

**REGIONE  
TOSCANA**



# **Manuale per l'edilizia sostenibile**

**La qualità energetico ambientale degli edifici in Toscana**

**SCHEDA PROGETTO N. 27 P.R.T.A. 2002-2003**

**AZIONE B.13 P.R.A.A. 2004-2006**

22 gennaio 2005

Giunta Regionale Toscana  
Direzione Generale della Presidenza  
Area di Coordinamento Programmazione e controllo.  
Settore Programmazione dello Sviluppo Sostenibile

# Capitolo 1 La qualità ambientale

## INDICE

INTRODUZIONE.....	3
PREMESSA.....	4
CONCETTO DI SOSTENIBILITA'.....	4
LO SVILUPPO.....	5
I RIFERIMENTI STORICI DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE.....	6
LA CONFERENZA DI RIO.....	7
<b>1. I CRITERI BASE DELLA ARCHITETTURA E DELLA COSTRUZIONE ECOLOGICA.....</b>	<b>11</b>
1.1.0 Ecosostenibilità del costruito.....	13
1.1.1 Bioecologicità del costruito.....	13
1.1.2 Sostenibilità sociale dell'edilizia.....	14
1.1.3 Il sito come elemento fondante dell'architettura sostenibile.....	15
1.1.4 Area di valutazione (1)- La qualità ambientale.....	15
1.2.0 Le Norme sul Paesaggio.....	20
1.3.0 Genius loci.....	22
Scheda 1.1 Comfort visivo/percettivo.....	24
Inquadramento della problematica.....	24
Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica.....	24
Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto.....	25
Scheda 1.2 Integrazione con il contesto.....	27
1. Inquadramento della problematica.....	27
2. Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica.....	27
3. Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto.....	28
1.4.0 La qualità ambientale e l'analisi del sito.....	29
1.4.1 La scheda di Analisi del Sito.....	29
1.4.2 Fattori ambientali.....	30
1.5.0 La Qualità Ambientale ed i fattori inquinanti esterni.....	41
Scheda 1.3 Inquinamento Atmosferico Locale.....	43
Inquadramento della problematica.....	43
Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto.....	45
Approfondimento della problematica.....	46
Scheda 1.4 Inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza.....	48
Inquadramento della problematica.....	48
Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica.....	49
Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto.....	50
Scheda 1.5 Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza.....	51
Inquadramento della problematica.....	51
Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica.....	51
Approfondimento della problematica.....	54
Scheda 1.6 Inquinamento acustico.....	56
Inquadramento della problematica.....	56
Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica.....	56
Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto.....	57
Scheda 1.7 Inquinamento del suolo.....	58
Inquadramento della problematica.....	58
Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica.....	59
Approfondimento della problematica.....	61
Scheda 1.8 : Inquinamento delle acque.....	63
Inquadramento della problematica.....	63
Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica.....	63
Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto.....	64

## Introduzione

Assenza di sostanze inquinanti, illuminazione naturale, isolamento acustico, riutilizzo delle acque piovane, materiali usati per la costruzione, consumi energetici: sono solo alcuni degli argomenti trattati dalle "Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana", che costituiscono un importante strumento messo a disposizione delle amministrazioni pubbliche che intendono impegnarsi per raggiungere l'obiettivo della diffusione della sostenibilità nel settore strategico della edilizia.

Questo lavoro è il primo importante risultato raggiunto dal governo regionale sul terreno della edilizia Sostenibile e deriva da un documento redatto da un gruppo di lavoro nazionale al quale hanno partecipato molte Regioni italiane, alcune delle quali stanno attualmente orientando le loro politiche di governo del territorio su un modello sostenibile.

Le "linee guida" rappresentano il primo strumento oggettivo di valutazione adottato in Italia da una amministrazione regionale e messo a disposizione degli Enti locali della Regione Toscana per consentire la verifica della ecoefficienza di un progetto edilizio.

Sono corredate dal presente "Manuale sulla Edilizia Sostenibile", che descriverà i principi della efficienza nell'abitare ed i comportamenti e le tecniche da attuare per diffondere in Toscana una cultura del costruire sostenibile e dall'"Elenco base dei materiali per l'Edilizia Sostenibile" descriverà i materiali da utilizzare nella formulazione di voci di capitolato per appaltare opere pubbliche e private di Edilizia sostenibile

I tre strumenti citati consentiranno agli Enti Locali interessati di attuare politiche edilizie ecoefficienti ed alla Regione di definire ulteriori azioni di indirizzo e di incentivo alla diffusione della Edilizia sostenibile potendo contare su un quadro di riferimento oggettivo e condiviso.

E' bene ricordare che in Italia i consumi energetici annuali del settore edile sono circa il 30% dei consumi complessivi nazionali e, in linea con i trend mondiali, sono responsabili di circa il 35% di emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera, in pratica, per questi aspetti, il settore dell'edilizia si colloca dopo i trasporti e prima del settore industriale.

Attualmente l'Italia è costretta a importare dall'estero circa il 17% dei consumi dell'energia elettrica totale ed è facile osservare come il pareggio del bilancio produzione – consumi potrebbe essere raggiunto anche attivando politiche rivolte al contenimento dei consumi energetici del settore civile

Le tecniche di Edilizia Sostenibile, applicate al patrimonio edilizio nuovo, ma anche a quello esistente, potranno consentire di operare risparmi dei consumi energetici ed idrici fino al 50% dei quantitativi attualmente assorbiti e quindi, nella ipotesi di una diffusione su scala nazionale, ridurre di circa il 17 % delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente.

Comunque la introduzione dei principi di sostenibilità nel settore delle costruzioni sul territorio toscano contribuirà al contenimento dei consumi energetici ed al raggiungimento degli obiettivi individuati dal Protocollo di Kyoto che prevede, per l'Italia nel 2010, una riduzione rispetto al 1990 del 6,5% delle proprie emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente.

**l'Assessore all'Ambiente  
della Regione Toscana  
dott. Tommaso Franci**

## Premessa

Questo Manuale per il costruire sostenibile nasce quale supporto alla predisposizione delle Linee Guida per la valutazione della qualità energetico-ambientale degli edifici in Toscana e individuano strategie progettuali da mettere in atto per il costruire sostenibile, oltre ad indicare tecnologie di riferimento per rendere tali strategie concretamente attuabili.

Esse contengono anche informazioni puntuali sui possibili indicatori di controllo del processo edilizio e sugli strumenti utili per rendere tali indicatori di controllo leggibili ed efficaci.

Le numerose tematiche cui il progettista, prima, il costruttore ed il gestore, poi, sono chiamati ad affrontare sono organizzate per aree di valutazione .

All'interno delle aree di valutazione le schede sono classificate e codificate in relazione alle *categorie di requisiti* e dai singoli *requisiti* da soddisfare.

Prima di entrare nel merito tecnico di questo manuale si ritiene però necessario contestualizzare questa scelta di indirizzo sull'edilizia sostenibile all'interno del più generale indirizzo della politiche Regionali relativamente allo Sviluppo Sostenibile.

### ***Il perché dell'edilizia sostenibile***

La "questione ambientale" è diventata negli ultimi anni sempre più presente all'interno degli atti di programmazione della Regione Toscana.

Le implicazioni anche di carattere strutturale oltre che normativo e di indirizzo sottese al passaggio dall'attuale modello di sviluppo centrato sul "Consumo" al nuovo paradigma della Sostenibilità sono molteplici ma tutte incentrate sul rispetto della naturale capacità di carico dell'ambiente.

Gli studi e le ricerche sulla "insostenibilità" dell'attuale modello di sviluppo hanno ormai radici remote e riteniamo utile evidenziarle in premessa a questo manuale per l'edilizia sostenibile per meglio individuare l'utilità di queste linee guida

### **CONCETTO DI SOSTENIBILITA'**

Questa nuova teorizzazione delle politiche ambientali è scaturita da alcune considerazioni ormai universalmente note, prima delle quali quella relativa ai limiti dello sviluppo, o meglio dei limiti all'uso delle risorse.

il concetto di **sostenibilità** può essere affiancato dal principio di **sostituibilità** di una risorsa o fra fattori di produzione. Quando di una risorsa è conosciuta la quantità disponibile, la sua eventuale capacità di riprodursi o ricrearsi, la quota che viene consumata, la quantità che rimane e il tempo entro il quale può esaurirsi, si può realizzare una affidabile valutazione circa la durata possibile di uso di questa risorsa.

Sulla base di queste semplici considerazioni il concetto di **sostenibilità** è quindi facilmente deducibile, si definisce infatti " **sostenibile la gestione di una risorsa se, nota la sua capacità di riproduzione, non si eccede nel suo sfruttamento oltre una determinata soglia.** "

Le risorse possono quindi essere classificate **naturali o artificiali** e a loro volta possono essere divise in **esauribili o rinnovabili**.

Le risorse minerarie sono ad esempio notoriamente limitate e quindi esauribili, la pesca e l'agricoltura hanno invece capacità di riprodursi e sono quindi rinnovabili, ma possono anch'esse esaurirsi se la capacità di sfruttamento fosse superiore alla capacità di riproduzione.

### **LO SVILUPPO**

Il consumo di risorse è direttamente legato alla capacità di consumarle, ovvero alla domanda che può essere soddisfatta e quindi è un tipico fattore di un mercato che viene valutato da un fattore molto noto : lo **sviluppo**.

Il concetto di sviluppo è strettamente legato alle scienze sociali e all'economia in particolare e con esso anche il concetto di crescita.

Per **crescita economica** si intende infatti l'incremento del Prodotto Interno Lordo (PIL), che misura la produzione di beni e servizi valutati ai prezzi di mercato. Sono state quindi definite teorie della crescita quelle che analizzano come un sistema economico cresce in termini di reddito.

Il concetto di **sviluppo**, secondo una più moderna concezione, integra invece nella crescita una serie di fattori non necessariamente economici, quali quelli sociali come la salute, l'istruzione, i diritti civili, ecc... in una concezione più ampia che potrebbe essere genericamente definita "**benessere**".

Questi concetti però sono entrati in crisi proprio quando ci si è resi conto che le risorse del pianeta non potevano essere sfruttate all'infinito, perché molte di loro si esaurivano e non avrebbero trovato una analoga sostituzione.

Il solo termine di "**sviluppo**" ha poi definitivamente perso di significato quando oltre alla **esauribilità** si è affiancato il problema degli effetti indesiderati dello sviluppo, ovvero dei

**prodotti di scarto** la cui produzione mette in discussione la sopravvivenza stessa dell'uomo sul pianeta.

Gli scarti del nostro sviluppo sono **i rifiuti**: urbani, industriali, reflui liquidi, le emissioni in atmosfera, ecc. sono cresciuti in maniera esponenziale fino a diventare con il tempo essi stessi un serio limite alle attività antropiche.

Questo problema fu percepito a partire dagli anni 50 e 60, e l'analisi si è evoluta attraverso numerose correnti di pensiero economico ed ambientale generalmente in aperto contrasto tra di loro.

Questa conflittualità fra una visione **"economicista"** della società che doveva comunque e sempre misurarsi con uno sviluppo basato sull'aumento di produzione, reddito e consumi, e una visione **"ambientalista o ecologista"** che invece poneva un limite allo sviluppo senza alternative, ha forse trovato una prima sintesi quando ai classici fattori di produzione, capitale e forza lavoro, è stato aggiunto il fattore ambientale.

### ***I RIFERIMENTI STORICI DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE.***

Probabilmente il primo documento di una certa rilevanza scientifica sul tema dello "Sviluppo Globale" e delle sue implicazioni è stato prodotto dal Club di Roma, struttura internazionale di ricerca non ufficiale voluta dall'economista italiano Aurelio Peccei e fondata nel 1968.

Il primo rapporto del Club di Roma (1972) intitolato "Limits to Growth" (i limiti dello sviluppo), aveva ad oggetto l'analisi delle implicazioni sull'ecosistema mondiale dovute al corrente modello di sviluppo e destò altissima eco in tutto il mondo a causa delle conclusioni a cui arrivava.

Il messaggio che scaturiva dal rapporto può essere sinteticamente espresso nella inderogabile necessità di passare dall'attuale modello di crescita basato sul consumo delle risorse ad un nuovo modello basato sull'equilibrio globale.

A fronte di un non passaggio in questa direzione, affermava il rapporto, ci sarebbe stata una vera e propria rottura dei limiti biofisici sui quali poggia la nostra stessa evoluzione con conseguenze drammatiche per l'intero pianeta.

Un altro importante documento scientifico sui limiti dello sviluppo è stato prodotto negli Stati Uniti e questo documento pubblicato nel 1980 dal Council on Environmental Quality e dal Dipartimento di Stato era intitolato "the global Report to the president", più comunemente conosciuto con il nome di "Global 2000".

Questo documento iniziava con la seguente affermazione: *"se continueranno le tendenze attuali, il mondo del 2000 sarà più popolato, più inquinato, meno stabile ecologicamente e più vulnerabile alla distruzione rispetto al mondo in cui ora viviamo. Le gravi difficoltà che*

*riguardano popolazione, risorse ed ambiente progrediscono visibilmente. Nonostante la maggiore produzione mondiale, sotto molti aspetti la popolazione mondiale sarà più povera in futuro di adesso. Per centinaia di migliaia di persone disperatamente povere, le prospettive di disponibilità di cibo e di altre necessità vitali non miglioreranno, per molti aspetti invece peggioreranno.*

*Salvo progressi rivoluzionari della tecnologia, la vita per la maggior parte delle persone sulla Terra sarà più precaria nel 2000 di adesso, a meno che le nazioni del mondo agiscano in maniera decisiva per modificare l'andamento attuale".*

La sintesi migliore del concetto di sviluppo sostenibile è quello elaborato e reso noto nel 1987 dalla **Commissione Brundtland** (dal nome del primo ministro norvegese Hans Gro Brundtland che fu incaricata dalle Nazioni Unite di studiare il problema) nel documento conosciuto come "**Our Common Future**".

In questo documento si enuncia che "**Lo sviluppo è sostenibile se soddisfa i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri**".

Questo concetto, di per sé molto semplice, racchiude invece la tesi della sostituibilità fra i fattori di produzione.

Tutti i parametri di valutazione di sostituibilità fra i fattori di produzione dovranno tenere conto della capacità minima di riproducibilità biologica di un ecosistema (capitale naturale critico) e della quantità di inquinamento che lo stesso ecosistema è in grado di sopportare (capacità di carico).

In altri termini è stato definito "**spazio ambientale**" la *quantità massima di risorse consumabili senza compromettere un ecosistema, ovvero il quantitativo di energia, acqua, territorio, materie prime non rinnovabili e legname che può essere usato in modo sostenibile.* .

Gli stessi principi appena esposti sono stati poi trasposti nel tempo, sviluppando il principio dell'uguale diritto, fra soggetti di una stessa generazione e fra diverse generazioni (equità infragenerazionale e intergenerazionale), all'accesso ad una certa risorsa (sia essa ambientale o meno) in un determinato spazio ambientale.

#### **LA CONFERENZA DI RIO**

Sulla base di questi principi nel 1992 le Nazioni Unite convocarono a Rio De Janeiro la Conferenza mondiale sull'ambiente e lo sviluppo che licenziò diversi importanti documenti, fra i

quali i più importanti sono la "**Convenzione di Rio**" e una relazione, denominata **Agenda XXI** contenente un programma di azione politico-programmatica in campo ambientale.

Vent'anni dopo la prima Conferenza di Stoccolma, con la partecipazione di ben 183 paesi, compresa la Russia del dopo "muro di Berlino", la Conferenza di Rio, nonostante la sua importanza che ne fa una tappa miliare nella storia della politica ambientale planetaria, non ha raggiunto l'obiettivo di trovare un indirizzo con impegni concreti e scadenze precise nel campo dei problemi globali.

Fra i temi principali erano infatti all'ordine del giorno il problema dell'ozono, delle piogge acide e dei cambiamenti climatici sostanzialmente dovuti al cosiddetto "effetto serra".

La internazionalità di questi problemi che dimostrano la globalizzazione degli effetti delle attività umane sul nostro pianeta, e la necessità di porvi rimedio rapidamente con azioni concordate, non ha permesso di produrre accordi pienamente condivisi, fatta eccezione per il protocollo sull'ozono che è entrato in vigore proprio a Rio nel 1992 dopo un lungo lavoro preparatorio passato prima per la Convenzione di Vienna del 1985 e poi per quella di Montreal del 1987,

In ogni caso Rio De Janeiro licenziò tre dichiarazioni di principi, un documento, un impegno solenne e furono sottoscritte due convenzioni.

1. La prima dichiarazione di principio fu la "**dichiarazione sull'ambiente e lo sviluppo**" che assegnava ad ogni stato il diritto sovrano di seguire proprie politiche nello sfruttamento delle risorse naturali, senza pregiudicare le esigenze delle generazioni future. Questo è il primo documento conseguente al lavoro della Commissione Brundtland relativo allo sviluppo sostenibile.
2. La seconda è la "**dichiarazione di principio sulle foreste**" che afferma l'impegno alla conservazione del patrimonio forestale da parte dei paesi in via di sviluppo, mentre i paesi sviluppati devono limitare le emissioni dannose e fornire assistenza ai paesi in via di sviluppo.
3. La terza dichiarazione riguarda il "**fondo mondiale per la protezione dell'ambiente**" o Global Environmental Facility (G.E.F.).

Il Fondo, creato nel novembre del 1990 in seno alla banca Mondiale, ha lo scopo di finanziare interventi in quattro aree:

1. riduzione delle emissioni dei gas serra ;

2. protezione delle biodiversità, intese come patrimonio genetico rappresentato da tutte le specie di flora e di fauna esistenti sulla terra e dei loro habitat ;
3. protezione dall'inquinamento delle acque internazionali ;
4. protezione dello strato di ozono.

Un altro documento importante licenziato a Rio è strettamente collegato con la Dichiarazione sull'Ambiente e lo Sviluppo, ovvero il **"DOCUMENTO DI ANALISI SULLO SVILUPPO SOSTENIBILE"** altrimenti definito **AGENDA 21** o del ventunesimo secolo.

A fronte di queste ed altre analisi ed indagini sullo stato di salute del nostro pianeta che la Comunità Scientifica internazionale a prodotto diversi Governi hanno stipulato convenzioni internazionali a favore dell'ambiente: l'Agenda 21 (1992), la Carta di Aalborg (1994), la Convenzione Habitat II della Conferenza Mondiale ONU di Istanbul (1996), il trattato sul clima (Kyoto 1998) tutte tese ad indirizzare l'attuale modello di sviluppo verso la sostenibilità.

Ma di fatto i richiami della Comunità internazionale ai principi della sostenibilità non producono da soli cambiamenti da parte dei cittadini, delle associazioni , degli imprenditori.

Ci vogliono da una parte leggi e pronunciamenti chiari che disincentivino le azioni e gli stili di vita dannosi per l'ecosistema e contemporaneamente azioni tese ad evidenziare la coerenza delle scelte fatte da parte delle Amministrazioni pubbliche relativamente alla sostenibilità.

Ma è ancora più necessario che vengano attivate iniziative che portino i cittadini a condividere le scelte di sostenibilità e a orientarne i comportamenti.

Tenendo quindi conto di come, relativamente all'edilizia, intesa non solo come attività edificatoria, ma relativamente alle fasi di produzione dei materiali da costruzione, utilizzo del territorio, costruzione, gestione ed uso degli edifici, le stime attuali, individuano come in questo comparto vengano concentrate dal 30% al 40% di tutte le risorse naturali ed energetiche dei paesi post-industriali.

Questa stima è quindi utile per rendere immediatamente percepibile come lo sviluppo sostenibile di un territorio non può prescindere dalla attenzione di questo settore e di come indirizzare il mondo del costruire e dell'abitare verso criteri di sostenibilità comporti un elevatissimo contributo al perseguimento degli obiettivi di sostenibilità.

Ci auguriamo quindi che questo manuale pensato in funzione di questo passaggio epocale possa produrre attenzioni, adesioni e realizzazioni capaci di incidere realmente e concretamente su questo importante settore di intervento.

Questo manuale è stato redatto dagli uffici della Giunta Regionale Toscana con la collaborazione dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura (INBAR) con l'obiettivo di approfondire i contenuti delle **Linee Guida per la valutazione della qualità energetico-ambientale degli edifici in Toscana** di cui alla Decisione di Giunta regionale n. 24 del 12.07.2004.

## **1. i criteri base della architettura e della costruzione ecologica**

L'armonia con l'ambiente e il benessere psicofisico dell'organismo umano sono i due valori che sostengono e sottendono la nozione di Architettura e di costruzione ecologica ed implicano che i requisiti di comfort, salute e sicurezza devono attuarsi in assoluta compatibilità con l'ambiente.

L'ambiente naturale è soggetto a continue trasformazioni provocate dalla costante interazione tra ambiente naturale ed ambiente antropizzato che, riceve e rimette materiali, risorse ed energia. La progettazione architettonica deve quindi garantire non solo le migliori condizioni di comfort psicofisico ai suoi utenti, ma anche la migliore interrelazione possibile tra l'edificio e il suo intorno ambientale.

Mentre l'habitat interno agli edifici costituisce uno specifico ecosistema determinato dalle relazioni tra gli ambiti umani, i servizi, gli impianti e i materiali costruttivi, l'edificio mette in rapporto le necessità dei suoi fruitori con l'ecosistema in cui si inserisce.

Edificio, città, ambiente antropizzato ed ambiente naturale devono costituire un anello interconnesso capace di assicurare qualità abitativa nel rispetto delle risorse ambientali, delle esigenze sociali, della storia e della qualità dei luoghi.

Nessuna corretta politica di sostenibilità può eludere il problema di rendere questo importante comparto meno avido e dissipatore di risorse ed è per questo che in tutti i paesi europei è in atto un profondo ripensamento culturale tendente a far recepire gli aspetti "ecologici" a questo importante settore.

Parlare di edilizia sostenibile da una parte può costituire il riferimento ad un modo di progettare e realizzare edifici in sintonia con l'ambiente, dall'altro può rappresentare il riferimento ad una modalità di progettazione che ripercorre il percorso ideativo e costitutivo della natura capace di evolversi proponendo sempre nuova vita all'interno del filo ininterrotto della sua storia evolutiva.

### **1.1 Le radici del progettare e costruire ambientalmente consapevole**

Il protocollo di certificazione di "Itaca" rappresenta il punto di partenza e di riferimento per queste linee guida; relativamente all'edilizia sostenibile nel protocollo di ITACA viene detto: "Senza avere la pretesa di esaurire ogni aspetto della bioedilizia, si è inteso perseguire l'obiettivo di redigere un'insieme di regole minime che consentano, alle Amministrazioni pubbliche, di effettuare scelte differenziate per incentivare la realizzazione di edifici che prefigurino un interesse collettivo attraverso la scelta di soluzioni maggiormente rispettose dei valori ambientali."

Lo strumento che si mette a disposizione degli Enti Locali e degli operatori del settore è costituito da un insieme di regole e di requisiti a carattere prestazionale che elencano, non solo i parametri caratteristici di un determinato aspetto (quali ad esempio l'isolamento termico,

ecc.), ma individuano soprattutto l'obiettivo finale che deve essere perseguito e che consiste in particolare nella riduzione dei consumi di energia al di sotto di una soglia predefinita.

Il risparmio energetico è uno dei principali obiettivi che ci si propone di perseguire vista la rilevanza economica ed ambientale che sta assumendo sempre di più in questi ultimi anni.

Naturalmente il campo relativo alla definizione e alla classificazione dei materiali eco compatibili, riveste certamente il maggior grado di difficoltà.

Se si possono ritenere certi alcuni parametri di nocività di una serie di sostanze (già oggetto di divieto o quanto meno di limitazione d'uso entro le soglie ritenute nocive), altrettanto non si può dire di altre sostanze o radiazioni ionizzanti (radon) il cui uso o esposizione è ancora in fase di studio.

Non si deve dimenticare come la limitazione d'uso o di esposizione ad alcune sostanze o radiazioni provenga a tutt'oggi unicamente da un insieme di esperienze il cui grado di nocività è stato determinato in modo empirico e di conseguenza si sia ritenuto, correttamente, di adottare parametri di esposizione aventi finalità cautelative, in attesa di una definizione certa ed inoppugnabile dei possibili effetti sull'ambiente o sull'essere umano.

E' il caso di ricordare che l'uso di prodotti o materiali ritenuti eco compatibili può causare, se utilizzati su larga scala, la depauperazione o la compromissione degli ambienti dai quali vengono prelevati. Quale sia però la soglia accettabile di sfruttamento è, ancor oggi, oggetto di discussione a livello mondiale: a questo proposito sono stati assunti parametri, dati e valori condivisi e sufficientemente cautelativi.

Presso il Gruppo di lavoro interregionale ITACA è attualmente in corso una attività di approfondimento delle problematiche relative ai materiali, l'attività è sviluppata avvalendosi della determinante consulenza di Environmental Park di Torino che ha sviluppato una significativa esperienza nel settore.

Proprio a causa della difficoltà di definire ambiti d'intervento e discipline a volte non ancora sufficientemente approfondite, il Gruppo di lavoro ha scelto di occuparsi esclusivamente di aspetti in possesso di requisiti di pubblica utilità e dotati di prerogative aventi certezza scientifica riconosciuta ai massimi livelli.

Quanto di seguito illustrato tende ad abbozzare una linea d'indirizzo per nuove azioni finalizzate al perseguimento degli obiettivi di tutela ambientale, sempre nel rispetto delle esigenze dei cittadini e più in particolare del loro sviluppo in armonia con il territorio".

