro vetriati, particolare attenzione dovrà inoltre essere prestatata a:

- caratteristiche di fonoisolamento;
- caratteristiche di permeabilità all'aria;
- proprietà ottiche del vetro, nei confronti dell'illuminazione naturale.

In generale:

- adottare soluzioni tecnologiche tali da evitare la creazione di ponti termici;
- controllare adeguatamente i fenomeni di formazione di condensa superficiale ed interstiziale responsabili del progressivo peggioramento delle caratteristiche prestazionali del subsistema delle chiusure.

#### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

Gli utenti dell'edificio devono mantenere un comportamento atto a non compromettere prematuramente le prestazioni dell'involucro. In particolare un'efficace ventilazione naturale innescata attraverso una regolare apertura dei serramenti, permette il mantenimento dei livelli di umidità relativa interna costanti, prevenendo i fenomeni di formazione di condensa superficiale ed interstiziale.

#### Riferimenti bibliografici

Peretti, A., Simonetti, P. (a cura di), *Edilizia e Ambiente* (Atti del Convegno), Progetto Trento Ambiente, 1998.

Aghemo, C., Azzolino, C., *Il progetto dell'elemento di involucro opaco*, Celid, Torino, 1996.

Andreini P., Pitimada, D., *Il riscaldamento degli edifici*, Hoepli, Milano, 1995.

### Riferimenti normativi

**Dlgs 311/06 e s.m.i.**- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, recante: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Legge 10 gennaio 1991 n. 10.** Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia (GU del 16 gennaio 1996 n. 6).

**UNI EN ISO 6946** "Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza e trasmittanza termica - Metodo di calcolo".

**UNI 10351** "Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore".

**UNI 10355** "Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo".

**UNI EN ISO 10077-1** "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato".

**UNI EN 13370** "Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo".

**UNI EN 832** "Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali".

Codice	<b>B.1.2</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>	
Area essenziale	RISCALDAMENTO AMBIENTI	SCHEDE OBBLIGATORIE	

Requisito

### Impiego di energie rinnovabili per ACS

Esigenza da soddisfare:

Incrementare i consumi di energia primaria da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria.

**Indicatore di prestazione:**

% del fabbisogno di energia primaria per acqua calda sanitaria coperta da sistema a fonte energetica rinnovabile.

**Unità di misura:**

% (KWh/mqa /KWh/mqa)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Garantire una copertura del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento dell'acqua sanitaria con energia alternativa rinnovabile pari almeno al:

- 35% nel caso di interventi in centro storico o su beni sottoposti a vincolo storico-architettonico o paesaggistico
- 70% negli altri casi.

In ogni caso si richiede che l'impianto sia dotato di protezioni atte ad impedire perdite di energia termica e in caso di uso di pannelli solari, è richiesto il controllo del fenomeno del surriscaldamento del bollitore durante il periodo estivo attraverso:

- dotazione di adeguate schermature in grado di proteggere i pannelli dall'irraggiamento solare (tipo tapparelle elettriche, ecc.);
- inserendo una centralina di regolazione solare.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Verifica della copertura del fabbisogno termico dell'acqua igienico-sanitaria con fonti energetiche rinnovabili. Calcolo degli apporti attraverso l'uso dei dati climatici relativi al sito.

Disegni progettuali degli schemi impiantistici.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica della corrispondenza tra costruito e schemi di progetto.

PESO DEL REQUISITO

/

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Copertura del fabbisogno di acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili pari almeno al:

- 35% nel caso di interventi in centro storico o su beni sottoposti a vincolo storico-architettonico o paesaggistico;
- 70% negli altri casi.

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Morfologia edilizia.

Nel progettare l'edificio e, in particolare, la chiusura esterna orizzontale superiore, si dovrà tenere conto che la superficie di captazione dei sistemi solari attivi ha una inclinazione ottimale, in funzione del tipo e del periodo di utilizzo. Indicativamente, l'inclinazione ottimale fa riferimento alla Latitudine: aggiungendo 10° (per Torino: 55°), se il periodo è quello della stagione di riscaldamento ambienti; sottraendo 10° (per Torino: 35°), se il periodo è l'intero anno, come per il riscaldamento dell'acqua igienico-sanitaria.

### Sistemi solari attivi

I sistemi solari attivi sono una categoria dei *sistemi di climatizzazione ecocompatibili* (\*), finalizzata al riscaldamento ambiente ed acqua igienico-sanitaria. Sono composti da un subsistema di captazione, uno di distribuzione ed uno di accumulo. Il trasferimento del calore – generato dall'effetto serra prodotto dall'impiego combinato, nell'elemento captante, del vetro, di un'intercapedine d'aria e di superfici ad elevato coefficiente di assorbimento solare – avviene per convezione tramite fluido termovettore, che può essere sia liquido (acqua o acqua e antigelo), sia gassoso (aria).

La scelta tra sistemi solari ad aria e ad acqua deve essere effettuata in relazione al tipo d'uso finale del calore e alle caratteristiche temporali dell'utenza. Un sistema solare attivo ad acqua è consigliabile nelle destinazioni d'uso residenziali permanenti, dove può essere associato all'utilizzo di acqua calda igienico-sanitaria e/o a sistemi di riscaldamento ad alta inerzia e bassa temperatura, quali i sistemi radianti – a pavimento, a soffitto o a parete. Un sistema ad aria può essere utilizzato in destinazioni d'uso sia residenziali – permanenti e non (in quest'ultimo caso, è possibile sfruttare al meglio la migliore efficienza istantanea del sistema ad aria rispetto a quello ad acqua) – sia terziarie. I sistemi ad aria richiedono minore manutenzione dei sistemi ad acqua.

I principali tipi di sistemi solari attivi utilizzabili in edifici residenziali sono:

- sistema a collettori piani ad acqua e circolazione naturale (per riscaldamento acqua igienico-sanitaria);
- sistema a collettori piani e circolazione forzata (fluido termovettore: acqua o aria);
- sistemi con collettore sotto vuoto (fluido termovettore liquido).

Nello scegliere e dimensionare un sistema solare attivo, si devono considerare sia gli aspetti di integrazione tecnologica con la struttura edilizia, sia le interazioni con l'impianto termico scelto (schema di funzionamento, rete di distribuzione e terminali di erogazione).

(\*) Sono considerati *sistemi di climatizzazione ecocompatibili* i sistemi di controllo del microclima interno di un edificio – inclusa la qualità dell'aria, quando non vi sia bisogno di trattamento specifico – che utilizzano la minima quantità di fonti energetiche non rinnovabili, quali la solare e l'eolica, nonché pozzi termici naturali, quali l'aria, l'acqua, il terreno e il cielo notturno.

Per il calcolo della percentuale del fabbisogno di energia primaria per l'acqua calda sanitaria da fonti energetiche rinnovabili:

1. calcolare il fabbisogno standard annuo di ACS ( $Q_{h,w}$ ) secondo la procedura descritta al punto 5.2 della norma UNI TS 11300-2.
2. calcolare il totale delle perdite dell'impianto per ACS ( $Q_{l,w}$ ) secondo la procedura descritta al punto 6.9 della norma UNI TS 11300-2
3. calcolare il fabbisogno totale di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di produzione di acqua calda sanitaria ( $Q_{w,aux}$ ) secondo la procedura descritta al punto 6.9 della norma UNI TS 11300-2.
4. calcolare il contributo totale di energia termica per acs prodotta dagli impianti a fonte energetica rinnovabile ( $Q_{g,w}$ )\*
5. calcolare il contributo totale di energia ausiliaria elettrica per acs prodotta dagli impianti a fonte energetica rinnovabile ( $Q_{g,el,w}$ )\*

6. calcolare il fabbisogno di energia primaria totale per acs ( $E_{p,acs}$ ) come:

$$E_{p,acs} = (Q_{wh} + Q_{l,w} + Q_{g,w}) \cdot f_p + (Q_{aux,w} + Q_{g,el,w}) \cdot f_{pel}$$

$f_p$ : fattore di conversione dell'energia primaria del fattore di energia utilizzato

$f_{pel}$ : fattore di conversione dell'energia primaria dell'energia elettrica

(I fattori di conversione dell'energia primaria sono quelli deliberati dalla Autorità per l'Energia elettrica ed il Gas - AEEG- per l'anno in corso).

7. Calcolare energia primaria per acs da fonti rinnovabili:

$$E_{p,acs}(\text{rinnovabile}) = (Q_{g,w} \cdot f_p) + (Q_{g,el,w} \cdot f_{pel})$$

8. Calcolo percentuale ( $E_{p,acs}(\text{rinnovabile})/E_{p,acs}$ ) · 100

\*Per il calcolo dell'energia prodotta da fonti rinnovabili si fa riferimento alle seguenti norme:

- UNI 15316-4-2 (pompe di calore per impianti geotermici)
- UNI 15316-4-3 (collettori solari)
- UNI 15316-4-5 (teleriscaldamento se alimentato da fonti energetiche rinnovabili)
- UNI 15316-4-6 (fotovoltaico)
- UNI 15316-4-7 (biomasse)

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico.

È indispensabile aumentare la consapevolezza da parte dell'utenza dell'importanza nel contesto edilizio dello sfruttamento delle risorse rinnovabili. Le ricadute ambientali più dannose derivano infatti dallo sfruttamento energetico prodotto in edilizia.

### Riferimenti bibliografici

**Protocollo ITACA Nazionale, 2011.**

**Hastings, R. S., *Solar Air Systems – Built Examples*, James & James, London, 1999.**

**Cimmieri, S., e R. Lazzarin, *La progettazione dei collettori solari: sistemi solari attivi 3*, Muzzio & C. Editore, Padova, 1983.**

**Lazzarin, R., *Tecnologia e progettazione del collettore solare: sistemi solari attivi 2*, Muzzio & C. Editore, Padova, 1981.**

### Riferimenti normativi

**D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59.**

**D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i. D.Lgs. 30 maggio 2008, n. 115.**

**UNI/TS 11300 - 1** Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

**UNI/TS 11300 - 2** Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

**UNI/TS 11300 - 3** Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;

**UNI/TS 11300 - 4** Prestazioni energetiche degli edifici - Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria.

Codice	<b>B.1.3</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>	
Area esigenziale		RISCALDAMENTO AMBIENTI	<b>SCHEMA OBBLIGATORIA</b>

*Requisito* **Risparmio energetico**

Esigenza da soddisfare:  
Limitare il consumo di energia per la climatizzazione invernale, estiva, la produzione di acqua calda sanitaria e l'illuminazione artificiale.

**Indicatore di prestazione:**

Calcolo del consumo energetico globale secondo normativa ( $E_{pg}$ ).

**Unità di misura:**

classe energetica [kWh/m<sup>2</sup>]

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Il requisito s'intende soddisfatto se l'edificio risulta almeno appartenente alla classe energetica B come definita dalla normativa vigente.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Predisporre secondo normativa vigente l'attestato di qualificazione energetica dell'edificio.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Predisposizione dell'attestato di certificazione energetica per verificare la effettiva appartenenza del manufatto alla classe energetica risultante nell'attestato di qualificazione energetica.

**PESO DEL REQUISITO**

/

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Classe energetica minima ( $E_{pg}$ ): **B**

**PESO DEL REQUISITO**

2

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Classe energetica minima ( $E_{pg}$ ): **A**

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Al fine di contenere il consumo energetico, l'edificio e i relativi impianti devono essere concepiti e realizzati in modo che il loro uso sia ottimizzato al fine di garantire il benessere per gli occupanti.

Risulta quindi necessario limitare:

- la dispersione di calore per trasmissione attraverso le superfici che delimitano gli spazi chiusi e le immissioni d'aria dall'esterno, pur tuttavia garantendo le esigenze di ventilazione e di benessere termico;
- la media delle temperature dell'aria dei singoli locali dell'edificio.

E invece favorire:

- i guadagni di calore dovuti all'irradiazione solare;
- i guadagni interni.

I fattori da tenere in considerazione per la progettazione di un edificio che raggiunga il requisito in oggetto sono:

- dati climatici locali;
- caratteristiche geomorfiche dell'area ed esposizione solare;
- controllo della radiazione solare ed utilizzo di sistemi solari passivi quali pareti captatrici, serre, pannelli solari, ecc.;
- utilizzo degli apporti interni gratuiti;
- sfruttamento della ventilazione naturale;
- efficienza impiantistica;
- introduzione di sistemi di regolazione e controllo degli impianti.

Nel caso in cui non sia possibile realizzare sistemi di ventilazione naturale, in particolar modo negli ambienti ad elevata occupazione o nei locali in cui si ha produzione di vapori, odori od altri inquinanti, nella valutazione dei consumi energetici devono essere valutati anche quelli relativi all'alimentazione di sistemi di ventilazione meccanica. In genere si tratta di impianti che utilizzano una almeno parziale canalizzazione dei percorsi dell'aria messa in movimento attraverso dei ventilatori.

### Controllo delle emissioni inquinanti.

Ridurre i consumi energetici corrisponde anche ad abbattere le emissioni di inquinanti in atmosfera (ossidi di carbonio - CO, CO<sub>2</sub> - ossidi di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili, particolato solido) prodotte dagli impianti di riscaldamento e refrigerazione.

Nei sistemi di riscaldamento l'entità delle emissioni può essere espressa in vari modi: come concentrazione dello specifico inquinante nei fumi, oppure come fattore di emissione, definito come rapporto fra massa di inquinante prodotto per unità di energia termica sviluppata. Questa dipende sia dalle caratteristiche fisico-chimiche del combustibile, sia dalle caratteristiche del combustore, sia dalle condizioni di regolazione della combustione.

Le emissioni da parte delle centrali termiche convenzionali possono essere ridotte, oltre che adottando tutti gli accorgimenti mirati alla riduzione dei fabbisogni e quindi dei consumi di combustibile, privilegiando l'impiego di combustibili con basso fattore di emissione (gas naturale) e bruciatori a bassa emissione: in particolare per quanto riguarda l'NO<sub>x</sub> (che è un inquinante che non può essere eliminato passando al gas naturale e che è difficile ridurre con trattamenti dei fumi).

È raccomandata la scelta di macchine frigorifere che utilizzano fluidi refrigeranti a basso impatto ambientale.

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

L'utenza deve essere in grado di regolare la temperatura interna degli ambienti cercando di non richiedere mai al sistema di riscaldamento di eccedere i 20°C di temperatura operante.

## Riferimenti bibliografici

**Alfano, G., Masoero, M., Raffellini G.,** "La ventilazione naturale e controllata attraverso gli elementi di involucro" in *Atti Convegno AICARR Progettare l'involucro edilizio: correlazioni tra il sistema edificio e i sistemi impiantistici*, Bologna, 18 ottobre 2001, pp. 75-94.

**Alfano, G., Filippi, M., Sacchi, E. (a cura di),** *Impianti di climatizzazione per l'edilizia. Dal progetto al collaudo*. Masson, Milano, 1997.

**Andreini P., Pitimada, D.,** *Il riscaldamento degli edifici*, Hoepli, Milano, 1995.

## Riferimenti Normativi

**DLgs. 155 del 13-08-2010**, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

**D.M. 26/6/2009** (Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.).

**DPR 59 del 2/4/2009** (Regolamento attuazione art. 4, comma 1 let. a) e b) del D.Lgs 192/2005).

**Dlgs 311/06** - Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, recante: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**D.M. 28-01-1992** Etichettatura sostanze pericolose, emanato dal Ministero della Sanità.

**DPR 24.05.1988 n. 203**, Attuazione delle direttive CEE ... concernenti norme di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ...

**UNI/TS 11300 - 1** Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

**UNI/TS 11300 - 2** Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

**UNI/TS 11300 - 3** Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;

**UNI/TS 11300 - 4** Prestazioni energetiche degli edifici - Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria.

Codice	<b>B.1.4</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>	
Area esigenziale	RISCALDAMENTO AMBIENTI	SCHEDA PRINCIPALE	

*Requisito* **Sfruttamento della radiazione solare incidente**

Esigenza da soddisfare:

Favorire l'apporto energetico gratuito del Sole nel periodo invernale (senza dimenticare l'importanza del controllo della radiazione solare nel periodo estivo).

**Indicatore di prestazione:**

Soleggiamento delle chiusure trasparenti.

**Unità di misura:**

% (mq/mq)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Nel periodo invernale la somma delle chiusure trasparenti e/o delle superfici vetrate degli ambienti principali dell'edificio (compresi i sistemi solari passivi) dovrà essere soleggiata per almeno il 50%. La condizione dovrà essere verificata il 21 dicembre alle ore 10, 12 o 14 ora solare (gmt), inserendo il fabbricato nel contesto.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Utilizzare maschere solari o simulazioni tridimensionali per verificare:

- il controllo dell'orientamento dell'edificio;
- posizione, dimensione, caratteristiche e soleggiamento delle chiusure trasparenti;
- posizione, dimensione, caratteristiche e soleggiamento dei sistemi solari passivi;
- posizione, dimensione e caratteristiche degli aggetti esterni;
- posizione, dimensione e caratteristiche di eventuali schermature esterne esistenti.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Dichiarazione di conformità al progetto di quanto realizzato.

**PESO DEL REQUISITO**

3

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Soleggiamento della somma delle chiusure trasparenti  $\geq 50\%$  (in almeno una delle ore in cui si effettua la valutazione)

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Si dovrà favorire l'apporto energetico gratuito del sole nel periodo invernale, non dimenticando l'importanza del controllo della radiazione solare nel periodo estivo e verificando la mancanza di abbagliamento luminoso. Per favorire i guadagni solari nel periodo invernale sarà necessario effettuare un'attenta progettazione dell'orientamento dell'organismo edilizio e studiare il posizionamento e la dimensione delle aperture trasparenti, degli aggetti esterni e della vegetazione per ogni orientamento.

### Sistemi solari passivi.

Sono considerati sistemi solari passivi:

- *Serre solari:* locali posti in genere sul lato sud del fabbricato, completamente vetrati con funzione di captazione ed accumulo termico. Nella progettazione di tali ambienti è importante porre attenzione al sistema di ventilazione e schermatura in modo da evitare il surriscaldamento estivo, come anche al sistema di isolamento dell'ampia superficie vetrata per contrastare le inevitabili dispersioni termiche durante le ore notturne invernali. Le serre funzionano anche come *buffer space* o *spazi tampone* in quanto separano gli ambienti abitati e climatizzati dell'edificio con l'esterno, permettendo una minor dispersione del calore durante l'inverno e una protezione dalla calura estiva durante l'estate quando la serra diventa un luogo ventilato ed oscurato (simile ad una loggia o ad un portico tradizionale).
- *Muro Trombe-Michelle:* è un sistema di parete costituito in genere da un muro massivo di colore scuro (capace di trattenere una maggior quantità di luce) protetto dall'esterno con due vetri dotati di intercapedine. L'intercapedine cattura la radiazione solare permettendo la trasmissione del calore al muro massiccio. In un secondo momento il calore accumulato dalla parete viene rilasciato negli ambienti interni per irraggiamento (dal muro) o per convezione attraverso il passaggio di aria calda da bocchette poste nella parte superiore e inferiore del muro stesso tra cui si instaura una circolazione.
- *Atrio:* è uno spazio verticale in genere usato come distribuzione tra le diverse funzioni di un grande edificio. Sfrutta l'*effetto serra* durante l'inverno e l'*effetto camino* durante il periodo estivo, grazie ad aperture alla base ed alla sommità, assumendo la funzione di spazio-filtro.
- *Barra-Costantini:* Sulla parete (in genere sud) viene posto un assorbitore di materiale leggero (lastra metallo, ecc.) separato dall'esterno da un vetro e isolato dall'ambiente interno con uno strato isolante. L'aria riscaldata da questo sistema viene immessa poi in condotti ricavati nei solai, nelle pareti e nei soffitti (coibentati verso l'esterno) che, riscaldati, a loro volta rilasciano il calore per irraggiamento negli ambienti interni.
- *Rock Bed o letto di pietre:* è una scatola completamente isolata che ha la funzione di accumulare calore e di rilasciarlo in modo controllato. È costituita da un riempimento di pietre riscaldate con aria calda proveniente in genere da serre o collettori solari. Il calore accumulato viene rilasciato sotto forma di aria calda negli ambienti interni in modo graduale attraverso bocchette poste sulla sommità.
- *Roof Pond o tetto ad acqua:* si tratta di un sistema di copertura complesso realizzato con elementi contenenti acqua sopra i quali sono posti pannelli solari scorrevoli. Nella stagione invernale, durante il giorno, i contenitori con acqua sono lasciati scoperti in modo da permettere loro di accumulare calore. Durante la notte, quando il calore accumulato viene rilasciato, gli elementi di copertura vengono protetti verso l'esterno dai pannelli solari scorrevoli in modo da convogliare il flusso termico verso l'interno. Nella stagione estiva, al contrario, i contenitori di acqua durante il giorno sono schermati dai pannelli solari (quindi funzionano come accumulatori del calore proveniente dagli spazi interni) mentre sono scoperti durante la notte per permettere al fluido di raffreddarsi.

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

L'utenza deve essere in grado di regolare dinamicamente la posizione degli oscuranti interni ed esterni favorendo il soleggiamento dei locali e quindi l'apporto gratuito di calore.

## Riferimenti bibliografici

**Rogora A.**, *Architettura e bioclimatica. La rappresentazione dell'energia nel progetto*, Sistemi editoriali, Napoli, 2006.

**Marocco M.**, *Progettazione e costruzione bioclimatica dell'architettura. Criteri per il controllo del comfort ambientale*, Edizioni Kappa, Roma, 2000.

## Riferimenti normativi

**UNI EN 13790:2008** Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.

Codice	<b>B.2.1</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>	
Area esigenziale		RAFFRESCAMENTO DEGLI AMBIENTI	SCHEDA OBBLIGATORIA

Requisito

### Controllo degli apporti termici solari

Esigenza da soddisfare:

Controllare gli apporti energetici esterni nel periodo estivo al fine di limitare i consumi energetici per il raffrescamento estivo degli ambienti.

**Indicatore di prestazione:**

Schermatura delle chiusure trasparenti.

**Unità di misura:**

% (mq/mq)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Nel periodo estivo ciascuna chiusura trasparente (verticale, orizzontale o inclinata) degli ambienti principali dell'edificio (compresi i sistemi solari passivi) dovrà essere schermata esternamente per almeno l'80% in modo da evitare il surriscaldamento degli ambienti interni. La condizione dovrà essere verificata sulle facciate E, SE, O e SO del fabbricato, il 25 luglio alle ore 9, 13 e 15 ora solare (gmt), inserendo il fabbricato nel contesto.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Utilizzare maschere solari o simulazioni tridimensionali per verificare:

- il controllo dell'orientamento dell'edificio;
- posizione, dimensione, caratteristiche e schermatura delle chiusure trasparenti;
- posizione, dimensione, caratteristiche e schermatura dei sistemi solari passivi;
- posizione, dimensione e caratteristiche degli aggetti esterni;
- posizione, dimensione e caratteristiche di eventuali schermature esterne esistenti.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Dichiarazione di conformità al progetto di quanto realizzato.

PESO DEL REQUISITO

/

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Schermatura di ogni chiusura trasparente  $\geq 80\%$  (in ciascuna delle ore in cui si effettua la valutazione)

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Scelta del tipo di vetro

Si riportano di seguito alcune caratteristiche prestazionali relative ai principali tipi di vetro utilizzabili per il controllo solare.

*Vetri colorati (assorbenti)* - i tipi convenzionali di vetro colorato possono rappresentare un problema, in relazione al loro elevato coefficiente di assorbimento della radiazione solare incidente (35÷75 %), che produce temperature elevate del vetro e, quindi, alta emissività (onde lunghe).

*Vetri colorati (riflettenti)* - il tipo di vetro colorato con superficie esterna riflettente a specchio riduce di molto la radiazione in ingresso (soprattutto quella luminosa) e non è, quindi, consigliabile per ambienti che richiedano elevata illuminazione o apporti solari invernali; tale tipo di vetro, inoltre, produce un impatto ambientale negativo verso l'esterno, per effetto di possibili fenomeni di abbagliamento.

*Vetri con pellicole a bassa emissività* - sono i più efficaci nel ridurre la trasmissione solare termica, a parità di quella luminosa.

*Componenti vetrati multistrato* - tra le configurazioni a doppio strato più efficaci vi è quella con vetro assorbente all'esterno, camera d'aria ventilata e pellicola a bassa emissività sul lato esterno del vetro interno.

*Materiale traslucido e isolante trasparente* - indicati quando la visibilità non è un requisito essenziale, come nel caso dei lucernari; i materiali isolanti trasparenti (*TIM*) hanno il più basso coefficiente di dispersione termica di tutti i componenti di chiusura trasparente e sono quindi particolarmente adatti laddove il carico termico annuale prevalente è di riscaldamento (edifici residenziali, zone montane).

*Materiali trasparenti a trasmissione variabile* - sono materiali di tipo elettrocromico, fotocromico o termocromico; il più promettente è quello elettrocromico, le cui prestazioni possono variare: dal 10 al 50% e dal 20 al 70% della trasmissione incidente, rispettivamente, luminosa e totale; dal 10-20% al 70% della trasmissione di radiazione nel range dell'infrarosso vicino (quella maggiormente incidente sul *coefficiente di trasmissione solare*).

### Sistemi schermanti

Le schermature si distinguono: dal punto di vista della *geometria*, in orizzontali e verticali; dal punto di vista della *posizione*, in esterne e interne; dal punto di vista della *gestione*, in fisse e operabili.

Le *schermature orizzontali* (a soletta o a doghe) sono efficaci se di dimensioni opportune e collocate sulla facciata Sud dell'edificio; in tal caso impediscono la penetrazione della radiazione diretta nelle ore centrali delle giornate estive, consentendo l'apporto solare invernale.

Le *schermature verticali* (a parete o a doghe) sono efficaci, invece, con ogni orientamento, quando la direzione dei raggi solari non è contenuta in un piano parallelo a quello dello schermo (singola dogha di un *brise soleil* o parete laterale alla finestra) e forma con esso un angolo di incidenza sufficientemente ampio da impedire la penetrazione dei raggi stessi.

Le *schermature esterne* sono molto più efficaci di quelle *interne* come strumento di controllo solare, in quanto respingono la radiazione solare prima che raggiunga la superficie del vetro, evitando che questo si riscaldi e si inneschi un micro effetto serra tra superficie dello schermo e vetro (come può accadere se lo schermo è interno).

Il reirraggiamento nel campo dell'infrarosso, inoltre, prodotto dalla superficie dello schermo, quando riscaldata dai raggi solari (riducibile, ma mai annullabile, utilizzando superfici a bassa emissività), viene disperso se la *posizione dello schermo* è esterna, mentre contribuisce ad incrementare la temperatura dell'ambiente in cui è collocata la finestra, se lo schermo è posto all'interno. Gli schermi interni, comunque, più facilmente operabili e meno costosi di quelli esterni, possono ritenersi sufficienti, in climi temperati, laddove il controllo solare non è fattore prioritario, come in stanze con area finestrata ridotta, in edifici residenziali.