Parlando di Edilizia sostenibile è importante tenere presenti quali sono le radici dell'Architettura "naturale" che, non sono diverse da quelle dell'Architettura solo che ne rappresentano un fondamento ambientalmente più consapevole, più legato alle necessità dell'oggi, al risolvere le problematiche di uno sviluppo che non ha saputo percepire i limiti della sua crescita e del suo impatto sul Pianeta.

E' possibile porre a base dell'edilizia sostenibile tre punti nodali e fondamentali la cui presenza e riferimento nel progetto deve essere dimostrata e testimoniata attraverso una definizione quantitativa e di prestazioni energetico-ambientali,

questi tre punti nodali sono:

- ***Ecosostenibilità del costruito***
- ***Bioecologicità del costruito***
- ***Sostenibilità sociale dell'edilizia*** .

Di seguito sommariamente si definiscono e si esplicitano in modo sintetico i punti sopra indicati.

### **1.1.0 Ecosostenibilità del costruito**

Per costruire un edificio è necessario movimentare ingenti quantità di materiali, energia e risorse naturali, è necessario ricoprire e modificare lo stato di un suolo, interagire con il paesaggio preesistente, sovrapporsi alle abitudini della gente di quel luogo, alla sua storia, alle sue necessità.

Dopo che l'edificio è stato costruito ha bisogno di essere ancora "alimentato", di utilizzare ancora risorse materiali ed energetiche, ha bisogno di un intorno ambientale che accolga i suoi rifiuti, li trasformi e se possibile li recuperi.

Dopo che l'edificio ha vissuto e quando viene deciso di rimuoverlo in tutto od in alcune sue parti è importanti che queste possano tornare all'ambiente in modo semplice e naturale per poter essere reinserite nell'ambiente naturale o essere immediatamente recuperate e/o riutilizzate.

L'attenzione all'uso delle risorse naturali, la chiusura dei cicli, l'utilizzare controllato delle risorse energetiche non rinnovabili, la naturalità dei processi, il sistema di relazioni che si sviluppo tra edificio e luogo, il conoscere, dirigere e rendere ecologici gli interscambi materiali, energetici e sociali determinati dal costruito può essere definita come l'ecosostenibilità del costruito.

E' possibile quindi dire che per ecosostenibilità del costruito si intende l'attenzione progettuale agli impatti fisici, biologici, storici ed ecologici che l'edificio determina.

Un edificio corretto dal punto di vista della ecosostenibilità è dunque un edificio che interagisce in modo positivo con il suo intorno ambientale e quindi non lo degrada e non lo impoverisce: sfrutta al meglio le risorse energetiche locali (architettura bioclimatica), usa materiali tendenzialmente rinnovabili e possibilmente di provenienza locale, modifica il meno possibile la distribuzione delle acque superficiali, interagisce positivamente con il suo contesto paesistico e sociale.

### **1.1.1 Bioecologicità del costruito**

Abituamente l'attenzione del progettista in materia di ecosostenibilità del costruito è finalizzata alla riduzione dell'impatto del costruito con il suo intorno ambientale, è necessario porre

attenzione anche a quanto accade dentro gli edifici relativamente alla bioecologicità dei materiali e degli arredi.

Dal punto di vista della bioecologicità è importante che il progettista si ponga correttamente il problema sul come si vive dentro gli edifici, su quali sono le condizioni di benessere psicofisico che vanno a determinarsi in uno spazio chiuso e confinato, quali i possibili impatti sulla salute determinati dalla presenza di elementi potenzialmente inquinanti: sostanze presenti nell'ambiente, onde sonore ed elettromagnetiche, da materiali, da un non corretto rapporto tra temperatura ed umidità, ecc. o, sulla psiche: forme, colori, vedute, rumore, ecc.

### **1.1.2 Sostenibilità sociale dell'edilizia**

Per sostenibilità sociale del costruito si intende la necessaria condivisione dei futuri fruitori di edilizia sulle scelte effettuate, sulla condivisione da parte dei portatori di interessi della necessità di rivisitare l'edilizia corrente, sulla partecipazione attiva degli Amministratori e dei Tecnici delle Amministrazioni alla modifica di prassi e strumenti tecnici consolidati.

Non vi può essere edilizia sostenibile se questa non viene promossa e resa efficace a partire dalla sua condivisione e conoscenza.

Anche in questo settore i principi ispiratori della promozione dello sviluppo sostenibile basati sui processi di programmazione concertata (Agenda 21) devono essere conosciuti ed applicati.

A fronte di un approccio tecnico-culturale che tiene conto quanto sopra evidenziato è necessario che il progetto riesca a documentare in modo analitico le migliori prestazioni energetico-ambientali è per questo motivo che sono state predisposte le schede tecniche allegate a questo Manuale che, per semplicità sono state raggruppate in sette principali aree di valutazione:

- 1) La Qualità Ambientale esterna**
- 2) Il Risparmio delle risorse Ambientali**
- 3) I Carichi ambientali: Il ciclo delle acque ed i suoi usi non potabili;**
- 4) Il benessere psicofisico nell'ambiente interno**
- 5) Qualità del servizio**
- 6) Qualità della gestione;**
- 7) La mobilità sostenibile**

Ciascuna di queste aree di valutazione affronta ed esplicita un particolare aspetto del costruire sostenibile, raggruppando ed evidenziando un aspetto specifico delle problematiche di cui è necessario tener conto per progettare e costruire in modo ambientalmente corretto e secondo l'accezione del costruire sostenibile prima descritta.

Di seguito quindi si entrerà nel merito di ciascuna area di valutazione e ci cercherà oltre che di specificare il significato di ciascuna area anche di esplodere e rendere evidenti i contenuti, le

problematiche, l'approccio sistemico e le modalità di compilazione e produzione delle singole schede.

E' evidente che la scelta delle aree di valutazione è una semplificazione delle complesse tematiche del settore ma è di fondamentale importanza che questo strumento sia di facile utilizzazione per garantire una effettiva diffusione in tutte le realtà locali.

### **1.1.3 Il sito come elemento fondante dell'architettura sostenibile**

una corretta ed esaustiva analisi dello stato dei luoghi. è base fondamentale di ogni progetto di edilizia sostenibile.

Il protocollo ITACA che è il risultato del lavoro del Gruppo interregionale in materia di Bioarchitettura, e che è stato preso a riferimento per la successiva elaborazione delle Linee Guida della Regione Toscana, prevede che l'unica scheda di valutazione obbligatoria da produrre preliminarmente ad ogni altro elaborato tecnico, sia proprio la scheda di analisi del sito.

Questa impostazione è stata pienamente condivisa e quindi confermata anche dalle Linee guida della Regione Toscana.

### **1.1.4 Area di valutazione (1)- La qualità ambientale**

#### **1.1.4.1 La qualità ambientale e gli aspetti storici e sociali**

*.....Occorre poi che l'architetto conosca la scienza medica, in considerazione delle zone determinate dall'inclinazione dell'asse terrestre (in greco Klimata), e delle proprietà dell'aria e dei luoghi, che possono essere salubri o malsani, e delle acque; se non si prendono in considerazione infatti questi elementi non è possibile costruire alcuna abitazione salubre.*

*Vitruvio libro I del De Architectura*

E' quindi determinante l'importanza che il luogo fisico assume nell'ambito del processo di pianificazione urbanistica e di progettazione edilizia.

L' "analisi del sito" è una fondamentale indagine conoscitiva preventiva che comporta una attenzione del progettista verso gli elementi ambientali e climatici che devono essere a base delle sue scelte progettuali.

Le qualità fisiche e climatiche di un luogo sono sempre e comunque da tener presenti e da valutare ma, per esprimere compiutamente un progetto di architettura sostenibile è necessario che il progettista tenga in conto anche altri aspetti immateriali del luogo fisico, quali: la sua storia, il contesto sociale, le caratteristiche primarie del paesaggio e questo soprattutto in una realtà territoriale quale quella Toscana da sempre caratterizzata da una scelta di rispetto e di ascolto delle preesistenti paesistiche ed antropiche e quindi alla storia e cultura dei luoghi.

#### **1.1.4.2 Il sito come elemento fondante dell'architettura sostenibile**

Dal punto di vista metodologico non è possibile realizzare interventi di edilizia sostenibile senza una profonda conoscenza delle caratteristiche del luogo in cui si ipotizza l'intervento.

Il sito risulta elemento fondamentale per costruire edifici sani ed in armonia con i luoghi.

Da sempre la scelta del sito per la edificazione di una nuova città è stata cosa importante.

In fase di progettazione si teneva conto del clima, delle risorse disponibili in loco, della qualità delle acque, della fertilità e qualità dei terreni, della facilità di scambi e vie di comunicazione e allo stesso modo per gli edifici in cui le caratteristiche tipologico costruttive erano legate al clima, citando ancora Vitruvio:

*"...Lo stile degli edifici dovrebbe essere diverso in Egitto e in Spagna, nel Ponto e a Roma e nei paesi e nelle regioni di diversa natura. Perché in una parte la terra è oppressa dal sole, in un'altra parte la terra è troppo lontana da esso, in un'altra ancora è ad una distanza moderata."*

Gli stessi materiali utilizzati, le fonti energetiche e i processi costruttivi derivavano dal luogo in cui si edificava; venivano sempre presi in considerazione l'uso di materiali locali per la facilità del loro reperimento, le fonti energetiche direttamente disponibili in loco indispensabili alla possibilità di sopravvivenza dell'insediamento stesso. Inoltre, i processi costruttivi erano di fondamentale importanza poiché nascevano come memoria di tecniche tramandate nel corso dei secoli e quindi sperimentate, adattate e migliorate, sempre e comunque rispettose del clima e dei luoghi.

Il costruire comportava sempre una profonda conoscenza del clima locale e l'adattamento regionale costituiva un principio essenziale dell'architettura. Il risultato che ne derivava era quello di architetture che appartenevano a quei luoghi, che coniugavano necessità climatiche a culture locali ad esigenze di tipo economico e funzionale: corretto orientamento, aperture dimensionate secondo l'esposizione, sistemi di ventilazione naturale, muri ad alta inerzia termica, ventilazione, riscaldamento e raffrescamento naturale, utilizzo del verde come elemento di mitigazione dei venti e del caldo, conoscenza del suolo e sottosuolo, conoscenza del percorso solare, dei venti, delle brezze, dell'umidità .

Parte di queste conoscenze riusciamo ancora oggi ad individuarle negli edifici storici come anche nelle architetture minori del passato quando il legame che univa l'uomo all'ambiente naturale era molto forte, e non vi erano le tecnologie sostitutive di una poco accurata progettazione.

Una corretta analisi di un sito permette quindi di "conoscere il luogo" sul piano geobiofisico, della sua memoria storica, di fatti e valori figurativi, che ne determinano la singolarità e l'unicità.

Spazio fisico, materiali, forme, luce, colori, suoni individuano una qualità estetica con la quale ogni organismo umano interagisce e non è mai spettatore passivo.

Il carattere interattivo tra individuo-ambiente, il ruolo dell'individuo come parte attiva di un processo cognitivo, di scambio di stimoli, impressioni, informazioni tra l'ambiente fisico circostante e le proprie esperienze individuali e soggettive elaborate, incidono direttamente sulle sue reazioni comportamentali e sul suo ..sentirsi bene, trovarsi a proprio agio, sentirsi a disagio o sentirsi fuori luogo.

Il benessere, nella sua vera accezione di star bene viene quindi condizionato sia da parametri fisici che dalle sensazioni individuali percettive e multisensoriali.

Questo ci fa comprendere come l'ambiente non sia un contenitore neutro: ....prima l'uomo plasma l'ambiente, poi ne viene plasmato.

Percepire la realtà che ci circonda significa anche leggere le sue forme, stabilire un rapporto di sintonia "emotiva" con esse o come afferma il biologo Rupert Sheldrake entrare in risonanza morfica, ossia in *"quel rapporto o processo per mezzo del quale le precedenti forme e le strutture di attività interagiscono con forme ed attività similari ."*

La "Forma" è definita da un contorno ed è la proprietà degli oggetti; essa si concretizza attraverso la luce; ciò che il più delle volte vediamo degli oggetti, infatti, sono i confini, i contorni, gli angoli, le aperture attraverso solidi muri, l'incontro di superfici.

La forma, percepita in modo consapevole o inconsapevole, produce effetti su di noi, così come ha effetti su di noi la sua linea di definizione; anche lievi modificazioni della forma possono indurre l'occhio ad un movimento più armonico di passaggio da una linea all'altra determinando una notevole differenza nella reazione che essa suscita in noi. Così le dolci dune del paesaggio senese con la varietà dei colori e delle sue sfumature, a secondo della luce e delle stagioni, interagiscono con lo spettatore stimolandone la memoria ed influenzandone lo stato d'animo.

Numerose quindi sono le esperienze che ciascuno di noi compie quotidianamente, con la luce e i colori.

Basti pensare alla sensazione emotiva che si prova quando, in una giornata di pioggia, all'improvviso compare il sole splendendo su qualche tratto di paesaggio rendendo così visibili e brillanti i colori.

La luce è fonte di vita per l'uomo, gli appartiene totalmente per cui egli difficilmente si sofferma a cercare di comprenderla sia come esperienza esteriore che interiore; eppure senza la luce non avremmo i colori, i toni, le sfumature e, qualsiasi oggetto, materia, forma e insieme verrebbe non percepito o percepito differentemente secondo l'intensità della stessa.

Per tutta la vita usiamo i colori come codici per interpretare quello che vediamo: un semaforo rosso una fermata obbligatoria; una ciliegia rossa un frutto maturo e pronto da mangiare: questa è la realtà che ci accompagna nel percorso quotidiano.

L'importanza, quindi, del colore nel rapporto uomo-ambiente è fondamentale, non è soltanto un fatto di linguistica, cioè di costruzione di un codice che possa essere usato in qualche modo dall'uomo ma, per la costruzione di un clima psicologico adatto alla funzione a cui è preposto il luogo stesso.

Qualsiasi colore produrrà determinati effetti psicologici legati a particolari associazioni culturali, ma anche effetti fisiologici dovuti alle sue caratteristiche fisiche, in quanto frequenza di un'onda elettromagnetica.

Differenti colori determinano quindi azioni differenziate e questi colori distribuiti nello spazio ambiente vengono a creare "un clima": mediante l'effetto luce, essi producono determinate stimolazioni sul sistema foto-ricettivo, per cui si innesca un sistema di processi, sia sul piano sensoriale, sia sul piano emozionale che, sul piano fisiologico, processi che ci permettono di vivere il luogo ....di sentire il luogo.... di star male o star bene .

#### **1.1.4.3 Paesaggio e paesaggio toscano**

*"Dentro di se ogni uomo è un architetto. Il primo passo verso l'architettura è costituito dal suo camminare nella natura. Egli vi disegna il proprio sentiero, come una scrittura sulla superficie terrestre"*

*(Sverre Fehn)*

Paesaggio è tutto ciò che percepiamo e che appare ai nostri sensi; non è solo la forma dell'ambiente riferita al suo aspetto fisico, naturale, storico, biologico; non è una sommatoria di singoli elementi: è un fenomeno complesso, un insieme stratificato di storia e cultura, un rapporto armonico di materia, forme, luce, colori, suoni, odori, vissuto .

Tutto è paesaggio: i territori agrari, i parchi, le campagne urbanizzate, le aree industriali, le masse urbane, i centri storici.

Il paesaggio risulta così un insieme di elementi naturali in evoluzione che si coniugano con l'intervento modificativo dell'uomo: una unione di naturale e culturale, in un processo metamorfico guidato per lo più dall'uomo e quindi spinto nelle sue trasformazioni da eventi storici, economici, culturali e sociali.

Il paesaggio toscano, all'osservatore odierno, sembra gradevolmente poco immutato nel tempo; ovunque è visibile un insieme armonico di forme collinari, valli, montagne, litorali e insediamenti urbani spesso protetti da mura .

Molteplici sono le sensazioni che suscitano il delicato equilibrio delle architetture dei resedi rurali e la varietà degli elementi tipologico-costruttivi delle case corte di Comano nella Lunigiana , di Radda in Chianti , di Petriolo nel senese, ecc.; l'acceso cromatismo dei tetti del rosso embrice dell'area fiorentina, le caratteristiche gronde, il variegato corredo di colori delle ondulate crete senesi, di volta in volta diversi a seconda della stagione; il carattere delicato delle quinte

collinari alternate dai cipressi che, a filari, descrivono sinuosi viottoli e stradine di campagna; il verde dei boschi e i crinali innevati; la mirabile complessità di forme dei centri storici esaltate dall'armonia dei vari elementi architettonici; il bianco candore delle Apuane, il verde azzurro del mare.

Pur restando affascinati dalla suggestione estetica trasmessa dai paesaggi della Toscana, bene culturale per eccellenza, se si analizza il processo storico – evolutivo del territorio, vediamo come non pochi siano stati i cambiamenti e le modificazioni apportati dall' intervento dell'uomo nel corso del tempo.

Ad una analisi approfondita, il basso Medioevo risulta aver avuto un ruolo determinante in questa opera di trasformazione in quanto si accentua la diversificazione tra la realtà urbana e la società montana nell'Appennino.

La nascita del rapporto di mezzadria e delle unità poderali, infatti, ridisegnano l'aspetto del paesaggio, in particolare nelle aree collinari, mentre a valle hanno un ruolo determinante le opere di regimazione idraulica che hanno modificato, a volte deviato e arginato il percorso dei fiumi in prossimità delle aree urbane: dall'attraversamento dell'Arno nella piana fiorentina, alle modificazioni del reticolo idrico superficiale e dei suoi affluenti, all' erosione delle aree di pertinenza fluviale, sacrificate in modo inconsapevole nei secoli recenti per un uso edilizio, frutto di una politica del territorio volta più al perseguimento di obiettivi economici che di consapevole mantenimento dell' equilibrio ecosistemico .

Gli interventi di bonifica di ampie zone paludose, dalla Val di Chiana ai paduli del Fucecchio fino alla Maremma, il disboscamento e la sostituzione, tra il settecento e l' ottocento, dei querceti con i castagneti e la massiccia piantumazione di ulivi e vitigni determinano nuovi assetti e sistemazioni che, oltre a modificare l'ecosistema ambientale, incidono sulla forma del paesaggio nel suo complesso e sull'aspetto percettivo globale.

Soltanto negli ultimi secoli si può ritenere che il paesaggio toscano non abbia subito grandi cambiamenti e, solamente in epoca recente, a seguito dello sviluppo industriale che ha portato nuova economia, specie in alcune aree della regione, sono avvenuti processi di trasformazione, pur sempre controllati e quasi sempre sufficientemente attenti ai luoghi.

E' importante sottolineare come il paesaggio sia una realtà complessa in cui accanto ad elementi emergenti trova spazio un mosaico di umili tessere, a volte modeste ed anche poco importanti se analizzate singolarmente, ma è dalle loro relazioni reciproche, rapporti e connessioni che si crea un organismo in cui ogni singolo elemento pur avendo un carattere individuale coopera alla vita dell' insieme inteso come unità.

*Accanto alla definizione fornita dall'ecologia (Di Fidio, 1991.),:*

*" il paesaggio viene considerato come ecosistema paesistico concreto ... di una sezione spaziale estesa a piacere della biosfera, che nel caso più semplice comprende solo atmosfera, litosfera ed idrosfera e negli altri casi è integrata da esseri viventi, fra cui l'uomo, e le sue opere; ... nella maggior parte dei casi, più che un vero e proprio ecosistema omogeneo, si tratta di un insieme di ecosistemi variamente collegati "*

possiamo oggi considerare che il paesaggio, nella sua realtà spaziale o come campo di percezioni risulta quindi essere l'elemento di connessione per comprendere e stimolare la "conoscenza/coscienza di un territorio", espressione concreta della molteplicità di relazioni tra uomo, natura, ecologia, storia e società.

Lo scopo delle presenti **Linee Guida per l'Edilizia Sostenibile** non è quello di considerare il paesaggio toscano in una visione di realtà "congelata", ma come una realtà in trasformazione attraverso un processo evolutivo in cui il costruito, ed il costruire, nel rispetto degli ecosistemi, convivano in una visione olistica e l'individuo ritrovi il proprio benessere in maniera armonica con i luoghi, tradizioni, storia e cultura.

### **1.2.0 Le Norme sul Paesaggio**

La normativa italiana in materia di paesaggio ha una storia istituzionale e civile piuttosto frammentaria; le prime leggi in materia di tutela paesistica vengono emanate nei primi anni del '900, ma il primo intervento sistematico del legislatore si ha solo nel 1939 con la Legge n° 1497 del 1939, e poi successivamente con la cosiddetta "Legge Galasso", Legge n° 431 del 1985.

Il concetto di paesaggio viene poi espresso nella Costituzione Repubblicana, all'art.9, che recita **"la Repubblica tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione"**.

Il D.Lgs 29 ottobre 1999 n. 490, Testo Unico, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 302 del 27 Dicembre 1999, raccoglie e coordina gran parte della normativa del settore.

Particolare rilievo assume la **"Convenzione Europea sul Paesaggio"** Firenze 20 Ottobre 2000, e il recente DISEGNO DI LEGGE del Consiglio dei Ministri n.173 dell'8 ottobre 2004 per la Ratifica ed Esecuzione della **Convenzione Europea sul Paesaggio** :

#### ***Gli Stati membri del Consiglio d'Europa, firmatari della presente Convenzione,***

*Considerando che il fine del Consiglio d'Europa è di realizzare un'unione più stretta fra i suoi membri, per salvaguardare e promuovere gli ideali e i principi che sono il loro patrimonio comune, e che tale fine è perseguito in particolare attraverso la conclusione di accordi nel campo economico e sociale;*

*Desiderosi di pervenire ad uno sviluppo sostenibile fondato su un rapporto equilibrato tra i bisogni sociali, l'attività economica e l'ambiente;*

*Constatando che il paesaggio svolge importanti funzioni di interesse generale, sul piano culturale, ecologico, ambientale e sociale e costituisce una risorsa favorevole all'attività economica, e che, se salvaguardato, gestito e pianificato in modo adeguato, può contribuire alla creazione di posti di lavoro;*

*Consapevoli del fatto che il paesaggio coopera all'elaborazione delle culture locali e rappresenta una componente fondamentale del patrimonio culturale e naturale dell'Europa, contribuendo così al benessere e alla soddisfazione degli esseri umani e al consolidamento dell'identità europea;*

*Riconoscendo che il paesaggio è in ogni luogo un elemento importante della qualità della vita delle popolazioni: 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;*

*Osservando che le evoluzioni delle tecniche di produzione agricola, forestale, industriale e pianificazione mineraria e delle prassi in materia di pianificazione territoriale, urbanistica, trasporti, reti, turismo e svaghi e, più generalmente, i cambiamenti economici mondiali continuano, in molti casi, ad accelerare le trasformazioni dei paesaggi;*

*Desiderando soddisfare gli auspici delle popolazioni di godere di un paesaggio di qualità e di svolgere un ruolo attivo nella sua trasformazione;*

*Persuasi che il paesaggio rappresenta un elemento chiave del benessere individuale e sociale, e che la sua salvaguardia, la sua gestione e la sua pianificazione comportano diritti e responsabilità per ciascun individuo;*

*Ai fini della presente Convenzione:*

***"Paesaggio"** designa 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;*

***"Politica del paesaggio"** designa la formulazione, da parte delle autorità pubbliche competenti, dei principi generali, delle strategie e degli orientamenti che consentano l'adozione di misure specifiche finalizzate a salvaguardare gestire e pianificare il paesaggio;*

***"Obiettivo di qualità paesaggistica"** designa la formulazione da parte delle autorità pubbliche competenti, per un determinato paesaggio, delle aspirazioni delle popolazioni per quanto riguarda le caratteristiche paesaggistiche del loro ambiente di vita;*

***"Salvaguardia dei paesaggi"** indica le azioni di conservazione e di mantenimento degli aspetti significativi o caratteristici di un paesaggio, giustificate dal suo valore di patrimonio derivante dalla sua configurazione naturale e/o dal tipo d'intervento umano;*

***"Gestione dei paesaggi"** indica le azioni volte, in una prospettiva di sviluppo sostenibile, a garantire il governo del paesaggio al fine di orientare e di armonizzare le sue trasformazioni provocate dai processi di sviluppo sociali, economici ed ambientali;*

***"Pianificazione dei paesaggi"** indica le azioni fortemente lungimiranti, volte alla valorizzazione, al ripristino o alla creazione di paesaggi.*

### 1.3.0 Genius loci

*"Quando una città affascina per un suo particolare carattere distintivo, in genere vuol dire che la maggior parte dei suoi edifici intrattengono un rapporto analogo con il cielo e con la terra: ossia sembrano esprimere una forma di vita comune, delle affinità nell'essere al mondo; ne nasce così un genius loci che consente l'identificazione umana."*

*Christian Norberg-Schulz*

Il Concetto di abitare, secondo Heidegger, sul linguaggio e l'estetica, è che l'abitare è lo scopo dell'architettura; "abitare" viene intesa come la capacità di riconoscersi in un ambiente, di identificarsi con esso, di orientarsi nell'ambiente; quindi abitare assume un significato profondo in quanto implica il riconoscimento del luogo nel suo significato più identificativo: quello del genius loci, ossia lo spirito del luogo.

La sua derivazione è latina ed il significato della parola *genius,ii,m*, viene in termini letterali così tradotto .... *generatore della vita, divinità che presiede alla nascita dell'uomo e lo accompagna nella vita partecipando alle gioie e ai dolori, e lo protegge come un nume tutelare con il quale si confonde e si identifica: Proteggeva anche la famiglia, i luoghi, le cose, la città, le proprietà ed ogni umana operazione.*

La concezione, quindi, che ogni luogo abbia il suo spirito guardiano, il suo *genius* che ne determini l'essenza, il proprio carattere distintivo, assume un significato sacrale.

Il rispetto, il riconoscere che la propria esistenza dipende dai luoghi in cui la stessa si sviluppa sia in senso fisico che psichico, il venire a patti con il genius in cui si deve operare, sono sempre stati considerati, in passato, elementi essenziali per poter intervenire in senso modificativo in ogni realtà naturale.

Oggi, questo termine, riferito ad un luogo, indica il carattere di un luogo, le suggestioni che esso produce, l'aria che vi si respira, qualche cosa di molto più profondo di una semplice ed astratta localizzazione;.....*Inspirare un luogo* ...assume il significato di percepire , sentire e vivere la sacralità di quel luogo, ossia essere pienamente radicati (fisicamente, mentalmente ed emotivamente) a quel determinato spazio; significa entrare in una rapporto sintonico vibrazionale con la sua essenza.

Questo perché il nostro vivere non ha a che fare solamente con una realtà concreta che l'uomo affronta quotidianamente, ma si misura con le emozioni che la stessa realtà suscita: ed è quindi la percezione di un insieme complesso fatto di relazioni e rapporti che ci permette di provare una sensazione di benessere o di malessere; Non a caso usiamo spesso il termine *essere in sintonia con i luoghi, oppure essere o sentirsi fuori luogo* .

Le schede con le quali è possibile, all'interno di queste linee guida, evidenziare le attenzioni ed i relativi input di progetto tesi a tener conto dei fattori ambientali presenti ed a prevenire aggressioni all'ambiente esterno generato dalla costruzione sono:

- ✓ **Scheda 1.1 - Comfort visivo-percettivo**
- ✓ **Scheda 1.2 – Integrazione con il contesto**

Di seguito per ciascuna scheda si rende evidente come questa debba essere interpretata, elaborata e documentata per giustificare l'assegnazione del punteggio a questa eventualmente attribuito.

## **Scheda 1.1 Comfort visivo/percettivo**

### **SPECIFICHE**

Categoria di requisito: COMFORT VISIVO

### **Inquadramento della problematica**

L'immagine ambientale è il prodotto di un'interazione tra l'osservatore e l'ambiente; da questa interazione nasce la sensazione di comfort ambientale o disagio .

Il *comfort ambientale* è "esperienza multisensoriale"; coinvolge tutti i nostri sensi che, partecipano in maniera attiva alla percezione del luogo e dell'ambiente in cui veniamo a trovarci e ad interagire con esso.

Da questo scambio di informazioni noi possiamo provare quella sensazione di benessere che ci fa amare il luogo, ci crea una condizione di tranquillità, piacere e disponibilità.

In particolare va analizzata la relazione individuo - ambiente e le influenze che il "luogo" con il suo costruito, con le sue forme, con le luci, i colori, i profumi e tutto ciò che può interessare l'aspetto percettivo nel suo complesso determina .

La percezione multisensoriale scaturisce da una serie di analisi sia legate agli aspetti :

- **cognitivi** (percezione, conoscenza, memoria, storia )
- **fisico - spaziali** ( spazio orientamento)
- **affettivi** (emozioni ambientali, senso di appartenenza.).

L'ambiente non è ,quindi, un contenitore neutro, ed è per questo che qualsiasi intervento che ne determina una sua modificazione deve essere attento e consapevole e volto al perseguimento del benessere dell'individuo.

*L'ambiente suggerisce distinzioni e relazioni, l'osservatore seleziona , organizza e attribuisce significati a cio' che vede .* (Kevin Lynch)

### **Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica**

L'Analisi di un ambiente esterno nel suo complesso è elemento fondamentale per poter stabilire metodologie d'intervento ed obiettivi in quanto occorre prendere in considerazione sia **parametri di tipo qualitativo legati agli aspetti percettivi che parametri fisici.**

Il Rilievo delle caratteristiche tipiche del territorio non deve essere valutato solamente sotto l'aspetto morfologico, ma anche attraverso il suo processo storico evolutivo e una corretta analisi dei caratteri percettivi del paesaggio naturale ed antropico.

Occorre prendere in considerazione

- materiali locali utilizzati in passato e i loro sistemi costruttivi e tecnologici;
- analisi del loro utilizzo nel contesto in cui si inserisce l'intervento;
- forme e tipologie edilizie caratteristiche di quell'area;

- orientamento e disponibilità di luce naturale, perché attraverso delle simulazioni in 3D dell' intervento proposto si possono evidenziare le parti in ombra o illuminate alle varie ore del giorno; e' per effetto della luce che colpisce la materia che si evidenzia poi l' intensità dei colori e le varie sfumature.

Sicuramente valutare il comfort visivo percettivo, significa operare in equilibrio armonico di forme e proporzioni in cui la luce e i materiali utilizzati giocano un ruolo importante: un edificio o un insieme di edifici che entrano in dissonanza con l'ambiente in cui vanno ad inserirsi, "urtano" direttamente la sensibilità di coloro che vivono quell'ambiente, quel luogo, quell'edificio, ma soprattutto le scelte devono creare quella continuità storica che lega l'individuo al luogo, alla sua memoria e alle sue radici:

Risulta pertanto opportuno

- Elaborare una planimetria dettagliata con indicazione di forme, proporzioni e caratteristiche superficiali dei materiali, di edifici e spazi esterni
- Evidenziare sulla stessa planimetria o in altra, le parti storiche e che costituiscono un tessuto, rispetto alla eventuale frammentarietà di interventi recenti ( se l'intervento ricade all' interno di aree che presentano tali caratteristiche)
- Simulazione degli effetti visivo - percettivi dell'intervento proposto (fotografie o applicativi di rendering 3-D)
- Predisposizione di rendering dell'intervento proposto dal quale siano desumibili soluzioni che investono la sfera della percezione multisensoriale
- Visualizzazione attraverso immagini grafiche, fotografiche o virtuali che evidenzino l'integrazione dell'intervento proposto al luogo, al contesto ambientale in cui l' intervento si inserisce, evidenziando eventuali interventi di ricucitura, se necessari, anche attraverso , percorsi, spazi di aggregazione,

## **Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto**

Gli spazi esterni fruibili, e la loro interazione con l'intorno, devono essere progettati in modo da garantire ottimali condizioni di comfort percettivo attraverso lo studio di parametri di tipo qualitativo, coinvolgenti l'intera gamma di ricettori sensoriali, diversi da quelli prettamente fisici (termici, acustici) già trattati in altre schede: oltre ai cinque sensi, il sistema ricettivo, responsabile dell'equilibrio e della corretta interazione tra spazio e movimento. Per quanto tale ambito sia prettamente legato a variabili di tipo soggettivo, è, tuttavia, possibile individuare alcune invarianti, comuni alla maggior parte degli utenti del mondo, e di quello occidentale, in particolare.

In tale ottica, e in estrema sintesi, le principali strategie progettuali attuabili al fine di ottimizzare la percezione complessiva integrata di un luogo o di uno spazio, si possono riassumere come segue;

- **Carattere morfologico dell'ambiente**

Le forme dell'intorno visivo, rispetto agli spazi di percorso e d'uso, devono essere tali da consentire l'identificazione degli spazi stessi con le caratteristiche d'utilizzo (ad esempio, protezione, tramite forme raccolte, convesse, per usi che richiedono privacy e relax; apertura, tramite forme ampie, concave, per usi più socializzanti e dinamici).

- **Caratteristiche superficiali e cromatiche dei materiali**

La natura e il colore dei materiali sono determinanti nel suscitare sensazioni nell'utente: un materiale metallico, ad alta riflettanza, produrrà sensazioni di eccitamento e, talvolta, di disorientamento, mentre materiali naturali, dai colori tenui (pastello), inducono sensazioni di rilassamento e benessere; Generalmente, i colori corrispondenti a lunghezze d'onda più corte (verso lo spettro del violetto) tendono a suscitare sensazioni di calma, mentre quelli ad onde più lunghe (verso lo spettro del rosso) inducono dinamismo.

- **Orientamento spazio-temporale**

La localizzazione e l'organizzazione dei percorsi deve essere tale da consentire all'utente di identificare, in modo chiaro, l'ingresso, i punti di passaggio (soglie) tra un micro ambiente ed un altro, i luoghi di sosta e di attività, e l'uscita;

La scelta e localizzazione di essenze vegetali ed elementi artificiali deve essere tale da stimolare la percezione della variazione temporale dello spazio, attraverso il mutare delle stagioni.

- **Stimolazione sensoriale**

Forme, colori, materiali devono tendere, comunque, negli spazi esterni, a garantire una stimolazione sensoriale attraverso la variabilità degli input percettivi (a differenza degli spazi confinati, che possono avere connotazioni più “stabili”, in quanto, generalmente, più specializzati e permanenti per condizione d’uso e di stato); tali stimoli possono avvenire attraverso:

- alternanza di colori “freddi” e colori “caldi”;
- alternanza di forme convesse e forme concave;
- alternanza di visuali “introverse”, focalizzate allo spazio d’attività, e visuali “estroverse”, rivolte ad ampi spazi aperti e fughe all’orizzonte;
- alternanza di “alto” e “basso”, tra spazi raccolti e spazi di dominazione visiva;
- stimolazione per variazioni progressive, di forma (visive, come nel caso di pareti in curva, rispetto a pareti complanari), di suoni (sorgenti e barriere) e di profumi (giardini dei sensi).

**1. Riferimenti normativi :** “Risoluzione del Parlamento Europeo sul Paesaggio”.

**2. Riferimenti tecnici:**

**3. Sinergie con altri requisiti:**

Scheda 1.2

Scheda 1.6 - Inquinamento acustico

## Scheda 1.2 **Integrazione con il contesto**

### **SPECIFICHE**

Categoria di requisito: INTORNO AMBIENTALE

Area di valutazione 1 Qualità ambientale esterna

#### **1. Inquadramento della problematica**

Integrare con il contesto presuppone la conoscenza e la riconoscibilità di un luogo, ossia occorre saperne cogliere la sua essenza, quella che viene definita come *carattere ambientale*. Una corretta analisi storica, culturale, sociale, morfologica, climatologica, della tradizione e cultura dei materiali locali, risulta conoscenza prioritaria per poter progettare in continuità ed omogeneità con gli elementi che compongono l'unità paesaggistica nel suo insieme e garantire quindi l'armonizzazione dell'intervento con i caratteri dell'ambiente naturale e le caratteristiche storiche e tipologiche dell'ambiente costruito nel quale il nuovo intervento va ad inserirsi.

L'architettura di un luogo rappresenta, insieme all'ambiente naturale in cui è inserita, parte integrante ed essenziale del "sistema" paesaggistico che caratterizza il luogo stesso.

Essa non è legata ad uno stile o ad una epoca storica particolare, ma si configura come quell'insieme di caratteristiche formali, compositive, tecnologiche, stilistiche, che si sono consolidate nel tempo e che caratterizzano la maggior parte degli edifici di quel luogo.

La valorizzazione di tale sistema paesaggistico, che rappresenta un obiettivo importante non solo per l'aspetto visivo, ma anche per quello ambientale in senso proprio, si concretizza mediante un corretto approccio metodologico basato sui seguenti criteri:

- Salvaguardia degli aspetti morfologici e strutturali che identificano e caratterizzano quel luogo secondo il *genius loci*.
- Recupero e ripristino di un equilibrio formale e strutturale, attraverso demolizioni, ricostruzioni e nuovi interventi, nel caso in cui il luogo abbia subito, nel tempo, modificazioni che ne hanno alterato la riconoscibilità in senso paesaggistico, e quindi modificato la sua essenza ed identità.
- Rivalorizzazione ambientale di luoghi degradati e architettonicamente indifferenziati, attraverso interventi di ricucitura, di ricreazione di un tessuto laddove esista frammentarietà, disgregazione e mancanza di struttura.

#### **2. Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica**

L'Analisi di un ambiente esterno nel suo complesso è elemento fondamentale per poter stabilire metodologie d'intervento ed obiettivi in quanto occorre prendere in considerazione sia parametri di tipo qualitativo legati agli aspetti percettivi che parametri fisici.

Il Rilievo delle caratteristiche tipiche del territorio non va valutato solamente sotto l'aspetto morfologico, ma anche attraverso il suo processo storico evolutivo e una corretta analisi dei caratteri percettivi del paesaggio naturale ed antropico.

Questo ci permetterà di fare una valutazione della situazione dell'insieme prima e dopo l'intervento ipotizzato.

Occorre prendere in considerazione

- materiali locali utilizzati in passato e i loro sistemi costruttivi e tecnologici.
- analisi del loro utilizzo nel contesto in cui si inserisce l'intervento
- forme e tipologie edilizie caratteristiche di quell'area.
- orientamento e disponibilità di luce naturale, perché attraverso delle simulazioni in 3D dell' intervento proposto si possono evidenziare le parti in ombra o illuminate alle varie ore del giorno; e' per effetto della luce che colpisce la materia che si evidenzia poi l' intensità dei colori e le varie sfumature.
- essenze arboree e vegetali autoctone ed individuazione di quelle che costituiscono un patrimonio monumentale.

### **3. Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto**

Strategie di riferimento:

Le caratteristiche morfologiche-costruttive e cromatico-materiche dell'intervento nel suo complesso (edifici e sistema di spazi aperti) devono dimostrare un buon adattamento all'ambiente (urbano, rurale o montano) in cui si inseriscono, attraverso l'adozione di:

- Configurazioni coerenti con le caratteristiche del luogo;
- Soluzioni che facilitino l'orientamento, rispetto alle coordinate geografiche ed orografiche, e la leggibilità delle caratteristiche geomorfologiche del luogo;
- Caratteri architettonici compatibili e coerenti con le regole "compositive" proprie del contesto;
- Caratteristiche spaziali planivolumetriche coerenti con la tipologia degli edifici tradizionali circostanti , con le forme del paesaggio naturale e con le forme di pregio architettonico del costruito esistente;
- Tutela dei caratteri, materiali e tecnologie costruttive locali nei nuovi interventi e mantenimento della tradizione sia di materiali storici che delle loro tecniche applicative negli interventi di recupero e ristrutturazione.
- Colori appropriati legati alla tradizione storica.

In particolare :

*Nei siti montani* o comunque al di fuori dei centri urbani, occorre individuare strategie per l'eliminazione dei possibili effetti negativi dell'inserimento di nuove costruzioni specialmente in contesti naturalistici, tramite la minimizzazione dell'impatto visivo-percettivo; questo si attua attraverso l' uso di materiali locali legati alla tradizione storica, e ad elementi tipologici caratteristici di quel luogo;

*Nei centri urbani* qualsiasi intervento che riguarderà il recupero degli edifici storici dovrà essere realizzato con materiali e tecniche costruttive che risultano compatibili con gli stessi utilizzati in origine per la sua costruzione ; L' intervento proposto dovrà tenere conto del *piano del colore* o comunque utilizzare colori legati alla tradizione storica.

*Nelle nuove edificazioni* occorrerà armonizzare forme, materiali, tipologie edilizie, con quelli che hanno costituito le caratteristiche di quel luogo nel suo processo storico evoluto.

## **1.4.0 La qualità ambientale e l'analisi del sito**

### **1.4.1 La scheda di Analisi del Sito**

Questa fondamentale indagine conoscitiva preventiva comporta e prevede la necessaria attenzione che il progettista deve assumere, nelle diverse fasi del suo lavoro, verso quegli elementi ambientali e climatici, propedeutiche e condizionanti le sue scelte progettuali rivolte verso un'edilizia ecoefficiente.

Le analisi da effettuare sono, nella maggior parte dei casi, estremamente semplici e spesso rimandano a specifiche normative vigenti la cui applicazione deve essere comunque rispettata. L'obiettivo che si intende perseguire è soprattutto quello di agevolare la progettazione di interventi ecoefficienti a seguito di ponderate valutazioni sulla realtà ambientale locale.

Con lo scopo di ottenere una progettazione edilizia efficace, è necessario porre in essere delle scelte progettuali appropriate, comunque finalizzate al contenimento delle risorse e nel rispetto dei vari aspetti di carattere ambientale.

L'analisi del sito, compiuta nella fase che precede la progettazione, comporta la ricerca delle informazioni più facilmente reperibili relative ai fattori climatici o agli agenti fisici caratteristici del luogo. La valutazione dell'impatto dell'opera sull'ambiente rimanda all'utilizzo delle fonti della pianificazione territoriale ed urbanistica sovraordinata o comunale esistenti, delle cartografie tematiche regionali e provinciali, dei dati forniti dai servizi dell'ARPAT, delle informazioni in possesso delle aziende per la gestione dei servizi a rete, ecc.

Le necessità connesse con l'edilizia sono infatti fortemente influenzate dall'ambiente, nel senso che gli "agenti fisici caratteristici del sito" (clima igrotermico e precipitazioni, disponibilità di risorse rinnovabili, disponibilità di luce naturale, clima acustico, campi elettromagnetici) determinano le esigenze e condizionano le soluzioni progettuali da adottare per il soddisfacimento dei corrispondenti requisiti.

Gli agenti fisici caratteristici del sito sono quindi elementi fortemente condizionanti le scelte morfologiche del progetto architettonico e comportano, nella fase della progettazione esecutiva, conseguenti valutazioni tecniche e tecnologiche adeguate: elementi attivi del luogo, essi sono a tutti gli effetti i dati assunti nella fase di progetto.

L'approfondimento di questi elementi specifici è necessario per consentire:

- ✓ l'uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche al fine di realizzare il benessere ambientale (igrotermico, visivo, acustico, ecc.);
- ✓ l'uso coscienzioso delle risorse idriche;
- ✓ il soddisfacimento delle esigenze di benessere, igiene e salute (disponibilità di luce naturale, clima acustico, campi elettromagnetici, accesso al sole, riparo dal vento, ecc.).

## 1.4.2 Fattori ambientali

I **fattori ambientali** sono invece elementi dell'ambiente che vengono influenzati dal progetto. Non sono pertanto dati di progetto ma piuttosto elementi di attenzione o elementi facenti parte dello studio di impatto ambientale (SIA) che eventualmente si rendesse necessario per l'opera da effettuare in funzione delle normative vigenti (come ad es. la qualità delle acque superficiali o il livello di inquinamento dell'aria).

La conoscenza dei fattori ambientali interagisce con i requisiti legati alla salvaguardia dell'ambiente durante tutto l'arco di vita dell'opera progettata e compiuta. I requisiti di salvaguardia ambientale sono raggruppabili in alcune categorie di seguito riportate:

- ✓ salvaguardia della salubrità dell'aria;
- ✓ salvaguardia delle risorse idriche;
- ✓ salvaguardia del suolo e del sottosuolo;
- ✓ salvaguardia del verde e del sistema del verde;
- ✓ salvaguardia delle risorse storico culturali.

Appare importante segnalare come, nell'iter progettuale, i requisiti legati alla salvaguardia dell'ambiente definiscano gli obiettivi di ecoefficienza del progetto: tali obiettivi, per essere raggiunti, devono basarsi sui dati ricavati da una specifica analisi del sito.

Gli "agenti fisici caratteristici del sito" condizionano invece le scelte di progetto e appaiono necessari per soddisfare i requisiti di eco-sostenibilità e di natura bioclimatica.

Per poter delineare un progetto dotato di caratteristiche di eco-compatibilità costituisce pertanto prerequisito non derogabile la redazione di una relazione tecnica che attesti l'avvenuta valutazione dei parametri ambientali significativi e caratteristici del luogo.

L'analisi potrà portare anche solo ad una valutazione di "non considerazione" del singolo elemento ma in ogni caso la scelta dovrà essere giustificata.

Valutabili di volta in volta, queste informazioni si dimostrano necessarie nella fase della progettazione e tendono al raggiungimento degli obiettivi inizialmente assunti.

### ***Verifica della disponibilità di fonti energetiche rinnovabili, di risorse rinnovabili o a basso consumo energetico***

Per soddisfare questo specifico aspetto deve essere verificata la possibilità di sfruttare fonti energetiche rinnovabili presenti in prossimità dell'area di intervento, al fine di produrre energia elettrica e termica in modo autonomo a copertura parziale o totale del fabbisogno energetico dell'organismo edilizio progettato (si vedano, ad esempio le fonti informative delle aziende di gestione dei servizi a rete, i dati a disposizione delle Camere di Commercio, ecc.).

In relazione alle specifiche scelte progettuali effettuate vanno valutate le potenziali possibilità di:

- sfruttamento dell'energia solare (termico/fotovoltaico) in relazione al clima ed alla disposizione del sito;
- sfruttamento dell'energia eolica in relazione alla disponibilità annuale di vento;
- sfruttamento di eventuali corsi d'acqua come forza elettromotrice;
- sfruttamento di biomasse (prodotte da processi agricoli o scarti di lavorazione del legno esistenti a livello locale) e biogas (nell'ambito di processi produttivi agricoli);
- possibilità di collegamento a reti di teleriscaldamento urbano esistenti;
- possibilità di installazione di nuovi sistemi di microgenerazione e teleriscaldamento.

A questo proposito risulterebbe utile un bilancio delle emissioni evitate di CO<sub>2</sub>, attraverso l'uso delle energie rinnovabili individuate ed utilizzate.

L'ambito di questa analisi dovrebbe quindi consentire la verifica delle possibilità di sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili. In altre parole, l'indagine dovrebbe fungere da stimolo per una verifica della vocazione del luogo all'uso di queste risorse alternative.

L'analisi può ridursi ad una ricognizione di dati desumibili dall'analisi del clima igrotermico (radiazione solare, numero medio di ore di soleggiamento giornaliero, ecc.), per valutare la possibilità di un eventuale sfruttamento dell'energia solare ed eolica. La presenza di corsi d'acqua sul sito potrebbe inoltre suggerire il loro utilizzo come forza elettromotrice mentre le possibilità di sfruttamento di biomasse e di biogas o l'eventuale installazione di sistemi di microgenerazione e teleriscaldamento dipendono rispettivamente dalla presenza o meno di attività agricole o di lavorazione del legno a livello locale e dalla presenza/assenza di reti di teleriscaldamento urbane esistenti.

Come si può intuire, questi dati appartengono più propriamente all'ambito di analisi dei fattori ambientali e sono agevolmente ricavabili dalle conoscenze acquisite sull'uso del territorio agricolo ed urbanizzato.

Questa verifica è rivolta evidentemente ad accertare se, in un intorno significativo, esistono delle risorse (siano esse energetiche, di materie prime o di Materie Prime Secondarie – MPS – derivanti cioè da processi di lavorazione) o materiali di rifiuto, che possono essere utilizzati, efficacemente e con profitto nell'opera che si intende realizzare.

### ***Scala di indagine***

Tra le difficoltà che emergono quando si devono eseguire delle indagini a carattere ambientale per poter effettuare le relative operazioni di verifica, c'è sicuramente la definizione del livello di approfondimento necessario per poter comprendere il più in dettaglio possibile i fenomeni fisici. In primo luogo è necessario ricordare che deve essere definito l'obiettivo che si vuole perseguire e ad esso rapportare la raccolta e la elaborazione dei dati.

Non ha senso, ad esempio, avvalersi di un'indagine pluviometrica effettuata per realizzare un'opera idraulica (argine, briglia, ecc.) per la definizione di quella che potrebbe essere la

disponibilità della risorsa acqua ai fini del contenimento del consumo della risorsa stessa. In tal caso avrà maggior senso considerare i valori medi mensili di un numero di anni significativo.

Ogni criterio, inoltre, ha la sua scala di indagine, in quanto da un lato esso deve essere rapportato, come detto, all'esigenza e dall'altro le fonti di informazione sono distribuite sul territorio in funzione dell'esigenza primaria per la quale sono state raccolte.

In un'area provinciale, ad esempio, le stazioni pluviometriche sono nell'ordine di alcune decine, mentre le stazioni anemometriche sono al massimo due o tre; questo in quanto l'informazione "pioggia" è utilizzata per svariate esigenze (fognarie, irrigue, per il dimensionamento di opere idrauliche, ecc.) mentre l'informazione "vento" è stata utilizzata sino a pochi anni fa unicamente per motivi aeronautici o di carattere meteorologico.

Ne risulta evidentemente che la disponibilità di dati influenza in ogni caso la significatività del risultato. Il progettista deve quindi definire l'area di indagine ed il relativo livello di approfondimento in funzione dell'opera che intende realizzare.

### **Metodologia di lavoro**

L'"Analisi del sito", effettuata nella fase iniziale della progettazione, comporta la ricognizione dei dati più facilmente reperibili, utilizzando, come accennato, le fonti della pianificazione urbanistica comunale o sovraordinata, le cartografie tematiche regionali e provinciali, i Servizi dell'ARPAT, i dati in possesso delle aziende per la gestione dei servizi a rete, ecc..

L'analisi potrà essere in genere limitata ad una semplice ricognizione di quanto reperibile dalle fonti sopra indicate, mentre per quei fattori climatici più direttamente in rapporto con le scelte effettuate dal progettista, l'analisi dovrà essere approfondita ad un livello tale da stabilire con attendibilità i parametri fisici utili alla progettazione relativa ai livelli e alle soluzioni indicate nelle schede di ciascun requisito.

L'analisi va sviluppata utilizzando le indicazioni allegare al Capitolo successivo, che svolgono la funzione di individuare i possibili argomenti e le tematiche che debbono essere prese in considerazione per favorire l'integrazione dell'edificio nel contesto ambientale e utilizzare le risorse disponibili nel migliore dei modi.

In ogni caso non deve essere dimenticato che la conoscenza dei luoghi e dei fenomeni ad essi connessi costituisce il miglior presupposto per lo sviluppo dell'ipotesi edilizia.