Si può ottenere la schermatura di un edificio o di parti di esso anche attraverso un'opportuna progettazione del verde in prossimità del fabbricato.

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

È importante che l'utenza sia in grado di controllare il posizionamento degli schermi alla radiazione solare in modo da contrastare dinamicamente gli apporti solari.

#### Riferimenti bibliografici

**Tucci F.**, *Involucro ben temperato. Efficienza energetica ed ecologica in architettura attraverso la pelle degli edifici*, Alinea, Firenze, 2006.

**Grosso, M.**, *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Maggioli Editore, Rimini, 1997.

**Coronel J.F. e Alvarez S.**, *LAMAS Programme User's Manual*, PASCOOL Project, CEC-DGXII, JOULE II - Programme, Atene, 1995.

**Weber W., a cura di**, Pascool. *Electronic Metahandbook Final Report e User's Manual*, PASCOOL Project, CEC-DGXII, JOULE II - Programme, Atene, 1995.

**Stein, B., Reynolds, J. S.**, *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, 8a Ed., John Wiley & Sons, New York, 1992.

**Molina J.L., Alvarez S. e Rodriguez E.A.**, *A Methodology for Calculating Monthly Based Shading Factors*, Università di Siviglia e Commissione delle Comunità Europee, 1991.

**AA. VV.**, *Handbook of Fundamentals*, Cap. 27, ASHRAE, Atlanta, 1989.

#### Riferimenti normativi

**UNI TS 11300 1-2:2008**: Prestazione energetica degli edifici.

**UNI EN 14501:2006**: Tende e chiusure oscuranti - Benessere termico e visivo - Caratteristiche prestazionali e classificazione.

**UNI EN 410:2000**: Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate.

Codice	<b>B.2.2</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>
Area essenziale	RAFFRESCAMENTO DEGLI AMBIENTI	SCHEDA PRINCIPALE

Requisito

### Controllo dell'inerzia termica

Esigenza da soddisfare:

Controllo delle rientrate di calore attraverso la massa termica dell'edificio al fine di migliorare il comfort e limitare i consumi energetici per il raffrescamento estivo degli ambienti.

**Indicatore di prestazione:**

Capacità termica areica interna periodica

**Unità di misura:**

KJ/m<sup>2</sup>K

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Le chiusure opache dell'edificio devono avere una capacità termica areica interna periodica idonea ad ottenere valori tali da ridurre le rientrate di calore negli ambienti interni nelle ore serali.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Evidenziazione, sugli elaborati di progetto, dei tipi di materiale delle chiusure e della struttura, e loro massa fisica.

Verifica progettuale attraverso i metodi indicati dalla normativa vigente relativi al calcolo della capacità termica areica delle superfici esposte.

Uso di programmi di simulazione termica dinamica.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Misura in campo della variazione della temperatura dell'aria interna in relazione alla temperatura esterna, in un arco di tempo giornaliero. Termoflussimetro per la verifica della stratigrafia.

PESO DEL REQUISITO

3

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Capacità termica areica interna periodica

≥ 25 kJ/ m<sup>2</sup> K

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Stratigrafia delle chiusure opache

La capacità termica areica periodica interna (Cip), funzione della profondità di penetrazione dell'onda termica, descrive la capacità effettiva di accumulo del calore sul lato interno di un componente edilizio e rappresenta lo spessore della massa termica interna che effettivamente contribuisce, in estate, a ridurre le temperature superficiali interne e attenuare la temperatura operante.

E' risultata verificata l'efficacia dell'approccio con la trasmittanza termica periodica (Yie) per ottimizzare il risparmio energetico nella climatizzazione di un edificio. Ricostruendo il problema estivo essenzialmente ai flussi entranti dall'esterno (irraggiamento solare e trasmissione conduttiva delle pareti esterne), al fine di ridurre il contributo dei carichi esterni, la limitazione della Yie, in effetti, presenta una sua validità.

Tuttavia, è risultato che, laddove vengano considerati anche i carichi interni, l'uso di un involucro leggero e fortemente coibente è controindicato, non tanto dal punto di vista del risparmio energetico, ma soprattutto dal punto di vista del comfort abitativo.

L'inerzia termica, di una chiusura opaca dipende dallo spessore, sia della massa muraria, sia dello strato isolante, nonché dalla collocazione di quest'ultimo. La collocazione dello strato isolante sulla superficie interna di una parete non procura alcuna evidente attenuazione della variazione di temperatura esterna, mentre livelli elevati, di inerzia termica, sono ottenibili sia utilizzando pareti spesse non isolate, sia aggiungendo uno strato isolante sulla superficie esterna di una parete più sottile. L'effetto di attenuazione, ad esempio, di una parete in cls di 40 cm di spessore è pressoché equivalente a quello di una parete di 20 cm, con isolamento esterno in lana di roccia spesso 1 cm, o a quello di una parete di 10 cm, con isolamento esterno di 3 cm.

Si può ipotizzare che per ottenere valori interessanti ai fini del contenimento del surriscaldamento estivo si debba optare per strutture aventi le seguenti caratteristiche:

trasmittanza termica:	≤ 0,3 W/(m <sup>2</sup> K)
trasmittanza termica periodica:	≤ 0,1 W/(m <sup>2</sup> K)
sfasamento:	≥ 8 ÷ 9 h
capacità termica areica:	≥ 25 kJ/ (m <sup>2</sup> K)
fattore di attenuazione:	≤ 0,2 ÷ 0,3

### Riferimenti bibliografici

[http://www.enea.it/attivita\\_ricerca/energia/sistema\\_elettrico/Condizionamento/Allegati\\_RSE08/repot\\_ENEA\\_C\\_struttureleggere.doc](http://www.enea.it/attivita_ricerca/energia/sistema_elettrico/Condizionamento/Allegati_RSE08/repot_ENEA_C_struttureleggere.doc)

**Di Perna C. , Stazi F., Ursini Casalena A., Stazi A.,** "Massa e comfort: necessità di una adeguata capacità termica areica interna periodica", L'industria dei Laterizi, marzo aprile 2008

**Grosso M.,** *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Maggioli Editore, Rimini, 1997.

**Grosso M.,** *Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato*, Maggioli Editore, Rimini, 2008.

**Mathews E.H.,** "Thermal Analysis of Naturally Ventilated Buildings", in *Building and Environment*, Vol. 21, pp. 35-39, Elsevier Sciences, Londra, 1986.

**Stein, B., Reynolds, J. S.,** *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, 8<sup>a</sup> Ed.*, John Wiley & Sons, New York, 1992.

Van der Maas J., "Thermal Inertia", Cap. 4 del Handbook on Passive Cooling, a cura di Yannas S. e Maldonado E., Londra, draft, 1996.

#### Riferimenti normativi

UNI EN ISO 13786-2008 "Prestazione termica dei componenti per l'edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo"

Dlgs 311/06 - Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, recante: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

UNI EN ISO 6946 "Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza e trasmittanza termica - Metodo di calcolo".

UNI 10351 "Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore".

UNI 10355 "Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo".

UNI EN ISO 10077-1 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato".

UNI EN 13370 "Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo".

UNI EN 832 "Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali".

Codice	B.3.1	GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE	
Area esigenziale	PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA	SCHEMA PRINCIPALE	

Requisito

### Energia elettrica da fonti rinnovabili

Esigenza da soddisfare:

Massimizzare l'uso di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

**Indicatore di prestazione:**

Percentuale di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili rispetto al fabbisogno annuo

**Unità di misura:**

%

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Energia elettrica prodotta nell'edificio da fonti rinnovabili maggiore del 60% del fabbisogno annuo.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Analisi dei dati climatici.

Calcolo del fabbisogno annuo di energia elettrica

Progetto dei sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili e calcolo della energia elettrica da essi prodotta (Qg,el) in relazione alle scelte progettuali e costruttive del sistema stesso.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Controllo dei rendimenti di produzione.

PESO DEL REQUISITO

3

#### AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Energia elettrica prodotta nell'edificio da fonti rinnovabili > 60% del fabbisogno standard stimato.

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Sistemi solari fotovoltaici

I sistemi solari fotovoltaici (FV) sono sistemi di generazione di energia elettrica, basati su celle composte da un minerale semiconduttore molto diffuso sulla terra: l'ossido di silicio. In relazione alla struttura del minerale, le celle possono essere di silicio amorfo, monocristallino o pluricristallino, con efficienze nominali medie – tra diversi prodotti – di conversione energetica, allo stato attuale di sviluppo tecnologico, rispettivamente, del 7%, 12% e 17%. I sistemi FV si raggruppano in due grandi categorie: a) sistemi *stand alone*, cioè in grado di fornire elettricità con continuità in assenza di connessioni di rete, tramite batterie d'accumulo; b) sistemi *grid connected*, cioè collegati alla rete elettrica di distribuzione a bassa tensione, senza necessità di sistemi d'accumulo. In quest'ultimo caso, l'energia prodotta in eccesso rispetto al fabbisogno è distribuita alla rete, con modalità di valutazione economica dell'energia fornita variabile in relazione alle normative nazionali (in Italia, l'eventuale surplus d'energia prodotto non viene pagato, ma computato a credito dei pagamenti dovuti per consumo l'anno successivo a quello in cui è stato prodotto).

I principali componenti di un sistema solare FV sono:

- moduli generatori a celle FV, combinati in serie e parallelo, con relativi *by-pass* e dispositivi di sicurezza;
- struttura di supporto dei moduli (può essere la falda Sud del tetto, se i moduli sono collocati in copertura);
- inverter, per la conversione da corrente continua (generata dalle celle) a corrente alternata (d'utilizzo);
- batterie d'accumulo, nel caso di sistemi *stand alone*;
- circuito elettrico di connessione alla rete (con contatori di misura bi-direzionali e dispositivi di sicurezza) o alle batterie d'accumulo, e da quella/queste all'utenza.

L'impiego della tecnologia solare FV risulta, oggi, competitivo – con tempi di ritorno economico dell'investimento compresi tra 8 e 12 anni – solamente se si utilizzano i contributi in conto capitale previsti dalla legislazione sia nazionale, sia regionale.

### Integrazione tecnologica degli elementi FV

Nel progettare un sistema di generazione elettrica fotovoltaica, risulta di particolare importanza integrare i moduli FV con gli elementi tecnici costituenti sia l'involucro edilizio, sia gli spazi esterni, tenendo conto che il piano su cui sono collocati i moduli stessi ha una inclinazione ottimale, corrispondente alla latitudine – 10° (per Torino, 35°). Le principali collocazioni dei moduli FV sono le seguenti:

- *all'esterno*
  - direttamente sul terreno adiacente l'edificio, con l'attenzione che non vi siano ombre portate sulla superficie di captazione, in nessun periodo dell'anno, e prevedendo una opportuna recinzione di protezione;
  - in corrispondenza di elementi di arredo o di illuminazione degli spazi esterni;
- *sull'edificio*
  - sul tetto, possibilmente integrati con il manto di copertura di falde orientate a Sud ( $\pm 20^\circ$ , con decrementi non rilevanti fino a  $\pm 40^\circ$ );
  - sulla facciata Sud, come elemento di rivestimento, a parete o a complemento di chiusure esterne trasparenti (sottofinestra, sottobalcone, sopra luce, ...);
  - inseriti nelle lastre vetrate di chiusure trasparenti, con funzione di filtro e modulazione della luce naturale;
  - come elementi schermanti di chiusure trasparenti, a doghe inclinate, giacenti su piano verticale od orizzontale (sporto).

### Eolico.

Un generatore eolico sia ad asse verticale che orizzontale necessita di una velocità minima del vento di 3-5 m/s e riesce a raggiungere la potenza di progetto ad una velocità del vento di 12-14 m/s. I generatori a pale mobili seguendo l'inclinazione del vento, riescono a mantenere costante la quantità di elettricità prodotta, e dotati di doppia elica raddoppiano la potenza elettrica prodotta. Ai grandi impianti cui si legano evidenti impatti negativi sul paesaggio è preferibile un sistema diffuso di piccoli impianti (anche domestici). Si parla di minieolico nel caso di generatori di corrente elettrica (collegati o meno alla rete) di altezza inferiore a 30 metri. Nel caso del minieolico è possibile operare con regimi di vento inferiori a quelli necessari alle grandi pale. Esistono anche impianti portatili (microelici) per la fornitura puntuale di meno di 1 Kw, utilizzabili per fornire energia elettrica a pc, router, ventilatori, ecc.

### Geotermia.

L'energia geotermica è l'energia generata attraverso fonti geologiche di calore. Si distinguono due tipi di geotermia:

- geotermia ad alta entalpia che sfrutta l'energia (sotto forma di calore) del sottosuolo generata per effetto di anomalie geologiche e vulcanologiche
- geotermia a bassa entalpia che, attraverso una pompa di calore, capta l'energia che attraversa il terreno (a pochi metri di profondità il terreno mantiene una temperatura costante durante l'arco dell'anno). Questa tecnologia permette di estrarre o cedere calore dal/al suolo in modo da riscaldare gli ambienti durante l'inverno e raffrescarli nei mesi estivi.

Un impianto alimentato da energia geotermica è composto da:

- sonda geotermica interrata in profondità con la funzione di scambiatore di calore con il terreno
- pompa di calore collocata all'interno dell'edificio stesso
- sistema di distribuzione del calore "a bassa temperatura" (in genere pannelli radianti, impianti a pavimento)

### Cogenerazione.

I sistemi di cogenerazione sono costituiti da motori termici accoppiati a generatori di potenza elettrica e da sistemi di recupero di energia termica, che costituisce il sottoprodotto del ciclo termodinamico operato dal motore, che andrebbe altrimenti dispersa in ambiente.

Per le applicazioni di taglia piccola e media (da 30 kW a 10 MW), la soluzione più utilizzata è quella del motore alternativo a combustione interna alimentato a gas. Il recupero termico viene effettuato, attraverso scambi a livello termico crescente, dal circuito di lubrificazione, dall'aria di sovralimentazione, dal circuito di raffreddamento motore e dai gas di scarico.

Negli impianti di taglia medio grande (da 2 MW in su) sono diffuse le turbine a gas, in cui il recupero avviene dai gas emessi allo scarico della turbina.

Le turbine a vapore, del tipo a contropressione o a derivazione e condensazione, si utilizzano prevalentemente nelle realizzazioni industriali di taglia medio-grande (da 1-3 MW in su).

Infine gli impianti a ciclo combinato gas- vapore, costituiti dall'integrazione di una turbina a gas, un generatore di vapore a recupero alimentato con i gas di scarico della turbina e una turbina a vapore, sono riservati ad applicazioni di grande taglia (dai 10 MW in su).

La scelta di realizzare sistemi di cogenerazione a scala locale è fortemente legata alle dimensioni e destinazioni d'uso dell'insediamento, e quindi alla taglia di impianto richiesta e all'andamento nel tempo della domanda di energia termica ed elettrica da parte delle utenze. Una decisione in merito richiede quindi un'accurata analisi di fattibilità energetico-economica, che non può prescindere dai vincoli tecnici connessi con la localizzazione dell'impianto e con la realizzazione della rete di distribuzione del fluido termovettore, nonché dal quadro tariffario del mercato dell'energia applicabile nello specifico contesto esaminato.

Sicuramente consigliato è invece l'allacciamento a reti di teleriscaldamento esistenti, qualora la rete sia nelle condizioni di far fronte all'incremento di prelievo di energia termica o possa essere adeguatamente potenziata.

**Indicazioni per il Calcolo del fabbisogno annuo :**

Il fabbisogno di energia elettrica può essere stimato con questa semplice formula:

(Potenza in Watt x n° ore di uso giornaliero) / 1000 = Consumo elettrico giornaliero in kWh (kilowattora)

Moltiplicando questo valore per il numero di giorni dell'intero anno nei quali l'elettrodomestico è in funzione, ottieni il consumo energetico annuale.

Per il calcolo relativo agli apparecchi non installati si deve far riferimento a consumi standard.

Un riferimento dei consumi medi annui può essere dato dai valori che seguono:

Fonte di Consumo	Consumo annuo per famiglie di 1-2 persone	Consumo annuo per famiglie di 3-4 persone
Illuminazione	300 kWh	430 kWh
Cucina elettrica	350 kWh	530 kWh
Frigorifero	328 kWh	440 kWh
Congelatore	360 kWh	600 kWh
Lavatrice	130 kWh	280 kWh
Asciugabiancheria	200 kWh	410 kWh
Lavastoviglie	190 kWh	350 kWh
Televisore, apparecchi audio e video, PC	260 kWh	320 kWh
Piccoli apparecchi elettrici	450 kWh	660 kWh
Pompa di calore per impianti di riscaldamento centrali e autonomi	270 kWh	350 kWh

In caso di stima è opportuno considerare, nel calcolo di cui sopra, apparecchi o fonti di consumo di media qualità (non Classe A o migliori).

**Riferimenti bibliografici**

**Fordham, M., & Partners**, a cura di, *Photovoltaics in Buildings: a design guide*, Londra, 1999.

**Sick, F., Erge, T.**, a cura di, *Photovoltaics in Buildings: a design handbook for architects and engineers*, James & James, Londra, 1996.

**Storelli, V.**, a cura di, *Rassegna di Eliotecnica*, Bollettino periodico pubblicato dalla Sezione italiana dell'ISES, 1964-76.

**Chiesa, G., Dall'O' G.**, *Gestione delle risorse energetiche nel territorio*, Milano, Masson, 1997.

**Lozza G.**, *Turbine a gas e cicli combinati*, Bologna, Esculapio, 1996.

**Macchi, E., Pellò, P.M., Sacchi, E.**, *Cogenerazione e teleriscaldamento*, Milano, CLUP, 1984.

**Riferimenti normativi**

**UNI TS 11300-1**  
**UNI TS 11300:2008**

**CEI EN 60439-1 e IEC 439** per i quadri elettrici.

**CEI EN 61439-1.**

**CEI 110-31 e CEI 110-28** per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal gruppo di conversione.

**CEI 110-1, CEI 110-6 e CEI 110-8** per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

**D.Lgs. 81/08** (D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81), "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

**D.M. 22-1-2008 n. 37**, Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

**L. 133/99**, art. 10, comma 7, per gli aspetti fiscali.

**D.Lgs. 8 febbraio 2007, n° 20**, Attuazione della direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, nonché modifica alla direttiva 92/42/CEE.

**Delibera AEEG n°42 del 19 marzo 2002.**

**Direttiva 2004/8/CE del Parlamento europeo.**

Codice	<b>B.4.1</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>
Area essenziale	CONSUMO DI ACQUA POTABILE	SCHEDA OBBLIGATORIA

Requisito **Consumo netto di acqua potabile**

Esigenza da soddisfare:  
Riduzione del consumo di acqua potabile per gli usi indoor e outdoor attraverso l'impiego di strategie di recupero o di ottimizzazione d'uso dell'acqua.

**Indicatore di prestazione:**

Riduzione percentuale del consumo di acqua potabile calcolata come rapporto tra il volume di acqua risparmiata e il volume di acqua potabile utilizzata in assenza di misure di contenimento dei consumi.

**Unità di misura:**

mc/mc (%)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

È richiesta la riduzione del 40% del consumo di acqua potabile rispetto ai normali consumi. Il consumo di acqua potabile giornaliero da considerare per il calcolo dei consumi di acqua per usi compatibili indoor è stimato attorno a 120 litri pro-capite mentre il consumo standard di acqua per usi esterni è calcolato in relazione all'area da irrigare (0,4 mc/mq annui).

**2. Metodo di verifica progettuale**

Progetto esecutivo dell'impianto idraulico.  
Progetto dei sistemi impiantistici atti al recupero e al riutilizzo delle acque reflue e/o meteoriche e stima della quantità di acqua ricavata per usi compatibili.  
Dichiarazione dei dispositivi installati con indicazione della riduzione di consumi di acqua.  
Analisi della piovosità.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Contabilizzazione dei consumi di acqua potabile.

PESO DEL REQUISITO

/

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Riduzione del consumo di acqua potabile del 40%

STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

**Sistemi di riduzione del consumo di acqua potabile:**

uso di rubinetti monocomando e/o con temporizzatore e/o elettronici;  
uso di rubinetti dotati di frangigetto e/o limitatori di flusso;  
installazione di limitatori di pressione;  
uso di scarichi dotati di tasto interruttore o di doppio tasto.

**Sistemi di recupero e di riutilizzo dell'acqua piovana e delle acque grigie:**

recupero dell'acqua piovana con vasche di accumulo previo filtraggio;  
biotodepurazione dell'acqua piovana e delle acque grigie;  
dinamizzazione con flow-form.

L'acqua potabile è da utilizzarsi esclusivamente per gli usi alimentari e di igiene personale.

Per usi differenti come l'irrigazione del verde, il lavaggio delle parti comuni e private, l'alimentazione degli scarichi dei bagni, il lavaggio delle automobili si può utilizzare acqua di recupero piovana, e se grigia, depurata con opportuni sistemi di fitodepurazione che utilizzano il potere filtrante e depurativo della vegetazione.

Occorre chiudere il più possibile il ciclo dell'acqua in loco, utilizzando l'acqua recuperata per creare laghetti, ruscelli e biotopi umidi per favorire la naturalizzazione del sito, attirando diverse specie animali e per creare occasioni di gioco e di apprendimento per l'infanzia. Quest'ultimo obiettivo è raggiungibile inoltre con l'ausilio di flow-form per la dinamizzazione dell'acqua.

**Progettazione di sistemi per il recupero delle acque meteoriche.**

È necessario predisporre sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche, provenienti dal coperto degli edifici così come da spazi chiusi ed aperti, al fine di consentirne l'impiego per usi compatibili (tenuto conto anche di eventuali indicazioni dell'ASL competente per territorio) e se viene contestualmente predisposta una rete di adduzione e distribuzione idrica delle stesse acque (rete duale) all'interno e all'esterno dell'organismo edilizio.

Sono da considerarsi usi compatibili:

1) Usi compatibili esterni agli organismi edilizi:

- lavaggio delle aree pavimentate;
- annaffiatura delle aree verdi;
- lavaggio auto;
- usi tecnologici e alimentazione delle reti antincendio.

2) Usi compatibili interni agli organismi edilizi:

- distribuzione idrica per piani interrati;
- alimentazione delle cassette di scarico dei W.C.;
- alimentazione di lavatrici (se a ciò predisposte);
- usi tecnologici relativi, ad es., sistemi di climatizzazione passiva/attiva.

**Calcolo del volume della vasca d'accumulo delle acque meteoriche:**

1) volume di acqua captabile in un anno dalla copertura dell'edificio (V.C.), espresso in mc; si calcola in base alla seguente relazione:

$$V.C. = S.C. \times P.C.$$

dove: S.C., Superficie utile di Captazione, espressa in mq, è la superficie del coperto dell'o.e.;  
P.C., Valore medio delle precipitazioni meteoriche, è espresso in mm di pioggia annui;

2) il fabbisogno idrico (F.I. espresso in mc), per gli usi compatibili selezionati, per le nuove costruzioni si calcola in base alla seguente relazione:

$$F.I. = N. Ab. Eq. \times 120 \text{ l/g}$$

in relazione al numero di abitanti equivalenti (consumo stimato di 120 litri al giorno per Abitante Equivalente);

- per gli edifici dotati di spazi esterni ad F.I. va aggiunto il consumo annuale di acqua relativo all'irrigazione: 0,4 mc di acqua per ciascuno mq di giardino.

- per gli edifici esistenti il fabbisogno idrico fa riferimento ad una percentuale del 60% dei consumi annui contabilizzati.

3) Il volume del serbatoio di accumulo (S.A.) delle acque meteoriche captate, espresso in mc, si calcola in relazione al fabbisogno idrico (F.I, comprensivo anche degli eventuali consumi outdoor) e al periodo di secca (P.S.) stimato in 40 gg:

$$S.A. = F.I. \times 40gg$$

(salvo che V.C. non risulti inferiore al volume così calcolato).

#### Sistemi di fitodepurazione.

Vedi scheda "Depurazione e/o riuso delle acque grigie".

#### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

La contabilizzazione dei consumi idrici (separata per l'acqua potabile e per l'eventuale acqua di minor pregio) può essere un incentivo al corretto uso dell'impianto idrico sanitario (e può indirizzare l'utenza all'acquisto di elettrodomestici a basso consumo idrico).

Sono particolarmente utili strumenti tecnici come manuali d'uso dell'alloggio e dell'organismo edilizio per la corretta gestione di impianti ed elementi.

#### Riferimenti bibliografici

AAVV, *Protocollo ITACA*, 2011.

AAVV, *Linee guida per la gestione delle acque meteoriche*, provincia di Bolzano, 2008.

Conte G., *Come usare meglio l'acqua in casa e in città*, Edizioni Ambiente, saggistica e Manuali, 2008.

AAVV, *Linee guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, Regione Toscana, 2005.

Wienke U., *Manuale di bioedilizia*, DEI ed., Roma, 2000.

Romagnoli F., *Depurare naturalmente le acque*, AAM Terra Nuova, Firenze, 1997.

AA.VV., *Atti del convegno scientifico "Fitodepurazione. Metodologie ed applicazioni"*, Finale Emilia (Mo), Baraldini ed., 1996.

I.W.G.A., *Atti del "5th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control"*, Vienna, 1996.

Trevisiol E.R., Parancola S., *Manuale di biofitodepurazione: risanamento delle acque e processi di rinaturalizzazione*, ANAB ed., Milano, 1995.

Vismara R., Ghetti P.F., *Sistemi naturali di depurazione. Campi di applicazione e limiti*, raccolta di materiale didattico della FAST, Milano, 1995.

*Corso di aggiornamento in ingegneria sanitaria ambientale*, Politecnico di Milano, 1994.

Rusconi A., *Acqua. Conoscenze su risorse ed utilizzo*, Verde Ambiente ed., Milano, 1994.

Pastorelli G., De Fraia Frangipane E., *Impianti di depurazione di piccole dimensioni*, Cipa ed., Milano, 1993.

Vismara R., *Depurazione biologica. Teoria e processi*, Hoepli ed., Milano, 1988.

#### Riferimenti normativi

**Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.**, Norme in materia ambientale.

**Decreto 12/6/2003 n. 185**, Regolamento tecnico recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue.

**Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 27**, "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano".

**Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31**, "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano".

**Legge 17/5/95 n. 172**, con modificazione del Decreto Legge 17/3/95 recante modifiche alla disciplina degli scarichi.

**Direttiva Comunitaria 271/91** recepita in Italia con il Testo Unico sulle Acque del 29/5/1999.

**Delibera Comitato internazionale del 30 dicembre 1980**, "Direttive per la disciplina degli scarichi delle fognature pubbliche e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature".