In conclusione l'analisi del sito, così come sviluppato nel presente capitolo, non deve considerarsi come elemento strettamente vincolante in quanto la verifica di alcuni parametri, potrebbe risultare ininfluenza al conferimento di maggiore identità alla realtà edilizia, senza aumentare la qualità dell'edificio ( e appesantendo unicamente la procedura). Di contro l'omissione di indagini significative potrebbe non consentire di ottenere risultati apprezzabili nella direzione della sostenibilità edilizia.

### ***Gli agenti fisici o fattori climatici caratteristici del sito***

Come accennato la parte maggiormente impegnativa dell'analisi del sito consiste nella raccolta delle informazioni e dei parametri ambientali che risultano, talvolta, di difficile reperibilità.

E' in tale contesto che sono state sviluppate le indicazioni riportate di seguito, sempre con l'intento di fornire un utile strumento di verifica all'analisi del sito. L'insieme delle considerazioni dovrebbero stimolare la ricerca, da parte del progettista, nell'individuazione di possibili soluzioni a problemi ambientali, mediante proposte ponderate, eseguite sulla base di elementi sufficientemente certi.

Si ribadisce pertanto che l'elenco che segue non ha carattere vincolante, mente è da considerarsi inderogabile una opportuna analisi dei diversi fattori fisici e climatici presenti nella realtà edilizia da progettarsi: questi diversi aspetti andrebbero verificati nel modo più approfondito possibile. Le informazioni di seguito riportate possono considerarsi quali linee guida per l'analisi del sito.

### ***Clima igrotermico e precipitazioni***

In primo luogo devono essere reperiti i dati relativi alla localizzazione geografica dell'area di intervento (latitudine, longitudine e altezza media sul livello del mare).

In secondo luogo vanno reperiti i dati climatici (si vedano ad esempio la norma UNI 10349, i dati del Servizio meteorologico dell'ARPA, le cartografie tecniche e tematiche regionali, ecc.) che possono essere così riassunti:

- andamento della temperatura dell'aria: massime, minime, medie, escursioni termiche;
- fenomeni di inversione termica;
- andamento della pressione parziale del vapore nell'aria;
- andamento della velocità e direzione del vento;
- piovosità media annuale e media mensile;
- andamento della irradiazione solare diretta e diffusa sul piano orizzontale;
- andamento della irradiazione solare per diversi orientamenti di una superficie;
- caratterizzazione delle ostruzioni alla radiazione solare (esterne o interne all'area/comparto oggetto di intervento).

I dati climatici disponibili presso i servizi meteorologici possono essere riferiti:

ad un particolare periodo temporale di rilievo dei dati;

ad un "anno tipo", definito su base deterministica attraverso medie matematiche di dati rilevati durante un periodo di osservazione adeguatamente lungo;

ad un "anno tipo probabile", definito a partire da dati rilevati durante un periodo di osservazione adeguatamente lungo e rielaborati con criteri probabilistici.

Gli elementi reperiti vanno adattati alla zona oggetto di analisi per tenere conto di elementi che possono influenzare la formazione di un microclima caratteristico conseguente a:

- topografia: altezza relativa, pendenza del terreno e suo orientamento, ostruzioni alla radiazione solare ed al vento, nei diversi orientamenti;
- relazione con l'acqua;
- relazione con la vegetazione;

- tipo di forma urbana, densità edilizia, altezza degli edifici, tipo di tessuto urbano (orientamento degli edifici nel lotto e rispetto alla viabilità, rapporto reciproco tra edifici, ecc.), previsioni urbanistiche.

Alcuni dati climatici possono risultare utili anche per l'analisi della disponibilità di luce naturale. L'analisi del clima igrotermico è forse quella che influenza maggiormente le scelte progettuali a scala edilizia e, come vedremo più avanti, con i dati ricavati da essa si possono fare valutazioni in merito alla luce naturale ed allo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili. I momenti che definiscono la metodologia di analisi del sito in relazione agli aspetti termoigrometrici e alla definizione del microclima locale possono essere i seguenti:

- raccolta dei dati climatici disponibili;
- adattamento dei dati climatici disponibili in relazione alla localizzazione geografica;
- analisi degli elementi significativi ambientali preesistenti che possono indurre delle modifiche al microclima;
- adattamento dei dati climatici disponibili in relazione agli elementi ambientali analizzati;
- definizione di dati climatici riassuntivi di progetto.

Una volta reperiti i dati climatici si dovrà cercare di adattarli alla zona oggetto di intervento, tenendo conto della diversa localizzazione geografica dell'area rispetto alla stazione climatica fonte dei dati e della presenza di elementi dell'ambiente che potenzialmente possono influenzare la formazione di un microclima caratteristico.

Tali elementi possono essere suddivisi in macroaspetti di cui si riporta di seguito una breve descrizione.

Gli aspetti legati alla topografia che possono influenzare in maniera più diretta il microclima sono:

- coordinate geografiche (ad es. latitudine e longitudine, Gauss-Boaga);
- altezza sul livello medio mare;
- pendenza del terreno e il suo orientamento;
- altezza relativa (con riferimento all'immediato intorno significativo);
- ostruzioni esterne nei diversi orientamenti.

Gli elementi legati alla topografia dell'area di intervento possono avere importanti azioni di interferenza nel clima. Ad esempio nelle zone di fondovalle si accumula aria fredda, più densa e normalmente più umida. Al contrario, nelle zone pianeggianti o sopraelevate l'esposizione al vento e alla radiazione solare risulta maggiore.

Le zone poste ad una quota più bassa risultano generalmente più fredde e umide nei periodi senza vento, a causa dell'accumulo di aria fredda e inquinata che aumenta i fenomeni di nebbia e foschia. La presenza di nebbia non permette l'accesso alla radiazione solare e impedisce all'aria a contatto con il terreno di riscaldarsi e quindi di salire innescando moti convettivi che

formano delle brezze. La pendenza e l'orientamento modificano la possibilità di soleggiamento del terreno e la relazione con i venti dominanti.

Le grandi masse d'acqua (laghi e mare) hanno la caratteristica di fungere da regolatori termici: la forte inerzia termica dell'acqua permette infatti di stabilizzare le temperature dell'aria. Tale effetto è molto marcato in prossimità del mare e tale influenza si mantiene se pur diminuendo, anche ad una certa distanza dalla costa.

L'inerzia termica è uno dei fattori che influenzano la formazione di brezze locali legate alle variazioni di temperatura che si verificano nel ciclo giornaliero (diurno e notturno). Queste brezze sono potenzialmente molto efficaci per il raffrescamento passivo durante la stagione calda. La presenza d'acqua è altresì un fattore che produce un aumento di umidità a ridosso della costa. Non va dimenticato inoltre che, se pure con un'intensità molto minore, anche quantitativi più esigui di acqua possono avere delle influenze sul microclima.

La relazione con la vegetazione e le proprietà termofisiche del terreno (notevolmente differenti a seconda che si consideri un terreno nudo, un terreno ricoperto di vegetazione, un terreno roccioso, una superficie artificiale come l'asfalto, ecc.) producono variazioni microclimatiche considerevoli nell'ambiente in cui sono presenti; tali proprietà provocano effetti sugli scambi termici tra terreno e atmosfera, ovvero sulla temperatura dell'aria, su quella radiante e sull'evaporazione – traspirazione, sull'umidità dell'aria, sulla quantità di radiazione solare diretta ricevuta dal suolo o dalle altre superfici, sulla dinamica dei venti e sulla qualità dell'aria.

Più in particolare:

- la presenza della vegetazione può rappresentare un'ostruzione esterna che scherma la radiazione solare e limita gli scambi radiativi verso la volta celeste;
- la presenza di aree a prato limita la quantità di radiazione riflessa e funge da regolazione delle temperature;
- l'effetto schermante, unito al fenomeno di evaporazione – traspirazione della vegetazione favorisce il raffrescamento passivo nella stagione calda, la vegetazione ha inoltre l'effetto di fungere da barriera del vento e di modificarne la direzione.

Nel caso di grandi masse arboree si ha inoltre la formazione di brezze notturne e mattutine simili a quelle delle zone costiere. La presenza di alberi a foglia caduca permette un contenimento della radiazione nella stagione calda e la possibilità di ottenere dei guadagni solari nella stagione fredda.

Gli aspetti relativi alla forma urbana che possono influenzare il microclima sono:

- tipo di forma urbana;
- densità;
- altezza relativa;
- tipo di tessuto urbano.

L'effetto climatico della forma urbana dipende in gran parte da come questa modifica il soleggiamento, ma risultano rilevanti anche gli effetti sul vento, sull'umidità e sulla capacità di accumulare calore.

I nuclei urbani di grandi dimensioni producono normalmente condizioni climatiche locali più estreme di quelle che si registrano in una zona non urbanizzata. Si può quindi affermare che una maggiore densità urbana produce un clima più secco, con temperature più alte e oscillanti, con meno vento e con un tasso di inquinamento più elevato che contribuisce a creare l'effetto serra. Il tipo di forma urbana influisce pesantemente sulla distribuzione del vento all'interno del tessuto urbano.

### ***Disponibilità di fonti energetiche rinnovabili o assimilabili***

Va verificata la possibilità di sfruttare fonti energetiche rinnovabili, presenti in prossimità dell'area di intervento, al fine di produrre energia elettrica e calore a copertura parziale o totale del fabbisogno energetico dell'organismo edilizio progettato (si vedano le fonti informative già evidenziate al punto 4.6.1 e le eventuali fonti disponibili delle aziende di gestione dei servizi a rete).

In relazione alla scelta progettuale vanno valutate le potenzialità di:

- sfruttamento dell'energia solare (termico/fotovoltaico) in relazione al clima ed alla disposizione del sito (vedi anche 4.6.1 e 4.6.3);
- sfruttamento energia eolica in relazione alla disponibilità annuale di vento (vedi anche 4.6.1);
- sfruttamento di eventuali corsi d'acqua come forza elettromotrice;
- sfruttamento di biomassa (prodotta da processi agricoli o scarti di lavorazione del legno a livello locale) e biogas (produzione di biogas inserita nell'ambito di processi produttivi agricoli);
- possibilità di collegamento a reti di teleriscaldamento urbane esistenti;
- possibilità di installazione di sistemi di microgenerazione e teleriscaldamento.

Si ritiene utile verificare la possibilità di predisporre un bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub> evitate attraverso l'uso di energie rinnovabili. Nell'ambito di quest'analisi deve essere in sostanza verificata la possibilità di sfruttare fonti energetiche rinnovabili, presenti in prossimità dell'area di intervento, al fine di produrre energia elettrica e termica a copertura parziale o totale del fabbisogno energetico dell'organismo edilizio progettato. Questa indagine deve quindi fornire gli strumenti per una convalida della vocazione del luogo all'uso di risorse energetiche alternative e a basso impatto ambientale.

### ***Fattori di rischio idrogeologico***

Nella realizzazione di un complesso edilizio non si può prescindere dall'effettuare una verifica legata alla sicurezza idrogeologica dell'area. Tali valutazioni di norma andrebbero effettuate a

livello di strumento urbanistico, il quale deve essere sempre accompagnato da una adeguata analisi geologica del territorio.

Non sempre però sono disponibili indicazioni che consentano una approfondita valutazione a livello di singolo edificio per cui si è ritenuto di riportare di seguito alcune considerazioni unicamente con lo scopo di informare il professionista rispetto a quali potrebbero essere i rischi da valutare. E' necessario innanzitutto osservare che la sicurezza del territorio è legata a due grandi macro aree di interesse: l'area della sicurezza idraulica e l'area della sicurezza geologica. Senza voler riportare di seguito tutte le previsioni della normativa vigente si è ritenuto di evidenziare che per l'area d'interesse idraulico devono essere presi in considerazione:

- la possibilità che corsi d'acqua adiacenti (con una probabilità o tempo di ritorno adeguato, di solito 100 anni) escano dal loro alveo naturale per interessare le realtà urbanizzate. Tale rischio viene spesso sottovalutato, come dimostrano i danni conseguenti alle esondazioni che frequentemente interessano il nostro paese;
- la vicinanza con la falda freatica che, oltre a costituire un elemento di aumento della accelerazione sismica, talvolta interessa i locali posti nei seminterrati. In tal caso è necessario acquisire la massima altezza storica della falda o valutarne, in assenza del dato, l'entità.

Nell'area di interesse geologico devono considerarsi invece:

- la possibilità che il sito sia interessato da fenomeni di caduta massi;
- la possibilità che il sito sia interessato da fenomeni franosi di ampia portata, di solito riportati negli strumenti urbanistici o negli studi di settore;
- la possibilità che i terreni di posa della fondazioni abbiano scarsa capacità portante;
- la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione delle sabbie in presenza di determinate condizioni di presenza d'acqua;
- il grado di sismicità della zona che, ai sensi della normativa, deve essere introdotto nel dimensionamento della strutture.

Infine si deve ricordare che esistono fenomeni a carattere geologico non sempre facilmente definibili. A questo proposito si suggerisce la consultazione di uno specialista, meglio se conoscitore dei luoghi, con una sufficiente esperienza in campo geologico.

### **Disponibilità di luce naturale**

A tal fine si propone venga valutata la disponibilità di luce naturale (punti a e b) e la visibilità del cielo attraverso le ostruzioni (punto c), mediante le analisi di seguito evidenziate:

a) valutazione del modello di cielo coperto standard CIE: per la determinazione dei livelli di illuminamento in un'area si definisce il modello di cielo (visto come sorgente di luce) caratteristico di quel luogo, determinando la distribuzione della luminanza della volta celeste

specifica del luogo (in assenza di quello specifico del sito si assume come riferimento il cielo standard della città nella quale si progetta);

b) valutazione del modello di cielo sereno in riferimento alla posizione del sole per alcuni periodi dell'anno (per esempio uno per la stagione fredda - gennaio, uno per la stagione calda - luglio): la posizione apparente del sole viene determinata attraverso la conoscenza di due angoli, azimutale e di altezza solare, variabili in funzione della latitudine e longitudine e consente di valutare la presenza dell'irraggiamento solare diretto, la sua disponibilità temporale nonché gli angoli di incidenza dei raggi solari sulla zona di analisi (raggi solari bassi o alti rispetto all'orizzonte).

c) valutazione della visibilità del cielo attraverso le ostruzioni esterne: l'analisi delle ostruzioni, già richiamata al punto 1 – "clima igrotermico e precipitazioni", riguarda:

- ostruzioni dovute all'orografia del terreno (terrapieni, rilevati stradali, colline, ecc.);
- ostruzioni dovute alla presenza del verde (alberi e vegetazione che si frappongono tra l'area ed il cielo), con oscuramento variabile in funzione della stagione (alberi sempreverdi o a foglia caduca);
- ostruzioni dovute alla presenza di edifici, esistenti o di futura realizzazione secondo la vigente pianificazione urbanistica generale o attuativa.

Nell'ambito di quest'analisi deve essere valutata sul sito la disponibilità di luce naturale e la visibilità del cielo dal luogo in cui si prevede di insediare l'intervento o in cui è situato l'edificio da recuperare.

Si tratta in questo caso di una valutazione soprattutto di tipo qualitativo e i dati sono facilmente desumibili da quelli ricavati dall'analisi del clima igrotermico, con la sola differenza che in questo caso l'accesso al sole ci interessa non per i suoi aspetti energetici, ma in riferimento all'illuminazione naturale.

Questa analisi serve per orientare le scelte sulla collocazione, orientamento, forma e distribuzione interna degli edifici che si andranno a progettare, in relazione con il verde esistente e di progetto e con il contesto urbano.

Per valutare la disponibilità di luce naturale del sito, sono dati fondamentali le caratteristiche dimensionali e morfologiche e le distanze, dalla zona oggetto di analisi, delle ostruzioni alla luce solare, esterne o interne alla stessa, che dipendono come già detto dagli aspetti topografici (presenza di terrapieni, colline, ecc.), urbani (presenza e caratteristiche degli edifici prossimi all'area di intervento) e del verde (presenza di essenze arboree sempreverdi o a foglia caduca).

Le ostruzioni condizionano infatti in modo significativo la disponibilità di luce naturale del sito, che deve essere valutata prendendo in considerazione la situazione di cielo coperto e di cielo sereno.

La valutazione della “visibilità del cielo” dal luogo di analisi può essere effettuata in diversi modi, tra i quali ne segnaliamo due in particolare:

- disegnando per un punto specifico all’interno del sito il “profilo dell’orizzonte” sul diagramma solare riferito alla latitudine del luogo per verificare quando il punto analizzato si trova in ombra a causa delle ostruzioni (il diagramma solare è la proiezione sul piano verticale o orizzontale del percorso apparente del sole nella volta celeste e da esso si possono ricavare l’azimut e l’altezza del sole per le diverse ore, nei diversi giorni dei mesi dell’anno in riferimento ad una data latitudine);
- realizzando le assonometrie solari, ovvero assonometrie di un modello tridimensionale del sito, in cui i punti di vista coincidono con la posizione del sole per alcune ore del giorno in una data specifica a quella latitudine.

La determinazione dei livelli di illuminamento presenti nell’area (derivanti dalla definizione della luminanza della volta celeste caratteristica di quel luogo) viene normalmente ottenuta facendo riferimento ai modelli di cielo standard, coperto e sereno, adattati all’area di analisi secondo la latitudine. Questi dati saranno comunque necessari in una fase successiva durante le verifiche progettuali sul livello di illuminamento minimo degli ambienti interni previste dalle norme.

Deve comunque considerarsi che il modello di cielo coperto standard CIE è stato però elaborato nel nord dell’Europa e, malgrado possa essere adattato in parte alle diverse latitudini, non corrisponde completamente alle caratteristiche dei nostri cieli.

Questo conferma, come già anticipato, che la valutazione da fare nell’ambito dell’analisi del sito è di tipo qualitativo, finalizzata ad orientare le scelte progettuali soprattutto considerando le caratteristiche proprie dell’area che, come abbiamo visto in precedenza, sono fortemente condizionate dalla presenza o meno di ostruzioni esterne ed interne al sito stesso e dalla tipologia.

### ***Clima acustico***

L’analisi del clima acustico, pur essendo stata inserita nell’analisi del sito, non prevede nulla di diverso da ciò che è comunque già contemplato dalle leggi vigenti in materia.

In sintesi, occorre in primo luogo valutare la classe acustica dell’area di intervento e quella delle aree adiacenti, reperendo la zonizzazione acustica del Comune (ai sensi della “Legge quadro sull’inquinamento acustico”, n. 447/1995 e dei relativi decreti attuativi e della normativa regionale vigente).

In secondo luogo sarà necessario procedere alla localizzazione e alla descrizione delle principali sorgenti di rumore (arterie stradali e ferroviarie, unità produttive, impianti di trattamento dell’aria, ecc.), che possono essere causa di inquinamento acustico tale da provocare il superamento dei livelli stabiliti dalla legge.

Qualora la situazione dovesse richiederlo, si può procedere a rilievi strumentali dei livelli di pressione sonora in alcuni punti significativi all'interno ed in prossimità dell'area e alla successiva valutazione previsionale della distribuzione planimetrica dei livelli sonori.

L'inserimento dell'analisi del clima acustico nell'ambito dell'analisi del sito serve soprattutto da stimolo, e vuole segnalare l'importanza che l'inquinamento acustico assume quale dato condizionante delle scelte progettuali.

### ***Campi elettromagnetici***

Il pericolo di esposizione ai campi elettrici e magnetici è un problema molto sentito in questi anni da parte della popolazione, per cui la presenza o meno di fonti di inquinamento di questo tipo condiziona comunque le scelte progettuali, anche in assenza di reali rischi per la salute. La percezione sociale del livello di pericolosità è comunque un dato che deve essere preso in considerazione nell'ambito del progetto ecosostenibile, allo stesso modo dei veri e propri casi di pericolo di inquinamento elettromagnetico.

L'analisi della presenza di campi elettromagnetici, si riduce spesso ad un rilievo a vista, sulla base di cartografia specifica indicante la presenza e la posizione di conduttori in tensione e ripetitori per la telefonia mobile o radio.

Solo nel caso di presenza di sorgenti ad una distanza dal sito inferiore a quella minima stabilita per legge (escludendo i casi in cui la norma prevede distanze minime inderogabili, a causa dell'estrema pericolosità di alcune sorgenti), sarà necessaria in seguito un'analisi più approfondita, volta ad indagare i livelli di esposizione al campo elettrico ed elettromagnetico degli utenti del progetto, con particolare riferimento ai limiti di legge (a tale proposito si vedano il DPCM 23 aprile 1992, la Legge 22 febbraio 2001 n. 46 e il DPCM 9 luglio 2003).

Più in particolare si deve rilevare come per un intorno di dimensioni opportune (sotto specificate) è necessario analizzare:

- se sono presenti conduttori in tensione (linee elettriche, cabine di trasformazione, ecc);
- se sono presenti ripetitori per la telefonia mobile o radio.

Nel caso di presenza di queste sorgenti sarà necessaria un'analisi più approfondita volta ad indagare i livelli di esposizione al campo elettrico ed elettromagnetico degli utenti del progetto con particolare riferimento ai limiti di legge.

In caso di presenza di sorgenti elettriche entro le distanze indicate sarà necessario valutare, attraverso prove sperimentali, i livelli del campo elettrico e magnetico attraverso misure in continuo in un periodo di 24 ore secondo quanto previsto dall'art. 5 del DPCM 9 luglio 2003 (Pubbl. GU 29 agosto 2003, n. 200).

Vista la facilità con cui il campo elettrico è schermato dall'involucro edilizio, sarà possibile limitare le misure alle aree ove è prevista una permanenza prolungata di persone all'esterno (giardini, cortili, terrazzi).

Nel caso di antenne per la telefonia mobile, dovranno essere presi in considerazione gli impianti ricadenti entro un raggio di 200 m. dall'area oggetto di intervento.

I rilievi di campo elettromagnetico andranno effettuati, secondo quanto previsto dal DM 381/98, per un arco di tempo significativo (almeno 24 ore) o in corrispondenza del periodo di maggior traffico telefonico.

### ***Realtà territoriali specifiche***

Il territorio nella sua accezione più ampia, è caratterizzato da diverse peculiarità tali che si è ritenuto di evidenziare come alcune realtà territoriali non possano essere prese in considerazione nel dettaglio in quanto riferite ad alcuni contesti specifici.

Appare evidente come l'esistenza di una particolare cava (ad es. di amianto) o la presenza di gas radioattivo Radon, non possono essere trattate o imposte a livello di tutto il territorio regionale.

Si tratta di casi molto particolari che dovrebbero, in ogni caso, essere oggetto di approfondita analisi. La presenza di una realtà territoriale, talvolta anche di origine antropica, che generi disturbo deve suggerire al progettista l'adozione di idonee soluzioni.

Appare pertanto necessaria un attento esame della zona raccogliendo informazioni dai residenti o dagli enti preposti alla tutela del territorio quali Regione, Provincia, Comune, Consorzi, ecc. Ci si deve inoltre porre il problema se nell'intorno del sito interessato dalla realtà edilizia di progetto sussistano delle fonti di sostanze inquinanti le quali, purtroppo, sono talvolta presenti sul territorio.

Tale necessità emerge dalla considerazione che soprattutto per la progettazione che si definisce eco-compatibile è necessario tener conto dello stato qualitativo delle risorse disponibili.

### ***1.5.0 La Qualità Ambientale ed i fattori inquinanti esterni***

Se da un lato l'analisi del sito individua e contestualizza le condizioni climatiche ed ambientali in cui si ipotizza l'intervento edilizio, contemporaneamente questi, una volta realizzato interagirà con il suo intorno ambientale creando una variazioni delle condizioni ambientali preesistenti.

Questa area di valutazione che, di fatto fa riferimento alla determinazione del grado di ecosostenibilità del costruito relativamente agli aspetti ambientali, è tesa quindi a verificare essenzialmente due aspetti:

il primo è relativo ad indicare in che modo e con quale strategia progettuale si è cercato di minimizzare i possibili fattori aggressivi già presenti in loco ed evidenziati dalla scheda di analisi del sito;

il secondo è relativo ad evidenziare ed individuare quali sono i possibili impatti che la nuova costruzione determina sul suo intorno ambientale, sempre in riferimento ai fattori ambientali presenti.

I fattori e gli agenti ambientali di cui si deve tener conto in questa area di valutazione sono:

- La Qualità dell'aria
- I Campi elettromagnetici
- la qualità acustica degli spazi esterni
- La qualità del suolo e la prevenzione del suo inquinamento
- La qualità delle acque e la prevenzione del suo inquinamento

Le schede con le quali è possibile evidenziare le attenzioni ed i relativi input di progetto tesi a tener conto dei fattori ambientali presenti ed a prevenire aggressioni all'ambiente esterno generato dalla costruzione sono:

- **Scheda 1.3 - Inquinamento atmosferico locale**
- **Scheda 1.4 - Inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza**
- **Scheda 1.5 - Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza**
- **Scheda 1.6 - Inquinamento acustico**
- **Scheda 1.7 - Inquinamento del suolo**
- **Scheda 1.8 - inquinamento delle acque**

Di seguito per ciascuna scheda si rende evidente come questa debba essere interpretata, elaborata e documentata per giustificare l'assegnazione del punteggio a questa eventualmente attribuito.

## Scheda 1.3 Inquinamento Atmosferico Locale

### SPECIFICHE

Categoria di requisito: *Qualità dell'Aria esterna*

### Inquadramento della problematica

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa italiana come "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze con qualità e caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo, ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; da alterare le risorse biologiche ed i beni materiali pubblici e privati".

Il Protocollo di Goteborg del 1999 definisce emissione "il rilascio in atmosfera di sostanze prodotte da fonti puntuali o diffuse".

Stando a queste definizioni le emissioni rappresentano quindi il "fattore di pressione" responsabile delle alterazioni della composizione dell'atmosfera e, di conseguenza, della qualità dell'aria, dell'inquinamento transfrontaliero a grande distanza, dei cambiamenti climatici ecc. ecc.

La qualità dell'atmosfera è valutata in funzione di alcuni indici principali stabiliti dal DM 60/02 per PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub> e benzene, e dalla Direttiva 2002/3/CE per O<sub>3</sub>.

La concentrazione degli inquinanti nell'aria viene espressa generalmente in µg/m<sup>3</sup>, ovvero microgrammi di sostanza per metro cubo di aria campionata, o mg/m<sup>3</sup>, ovvero milligrammi di sostanza per metro cubo di aria campionata.

<i>Inquinante</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore limite o di riferimento</i>
<b>Particolato PM<sub>10</sub></b>	µg/m <sup>3</sup>	<b>40</b> come media annuale [dal 2005] <b>50</b> come media di 24 ore (max 35 gg) [dal 2005]
<b>Biossido di zolfo SO<sub>2</sub></b>	µg/m <sup>3</sup>	<b>350</b> come media oraria (max 24 ore) [dal 2005] <b>125</b> come media di 24 ore (max 3 gg) [dal 2005] <b>20</b> come media annuale [dal 2001] per la protezione degli ecosistemi
<b>Monossido di carbonio CO</b>	mg/m <sup>3</sup>	<b>10</b> come media di 8 ore da non superare [dal 2005]
<b>Biossido di azoto NO<sub>2</sub></b>	µg/m <sup>3</sup>	<b>200</b> come media oraria (max 8 ore) [dal 2010] <b>40</b> come media annuale [dal 2010]
<b>Ossidi di azoto NO<sub>x</sub></b>	µg/m <sup>3</sup>	<b>30</b> come media annuale [dal 2001] per la protezione degli ecosistemi
<b>Ozono O<sub>3</sub></b>	µg/m <sup>3</sup>	<b>120</b> come media di 8 ore (max 25 gg) [dal 2010]
<b>Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	µg/m <sup>3</sup>	<b>5</b> come media annuale [dal 2010]

## 1. MODALITÀ E SUGGERIMENTI PER AFFRONTARE LA PROBLEMATICAZIONE

Le emissioni da traffico veicolare costituiscono il maggiore determinante dell'inquinamento atmosferico, in particolare riferito ai suoi tre inquinanti principali, ossia Benzene, particolato grossolano PM<sub>10</sub> ed Idrocarburi Poli Aromatici (IPA) dei quali viene misurato il suo più importante componente, ossia il Benzo[a]pirene (BaP). Tendenzialmente nei siti esposti alle emissioni di alti volumi di traffico o caratterizzati dalla presenza di transiti di ciclomotori, permangono superamenti dei limiti sia su base annuale che come frequenze di medie giornaliere relativamente al particolato PM<sub>10</sub>, al Benzene, all'Ozono (O<sub>3</sub>) e agli Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>).

Il Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) non desta più preoccupazione grazie all'utilizzo di combustibili più puliti e ad un minor contenuto di zolfo nel gasolio da riscaldamento; lo stesso Monossido di carbonio (CO) rientra ormai nei limiti anche nelle zone a più elevata esposizione alle emissioni da veicoli a motore.

Negli ultimi anni particolare attenzione viene rivolta all'impatto sulla salute dell'esposizione al particolato atmosferico in ambiente urbano a causa della sua rilevanza sanitaria, derivante dalla complessità della sua origine e composizione. Data l'elevata correlazione tra i diversi inquinanti presenti nell'atmosfera, il PM<sub>10</sub> può essere impiegato come un indicatore di alcuni altri agenti inquinanti, quali ad esempio CO e NO<sub>x</sub>, e le particelle a più piccola granulometria, che del resto lo costituiscono.

<i>Inquinante</i>	<i>Sorgenti in ambito urbano</i>
<b>Particolato PM<sub>10</sub></b>	Polveri: sostanza incombusta da motori diesel, da motori a due tempi (motocicli e ciclomotori) e da impianti di riscaldamento a combustibile liquido; combustione di legna, attività antropica generica, polveri di fondo naturale.
<b>Biossido di zolfo SO<sub>2</sub></b>	Impianti termici industriali e domestici alimentati con combustibili solidi e liquidi (carbone, olio e gasolio)
<b>Monossido di carbonio CO</b>	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori a due tempi)
<b>Biossido di azoto NO<sub>2</sub></b>	Veicoli diesel (medi e pesanti), auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), impianti termici industriali e domestici (prevalente origine secondaria, precursore NO)
<b>Ozono O<sub>3</sub></b>	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori a due tempi), veicoli diesel, lavorazioni industriali e artigianali (origine secondaria, precursori NO <sub>x</sub> , HC, altre sostanze organiche)
<b>Benzene C<sub>6</sub> H<sub>6</sub></b>	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori a due tempi)
<b>Benzo[a]Pirene BaP</b>	Veicoli diesel (medi e pesanti), ciclomotori e motocicli (motori a due tempi)

I dati disponibili per le emissioni in atmosfera sono attualmente quelli forniti dall'inventario IRSE 1995 (Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione). Tali dati sono stime e comprendono, per ciascun

inquinante, tutte le sorgenti, sia antropiche che naturali. Il numero di anni trascorsi dal rilevamento IRSE può comportare differenze notevoli fra i dati stimati IRSE e la situazione reale attuale.

La qualità dell'aria in Toscana viene controllata tramite un sistema di monitoraggio composto da reti provinciali pubbliche e da reti private. La gestione operativa delle stazioni pubbliche, al raccolta e la validazione dei dati rilevati è demandata al Centro Operativo Provinciale (COP), presente in ogni Dipartimento provinciale ARPAT. Alle reti provinciali pubbliche si aggiungono reti private, realizzate in prossimità di poli industriali e gestite dagli industriali stessi o dai dipartimenti ARPAT. Il rilevamento della qualità dell'aria viene effettuato in 9 capoluoghi di provincia (Arezzo, Firenze, Grosseto, Livorno, Lucca, Pisa, Pistoia, Siena) ricoprendo oltre il 50% della popolazione totale regionale.

Il bollettino quotidiano della qualità dell'aria è consultabile sul sito:

[http://www.arp.at.toscana.it/aria/ar\\_bollettino.html](http://www.arp.at.toscana.it/aria/ar_bollettino.html)

<b>Valutazione della qualità dell'aria</b>					
<b>inquinante</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>BUONA</b>	<b>ACCETTABILE</b>	<b>SCADENTE</b>	<b>PESSIMA</b>
<b>PM<sub>10</sub></b>	g/m <sup>3</sup>	<b>0-15</b>	<b>15-30</b>	<b>30-40</b>	<b>&gt; 40</b>
<b>Biossido di Zolfo</b>	g/m <sup>3</sup>	<b>0-50</b>	<b>51-125</b>	<b>126-250</b>	<b>&gt; 251</b>
<b>Biossido di Azoto</b>	g/m <sup>3</sup>	<b>0-50</b>	<b>51-200</b>	<b>201-400</b>	<b>&gt; 401</b>
<b>Polveri Totali</b>	g/m <sup>3</sup>	<b>0-40</b>	<b>41-60</b>	<b>61-150</b>	<b>&gt; 151</b>
<b>Monossido di Carbonio</b>	mg/m <sup>3</sup>	<b>0-2,5</b>	<b>2,6-5</b>	<b>16-30</b>	<b>&gt; 10</b>
<b>Ozono</b>	g/m <sup>3</sup>	<b>0-60</b>	<b>61-120</b>	<b>121-240</b>	<b>&gt; 241</b>
<b>Benzene</b>	g/m <sup>3</sup>	<b>0-2,5</b>	<b>2,6-5</b>	<b>6-10</b>	<b>&gt; 10</b>
<b>Fonte: Ministero dell'Ambiente</b>					

## **Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto**

Prima di affrontare strategie progettuali e tecnologie per la riduzione degli effetti di qualsiasi forma di inquinamento proveniente da fonti localizzate nell'intorno del sito occorre sviluppare un'attenta **analisi del sito**, in particolare rivolta all'individuazione dei parametri legati all'orografia, alla presenza di vegetazione e all'esame dei flussi ventilativi dovuti a venti o brezze negli spazi esterni, con previsione dei probabili moti convettivi dell'aria negli spazi esterni, delle zone in ombra di vento e dei flussi d'aria rallentati, oltre chiaramente all'individuazione delle caratteristiche e localizzazione delle fonti di inquinamento.

Di seguito possono essere raggruppate in tre tipologie di azioni, in ordine decrescente di efficacia:

1. criteri localizzativi;
2. riduzione delle fonti di inquinamento;
3. uso di barriere di protezione.

1. Tra i criteri localizzativi rientra l'individuazione degli spazi aperti sopra vento rispetto alle sorgenti inquinanti, degli spazi aperti lontano dai "canali" di scorrimento degli inquinanti (edifici orientati parallelamente alle correnti d'aria dominanti) e la disposizione degli edifici e gli elementi d'arredo degli spazi esterni, in modo tale da favorire l'allontanamento degli inquinanti, anziché il loro ristagno. Queste strategie

sono evidentemente percorribili solo nell'ambito di grandi lottizzazioni con ampia disponibilità di spazio per orientare i fabbricati secondo le esigenze di protezione dalle fonti di inquinamento.

2. La riduzione delle fonti di inquinamento all'interno del sito di progetto rappresenta una valida strategia di progetto che prevede una serie di azioni legate l'una all'altra:

- a) 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;
- b) massima estensione delle zone pedonali e ciclabili, queste ultime in sede propria;
- c) mantenimento di una distanza di sicurezza tra le sedi viarie interne all'insediamento, o perimetrali, e le aree destinate ad usi ricreativi;
- d) disposizione delle aree a parcheggio e delle strade interne all'insediamento, percorribili dalle automobili, in modo da minimizzare l'interazione con gli spazi esterni fruibili.

3. Di minore efficacia, anche se spesso rappresenta l'unica strategia percorribile per la limitatezza del sito d'intervento, è l'utilizzo delle aree perimetrali del sito come protezione dall'inquinamento, ad esempio creando rimodellamenti morfologici del terreno, a ridosso delle aree critiche, con introduzione di elementi naturali/artificiali con funzione di barriera ai flussi d'aria trasportanti sostanze inquinanti.

Ognuna di queste strategie aumenta la sua possibilità di riduzione degli effetti dell'inquinamento ambientale se si riesce a schermare i flussi d'aria, che si prevede possano trasportare sostanze inquinanti, con fasce vegetali disposte nelle aree perimetrali del sito e composte da specie arboree e arbustive efficaci nell'assorbire le sostanze stesse, mentre meno efficace risulta l'utilizzazione di barriere artificiali, con analoghe funzioni di schermatura.

La vegetazione, che ha un effetto assorbente gli inquinanti ambientali grazie all'azione fotosintetizzante, deve essere disposta in funzione di frangivento rispetto alla direzione dei venti prevalenti, in relazione alla fonte di inquinamento, con attenzione all'altezza dei materiali vegetali impiegati, alla loro specie, densità e forma. L'area interessata dalla riduzione dell'azione dei venti risulta dall'altezza della specie, che, agendo come barriera, riduce la velocità del vento nella zona sottovento per una estensione pari a circa 20 volte l'altezza della stessa barriera. La barriera più efficace è un ostacolo con circa un terzo di vuoti nella sua densità. Deve inoltre essere permeabile e quindi composto da specie sempreverdi per circa il 50% della sua costituzione e il 50% di specie caducifoglie.

La barriera sarà strutturata aggregando alberi con cespugli, che andranno ad occupare il corpo mediano localizzato tra un albero e l'altro, e con alla base un prato polifita, costituito da un maggior numero di specie leguminose per un migliore attecchimento delle essenze maggiori.

Allo stesso modo l'uso di linee d'acqua all'interno del lotto (realizzate con un meccanismo di ricircolo dell'acqua formato da tubi forati, da una vasca di accumulo, meglio se di acqua piovana, e da una pompa, magari alimentata da una piccolo pannello fotovoltaico), oltre a favorire fenomeni di raffrescamento estivo, garantiscono anche una pulizia e una rivitalizzazione dell'aria, precedentemente rallentata dalla presenza della vegetazione.

Particolare attenzione va rivolta alla disposizione dei filari di alberi in modo da non compromettere l'attraversamento dei raggi solari in inverno e l'incremento della circolazione delle brezze estive.

## **Approfondimento della problematica**

### *Riferimenti normativi:*

DECRETO LEGISLATIVO 21 maggio 2004, n.171, Attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici. (GU n. 165 del 16-7-2004)

### *Sinergie con altri requisiti:*

Scheda 1.5 - Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza

## **Effetti sull'uomo e sull'ambiente**

I risultati di un numerosi studi epidemiologici, replicati con elevata consistenza nei contesti urbani dei paesi industrializzati, evidenziano un aumento nel numero di decessi giornalieri per cause respiratorie e cardiovascolari associati ad incrementi unitari ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) di  $\text{PM}_{10}$  (polveri sospese di diametro  $< 10$  micron) e, negli studi recentemente pubblicati, anche di  $\text{PM}_{2,5}$  (polveri sospese di diametro  $< 2,5 \mu\text{m}$ ). Associazioni

sono state osservate anche per altri effetti acuti quali ospedalizzazione, episodi acuti negli asmatici ed altri effetti respiratori e cardiovascolari e per effetti cronici (mortalità e patologie respiratorie).

Come per le polveri sospese, numerosi studi evidenziano un'associazione tra la concentrazione giornaliera di Ozono, NO<sub>2</sub> ed SO<sub>2</sub> ed incrementi nella mortalità e nei ricoveri ospedalieri nello stesso giorno o nei giorni seguenti i valori di picco per questi inquinanti.

<b>Inquinante</b>	<b>Effetti sull'uomo</b>	<b>Effetti sull'ambiente</b>
<b>Particolato PM<sub>10</sub></b>	Pericolosità in funzione della composizione (eventuale presenza di sostanze dannose) e delle dimensioni medie delle particelle: danni all'apparato respiratorio (infiammazioni e tumori)	Danni alla composizione chimica dei materiali: possono veicolare metalli pesanti, idrocarburi incombusti ed idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
<b>Biossido di zolfo SO<sub>2</sub></b>	Molto solubile, effetti irritanti sul tratto superiore dell'apparato respiratorio e sulle mucose degli occhi. In persone con asma o atopia la risposta broncostrittiva può essere 10 volte più intensa che in soggetti sani.	Necrosi delle foglie; blocco del meccanismo di produzione della clorofilla; influenza negativa sullo sviluppo e sulla produttività delle piante. Principale responsabile delle piogge acide.
<b>Monossido di carbonio CO</b>	Inibizione della ossigenazione delle cellule del corpo: l'esposizione al monossido di carbonio può causare danni al sistema nervoso centrale.	Diminuzione (per inibizione dei cicli enzimatici) delle capacità dei batteri di fornire azoto alle piante in forma assimilabile (fissazione dell'azoto)
<b>Biossido di azoto NO<sub>2</sub></b>	Irritante delle vie respiratorie e, come per l'SO <sub>2</sub> , i soggetti asmatici sono molto più suscettibili dei soggetti sani ad una risposta di tipo broncostrittivo	Danni alla vegetazione: necrosi delle foglie e diminuzione della velocità di fotosintesi. Contribuisce allo smog fotochimico e alle piogge acide.
<b>Ozono O<sub>3</sub></b>	Esposizioni ripetute ad ozono possono causare danni permanenti all'apparato respiratorio. Anche a basse concentrazioni è associato all'insorgenza di diversi sintomi, quali dolori toracici, tosse, nausea, irritazione della gola e congestioni. Induce un peggioramento clinico di bronchiti, di malattie cardiache, dell'enfisema e dell'asma, e riduce la capacità polmonare.	Necrosi delle cellule delle piante con riduzione della produzione di frutti e fiori. L'ozono provoca macchie bianche o piccoli necrosi sulla superficie inferiore delle foglie
<b>Benzene C<sub>6</sub> H<sub>6</sub></b>	Azione tossica sul midollo osseo e sul sistema nervoso centrale. Cancerogenicità riconosciuta sulla base delle conclusioni dello IARC di Lione e della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale (1995), che ha stimato che da 17 a 246 casi di leucemia all'anno nei prossimi 75 anni sarebbero attribuibili all'esposizione a concentrazioni medie annuali tra 19 e 35 µg/m <sup>3</sup> di benzene generato dalle emissioni veicolari.	
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</b> <b>Benzo[a]Pirene BaP</b>	Aumento di rischio per tumore del polmone come effetto a lungo termine dell'esposizione ad IPA. La IARC (1987) ha classificato il Benzo[a]Pirene (BaP) e altri due IPA come cancerogeni probabili per l'uomo (categoria 2A), ed altri nove idrocarburi policiclici aromatici come possibili cancerogeni (categoria 2B). In Italia, la CCTN ha stimato che, a concentrazioni medie outdoor di 0,1-2 ng/m <sup>3</sup> di BaP, sarebbe attribuibile un numero di casi di tumore polmonare compreso tra 1 e 35 all'anno, per i prossimi 75 anni.	

**Riferimenti normativi:**

DECRETO LEGISLATIVO 21 maggio 2004, n.171, Attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici. (GU n. 165 del 16-7-2004)

**Sinergie con altri requisiti:**

- Scheda 1.5 - Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza

## **Scheda 1.4 Inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza**

### **SPECIFICHE**

Categoria di requisito:

### **Inquadramento della problematica**

Per i campi elettromagnetici a frequenze più basse di 3000 Hz (in letteratura le ELF sono ristrette a frequenze comprese tra 0 e 3000 hertz) la componente elettrica è praticamente indipendente dalla componente magnetica, a differenza di quando accade in un'onda elettromagnetica classica. Per esempio, vicino agli elettrodotti, il campo elettrico dipende essenzialmente dal voltaggio della linea, mentre il campo magnetico è dovuto essenzialmente alla corrente che fluisce nei cavi e varia con essa.

Nel caso di esposizioni a campi e.m. (CEM) che provocano danni alla salute dell'uomo, vengono indicati, ai fini della protezione:

1. *limiti di esposizione*: valore di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti;
2. *valori di attenzione* (o di cautela): valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Questi costituiscono una misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
3. *obiettivi di qualità*: valori di CEM da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, mediante l'uso di nuove tecnologie e metodi di risanamento. Sono finalizzati a minimizzare l'esposizione per la protezione da effetti di lungo periodo.

Nella normativa nazionale relativa alle esposizioni ELF a 50 Hz (D.p.c.m. 08.07.03) sono fissati come limite di esposizione **5 kV/m** (kilo volt per metro) di campo Elettrico "E" e **100 µT** (microtesla) di campo Magnetico "H", in quanto si riferisce ad esposizioni inferiori a 4 ore di permanenza, ed il valore di **10 µT** (media nelle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio della linea) che dovrebbe essere invece un valore di attenzione in quanto si riferisce a luoghi in cui la popolazione soggiorna per una parte significativa della giornata. In particolare per gli elettrodotti è stato indicato anche come obiettivo di qualità il valore di **3 µT**, da rispettare nella progettazione di nuovi elettrodotti. Per gli elettrodotti esistenti questo limite deve essere raggiunto nei tempi e nei modi stabiliti nei piani di risanamento, prevedendo tra le priorità le aree gioco per l'infanzia e cominciando ad intervenire nelle situazioni caratterizzate dai maggiori livelli di esposizione e in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di 4 ore al giorno.

Nello stesso D.p.c.m. sono eliminati i limiti per le distanze di fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporti tempi di permanenza prolungati, rispetto alle linee elettriche aeree esterne, presenti invece nel precedente D.p.c.m. 23.04.92, lasciando di fatto, per gli Enti erogatori, solo l'osservanza dei limiti di esposizione.

In realtà, se si tiene conto dei risultati delle ricerche epidemiologiche relative all'incidenza di leucemie infantili in popolazioni esposte a basse dosi (0,2 µT) di ELF, secondo l'autorevole parere dell'Istituto Superiore di Sanità di Roma, i limiti di esposizione fissati dal D.p.c.m. (100, 10 e 3 µT) non rivestono alcun significato preventivo riguardo alla patologia neoplastica, e vanno riferiti solo agli effetti acuti dell'esposizione. Posizione questa ribadita in una recente sentenza del Tribunale di Modena (n. 1430/2004): "... può affermarsi che in base alle risultanze di causa, nel caso di campi elettromagnetici [generati da elettrodotti, NdA], secondo la migliore scienza ed esperienza del momento storico, un danno alla salute sia conseguenza certa o altamente probabile del superamento della soglia di 0,4 µT. Inoltre, le immissioni di onde e.m. prodotte da un elettrodotto sono da ritenere nocive per la salute (e, quindi, intollerabili ai sensi dell'art. 844 C.c.) quando superano il parametro di 0,2 T di campo magnetico (dato che a 0,4 µT inizia la fascia di danno), e il livello massimo di esposizione il parametro di 1,4 µT, per i rischi che comportano per la salute umana, con particolare riferimento a bambini ed adulti in gravidanza." Non è affatto confortante che una materia così importante per la nostra salute sia stata regolamentata unicamente per soddisfare esigenze di carattere economico non considerando affatto i numerosi studi pubblicati in riguardo.

Il rispetto dei limiti previsti dalla normativa nazionale deve essere dunque considerato un requisito minimo cui va affiancato l'obiettivo di una riduzione dell'esposizione al di sotto di **0,2 µT** (limite di esposizione da non superare) tendendo ad un limite di **0,01 µT** come obiettivo di qualità per il campo magnetico alternato prodotto da correnti alternate causate da elettrodotti, cabine di trasformazione, apparecchiature, cavi impianti elettrici e utilizzatori.

## Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica

Il *Principio di Precauzione* costituisce oggi il principio chiave in tema di inquinamento elettromagnetico perché per la prima volta si abbandona il principio degli effetti accertati e lo si sostituisce, proprio in materia di inquinamento elettromagnetico, con un principio che impone l'adozione di misure attive di cautela preventiva, indipendentemente dal loro costo economico, e fin dai primi atti fondamentali, in relazione ai progetti e alle opere da realizzare (Raccomandazione dell'O.M.S. del 28.03.2000).

Tutti i conduttori di alimentazione elettrica, dagli elettrodotti ad alta tensione fino ai cavi degli elettrodomestici, producono campi elettrici e magnetici dello stesso tipo. La loro frequenza è sempre 50 Hz: essendo indipendenti a questa frequenza il campo elettrico e quello magnetico, è possibile trovare molto alto il campo elettrico e assente quello magnetico o viceversa.

Il campo magnetico prodotto dagli impianti elettrici è poco attenuato da quasi tutti gli ostacoli normalmente presenti, per cui la sua intensità si riduce soltanto al crescere della distanza dalla sorgente. Per questo motivo gli elettrodotti possono essere causa di un'esposizione intensa e prolungata di coloro che abitano in edifici vicini alla linea elettrica.

I campi magnetici alternati attorno al conduttore di una linea ad alta tensione, originati in genere da una corrente di 1.000 A (ampere) per ciascuna coppia di cavi, sono, a causa delle grandi distanze dei cavi dal suolo (da 30 a 50 m), relativamente bassi. Poiché, di regola, più cavi vengono condotti parallelamente, e ogni conduttore di corrente genera un proprio campo magnetico, il campo magnetico risultante dipende dal sistema di costruzione dei tralicci dell'alta tensione e, naturalmente, dal flusso energetico che attraversa l'elettrodotto (quindi dalla corrente) variabile nel tempo. Le intensità di campo sono, laddove il cavo s'inфлекe più profondamente, da 10 a 50 microtesla per kiloampere ( T/kA). Per questo motivo, le modifiche costruttive più frequenti adottate da ENEL per mitigare l'inquinamento elettromagnetico dovuto a linee elettriche sono da riferirsi ad innalzamenti dei sostegni delle linee stesse.

Nei dintorni più prossimi ad un elettrodotto, i corpi a massa e elettricamente conduttori (colline, alberi, case, ma anche siepi, pali metallici, recinzioni) hanno invece un effetto schermante per i campi elettrici alternati: per questo motivo non si è mai ritenuto che il campo elettrico generato da queste sorgenti possa produrre un'esposizione intensa e prolungata della popolazione.

All'interno delle case entra difficilmente un campo elettrico alternato esterno. Possono esser raggiunti i seguenti valori di schermatura: case in pietra oltre l'80%; cemento armato 90%; garage in lamiera fino al 98%. Tuttavia le aperture (porte e finestre) rappresentano un varco difficilmente schermabile sia per i campi elettrici che magnetici.

Poiché l'intensità e la direzione del campo cambiano con il ritmo della frequenza, il campo elettrico alternato perdura soltanto finché agisce la tensione alternata esterna.

Relativamente a linee ad alta tensione, a cabine di trasformazione (tensione alternata) e a linee ferroviarie (tensione continua a 6kV), i campi elettrici vengono schermati attraverso rilievi del terreno, alberi e piantagioni. L'intensità di campo diminuisce con la distanza, per cui per mantenere un livello di esposizione al di sotto di 0,2 T dovrebbero essere rispettate le seguenti distanze minime: linee a 132 kV, almeno 70 m; linee a 220 kV, almeno 80 m; linee a 380 kV, almeno 150 m. Secondo una formula empirica, con la permanenza all'aperto, ad esempio nei parchi gioco, dovrebbe essere rispettata una distanza di un metro per kV di tensione, per la permanenza nelle case costruite con materiali massicci è sufficiente una distanza di 0,5 m/kV. Purtroppo in molti casi nemmeno le distanze di rispetto imposte dal DPCM 23 aprile 1992 vengono rispettate, inoltre i piani urbanistici comunali non sono coordinati con i piani dell'ENEL e delle Ferrovie di Stato.