**Allegato 5 della Deliberazione Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento 4 febbraio 1977** "Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'articolo 2 lettere b), d), e) della legge 10 maggio 1976, recante norme per la tutela dell'inquinamento".

**Norma UNI 9182** - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

**DIN 1989** - Impianti per l'utilizzo dell'acqua piovana.

Codice	<b>B.5.1</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>	
Area essenziale	CONSUMO DI MATERIALE	SCHEDA SECONDARIA	

Requisito **Uso di materiali di provenienza locale**

Esigenza da soddisfare:  
Favorire l'impiego di materiali da costruzione reperibili in località prossime al cantiere (raggio di distanza massimo: 100 Km)

**Indicatore di prestazione:**

Rapporto in percentuale dei materiali di provenienza locale rispetto al peso complessivo dei materiali da costruzione impiegati.

**Unità di misura:**

% (kg/kg)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Il peso totale dei materiali da costruzione di provenienza locale integrati nel progetto non deve essere inferiore al 40% del peso complessivo dei materiali impiegati.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Calcolo del rapporto tra la somma di tutti i pesi dei materiali di provenienza locale ed il peso complessivo dei materiali nuovi, comprese le sistemazioni esterne.  
Inventario dei materiali di provenienza locale da impiegare nella costruzione con l'indicazione delle fonti di approvvigionamento, al fine della verifica della realizzabilità.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Certificato di conferimento dei materiali/semilavorati in cantiere.  
Documento di trasporto e certificazione del produttore.

**PESO DEL REQUISITO**

2

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Percentuale di materiale di provenienza locale  $\geq 40\%$  del peso complessivo

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

Lo strumento LCA (Life Cycle Assessment) valuta il "ciclo di vita" dei materiali in termini di carichi energetici e ambientali relativi a ciascuna fase del processo di produzione includendo le attività di preproduzione (come l'estrazione), di uso, le azioni finalizzate al riciclaggio e/o dismissione del prodotto come la sua distribuzione (in altri termini i trasporti).  
Ridurre i trasporti, scegliendo materiali prodotti localmente, corrisponde pertanto a ridurre l'impatto ambientale del prodotto stesso (in termini di minori emissioni di CO2) come del processo edilizio nel suo complesso in cui il materiale è coinvolto.

La scelta di materiali locali (e di soluzioni costruttive locali) determina inoltre, il più delle volte, una naturale armonizzazione dell'intervento edilizio nel proprio contesto ambientale ed insediativo: l'uso ricorrente nella edilizia tradizionale regionale di particolari materiali lapidei o ceramici locali o di tipologie di legno ha determinato un vero e proprio processo di caratterizzazione cromatica dei paesaggi urbani.

**Riferimenti bibliografici**

AAVV, *Protocollo ITACA*, 2011.

AAVV, *Linee guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, Regione Toscana, 2005.

**Riferimenti normativi**

**Direttiva europea 2008/98/Ce del 19-11-2008.**

**D.lgs.152/2006.** Norme in materia ambientale.

Codice	<b>B.5.2</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>
Area esigenziale	CONSUMO DI MATERIALE	SCHEDA SECONDARIA

Requisito **Uso di materiali riciclati e riutilizzati**

Esigenza da soddisfare:

Favorire l'impiego di materiali da costruzione riciclati e/o riutilizzati (in situ e fuori dal sito) contribuendo alla riduzione dei materiali da smaltire in discarica.

**Indicatore di prestazione:**

Rapporto in percentuale dei materiali riciclati e/o riutilizzati (in situ e fuori dal sito) rispetto al peso complessivo dell'edificio. Il calcolo comprende anche eventuali parti esistenti (debitamente valutate in termini di peso) che si decida di mantenere e consolidare evitando di effettuare interventi di sventramento o demolizione ed il terreno da scavo quando riutilizzato in situ per sistemazioni esterne o simili.

**Unità di misura:**

% (kg/kg)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Il peso complessivo dei materiali da costruzione riciclati e/o riutilizzati (in situ e fuori dal sito) nel progetto non deve essere inferiore al 40% del peso complessivo dell'edificio.

L'utilizzo di materiali riciclati va valutato in relazione al grado di disponibilità ed effettivo risparmio energetico sull'intero ciclo di vita.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Abaco delle categorie di elementi in situ potenzialmente riutilizzabili.

Inventario dei materiali riciclati e di riuso (fuori dal sito) utilizzati nella costruzione.

Rapporto tra la somma di tutti i pesi dei materiali riciclati o riutilizzati (in situ e fuori dal sito) ed il peso complessivo dell'edificio, comprese le sistemazioni esterne.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Certificato di conferimento dei materiali/semilavorati in cantiere.

Controllo dell'effettiva quantità di materiali da costruzione dismessi ed implementati nella realizzazione dell'intervento.

**PESO DEL REQUISITO**

2

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Percentuale di materiali riciclati o riutilizzati (in situ e fuori dal sito)  $\geq 40\%$

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

**Materiali riciclati.**

L'uso in edilizia di materiali provenienti da un processo di riciclaggio permette di aumentare il ciclo di vita dei materiali stessi (provenienti anche da settori produttivi lontani dall'edilizia) sottraendoli alla discarica e contribuisce a ridurre sensibilmente l'uso di risorse non rinnovabili.

È importante tuttavia valutare che il bilancio energetico complessivo del processo di riciclaggio sia positivo.

**Materiali riutilizzati.**

È necessario prevedere già nella fase di progettazione, nel capitolato speciale d'appalto, l'utilizzo di materiali di riuso sia per interventi di nuova costruzione che nel recupero di edifici esistenti, con particolare riferimento a:

- inerti da demolizione da reimpiegare per sottofondi, riempimenti, opere esterne, malte, calcestruzzi, murature a sacco;
- infissi interni ed esterni;
- legno per strutture principali e secondarie;
- travi e putrelle in ferro;
- ferro e strutture metalliche per ringhiere e simili;
- mattoni e pietre di recupero per murature;
- strutture divisorie leggere;
- elementi di copertura coppi, tegole;
- pavimenti (cotto, graniglia, legno, pietra);
- pietra da taglio (soglie, gradini, paramenti);
- impianti di riscaldamento;
- eventuale terreno proveniente da sterro.

Nel caso i materiali riutilizzati provengano da operazioni di demolizione e/o smontaggio in situ dell'edificio è necessaria l'individuazione di aree protette dagli agenti atmosferici per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare.

**Recupero delle strutture esistenti.** (tratto da *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005)

È importante considerare che l'estensione del ciclo di vita di interi edifici oltre a mantenere le risorse culturali del passato come avviene per gli edifici storici ad esempio, contribuisce in modo sostanziale alla conservazione delle risorse globali, alla riduzione dei rifiuti dovuti alle demolizioni e dell'impatto ambientale determinato dalla costruzione di un nuovo edificio, quindi dal relativo consumo di produzione e trasporto di altro materiale.

Le operazioni tecniche di intervento sono di regola rivolte a singole parti del bene architettonico, nel quadro della indispensabile visione di insieme che ne estenda il beneficio all'intero manufatto edilizio. Il loro scopo può consistere:

- nella ricostituzione di capacità strutturali venute meno;
- nella cura di patologie riconosciute;
- in ulteriori provvedimenti volti alla riduzione degli effetti sismici.

In via generale devono essere evitate tutte le opere di demolizione-sostituzione e di demolizione-ricostruzione, operando con interventi che collaborino con la struttura esistente senza alterarla.

In particolare per le pareti murarie si pone attenzione a utilizzare materiali con caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche analoghe e comunque il più possibile compatibili con quelle dei materiali in opera.

A seconda dei casi si procederà:

- a riparazioni localizzate di parti lesionate o degradate;
- a ricostituire la compagine muraria, in corrispondenza di manomissioni quali cavità, vani di varia natura, scarichi e canne fumarie, ecc., la cui eliminazione sia giudicata strettamente necessaria in sede di progetto di restauro;
- a migliorare le caratteristiche di murature particolarmente scadenti per tipo di apparecchiatura, e/o di composto legante.

### Riferimenti bibliografici

AAVV, *Protocollo ITACA*, 2011.

Viale G., *Azzerare i rifiuti. Vecchie e nuove soluzioni per una produzione e un consumo sostenibili*, Bollati Boringhieri, 2008.

AAVV, *Linee Guida per l'edilizia sostenibile* Regione Toscana, 2005.

Viale G., *Un mondo usa e getta. La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà*, Feltrinelli, 2000.

Viale G., *Governare i rifiuti*, Bollati Boringhieri, 1999.

### Riferimenti normativi

Direttiva europea 2008/98/Ce del 19-11-2008.

D.lgs.152/2006 e s.m.i. Norme in materia ambientale.

Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio del 5 luglio 2005 n. 5205.

DM 20/5/03 n° 203.

REGOLAMENTO (CE) N.1980/2000 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 17 luglio 2000 relativo al sistema comunitario, riesaminato, di assegnazione di un marchio di qualità ecologica.

Circ. Min. BBCCAA n. 1841 del 12 marzo 1991 "Direttive per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di miglioramento e manutenzione dei complessi architettonici di valore storico - artistico in zona sismica Cons Sup LLPP prot.564 del 28.11.1997".

Codice	B.5.3	GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE	
Area esigenziale		CONSUMO DI MATERIALE	SCHEDA SECONDARIA

### Requisito **Riciclabilità dei materiali**

Esigenza da soddisfare:

Favorire l'impiego, nel processo edilizio, di materiali riciclabili in modo da diminuire la quantità di rifiuti prodotti alla fine del loro ciclo di vita o in caso di dismissione dell'intero edificio.

**Indicatore di prestazione:**

Rapporto in percentuale dei materiali da avviare ai processi di riciclaggio rispetto al peso complessivo dei materiali da costruzione impiegati.

**Unità di misura:**

% (Kg/Kg)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Il peso totale dei materiali da costruzione riciclabili integrati nel progetto non deve essere inferiore al 30% del peso complessivo dei materiali impiegati.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Computo metrico delle opere.

Tabella di inventario dei materiali potenzialmente riciclabili e relativa indicazione della quantità impiegata (Kg).

Sistemi di Certificazione energetico-ambientale dei prodotti edili.

Analisi del ciclo di vita dei materiali.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Planimetria dettagliata indicante i materiali utilizzati.

Stima delle quantità di materiali riciclabili prodotti in fase di dismissione dell'edificio.

### PESO DEL REQUISITO

2

### AREA VALUTAZIONE

#### LIVELLO PRESTAZIONALE

Percentuale di materiali riciclabili  $\geq$  30%

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Selezione dei materiali che costituiscono l'elemento tecnico

Gli elementi tecnici devono essere caratterizzati da un'alta percentuale di scarti riciclabili al termine della vita utile dell'edificio, minimizzando, in questo modo, i rifiuti destinati al conferimento in discarica. In particolare è opportuno:

- privilegiare materiali in grado di recuperare le caratteristiche prestazionali d'origine;
- selezionare materiali che non comportino processi di trattamento particolarmente inquinanti o ad alto consumo energetico;
- evitare i materiali, contenuti all'interno dello stesso elemento tecnico, che possano risultare tra loro incompatibili in termini di riciclaggio.

La scelta dei materiali deve tener conto della loro potenziale smaltibilità in termini, ad esempio, di elevata inerzia chimica dei materiali o in termini di biodegradabilità.

La smaltibilità è direttamente correlata al contenuto di sostanze chimiche nocive nel processo di produzione di un materiale ed alla loro emissività durante la fase di esercizio del manufatto edilizio, ciò comporta che maggiore è la smaltibilità di un materiale minore è il complesso di emissioni in aria, acqua e suolo durante l'intero ciclo di esistenza di un prodotto edilizio. In particolare è opportuno selezionare prodotti caratterizzati da un marchio ecologico, ciò, normalmente, è garanzia di una corretta valutazione dell'impatto del prodotto stesso sull'ambiente durante l'intero ciclo di vita, secondo metodologie consolidate e riconosciute da enti, organizzazioni, ecc.

Tecniche costruttive

Durante l'esecuzione del progetto è utile indicare le modalità tecniche esecutive necessarie per avviare materiali ed elementi tecnici alle operazioni di riciclo.

Tabelle di inventario

La redazione di una tabella di inventario dovrebbe contenere l'elenco di tutti i materiali utilizzati espressi in percentuale rispetto all'ammontare totale, sul quale è possibile calcolare le quote che possono essere recuperate e avviate ai processi di riciclaggio e di riuso e le quantità che dovranno essere destinate alla discarica. È opportuno un livello di dettaglio che sia il più possibile approfondito e correlabile alle tabelle di quantificazione dei flussi di materiali in entrata e in uscita – sistema input e output dei processi – ottenuta dagli ecobalanci effettuati ed dal computo metrico delle opere.

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

L'utente deve rendersi consapevole della necessità di ricorrere a materiali da costruzione riciclabili, adottando anche metodi di costruzione innovativi.

## Riferimenti bibliografici

AAVV, *Protocollo ITACA*, 2011.

Viale G., *Azzerare i rifiuti. Vecchie e nuove soluzioni per una produzione e un consumo sostenibili*, Bollati Boringhieri, 2008.

AAVV, *Linee Guida per l'edilizia sostenibile Regione Toscana*, 2005.

Gangemi V., *Riciclare in Architettura. Scenari innovativi della Cultura del Progetto*, CLEAN Napoli, 2004.

Viale G., *Un mondo usa e getta. La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà*, Feltrinelli, 2000.

Viale G., *Governare i rifiuti*, Bollati Boringhieri, 1999.

Tondi A., Delli S., *La casa Riciclabile*, EDICOM; Monfalcone (GO), 1998.

AA.VV., *Architettura bioecologica. La casa riciclabile*. Atti del convegno organizzato da ANAB, Bologna, 18 ottobre, 1997.

Baglioni A., *Costruzioni e Recupero dei Rifiuti*, "Ambiente Costruito", ottobre-dicembre 1997, pp. 46-50.

A.A. V.V., *Dalla fabbrica alla discarica*, "Modulo" n. 223, luglio-agosto 1996, pp. 53-62.

Passaro A., *Costruire e demolire. Nuove Strategie per il Riciclaggio in edilizia*, Arte Tipografica, Napoli, 1996.

Rigamonti E., *Il riciclo dei materiali in edilizia*, Maggioli, Rimini, 1996.

Cenerini R., *Ecologia e sviluppo un equilibrio possibile. La riduzione dei rifiuti e il recupero di materiale ed energia per uno sviluppo sostenibile*, Il sole 24 ore libri, Milano, 1994.

## Riferimenti normativi

Direttiva europea 2008/98/Ce del 19-11-2008.

D.lgs.152/2006 e s.m.i, Norme in materia ambientale.

Circolare 19/7/2005 indicazioni relative ai materiali riciclati e beni e manufatti ottenuti da materiale riciclato, provenienti da articoli in gomma ai sensi del DM 203/03.

DM 203/03. Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

Decreto Ministeriale del 5 febbraio 1998, individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti a procedure semplificate di recupero.

UNI U32014580 "Demolizione di opere edilizie e di ingegneria civile. Indicazioni progettuali ed esecutive".

Codice	<b>B.5.4</b>	<b>GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE</b>	
Area essenziale	CONSUMO DI MATERIALE	SCHEDA PRINCIPALE	

Requisito **Materiali eco-compatibili**

Esigenza da soddisfare:  
 Ridurre il consumo di materie prime non rinnovabili  
 Indicatore di prestazione:  
 Rapporto in percentuale dei materiali di provenienza da fonti rinnovabili rispetto al peso complessivo dei materiali da costruzione impiegati.

**Unità di misura:**  
 % (kg/kg)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Il peso totale dei materiali da costruzione di provenienza da fonti rinnovabili integrati nel progetto non deve essere inferiore al **30%** del peso complessivo dei materiali impiegati.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Calcolo del rapporto tra la somma di tutti i pesi dei materiali di provenienza da fonti rinnovabili ed il peso complessivo dei materiali impiegati  
 Inventario dei materiali di provenienza da fonti rinnovabili da impiegare nella costruzione con l'indicazione delle caratteristiche, al fine della verifica della realizzabilità.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Certificato di conferimento dei materiali in cantiere.  
 Documento di trasporto e certificazione del produttore.

**PESO DEL REQUISITO**

3

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Percentuale di materiale di provenienza da fonti rinnovabili  $\geq 30\%$

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

Ridurre il consumo di materia prima, scegliendo materiali di origine naturale, da fonte rinnovabile (animale o vegetale), corrisponde a ridurre l'impatto ambientale del prodotto stesso (in termini di salvaguardia delle risorse e di minori emissioni di CO2), come del processo edilizio nel suo complesso in cui il materiale è coinvolto.

Il metodo di verifica descritto deve essere applicato considerando gli elementi di involucro opaco e trasparente (chiusure verticali ed orizzontali/inclinate) e dei solai interpiano dell'edificio in esame. Sono quindi da escludere elementi della struttura portante, elementi di contenimento e materiali di riporto utilizzati per i riempimenti (vespai, etc.). Inoltre l'analisi va condotta sull'intero edificio nel caso di nuova costruzione e sugli elementi interessati dall'intervento nel caso di progetto di ristrutturazione.

Si considera prodotto rinnovabile anche la terra cruda .

**Riferimenti bibliografici**

AAVV, *Protocollo ITACA*, 2011.

AAVV, *Linee guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, Regione Toscana, 2005.

**Riferimenti normativi**

**Direttiva europea 2008/98/Ce del 19-11-2008.**

**D.lgs.152/2006 e s.m.i.** Norme in materia ambientale.

Codice	C.1.1	MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA
Area esigenziale	CONTENIMENTO DEI RIFIUTI LIQUIDI	SCHEDA SECONDARIA

Requisito **Depurazione e/o riuso delle acque grigie**

Esigenza da soddisfare:  
Limitare lo scarico in rete delle acque grigie anche attraverso tecnologie che permettano un loro riuso in sito previo trattamento.

**Indicatore di prestazione:**

Percentuale di acque grigie recuperate e/o depurate rispetto a quelle prodotte in sito.

**Unità di misura:**

%

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

È richiesta la depurazione e/o riuso di almeno il 50% della acque grigie provenienti in sito da scarichi domestici, o assimilabili, quali lavabi, docce e lavandini. La produzione di acque grigie da considerare ai fini del calcolo dei volumi di reflui, prodotti in sito, è stimata a 90 litri ad abitante equivalente. I sistemi devono prevedere reti di convogliamento delle acque usate in sistemi di filtraggio e depurazione ed, in caso di riuso, sistemi di raccolta e reti di convogliamento ai punti di utilizzo.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Stima o verifica dei reflui prodotti in sito.  
Calcolo della quantità di acque grigie potenzialmente depurabili e/o recuperabili attraverso ipotesi di consumo considerando i periodi di punta.  
Progetto dei sistemi di reti di convogliamento delle acque, dei sistemi di trattamento e riuso.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica del volume giornaliero di acque reflue effettivamente depurate e/o recuperate.

PESO DEL REQUISITO

2

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Acque grigie depurate e/o recuperate  $\geq 50\%$  del totale di acque grigie prodotte in sito.

STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Il riutilizzo delle acque grigie deve essere progettato in modo da garantire (tratto da *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*):

- un appropriato trattamento prima del riutilizzo, tale da rispettare i limiti imposti dal DM 185/2003;
- l'adduzione separata dalla normale rete dell'acqua potabile ai vari servizi per i quali è possibile utilizzare acqua di più bassa qualità.

La separazione delle acque grigie dalle nere facilita molto la gestione e la depurazione degli scarichi: le acque grigie si depurano molto più velocemente delle acque nere con un più facile ottenimento delle caratteristiche di qualità necessarie per il riutilizzo di acque reflue.

Per mettere in opera tale sistema è necessario addurre l'acqua delle docce, delle vasche, dei lavandini ecc., fino ad un apposito sistema di depurazione, e quindi ad un deposito di accumulo che può trovarsi nella parte inferiore dell'edificio (garage, cantina, ecc.).

Un sistema di depurazione, che in genere è composto da un trattamento primario per l'eliminazione dei grassi e delle schiume e da un trattamento secondario (fitodepurazione o filtrazione mediante membrane o SBR), è fondamentale sia per raggiungere le concentrazioni fissate dalla legge sul riutilizzo, sia per trattenere i possibili solidi che potrebbero causare danni agli apparecchi a pressione o agli stessi dispositivi dei water.

A seconda del sistema di trattamento scelto, all'uscita dei filtri e prima dell'entrata del deposito, può essere necessario collocare un sistema di disinfezione (ad esempio una pompa dosatrice di disinfettanti chimici – ad es. acido peracetico – o una camera UV in linea) dimensionato in base al flusso d'entrata dell'acqua per assicurarne la disinfezione.

Quando l'acqua è già stata depurata e disinfettata viene mandata al deposito d'accumulo, la cui capacità varia in funzione delle dimensioni dell'installazione.

I sistemi di trattamento da utilizzare sono:

- sistemi di fitodepurazione
- sistemi SBR
- sistemi MBR

Sia per nuove costruzioni che per interventi sul patrimonio esistente si prevedono, per i terminali della rete duale esterna (escluso il WC), idonei accorgimenti per evitare usi impropri (colore, forma, posizione).

**Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico**

La consapevolezza di un uso controllato delle risorse idriche porta ad una riduzione dell'impatto ambientale ed ad un risparmio conseguente sui consumi. È importante sottolineare il fatto che l'acqua è ormai considerata una risorsa non rinnovabile.

Riferimenti bibliografici

AAVV, *Protocollo ITACA*, 2011.

Conte G., *Come usare meglio l'acqua in casa e in città*, Edizioni Ambiente, saggistica e Manuali, 2008.

AAVV, *Linee guida per la gestione delle acque meteoriche*, provincia di Bolzano, 2008.

AAVV, *Linee guida per l'edilizia sostenibile* Regione Toscana, 2005.

M. Borin, *Fitodepurazione. Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante*, Edagricole, Bologna, 2003.

Wienke U., *Manuale di bioedilizia*, DEI ed., Roma, 2000.

**Romagnoli F.**, *Depurare naturalmente le acque*, AAM Terra Nuova, febbraio 1997, Firenze.

**Trevisiol E.R., Parancola S.**, *Manuale di biofitodepurazione: risanamento delle acque e processi di rinaturalizzazione*, ANAB ed., Milano, 1995.

**Vismara R., Ghetti P.F.**, *Sistemi naturali di depurazione. Campi di applicazione e limiti*, raccolta di materiale didattico della FAST, Milano, 1995.

**Rusconi A.**, *Acqua. Conoscenze su risorse ed utilizzo*, Verde Ambiente ed., Milano, 1994.

**Pastorelli G., De Fraia Frangipane E.**, *Impianti di depurazione di piccole dimensioni*, Cipa ed., Milano, 1993.

**Vismara R.**, *Depurazione biologica. Teoria e processi*, Hoepli ed., Milano, 1988.

#### Riferimenti normativi

**Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e s.m.i.** Norme in materia ambientale.

**DM 185/2003**, norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.

**Legge 30 maggio 1991, n.135** (trattamento delle acque reflue urbane).

**UNI EN 12566.**

**Norme DIN 4261.**

**Norme ATV 122, A131, A256 e M210** di riferimento specifico per gli impianti biologici.

**Norme DIN 4040 e Norme prEN 1825** degrassatori.

Codice	<b>C.2.1</b>	<b>MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA</b>
Area esigenziale	MINIMIZZAZIONE DEI RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE IN FASE DI DISMISSIONE	<b>SCHEDA OBBLIGATORIA</b>

Requisito

### Gestione sostenibile del cantiere

#### Esigenza da soddisfare:

Ridurre l'impatto generato dalle attività di cantiere in fase di costruzione

#### Indicatore di prestazione:

Presenza/assenza di strategie e soluzioni organizzative del cantiere e/o dell'impresa atte a garantire il controllo e la riduzione dell'impatto ambientale del cantiere.

#### Unità di misura:

Vedi livello prestazionale.

#### SPECIFICA DI PRESTAZIONE

##### 1. Livello di prestazione

È richiesta la presenza di un Piano di gestione ambientale del cantiere che può ispirarsi al regolamento europeo EMAS, o alla norma internazionale ISO 14001 e ISO 14004 (Sistemi di gestione ambientale: requisiti e linee guida) o in alternativa presenza di un Sistema di Gestione Ambientale dell'impresa.

##### 2. Metodo di verifica progettuale

Presenza di un Piano di gestione ambientale del cantiere o in alternativa presenza di un Sistema di Gestione Ambientale dell'impresa che sia attivo, documentato e costantemente implementato con campi di applicazione chiari.

##### 3. Metodi di verifica a lavori in corso

Verifica della effettiva applicazione di quanto riportato nel Piano di gestione ambientale del cantiere o nella documentazione relativa al Sistema di Gestione Ambientale dell'impresa..

#### PESO DEL REQUISITO

/

#### AREA VALUTAZIONE

#### LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di un Piano di gestione ambientale del cantiere o in alternativa presenza di un Sistema di Gestione Ambientale dell'impresa (attivo, documentato e implementato).

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

La costante crescita della sensibilità dell'opinione pubblica nei confronti della salvaguardia dell'ambiente ha spinto anche il sistema economico a prendere coscienza dell'importanza di una gestione sostenibile delle proprie attività. La tendenza è trasformare la variabile ambientale da vincolo restrittivo e oneroso a fattore strategico di competitività sul mercato. Non si deve dimenticare infatti che l'adozione di una corretta gestione ambientale consente di: ridurre i consumi di risorse naturali; abbattere i costi dello smaltimento rifiuti; minimizzare il rischio di incidenti e sanzioni; migliorare i rapporti con le autorità pubbliche e con le popolazioni locali.

La normativa vigente in campo ambientale – a differenza di quanto accade per la gestione della sicurezza, regolata da specifiche norme (d.lgs. 81/2008 e succ. mod.) che impongono strumenti di prevenzione, programmazione e gestione, individuando specifica responsabilità a carico delle diverse figure professionali, sia della committenza, sia dell'impresa appaltatrice – non fornisce alcun indirizzo specifico per la gestione dei cantieri, attribuendo genericamente a ciascun soggetto interessato dalla normativa la responsabilità del rispetto dei limiti di legge.

Per ovviare a tale carenza, è buona prassi che le imprese si dotino di un sistema di gestione ambientale del cantiere mobile interessato. Il cantiere è infatti un luogo produttivo a forte variabilità temporale di risorse e spazi fisici utilizzati e richiede un particolare sistema di gestione degli impatti negativi sull'ambiente che devono essere controllati e minimizzati.