Oltre gli elettrodotti vanno considerati e presi in esame anche gli impianti di trasformazione dell'energia elettrica, disseminati un po' ovunque. In generale, le stazioni e le cabine primarie presenti nelle prossimità delle abitazioni, così come gli impianti di trasformazione MT/BT, non destano particolare preoccupazione se non determinano valori di induzione di campo magnetico superiore ai 0,2 T in corrispondenza dei ricettori sensibili.

Campi significativi si possono trovare soltanto entro distanze di qualche metro dal perimetro della cabina stessa o nel caso in cui le cabine si trovino dislocate all'interno dei fabbricati, con particolare riguardo ai locali al di sopra dell'impianto, dove si possono verificare induzioni con valori superiori ai 0,2 T; campi un po' più intensi si possono trovare nelle stanze direttamente adiacenti a tali impianti. Inoltre, problemi si possono verificare nel caso di cabine in elevazione ed allacciate a linee aeree nel caso in cui i conduttori siano molto vicini alle abitazioni.

## Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto

Gli elettrodotti sono la principale fonte di pressione sull'ambiente per quanto riguarda i campi elettromagnetici a bassa frequenza (ELF).

Il campo magnetico generato da linee sotto tensione può essere ridotto attraverso l'allontanamento o l'interramento delle linee stesse. L'interramento rappresenta la soluzione più efficace, anche se i costi sono maggiori. Pertanto occorre che vi sia un corridoio dove siano proibite le costruzioni e limitate le attività umane. Le linee interrato danno luogo a campi ridotti grazie alla vicinanza dei conduttori ed all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. A parità di corrente in linea il campo di un cavo interrato si riduce a 0,2 microtesla almeno alla metà delle distanze dalle corrispondenti linee aeree.

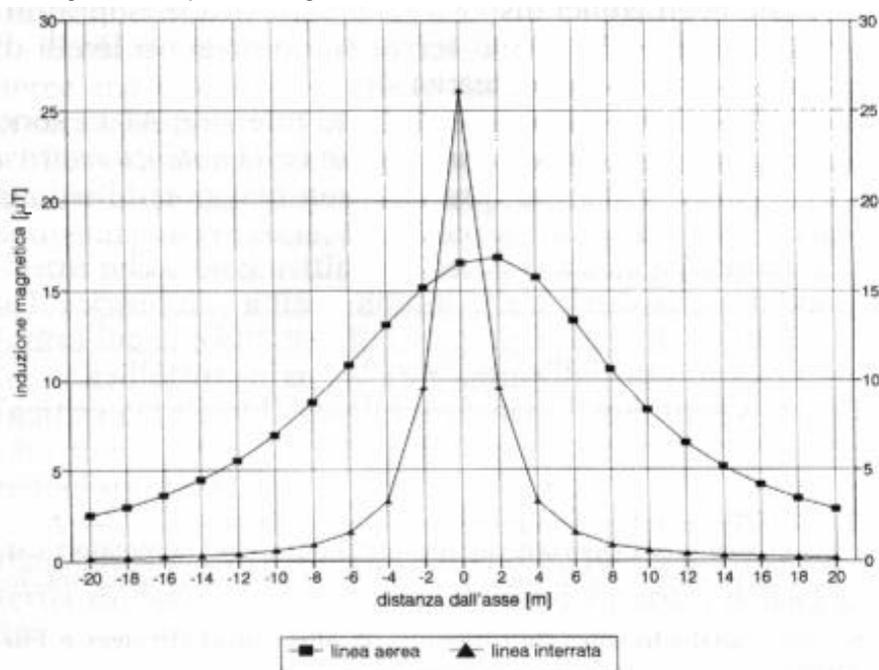
Il seguente grafico mostra il campo magnetico al suolo prodotto da una linea aerea a 132 kV con corrente di 860 A (ampere) e l'equivalente linea in cavo interrato.

(Fonte:

<http://www.ondakiller.it>, Ing. Gabriele Volpi)

Una soluzione particolare per ridurre il campo magnetico solo sugli elettrodotti a doppia terna consiste nel configurare le fasi in modo che il campo generato dai primi 3 cavi sia in contrapposizione con il campo

generato dagli altri 3 cavi, questa soluzione è provvisoria in attesa dell'interramento. Infine le linee compatte rappresentano un'altra soluzione che permette una riduzione dei campi grazie all'avvicinamento dei fili tra di loro.



## **Scheda 1.5 Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza**

### **SPECIFICHE**

*Categoria di requisito:*

#### **Inquadramento della problematica**

Con campi elettromagnetici ad alta frequenza si fa riferimento a frequenza comprese tra 100 kHz (kiloHertz = 1 megaHz) e 300 GHz (gigaHertz = 300.000 megaHz), in particolare alle cosiddette radiofrequenze RF (da 0,3 a 300 MHz), prodotte dagli impianti di diffusione radiotelevisiva e microonde MO (da 300 a 300.000 MHz) prodotte dalle Stazioni Radio Base (SRB) per la telefonia cellulare.

La normativa italiana sulle RF e MO tuttora in vigore (D.M. 381/98) prevede valori di 20 V/m come limite generalizzato da non superare, per esposizioni inferiori a 4 ore giornaliere, di **6 V/m** per esposizioni di durata superiore (valore di cautela), e valori ancora più bassi (obiettivi di qualità) da perseguire mediante una localizzazione mirata degli impianti, la loro modifica e l'introduzione di particolari accorgimenti tecnologici (p.e. il direccionamento dei fasci di emissione), a protezione dei "soggetti meritevoli di tutela aggiuntiva" e in corrispondenza dei "siti sensibili". Questa normativa, come anche la **Legge quadro n.36/01**, sono entrambe esplicitamente improntate al "**Principio di Precauzione**". Il D.M.381/98 mira infatti a "produrre i valori di CEM più bassi possibile, compatibilmente con la qualità del servizio svolta dal sistema stesso, al fine di minimizzare l'esposizione della popolazione" (art.4).

Tali valori costituiscono misure di cautela per la prima volta previste nel nostro ordinamento insieme, a obiettivi di qualità da conseguire nella progettazione, nella realizzazione di nuovi impianti e nell'adeguamento di quelli preesistenti.

In data 8 luglio 2003 vengono emanati i **DPCM** sulle radiofrequenze e sugli elettrodotti in attuazione della legge quadro 36/2001 che, senza abrogare il D.M. 381/98, definiscono i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici. Il DPCM - alte frequenze - definisce anche le zone dove valgono gli Obiettivi di qualità: zone all'aperto intensamente frequentate ivi comprese le superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

Tuttavia il D.P.C.M. impone una "soglia massima" di valori di campo (il limite di 6 V/m) sia come limite di esposizione che come valore di attenzione che come obiettivo di qualità, eludendo di fatto ogni carattere incentivante rispetto al mantenimento dei campi nei valori più bassi in concreto realizzabili.

Infine il 16 settembre 2003 è entrato in vigore il **Codice unico delle Comunicazioni elettroniche** adottato con Decreto Lgs. n. 259/2003, dove, con gli art. 86-92, vengono stabiliti i procedimenti autorizzatori relativi alle infrastrutture di comunicazione elettronica tra cui gli impianti di diffusione radiotelevisiva e le SRB.

Buona parte degli articoli presenti nel D.Lgs n.198/02, dichiarato incostituzionale (sentenza della Consulta n. 303, 307 e 308 del 2003) sono stati ripresi dal Codice delle Comunicazioni in oggetto, tra cui quelli riguardanti la procedura di autorizzazione e i moduli per le istanze.

Nel Codice delle Comunicazioni elettroniche non è stato ripreso l'art. 3 del D.Lgs n.198/02 che stabiliva la compatibilità degli impianti con qualsiasi norma urbanistica; su questo articolo è basata la sentenza di annullamento del decreto.

La Regione Toscana ha impugnato gli art. 86-92 del Codice davanti alla Corte Costituzionale per "eccesso di delega". La stessa Regione Toscana, in attuazione del D.M. 10 settembre 1998 n. 381, con l'emanazione della **L.R. n. 54 del 6 aprile 2000** ha disciplinato il rilascio dell'autorizzazione all'installazione od alla modifica degli impianti, ha istituito il catasto regionale degli impianti e stabilito le funzioni regionali e comunali in materia di rilascio di autorizzazione all'installazione, alla verifica e al risanamento degli impianti di telefonia mobile e di quelli radiotelevisivi.

Il problema è la rispondenza dei limiti fissati dalla normativa nella realtà dei centri urbani e il mancato rispetto del Principio di Precauzione.

Vi è innanzi tutto un "fondo elettromagnetico" mediamente sempre più elevato, con picchi rilevanti (alle frequenze attualmente in uso per la telefonia cellulare (900 e 1800 MHz) sono state recentemente affiancate da quelle necessarie al funzionamento dell' UMTS (1850 - 2100 MHz).

#### **Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica**

Il "fondo" è – per così dire – lo "smog" persistente in diverse località, somma delle emissioni delle singole "ciminiere" di TV, Radio, Reti Cellulari e Radioamatori. Uno smog variabile che sfugge a qualsiasi logica o previsione, perché può addensarsi e formare sacche di elevato livello a notevole distanza da più impianti, secondo logiche fisiche complesse: infatti mentre prima le zone a rischio erano concentrate nelle vicinanze dei ripetitori FM e TV, con l'avvento dei ripetitori per telefoni cellulari si è creato una diffusione capillare nei centri urbani del fenomeno elettrosmog, e in quanto tale destinato ad un aumento inarrestabile. A tanto si aggiunga che lo stesso valore cautelativo di detti limiti massimi è assai dubbio in ragione del fatto che essi non prendono in considerazione le conseguenze dell'esposizione a lungo termine. L'obiettivo di qualità di 6 V/m risulta dodici volte più alto rispetto allo 0,5 V/m proposto dai più recenti studi come valore cautelativo di fronte ai possibili rischi per l'esposizione cronica, continuata, oltre ad essere un livello sufficiente per le necessità tecniche di trasmissione [sono in aumento gli studi che mettono in evidenza un "possibile" o "probabile" rischio cancerogeno da esposizioni residenziali a RF, inoltre risultati di tanti studi hanno messo in evidenza effetti biologici, anche molto rilevanti per le possibili conseguenze sulla salute umana, dopo esposizione a MO di intensità anche estremamente bassa; viene rimarcata, per le esposizioni personali a MO, l'esistenza di una correlazione fra utilizzo dei telefoni cordless e cellulari e maggior frequenza di neoplasie, in particolare cerebrali].

A partire da pochi metri di distanza dalle antenne si genera un'onda in cui il campo elettrico e quello magnetico variano insieme. Si può così utilizzare indifferentemente l'unità di misura del campo elettrico (V/m), quella del campo magnetico (microTesla) o anche quella della potenza dell'onda ( $W/m^2$ ) per definirne l'ampiezza. Questa diminuisce rapidamente all'aumentare della distanza dalle antenne emittenti ed è inoltre attenuata sia dalle strutture murarie che dalla vegetazione presente.

Per quanto riguarda l'inquinamento elettromagnetico (elettrosmog) occorre suddividere la problematica tra gli effetti prodotti dagli impianti di diffusione radiotelevisiva e gli effetti prodotti dalle stazioni radio-base per la telefonia cellulare.

Nel primo caso la presenza di impianti di diffusione radiotelevisiva costituisce la fonte principale di pressione sul territorio per quanto riguarda i campi elettromagnetici a radiofrequenza RF. Questi impianti servono generalmente un'area molto vasta con trasmettitori di grande potenza (10.000-100.000 Watt) posizionati su dei rilievi che godono di una buona vista sull'area servita. L'aumento della potenza di trasmissione migliora la qualità del segnale ricevuto e l'ampiezza della zona coperta: questo fatto può indurre ad utilizzare potenze superiori a quelle autorizzate. Le verifiche condotte da ARPAT, spesso in collaborazione con l'Ispettorato Regionale del Ministero delle Comunicazioni, hanno mostrato il superamento dei limiti nel cinquanta per cento dei casi. La strategia seguita è quindi quella di determinare, in collaborazione con gli Enti Locali, una delocalizzazione degli impianti che impattano aree urbanizzate, o alternativamente di procedere in collaborazione con il Ministero delle Comunicazioni ad una variazione dei parametri radioelettrici che comporti da un lato il rispetto dei limiti e dall'altro il mantenimento delle aree di copertura a cui fanno riferimento le specifiche concessioni ministeriali relative ai singoli impianti.

Nel secondo caso la presenza di stazioni radio-base per la telefonia cellulare costituisce la fonte principale di pressione sul territorio per quanto riguarda i campi elettromagnetici a microonde MO.

Nonostante le dimensioni, talvolta molto appariscenti, questi impianti irradiano potenze molto contenute che vanno dai 200 W di una stazione dual-band, ai 50-20 W le nuove stazioni UMTS. Con queste potenze la zona nello spazio nella quale si possono trovare livelli di campo superiori ai valori di tutela dell'attuale normativa (6 V/m) si estende per 40-80 metri davanti alle antenne, normalmente al di sopra dei tetti dei palazzi vicini. Le modalità con cui tale stazioni irradiano i campi dell'area circostante sono molto ben predicibili, in modo che, con un progetto sufficientemente dettagliato degli impianti è possibile garantire che i livelli di campo in tutti gli edifici circostanti, così come nelle aree occupate stabilmente da comunità di persone, siano inferiori ai limiti di legge. La potenza emessa dalle stazioni radio base non è costante nel tempo: cresce quando il traffico telefonico è intenso, mentre quando questo è scarso, ad esempio la notte, si riduce fino a un valore minimo tipicamente di 15-50 W.

Per quanto riguarda i "criteri localizzativi", va sottolineato che la scelta della collocazione delle stazioni radio-base deriva nella massima parte dei casi da accordi tra gestori e proprietari degli immobili, avallata dagli organismi competenti (Comune, ARPAT) solo in base alla verifica del rispetto del valore di cautela, ma senza la dimostrazione che tale collocazione, essendo per ipotesi l'unica in grado di assicurare la funzionalità del servizio nell'area in questione, rispetta anche il principio di minimizzazione delle esposizioni indebite e al Principio di Precauzione, come previsto dalla Legge quadro.

Nel caso di campi elettromagnetici a RF e MO bisogna superare il concetto di "azzonamento" o di "area sensibile" legato alla distanza dall'emittente, tendendo invece al raggiungimento di livelli di campo elettromagnetico inferiori a 0,5-1 V/m su tutto il territorio comunale (omogeneizzazione), limite raggiungibile proprio in virtù di precise scelte tecnologiche e localizzative, anche in virtù della creazione di isole libere, parchi no-elettrosmog, nei luoghi frequentati dai bambini che sono - com'è noto - molto più esposti. Occorre rimarcare l'inefficacia della semplice imposizione di limiti massimi (valori di cautela fissati dall'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/03) per la soddisfazione gli obblighi derivanti allo Stato dal Trattato CEE, che riconosce il

Principio di Precauzione come fondamento della politica ambientale comunitaria, ribadendo invece la necessità di applicare misure idonee a provocare la tendenziale riduzione dell'esposizione nel massimo grado possibile (ovviamente senza pregiudizio per l'efficienza dei sistemi di comunicazione) attraverso una serie di azioni strategiche che passano dall'adozione di tecnologie di minor impatto, in modo da garantire l'*ottimizzazione della distribuzione degli impianti* e la conseguente *omogenizzazione del campo* ed il conseguimento dei valori più bassi in concreto realizzabili: dove nei centri abitati più piccoli le antenne possono essere messe lontano dalle case utilizzando il sistema del co-siting (unificazione gli impianti stessi senza alterare la qualità dei sistemi di gestione di telefonia mobile), nei centri più grossi - dove occorrono più celle e quindi più antenne - si possono adottare reti a 'microcelle' (piccole antenne a bassa potenza). Il numero di impianti è maggiore ma la potenza molto bassa, danno il massimo di tutela sanitaria e al tempo stesso il massimo di qualità per il servizio ai clienti, ma con costi più alti.

In sostanza i limiti di riferimento che tengano conto dei limiti di rischio per la salute umana dovrebbero essere:

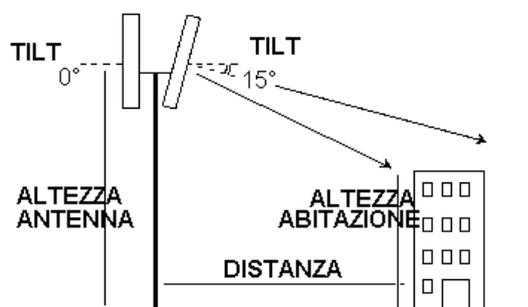
Frequenza f	Intensità di campo elettrico E	Intensità di campo magnetico H	Densità di potenza D
3 – 300.000 MHz	0,5 V/m	0,0013 A/m	0,0007 W/m <sup>2</sup>

In generale il campo prodotto da una SRB si può ridurre allontanandola dai luoghi del vivere o riducendo la potenza dell'antenna.

Si può agire anche aumentando l'altezza e/o modificandone il tilt.

Il campo di un'antenna tipo si riduce a 0,5 volt/metro a circa 500 metri dall'antenna e allontanandosi si riduce molto lentamente. La distanza di 150 metri non è di per sé garanzia dell'ottenimento dei valori di campo elettromagnetico necessariamente più bassi di quelli che si hanno a distanze inferiori, infatti a 100-150 il campo è massimo. La struttura di un edificio sembra in grado di ridurre il campo elettromagnetico ad alta frequenza anche del 50% rispetto a quello esterno. E' possibile ridurre l'esposizione ai campi elettromagnetici schermando il campo con speciali tende o vetri alle finestre che contengono fibre metalliche.

In presenza di un sistema di più antenne gli interventi di bonifica risultano più difficoltosi e complessi anche se comunque possibili.



Una volta verificato, in prima battuta, che il livello di campo elettromagnetico in uno o più punti intorno alle antenne è superiore a quello previsto dalla normativa di riferimento (per esempio utilizzando un misuratore a banda larga) si può intervenire solo riducendo la potenza emessa da uno o più trasmettitori. E' comunque necessario conoscere sempre con esattezza quali sono le antenne che contribuiscono in maniera significativa ad innalzare il campo elettromagnetico: per fare questo si dovrà misurare il campo presente utilizzando un misuratore a banda stretta in grado di effettuare una selezione delle varie frequenze.

L'allegato C al D.M. 381/98 riporta la procedura di riduzione a conformità di sorgenti di campi elettromagnetici per le quali venga verificato un superamento dei limiti di esposizione.

Per il rilievo della presenza di SRB sul territorio comunale si può fare riferimento ai Piani di Localizzazione, che molte Amministrazioni hanno redatto in virtù dei Protocolli d'Intesa stipulati tra gestori degli impianti per la telefonia, amministrazioni locali, ARPAT ed azienda USL che introducono: l'obbligo di valutazioni

preventive; la pianificazione della collocazione degli impianti in un piano complessivo per tutti i gestori; il concetto che l'onere economico del controllo non dovesse incidere sulla pubblica amministrazione ma, basandosi sul principio "chi inquina paga", sul gestore che induceva il controllo; lo sviluppo di un modello di comunicazione per l'informazione alla cittadinanza (disponibili in rete le esperienze di Pisa, Livorno e Cecina).

### **Sinergie con altri requisiti:**

#### *Scheda 1.3 - Inquinamento atmosferico locale*

"Recentemente si è andata consolidando la possibilità che i CEM interagiscono con cancerogeni chimici a larga diffusione ambientale (per es. benzene, benzo(a)pirene, metalli), esercitando su questi un'azione coadiuvante (promozione tumorale) ed eventualmente sinergica e moltiplicativa/co-cancerogena" (Fonte: Prof. Angelo Gino Levis, già Ordinario di Mutagenesi Ambientale presso l'Università di Padova);

#### *Scheda 1.4 - Inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza*

#### *Scheda 4.13 - Campi elettromagnetici interni a bassa frequenza (50 Hertz)*

## **Approfondimento della problematica**

### **Riferimenti normativi:**

**D.P.C.M. 23 aprile 1992** "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". (G.U. n. 104 del 6 maggio 1992)

**D.P.C.M. 28 settembre 1995** "Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 relativamente agli elettrodotti". (G.U. n. 232 del 4 ottobre 1995)

**Decreto Ministeriale 10 settembre 1998, n. 381** "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana"(G.U. n. 257 del 3 novembre 1998)

**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)

**Legge 22 febbraio del 2001, n. 36** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (G.U. Serie Generale, n. 55 del 7 marzo 2001)

**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)

**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)

**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)

**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 a campi elettrici e magnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (G.U. Serie Generale, n. 199 del 28 agosto 2003)

**Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259** "Codice delle comunicazioni elettroniche" (G.U. n. 214 del 15 settembre 2003 - Supplemento ordinario n. 150)

**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 )

**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)

**DELIBERAZIONE G.R. n. 1235 del 11 novembre 2002**, "Modalità relative alla presentazione da parte dei gestori degli impianti delle dichiarazioni ai sensi del comma 2, lettera e) dell'art. 4 della L.R. n. 54 del 06.04.2000 "Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione" - Catasto Regionale degli impianti" (Boll. N. 49 del 04/12/2002, parte Seconda)

### **Riferimenti tecnici:**

ARPAT, quale organo tecnico di supporto agli Enti Locali, effettua attraverso i propri Dipartimenti il monitoraggio e il controllo delle emissioni provenienti dalla presenza degli impianti radio-televisivi. In particolare i controlli che derivano dall'applicazione della legge sono mirati a garantire: il rispetto dei limiti di esposizione e delle misure di cautela, di cui agli articoli 3 e 4 del D.M. 381/1998; l'attuazione, da parte dei soggetti obbligati, delle azioni di risanamento; il mantenimento dei parametri tecnici dell'impianto dichiarati dal gestore.

ARPAT inoltre è coinvolta nel procedimento di autorizzazione per l'installazione di nuove stazioni radio base e/o la modifica di quelle esistenti, oltre ad eseguire misure e rilievi sulle stazioni radio base esistenti per verificare il rispetto dei limiti di emissione previsti dalla normativa

### **Spettro delle onde elettromagnetiche**

Denominazione	sigla	frequenza	Lunghezza d'onda	
Frequenze estremamente basse	ELF	0 – 3 KHz	> 100 Km	
Frequenze bassissime	VLF	3 – 30 KHz	100 – 10 Km	
radiofrequenze	Frequenze basse (onde lunghe)	LF	3 – 300 KHz	10 – 1 Km
	Medie frequenze (onde medie)	MF	300 KHz – 3 MHz	1 Km – 100 m.
	Alte frequenze	HF	3 – 30 MHz	100 – 10 m
	Frequenze altissime (onde metriche)	VHF	30 – 300 MHz	10 – 1 m
Micronde	Onde decimetriche	UHF	300 MHz – 3 GHz	10 – 1 cm
	Onde centimetriche	SHF	3 – 30 GHz	10 – 1 cm
	Onde millimetriche	EHF	30 – 300 GHz	1 cm – 1 mm
infrarosso	IR	0,3 – 385 THz	1000 – 0,78	
Luce visibile		385 – 750 THz	780 – 400 nm	
Ultravioletto	UV	750 – 3000 THz	400 – 100 nm	
Radiazioni ionizzanti	X	>3000 THz	< 100 nm	

Quanto più è alta la frequenza, oppure quanto più breve è la lunghezza d'onda, tanto più alto è il contenuto energetico relativo al campo prodotto, di conseguenza maggiori saranno le implicazioni sanitarie relative all'esposizione a quel campo elettromagnetico.

## Scheda 1.6 Inquinamento acustico

SPECIFICHE

Categoria di requisito: ESPOSIZIONE ACUSTICA

### Inquadramento della problematica

Stante la grave situazione di inquinamento acustico attualmente riscontrabile nell'ambito del territorio regionale ed in particolare nelle aree urbane, risulta opportuno promuovere misure di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione umana al rumore agendo in fase di progetto dell'area di insediamento con accorgimenti mirati alla riduzione dei livelli di rumore

### Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica

Le onde sonore vengono solitamente descritte in termine di ampiezza della variazione di pressione. Nel caso di propagazione nell'aria, le variazioni di pressione sonora sono comprese tra 20 microPascal [ $\mu$ Pa] e 10 chiloPascal [kPa].

Rapportando in scala logaritmica il valore della variazione di pressione sonora associato ad un'onda con il valore di riferimento di 20  $\mu$ Pa, si ottiene il livello di pressione sonora espresso in decibel [dB]; analiticamente:

$$L_p = 10 \log \left( \frac{p}{p_0} \right)^2 \text{ dB}$$

dove  $p$  è il valore efficace della pressione sonora misurata in pascal (Pa) e  $p_0$  è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20  $\mu$ Pa in condizioni standard.

Poiché l'orecchio umano non possiede la stessa sensibilità per tutte le frequenze dello spettro sonoro, sono state introdotte delle curve di pesatura, in base alle quali i valori di pressione sonora alle varie bande vengono corretti secondo una determinata scala; attualmente la scala di pesatura più utilizzata è la "A". Perciò, quando in un parametro comparirà il pedice "A" significherà che questo è stato pesato con detta scala, e analiticamente:

$$Leq_{(A),T} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB (A)}$$

dove  $p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651);  $p_0$  è il valore della pressione sonora di riferimento (20 $\mu$ Pa),  $T$  è l'intervallo di tempo di integrazione;  $Leq(A),T$  esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A, nell'intervallo di tempo considerato.