La dotazione di un Piano di Gestione Ambientale è volto a garantire: il rispetto di tutte le leggi ambientali; la progettazione, la costruzione e la gestione dei cantieri in modo da rendere minima la generazione di rifiuti e altri effetti nocivi per l'ambiente, quali l'inquinamento del suolo, dell'acqua, dell'aria, il livello di rumore, il consumo eccessivo di materie prime, di risorse naturali e di energia; il miglioramento della gestione dei prodotti e dei rifiuti pericolosi; la riduzione del consumo di materie prime, di risorse naturali e di energie non rinnovabili, privilegiando logiche di riutilizzo dei materiali; la formazione e il coinvolgimento del personale per identificare e ridurre gli impatti sull'ambiente prodotti dalle loro attività professionali; l'effettuazione di controlli periodici di impatti, procedure, fornitori, ecc.

Il raggiungimento degli obiettivi ambientali dichiarati dovrebbe essere affidato al coordinamento generale di un responsabile ambientale di ogni impresa esecutrice, in capo al quale sono attribuite responsabilità e compiti specifici, quali: redigere, gestire, aggiornare il Piano dell'impresa, nel rispetto delle norme.

### Suggerimenti per raggiungere l'obiettivo di progetto.

Il Piano di gestione Ambientale redatto dall'impresa, in linea generale e a titolo di suggerimento, dovrebbe contenere:

- i dati generali dell'impresa appaltatrice, con l'indicazione dell'organigramma e dei nominativi dei responsabili per la gestione ambientale;
- la descrizione delle opere e dei luoghi interessati dalle attività, con particolare riferimento all'inquadramento ambientale del cantiere, all'eventuale presenza di altri cantieri confinanti e di attività inquinanti;
- l'individuazione dei principali aspetti ambientali critici ricettori di impatto (atmosfera, consumi, circolazione esterna, attività prossime al cantiere, vegetazione, fauna, salute pubblica, paesaggio, ecc.);
- gli obiettivi ambientali dell'impresa;
- l'individuazione delle fasi critiche oggetto di analisi (scavi, demolizioni, opere in c.a., verniciature, ecc.);
- l'elenco degli strumenti adottati per le registrazioni (registri, elenchi, istruzioni, ecc.), poiché la

registrazione documentale di quanto viene svolto per soddisfare i requisiti previsti è una condizione essenziale per poter considerare implementato il sistema;

- le schede di rilevamento delle eventuali criticità rilevate durante le verifiche;
- le schede di valutazione degli impatti e il programma ambientale per ogni singola fase di lavoro ritenuta critica e le modalità per le verifiche e i controlli interni.

### Riferimenti bibliografici

**S. Sibilio (a cura di),** *Le norme della serie ISO 14000 per la Gestione Ambientale e la nuova UNI EN ISO 14001:2004*, UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione

**Ing. M. Operto** in collaborazione con G. Banchio e R. Giordano, *Il controllo e la gestione ambientale dei cantieri olimpici*

### Riferimenti normativi

**Regolamento CE n° 1221/2009** *sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS)*

**Allegato IV del Regolamento Emas CE n° 1221/2009** *sulla dichiarazione ambientale*

**UNI EN ISO 14001:2004**, *Sistemi di Gestione Ambientale – Requisiti e guida per l'uso*

**UNI EN ISO 14004:2005**, *Sistemi di Gestione Ambientale – Linee guida generali su principi, sistemi e tecniche di supporto*

**D.Lgs 152/2006** come modificato dal **D.Lgs 4/2008**, *Testo Unico Ambientale*

Codice	C.2.2	<b>MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA</b>
Area esigenziale	MINIMIZZAZIONE DEI RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE IN FASE DI DISMISSIONE	SCHEDA SECONDARIA

Requisito **Demolizione selettiva**

Esigenza da soddisfare:  
Facilitare le operazioni di demolizione garantendo la separabilità dei componenti riciclabili e/o riutilizzabili.

**Indicatore di prestazione:**

Verifica della separabilità dei componenti dei sottosistemi tecnologici.

**Unità di misura:**

Vedi livello di prestazione

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Si richiede per i sottosistemi tecnologici l'adozione di tecnologie di assemblaggio atte a favorire le operazioni di demolizione selettiva in fase di dismissione dell'edificio.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Planimetrie dettagliate riportanti indicazioni relative alle modalità di esecuzione delle opere durante il processo di costruzione.

Inventario degli elementi tecnici e dei materiali smontabili con indicate le modalità di smontaggio (descrizione delle diverse fasi di decostruzione del manufatto).

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica del grado di smontabilità dei sottosistemi tecnologici.

**PESO DEL REQUISITO**

2

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di tecnologie che favoriscano la separabilità dei materiali e/o componenti ai fini di un eventuale loro riciclo o riuso.

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

**Tecniche di demolizione selettiva**

La demolizione selettiva si realizza come un vero e proprio processo di decostruzione, inteso come l'attività inversa di quella che ha portato alla realizzazione del manufatto edilizio.

Le procedure più appropriate e il grado di separazione da raggiungere dipendono da:

- condizioni relative all'ubicazione del cantiere rispetto alle attività di trattamento e recupero dei materiali che vengono effettuate nel contesto territoriale;
- disponibilità di spazi nel cantiere di demolizione per la raccolta dei rifiuti e dei materiali recuperati;
- tecniche costruttive con cui è stato realizzato il manufatto edilizio;
- potenzialità dei materiali che costituiscono l'edificio di essere avviati a processi di recupero e/o riciclaggio;
- condizioni relative alla vicinanza con altri fabbricati o al sistema della viabilità.

In pratica si dovrà procedere elaborando preventivamente un inventario particolareggiato dei materiali e degli elementi tecnici presenti nell'edificio, cui farà seguito la demolizione vera e propria, che dovrà essere condotta secondo sequenze adeguatamente pianificate, attraverso:

- rimozione delle parti mobili esterne come le impermeabilizzazioni e le coperture e tutti i materiali classificabili come pericolosi partendo dall'alto;
- rimozione degli impianti elettrici, di riscaldamento e delle installazioni sanitarie;
- rimozione di finestre, porte e ante;
- rimozione dei pavimenti interni e tramezzature in legno e cartongesso, delle orditure orizzontali secondarie in legno e acciaio, ecc;
- rimozione delle componenti esterne delle murature (es. laterizi a vista, facciate ventilate, ecc.);
- demolizione e/o smontaggio delle parti strutturali.

È opportuno, infine, sottolineare che la scelta delle tecniche di demolizione dipende principalmente dalle operazioni di rimozione, tra quelle indicate, che si intendono privilegiare.

**Piano di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione**

La valorizzazione, dei materiali e dei rifiuti derivanti dalle operazioni di demolizione selettiva, non può prescindere da un'adeguata verifica della convenienza sia economica, sia ambientale, dell'intero processo di demolizione e recupero, attraverso la redazione di un piano di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione. Tale piano, redatto ad opera del responsabile delle attività di cantiere, è inteso a:

- pianificare, in modo ottimale la tempistica concernente le operazioni di demolizione;
- bilanciare i costi derivanti dal maggior numero di giorni necessari per eseguire le operazioni di demolizione selettiva, con guadagni derivanti dalla vendita dei materiali recuperati e con i mancati costi necessari per conferire le macerie in discarica.

**Riferimenti bibliografici**

**Bernazzoni R., Celaschi F.,** *Capitolato Speciale d'Appalto, Opere di Demolizione con Trattamento, Recupero e Trasporto di Materiali*, Maggioli, Rimini.

**Cuneaz R., Giordano R., Grosso M.,** *Demolizione Programmata e Recupero Bioedilizio*, V Convegno Internazionale Riciclare, Tecniche, Esperienze e Prospettive nell'Architettura e ne Design, Napoli – Mostra D'Oltremare, Giannini, Napoli, 2000.

**Tondi A., Delli S.,** *La casa Riciclabile*, EDICOM; Monfalcone (GO), 1998.

**Edwards B.,** *Towards Sustainable Architecture: European Directives and Building Design*, Oxford, Butterworth Architecture, 1996.

**Rigamonti E.,** *Il riciclo dei materiali in edilizia*, Maggioli, Rimini, 1996.

**Riferimenti normativi**

**Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36** Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti.

**Decreto Ministeriale del 5 febbraio 1998**, individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti a procedure semplificate di recupero.

**UNI U32014580** “Demolizione di opere edilizie e di ingegneria civile. Indicazioni progettuali ed esecutive”.

<i>Codice</i>	<b>C.3.1</b>	<b>MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA</b>	
<i>Area esigenziale</i>	GESTIONE DEI RIFIUTI	SCHEDA PRINCIPALE	

**Area di raccolta per rifiuti non organici e per il compostaggio dei rifiuti organici**
*Requisito*

Esigenza da soddisfare:

Ridurre la quantità di rifiuti da smaltire in discarica ed il consumo di risorse non rinnovabili favorendo la raccolta differenziata della frazione inorganica riciclabile (vetro, plastica, cartone, metalli, ecc.) ed il compostaggio in sito (centralizzato od individuale) della frazione organica se presente.

**Indicatore di prestazione:**

Superficie per abitante/utente adibita alla raccolta dei rifiuti non organici e al compostaggio dei rifiuti organici.

**Unità di misura:**

Mq/ab

**SPECIFICA DI PRESTAZIONE**
**1. Livello di prestazione**

Disponibilità di spazi adeguatamente dimensionati da adibire alla raccolta differenziata di rifiuti non organici e al compostaggio (centralizzato o individuale) della frazione organica laddove presente.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Individuazione, organizzazione e dimensionamento di aree atte alla raccolta differenziata dei rifiuti inorganici e al compostaggio dei rifiuti organici.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica della effettiva presenza di aree per la raccolta differenziata dei rifiuti e per il compostaggio domestico e del loro corretto dimensionamento in relazione al numero di utenti.

**PESO DEL REQUISITO**
**3**
**AREA VALUTAZIONE**
**LIVELLO PRESTAZIONALE**

Presenza di una superficie per abitante/utente adibita a:

- raccolta di rifiuti non organici > 0,02 mq/ab

- compostaggio di rifiuti organici > 0,2 mq/ab

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Nella progettazione degli spazi adibiti al conferimento dei rifiuti (nei casi di realizzazione di più unità immobiliari) è auspicabile prevedere punti di raccolta di piccole dimensioni diffusi all'interno del lotto in modo da garantire a tutte le unità la prossimità del servizio (incentivandone pertanto l'uso). È dimostrato, infatti, come la maggior dimensione dei bidoni per la raccolta determini un incremento della produzione di rifiuti e crei disaffezione alla pratica stessa della differenziazione. Le aree dovrebbero essere progettate come isole verdi protette, dotate di pensiline, pergolati o quant'altro possa garantire la protezione dei rifiuti dai raggi solari.

### Conferimento dei rifiuti organici e inorganici presso impianti specializzati.

Al fine di un corretto riutilizzo degli scarti organici e inorganici presenti nei rifiuti, occorre predisporre efficienti sistemi di differenziazione e di raccolta dei rifiuti solidi urbani, es. contenitori plurifamiliari adibiti esclusivamente al conferimento dei rifiuti organici, muniti di meccanismo di chiusura: tale sistema scoraggiando l'introduzione di rifiuti estranei da parte degli utenti interessati alla raccolta consente la produzione di un compost di qualità.

### Compostaggio domestico

Qualora la tipologia edilizia lo consenta, si può attivare con l'ausilio di apposite attrezzature (composter), la produzione casalinga di compost. Tali attrezzature consentono di evitare la produzione di percolati e di odori sgradevoli, e quindi di poter procedere al compostaggio anche in presenza di piccole aree verdi.

Si stima che una famiglia di 4 persone produca circa 300 Kg di rifiuti organici all'anno corrispondenti a 120 Kg di compost e che un giardino di 200 mq produca circa 800 Kg/anno di materiale organico corrispondente a 320 Kg di compost.

Il compost prodotto può essere utilizzato come ammendante per aree verdi condominiali o piccoli orti di pertinenza dell'edificio abbattendo così anche i costi di trasporto per il conferimento all'impianto.

In rapporto al peso complessivo dei RSU, la frazione organica mediamente prodotta in una famiglia si aggira attorno al 30%, pertanto il suo riutilizzo consente di valorizzare una quota di rifiuti molto significativa. Inoltre evitando il conferimento in discarica, si ottiene una maggiore durata della stessa, riducendo alcuni dei maggiori problemi di gestione degli impianti: produzione di percolati inquinanti e di biogas.

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

È necessario adottare strategie informative atte ad aumentare la consapevolezza dell'utenza verso strategie di gestione eco-compatibile dell'alloggio attraverso il sistema di raccolta differenziata dei rifiuti e il compostaggio domestico ed i vantaggi derivanti.

### Riferimenti bibliografici

**Viale G.**, *Azzerare i rifiuti. Vecchie e nuove soluzioni per una produzione e un consumo sostenibili*, Bollati Boringhieri, 2008.

**Viale G.**, *Un mondo usa e getta. La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà*, Feltrinelli, 2000.

**Viale G.**, *Governare i rifiuti*, Bollati Boringhieri, 1999.

### Riferimenti normativi

**Direttiva europea 2008/98/Ce del 19-11-2008.**

**Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.**, Norme in materia ambientale.

**Dpr n. 158/99 del 27 aprile 1999.**

Codice	C.4.1	MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA
Area esigenziale	MODELLI INSEDIATIVI SOSTENIBILI	SCHEDA SECONDARIA

Requisito

## Modelli abitativi sostenibili

### Esigenza da soddisfare:

Incentivare la progettazione di spazi, servizi e/o attrezzature ad uso collettivo all'interno di insediamenti residenziali al fine di ridurre il consumo globale di risorse e minimizzare l'impatto ambientale dell'insediamento.

### Indicatore di prestazione:

Presenza/assenza di strategie e soluzioni progettuali atte a garantire l'uso condiviso di spazi, servizi e/o attrezzature fra nuclei familiari diversi.

### Unità di misura:

Vedi livello prestazionale.

## SPECIFICA DI PRESTAZIONE

### 1. Livello di prestazione

È richiesta all'interno dell'intervento previsto la presenza di spazi (aperti e confinati), servizi e/o attrezzature pensati per essere usati in condivisione da più nuclei familiari. Le scelte in questo senso devono avere effetti di riduzione:

- (in input) di uso di risorse ambientali (suolo, acqua, ecc), consumo di energia, consumo di materiale
- (in output) di produzione di rifiuti, inquinamento atmosferico, acustico, elettromagnetico, delle acque, del suolo, ecc.

Sono esclusi gli spazi tradizionalmente considerati condominiali: garage, soffitte, vani scala, cantine.

### 2. Metodo di verifica progettuale

Documentazione che descriva gli spazi, i servizi e/o le attrezzature di uso collettivo.

### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica della presenza di spazi, servizi e/o attrezzature in condivisione e loro efficacia sulla riduzione dell'impatto ambientale sul territorio dell'insediamento.

## PESO DEL REQUISITO

2

## AREA VALUTAZIONE

### LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di spazi, servizi e/o attrezzature di uso collettivo all'interno dell'intervento previsto.

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Con il termine *Co-housings* indicano “quelle forme innovative di abitazione che sono auto-organizzate, inclusive e non speculative, e che rappresentano il diversificato panorama delle culture dell’abitare cooperativo, collettivo e orientato al senso di comunità”\*.

\*“*Co-housing refers to innovative housing forms which are self-organized, inclusive and non-speculative, representing the diverse European landscape of cooperative, collaborative, collective and community-oriented housing cultures*” from Experimentcity Europe Platform's Prefaction (Milan, 2011).

Il co-housing, come forma di edilizia sociale, rappresenta una risposta contemporanea e complessa alla necessità di attuare uno sviluppo sostenibile delle nostre città. In Europa la domanda di cohousing sta progressivamente aumentando sia per questioni di natura sociale (invecchiamento della popolazione, complessità della gestione della multiculturalità, diffusione del nucleo monocomposto, insostenibilità economica delle politiche per la famiglia, ma anche desiderio di partecipazione alla progettazione della propria abitazione, ecc.) sia per questioni ambientali (nuova consapevolezza della necessità di ridurre i consumi energetici e, più in generale, il consumo di risorse). Questi nuovi modelli abitativi che si manifestano in modo molto diversificato in tutta Europa ed oltre (in particolare Stati Uniti, Australia, Giappone, ecc.) propongono forme di condivisione più o meno “intense” di alcuni servizi e beni. Tali servizi possono riguardare esclusivamente l’insediamento residenziale o, come spesso capita, arrivare a coinvolgere l’intero quartiere in cui il cohousing è collocato attivando in questo modo processi di riqualificazione ecologica e sociale più complessi a scala urbana.

Nel modello prevalente di cohousing che oggi conosciamo gli alloggi (in proprietà o in affitto) sono di uso individuale ed autonomo. L’uso collettivo riguarda invece quei beni e servizi che risulterebbero insostenibili da un punto di vista ecologico ed economico se affrontati a livello individuale o di nucleo familiare che, al contrario, in questa nuova dimensione di gestione condivisa diventano accessibili, più efficaci ed efficienti.

### Suggerimenti per raggiungere l’obiettivo di progetto.

I numerosi esempi di cohousing diffusi nel mondo offrono suggerimenti utili per la progettazione:

1. *Spazi aperti.* La dimensione del cohousing permette l’accesso a spazi aperti e servizi che, in particolar modo in un contesto urbano ad alta densità, non potrebbero altrimenti essere offerti ai residenti:

- orti e serre condominiali: l’autoproduzione (in questi contesti socio-culturali in genere biologica) e il consumo di prodotti in loco concorre a ridurre l’inquinamento dovuto ai trasporti (necessari per far giungere gli alimenti nei luoghi di acquisto) e a minimizzare la produzione di rifiuti legata alla presenza di imballaggio. Medesima considerazione vale anche nel caso dell’organizzazione interna al cohousing di gruppi di acquisto solidale, il cui sviluppo è facilitato da questa dimensione più “comunitaria” dell’abitare.

- giardini gestiti dai condomini: gli spazi verdi conferiscono qualità ambientale (qualità dell’aria e delle acque) e possono svolgere funzione bioclimatica a livello di insediamento e di quartiere.

2. *Spazi interni.* Esiste una grande varietà di ambienti ad uso collettivo di cui sono dotati i cohousing; ne elenchiamo alcuni:

- cucina e sala da pranzo: in alcuni cohousing (in Svezia in particolare) è previsto uno spazio mensa collettivo che può essere usato in modo libero o programmato attivando settimanalmente un calendario per la distribuzione dei compiti di preparazione dei cibi, la pulizia, ecc. Questa scelta comporta, oltre a benefici dal punto di vista relazionale, anche una contrazione dei consumi dovuta alla condivisione degli elettrodomestici, della strumentazione necessaria, ecc.

- spazi multiuso: aule laboratori (cucito e tessitura, falegnameria, scultura, pittura, ecc), sala multiuso (per feste, riunioni, esposizioni, proiezioni, eventi anche a livello di quartiere), biblioteca, palestra o altri spazi per

- lo sport (anche all’aperto), sala computer (questo permette anche a persone che fanno un uso non continuo del computer di usufruire di un servizio, ad esempio l’accesso ad internet, evitando tuttavia di dover comprare un bene che sarebbe sottoutilizzato), asili nido (riduzione degli spostamenti).

- lavanderia condominiale. La presenza del locale lavanderia ad uso condominiale accomuna quasi tutti i cohousing esistenti. I benefici sono evidenti in termini di riduzione del consumo di risorse determinato dal minor numero di apparecchiature elettriche necessarie.

### 3. Altri servizi

- car pooling e car sharing. L’uso collettivo di automobili private (car pooling) tra coloro che condividono uno stesso percorso in orari simili o l’uso alternato e condiviso delle stesse (car sharing) tra diversi soggetti autorganizzati sono strumenti di mobilità sostenibile che trovano facilità di applicazione all’interno di cohousing.

- impiantistica centralizzata. La caldaia centralizzata in condomini o in complessi con più unità immobiliari deve essere a gestione indipendente in modo da permettere la regolazione in base alle esigenze specifiche di ciascuna utenza ed il controllo e la contabilizzazione dei consumi individuali.

### Condizionamento da parte dell’utenza e del contesto socio-economico

Nella prospettiva di uno sviluppo sostenibile ciascuno deve essere consapevole che l’uso condiviso dei beni e dei servizi non comporta una riduzione della libertà individuale bensì, in particolar modo in contesti urbani ad alta densità a volte socialmente depauperati, diventa preziosa occasione di intensificare e qualificare le relazioni di vicinato. Le ricadute non sono quindi solo ambientali di riduzione dei consumi di risorse, ma anche sociali e culturali.

### Riferimenti bibliografici

**M. Lietaert (a cura di)**, *Cohousing e condomini solidali*, editrice Aam terra nuova, Firenze, 2007.

**K. McCamant, C. Durrett**, *Creating Cohousing: Building Sustainable Communities*, New Society Publishers, Gabriola Island, Canada, 2011.

**M. Large**, *Common Wealth. For a free, equal, mutual and Sustainable society*, Hawthorn Press, Stroud, 2010.

### Riferimenti normativi

-

Codice	C.5.1	<b>MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA</b>
Area esigenziale	MINIMIZZAZIONE DELL'IMPATTO EDILIZIO SUI SUOLI	SCHEDA PRINCIPALE

Requisito

### Permeabilità del suolo

Esigenza da soddisfare:

Riduzione dell'impatto edilizio nei confronti della permeabilità del suolo e della presenza del verde.

**Indicatore di prestazione:**

R.I.E. Riduzione Impatto Edilizio

**Unità di misura:**

mq/mq(%)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Per i seguenti usi tipo A) deve garantirsi RIE  $\geq 4,0$ :

- usi abitativi di tipo urbano;
- servizi economici e amministrativi;
- servizi ricettivi e ristorativi;
- servizi ricreativi;
- servizi sociali di interesse generale;
- usi rurali.

Per i seguenti usi tipo B) deve garantirsi RIE  $\geq 1,5$

- usi industriali e artigianali
- servizi commerciali e artigianato di servizio.

Nel computo si considera l'intera superficie del lotto e non solo la porzione interessata dall'intervento. La scheda non si applica per gli interventi negli ambiti storici e gli interventi di ristrutturazione in cui il rapporto tra la superficie coperta e la superficie del lotto sia maggiore di 0,5.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Relazione tecnica e planimetrie di progetto che illustrino le caratteristiche delle aree a verde e le scelte tecnologiche che tendano a favorire le coperture calpestabili permeabili.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica conformità al progetto presentato.

PESO DEL REQUISITO

3

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Per usi tipo A) deve garantirsi RIE  $\geq 4,0$ :

Per usi tipo B) deve garantirsi RIE  $\geq 1,5$

### STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Il R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio) è un indice di qualità ambientale che serve per certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde.

Una parte dei processi di degradazione macro- e microclimatica del nostro ambiente è causata ed alimentata dalla sigillatura e impermeabilizzazione dei suoli. Le superfici impermeabilizzate e sigillate provocano un riscaldamento della massa d'aria sovrastante e i moti convettivi portano al ricircolo delle polveri. Il calore del sole accumulato e irradiato ha, come diretta conseguenza, un aumento delle temperature nelle nostre città, (creando la cosiddetta isola di calore) venendo a mancare il naturale effetto mitigatorio dato dal processo di evapotraspirazione della vegetazione. Il veloce deflusso delle precipitazioni nei corsi d'acqua, essendo stata eliminata o fortemente ridotta la naturale infiltrazione attraverso gli orizzonti del suolo, porta disordine nella regimazione delle acque meteoriche sottratte al naturale ciclo di captazione e restituzione all'ambiente mediante l'infiltrazione, l'evaporazione e l'evapotraspirazione.

Utli strumenti di mitigazione e compensazione ambientale sono rappresentati dall'applicazione integrata delle tecnologie di gestione e recupero delle acque meteoriche: infiltrazione e smaltimento in superficie, verde tradizionale, tecnologie per il verde pensile e tecnologie di ingegneria naturalistica.

R.I.E. elaborato dal Comune di Bolzano, come indice valutazione dell'impatto edilizio per compensare la sigillatura dei suoli per aumentare il benessere ambiente e migliorare il microclima. Varia da 0 a 10, per le aree impermeabili è 0, per le aree a verde permeabili è 10.

Per il dimensionamento delle superfici e le relative verifiche deve assumersi a riferimento l'indice (RIE), come di seguito definito:

$$RIE = \frac{\sum_{i=1}^n S_{vi} \frac{1}{\psi} + (Se)}{\sum_{i=1}^n S_{vi} + \sum_{j=1}^m S_{ij} \psi}$$

ove:

$S_{vi}$  = i-esima superficie esterna trattata a verde;

$S_{ij}$  = j-esima superficie esterna non trattata a verde;

$Se$  = superfici equivalenti da alberature

$\psi$  = coefficiente di deflusso

#### Riferimenti bibliografici

[http://www.comune.bolzano.it/UploadDocs/3180\\_Schede\\_RIE\\_Ita.pdf](http://www.comune.bolzano.it/UploadDocs/3180_Schede_RIE_Ita.pdf)

AAVV, *Protocollo ITACA*, 2011.

AAVV, *Linee guida per la gestione delle acque meteoriche*, provincia di Bolzano, 2008.

AAVV, *Linee guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, Regione Toscana, 2005.

#### Riferimenti normativi

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i, Norme in materia ambientale.

Decreto 12/6/2003 n. 185, Regolamento tecnico recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue.

DIN 1989 - Impianti per l'utilizzo dell'acqua piovana.

UNI 11235: 2007- La norma definisce i criteri di progettazione, esecuzione, controllo e manutenzione di coperture continue a verde, in funzione delle particolari situazioni di contesto climatico, di contesto edilizio e di destinazione d'impiego.

Codice	C.5.2	MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE DA ATTIVITA' UMANA
Area esigenziale	MINIMIZZAZIONE DELL'IMPATTO EDILIZIO SUI SUOLI	SCHEDA SECONDARIA

Requisito

### Effetto isola di calore

Esigenza da soddisfare:

Garantire che gli spazi esterni abbiano condizioni di comfort termico accettabile durante il periodo estivo

**Indicatore di prestazione:**

Presenza di soluzioni atte a mitigare l'effetto isola di calore

**Unità di misura:**

%

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Si deve garantire il soddisfacimento, contemporaneamente, delle seguenti indicazioni:

- Il rapporto tra l'area delle superfici ombreggiate alle ore 12 del 21 giugno e/o sistemate a verde rispetto all'area complessiva del lotto di intervento (escluso il costruito)  $\geq 50\%$
- Minimo il 50% delle superfici esterne pavimentate devono impiegare materiali con SRI (Indice di Riflessione Solare) superiore a 29.
- Per i tetti si devono utilizzare materiali con valore SRI superiori al limite specifico e si deve verificare l'equazione (A) esplicitata nelle "strategie progettuali e tecnologie di riferimento"
  - Oppure un tetto con copertura verde deve avere superficie  $\geq 50\%$  della superficie complessiva di copertura
  - Oppure un sistema misto che abbia superficie  $\geq$  area di copertura, attraverso la verifica dell'equazione (B) esplicitata nelle "strategie progettuali e tecnologie di riferimento"

La presente scheda è fortemente consigliata per località con Irradianza sul piano orizzontale  $\geq 290$  W/mq

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Evidenziare, sugli elaborati di progetto, le superfici ombreggiate e/o sistemate a verde rispetto all'area complessiva, i vari materiali utilizzati con i rispettivi SRI.