Il DPCM 14 novembre 1997 determina i valori limite di immissione riferiti alle classi di destinazione d'uso del territorio.

	<b>Classi di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>tempi di riferimento</b>
	Diurno (0.600 – 22.00)	Notturmo (22.00 – 06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

**Valori limite assoluti di immissione –  $Leq$  in dB(A)**

## Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto

Al fine di predisporre interventi di riduzione del livello di rumore è necessario conoscere le “caratteristiche acustiche” della zona. In sede di progetto di un intervento edilizio risulta necessario effettuare una stima del livello di rumore in ambiente esterno in momenti significativi della giornata e in varie posizioni dell’area, mediante una campagna di misurazione e monitoraggio. In assenza di misurazioni, si rende necessaria la localizzazione ed individuazione grafica di tutte le sorgenti di rumore rilevanti presenti nel raggio di 500 m. dal sito di progetto (le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed 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;).

Rimane l’obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione delle seguenti tipologie di insediamenti:

- a) scuole e asili nido;
- b) ospedali;
- c) case di cura e di riposo;
- d) parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- e) nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere:
  - aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
  - strade di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere) e F (strade locali), secondo la classificazione di cui al decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e successive modificazioni;
  - discoteche;
  - circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
  - impianti sportivi e ricreativi;
  - ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

Le misure ed il monitoraggio devono essere eseguiti da tecnici competenti iscritti all’apposito albo regionale.

Fra i vari possibili interventi tesi a mitigare il livello di rumore è opportuno considerare:

- 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 distribuzione plani-volumetrica degli ambienti interni: i locali che presentano i requisiti più stringenti di quiete (camere da letto) dovranno preferibilmente essere situati sul lato dell’edificio meno esposto al rumore esterno;
- utilizzare le aree perimetrali del sito come protezione dall’inquinamento; ad esempio, creando rimodellamenti morfologici del costruito, 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.

## **Scheda 1.7 Inquinamento del suolo**

### **SPECIFICHE**

#### **Categoria di requisito: LA QUALITÀ DEL SUOLO**

#### **Inquadramento della problematica**

L'inquinamento del suolo è un fenomeno meno conosciuto, meno evidente ed anche meno studiato rispetto all'inquinamento delle acque e dell'aria. La sua minore notorietà è imputabile a diverse ragioni:

- L'inquinamento del suolo ha effetti meno immediati sull'uomo rispetto, ad esempio, all'inquinamento atmosferico;
- L'inquinamento del suolo è meno appariscente rispetto all'inquinamento di un corso d'acqua dovuto a scarichi fognari industriali;
- Il suolo è un ecosistema meno conosciuto e studiato rispetto agli ecosistemi acquatici.

I principali effetti dell'inquinamento del suolo sono:

- La contaminazione globale dovuta all'immissione nel suolo di sostanze tossiche e persistenti, che possono entrare nelle catene alimentari e dare origine a fenomeni di bioaccumulo.
- Il trasferimento dell'inquinamento dovuto a sostanze tossiche dal suolo alle falde acquifere, con evidenti rischi per la salute umana.
- L'alterazione dell'ecosistema suolo: che sono fondamentalmente di tre tipi:
  - perdita di biodiversità;
  - riduzione della fertilità;
  - riduzione del potere autodepurante.

#### **Classificazione dei rifiuti:**

I rifiuti sono classificati in tre categorie: rifiuti urbani, rifiuti speciali, rifiuti tossici e nocivi. Al servizio di smaltimento dei rifiuti solidi urbani provvede il comune direttamente o mediante aziende municipalizzate ovvero mediante concessioni a enti o imprese specializzate a ciò autorizzate. I rifiuti speciali e quelli tossici e nocivi devono essere smaltiti nel rispetto delle norme regionali in materia (allo smaltimento provvedono i produttori dei rifiuti stessi).

- I rifiuti solidi urbani sono i rifiuti non ingombranti provenienti da fabbricati o da altri insediamenti civili in genere, ovvero da residui delle attività domestiche
- I rifiuti speciali sono quelli derivanti dalle attività produttive (industriali, agricole, artigianali e commerciali), comprendendo fra questi i rifiuti ospedalieri, i fanghi di depurazione urbani e industriali, e le autovetture in demolizione
- I rifiuti tossici nocivi sono tutti quelli che contengono le sostanze elencate in un apposito elenco, in quantità e/o concentrazioni tali da presentare un pericolo per la salute e per l'ambiente.

Una delle più serie forme di inquinamento è quello legato agli insediamenti industriali dismessi, dove è presente il rischio di inquinanti fra i quali elevate concentrazioni di metalli pesanti nel suolo sia all'interno del perimetro dell'insediamento, sia del territorio circostante.

La difesa di aree utilizzate per la pratica dell'agricoltura e di tutela della salute pubblica, una corretta valutazione delle limitazioni ed attitudini all'uso dei suoli non può prescindere dall'accertamento del tipo e del grado di contaminazione da metalli pesanti e da un'approfondita analisi di tutti i fattori che influenzano il destino di questi elementi nell'ambiente suolo. Gli studi condotti sui suoli di aree altamente inquinate sono finalizzati, prevalentemente, all'accertamento del grado di contaminazione mediante la valutazione della presenza e del contenuto totale di metalli pesanti. Lo stesso Decreto Ministeriale 471/99, recante i criteri, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati definisce i limiti di accettabilità della contaminazione da metalli pesanti dei suoli sulla base della determinazione del loro contenuto totale. Nel suolo, tuttavia, questi elementi sono distribuiti in maniera spesso eterogenea sia alla scala di campo che a quella microscopica e si rinvencono sotto forme diverse che ne differenziano il comportamento in termini di disponibilità biologica, di tossicità potenziale, di tendenza ad interagire con i costituenti organo-minerali, di mobilità lungo il profilo

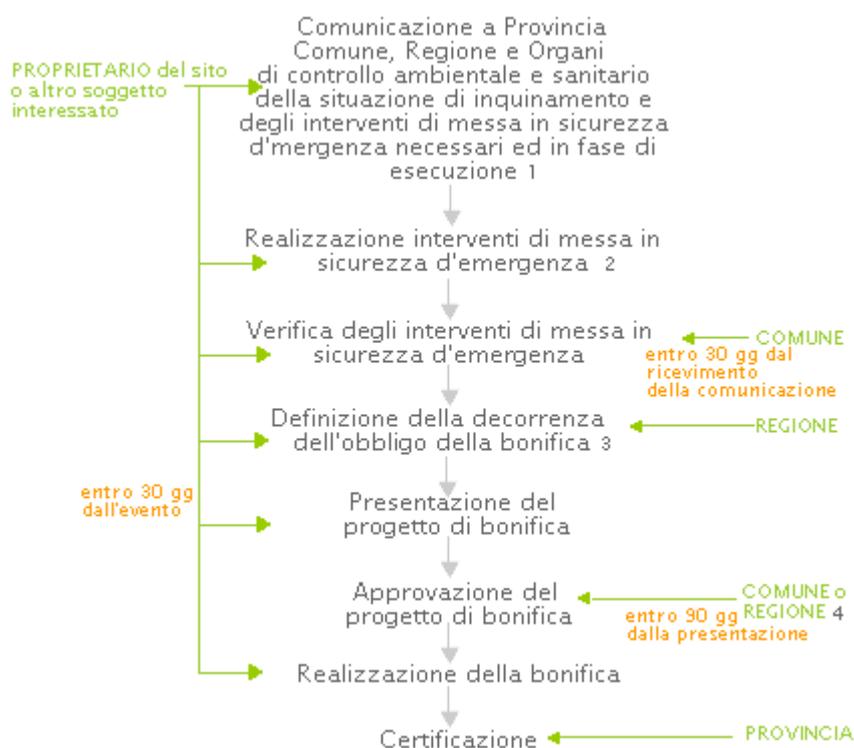
## Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica

Le modalità per affrontare in maniera quanto più possibile analitica il problema dell'individuazione delle potenziali forme di inquinamento che possono aver interessato una determinata area passano attraverso a) l'analisi storica e b) le soluzioni progettuali del nuovo intervento.

L'analisi storica consiste nella ricerca iterativa e quanto più esaustiva possibile di tutti i possibili usi agricoli, edilizi ed industriali per cui l'area ed i dintorni sono stati utilizzati nel passato più o meno prossimo.

Ogni singolo utilizzo va quindi documentato nella maniera più accurata possibile, sia dal punto di vista della distribuzione spaziale, sia dal punto di vista della durata temporale che delle attività ivi tenute.

Per ogni specifica attività antropica - pregressa o in atto - va quindi valutato se sussiste la possibilità che nelle diverse matrici (suolo - sottosuolo - acque superficiali - acque sotterranee) siano presenti sostanze contaminanti in concentrazioni tali da determinare un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale o costruito.



Qualora, durante questo processo di verifica, vengano rilevate attività o situazioni che presentano potenziali rischi di inquinamento avvenuto o in corso, dovranno venire effettuate specifiche forme di analisi, in funzione del tipo di inquinante e della relativa modalità di diffusione.

Nel caso che il sito presenti livelli di contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche del suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee tali da determinare un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale o costruito, si deve provvedere comunque allo sviluppo di un progetto di bonifica. In particolare nei casi che a) anche uno solo dei valori di concentrazione delle sostanze indicate nelle tabelle allegato al D.M. 471/99, sia superiore ai limiti indicati (all. 1) nel suolo, nel sottosuolo, nelle acque sotterranee o superficiali; b) esiste un pericolo concreto ed attuale di superamento (art. 4, comma 1), occorre intervenire bonificando l'area.

Qualora sia dimostrato che, intorno al sito considerato, i valori di fondo naturali (i campioni prelevati da aree adiacenti il sito nelle quali si ha la certezza di assenza di contaminazione derivante dal sito e da altre attività antropiche sono definiti campioni di fondo naturale). Sono utilizzati per la determinazione dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti per ognuna delle componenti ambientali rilevanti per il sito in esame) per lo stesso agente inquinante risultano più elevati di quelli indicati nell'allegato, l'obbligo del titolare del sito, per quanto concerne gli obiettivi da raggiungere con l'intervento di bonifica, va riferito al valore di fondo naturale (art. 4). In alcuni casi, è ammesso che i limiti possano essere anche più restrittivi di quelli previsti nell'allegato 1.

Nel caso in cui l'area non presenti specifiche indicazioni di inquinamenti preesistenti e quindi si proceda alla redazione del progetto di un nuovo fabbricato, questa fase dovrà tener conto delle indicazioni presenti nella scheda della regione Toscana.

Nell'eventualità si ritenga che ci si trovi di fronte ad un concreto rischio di inquinamento occorre in funzione della sua tipologia provvedere alle adeguate forme di campionatura e decidere la tipologia di intervento e bonifica redigendo un adeguato progetto, secondo le modalità previste dalle normative nazionali e locali. In generale occorre:

- accertamento dell'inquinamento del suolo da metalli pesanti in base alle procedure del DM 471/99 ed analisi della distribuzione spaziale dei metalli o degli altri inquinanti sul territorio, lungo il profilo e a scala di dettaglio
- definizione e quantificazione delle forme chimiche e mineralogiche, della biodisponibilità e mobilità dei metalli o degli altri inquinanti nel suolo
- valutazione dell'influenza della contaminazione da metalli o degli altri inquinanti sulle proprietà biochimiche e biologiche del suolo, con particolare riferimento alla misura di attività enzimatiche coinvolte nel ciclo dei maggiori nutrienti.



La normativa prevede cinque tipi di interventi:

1) La Bonifica. Si intende per bonifica di un sito contaminato l'insieme di interventi atti a:

- rimuovere la fonte di inquinamento;
- ridurre la concentrazione dell'agente inquinante nei suoli e nelle acque sotterranee e superficiali ad un livello inferiore ai limiti di accettabilità previsti dalla normativa indicati nell'allegato 1 (o diversi nei casi previsti all'art. 4) in funzione della destinazione d'uso dei suoli medesimi nonché delle esigenze di assicurare la salvaguardia della qualità delle diverse matrici ambientali.

Gli interventi di bonifica e ripristino ambientale di un sito inquinato devono privilegiare le tecniche che favoriscano il ricorso a tecnologie innovative. Quindi, devono essere privilegiate:

- la riduzione della movimentazione;
- il trattamento in situ ed il riutilizzo del suolo, del sottosuolo e dei materiali di riporto sottoposti a bonifica.

2) La Messa in sicurezza d'emergenza. Ogni intervento necessario ed urgente, in attesa degli interventi di bonifica e ripristino ambientale o degli interventi di messa in sicurezza permanente, per:

- rimuovere le fonti inquinanti;
- contenere la diffusione degli inquinanti.

3) La Bonifica con misure di sicurezza. Insieme degli interventi atti a ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti nel suolo, sottosuolo e nelle acque, a concentrazioni superiori a quelle stabilite per la specifica destinazione d'uso, qualora i valori di concentrazione limite non possano essere raggiunti neppure con

l'applicazione delle migliori tecnologie a costi sopportabili (che, per gli impianti in esercizio, si intendono quelli derivanti da una bonifica che non comportino un arresto prolungato delle attività produttive o che comunque non siano sproporzionati rispetto al fatturato annuo prodotto dall'impianto in questione (art. 114, comma 9, L. 388/00)).

I valori di concentrazione residua accettabile della sostanza inquinante:

- debbono garantire la salute dell'uomo e la protezione dell'ambiente
- sono determinati attraverso una metodologia di analisi di rischio riconosciuta valida a livello internazionale, ma che dovrà comunque seguire le linee direttrici riportate nell'allegato 4 al DM 471/99.

Se le misure di sicurezza comportano limitazioni temporanee o permanenti all'uso dell'area, o particolari limitazioni (es. monitoraggi), queste devono:

- risultare dal certificato di destinazione urbanistica;
- risultare dalla cartografia e dalle norme tecniche di attuazione dello strumento urbanistico del Comune;
- essere comunicate all'ufficio tecnico erariale (art. 5).

Le misure di sicurezza sono:

- Gli interventi atti a garantire l'isolamento e il contenimento della fonte di inquinamento, al fine di impedire la migrazione degli agenti inquinanti in altri comparti o il loro contatto con la popolazione.
- Gli interventi atti a non provocare danni all'ambiente derivanti dall'inquinamento residuo.
- Le azioni di monitoraggio idonee a garantire il controllo nel tempo delle misure prese.
- Eventuali limitazioni d'uso del sito rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici.

4) Il ripristino ambientale. Gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica costituenti complemento degli interventi di bonifica, al fine di restituire il sito alla completa fruibilità.

5) La messa in sicurezza permanente (solo per rifiuti stoccati). L'insieme degli interventi atti ad isolare in modo definitivo le fonti inquinanti, qualora queste ultime siano rappresentate da rifiuti stoccati e non sia possibile procedere alla rimozione degli stessi pur applicando le migliori tecnologie a costi sopportabili.

## **Approfondimento della problematica**

### **Riferimenti tecnici:**

La normativa in materia di bonifica di siti inquinati, introdotta con l'art.17 del D.Lgs. 22 5 febbraio 1997 (*Decreto Ronchi*), è stata completata ed attuata dal DM 25 ottobre 1999, n° 471.

Con il DM 471/99 sono stati definiti:

- i limiti di accettabilità della contaminazione dei suoli e delle acque sotterranee in relazione alla destinazione d'uso dei suoli (verde pubblico/uso industriale);
- le procedure di riferimento per il prelievo e l'analisi dei campioni;
- i criteri generali per la messa in sicurezza, bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati, nonché per la redazione dei relativi progetti.

Il Dm 471/99, come l'art.17 del Decreto Ronchi, ha ribadito il principio generale secondo il quale chiunque cagiona, anche accidentalmente, il superamento dei valori limite di accettabilità o ne determina il pericolo concreto ed attuale, dovrà provvedere alla realizzazione degli interventi di messa in sicurezza di emergenza, bonifica e ripristino ambientale per eliminare l'inquinamento.

La norma individua tre scenari:

1. evento accidentale, con immediato obbligo di *notifica* alle autorità competenti, da parte del responsabile stesso dell'inquinamento, dell'avvenuto superamento dei limiti (art.7);
2. verifica da parte delle autorità competenti di una situazione di contaminazione di un sito (art.8), con conseguente avvio della procedura a seguito di un'*ordinanza*;
3. situazione di inquinamento pregresso, verificatosi prima dell'entrata in vigore del Dm stesso, con intervento di bonifica ad iniziativa degli interessati (art. 9), previa *comunicazione* alle autorità competenti;

La norma distingue tre tipologie di intervento da attuarsi in un sito contaminato:

*Bonifica e ripristino ambientale*

*L'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti presenti nel suolo, nel sottosuolo, nelle acque superficiali o nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti dal decreto stesso.*

*Bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale*

*Interventi atti a ridurre le concentrazioni di inquinanti nel suolo, nel sottosuolo, nelle acque sotterranee o nelle acque superficiali a valori di concentrazione superiori ai valori limite per la destinazione d'uso prevista nel sito, qualora questi non possano essere raggiunti neppure con l'applicazione delle migliori tecnologie ambientali disponibili a costi sopportabili.*

*Interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale*

*Insieme degli interventi atti ad isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti qualora le fonti inquinanti siano costituite da rifiuti stoccati e non sia possibile procedere alla rimozione degli stessi pur applicando le migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, secondo i principi della normativa comunitaria.*

L'art.17 del D.Lgs. 22/97 ha stabilito che gli interventi di bonifica e la realizzazione delle eventuali misure di sicurezza costituiscono onere reale sulle aree inquinate. Tale onere deve essere indicato nel certificato di destinazione urbanistica ex articolo 18, comma 2 della legge 47/1985, nel quale dovranno risultare anche le misure di sicurezza e le limitazioni d'uso previste per l'area. Le spese sostenute per le attività di bonifica, nonché per la realizzazione delle eventuali misure di sicurezza, sono assistite da privilegio speciale immobiliare ex articolo 2748, secondo comma, del Codice Civile. Detto privilegio si può esercitare anche in pregiudizio dei diritti acquistati da terzi sull'immobile. Le predette spese sono altresì assistite da privilegio generale mobiliare.

**Riferimenti normativi (normativa nazionale):**

Decreto Legislativo 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 (pubblicato in G.U. 15 febbraio 1997, n.38, S.O.)

Legge 9 dicembre 1998, n° 426

Nuovi interventi in campo ambientale (pubblicata in G.U. 14 dicembre 1998, n. 291)

Decreto Ministeriale 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 D.Lgs. 5 febbraio 1997, n.22, e successive modificazioni e integrazioni (pubblicato in G.U. 15 dicembre 1999, n.293, S.O.)

Legge 23 dicembre 2000, n° 388

Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2001, pubblicata in G.U. 29 dicembre 2000, n.302, S.O.)

Legge 23 marzo 2001, n° 93

Disposizioni in campo ambientale (pubblicata in G.U. 4 aprile 2001, n.79)

## **Scheda 1.8: Inquinamento delle acque**

### **SPECIFICHE**

*Categoria di requisito*

#### **Inquadramento della problematica**

Le acque di scarico che si origineranno dalla realizzazione di un nuovo insediamento possono rappresentare una fonte di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee presenti nel sito di intervento.

Le acque di scarico possono essere suddivise in due tipi:

- acque derivanti da consumo umano, cioè le acque nere e grigie prodotte all'interno degli edifici;
- acque meteoriche, ovvero le acque raccolte dai tetti e le acque di dilavamento di superfici quali piazzali, strade o marciapiedi che, in ragione del loro utilizzo, possono contenere inquinanti di tipologia e concentrazioni non trascurabili

Gli effetti provocati dalla produzione di un certo quantitativo di acque reflue in una determinata area devono essere valutati previa acquisizione di un esaustivo quadro conoscitivo di quei comparti appunto interessati dal ciclo delle acque:

- dati meteorologici locali (temperature, precipitazioni);
- fonti di approvvigionamento idrico e costi della fornitura;
- idrogeologia (presenza di acque di falda);
- caratteristiche degli eventuali ricettori finali (acque superficiali, suolo); nel caso di acque superficiali è importante conoscerne la classificazione di qualità al fine di definire gli obiettivi depurativi e stimare gli impatti provocati dagli scarichi;
- distanza dalla più vicina rete fognaria e capacità di trattamento del depuratore ad essa connesso e relativi costi.

#### **Modalità e suggerimenti per affrontare la problematica**

Per le acque reflue la Normativa vigente obbliga di dotarsi di sistemi di trattamento atti a evitare l'inquinamento delle acque superficiali o sotterranee, o in alternativa di allacciarsi alla pubblica fognatura (se presente). Il Regolamento Regionale in materia di scarichi di acque reflue indica inoltre il trattamento depurativo appropriato, prediligendo per piccoli insediamenti (<2000 ae) tipologie di semplice ed economica gestione, quali la subirrigazione (anche fitoassistita) e i sistemi di fitodepurazione, oppure sistemi tecnologici caratterizzati da una buona adattabilità alle piccole utenze quali SBR, MBR o filtri percolatori.

Interventi che prevedono il trattamento in situ delle acque reflue sono spesso maggiormente ecosostenibili rispetto all'allaccio alla pubblica fognatura, in quanto consentono di recuperare nutrienti che altrimenti avrebbero un impatto ambientale negativo, di sviluppare la logica del riciclaggio (chiudendo all'interno delle aree di produzione i cicli di alcuni nutrienti come azoto e fosforo) e eventualmente di recuperare le acque in uscita dall'impianto di fitodepurazione con conseguente utilizzo per scopi secondari (riutilizzo delle acque reflue tramite ad esempio la separazione delle acque grigie, (vedi Scheda 3.2), chiudendo così il ciclo dell'acqua con notevole risparmio delle acque provenienti dall'acquedotto.

Per le acque meteoriche non esiste ancora una vera e propria normativa di riferimento: in ogni caso le acque addotte a corpi idrici superficiali devono comunque rispettare i limiti imposti dal DL 152/99 sugli scarichi. Così le acque di prima pioggia raccolte in piazzali, strade di aree industriali possono contenere quantitativi di sostanze inquinanti spesso molto dannose per essere reimmesse tal quali nell'ambiente e devono essere sottoposte ad adeguati trattamenti depurativi; per le acque raccolte dai tetti o da altre superfici impermeabili come terrazze ecc spesso è sufficiente una filtrazione tramite semplici dispositivi in linea come quelli descritti nella scheda 3.1; è importante inoltre individuare eventuali aree dedicate a lavaggi di vario genere (lavaggio veicoli, automezzi ecc) in modo da prevedere anche in questo caso sistemi di trattamento.

La raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche per nuovi insediamenti urbani deve essere quindi indirizzata secondo metodologie di salvaguardia della risorsa idrica e di sostenibilità degli interventi stessi, mirando alla realizzazione di interventi il più possibile differenziati a seconda della qualità dell'acqua da

gestire e sviluppati, sia per ridurre i deflussi di pioggia, sia per contenere l'impatto inquinante delle acque di "prima pioggia".

Una strategia per un approccio ecosostenibile al problema dell'inquinamento delle acque consiste quindi in:

- individuazione degli scarichi di acque reflue esistenti;
- individuazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei;
- individuazione dei potenziali fattori di rischio derivanti dal dilavamento delle acque meteoriche o dalla loro potenziale infiltrazione nel suolo;
- individuazione delle "Best Management Practices" per il trattamento in situ sia delle acque reflue che meteoriche

## **Suggerimenti sul come conseguire gli obiettivi di progetto**

### **ACQUE REFLUE**

Per le acque di scarico si possono avere diverse situazioni e quindi diverse soluzioni; qui di seguito si riporta una schematizzazione del problema fermo restando che spesso è richiesta un'analisi specifica di ogni situazione, mirata a valutare la migliore soluzione progettuale dal punto di vista tecnico-funzionale, economico e gestionale.

Una soluzione "convenzionale", se esiste la possibilità, è rappresentata dall'allaccio alla pubblica fognatura e segue il regolamento fissato dal gestore del servizio idrico. Questa non rappresenta comunque una soluzione "obbligata": si può ad esempio decidere di riutilizzare parte delle acque reflue (vedi Scheda 3.2) e, oltre a risparmiare sull'acqua consumata, scaricare in fognatura minori quantitativi. In altri casi l'allaccio alla fognatura può richiedere la realizzazione di collettori di collegamento che spesso si avvicinano o superano il costo di un impianto di depurazione a se stante, oppure la realizzazione di stazioni di pompaggio del refluo per superare eventuali dislivelli.

Le acque di scarico devono essere sottoposte ad un idoneo trattamento depurativo prima di essere immesse nell'ambiente: sotto 2000 a.e., relativamente a scarichi di tipo civile o ad essi assimilabili, il D.L. 152/99 e il Regolamento Regionale attuativo n°28R/03, vengono indicati i cosiddetti "trattamenti appropriati", intesi come sistemi di depurazione caratterizzati da buone rese depurative anche a fronte di alte variazioni delle acque di scarico, da tecniche semplici e da un basso costo di gestione. La tipologia di impianto di depurazione da adottare deve essere attentamente valutata e ponderata per ogni singolo caso, dato che i fattori che influenzano la scelta non sono genericamente parametrizzabili. Le tecniche che comunque possono essere considerate come maggiormente "sostenibili" sono di seguito riportate e brevemente descritte:

#### **Fitodepurazione**

L'applicazione di sistemi naturali costruiti (Constructed Wetlands) per il trattamento delle acque reflue rappresenta ormai una scelta ampiamente diffusa nella maggior parte del mondo. Molteplici attività di ricerca sono state effettuate da Università ed Enti inglesi, danesi, tedeschi, statunitensi, austriaci, francesi, ecc., che da circa quindici anni hanno approntato sperimentazioni su impianti pilota e in scala reale e quindi individuati modelli e cinetiche di processo, utilizzando i dati ottenuti nei monitoraggi, che tengono conto delle condizioni climatiche delle aree d'intervento, delle diverse tipologie di refluo trattate e delle scelte impiantistiche adottate.