Relazione tecnica e schede tecniche dei materiali che evidenziano i risultati raggiunti.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica della conformità al progetto

PESO DEL REQUISITO

2

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Area delle superfici ombreggiate e/o sistemate a verde rispetto al lotto di intervento (escluso il costruito)  $\geq 50\%$

- Superfici esterne pavimentate con SRI superiore 29  $\geq 50\%$
- I tetti con materiali di valore SRI superiori al limite specifico devono verificare l'equazione (A)  $\geq 75\%$ 
  - Oppure un tetto con copertura verde con superficie  $\geq 50\%$  della superficie complessiva del tetto
  - Oppure un sistema misto che ottenga come risultato la verifica dell'equazione (B)

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Il fenomeno isola di calore

Le città sono caratterizzate per la maggior parte della loro estensione da superfici asfaltate e edificate, gli spazi verdi invece sono in proporzione pochi; questi fattori, uniti al traffico, all'uso dei riscaldamenti e alla vicinanza di aree industriali, causano un aumento generale della temperatura media annua della città e una sostanziale modifica di altri parametri meteorologici.

Con "Isola di Calore Urbana" si definisce un aumento della temperatura dell'aria spostandosi dalle aree rurali al centro di una città. Si stima che i fenomeni temporaleschi siano del 10-15% maggiori rispetto ad ambienti rurali a causa della maggior quantità di calore a disposizione nei moti convettivi. Il vento invece, per la presenza delle abitazioni, risulta (in condizioni di brezza) del 20-30% minore. Un altro dato molto interessante è l'aumento dei nuclei di condensazione nell'atmosfera cittadina, cioè di quelle particelle minute (polveri sottili) derivate dall'inquinamento che favoriscono la condensazione del vapore in nube e l'aggregazione delle minuscole particelle di acqua per formare una goccia di pioggia. Maggior condensazione significa maggior nuvolosità e di conseguenza maggiori precipitazioni.

### L'indice di Riflessione Solare SRI

L'indice SRI è un valore che viene attribuito ad alcuni materiali da costruzione (es. coperture per tetti o pavimentazioni per esterno) che tiene conto sia della capacità del materiale di riflettere la radiazione solare, sia della capacità di emettere la radiazione solare assorbita come radiazione termica. Infatti, entrambe queste caratteristiche, contribuiscono a determinare la temperatura superficiale (TS) raggiunta dal materiale in determinate condizioni ambientali di irraggiamento solare e di ventilazione (definite nella norma ASTM E 1980-01).

Dal valore della temperatura superficiale TS del materiale, l'indice SRI viene calcolato in questo modo:

$$SRI = 100 \times (T_b - T_s) / (T_b - T_w)$$

in cui  $T_b$  e  $T_w$  sono le temperature raggiunte rispettivamente da una superficie di riferimento nera (fattore di riflessione solare di 0,05 - emissività di 0,9 - SRI = 0 in condizioni ambientali standard) e di una superficie di riferimento bianca (fattore di riflessione solare 0,8 - emissività 0,9 - SRI = 100 in condizioni ambientali standard) nelle medesime condizioni ambientali per cui si è calcolata  $T_s$ .

Per come è definito, l'indice SRI ha generalmente un valore compreso tra 0 e 100 anche se sono possibili valori negativi o superiori a 100. Più l'indice è alto più la superficie esposta all'irraggiamento solare rimarrà "fresca" (ovvero avrà un basso innalzamento di temperatura).

Valori Limite SRI per le coperture

Coperture pendenza < 15% SRI minimo 78

Coperture pendenza  $\geq 15\%$  SRI minimo 29

equazione (A) =

$$\frac{\text{Area di copertura che verifica SRI}}{\text{Area totale di copertura}} \cdot \frac{\text{SRI copertura}}{\text{SRI limite}} \geq 75\%$$

equazione (B) =

$$\frac{\text{Area di copertura che verifica SRI}}{0,75} + \frac{\text{Area di tetto verde}}{0,5} \geq \text{Area totale tetto}$$

### Riferimenti bibliografici

AAVV, Protocollo ITACA, 2011.

[http://coolcolors.lbl.gov/assets/docs/SRI\\_Calculator/SRI-calc10.xls](http://coolcolors.lbl.gov/assets/docs/SRI_Calculator/SRI-calc10.xls).

[www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/coolroofguide.pdf](http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/coolroofguide.pdf)

[www.coolroofs.org](http://www.coolroofs.org)

[www.roofcalc.com](http://www.roofcalc.com)

[www.coolroofs-eu.eu](http://www.coolroofs-eu.eu)

[www.giordano.it](http://www.giordano.it)

<http://heatisland.lbl.gov>

[http://pouliezos.dpem.tuc.gr/coolroof/coolcalcenergy\\_eu.html](http://pouliezos.dpem.tuc.gr/coolroof/coolcalcenergy_eu.html)

### Riferimenti normativi

ASTM E 1980 - Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces

Codice	D.1.1	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA	
Area esigenziale		COMFORT VISIVO	SCHEDA OBBLIGATORIA

Requisito

### illuminazione naturale

Esigenza da soddisfare:

Garantire condizioni di comfort visivo attraverso lo sfruttamento della luce naturale.

**Indicatore di prestazione:**

Fattore medio di luce diurna (FLDm)

**Unità di misura:**

% (FLDm)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Garantire che il fattore medio di luce diurna nei principali spazi ad uso diurno collocati al piano inferiore tipo sia almeno pari a: residenze 3%; uffici 2%

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Metodo di calcolo del FLDm secondo Circolare Min. LLPP n° 3151 del 22/5/67 (vedi "Strategie progettuali e tecnologie di riferimento").

Metodi grafici per la determinazione del fattore finestra (diagramma di Waldram...).

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica della conformità al progetto.

### PESO DEL REQUISITO

/

### AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Fattore medio di luce diurna (FLDm)  $\geq$  3% (per locali di abitazione collocati al piano inferiore tipo)

Fattore medio di luce diurna (FLDm)  $\geq$  2% (per spazi di uso diurno – uffici - collocati al piano inferiore tipo)

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Superfici trasparenti

Per ottenere alti livelli di illuminazione naturale si deve provvedere all'utilizzo di ampie superfici vetrate, ma per evitare problemi di surriscaldamento estivo è importante dotarle di opportune schermature.

Le superfici vetrate devono avere coefficiente di trasmissione luminosa elevato, rispettando nello stesso tempo le esigenze di controllo della radiazione solare entrante e di riduzione delle dispersioni termiche. A questo scopo possono essere efficaci vetrocamera con vetri di tipo selettivo (alta trasmissione luminosa, basso fattore solare, bassa trasmittanza termica).

Le superfici vetrate devono essere disposte in modo da ridurre al minimo l'oscuramento dovuto ad edifici o altre ostruzioni esterne e in modo che l'apertura riceva luce direttamente dalla volta celeste (fattore finestra superiore a 0).

### Sistemi di conduzione della luce

Qualora vi siano ambienti che non possono disporre di superfici finestrate verso l'esterno esistono oggi sul mercato sistemi innovativi di conduzione della luce (camini di luce, guide di luce) che permettono di condurre la luce tramite riflessioni dall'esterno fino all'ambiente da illuminare.

### Colori delle pareti interne

La riflessione interna dovuta all'utilizzo di colori chiari per le superfici contribuisce a incrementare l'illuminazione interna.

### Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica

Il FLDm di cui si propone un metodo di calcolo è determinato dalla somma di tre aliquote espresse in percentuali:

1. componente del cielo: quantità di luce che arriva in un punto direttamente dalla volta celeste;
2. componente di riflessione esterna: quantità di luce che arriva in un punto dopo riflessioni su superfici esterne;
3. componente di riflessione interna: quantità di luce che arriva in un punto dopo riflessioni su superfici interne al locale.

### Metodo di calcolo proposto conforme alla Circolare Min. LLPP n°3151/1967

(tratto da *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005):

La formula per il calcolo del FLDm è la seguente:

$$FLDm = (t \cdot A \cdot \varepsilon \cdot \psi) / (S \cdot (1 - r_m))$$

T = Coefficiente di trasparenza del vetro

A = Area della superficie trasparente della finestra [mq]

e = Fattore finestra inteso come rapporto tra illuminamento della finestra e radianza del cielo

$\psi$  = Coefficiente che tiene conto dell'arretramento del piano della finestra rispetto al filo esterno della facciata

$r_m$  = Coefficiente medio di riflessione luminosa delle superfici interne

S = Area delle superfici interne che delimitano lo spazio [mq]

Per il calcolo si procede come segue:

1. determinare t in funzione del tipo di vetro (vedi **tab.1** sotto);

**tab. 1**

TIPO DI SUPERFICIE TRASPARENTE	T
Vetro semplice trasparente	0.95
Vetro retinato	0.90
Doppio vetro trasparente	0.85

2. calcolare A in funzione del tipo di telaio da installare;

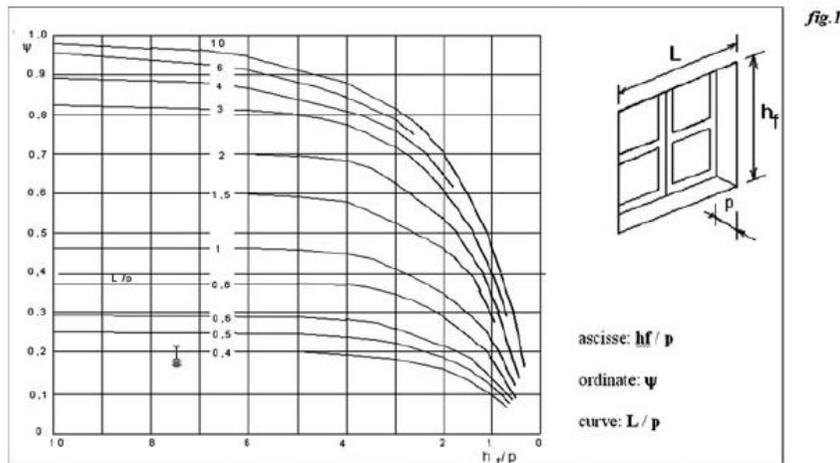
3. calcolare S come area delle superfici interne (pavimento, soffitto e pareti comprese le finestre) che delimitano lo spazio;

4. calcolare  $r_m$  come media pesata dei coefficienti di riflessione delle singole superfici interne dello spazio utilizzando la **tab 2** sotto (si ritiene accettabile convenzionalmente un valore di 0,7 per superfici chiare);

tab. 2

Materiale e natura della superficie	Coefficiente di riflessione luminosa
Intonaco comune bianco (latte di calce o simili) recente o carta	0,8
Intonaco comune o carta di colore molto chiaro (avorio, giallo, grigio)	0,7
Intonaco comune o carta di colore chiaro (grigio perla, avorio, giallo limone, rosa chiaro)	0,6 + 0,5
Intonaco comune o carta di colore medio (verde chiaro, azzurro chiaro, marrone chiaro)	0,5 + 0,3
Intonaco comune o carta di colore scuro (verde oliva, rosso)	0,3 + 0,1
Mattone chiaro	0,4
Mattone scuro, cemento grezzo, legno scuro, pavimenti di tinta scura	0,2
Pavimenti di tinta chiara	0,6 + 0,4
Alluminio	0,8 + 0,9

5. calcolare il coefficiente  $\psi$  previa determinazione dei rapporti  $h_f/p$  e di  $L/p$  indicati in **fig.1**. Individuare sull'asse delle ascisse del grafico della medesima figura il valore  $h_f/p$  indi tracciare la retta verticale fino a che s'incontra il punto di intersezione con la curva corrispondente al valore di  $L/p$  precedentemente determinato. Da quest'ultimo punto si traccia la retta orizzontale che individua sull'asse delle ordinate il valore del coefficiente di riduzione  $\psi$ ;



6. calcolare il fattore finestra (vedere "Strategie progettuali e tecnologie di riferimento" della scheda D.1.3)

Per ottenere dei buoni risultati è importante considerare alcuni aspetti:

- le finestre dei vani giorno devono essere collocate in modo da ricevere radiazione solare diretta anche nel periodo invernale;
- è preferibile privilegiare l'orientamento verso Sud;
- evitare gli oscuramenti dovuti ad edifici o altre ostruzioni esterne sulle superfici vetrate;
- dimensionare opportunamente l'ambiente rispetto alle superfici trasparenti, e viceversa;
- forma e posizione delle superfici trasparenti tali da garantire una corretta distribuzione della luce;
- adeguata collocazione dell'edificio nel sito e disposizione delle finestre.

L'orientamento a sud delle superfici vetrate permette di ottenere una buona radiazione invernale, ovvero quando le giornate sono più brevi, il sole è più basso e tramonta presto, pertanto le aperture beneficiano più a lungo della radiazione solare nell'arco della giornata.

Inoltre queste vetrate sono facilmente schermabili durante il periodo estivo ed evitano problemi di surriscaldamento.

#### Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto

Per verificare la conformità dell'intervento realizzato ove sia stato utilizzato un metodo di verifica diverso da quello indicato nella scheda in oggetto, il progettista dovrà effettuare la verifica mediante prova in opera, come segue:

- si scelgono gli ambienti "più sfavoriti" ovvero quelli con minore vista al cielo;
- la misura dell'illuminamento interna ed esterna va eseguita su un piano orizzontale;
- si utilizzano due luxometri, dove quello esterno viene generalmente posto sulla copertura dell'edificio, che però non deve essere esposta ai raggi solari diretti, ovvero il cielo deve essere uniformemente coperto;
- i due luxometri utilizzati devono essere congruenti, oppure si può usare uno purché il passaggio della misurazione avvenuta all'esterno sia rapidamente succeduto da quella all'interno, infatti le condizioni di cielo possono subire variazioni;
- l'illuminamento medio interno si calcola come media degli illuminamenti in precisi punti.

#### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

Adeguati livelli di illuminazione favoriscono la fruibilità ed il benessere negli ambienti interni. Il requisito influisce sugli aspetti psico-percettivi dell'utenza.

#### Riferimenti bibliografici

- Commission of the European Communities, Directorate General XII for Science, Research and Development, Daylight Performance, a cura di M. Fontoynt, James & James Science Publisher Ltd, London, 1999.
- Rennie D., Parand F.**, *Environmental design guide for naturally ventilated and daylit offices*, BRE, London, 1998.
- Littlefair P.J.**, *Designing with innovative daylighting*, CRC Ltd, London, 1996.
- Bell J., Burt W.**, *Designing buildings for daylight*, CRC Ltd, London, 1995.
- Torricelli M. C., Sala M., Secchi S.**, *Daylight. La luce del giorno*, Firenze, Alinea Editrice, 1995.
- Commission of the European Communities**, Directorate General XII for Science, Research and Development, a cura di N. Baker, A. Fanchiotti, K. Steemers, *Daylighting in Architecture, a European reference book*, 1<sup>st</sup> edition, James & James Science Publisher Ltd, London, 1993.
- CIBSE (The Chartered Institution of Building Services Engineers)**, *Window design*, Application Manual, CIBSE, London, 1987.
- Robbins C.L.**, *Daylighting Design and Analysis*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1986.
- Moore F.**, *Concepts and practice of architectural daylighting*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1984.
- AAVV**, *Linee guida per l'edilizia sostenibile*, Regione Toscana, 2005

#### Riferimenti normativi

IESNA Recommended Practice of Daylighting, RP-5-99, IESNA Daylighting Committee, New York, 1999.

**Ordinanza 3 del 18 agosto 1993** concernente la legge sul lavoro (Igiene, OLL3).

**BS8206**, Lighting for Buildings. Part 2: Code of practice for daylighting, British Standard Institution, 1992, London.

**DM 5 luglio 1975** "Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari dei locali di abitazione".

**Circolare Ministeriale n. 3151 del 22 maggio 1967**, Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione, di illuminazione nelle costruzioni edilizie.

Codice	D.1.2	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA	
Area esigienziale		COMFORT VISIVO	SCHEDA PRINCIPALE

Requisito

#### Vista verso l'esterno

Esigenza da soddisfare:

Garantire la vista dell'ambiente esterno dagli spazi interni a prevalente uso diurno.

**Indicatore di prestazione:**

Valorizzazione delle viste verso punti privilegiati.

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

##### 1. Livello di prestazione

Posizionare e dimensionare le superfici vetrate negli ambienti a prevalente uso diurno in modo da garantire il più possibile la vista dell'ambiente esterno verso punti privilegiati.

##### 2. Metodo di verifica progettuale

Planimetria del sito indicante i punti di riferimento privilegiati.

Piante e sezioni dei piani tipo con indicazione dell'area delle chiusure verticali trasparenti e indicazione dei coni visivi (ipotizzando la presenza di una persona all'interno dell'ambiente posta in asse con la finestra e alla distanza di 1 metro dalla stessa, con un punto di vista ad h. 150 cm dal pavimento).

##### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica in sito della qualità delle viste verso punti privilegiati attraverso superfici trasparenti.

PESO DEL REQUISITO

3

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Dimostrazione (attraverso adeguata documentazione) della valorizzazione delle viste verso punti di riferimento esterno privilegiati in tutti gli ambienti interni a prevalente uso diurno.

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Collocazione dell'immobile nel sito

Posizionare l'immobile nel sito e i locali interni in modo da ottimizzare la vista verso l'esterno evitando tuttavia problemi di introspezione.

Nelle localizzazioni urbane preferire la vista verso ambienti esterni dinamici in termini di svolgimento di attività e di variabilità delle condizioni meteorologiche.

La vista verso l'esterno è maggiormente gradita quando include tre livelli: un livello superiore (volta celeste), un livello intermedio (edifici, collina, montagna) e un livello inferiore (strade, persone, alberi).

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

Il requisito influisce sulla qualità ambientale interna e sulla gradevolezza nella fruizione degli spazi attraverso il dialogo tra interno ed esterno.

#### Riferimenti bibliografici

**Rennie D., Parand F.**, *Environmental design guide for naturally ventilated and daylight offices*, BRE, 1998.

#### Riferimenti normativi

**BS 8206-** Lighting for buildings. Part 2 :Code of practice for daylighting, Brithish Standard Institution, 2008.

Codice	<b>D.1.3</b>	<b>OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA</b>
Area esigenziale	COMFORT VISIVO	<b>SCHEDA PRINCIPALE</b>

Requisito

### Penetrazione della radiazione solare diretta

Esigenza da soddisfare:

Garantire la penetrazione della radiazione solare diretta quale condizione di comfort degli spazi interni.

**Indicatore di prestazione:**

Valore del fattore finestra ( $\varepsilon$ ).

**Unità di misura:**

fattore finestra  $\varepsilon$  (%)

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Negli ambienti interni deve essere garantito un fattore finestra almeno del 30%.

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Progettazione bioclimatica in relazione ai caratteri del luogo e alla presenza di edifici o di elementi che possano ostacolare l'illuminazione naturale degli ambienti interni dell'opera oggetto d'intervento.

Verifica con carte solari e maschere d'ombreggiamento dei requisiti richiesti.

Calcolo del fattore finestra delle aperture ( $\varepsilon$ ) (come indicato in "Strategie progettuali e tecnologie di riferimento").

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica di conformità al progetto.

#### PESO DEL REQUISITO

3

#### AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Fattore finestra (visibilità diretta della volta celeste)  $\geq$  al 30%

STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Per assicurare un'opportuna collocazione dell'edificio nel sito, questo deve essere posto in modo tale che le finestre siano ad una distanza adeguata dagli edifici circostanti, in modo da evitare problemi legati all'ostruzione della luce.

**Calcolo del fattore finestra  $\epsilon$**

(tratto da *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005):

( $\epsilon$ ) Viene calcolato in maniera diversa a seconda del tipo di ostruzione presente.

a) Nel caso non vi siano ostruzioni nella parte superiore della finestra (aggetti) il fattore finestra può essere determinato in due modi:

a.1) il rapporto  $H-h/L_a$  (fig.1) viene individuato sull'asse delle ascisse del grafico di fig.1, si traccia poi la verticale fino all'intersezione con la curva e si legge sull'asse delle ordinate il valore di  $\epsilon$ .

a.2) In alternativa si calcola:

$$\epsilon = (1 - \sin \alpha) / 2 \quad (\text{dove } \alpha \text{ è l'angolo indicato in fig.2})$$

b) Nel caso di ostruzione nella parte superiore della finestra (fig.3) è determinato con la seguente formula:

$$\epsilon = \sin \alpha_2 / 2 \quad (\alpha_2 = \text{angolo riportato in fig.3 e 4})$$

c) Nel caso di duplice ostruzione della finestra: ostruzione orizzontale nella parte superiore e ostruzione frontale (ad esempio in presenza di balcone sovrastante la finestra e di un edificio frontale, si veda fig.4):

$$\epsilon = (\sin \alpha_2 - \sin \alpha) / 2$$

Fig. 2

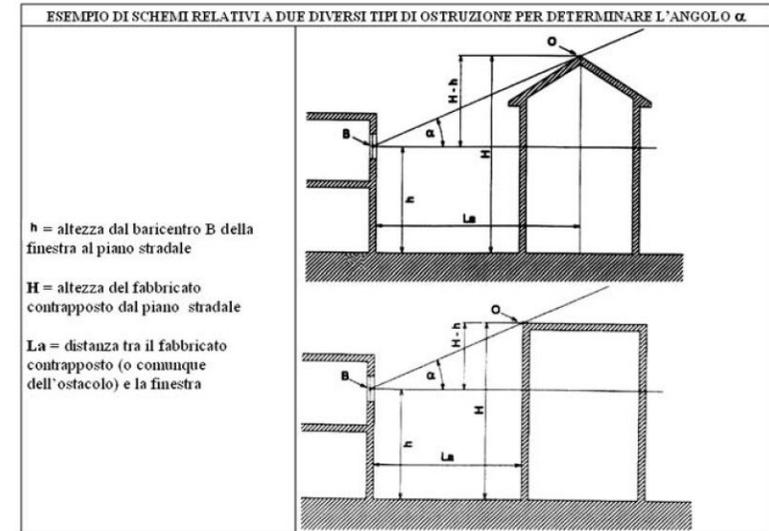


Fig. 1

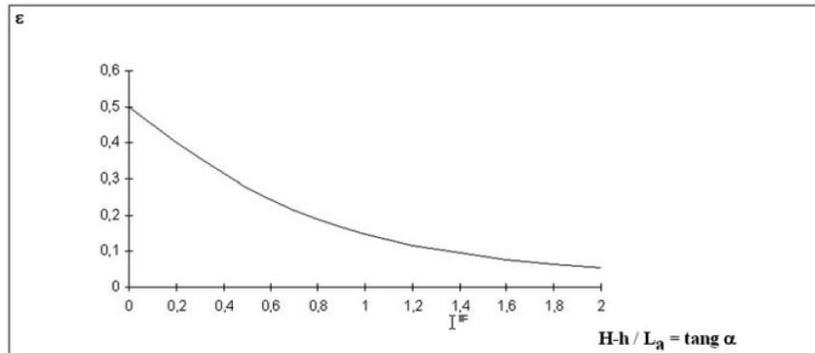


Fig. 3

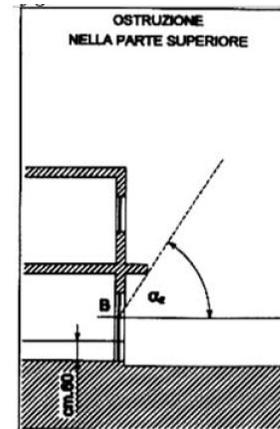
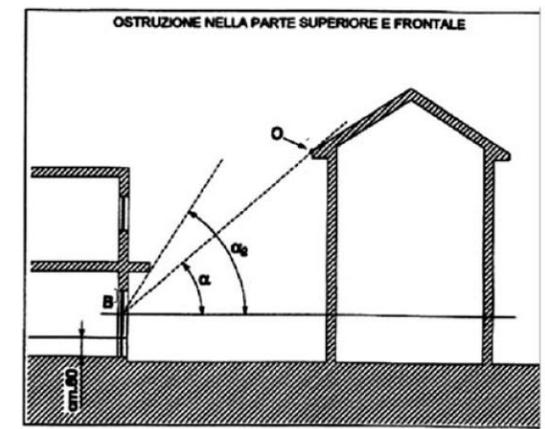


Fig. 4



### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

L'utenza deve regolare il flusso della radiazione solare entrante per il mantenimento delle condizioni di comfort. La regolazione può essere manuale o automatica attraverso l'uso di sensori.

#### Riferimenti bibliografici

**Commission of the European Communities**, Directorate General XII for Science, Research and Development, *Daylight Performance*, a cura di M. Fontoynt, James & James Science Publisher Ltd, London, 1999.

**Rennie D., Parand F.**, *Environmental design guide for naturally ventilated and daylight offices*, BRE, London, 1998.

**Littlefair P.J.**, *Designing with innovative daylighting*, CRC Ltd, London, 1996.

**Bell J., Burt W.**, *Designing buildings for daylight*, CRC Ltd, London, 1995.

**Torricelli M. C., Sala M., Secchi S.**, *Daylight. La luce del giorno*, Firenze, Alinea Editrice, 1995.

**Commission of the European Communities**, Directorate General XII for Science, Research and Development, a cura di N. Baker, A. Fanchiotti, K. Steemers, *Daylighting in Architecture, a European reference book*, 1<sup>st</sup> edition, James & James Science Publisher Ltd, London, 1993.

**CIBSE (The Chartered Institution of Building Services Engineers)**, *Window design*, Application Manual, CIBSE, London, 1987.

**Robbins C.L.**, *Daylighting Design and Analysis*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1986.

**Moore F.**, *Concepts and practice of architectural daylighting*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1984.

**AAVV**, *Linee Guida per l'edilizia sostenibile*, Regione Toscana, 2005

#### Riferimenti normativi

**BS 8206-** Lighting for buildings. Part 2 :Code of practice for daylighting, British Standard Institution, 2008.

**IESNA Recommended Practice of Daylighting**, RP-5-99, IESNA Daylighting Committee, New York, 1999.

**DM 5 luglio 1975** "Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari dei locali di abitazione".

**Circolare Ministeriale n. 3151 del 22 maggio 1967.**

Codice	D.1.4	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA
Area esigenziale	COMFORT VISIVO	SCHEDA SECONDARIA

### Oscurabilità e controllo della luce proveniente dall'esterno

#### Requisito

Esigenza da soddisfare:

Garantire la possibilità di regolare tramite schermi l'illuminamento interno medio da luce naturale fino al completo oscuramento negli ambienti adibiti al riposo.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza di schermi oscuranti con possibilità di regolazione.

**Unità di misura:**

Vedi livello di prestazione.

#### SPECIFICA DI PRESTAZIONE

##### 1. Livello di prestazione

È richiesta la possibilità di oscurare :

- almeno parzialmente gli spazi a prevalente uso diurno
- parzialmente e totalmente gli ambienti adibiti al riposo

La prestazione è soddisfatta attraverso la presenza di strategie per il controllo del flusso luminoso.

##### 2. Metodo di verifica progettuale

Progetto di sistemi e tecnologie di oscuramento atti a garantire i requisiti richiesti.

##### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Misura in opera dell'illuminamento interno con e senza schermi.

#### PESO DEL REQUISITO

2

#### AREA VALUTAZIONE

#### LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di schermi di oscuramento con possibilità di regolazione che garantiscano:

- negli ambienti ad uso diurno almeno l'oscurabilità parziale;
- negli ambienti adibiti al riposo l'oscurabilità parziale e totale

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

E' raccomandabile oscurare gli ambienti destinati al riposo. Per questo è necessario prevedere in fase di progetto la presenza di schermi oscuranti mobili. È consigliabile utilizzare gli schermi anche per il controllo di fenomeni di abbagliamento responsabili del discomfort degli ambienti interni.

### Schermature solari.

Esistono numerose tipologie di sistemi tecnologici atti al controllo dell'irraggiamento solare e all'ottimizzazione della qualità dell'illuminazione naturale degli ambienti interni.

I più noti sono i sistemi di schermatura. Le schermature possono essere:

- schermature esterne (ossia poste al di fuori dell'involucro dell'edificio)
- schermature interne (poste all'interno dell'involucro)

Entrambe possono essere:

- fisse (verticali ed orizzontali)
- mobili, e quindi regolabili, (verticali ed orizzontali)

I frangisole a lamelle e a pale (o semplici elementi anche in muratura fissi orientati o non), le griglie, i modulatori solari sono tra le soluzioni più diffuse per uso esterno.

I deflettori, i lucernari con HOE o pale (in copertura), gli avvolgibili, le persiane scorrevoli o a battente, le tende semplici o plissé, le veneziane (in facciata) sono in genere utilizzati all'interno degli edifici.

Esistono inoltre molte tipologie di vetri ad alta prestazione (in termini di isolamento termico-acustico ma anche di capacità di modulazione della luce) come:

- vetri cromogenici (elettrocromici, termocromici, a cristalli liquidi, fotocromici);
- vetri termici (heat mirror) isolanti ma capaci di filtrare il calore solare senza perdita di luce naturale;
- vetri prismatici;
- vetri tagliati al laser (LCP);
- vetri con film olografici;
- vetri con pellicole a controllo solare;
- vetri ad alte prestazioni di diffusione (T.I.M., Aerogel, Helioran).

Il controllo della luce solare finalizzato alla qualificazione della illuminazione degli ambienti confinati può avvenire anche attraverso la progettazione del verde (il corretto posizionamento delle alberature, la scelta della tipologia di verde adeguata alle esigenze di illuminazione invernale e di ombreggiamento estivo, ecc.) come attraverso l'uso in facciata di elementi inverditi con piante rampicanti.

Alla qualità dell'illuminazione degli ambienti interni concorre anche la scelta, quando è possibile, di progettare una illuminazione zenitale dello spazio. Ciò può essere concretizzato attraverso l'uso di:

- lucernari (a cupola, riflettenti, ecc.);
- shed orientati;
- cupole trasparenti;
- prismi riflettenti;

o nel caso di ambienti non direttamente collegati alla copertura con l'uso di:

- light pipes;
- camini di luce passivi e attivi con testa di captazione mobile o con eliostato;
- condotti di luce.

Anche la realizzazione di ambienti come serre solari, atri, corti interne, portici, gallerie, buffer zone con funzione bioclimatica può rientrare nelle strategie da adottare per garantire una diffusa e regolata illuminazione degli ambienti interni.

### Controllo del fenomeno di abbagliamento.

Uno dei fenomeni più diffusi che concorrono al discomfort luminoso degli ambienti è l'abbagliamento.

Esistono due tipologie di abbagliamento:

- l' abbagliamento fisiologico o abbagliamento disabilitante che determina la riduzione delle capacità visiva
- l' abbagliamento psicologico o abbagliamento molesto da cui deriva una perdita di comfort luminoso ma non la perdita della visione.

Per ridurre i fenomeni di abbagliamento è importante evitare di far penetrare all'interno degli ambienti luminanze troppo elevate e concentrate oltre ad assicurare un buon rapporto tra le luminanze relative ad elementi presenti all'interno e all'esterno dell'ambiente che ricadono tuttavia contemporaneamente nel campo visivo dell'osservatore.

Nel valutare il livello di abbagliamento da luce naturale vengono considerati due indici:

- il DGI (Daylight Glare Index)
- il DGP (Daylight Glare Probability)

che dipendono dalla luminanza della finestra, da quella dello sfondo che rientra nel campo di vista e da parametri geometrici, quali gli angoli solidi sottesi dai diversi elementi all'interno del campo di vista, nonché dalla posizione di tali elementi rispetto alla direzione di osservazione.

### Riferimenti bibliografici

**Tucci F.**, *Involucro ben temperato. Efficienza energetica ed ecologica in architettura attraverso la pelle degli edifici*, Alinea, Firenze, 2006.

**AA.VV.**, *Manuale di progettazione edilizia*, vol.4, Tecnologie: requisiti, soluzioni, esecuzione, prestazioni, Hoepli, Milano, 1999.

### Riferimenti normativi

**Dlgs 311/06** - Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, recante: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva.

**UNI EN 12464-1: 2011**, Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro.

**UNI 10840 (2007)** - Luce e illuminazione. Locali Scolastici. Criteri generali per l'illuminazione naturale ed artificiale.

**UNI 10349** "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - dati climatici".

**UNI EN ISO 13790**, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento".

Codice	D.2.1	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA	
Area esigenziale		COMFORT ACUSTICO	SCHEDA PRINCIPALE

Requisito **Isolamento acustico**

Esigenza da soddisfare:

Ridurre al minimo la trasmissione dei rumori:

- provenienti dall'ambiente esterno (verso gli ambienti interni),
- tra ambienti adiacenti,
- di tipo impattivo provenienti da locali posti al di sopra dell'ambiente in esame,
- di tipo continuo, quali impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento,
- di tipo discontinuo, quali ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria.

**Indicatore di prestazione:**

Classe acustica (come definita dalla UNI 11367 e successivi aggiornamenti):

- classe I per siti con condizioni acustiche critiche (vedi dati "Analisi del sito")
- classe II per gli altri casi.

Parametri descrittivi dei requisiti acustici (secondo normativa):

- $D_{2m,nT,w}$ : indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata (dB)
- $R'_w$ : indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti appartenenti a differenti unità immobiliari (dB)
- $L'_{n,w}$ : indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti appartenenti a differenti unità immobiliari (dB)
- $L_{ic}$ : livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo (dBA)
- $L_{id}$ : livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo (dBA)

**Unità di misura:**

Classe (dB e dBA).

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Garantire l'appartenenza dell'edificio (secondo la UNI 11367 e successivi aggiornamenti) alla classe acustica:

- I, nel caso di siti prossimi a fonti di rumore consistenti (ferrovia, autostrade, aeroporti, locali all'aperto, ospedali, ecc.) come rilevabile dalla classificazione acustica comunale o dalla Analisi del sito
- II, nel caso non sussistano le condizioni suddette.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Valutazione della classe acustica complessiva dell'edificio attraverso il calcolo dei singoli parametri prestazionali secondo:

- UNI EN ISO 717-1 e EN 12354-3 per  $D_{2m,nT,w}$
- UNI EN ISO 717-1 e EN 12354-1 per  $R'_w$
- UNI EN ISO 717-2 e EN 12354-2 per  $L'_{n,w}$

Dettagli impiantistici e schede tecniche delle unità dell'impianto per  $L_{ic}$ .

Piante e sezioni, dettagli impiantistici e schede tecniche degli elementi da installare per  $L_{id}$ .

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Misura in opera secondo:

- UNI EN ISO 140-5 per  $D_{2m,nT,w}$
- UNI EN ISO 140-4 per  $R'_w$
- UNI EN ISO 140-7 per  $L'_{n,w}$

- UNI 8199 per  $L_{ic}$   
 Misura in opera per  $L_{id}$ .

## PESO DEL REQUISITO

3

### AREA VALUTAZIONE

#### LIVELLO PRESTAZIONALE

Garantire l'appartenenza dell'edificio alla classe acustica:

- I, nel caso di siti prossimi a fonti di rumore consistenti
- II, nel caso non sussistano le suddette condizioni.

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

La normativa distingue quattro categorie di rumori cui corrispondono altrettante categorie di isolamenti.

### 1. Isolamento acustico di facciata.

Il rumore esterno trasmesso per via aerea attraverso l'involucro dell'edificio è generato principalmente dal traffico veicolare e dagli impianti.

Le strategie progettuali da applicare riguardano i seguenti aspetti:

- orientamento e posizionamento dell'involucro: occorre, nei limiti del possibile, situare l'edificio alla massima distanza dalla sorgente di rumore e sfruttare l'effetto schermante di ostacoli naturali o artificiali (rilievi del terreno, fasce di vegetazione, altri edifici, ecc.);
- distribuzione planivolumetrica dei locali interni: gli ambienti che presentano i requisiti più stringenti di quiete (camere da letto) dovranno preferibilmente essere situati sul lato dell'edificio meno esposto al rumore esterno;
- gli elementi dell'involucro esterno dovranno garantire valori elevati di potere fonoisolante: per le pareti opache è consigliabile l'adozione di pareti doppie (murature a cassavuota) con spessore differente e con all'interno materiale fonoassorbente, per i serramenti, che sono in genere l'elemento acusticamente più debole dell'involucro, adozione di vetri stratificati o vetrocamera con lastre di spessore differente e telai a bassa permeabilità all'aria;
- adozione di dispositivi per la ventilazione dei locali (griglie, bocchette) trattati acusticamente in modo da non determinare ponti acustici che compromettano il comportamento acustico della facciata.

Particolare cura deve essere posta in fase di costruzione alla posa dei serramenti e alla realizzazione degli accoppiamenti fra serramento e muratura. Occorre anche evitare i ponti acustici derivanti da cassonetti non adeguatamente isolati.

### 2. Isolamento acustico delle partizioni interne.

#### *Distribuzione degli ambienti interni*

Per minimizzare la necessità di isolamento acustico delle partizioni interne è necessario studiare una distribuzione ottimale degli ambienti interni. Le aree che richiedono maggiore protezione sonora (es. camere da letto) devono essere collocate il più lontano possibile dagli ambienti adiacenti più rumorosi (es. cucine, bagni). È preferibile, quando necessario porre le aree critiche lungo le pareti di confine, disporre in modo adiacente gli ambienti con la stessa destinazione d'uso o compatibili.

#### *Partizioni interne*

Per evitare che il rumore si propaghi tra gli ambienti confinanti è utile adottare soluzioni ad elevato potere fonoisolante (divisori monolitici di massa elevata, divisori multistrato con alternanza di strati massivi e di strati fonoassorbenti, divisori leggeri ad elevato fonoisolamento) ed assemblare i divisori (verticali e orizzontali) in modo tale da ridurre al minimo gli effetti di ponte acustico e di trasmissione sonora laterale (flanking transmission).

Nelle strutture in calcestruzzo i tramezzi di separazione dovrebbero coincidere con il modulo strutturale, potendo così ridurre la trasmissione del suono attraverso le connessioni strutturali, in alternativa, si possono adottare supporti resilienti per i tramezzi o pavimenti galleggianti per ciascuna unità abitativa. Nelle costruzioni a telaio, in legno e/o acciaio per travi e pilastri è più facile che si verifichino propagazioni del rumore attraverso gli elementi di connessione.

### 3. Isolamento acustico da rumore di calpestio.

I rumori di tipo impattivo sono dovuti alla vibrazione delle strutture orizzontali e verticali sollecitate da un urto; le vibrazioni successivamente vengono trasmesse per vibrazioni in una qualsiasi parte del fabbricato. La fonte più comune è costituita dal calpestio dei passi ma qualunque sorgente che agisca meccanicamente sul pavimento (es. elettrodomestici) può causare un rumore impattivo nell'ambiente sottostante.

L'isolamento del rumore da calpestio richiede quindi l'adozione di particolari accorgimenti nelle fasi di

progettazione e realizzazione delle partizioni e chiusure orizzontali quali:

- rivestimenti superficiali del pavimento con materiali morbidi (tappeti, moquette), flessibili (plastica o gomma), compositi realizzati con materiali resistenti ( linoleum o gomma) sovrapposti a strati più morbidi (feltri o materiali porosi);
- pavimenti galleggianti (superfici rigide calpestabili appoggiate su un materiale resiliente posto sulla soletta) separati elasticamente lungo l'intero perimetro dalle pareti laterali di confine;
- connessioni flessibili e di strati resilienti per creare discontinuità strutturale ed impedire la propagazione del rumore lungo il suo percorso di trasmissione.

#### 4. Isolamento acustico da rumore di tipo continuo.

Importanti fonti di rumore all'interno dell'edificio sono gli impianti di riscaldamento, di ventilazione e di condizionamento dell'aria che di conseguenza devono essere opportunamente distribuiti rispetto alle unità abitative.

Tali impianti dovrebbero essere isolati al fine di ridurre la propagazione del rumore sia per via strutturale (vibrazioni) che per via aerea. Può risultare utile controllare localmente la sorgente di rumore attraverso il fonoassorbimento dei locali in cui sono collocati gli impianti.

#### 5. Isolamento acustico da rumore di tipo discontinuo.

La rumorosità degli impianti idrosanitari può risultare altamente disturbante; è necessario quindi adottare alcune precauzioni:

- posizionare i bagni in modo che non siano adiacenti alle camere da letto;
- collocare il wc, che è la maggiore fonte di rumore, nelle immediate vicinanze della colonna di scarico;
- adottare wc a flussimetro (riduce il rumore nella fase di riempimento ma non in quella di scarico);
- interporre tra lo scarico e le strutture murarie del materiale elastico.

L'ascensore è un'altra fonte importante di disturbo, a causa degli organi di sollevamento situati in cima al pozzetto o alla base, dallo scorrimento della cabina sulle guide, dagli organi elettromeccanici di controllo. La riduzione del rumore può avvenire:

- impiegando componenti certificati di elevata qualità;
- installando le macchine su una base inerziale sospesa elasticamente;
- fonoisolando adeguatamente il vano macchine.

#### Suggerimenti ulteriori sul come conseguire gli obiettivi di progetto.

In prima analisi l'incremento del potere fonoisolante di una struttura può essere ottenuto aumentando la sua massa superficiale, e cioè applicando a questa del materiale più o meno denso. Spesso succede che la struttura abbia una massa sufficiente a garantire l'isolamento teorico richiesto, ma in realtà questo risulti inferiore a causa della sua eccessiva rigidità. Occorre quindi considerare, oltre alla massa, anche i valori delle bande di frequenza in cui la struttura si comporta in modo ideale assumendo in generale:

- una frequenza di risonanza minore possibile (possibilmente inferiore a 20 Hz);
- una frequenza critica maggiore possibile (possibilmente superiore a 16000 Hz).

#### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

L'attività svolta negli spazi esterni non deve generare rumore che superi i livelli prescritti arrecando danno ai fruitori degli ambienti interni. È necessario svolgere attività interne che non superino i livelli di rumore previsti dalla normativa nei periodi previsti dalla stessa.

**Spagnolo R.** (a cura di), *Manuale di Acustica Applicata*, Torino, UTET, 2001.

**AAVV**, *Manuale di progettazione edilizia*, vol.2 Criteri ambientali e impianti, Hoepli, Milano, 1998.

**Peretti A., Simonetti P.** (a cura di), *Atti del Convegno Edilizia e Ambiente*, Trento, 1998.

**Harris C.M.**, *Manuale di controllo del rumore*, Tecniche Nuove, Milano, 1989.

#### Riferimenti normativi

**Direttiva 2002/49/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

**DPCM del 5 dicembre 1997** "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

**LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447.** Legge quadro sull'inquinamento acustico.

**UNI 11367:2010** "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera"

**UNI EN ISO 717-1**, "Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea".

**UNI EN ISO 717-2** "Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio".

**UNI EN ISO 140-3**, Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.

**UNI EN ISO 140-4**, "Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti".

**UNI EN ISO 140-5** "Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate".

**UNI EN ISO 140-7** "Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai".

**UNI EN ISO 10140** "Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici - Parte 10: Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio".

**UNI EN ISO 16032**, "Acustica - Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici - Metodo tecnico progettuale"

**UNI EN ISO 10052**, "Acustica - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti - Metodo di controllo"

**UNI EN 14351-1**, "Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo".

**EN ISO 10848 e EN 12354-1** "Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti".

**UNI 8199** "Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione".

#### Riferimenti bibliografici

UNI/TR 11175 “Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale”.

Codice	D.3.1	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA	
Area esigenziale		COMFORT TERMICO	SCHEDA OBBLIGATORIA

Requisito **Ventilazione naturale**

Esigenza da soddisfare:

Garantire il comfort termico degli ambienti attraverso la ventilazione naturale nel periodo estivo.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza/assenza di strategie atte a garantire la ventilazione naturale degli ambienti.

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Garantire la ventilazione/raffrescamento naturale degli ambienti senza gravare sui consumi energetici per la climatizzazione e compromettere i requisiti di comfort termoigrometrico (attenzione alla necessità di protezione dai venti prevalenti invernali).

**2. Metodo di verifica progettuale**

Studio dell'orientamento dell'edificio in funzione delle condizioni orografiche locali per l'ottimizzazione e lo sfruttamento della ventilazione naturale.

Piante e sezioni dell'edificio comprese le aree esterne parallele alle direzioni delle brezze con indicazione del presunto angolo di ventilazione.

Uso documentato di sistemi bioclimatici di ventilazione naturale.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica della reale applicazione dei principi bioclimatici nella progettazione del sistema di ventilazione naturale dell'edificio.

**PESO DEL REQUISITO**

/

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di strategie atte a garantire la ventilazione naturale degli ambienti interni.

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Per garantire comfort termico all'interno dell'ambiente senza utilizzo delle risorse energetiche, soluzioni efficaci possono essere:

- l'adozione di serramenti apribili e con infissi a bassa permeabilità all'aria ma tali da garantire adeguati ricambi d'aria di infiltrazione;
- l'adozione di bocchette o di griglie di ventilazione regolabili inseriti nel serramento;
- l'uso di finestre contrapposte.

Al fine di ottenere un'adeguata ventilazione degli ambienti è importante adottare un approccio bioclimatico alla progettazione che preveda lo sfruttamento dei venti prevalenti (di brezza nelle zone temperate) per raffrescare naturalmente e garantendo, al contempo, un'adeguata protezione dell'edificio ai venti freddi invernali con barriere frangivento artificiali o vegetazionali.

Progettare ponendo attenzione al comportamento dei venti nel sito condiziona l'organizzazione planimetrica complessiva di un insieme di edifici (posti in genere a scacchiera o in diagonale rispetto alla direzione del vento), la forma del singolo edificio (a T, a L, ad U, cubica, parallelepipeda), la distribuzione degli ambienti interni come anche l'organizzazione del verde negli spazi esterni.

L'obiettivo è quello di ottenere una ventilazione sufficiente per garantire raffrescamento estivo e ricambio di aria negli spazi interni. Per avere comfort termico e igrometrico la ventilazione deve essere modulata e devono essere evitati fenomeni di turbolenza o di eccessiva velocità dell'aria.

Nell'edilizia tradizionale esistono modelli costruttivi e funzionali che possono suggerire soluzioni nella progettazione contemporanea bioclimatica degli edifici in particolare per quanto riguarda i sistemi di raffrescamento passivo: le tepee degli indiani d'America, la mashrabya araba (un elemento di facciata sporgente in legno), il claustrum (muro traforato), o altri sistemi a tiraggio naturale (torri del vento, camini di ventilazione, ecc.) come il malqaf mediorientale, il bādgir e il meneh iraniani.

Le torri del vento, in particolare, garantiscono la ventilazione degli ambienti durante la stagione estiva in modo da migliorare la qualità dell'aria, raffrescare le masse strutturali ed espellere l'aria calda accumulata all'interno degli edifici. La torre è collegata attraverso un tunnel (che può essere sotterraneo e presentare acqua) con l'edificio-ambiente da rinfrescare dotato di aperture sottovento che permettono la fuoriuscita dell'aria calda durante il giorno e l'entrata dell'aria fresca durante la notte anche in presenza di vento.

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

Per attivare la ventilazione naturale, se non assicurata attraverso canali di ventilazione dedicati, occorre assicurare l'apertura oraria dei componenti di chiusura apribili.

## Riferimenti bibliografici

**Grosso M.**, *Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato*, Maggioli editore, San Marino, 2008.

**Rogora A.**, *Architettura e bioclimatica. La rappresentazione dell'energia nel progetto*, Sistemi editoriali, Napoli, 2006.

**Alfano, G., Masoero, M., Raffaellini G.**, "La ventilazione naturale e controllata attraverso gli elementi di involucro" in Atti Convegno AICARR Progettare l'involucro edilizio: correlazioni tra il sistema edificio e i sistemi impiantistici, Bologna, 18 ottobre 2001, pp.75-94.

**Marocco M.**, *Progettazione e costruzione bioclimatica dell'architettura. Criteri per il controllo del comfort ambientale*, Edizioni Kappa, Roma, 2000.

**Alfano, G., Filippi, M., Sacchi, E. (a cura di)**, *Impianti di climatizzazione per l'edilizia. Dal progetto al collaudo*. Masson, Milano, 1997.

**Moncada Lo Giudice G., Coppi M.**, *Benessere termico e qualità dell'aria interna*, Masson, Milano, 1997.

## Riferimenti normativi

**ASHRAE Standard 62 2010**, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*.

**PrENV 1752**- *Ventilation for Buildings: Design criteria for indoor environment*.

Codice	<b>D.3.2</b>	<b>OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA</b>
Area esigenziale	COMFORT TERMICO	SHEDA PRINCIPALE

Requisito **Temperatura superficiale interna nel periodo invernale**

Esigenza da soddisfare:  
Evitare fenomeni di discomfort globale e localizzato dovuto alla presenza di superfici di involucro fredde o surriscaldate.

**Indicatore di prestazione:**

Temperatura superficiale interna media delle chiusure verticali ed orizzontali opache.

**Unità di misura:**

°C

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

La temperatura superficiale interna media ponderale, nelle condizioni invernali, deve essere al massimo inferiore di 3 °C della temperatura dell'aria interna al fine del contenimento del fenomeno di asimmetria radiativa.

Nel caso di presenza di pannelli radianti a pavimento/parete la temperatura superficiale del pavimento/parete non deve essere superiore a 26°C.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Calcolo della trasmittanza termica di progetto per il mantenimento delle condizioni di comfort.

Calcolo dello spessore di isolante in relazione alla conduttanza del materiale.

Progetto delle soluzioni tecnologiche per il controllo dei ponti termici e il mantenimento delle temperature superficiali uniformi (sezioni di dettaglio dei punti critici).

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Misura in campo della temperatura superficiale con termoflussimetri e con termometri ad infrarosso.

**PESO DEL REQUISITO**

3

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

$\Delta T$  (tra temperatura superficiale e temperatura dell'aria interna) < 3°C.

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

La temperatura superficiale delle pareti interne è un parametro importante per definire la sensazione di comfort termico: infatti dalla temperatura superficiale delle pareti interne dipende sia la temperatura media radiante dell'ambiente e quindi la temperatura operante, sia il discomfort localizzato dovuto all'asimmetria di temperatura piana radiante che si produce in presenza di pareti fredde o di pavimenti caldi.

A tal fine è necessario:

- scegliere soluzioni per l'involucro ad elevato isolamento termico;
- limitare le superfici vetrate a nord;
- in presenza di sistemi di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento/a parete prevedere sistemi di regolazione della temperatura;
- garantire che i ponti termici siano corretti.

Si parla di ponte termico corretto (come da normativa) quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

**Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico**

Le condizioni di comfort termico nel periodo invernale sono soddisfatte per una temperatura operante compresa tra 18°C e 20°C per valori di umidità relativa pari a 40% (+20%). È necessario, per ridurre l'impatto ambientale da emissioni in atmosfera, che la temperatura interna non superi i valori di comfort.

**Riferimenti bibliografici**

**Alfano G., d'Ambrosio F.R., de Rossi F., La valutazione delle condizioni termoigrometriche negli ambienti di lavoro: comfort e sicurezza**, Cuen, Napoli, 1997.

**Riferimenti normativi**

**Dlgs 311/2006 e s.m.i.**, decreto legislativo recante: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192

**UNI EN 1264-2/3/4/5:2009**, Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture.

**UNI EN ISO 10211:2008**, Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati.

**UNI EN 15251:2008**, Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica.

**UNI EN ISO 7730:2006**, Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.

**UNI EN ISO 7726:2002**, Ambienti termici. Strumenti e metodi per la misurazione delle grandezze fisiche.

**UNI EN ISO 7345:1999**, Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni.

**ANSI/ASHRAE 55-1992**, Thermal environment conditions for human occupancy.

Codice	D.4.1	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA	
Area esigienziale	QUALITÀ DELL'ARIA	SCHEDA PRINCIPALE	

Requisito **Controllo dell'umidità interna delle pareti**

Esigenza da soddisfare:

Controllo dell'umidità interna delle pareti al fine di evitare fenomeni di condensa interstiziale.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza/assenza di accorgimenti tecnologici atti a garantire l'assenza di fenomeni di condensa interstiziale.

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Garantire l'assenza di fenomeni di condensa interstiziale attraverso l'adozione di opportuni accorgimenti tecnologici.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Dettagli costruttivi (stratigrafie pareti, ponti termici) per descrivere gli accorgimenti tecnologici adottati per contrastare la formazione di condensa interstiziale.

Verifica della condensa interstiziale secondo la norma UNI EN ISO 13788.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica attraverso il diagramma di Glaser in base ai dati, rilevati in loco, di temperatura e umidità relativa.

PESO DEL REQUISITO

3

AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di accorgimenti tecnologici documentati atti a garantire l'assenza di condensa interstiziale all'interno delle pareti.

STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Il controllo della condensa interstiziale può essere effettuato con:

- l'adozione di barriera al vapore: solo se necessario poiché "può" portare ad una riduzione dell'asciugamento estivo e al non smaltimento dell'umidità presente nelle strutture all'atto della costruzione (verificare con diagramma di Glaser);
- la disposizione corretta degli strati costituenti l'involucro opaco (disposizione verso il lato esterno degli strati caratterizzati da maggiore resistenza termica e da minore resistenza alla diffusione del vapore);
- un adeguato rinnovo d'aria.

**Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico**

Le attività svolte nell'edificio non devono portare al superamento delle concentrazioni di vapore limite e dei valori di umidità relativa. Occorre ventilare gli ambienti per il ricambio d'aria e per il controllo della concentrazione di vapore.

Riferimenti bibliografici

**Magrini A.**, "Le superfici opache e le relative problematiche termoigrometriche", in *Atti Convegno AICARR Progettare l'involucro edilizio: correlazioni tra il sistema edificio e i sistemi impiantistici*, Bologna, 18 ottobre 2001.

**Aghemo, C., Azzolino, C.**, *Il progetto dell'elemento di involucro opaco*, Celid, Torino, 1996.

Riferimenti normativi

**ASHRAE Standard 62-1999**, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

**UNI EN ISO 13788**, Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo.

**CEN TC89/WG10/N163**.

Codice	D.4.2	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA	
Area esigenziale	QUALITÀ DELL'ARIA	SCHEDA PRINCIPALE	

Requisito **Riduzione delle emissioni di VOC e fibre**

Esigenza da soddisfare:

Ridurre al minimo le emissioni di VOC e il rilascio di fibre negli ambienti interni.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza di materiali a bassa emissione di VOC e fibre.

**Unità di misura:**

Vedi livello di prestazione.

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**Livello di prestazione**

Strategie e scelte progettuali per il controllo del rilascio di composti organici volatili e per l'assenza di fibre all'interno degli ambienti.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Relazioni tecniche sulle emissioni di voc e sulla probabilità di rilascio di fibre dei materiali utilizzati.

Documentazione circa la confinazione dentro murature chiuse o altri involucri di materiali fibrosi in modo da impedire la dispersione delle fibre.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Presenza di schede tecniche dei materiali rilasciate dal produttore con eventuale supporto di dichiarazioni del direttore dei lavori.

Corretta messa in opera di eventuali materiali fibrosi utilizzati.

Test di misurazione del livello di concentrazione di formaldeide negli ambienti confinati (da effettuare quando non è ancora stato inserito l'arredo) con Bio-check F.

**PESO DEL REQUISITO**

3

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Uso documentato di materiali interni :

- a bassa emissione di VOC (materiali da costruzione, colle e adesivi, pitture e prodotti associati)
- che non comportino rilascio di fibre negli ambienti confinati (isolanti termici e acustici, ecc.)

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

Il clima igrotermico del sito (temperatura, umidità, ecc.) è fondamentale nella scelta dei materiali e può contribuire alle emissioni interne di voc e alla conservazione dei materiali fibrosi isolanti.

**I Voc**

**Considerazioni generali** (fonte: *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005).

Con la denominazione di composti organici volatili (VOC o COV) viene indicata una serie di sostanze sotto forma di vapore in miscele complesse, con un punto di ebollizione che va da un limite inferiore di 50-100 °C a un limite superiore di 240-260 °C (definizione WHO).

Il DM 44/2004 definisce invece il "composto organico volatile (COV): qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni particolari di uso. È considerata come un COV, la frazione di creosoto che alla temperatura di 293,15 K ha una pressione di vapore superiore a 0,01 kPa".

In realtà molti paesi hanno adottato una propria definizioni di Voc. In generale si tratta di sostanze (tutte contenenti carbonio, da cui il termine "organico") in miscele complesse che evaporano con facilità già a temperatura ambiente.

Esistono Voc anche in natura (emessi dalle piante) aventi un certo grado di nocività. Tuttavia negli ambienti confinati troviamo soprattutto gli idrocarburi alifatici (dal n-esano, al n-esadecano e i metilnesani), i terpeni, gli idrocarburi aromatici, (benzene e derivati, toluene, o-xilene, stirene), gli idrocarburi alogenati (cloroformio, diclorometano, clorobenzene, ecc.), gli alcoli (etanolo, propanolo, butanolo e derivati), gli esteri, i chetoni e le aldeidi (tra cui la formaldeide). La concentrazione di Voc è maggiore all'inizio della vita del prodotto mentre tende a diminuire con il tempo, ad eccezione della formaldeide materiale che continua a rilasciare emissioni nocive costantemente anche per anni.

I processi di combustione, fumo di tabacco, metabolismo umano e numerose sostanze (vernici, solventi, collanti, deodoranti, schiume poliuretatiche, arredi a base di truciolato, etc.) emettono composti organici volatili.

È ormai noto come le concentrazioni di VOC negli ambienti confinati risultino mediamente molto più alte (fino al doppio) di quelle degli spazi aperti; ciò si deve anche all'aumento della temperatura e dell'umidità relativa interna (che incrementa la quantità e la velocità delle emissioni) nonché alla mancanza di una adeguata areazione dei locali.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di inquinamento indoor dovuto da VOC è necessario identificare quali materiali a contatto con l'ambiente interno, in termini di superficie esposta, tipologia di superficie (liscia o ruvida) e grado di contatto con l'occupante, possono risultare pericolosi e quindi scegliere, per le situazioni individuate, materiali di finitura certificati a bassa emissione di VOC.

Classificazione degli effetti dei VOC in base al range di concentrazione (Fonte: Molhave, 1990)	
Range di concentrazione	Effetti
< 200 µg/m <sup>3</sup>	Comfort
200 µg/m <sup>3</sup> - 3000 µg/m <sup>3</sup>	Possibile insorgenza di diverse sintomatologie
3000 – 25000 µg/m <sup>3</sup>	Discomfort
> 25000 µg/m <sup>3</sup>	Tossicità

I valori di concentrazione della formaldeide sono fissati da istituti internazionali quali la WHO (World Health Organization) che nel 1987 definì, come concentrazione limite di formaldeide per gli ambienti interni, prima di scatenare effetti irritanti, il valore soglia di 0,1 mg/mc, specificando che una concentrazione di 0,3 mg/mc determina un notevole incremento degli effetti irritanti in soggetti sani (WHO, 1987). Dal 1992 al 2002, l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) non ha variato il valore proposto (0,3

ppm; 0,37 mg/mc) e la classificazione A2 (sospetta cancerogena per l'essere umano), ma ha introdotto la notazione sensibilizzante: cioè, grazie agli ultimi studi, si è riconosciuto che la formaldeide causa delle reazioni di sensibilizzazione permanenti. Il D.M. 22/9/97 (norme per gli arredi di ufficio) definisce come determinare il rilascio di formaldeide dai mobili UNI EN 717-2 e fissa a 3,5 mg/mq h il limite di questo rilascio.

Recentemente l'OMS ha fissato il limite di concentrazione di VOC a 200 microgrammi/mc.

<b>Effetti della formaldeide sull'organismo umano dopo breve esposizione</b> (Fonte: European Concerted Action, 1989, modificata)	
<b>Effetti</b>	<b>Formaldeide (mg/m3)</b>
Soglia per la percezione degli odori	0,06 - 1,2
Soglia per l'irritazione degli occhi	0,01 - 1,9
Soglia per l'irritazione della gola	0,1 - 3,1
Sensazione pungente agli occhi ed al naso	2,5 - 3,7
Tollerabilità per la lacrimazione	05/06/02
Lacrimazione forte che perdura per una ora	dic-25
Pericolo di morte, edema infiammazioni, polmoniti	37 - 60
Morte	60 - 125

#### Misurazione della concentrazione di VOC.

Attualmente è disponibile un sistema estremamente semplice in grado di misurare in due ore la concentrazione di formaldeide presente nell'ambiente. Il Bio-check F, infatti, permette di fare in modo pratico e veloce la misurazione direttamente a casa verificando, a fine esposizione, la colorazione assunta dall'indicatore con una scala colorimetrica di riferimento. Il sistema utilizzato è un biosensore specifico per la misura della formaldeide tramite una reazione enzimatica. Può essere esposto in un qualsiasi punto dei locali, o agganciato ad un indumento (es. taschino della giacca) al fine di poter valutare l'esposizione della persona al suddetto inquinante.

#### Strategie per conseguire gli obiettivi di progetto.

Per cercare di controllare l'esposizione ai VOC è importante:

- ridurre il più possibile il numero di prodotti e materiali contenenti VOC;
- provvedere ad una corretta aerazione degli ambienti;
- mantenere l'umidità tra il 40 e il 60%;
- nel trattamento dei materiali contenenti VOC, se si usa un altro materiale per ricoprire, è necessario essere sicuri che il prodotto coprente non contenga altri VOC;
- usare purificatori per l'aria;
- evitare i prodotti di cui non è verificabile la composizione e seguire attentamente le istruzioni per l'utilizzo di qualunque prodotto;
- preferire materiali da finitura esenti da solventi sintetici e arredi realizzati in legno massiccio, con ridotto uso di colle, o in prefiniti esenti da formaldeide;
- se per questioni economiche si acquistano arredi realizzati in pannelli truciolari, esigere almeno la certificazione E1 (basso contenuto di formaldeide);
- evitare di installare arredi realizzati con pannelli truciolari nelle stanze di lungo soggiorno, nei bagni e nelle cucine (il calore e l'umidità aumentano l'intensità e la nocività delle emissioni);

- preferire sempre tessuti naturali per l'arredamento;
- posare le moquette "tirate" piuttosto che con l'uso di colle;
- verificare i componenti dei materiali di costruzione e di finitura, dei prodotti detergenti e per la manutenzione, e comunque non conservare o abbandonare le confezioni vuote in cantiere, ma portarle nei punti di raccolta per rifiuti speciali;
- preferire olii e cere naturali per la manutenzione degli arredi in legno e detergenti a base vegetale;
- ridurre nell'arredamento la presenza di ampie superfici assorbenti, come tendaggi e mantovane, moquette, tappeti, stuoie, tappezzerie di rafia, librerie aperte: tutte queste superfici assorbono le sostanze inquinanti occasionali (fumo di sigarette, smog, esalazioni di solventi) per poi rilasciarle lentamente nell'ambiente. Osservare maggiori precauzioni per i bambini e per i soggetti deboli.

Alcune piante possono essere utili per ridurre le concentrazioni di VOC: le piante per loro natura assorbono anidride carbonica e monossido di carbonio restituendo ossigeno; in generale le piante riequilibrano l'aria, ed alcune sono in grado di metabolizzare sostanze chimiche pericolose presenti negli ambienti confinati. Le piante più indicate per ridurre le concentrazioni di formaldeide sono: dracena, aloe, clorofito, crisantemo, gerbera, giglio, peperomia, sansevieria, ficus.

#### Le Fibre

(fonte: *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005)

#### Considerazioni generali.

Esistono vari tipi di fibre minerali: lana di vetro, lana di roccia e di scoria, fibra di ceramica, fibre di carbonio e numerose altre. Tutte vengono utilizzate in edilizia, prevalentemente per l'isolamento termico ed acustico oltre che come materiale isolante generico, ad esempio nei soffitti in costruzioni leggere e nelle stufe ad accumulo notturno.

Come molti materiali fibrosi utilizzati in edilizia, questi prodotti con il tempo si degradano disperdendo microfibre che, avendo una dimensione tale da poter essere inalate, tendono ad accumularsi nei polmoni e causare differenti patologie polmonari, dalle infiammazioni al cancro al polmone e mesotelioma (A.A.V.V., 2002). Valutazioni sull'effetto cancerogeno associato all'esposizione a fibre minerali artificiali sono riportate nella monografia IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) n. 43 del 1988.

La dispersione di fibre in ambiente, particolarmente elevata nelle operazioni di manutenzione, rimozione e smaltimento, è regolamentata dalla direttiva CEE 67/548 e successive modificazioni che prevede modalità per la manipolazione dei prodotti fibrosi, mentre la Circolare del Ministero della Sanità del 25/11/91 n.23 fornisce prescrizioni per il loro corretto impiego.

I fattori influenzanti il rilascio di polveri e fibre sono principalmente:

- la composizione del prodotto;
- la validità del legante (matrice in cui sono contenute le fibre);
- il tipo e lo stato della finitura superficiale;
- l'età del materiale e lo stato di manutenzione;
- gli interventi sul prodotto (manipolazione, lavorazione).

#### Strategie per conseguire gli obiettivi di progetto.

Evitare categoricamente l'utilizzo di materiali fibrosi "liberi" (ad esempio tappeti di lana di vetro o di roccia stesi sul solaio del sottotetto). Se si sceglie questo tipo di isolamento occorre accuratamente confinarlo dentro murature chiuse o altri involucri che impediscano la dispersione delle fibre (ad esempio solide "fodere" sigillate in polietilene, in carta nera Kraft, in carta alluminata retinata e rinforzata o in velo vetro). Provvedere a isolare con finiture leganti i punti in cui i pannelli rigidi hanno subito tagli, in modo da conservare integro il prodotto. Nel caso, inoltre, d'impiego di pannelli accoppiati ad elementi protettivi alcuni problemi possono derivare non tanto dalla nocività specifica dei singoli materiali, quanto dal fatto che l'impiego di barriera al vapore debba essere valutato in relazione alle possibilità di smaltire in altro modo (ventilazione dell'intercapedine, deumidificazione o condizionamento dell'aria interna, ecc.) l'umidità proveniente dagli ambienti interni.

#### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

L'utente può contribuire all'abbassamento della concentrazione di VOC scegliendo finiture e arredamenti, certificati a bassa emissione di VOC. Anche alcuni prodotti per la pulizia della casa e per la cosmesi possono contenere composti volatili nocivi.

**Circ. 22/6/83, n. 57 del Min. San.** Usi della formaldeide – rischi connessi alle possibili modalità di impiego.

#### Riferimenti bibliografici

**Piardi S., Carena P., Oberti I., Ratti A.,** *Costruire edifici sani, Guida alla scelta dei prodotti*, Maggioli, Rimini, 1996.

**AAVV,** *Linee Guida per l'edilizia sostenibile*, Regione Toscana, 2005

#### Riferimenti normativi

**DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.**, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

**Decreto Legislativo 14 febbraio 2008, n. 33** "Modifiche al decreto legislativo 27 marzo 2006, n. 161, recante attuazione della direttiva 2004/42/CE per la limitazione delle emissioni di composti organici volatili conseguenti all'uso di solventi in talune pitture e vernici, nonché in prodotti per la carrozzeria".

**D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.**, Norme in materia ambientale.

**Decreto Legislativo 27 marzo 2006, n. 161** "Attuazione della direttiva 2004/42/CE, per la limitazione delle emissioni di composti organici volatili conseguenti all'uso di solventi in talune pitture e vernici, nonché in prodotti per la carrozzeria".

**Decreto Ministeriale del 26 febbraio 2004**, «Definizione di una prima lista di valori limite indicativi di esposizione professionale agli agenti chimici» (Pubblicato su G.U. n. 54 del 10 marzo 2004).

**DIRETTIVA 2004/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 21 aprile 2004** relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili dovute all'uso di solventi organici in talune pitture e vernici e in taluni prodotti per carrozzeria e recante modifica della direttiva 1999/13/CE.

**ASHRAE Standard 62-1999**, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

**Direttiva 1999/13/CE** del Consiglio, dell'11 marzo 1999 sulla limitazione delle emissioni dei composti organici volatili prende in considerazione specificamente le emissioni di VOC provenienti da settori industriali che fanno largo uso di solventi, stabilendo i valori limite sia delle emissioni al camino che delle emissioni diffuse.

**Direttiva 96/61/CE (IPPC)** sulla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento mira a ridurre le emissioni di numerosi settori industriali nei vari elementi dell'ambiente.

**UNI 10522 del febbraio 1996** inerente "Prodotti di fibre minerali per isolamento termico e acustico. Fibre, feltri, pannelli e coppelle. Determinazione del contenuto di sostanze volatili.

**Circolare del Ministero della Salute n° 23, 25.11.91** "Usi delle fibre di vetro isolanti: problematiche igienico-sanitarie; istruzioni per il corretto impiego".

**Direttiva 89/106/CEE; DPR 21 aprile 1993 n. 246** "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione".

Presenza e LMS (Livello Minimo di Sicurezza) di **SOV e CFC (D.M. 28.01.92, DIR CEE 67/548, procedure EPA, Circ. n. 57 del 22.06.83 e segg. C. S. Min. Sanità).**

Codice	D.4.3	OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITÀ INTERNA
Area esigenziale	QUALITÀ DELL'ARIA	SCHEDA SECONDARIA

Requisito

### Riduzione delle emissioni di Radon

Esigenza da soddisfare:

Controllare la migrazione del Radon dai terreni agli ambienti interni e l'emissione diretta del gas dovuta all'uso di materiali da costruzione contaminati.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza/assenza di strategie progettuali per il contenimento della concentrazione di radon negli ambienti interni ed uso documentato di materiali certificati a bassa emissione del gas.

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

#### SPECIFICA DI PRESTAZIONE

##### 1. Livello di prestazione

Si richiede, nei terreni ove sia stata rilevata la presenza di radon (vedi "Analisi del sito"), di garantire il contenimento della concentrazione dello stesso negli ambienti occupati attraverso la messa in atto di strategie progettuali adeguate.

Si richiede, in ogni caso, l'uso di materiali a bassa emissione di radon.

##### 2. Metodo di verifica progettuale

Individuazione delle strategie e progetto delle soluzioni tecnologiche per la mitigazione del flusso di radon verso gli ambienti interni.

Progetto dei sistemi di ventilazione degli spazi interrati per lo smaltimento della sostanza inquinante.

Abaco dei materiali impiegati e documentazione relativa alla certificazione di bassa emissione di radon.

##### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica della effettiva realizzazione delle soluzioni tecnologiche atte a controllare la migrazione del radon.

Controllo relativo alla presenza della documentazione che certifica l'uso di materiali a bassa emissione di radon.

PESO DEL REQUISITO

2

#### AREA VALUTAZIONE

#### LIVELLO PRESTAZIONALE

1. Presenza di strategie atte a limitare la concentrazione di Radon negli ambienti confinati (in caso di terreni con presenza di radon)
2. Uso di materiali certificati a bassa emissione di radon (in ogni caso).

#### STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

Dal suolo e dalle rocce viene emesso un gas nobile, il Radon. Questo gas può diffondersi negli ambienti attraverso le porosità e le fessure dei materiali, attraverso le fondazioni o attraverso l'acqua. Il gas può diffondersi anche nel caso di uso di materiali da costruzione provenienti da siti contaminati come la pietra vulcanica e il tufo.

In presenza di radon, è necessario ventilare adeguatamente gli ambienti interrati e realizzare delle membrane di separazione ben sigillate tra le aree interrate e gli ambienti occupati.

In Italia esiste un'indagine condotta dall'APAT durante gli anni '80 e '90 sulla esposizione delle abitazioni al gas Radon che ha portato alla suddivisione di tutto il territorio nazionale in classi di esposizione espresse in Bq/mc. Tale indagine ha condotto anche all'individuazione del valore di concentrazione nazionale medio di 70 Bq/mc.

L'EPA (Agenzia Americana per l'Ambiente) definisce in 4 PCi/L (picocurie per litro) pari a 148 Bq/mc (Bequerel per metro cubo) il limite oltre il quale è consigliabile prevedere tecniche di riduzione del Radon.

In Europa, la Comunità Europea ha determinato tale soglia in 200 Bq/mc per le nuove costruzioni e 400 Bq/mc per le abitazioni esistenti (Raccomandazione Euratom 143/90).

La pubblicazione del Decreto Legislativo 241/2000 ha introdotto per la prima volta nella legislazione italiana il concetto di radioattività naturale prevedendo valori di soglia solo per gli ambienti di lavoro e gli uffici pubblici. Gli ambienti residenziali, ai sensi di legge, restano quindi per ora, fuori dal controllo del Decreto. Nel caso di abitazioni dovrebbe essere considerato, come valore di riferimento per il risanamento degli ambienti, il limite di 50 Bq/mc.

#### Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica

(tratto da *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005)

Le tecniche d'intervento che permettono la fuoriuscita del gas radon dalle abitazioni si suddividono essenzialmente in tecniche attive e tecniche passive.

1. *ventilazione naturale* (tecnica passiva). È un accorgimento che diminuisce la concentrazione del gas, permettendo così una diluizione del radon. Si attua quando i valori di concentrazione interni misurati non sono molto elevati.
2. *ventilazione forzata* (tecnica attiva). È un artificio che permette la fuoriuscita del gas in maniera razionale evitando, nelle stagioni più fredde, un eccessivo dispendio termico. Un calcolo accurato permette di convogliare all'esterno un volume d'aria ben noto che può variare secondo la concentrazione permettendo un ricircolo misurato; si parla in questo caso di *Ventilazione Meccanica Controllata* (VMC). La VMC si realizza grazie ad un ventilatore che può essere installato sul sistema centrale, se esistente, o che può essere installato direttamente in punti strategici dell'abitazione.
3. *depressurizzazione del vespaio o delle fondazioni*. La diversa concentrazione del radon nelle abitazioni può dipendere anche dalla differenza di pressione tra il suolo e gli ambienti stessi e, in questo caso, è possibile diminuire la quantità di radon in ingresso modificando le condizioni di pressione. Un opportuno drenaggio costituito da pietrame permette la captazione del gas, mentre il suo allontanamento è affidato a condotti d'aspirazione forzata.
4. *suzione del sottosuolo* (tecnica attiva) è applicabile in quei casi in cui è previsto un drenaggio al fine di allontanare le acque dal terreno e quando questa tubazione (perforata) forma un anello continuo, è possibile sfruttarla per far allontanare il radon. Applicando un estrattore al pozzetto di raccolta posto lontano dall'abitazione, si crea una depressione che permette l'estrazione del gas: si ottiene in taluni casi una riduzione del 98%.
5. *tecnica della parete ventilata* (tecnica attiva o passiva) è applicabile quando esiste un'intercapedine tra i muri interni ed esterni, i movimenti convettivi naturali o forzati permettono l'allontanamento del gas evitando quindi l'ingresso nell'abitazione.
6. *pozzo radon di raccolta* (da collocarsi nel piano più basso dell'edificio). Il pozzo radon è costituito principalmente da mattoni non cementati, con larghi fori che danno la possibilità al gas radon di entrare nel pozzo che deve essere coperto da una lastra di cemento mentre attorno ad esso va posta della ghiaia grossolana. In questo modo il gas tenderà naturalmente a convogliare nel pozzo, che

sarà collegato ad un sistema evacuante, costituito da un tubo e da una pompa aspirante. Le tubazioni di scarico canalizzeranno il gas, portandolo preferibilmente sul tetto e lontano comunque da porte e finestre.

Interventi più semplici ma ugualmente efficaci possono essere:

- la realizzazione di una presa d'aria esterna,
- la sigillatura di tutti gli interstizi attorno alle condotte tecnologiche (acqua, gas, elettricità etc),
- la non perforazione del solaio con apparecchi da illuminazione ad incasso o botole,
- la sigillatura delle finestre,
- la sigillatura della porta d'accesso del piano interrato.

Tecnica	Riduzione di Radon Prevedibile	Commenti
Depressurizzazione delle Fondazioni	80%-99%	Ottimo per suoli permeabili o con vespaio.
Aspirazione sotto guaina	90%-99%	Ottimo se la guaina è ben saldata e uniformemente posizionata sull'impronta della casa.
Aspirazione muraria	50%-99%	Per costruzioni con blocchi forati senza interruzioni di continuità.
Aspirazione da pozzo di drenaggio	90%-99%	Ottimo se le condizioni di fondazione permettono una buona mobilità dell'aria.
Ventilazione naturale nella cantina	0%-50%	Costi variabili.
Sigillatura delle vie di ingresso	0%-50%	Normalmente usato in combinazione con altre tecniche, richiede materiali adatti e cura nella esecuzione.
Pressurizzazione della costruzione	50%-99%	Buono per scantinati isolati dall'esterno e dai piani superiori.
Ventilazione a recupero di calore	25%-50% se per tutta la casa; 25%-75% se solo per la cantina	Uso prevalente nelle cantine
Ventilazione naturale	Variabile	Significativa perdita di calore ed aggravio dei costi di riscaldamento.

#### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

Evitare la permanenza prolungata negli spazi interrati nel caso in cui sia riscontrata nel terreno la presenza di Radon in concentrazioni superiori alle concentrazioni limite, a seguito di variazioni geomorfologiche rispetto alle condizioni di progetto.

**Piardi S., Carena P., Oberti I., Ratti A.**, *Costruire edifici sani, Guida alla scelta dei prodotti*, Maggioli, Rimini, 1996.

**AAVV**, *Linee Guida per l'edilizia sostenibile*, Regione Toscana, 2005

#### Riferimenti normativi

**DECRETO LEGISLATIVO 29 giugno 2010, n. 128**. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69.

**Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.**, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

**Raccomandazione UE n. 928/01 della Commissione del 20 dicembre 2001** sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon nell'acqua potabile [notificata con il numero C(2001) 4580].

**D.Lgs. 26 maggio 2000, n. 241** "Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti".

**ASHRAE Standard 62-1999**, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

**D.P.R. 10 dicembre 1997, n. 499**. Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione (*G.U. 27 gennaio 1998, n. 21*).

**Raccomandazione UE 90/143/Euratom** "sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon in ambienti chiusi".

#### Riferimenti bibliografici

Codice	D.5.1	<b>OTTIMIZZAZIONE DEGLI STANDARD DI QUALITA' INTERNA</b>
Area esigenziale	INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO	SCHEDA PRINCIPALE

*Requisito* **Campi elettrici e magnetici a bassa ed alta frequenza**

Esigenza da soddisfare:  
 Minimizzare il livello dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50Hz) e ad alta frequenza (100 Khz – 300 Ghz) negli ambienti interni al fine di ridurre il più possibile l'esposizione degli individui.

**Indicatore di prestazione:**

Livello di campo elettrico e di induzione magnetica (50Hz).

Livello di campo elettrico (100 kHz – 300GHz).

**Unità di misura:**

Livello di induzione magnetica: microTesla ( $\mu T$ ); livello di campo elettrico: Volt/metro (V/m).

**SPECIFICA DI PRESTAZIONE**

**1. Livello di prestazione**

È richiesta l'adozione di tutte le precauzioni necessarie per ottenere negli ambienti interni il più basso livello di campo elettrico e magnetico a bassa frequenza (50 Hz) ed di campo elettromagnetico ad alta frequenza (100 kHz – 300 Ghz) possibili.

Limiti di esposizione (50 Hz):

- induzione magnetica: 0,2  $\mu T$ ;
- campo elettrico: 5000 V/m.