Le aree umide artificiali offrono infatti un maggior grado di controllo, permettendo una precisa valutazione della loro efficacia sulla base della conoscenza della natura del substrato, delle tipologie vegetali e dei percorsi idraulici. Oltre a ciò le zone umide artificiali offrono vantaggi aggiuntivi rispetto a quelle naturali, come ad esempio la scelta del sito, la flessibilità nelle scelte di dimensionamento e nelle geometrie, e, più importante di tutto, il controllo dei flussi idraulici e dei tempi di ritenzione.

In questi sistemi gli inquinanti sono rimossi da una combinazione di processi chimici, fisici e biologici, tra cui sedimentazione, precipitazione, assorbimento, assimilazione da parte delle piante e attività microbica sono le maggiormente efficaci.

Le tecniche di fitodepurazione possono essere classificate in base alla prevalente forma di vita delle macrofite che vi vengono utilizzate:

1. Sistemi a macrofite galleggianti (Lemna, Giacinto d'acqua,...);
2. Sistemi a macrofite radicate sommerse (Elodea,..);

3. Sistemi a macrofite radicate emergenti (Fragmiti, Tife, ecc.);

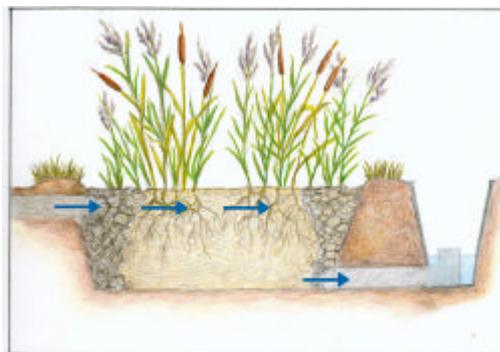
4. Sistemi multistadio (combinazioni delle tre classi precedenti tra loro o con interventi a bassa tecnologia come, ad esempio, i lagunaggi o i filtri a sabbia).

I sistemi a macrofite radicate emergenti possono subire una ulteriore classificazione dipendente dal cammino idraulico delle acque reflue:

- Sistemi a flusso superficiale (FWS: Free Water System);
- Sistemi a flusso sommerso orizzontale (SFS-h o HF: Subsurface Flow System - horizontal);
- Sistemi a flusso sommerso verticale (SFS-v o VF: Subsurface Flow System - vertical).

#### **Sistemi di Fitodepurazione a Flusso Sommerso Orizzontale (HF)**

I sistemi di fitodepurazione SFS-h o HF (flusso sommerso orizzontale) sono costituiti da vasche contenenti materiale inerte con granulometria prescelta al fine di assicurare una adeguata conducibilità idraulica (i mezzi di riempimento comunemente usati sono sabbia, ghiaia, pietrisco); tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle piante emergenti (sono comunemente utilizzate le cannuce di palude o *Phragmites australis*); il fondo delle vasche deve essere opportunamente impermeabilizzato facendo uso di uno strato di argilla, possibilmente reperibile in loco, in idonee condizioni idrogeologiche, o, come più comunemente accade, di membrane sintetiche (HDPE o LDPE); il flusso di acqua rimane costantemente al di sotto della superficie del vasoio assorbente e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto (0.5%-5%) ottenuta con uno strato di sabbia sottostante il manto impermeabilizzante.



Durante il passaggio dei reflui attraverso la rizosfera delle macrofite, la materia organica viene decomposta dall'azione microbica, l'azoto viene denitrificato, se in presenza di sufficiente contenuto organico, il fosforo e i metalli pesanti vengono fissati per assorbimento sul materiale di riempimento;

Le contribuiti della vegetazione al processo depurativo possono essere ricondotti sia allo sviluppo di una efficiente popolazione microbica aerobica nella rizosfera sia all'azione di pompaggio di ossigeno atmosferico dalla parte emersa all'apparato radicale e quindi alla porzione di suolo circostante, con conseguente migliore ossidazione del refluo e creazione di una alternanza di zone aerobiche, anossiche ed anaerobiche con conseguente sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto. I sistemi a flusso sommerso assicurano una buona protezione termica dei liquami nella stagione invernale, specie nel caso si possano prevedere frequenti periodi di copertura nevosa.

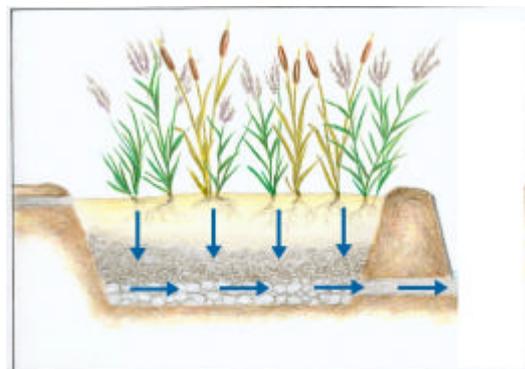


#### **Sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso verticale (VF)**

La configurazione di questi sistemi è del tutto simile a quelli a flusso sommerso orizzontale. La differenza consiste nel fatto che il refluo da trattare scorre verticalmente nel medium di riempimento (percolazione) e viene immesso nelle vasche con carico alternato discontinuo, mentre nei sistemi HF si ha un flusso a pistone, con alimentazione continua.

Questa metodologia con flusso intermittente (reattori batch) implica normalmente l'impiego di un numero minimo di due vasche in parallelo per ogni linea che funzionano a flusso alternato, in modo da poter regolare i tempi di riossigenazione del letto variando frequenza e quantità del carico idraulico in ingresso, mediante l'adozione di dispositivi a sifone autoadescante opportunamente dimensionati o di pompe elettriche.

Le essenze impiegate sono le medesime dei sistemi a flusso orizzontale. Il medium di riempimento si



differenzia invece dai sistemi a flusso orizzontale in quanto non si utilizza una granulometria costante per tutto il letto, ma si dispongono alcuni strati di ghiaie di dimensioni variabili, partendo da uno strato di sabbia alla superficie per arrivare allo strato di pietrame posto sopra al sistema di drenaggio sul fondo

Questi sistemi, ancora relativamente nuovi nel panorama della fitodepurazione ma già sufficientemente validati, hanno la prerogativa di consentire una notevole diffusione dell'ossigeno anche negli strati più profondi delle vasche, giacché la diffusione di questo elemento è circa 10.000 volte più veloce nell'aria che nell'acqua, e di alternare periodi di condizioni ossidanti a periodi di condizioni riducenti.

I tempi di ritenzione idraulici nei sistemi a flusso verticale sono abbastanza brevi; la sabbia superficiale diminuisce la velocità del flusso, il che favorisce sia la denitrificazione sia l'assorbimento del fosforo da parte della massa filtrante.

I fenomeni di intasamento superficiale, dovuti al continuo apporto di solidi sospesi, sono auspicati per un primo periodo, in quanto favoriscono la diffusione omogenea dei reflui su tutta la superficie del letto, mentre devono essere tenuti sotto controllo nel lungo periodo onde evitare formazioni stagnanti nel sistema. Le esperienze estere su tali sistemi mostrano comunque che non si rilevano fenomeni di intasamento quando si utilizza una alimentazione discontinua inferiore al carico idraulico massimo del sistema con frequenza costante e quando si ha adeguato sviluppo della vegetazione (l'azione del vento provoca infatti sommovimenti della sabbia nella zona delle radici e intorno al fusto, contrastando i fenomeni occlusivi) e soprattutto si rispettano dei limiti superiori nel carico organico giornaliero per unità di superficie irrorata.

Si sottolineano alcune caratteristiche imprescindibili che un sistema di fitodepurazione deve avere:

- devono essere predisposti a monte idonei sistemi di pre-trattamento (grigliette per la separazione dei solidi grossolani, degrassatori-disoleatori, fosse settiche tricamerale o Imhoff);
- il sistema deve essere completamente impermeabilizzato tramite membrane sintetiche di spessore e caratteristiche di resistenza adeguate per evitare l'infiltrazione di acque non depurate nel sottosuolo;
- le essenze vegetali utilizzate devono appartenere al tipo "macrofite radicate emergenti"; la profondità delle vasche dipende dalla profondità dell'apparato radicale dell'essenza vegetale scelta;
- il medium di riempimento da utilizzare è costituito da ghiaie e sabbie di cui si devono conoscere le caratteristiche granulometriche;
- è da evitare nel modo più assoluto l'utilizzo di terreno vegetale, torba o altro materiale con conducibilità idraulica minore di 1000 m/g;
- nei sistemi HF:
- è da evitare l'utilizzo di materiale di diversa granulometria nel senso perpendicolare al flusso;
- il sistema di alimentazione e il sistema di uscita devono essere tali da garantire l'uniforme distribuzione del refluo sulla superficie trasversale ed evitare la formazione di cortocircuiti idraulici;
- il refluo deve scorrere sotto la superficie superiore del letto e non risalire in superficie;

nei sistemi VF:

- lo strato di sabbia deve essere almeno 30 cm;
- il sistema di alimentazione deve essere tale da garantire l'uniforme distribuzione del refluo sulla superficie superiore del letto;
- nel sistema di alimentazione deve essere garantita una pressione nominale di 3 atm;
- il fondo del letto deve essere aerato tramite circolazione naturale dell'aria.

#### **MBR:**

L'impianto si compone di tre stadi depurativi: in un primo serbatoio si effettua una sedimentazione primaria e una grigliatura grossolana. La diffusione di cattivi odori viene evitata tramite un sistema di aerazione intermittente. In un secondo serbatoio avviene la depurazione vera e propria secondo la tecnologia dei reattori a membrana. Il filtrato viene quindi raccolto in una terza camera. La membrana permette di realizzare una depurazione ancora più spinta rispetto al solo sistema ossidativo grazie ad un processo di ultrafiltrazione: date le dimensioni dei micropori, tutte le sostanze e i microrganismi aventi dimensioni maggiori non possono attraversare la membrana e quindi, restano confinati nella fase di attivazione da cui vengono periodicamente allontanati.

A meno che non siano già presenti all'interno del modulo di trattamento fornito, devono essere predisposti a monte idonei sistemi di pre-trattamento (grigliette per la separazione dei solidi grossolani, degrassatori-disoleatori)

Tali sistemi, una volta impostato il ciclo di trattamento, funzionano completamente in automatico; le operazioni di manutenzione devono essere fatte periodicamente da tecnici specializzati (in genere è la stessa ditta che fornisce il prodotto ad occuparsene). I costi di gestione variano da modello a modello, ma non sono trascurabili in quanto dipendono dai fanghi che si producono (e che vanno smaltiti), dall'energia elettrica consumata e dai costi di sostituzione della membrana.

#### **SBR:**

Come i reattori a membrana, anche gli SBR rappresentano una soluzione tecnologica compatta che si è dimostrata molto adatta per il trattamento delle acque grigie. In questi reattori discontinui a fanghi attivi le fasi di ossidazione e sedimentazione avvengono nella stessa camera, secondo dei cicli temporali pre-stabiliti, impostabili tramite una centralina di controllo. A meno che non siano già presenti all'interno del modulo di trattamento fornito, devono essere predisposti a monte idonei sistemi di pre-trattamento (grigliette per la separazione dei solidi grossolani, degrassatori-disoleatori); anche i sistemi SBR, una volta impostato il ciclo di trattamento, funzionano completamente in automatico; le operazioni di manutenzione devono essere fatte periodicamente da tecnici specializzati (in genere è la stessa ditta che fornisce il prodotto ad occuparsene). I costi di gestione variano da modello a modello, ma non sono trascurabili in quanto dipendono dai fanghi che si producono (e che vanno smaltiti) e dall'energia elettrica utilizzata. A questi si devono aggiungere i costi di sostituzione periodica di una lampada UV, generalmente richiesta come fase finale di trattamento per l'abbattimento della carica batterica.

#### **Subirrigazione**

Più che di "trattamento" delle acque reflue è da considerarsi come modalità di scarico sul suolo; la loro ammissibilità ed adeguatezza viene verificata in base ad una precisa conoscenza della vulnerabilità delle falde acquifere sottostanti al punto di scarico, della morfologia dell'area e delle sue caratteristiche geotecniche, e di particolari condizioni locali; non sono indicate in aree con suoli a bassa permeabilità idraulica, come ad esempio in presenza di argille, a causa della breve durata nel tempo della capacità di smaltimento iniziale.

La trincea di sub-irrigazione dimensionata e realizzata conformemente alle prescrizioni dell'Allegato 5 della delibera del Comitato Interministeriale 4/2/77. Le normative e la letteratura scientifica consigliano nel peggiore dei casi 10 metri lineari di tubazione disperdente per abitante equivalente, dopo trattamento primario tramite fossa settica in cui notoriamente si raggiungono abbattimenti del carico organico dell'ordine del 20-25% e dei solidi sospesi dell'ordine del 60%. Generalmente viene realizzata una trincea larga 0,5-1 m e profonda 1,50 m, viene posta sul fondo una tubazione in PVC corrugato e microforato e si riempie lo scavo con ghiaia di pezzatura 2-6 cm per un'altezza di 10-20 cm sopra il fondo tubo e 10-20 cm sopra la generatrice superiore del tubo stesso; quindi si mette uno strato di tessuto non tessuto e si riempie con il terreno di risulta dello scavo. Può anche essere "fitoassistita", intendendo con questo termine quando si ricorre alla piantumazione di essenze vegetali apposite per limitare precoci intasamenti.

#### **Filtri percolatori**

Rispetto agli impianti a fanghi attivi i filtri percolatori presentano il grande vantaggio che i consumi di energia sono molto più ridotti, in quanto l'aerazione avviene per effetto di tiraggio naturale e praticamente nulli se

l'impianto può funzionare per caduta naturale. Altro vantaggio dei filtri percolatori consiste nel fatto che, poiché i microrganismi che provvedono alla depurazione sono saldamente ancorati al materiale di supporto, vengono evitati quei pericoli di "dilavamento" delle popolazioni batteriche in conseguenza di eccessivi carichi idraulici, assai temibili negli impianti a fanghi attivi (fenomeni di bulking filamentoso e/o foaming).

Inoltre hanno una buona capacità di riprendersi rapidamente da punte improvvise di carico organico.

Il filtro percolatore è, di norma, costituito da una vasca in cui è presente materiale di riempimento, attraverso cui il liquame, precedentemente chiarificato e distribuito sulla superficie, percola per ruscellamento sui supporti, fino ad essere raccolto da un sistema di drenaggio realizzato sulla platea di fondo. Il liquame può essere alimentato per caduta diretta, laddove la morfologia del terreno lo consenta, o per sollevamento tramite stazione di pompaggio.

Le perdite di carico sono sempre considerevoli e molto più elevate di quelle di altri trattamenti biologici; nel circuito di alimentazione le perdite di carico comprendono anche l'energia necessaria a consentire la rotazione del sistema di distribuzione, oltre che al carico perduto sull'eventuale dispositivo di cacciata. Ad esse si aggiungono le perdite corrispondenti all'intero dislivello fra il piano di rotazione dell'arganello e la base del letto (di norma dell'ordine di 2-4 m), e quelle del sistema di drenaggio e di allontanamento. Si raggiunge, generalmente, una perdita di carico complessiva di 4-6 m. Se la morfologia del territorio rende disponibile il dislivello naturale corrispondente, il percolatore può essere alimentato per gravità, senza che il trattamento biologico richieda alcuna spesa energetica.

### **Acque Meteoriche**

Alcuni dei più utilizzati sistemi di trattamento delle acque di pioggia vengono approfonditamente descritti nella scheda 3.1 relativa alla gestione delle acque meteoriche. Qui si riassumono le varie tecniche esistenti per il trattamento delle acque meteoriche.

#### **Fasce filtro**

Ampie sezioni di terreno densamente vegetate predisposte attorno a fiumi o aree di invaso per intercettare le acque di pioggia, in modo da laminare le portate provenienti dalle aree urbanizzate adiacenti attraverso superfici alberate o anche solamente inerbite.

La riduzione della velocità del flusso risultante dal passaggio attraverso una superficie densamente vegetata determina la rimozione delle sostanze inquinanti particolate per mezzo della sedimentazione, favorendo anche l'infiltrazione nel suolo.

Hanno principalmente una funzione di miglioramento della qualità delle acque e non hanno alcun effetto sulla riduzione dei picchi di piena, anche se possono contribuire alla riduzione dei volumi delle acque di pioggia ed alla ricarica delle falde. I migliori risultati in termini di qualità delle acque e di inserimento ambientale si ottengono con l'utilizzo di vegetazione autoctona.

#### **Aree tampone**

Le aree tampone sono delle barriere naturali o artificiali ricoperte da vegetazione perenne e gestite in modo da ridurre l'impatto di aree potenzialmente inquinanti sulla qualità delle acque in aree adiacenti. Pur non contribuendo a una adeguata ritenzione in grado di ridurre i picchi di portata, provocano una riduzione delle velocità di scorrimento delle acque contribuendo alla rimozione di particolato inquinante attraverso la sedimentazione, favorendo contemporaneamente l'infiltrazione nel terreno e contenendo i fenomeni di erosione.

#### **Canali inerbiti**

I canali inerbiti sono depressioni superficiali poco profonde interessate da una densa crescita di erba o piante resistenti all'erosione usati principalmente in strade ad alto traffico veicolare per far defluire in maniera regolare le acque di pioggia.

#### **Filtri**

I filtri sono strutture che usano una matrice drenante come sabbia, ghiaia o torba in grado di rimuovere una quota dei composti inquinanti presenti nelle acque di prima pioggia; trovano il loro utilizzo per acque provenienti da piccole superfici, quali parcheggi o piccole aree urbanizzate, o in aree industriali, e comunque laddove non è possibile l'utilizzo di sistemi estensivi.

Il grosso problema è rappresentato dagli intasamenti precoci, per cui si tende normalmente a dotare il filtro di un apparato di sedimentazione in testa, in grado di rimuovere i solidi più grossolani prima della filtrazione.

Ci sono poi tutta una serie di sistemi che sfruttano la penetrazione dell'acqua nel suolo riducendo le portate che vengono scaricate nei corpi idrici e provvedendo alla ricarica delle falde sotterranee. Particolare attenzione deve comunque essere posta al rischio di inquinamento delle falde se le acque da smaltire provengono da aree commerciali o industriali potenzialmente cariche di sostanze inquinanti.

### **Bacini di infiltrazione**

Realizzati nelle vicinanze dell'area impermeabile su cui si formano i deflussi, sono progettati per raccogliere un certo volume di acque di pioggia per infiltrarlo poi nella falda nell'arco di alcuni giorni; possono essere ricoperti di vegetazione: le piante infatti aiutano il sistema a trattenere gli inquinanti, mentre le radici sostengono la permeabilità del terreno. Normalmente si prevede uno svuotamento completo nell'arco di 72 ore per prevenire lo sviluppo di zanzare e odori molesti e per preparare nel contempo il bacino ad accogliere un nuovo evento meteorico.

### **Canali filtranti**

Vedi scheda 3.3

### **Pozzi asciutti**

Cavità utilizzate principalmente per raccogliere le acque di pioggia provenienti dai tetti di edifici residenziali o commerciali. L'interno della struttura, che normalmente è in cemento, viene riempito con ghiaia per conferire una resistenza strutturale.

### **Pavimentazioni filtranti**

Vedi scheda 3.3

### **Sistemi di fitodepurazione**

I sistemi di fitodepurazione sono particolarmente indicati quando è richiesto un trattamento spinto delle acque di prima pioggia con l'obiettivo di:

- ottenere acqua di buonissima qualità (ad esempio per il riutilizzo di acque meteoriche o per l'immissione in corpi idrici particolarmente sensibili, vedi scheda 3.1);
- eliminare agenti inquinanti persistenti, come idrocarburi, policiclici aromatici, ecc potenzialmente presenti nelle acque di prima pioggia provenienti da superfici quali strade ad elevato traffico veicolare, piste di aeroporti, aree industriali.

Le applicazioni della fitodepurazione per il trattamento delle acque di prima pioggia, derivanti dal dilavamento di superfici impermeabilizzate (aree urbane, piazzali di zone industriali, autostrade, aeroporti etc), sono ormai numerose su scala internazionale e spesso indicate come "Best Management Practices" nella riduzione dell'inquinamento diffuso.

Per il trattamento e l'accumulo delle acque di pioggia possono essere utilizzati sistemi a flusso superficiale, che riproducono in molti aspetti una vera e propria zona umida e sono in genere costituiti da una zona di ingresso più profonda di calma e sedimentazione del materiale solido in sospensione e zone in cui vengono inserite varie essenze vegetali acquatiche in modo da ottenere un ambiente ad elevata biodiversità, capace di rimuovere secondo i meccanismi biologici e chimico-fisici propri delle aree umide naturali, gli inquinanti presenti; sistemi di tal tipo inoltre offrono la possibilità di riqualificazione ambientale di aree degradate o compromesse: l'evoluzione naturale della zona umida porta all'instaurarsi di un vero e proprio ecosistema e a nuove dinamiche delle popolazioni faunistiche con la comparsa di specie che un tempo erano indigene e che, successivamente, sono scomparse, poiché sono venute a mancare gli habitat adatti; un tipico esempio è quello della comparsa di uccelli acquatici e di specie anfibe.

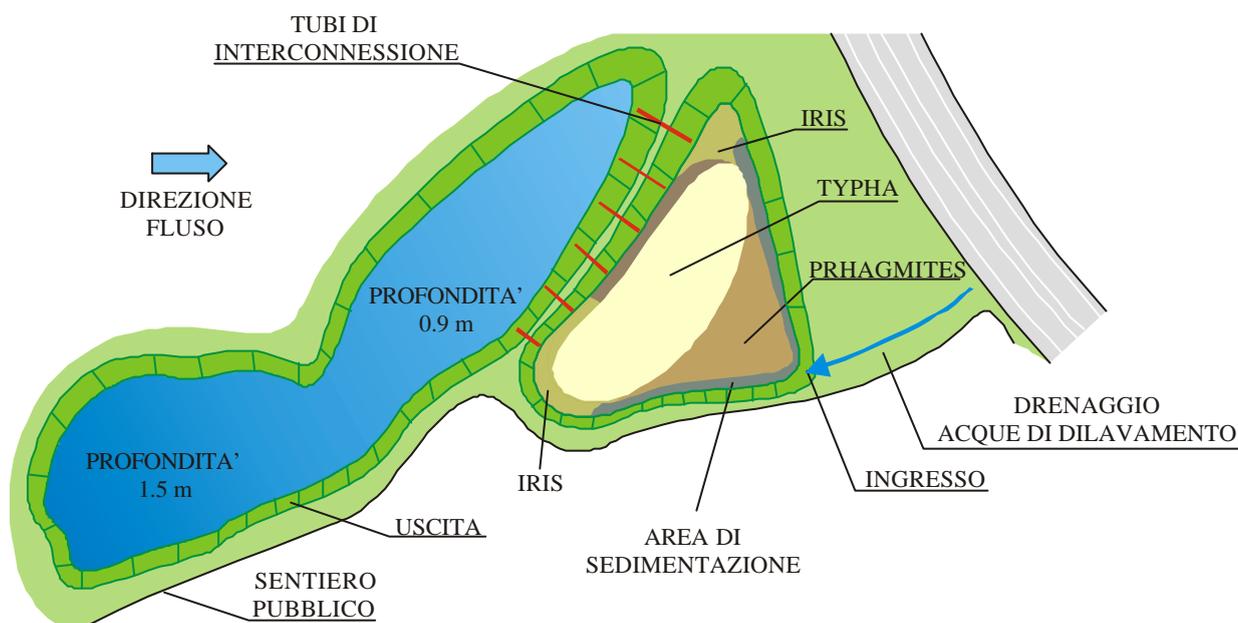
In aree urbane invece possono essere utilizzati con successo sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso (verticale e orizzontale), con i quali si raggiunge un elevato grado di filtrazione e di rimozione degli inquinanti utilizzando spazi più ristretti rispetto ai sistemi a flusso libero.



### Sistemi a flusso libero per il trattamento delle acque meteoriche

La quantità e la qualità degli agenti inquinanti che si depositano su strade ad elevato traffico veicolare dipendono da molti fattori, come ad esempio la tipologia della superficie del manto di copertura, la densità del traffico, la manutenzione, le condizioni meteorologiche locali, l'uso prevalente del suolo nelle aree limitrofe. Inoltre, la quantità delle acque di dilavamento e la conseguente concentrazione degli inquinanti risultano estremamente variabili data la loro dipendenza da volume, frequenza, intensità e tipologia delle precipitazioni e dagli effetti legati ai fenomeni che accadono nei primi minuti di pioggia.

Le zone umide applicate per il trattamento di questa particolare tipologia di acque meteoriche sono normalmente costituite da sistemi seminaturali a flusso libero superficiale, e più raramente a flusso subsuperficiale orizzontale, con elevati tempi di ritenzione in virtù di una alimentazione discontinua legata all'accadimento di eventi di pioggia. Le superfici variano dallo 0.5 al 5% della superficie totale impermeabilizzata di raccolta nel bacino scolante.



esempio di sistema di fitodepurazione per il trattamento del runhoff stradale

#### Riferimenti normativi:

DL 152/99; LR 28R

#### Riferimenti tecnici:

Norme 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 per degrassatori,

#### sinergia con altri requisiti:

- 3.1 gestione acque meteoriche
- 3.2 riutilizzo acque grigie