Limiti di esposizione (100 kHz-300GHz):

- campo elettrico: 6 V/m;

Nel valutare il soddisfacimento dei limiti di esposizione per il campo magnetico, si dovranno considerare i contributi delle sorgenti localizzate sia all'interno, sia all'esterno (es. elettrodotti o antenne) degli ambienti.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Planimetrie con indicata la localizzazione delle linee di distribuzione dell'energia elettrica (alta, media e bassa tensione) e delle cabine di trasformazione e degli impianti per le teleradiocomunicazioni rispetto agli ambienti interni.

Dati tecnici sulle antenne emittenti.

Planimetrie dell'edificio con indicata la posizione delle cabine di trasformazione secondarie (MT/BT), dei montanti di conduttori e dei quadri elettrici.

Schema dell'impianto di distribuzione dell'energia elettrica.

Descrizione delle soluzioni tecnologiche adottate per la distribuzione dell'energia elettrica.

Stima, tramite misura ed uso di modelli previsionali, del livello di campo elettrico e magnetico a bassa frequenza ed elettromagnetico ad alta frequenza presente negli ambienti interni.

Scheda informativa riguardante i livelli di esposizione prodotti dagli apparecchi o dispositivi elettrici e le principali prescrizioni di sicurezza, come previsto dalla legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (22 febbraio 2001, n.36).

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Misura del livello di campo elettrico e magnetico a bassa ed alta frequenza ed elettromagnetico ad alta frequenza presente negli ambienti interni.

**AREA VALUTAZIONE**

**LIVELLO PRESTAZIONALE**

Per campi elettromagnetici a bassa frequenza (50 Hz):  
 Induzione magnetica (I) < 0,2  $\mu T$  e Campo elettrico (E) < 5000 V/m

Per campi elettromagnetici ad alta frequenza (100 kHz – 300GHz):  
 Campo elettrico (E) < 6 V/m

## STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

### Campi elettrici e magnetici a bassa frequenza

(fonte: *Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, 2005).

Negli ambienti interni possono essere adottate strategie progettuali per minimizzare l'esposizione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz):

- *a livello dell'unità abitativa*
  - impiego di dispositivi elettrici ed elettronici e apparecchiature a bassa produzione di campo;
  - impiego del disgiuntore di rete nella zona notte per l'eliminazione dei campi elettrici in assenza di carico a valle;
  - configurazione della distribuzione dell'energia elettrica nei singoli locali secondo lo schema a "stella".
- *a livello dell'organismo abitativo*
  - evitare l'adiacenza delle principali sorgenti di campo magnetico presenti nell'edificio con gli ambienti interni. Mantenere quindi la massima distanza possibile da cabine elettriche secondarie, quadri elettrici, montanti e dorsali di conduttori.
- *a livello del lotto*
  - evitare di posizionare l'edificio presso stazioni e cabine primarie;
  - nella scelta del posizionamento degli edifici, verificare preventivamente tramite misurazione e simulazione il livello dei campi elettrici e magnetici a 50 Hz che saranno presenti;
  - mantenere una distanza di sicurezza da linee elettriche a bassa e media tensione in modo da garantire un'esposizione negli ambienti interni al campo magnetico a 50 Hz inferiore a 0,2  $\mu$ T;
  - mantenere una fascia di sicurezza tra l'edificio e gli elettrodotti realizzati con conduttori nudi in modo da ottenere esposizioni trascurabili (inferiori a 0,2  $\mu$ T) ai campi magnetici a bassa frequenza negli ambienti interni. Indicativamente: 70 m da una linea a 150 kV; 100 m da una linea a 220 kV; 150 m da una linea a 380 kV.

Per ridurre l'inquinamento elettromagnetico connesso alle emissioni delle linee elettriche esterne all'edificio:

- impiego di linee elettriche ad alta e media tensione con il tracciato della linea debitamente segnalato e non adiacente agli edifici e cavo interrato con geometria dei cavi a "trifoglio";
- impiego di linee aeree compatte per la distribuzione ad alta tensione;
- impiego di linee in cavo aereo per la distribuzione a media tensione.

Le linee di forza del campo elettrico hanno un principio e una fine e pertanto il campo può essere schermato tramite superfici metalliche o cavi schermati. Le linee di forza dei campi magnetici, invece, formano circuiti chiusi (ogni magnete possiede un polo positivo e uno negativo) e pertanto possono praticamente estendersi attraverso tutti i materiali. Una protezione dai campi magnetici si ottiene solo tramite l'interruzione o la riduzione della corrente. Teoricamente sarebbe realizzabile anche la protezione per mezzo di un campo di compensazione, ma questa soluzione è molto onerosa.

#### 1. Campi elettrici.

- Sono una modificazione delle proprietà elettriche dello spazio dovuta alla presenza di cariche elettriche statiche, che costituiscono la sorgente del campo.
- Sono prodotti dalla tensione V, che si misura in volt (V).
- La loro intensità si misura in volt per metro (V/m).
- Un campo elettrico può esistere anche quando l'apparecchio è spento.
- L'intensità del campo diminuisce con la distanza dalla sorgente.
- A frequenza di rete (50 Hz) è schermato dalle strutture murarie degli edifici e dalla vegetazione.

#### 2. Campi magnetici.

- Sono una modificazione delle proprietà magnetiche dello spazio prodotta da magneti naturali o correnti elettriche costanti nel tempo.
- I campi magnetici sono generati dal flusso di corrente.
- La loro intensità si misura in ampere per metro (A/m); di solito, chi si occupa di CEM utilizza in alternativa una grandezza correlata, la densità di flusso in microtesla ( $\mu$ T) o in millitesla (mT).
- I campi magnetici si generano non appena un apparecchio viene acceso e scorre la corrente.
- L'intensità del campo diminuisce con la distanza dalla sorgente.
- A frequenza di rete (50 Hz) non viene schermato dalla maggior parte dei materiali compreso le strutture murarie delle abitazioni.

### Campi elettromagnetici ad alta frequenza.

Non essendo presenti solitamente sorgenti significative di campo elettromagnetico a radiofrequenza e microonde nelle unità abitative ad uso residenziale, l'esposizione degli individui a questo tipo di radiazione è dovuta alle emissioni degli impianti per le tele-radiocomunicazioni (antenne TV, radiofoniche, stazioni radio-base per la telefonia cellulare). È pertanto importante mantenere dalle antenne emittenti una distanza tale da garantire livelli di esposizione nelle unità abitative inferiori agli standard di sicurezza.

Nel sito di edificazione, deve essere verificato preventivamente il livello di campo elettromagnetico ad alta frequenza presente. Qualora si riscontrino intensità di campo elettromagnetico superiori ai limiti di esposizione, sarà opportuno collocare le costruzioni in aree in cui siano presenti livelli di campo non critici o verificare la possibilità di un intervento sull'impianto inquinante in modo da ridurre la potenza emessa.

Nel caso siano previsti nuovi impianti emittenti all'interno del sito, in base ai dati tecnici delle antenne che si intendono installare, dovrà essere simulato il livello di campo generato all'interno degli edifici in modo da verificare il non superamento dei limiti di sicurezza. Per questo è raccomandabile determinare per ogni antenna emittente una zona di rispetto, che coinciderà con la regione intorno ad essa in cui vengono superati i limiti di esposizione, all'interno della quale non devono essere previste costruzioni.

I livelli di campo elettromagnetico stimati, devono tenere in considerazione i contributi di sorgenti eventualmente presenti al di fuori del sito di progetto.

### Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico

È necessario che l'utente si renda consapevole che l'elettrosmog, secondo ricerche cliniche e misurazioni bioelettroniche, influisce sulla creazione di varie patologie quali: stanchezza cronica, allergie, disturbi alla vista, scarsa capacità di concentrazione, malattie neurologiche e del sangue e che quindi pretenda un controllo delle fonti esterne all'alloggio ma limiti anche l'utilizzo di fonti di elettrosmog nell'alloggio stesso.

### Riferimenti bibliografici

AA.VV., *Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza* Maggioli Editore, Rimini, 2000.

Bevitori, P., a cura di, *Inquinamento Elettromagnetico*, Maggioli Editore, Rimini, 1998.

AA.VV., Atti del convegno scientifico "Biological Effects of Static and ELF Electric and Magnetic Fields", Bologna, ICNIRP, 1997.

Leveratto, G.C., *Antenne sicure*, Hoepli, Milano, 1997.

Moro A., *Il progetto di architettura e l'ambiente elettromagnetico*, FAAR, Milano, 1997.

AA.VV., Atti del convegno scientifico "Third International Non-Ionising Radiation Workshop", Baden,

Austria, ICNIRP, 1996.

**AA.VV.**, Atti del convegno “*Non-Thermal Effects of RF Electromagnetic Fields*”, Monaco, Germania, ICNIRP, 1996.

**Grandolfo, M., Mariutti, G.F., Polichetti, A., Vecchia, P.**, *Esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici generati da antenne radio base per la telefonia cellulare*, Notiziario dell’Istituto Superiore di Sanità, Vol. 9 n. 11, 1996.

**AA.VV.**, *Rischi sanitari dovuti all’inquinamento da radiazioni non ionizzanti e possibili misure di prevenzione per la popolazione*, Comune di Bologna, Bologna, 1996.

**AA.VV.**, *Campi elettromagnetici*, ENEL, 1995.

**Comba P., Gendolfo M., Lagorio S., Polichetti A., Vecchia P.**, *Rischio cancerogeno associato a campi magnetici a 50/60 Hz*, Istituto Superiore di Sanità, Roma, 1995.

**AA.VV.**, Atti del convegno “*Dalle antenne alle onde*”, Genova, 1995.

**AA.VV.**, *Linee Guida per l’edilizia sostenibile*, Regione Toscana, 2005

<http://www.agentifisici.apat.it/homeosserv.asp>

<http://www2.bnlgov/ton>

<http://xdb.lbl.gov/>

#### Riferimenti normativi

**DM 29 maggio 2008** in tema di approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto – misura e valutazione dell’induzione magnetica.

**LEGGE 16 gennaio 2004, n. 5** - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 novembre 2003, n. 315, recante disposizioni urgenti in tema di composizione delle commissioni per la valutazione di impatto ambientale e di procedimenti autorizzatori per le infrastrutture di comunicazione elettronica.

**Sentenza del Tribunale di Modena n. 1430/2004** (fissa a 0,2  $\mu$ T il limite di esposizione entro il quale non si ha danno alla salute).

**Dlgs. 259 del 2003** – Codice delle comunicazioni elettroniche.

**Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003.** Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.

**Decreto Leg. 4 settembre 2002, n.198** “Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell’articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443”. (G. U. n. 215 del 13 Settembre 2002).

**DELIBERA n. 249 del 31 luglio 2002** “Approvazione del Piano nazionale di assegnazione delle frequenze per la radiodiffusione sonora in tecnica digitale (PNAF DAB - T”. (G.U. n. 187 del 10 agosto 2002).

**DELIBERAZIONE C.R. n. 12 del 16 gennaio 2002**, “Criteri generali per la localizzazione degli impianti e criteri inerenti l’identificazione delle aree sensibili ai sensi dell’art. 4, comma 1 della legge regionale 6 aprile 2000, n. 54 (Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione). (Boll. N. 7 del 13/02/2002, parte Prima, sezione I).

**LEGGE 20 marzo 2001, n. 66** “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 23 gennaio 2001, n. 5, recante disposizioni urgenti per il differimento di termini in materia di trasmissioni radiotelevisive analogiche e digitali, nonché per il risanamento di impianti radiotelevisivi “ (G. U. n. 70 del 24 marzo 2001).

**Legge 22 febbraio 2001 n. 36** “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.

**Raccomandazione dell’O.M.S. del 28-03-2000** (introduce il “principio di precauzione”).

**L.R. 6 aprile 2000, n. 54** “Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione” (B.U.R..T. n 17 del 17/04/2000, parte Prima, SEZIONE I).

**Raccomandazione UE 1999/519/CE** “Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 Ghz”.

**DELIBERA n. 68 del 30 ottobre 1998** “Piano nazionale di assegnazione delle frequenze per la radiodiffusione televisiva”. (G.U. n. 263 del 10 novembre 1998).

**DM 10 settembre 1998 n. 381** “Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”.

**Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)**, ICNIRP 1998.

**CENELEC ENV 60166-1** “human Exposure to Electromagnetic Fields – Low Frequency (0-10 kHz), 1995.

**Risoluzione del Parlamento Europeo** sulla lotta contro gli inconvenienti provocati dalle radiazioni non ionizzanti del 5 maggio 1995 (Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. C 205/439).

**DM Lavori Pubblici 16 gennaio 1991** “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne”.

**CEI 211-6** “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”.

**CEI 211-7** “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”.

<i>Codice</i>	<b>E.1.1</b>	<b>GESTIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO</b>	
<i>Area esigienziale</i>	MANUTENZIONE IMPIANTISTICA ED EDILIZIA	SCHEDE OBBLIGATORIA	

*Requisito* **Manuale d'uso e Programma di manutenzione**

Esigenza da soddisfare:  
Disporre della necessaria documentazione per ottimizzare l'operatività dell'edificio e dei suoi sottosistemi tecnici in modo da intervenire nel periodo più efficace dal punto di vista economico e ambientale.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza/assenza della documentazione tecnica (compreso Manuale d'uso e Programma di Manutenzione).

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

**SPECIFICA DI PRESTAZIONE**

**1. Livello di prestazione**

Disporre dei disegni tecnici di base dell'edificio (planimetrie catastali, piante, sezioni, particolari costruttivi, ecc.) e della documentazione tecnica (eventuale manualistica) sugli impianti.

Collegare la documentazione tecnica al Manuale d'uso e al Programma di manutenzione.

**Metodo di verifica progettuale**

Predisporre e mettere a disposizione degli utenti la documentazione tecnica riguardante il fabbricato:

- progetto edilizio ed eventuali varianti;
- progetto strutturale ed eventuali varianti,
- progetto impiantistico ed eventuali varianti;
- relazione geologica e geotecnica del terreno;
- documentazione tecnica del produttore dei sistemi installati;
- analisi energetica;
- disegni tecnici dei serramenti e degli elementi di finitura;
- Manuale d'uso;
- Programma di manutenzione.

Nel Manuale d'uso e nel Programma di Manutenzione prevedere l'articolazione e le modalità di attivazione dei controlli periodici sulle parti, sui sistemi e sui componenti dell'edificio.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica della presenza della documentazione richiesta (documentazione di progetto, Manuale d'uso e Programma di manutenzione).

**PESO DEL REQUISITO**

/
---

**AREA VALUTAZIONE**

**LIVELLO PRESTAZIONALE**

Presenza della documentazione tecnica (riguardante il fabbricato), del Manuale d'uso e del Programma di manutenzione ad essa collegati.

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

**Programma di Manutenzione.**

Il Programma delle manutenzioni contiene:

- relazione sullo stato di conservazione dell'immobile;
- relazione sui livelli prestazionali da conservare in rapporto al ciclo di vita degli elementi;
- articolazione dei controlli periodici sulle parti, sui sistemi e sui componenti dell'edificio e loro incidenza sul costo globale dell'edificio (differenziando gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria anche all'interno delle unità abitative e gli interventi da realizzarsi a carico del locatario);
- registro con data e tipologia delle manutenzioni periodiche effettuate su ogni elemento costituente la costruzione.

**Manuale d'uso.**

Il Manuale d'uso per gli utenti contiene:

- schede sull'accesso degli impianti con evidenziata la modalità di conduzione e manutenzione che ne garantisca il miglior rendimento;
- schede con indicazioni di buone pratiche finalizzate al mantenimento delle prestazioni energetiche dell'edificio e della ecosostenibilità e biocompatibilità dell'intervento;
- istruzioni per l'uso dei componenti e per le pulizie ordinarie e periodiche (prodotti da non usare, periodicità degli interventi);
- check list per l'individuazione dei guasti e dei principali interventi di riparazione;
- data di posa ed eventuali date di scadenza della garanzia dei prodotti o componenti.

In generale le principali aree di intervento manutentivo in un edificio possono essere così elencate:

- manutenzione, riparazione e rinnovo degli impianti tecnologici, delle relative strutture e dei volumi tecnici;
- manutenzione degli elementi strutturali (fondazione, strutture portanti orizzontali e verticali);
- manutenzione delle facciate, della copertura e delle canalizzazioni;
- tinteggiatura delle pareti esterne e delle parti comuni;
- ripristino delle parti comuni;
- riparazione infissi, vetri e serrature delle parti comuni;
- rinnovo delle attrezzature interne: apparecchi sanitari, arredi fissi.

**Condizionamento da parte dell'utenza e del contesto socio-economico**

L'utenza deve pretendere il rilascio della documentazione relativa agli interventi di manutenzione da effettuarsi durante il ciclo di vita dell'edificio e tenere aggiornato il registro degli interventi.

**Riferimenti bibliografici**

—

**Riferimenti normativi**

**D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207**, Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

**Disegno di legge n.721, n.1039/2002.**

Codice	E.1.2	GESTIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO	
Area essenziale	MANUTENZIONE IMPIANTISTICA ED EDILIZIA	SCHEMA SECONDARIA	

Requisito **Accessibilità agli impianti**

Esigenza da soddisfare:

Garantire la possibilità di una corretta manutenzione impiantistica.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza/assenza di strategie per consentire interventi di manutenzione efficienti su centrali, reti di distribuzione e terminali.

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

**1. Livello di prestazione**

Consentire un efficiente accesso alle centrali, alle reti di distribuzione e ai terminali degli impianti tecnici per le operazioni di manutenzione. Le operazioni di manutenzione devono essere condotte in condizioni di sicurezza.

**2. Metodo di verifica progettuale**

Relazioni tecniche atte ad illustrare le soluzioni progettuali e tecnologiche adottate per garantire un efficiente accesso ai sistemi tecnici nel loro complesso.

**3. Metodi di verifica a lavori ultimati**

Verifica in sito dell'accessibilità.

**PESO DEL REQUISITO**

2

**AREA VALUTAZIONE**

LIVELLO PRESTAZIONALE

Accessi alle centrali adeguati (in termini di dimensione e collocazione), tali da garantire interventi efficienti sui componenti meccanici ed elettrici.

**STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO**

Le strategie progettuali che possono essere adottate per massimizzare l'accessibilità agli impianti tecnici sono, principalmente, le seguenti:

- accessi alle centrali adeguati nella dimensione, per interventi efficienti sui componenti meccanici ed elettrici;
- dotazione delle reti di distribuzione di idonee indicazioni per segnalare origine, destinazione e scopo di specifiche sezioni;
- dotazione delle reti di distribuzione di sistemi di monitoraggio sufficientemente visibili;
- reti di distribuzione adeguatamente sezionate, accessibili e facilmente smontabili.

È anche importante minimizzare la lunghezza dei percorsi delle tubazioni al fine di ridurre le superfici oggetto di possibili interventi di manutenzione.

**Riferimenti bibliografici**

-

**Riferimenti normativi**

**DPR 24 ottobre 1967, n. 1288** "Regolamento per l'esecuzione della Legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici".

**Legge 13 luglio 1966, n. 615**, "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico".

Codice	E.1.2	GESTIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO	
Area esigenziale	EFFICIENZA DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO	SCHEDA SECONDARIA	

### Sistemi di automazione per la gestione degli impianti energetici e tecnici

Requisito

Esigenza da soddisfare:

Facilitare il controllo del sistema edificio-impianto da parte dell'utenza, al fine di ottimizzare i consumi energetici e garantire un maggior comfort interno.

**Indicatore di prestazione:**

Presenza/assenza di sistemi e dispositivi per il controllo e la gestione automatica degli edifici (BACS/HBES) di classe II.

**Unità di misura:**

Vedi livello prestazionale.

SPECIFICA DI PRESTAZIONE

#### 1. Livello di prestazione

Adozione di sistemi e dispositivi per il controllo e la gestione automatica degli edifici (BACS/HBES) finalizzati a garantire elevate prestazioni energetiche dell'impianto ed ottimizzare le condizioni di comfort interno.

La classe di prestazione II (UNI EN 15232) richiesta corrisponde agli impianti controllati con un sistema di automazione bus (BACS/HBES) dotati di una gestione centralizzata e coordinata delle funzioni e dei singoli impianti -TBM (vedi "strategie progettuali e tecnologie di riferimento").

#### 2. Metodo di verifica progettuale

Documentazione relativa alla progettazione e al funzionamento dei sistemi e dispositivi per il controllo e la gestione automatica dell'edificio secondo norma UNI EN 15232.

#### 3. Metodi di verifica a lavori ultimati

Verifica della effettiva e corretta realizzazione del sistema BACS/HBES secondo norma UNI EN 15232.

#### PESO DEL REQUISITO

2

#### AREA VALUTAZIONE

LIVELLO PRESTAZIONALE

Presenza di sistemi e dispositivi per il controllo e la gestione automatica degli edifici (BACS/HBES) appartenenti almeno alla classe di prestazione II.

#### STRATEGIE PROGETTUALI E TECNOLOGIE DI RIFERIMENTO

La domotica (*domus automatique = casa automatica*), è una disciplina progettuale che si occupa di integrare e far dialogare tra loro le funzioni tradizionali di automazione e di controllo degli impianti di un edificio con le funzioni innovative di comunicazione digitale. I sistemi domotici permettono all'utenza di programmare il funzionamento degli impianti secondo le proprie esigenze personali al fine di ottimizzare il comfort degli ambienti ed i consumi energetici.

**BACS e HBES** (tratto da *Bollettino Ufficiale della Regione Emilia Romagna* n. 126 del 30-09-10)

L'insieme dei dispositivi che consentono l'automazione degli impianti energetici e tecnici a servizio di un edificio si definiscono BACS (*Building Automation and Control System*) o HBES (*Home and Building Electronic System*). Tali sistemi sono suddivisi in quattro classi di prestazione, in relazione all'efficienza energetica conseguibile con la loro adozione.

Le Classi di prestazione dei sistemi BACS/HBES sono 4:

- Classe 0 (Non energy efficiency): comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazioni, non efficienti dal punto di vista energetico;
- Classe I (Standard): corrisponde agli impianti automatizzati con apparecchi di controllo tradizionali;
- Classe II (Advanced): comprende gli impianti controllati con un sistema di automazione bus (BACS/HBES), ma anche dotati di una gestione centralizzata e coordinata delle funzioni e dei singoli impianti (TBM);
- Classe III (high energy performance): come la Classe II, ma con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto.

**Dispositivi necessari al raggiungimento degli obiettivi richiesti** (tratto da BURERT n. 126/10)

#### 1. CONTROLLO RISCALDAMENTO

- 1.1 CONTROLLO DI EMISSIONE (Il sistema di controllo è installato in centrale o nel relativo ambiente)
  - Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione tra i regolatori e verso il SISTEMA-BUS
- 1.2 CONTROLLO DELLA TEMPERATURA ACQUA DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE (MANDATA O RITORNO)
  - Controllo della temperatura interna
- 1.3 CONTROLLO DELLE POMPE DI DISTRIBUZIONE (Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete di distribuzione)
  - Controllo pompa a velocità variabile con  $\Delta p$  costante
- 1.4 CONTROLLO INTERMITTENTE DELLA GENERAZIONE E/O DISTRIBUZIONE (Un solo regolatore può controllare diversi ambienti/zone aventi lo stesso profilo di occupazione)
  - Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato
- 1.5 CONTROLLO DEL GENERATORE
  - Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna
- 1.6 CONTROLLO SEQUENZIALE DI DIFFERENTI GENERATORI
  - Priorità basate sui carichi e sulle potenze dei generatori

#### 2. CONTROLLO RAFFRESCAMENTO

- 2.1 CONTROLLO DI EMISSIONE (Il sistema di controllo è installato in centrale o nel relativo ambiente)
  - Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione tra i regolatori e verso il SISTEMA-BUS
- 2.2 CONTROLLO TEMPERATURA ACQUA FREDDA NELLA RETE DISTRIBUZIONE (MANDATA O RITORNO)
  - Controllo della temperatura interna
- 2.3 CONTROLLO DELLE POMPE DI DISTRIBUZIONE (Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete di distribuzione)
  - Controllo pompa a velocità variabile con  $\Delta p$  costante
- 2.4 CONTROLLO INTERMITTENTE DELLA GENERAZIONE E/O DISTRIBUZIONE (Un solo regolatore

- può controllare diversi ambienti/zone aventi lo stesso profilo di occupazione)
- Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato
- 2.5 INTERBLOCCO TRA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO A LIVELLO DI EMISSIONE E/O DISTRIBUZIONE (Solo nel caso in cui siano presenti entrambi gli impianti)
- Parziale interblocco (dipende dal sistema di condizionamento HVAC)
- 2.6 CONTROLLO DEL GENERATORE
- Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna
- 2.7 CONTROLLO SEQUENZIALE DI DIFFERENTI GENERATORI
- Priorità basate sui carichi e sulle potenze dei generatori
3. CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO
- 3.1 CONTROLLO MANDATA ARIA IN AMBIENTE
- Controllo a tempo
- 3.2 CONTROLLO ARIA NELL'UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA
- Controllo On/Off a tempo
- 3.3 CONTROLLO SBRINAMENTO RECUPERATORE DI CALORE (SE PRESENTE)
- Con controllo di sbrinamento
- 3.4 CONTROLLO SURRISCALDAMENTO RECUPERATORE DI CALORE (SE PRESENTE)
- Con controllo di surriscaldamento
- 3.5 RAFFRESCAMENTO MECCANICO GRATUITO
- Raffrescamento gratuito (free cooling)
- 3.6 CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA
- Set point dipendente dalla temperatura esterna
- 3.7 CONTROLLO UMIDITÀ
- Controllo umidità dell'aria di mandata
4. CONTROLLO ILLUMINAZIONE
- 4.1 CONTROLLO PRESENZA
- Rilevamento presenza Auto-On/riduzione/Off
- 4.2 CONTROLLO LUCE DIURNA (Il sistema regola la luminosità delle lampade in base alla luce proveniente dall'esterno)
- Automatizzato
- 4.3 CONTROLLO SCHERMATURE SOLARI (ES TAPPARELLE, TENDE FACCIATE ATTIVE)
- Motorizzato con azionamento automatico
- 4.4 CONTROLLO CON SISTEMI DOMOTICI E DI AUTOMAZIONE DELL'EDIFICIO (HBA)
- Controllo centralizzato configurato per l'utente: es. programmi a tempo, valori di riferimento (set-point), etc.
- 4.5 GESTIONE IMPIANTI TECNICI DI EDIFICIO (TBM)
- Rilevamento guasti, diagnostica e fornitura del supporto tecnico.

#### Riferimenti bibliografici

-

#### Riferimenti normativi

**BURERT n. 126/2010**

**UNI EN 15232** Prestazione energetica degli edifici. Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici.

